

Univerzita Palackého v Olomouci
Fakulta tělesné kultury

VALIDITA CHODECKÉHO TESTU KINESTÉZIE
U ADOLESCENTOV

Diplomová práce
(magisterská)

Autor: Bc. Lucia Sithová, Fyzioterapie
Vedúci práce: Prof. PaedDr. Rudolf Psotta, Ph.D.

Olomouc 2015

Meno a priezvisko autora: Bc. Lucia Sithová

Názov diplomovej práce: Validita chodeckého testu kinestézie u adolescentov

Pracovisko: Katedra prírodných vied v kinantropológii

Vedúci diplomovej práce: Prof. PaedDr. Rudolf Psotta, Ph. D.

Rok obhajoby diplomové práce: 2015

Abstrakt: Zámerom diplomovej práce bolo podať prehľad o možnostiach hodnotenia kinestézie a pilotne overiť navrhnutý Chodecký test kinestézie u adolescentov. Tento test bol založený na úlohe reprodukovat' chôdzu prevedenú v piatich úlohách chôdze s rôznou dĺžkou krokov.

Konstruktívna validita testu kinestézie bola overovaná na základe porovnania presnosti reprodukcie chôdze v piatich chodeckých úlohách, a to u skupiny adolescentov s normálnou úrovňou rovnováhy a celkovej motorickej koordinácie ($n = 16$, vek $16,3 \pm 0,3$ rokov) a skupinou s miernymi až významnými ťažkosťami v rovnováhe ($n = 5$, vek $16,2 \pm 0,4$ rokov). Rovnováha a celková motorická koordinácia boli hodnotené Testom motoriky pre deti (Movement Assesment Battery for Children – 2nd edition, MABC-2) a Inventárom pohybových dovedností MABC-2. Kinematické charakteristiky vzorca chôdze boli merané zariadením Optojump Next.

Výsledky práce ukázali, že úlohy reprodukcie chôdze s dĺžkou krokov zodpovedajúcou 60% a 80% dĺžky krokov prirodzenej chôdze môžu byť validnými skúškami kinestézie dolných končatín a mohli by sa zaradiť do komplexných testov senzomotorických schopností v klinickej praxi.

Kľúčové slová: pohybovit, senzomotorika, rovnováha, adolescent, test, vzorec chôdze, vývinová porucha pohybovej koordinácie

Súhlasím s požičovaním diplomovej práce v rámci knižničných služieb.

Author's first name and surname: Bc. Lucia Sithová

Title of the master thesis: Validity of the kinaesthetic test of walk in the adolescents

Department: Department of Natural Sciences in Kinanthropology

Supervisor: Prof. PaedDr. Rudolf Psotta, Ph. D.

The year of presentation: 2015

Abstract: The aim of the thesis was to give an overview about the possibilities of kinaesthesia evaluation and the pilot test to verify the proposed kinaesthetic test of walk in adolescents. This test was based on the task of reproducing walking transacted in five walk tasks with different length of steps.

Construct validity of the kinaesthesia test has been verified on the basis of a comparison of the accuracy of the reproduction of walking in five walk tasks that varied in length of steps in the group of adolescents with normal levels of balance and overall motor coordination ($n = 16$, age 16.3 ± 0.3 years) and a group with mild to significant difficulties in balance ($n = 5$, age 16.2 ± 0.4 years). Balance and overall motor coordination tests were evaluated by MABC-2 test and checklist. Kinematic characteristics of the gait pattern were measured by the Optojump Next device.

Results of the study have shown that the walk test of reproducibility with step length equal to 60% and 80% of the natural walk may be valid tests of kinaesthesia for lower limbs and may fit into the complex tests of sensorimotor skills in clinical practice.

Keywords: kinaesthesia, sensorimotor coordination, balance, adolescent, test, gait pattern, developmental coordination disorder

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

Prehlasujem, že som diplomovú prácu spracovala samostatne pod vedením prof. PaedDr. Rudolfa Psotty, Ph.D., uviedla všetky použité literárne a odborné zdroje a dodržiavala zásady vedeckej etiky.

V Olomouci, dňa 23.4.2015

.....

Moje poďakovanie patrí predovšetkým vedúcemu diplomovej práce a jeho tímu z Katedry prírodných vied v kinantropológii za cenné rady, pripomienky a pomoc pri meraniach, ktoré by sa taktiež neuskutočnili bez ochotnej účasti študentov stredných škôl, ktorým som takisto vďačná. Okrem toho jedno obrovské ďakujem vyslovujem týmto spôsobom aj celej mojej rodine, priateľovi a kamarátom za ich podporu a trpezlivosť.

Obsah

1	ÚVOD.....	8
2	PREHLAD POZNATKOV	10
2.1	Charakteristika kinestézie	10
2.2	Úloha kinestézie v riadení pohybu, pohybovom učení a jej súvislosť s rovnováhou	15
2.3	Vývoj kinestézie v priebehu života	17
2.4	Kinestézia a vývinová porucha pohybovej koordinácie.....	20
2.5	Diagnostika kinestézie.....	24
2.5.1	Možnosti identifikácie porúch kinestézie u adolescentov na základe testovania motoriky	24
2.5.2	Prístupy k hodnoteniu a metodológii hodnotenia kinestézie.....	26
2.5.3	Metódy hodnotenia kinestézie.....	29
2.5.4	Alternatívne metódy hodnotenia kinestézie aplikovateľné v klinickej praxi.....	36
2.5.5	Závery k problematike hodnotenia kinestézie.....	38
3	CIEĽ PRÁCE	40
4	METODOLOGICKÁ ČASŤ PRÁCE.....	41
4.1	Charakteristika súboru.....	41
4.2	Použité metódy a procedúry	42
4.2.1	Inventár pohybových dovedností MABC-2	43
4.2.2	Dotazník pre účastníkov.....	44
4.2.3	Hodnotenie vybraných antropometrických charakteristík	44
4.2.4	Hodnotenie úrovne motoriky – Test motoriky pre deti (MABC-2).....	45
4.2.5	Chodecký test kinestézie	46
4.3	Štatistická analýza	50
5	VÝSLEDKOVÁ ČASŤ PRÁCE.....	52
5.1	Údaje z dotazníka	52
5.2	Základná charakteristika adolescentov	52
5.3	Výsledky MABC-2	53
5.4	Vyhodnotenie Chodeckého testu kinestézie.....	53
5.4.1	Porovnanie dĺžok krokov v reprodukovanej chôdzi s dĺžkou krokov vzorovej chôdze	54
5.4.2	Porovnanie dĺžok krokov vzorovej chôdze k stanovenej dĺžke krokov	63

5.4.3	Klinické rozdiely dĺžok krokov v reprodukovanej a vzorovej chôdzi	70
5.4.4	Výsledky porovnania rýchlosti priemerov krokov reprodukovanej a vzorovej chôdze	72
6	DISKUSIA	75
6.1	Diskusia k výsledkovej časti	75
6.1.1	Diskusia ku charakteristike súboru adolescentov	75
6.1.2	Diskusia k výsledkom Chodeckého testu kinestézie.....	76
6.2	Vyjadrenie k miere platnosti, limitom práce a odporúčania k ďalšiemu výskumu.	77
6.2.1	Limity diplomovej práce	78
6.2.2	Odporúčania pre ďalší výskum	79
6.3	Diskusia k rôznym prístupom k hodnoteniu kinestézie.....	80
7	ZÁVERY	83
8	ZHRNUTIE	85
9	SUMMARY	86
10	REFERENČNÝ ZOZNAM	87
11	PRÍLOHY	93

1 Úvod

Pri každej anomálii alebo pri výskyte nejakého problému sa snažíme zistiť jeho príčinu prípadne analyzovať daný stav. Diagnostika je mimoriadne dôležitá až kľúčová v zdravotníckom obore. Zvyčajne je úlohou lekára zhodnotiť stav pacienta, určiť diagnózu, od ktorej sa odvíja následná terapia. Fyzioterapeut si však počas svojej práce s pacientom takisto neustále potrebuje vyšetrovať, kontrolovať progresiu terapie a predovšetkým vidí častejšie a pozná daného človeka lepšie ako lekár, ku ktorému sa pacient dostaví zväčša pri vstupnej a výstupnej prehliadke. K správnej diagnostike neodmysliteľne patria aj diagnostické nástroje, prostriedky, testy, skúšky, pomocou ktorých sa overuje, vylučuje a potvrdzuje diagnóza, prípadne nejaký nedostatok v schopnosti jedinca alebo jeho fungovaní. Tieto testy a diagnostické nástroje sa s narastajúcimi zdrojmi informácií a rozšíreniu technických prístrojov a meracích zariadení začali od konca minulého storočia výrazne rozvíjať, rozširovať a zavádzať do klinickej praxe.

V porovnaní s inými výskumami, hodnoteniu kinestézie sa nevenuje patričná pozornosť. Svedčí o tom aj málo spoľahlivých testov, ktoré by ju hodnotili. Preto sme sa snažili prostredníctvom tejto práce navrhnúť test, ktorý by odhaľoval prípadné nedostatky v tejto schopnosti. Zamerali sme sa pritom na adolescentných chlapcov, pretože na základe preštudovanej literatúry sa ukázalo, že hoci kinestézia sa rozvíja už v oveľa skoršom veku (najvýraznejšie okolo 5. až 8. roku života), jej progresia stúpa až do obdobia mladej dospelosti. Ukázalo sa, že chlapci v tejto schopnosti o niečo viac zaostávali oproti dievčatám (Piek, Pitcher, & Hay, 1999; Smits-Engelsman, & Duysens, 2008).

Obdobie adolescencie je bránou do dospelosti, ukončuje sa rast a vyzrieva osobnosť človeka. Adolescencia je pomerne široký pojem a rôzne zdroje uvádzajú odlišné vekové rozpätia, kedy začína a dokedy trvá toto obdobie. Zvykne rozdeľovať aj do štádií ako ranná, stredná a neskorá adolescencia. Ranná adolescencia sa uvádza v rozpätí 11 až 14 rokov, stredná od 15 do 18 a neskorá od 18 do 21 rokov (Steinberg, 1989). Pre účely nášho testovania sme zvolili obdobie strednej adolescencie, kedy sú už zvyčajne ukončené rastové špurty typické pre pubertu, ktorá zodpovedá štádiu rannej adolescencie. U tejto skupiny adolescentov vo veku od 15 do 18 rokov je ešte pomerne vysoká pravdepodobnosť, že ak sa deficity v kinestetickej schopnosti odhalia, je možné ich tréningom pomerne rýchlo napraviť.

Pri návrhu testu sme sa chceli zamerať na komplexnejší a človeku čo najprirodzenejší pohyb, pomocou ktorého by bolo možné hodnotiť kinestéziu. To je dôvod prečo sme vytvorili Chodecký test kinestézie. Chôdza predstavuje jeden zo základných a zároveň komplexný pohybový stereotyp človeka, ktorý je typický pre každého jedinca a má výpovednú hodnotu pri zisťovaní prípadných porúch pohybového aparátu, resp. aj stavu nervovej sústavy (Kolář et al., 2009).

Cieľom diplomovej práce bolo zistiť, či by bol nami navrhnutý Chodecký test kinestézie do budúcnosti vhodný na hodnotenie úrovne kinestézie v rámci rozšírenia testových batérii hodnotiacich senzomotorické funkcie.

2 Prehľad poznatkov

2.1 Charakteristika kinestézie

Ľudia na to, aby úspešne komunikovali a pohybovali sa vo svojom prostredí, sa musia neustále spoliehať na svoje zmysly. Pri pohybe sú najdôležitejšie najmä tri špecializované zmysly, ktoré umožňujú vnímanie seba samého alebo zvonku vyvolaný pohyb nášho tela. Sú nimi zrak, vestibulárny systém a kinestézia alebo propiocepcia (Rosker & Sarabon, 2010). Z uvedenej vety vyplýva, že pojmy propiocepcia a kinestézia sú si veľmi blízke, následkom čoho sa často zamieňajú, prípadne používajú ako synonymá, a preto v nasledujúcom texte uvádzame ich interpretácie podľa rôznych autorov.

Škótsky fyziológ Bell v roku 1826 bol prvý, kto identifikoval základné anatomické podklady pre zmyslové vnímanie a pohyb, keď uviedol, že medzi mozgom a svalmi existuje okruh nervov skladajúci sa z jedných (predné korene), ktoré vydávajú informácie z mozgu do svalov a druhé (zadné korene), ktoré dávajú informácie o stave svalu do mozgu. Týmto zahrnul pohybovit a polohovit a ďalšie zmysly vyvolané svalovými kontrakciami pod svoj výklad šiesteho zmyslu označovaného aj „svalový zmysel“ (Stillman, 2002).

Anglický patológ a anatóm Henry Bastian v roku 1892 navrhol termín "kinesthesia", ktorý sa odkazuje na pocity, ktoré vyplývajú z pohybu alebo sú ním priamo spôsobené. Etymologicky vychádzal z gréckeho "kinein" = pohybovať sa a "aisthesis" = pocit, čo znamená doslova "pocit pohybu". Týmto termínom zamýšľal nahradiť obidva pojmy používané predtým a to "svalový zmysel" a "zmysel sily". Pod hlavičku kinestézie zahrnul vnímanie polohy a pohybu končatín, a rôznych stupňov odporu a hmotnosti. Slovníková definícia kinestézie tiež združuje rôzne čiastkové zmysly vo svojej triede, vrátane telesnej polohy, vnímanie hmotnosti, svalového napätia a pohybu a tiež zmysel pre "prítomnosť" (Longstaff, 2003). Prostredníctvom tohto komplexu zmyslových dojmov sme oboznámení s postavením a pohybmi našich končatín, máme možnosť rozlišovať medzi rôznymi stupňami odporu a hmotnosti, a ich pomocou mozog odvodzuje mnoho podvedomých pokynov pri riadení pohybu všeobecne (Stillman, 2002).

V roku 1906 anglický filozof Charles Sherrington predstavil svoju klasifikáciu zmyslov, ktoré každý text vo fyziológii prevzal alebo obdobne parafrázoval. Aferentné

vnemy vyvolané pohybom objektívne popísal v neurologických podmienkach, čím ponúkol solídnu alternatívu k predchádzajúcim nedostatočným vysvetleniam kinestézie. Zaviedol pojem "propriocepcia", pod ktorý zahrnul senzorické systémy, ktoré sa aktivujú podnetmi z hlbokých oblastí tela, najmä viscerálnych, svalových, kĺbných a vestibulárnych aferentných systémov (Hopkins, 1972; Stillman, 2002). Termín pochádza z latinského "proprius" v preklade vlastný a "perception", čiže vnímanie, takže je definovaný ako vnímanie podnetov vzniknutých v organizme. Propriocepcia bola teda pôvodne definovaná ako "vnímanie kĺbov a telesného pohybu, ako aj polohy tela, alebo častí tela, v priestore" (Ribeiro & Oliveira, 2011).

Interpretácia, ktorá je pravdepodobne historicky určená, pokladá propriocepciu za nevedomý vnem a kinestéziu za vedomý stav. Bowsher (1966) považuje propriocepciu ako súčasť spätnej väzby, ktorá je riadená a zahrnutá pod mozoček. Gardner (1968) uvádza kinestéziu ako "vedomú propriocepciu". Anatomicky vzaté kinestézia je zastúpená v mozgovej kôre, zatiaľ čo propriocepcia spadá pod kôru mozočka. Preskúmanie príslušnej literatúry, prezentovanej doteraz, jasne ukazuje neuspokojivé spolužitie kinestézie a propriocepce (Hopkins, 1972).

Problémom je, že pojem kinestézia a propriocepcia nie sú dôsledne definované. Typicky sa tieto dva termíny často používajú ako synonymá. Rôzne označenia vrátane kinestézie, propriocepce, somatognózie, haptického systému, polohocitu, pohybecitu, svalového a kĺbného zmyslu boli všetky použité podobným spôsobom pri popisovaní aspektov vnímania telesných pohybov a pozícií. Napríklad Moberg považuje za synonymá výrazy ako kinestetická citlivosť, polohocit, pohybecit a propriocepcia. Jednotlivé komponenty obsiahnuté v kinestézii alebo proprioceptii sa takisto zvyknú odlišovať medzi autormi. V najužšom pohľade podnety vznikajúce v receptoroch vo svaloch, šľachách a kĺboch, avšak nie v labyrinte alebo v koži, Fitt (1988) zahŕňa medzi proprioceptory, kdežto Laszlo a Bairstow (1971) ich zaraďujú pod kinestéziu. V mierne širšom pohľade u Bastiana (1888) sa medzi kinestetické receptory radia receptory vo svaloch, šľachách, kĺboch a koži, avšak nie vo vestibulárnom systéme. Podobne aj Souder (1972) oddeľuje vestibulárny systém od kinestézie alebo propriocepce. Sherrick a Cholewaik označujú hmat ako exteroceptor, ale tiež tvrdia, že tento zmysel je občas takým akoby doplnkom ku kinestetickým zmyslom. Wells a Lüttgens zaraďujú kožné receptory medzi proprioceptívne iba vtedy, ak sa podieľajú na proprioceptívnych reflexoch. Iní autori sa držia pôvodnej Sherringtonovej definície,

ktorá nezahŕňa vnemy z kože do propiocepce. V najširšom pohľade sú zahrnuté vizuálne, zvukové, kožné a labyrintové receptory spolu s receptormi vo svaloch, šľachách a kĺboch, ako receptory kinestézie alebo propiocepce (Longstaff, 2003).

Príčiny týchto týchto nezrovnalostí môžu prameniť zo Sherringtonovej pôvodnej definície kĺbneho polohocitu (alebo schopnosti určiť, kde presne sa nachádza konkrétna časť tela v priestore) a kinestézie (alebo pocitu, že časť tela je v pohybe) pod všeobecnejšie označenie propiocepce (Rosker & Sarabon, 2010). Sherringtonov popis propiocepce nebol tak široký ako sa v dnešnej dobe chápe. Popísal ju ako senzorickejšiu informáciu vznikajúcu v proprioceptoroch, ktoré sú citlivé na zmeny v samotnom organizme (Longstaff, 2003).

Niektorí výskumníci zaraďujú kinestéziu a propiocepciu do akejsi hierarchie, hoci tieto zatriedenia majú tendenciu sa meniť. Proprioceptívny systém je považovaný za vyššie radený systém, ktorý obsahuje zvlášť kinestetický a vestibulárny systém. Strelow a Babyn (1981) uvádzajú že existujú tri oddelené systémy, z ktorých získavame vestibulárne, kinestetické a proprioceptívne informácie. Singleton (1972) predstavuje somastetický systém, ktorý obsahuje proprioceptívny a taktilný systém. Proprioceptívny systém potom ďalej delí a obsahuje kinestetický systém (vrátane informácií zo svalov, šliach a kĺbov), ktorý je oddelený od vestibulárneho systému (Longstaff, 2003).

Z organizačného pohľadu na riadenie motoriky sú senzomotorické funkcie nadradené propiopcii. Schmidt a Wrisberg v knihe *Motor Learning and Performance* (2008) rozlišujú medzi kinestéziou ako vnemom hrubej telesnej orientácie a medzi propiopciou ako vnímaním polôh končatín. Niektorí ďalší autori používajú všeobecný pojem propiocepce, ktorý sa skladá z dvoch zmyslov; polohocit (statestézia) a pohybovit (kinestézia). Proske a Gandevia (2009) na základe definície Bastiana definovali kinestéziu ako polohocit a pohybovit končatín a trupu. Iní autori zvažujú rolu senzorickej informácie z rôznych hľadísk ako kĺbna stabilita, rovnováha alebo schopnosť privyknutia si na pozíciu končatín. Tak či tak všetky definície sa zhodujú v tom, že kinestézia je zmysel vnímania pohybu tela a končatín, ktoré môže byť vedome prevedené (Rosker & Sarabon, 2010). V súčasnej dobe sa prevažne v zahraničnej literatúre stretávame s tým, že kinestézia a propiocepce sú používané prakticky ako synonymá a označujú schopnosť posúdiť konfiguráciu a pohyby častí tela organizmu (Ribeiro & Oliveira, 2011).

Propriocepcia sa často spomína aj v kontexte s kĺbnou stabilitou. Funkčná kĺbna stabilita je jedným z najvýznamnejších faktorov v prevencii športových zranení. Vnímanie nečakaných kĺbných rotácií je základom pre adekvátne motorické reakcie. Koncept aktívnej kĺbnej stability je zameraný na senzomotorické funkcie. To znamená, že dôraz je kladený ako na senzorickú informáciu z kĺbov a z príslušných svalov, tak aj na ich centrálnu spracovanie a prípravu motorických odpovedí, ktoré vykonávajú príslušné svaly, aby stabilizovali kĺb pri vychýlení zo základného postavenia. Vychádzajúc z neurofyziológie, kinestézia musí obsahovať propioceptívne informácie, ktoré sú spracované vyššími nervovými štruktúrami, ktoré produkujú vnímanie. Kinestézia sama o sebe nezahŕňa motorické odpovede, ale potrebuje centrálnu spracovanie a vedomie osoby vnímať polohu a pohyby končatín a trupu. Zmysel rovnováhy, hrubej telesnej orientácie a kĺbnej stability ostáva doménou zmyslov ako telesná rovnováha a postúra, ale najpravdepodobnejšie používa rovnaké senzorické informácie z rovnakých propioceptívnych oblastí. Rozdiel je v tom, že táto informácia je použitá na spracovanie a prípravu motorických odpovedí, ktoré sú zväčša podvedomé. Tá istá informácia môže byť vedome vnímaná a tento jav uvedomenia si polohy a pohybu končatiny sa označuje ako kinestézia (Rosker & Sarabon, 2010).

Kinestézia je dôležitou súčasťou riadenia ľudského pohybu a umožňuje nám lepšie porozumieť špecifikám pohybového aparátu z hľadiska únavy, tréningu a zranenia. Pokles kinestézie môže byť predisponujúcim faktorom úrazu, čo zvyrazňuje potrebu zohľadňovať to v prevencii športových zranení. Kinestézia je vlastne funkčný zmyslový konglomerát, ktorý je založený na troch rôznych čiastkových zmysloch (Proski, 2006; Proski & Gandevia, 2009). Jedným z najčastejšie popísaných v literatúre, je zmysel pre orientáciu a polohu jednotlivých končatín a tela. Druhý zmysel nám umožňuje vnímať pohyb končatín, a tretí nám umožňuje cítiť silu produkovanú vlastnými svalmi a úsilie zažité počas svalovej práce. Na základe informácií z týchto troch zmyslov, môžu ľudia aktívne komunikovať s prostredím a touto cestou dosahovať požadovaný pohyb. Predovšetkým v klinickej praxi merania kinestézie sú prvotne dôležité pri hodnotení výsledkov rehabilitácie. V športe sa ukazuje poškodenie kinestézie ako dôležitý faktor náchylnosti k zraneniu. Na druhej strane nám merania kinestézie vo funkčných pohyboch umožňujú pochopiť účinky tréningu a ďalších vnútorných faktorov, ako je únava (Rosker & Sarabon, 2010).

V domácej literatúre zvyčajne pod pojmom kinestézia máme na mysli pohybovit, ktorý spolu s polohocitom (statestéziou) a vibračnou citlivosťou (palestéziou)

zaraďujeme medzi hlbokú citlivosť (čítí/ propiocepce). Citlivosť je komplexný zmysel pozostávajúci z viacerých vnemov. Delí sa na povrchovú a hlbokú, do ktorej patrí aj kinestézia (Véle, 2006; Gúth, 2011).

V textoch z telovýchovného prostredia sa môžeme stretnúť s označením kinesteticko-diferenciačná schopnosť, ktorá umožňuje rozlišovať príslušné parametre vlastného pohybu. Medzi ne radíme trvanie pohybu, spôsoby svalového napätia a kontrakcie. Závisí na zhode jednotlivých kinestetických regulátorov s pohybovou štruktúrou, ktorú určitá konkrétna pohybová úloha vyžaduje. Táto schopnosť je považovaná za jeden z najdôležitejších regulátorov pohybu, pretože umožňuje správne riadenie pohybu a má vo všetkých pohyboch kontrolnú funkciu. V literatúre sa tento termín používa s veľkým rozsahom. Napríklad sa nepredpokladá existencia všeobecnej kinestézie a určujú sa jej štyri faktory:

1. Určovanie vzájomného postavenia jednotlivých častí tela,
2. Presnosť celostných a čiastočných pohybov,
3. Kontrola rovnováhy,
4. Priestorová orientácia (Čelikovský, 1990).

Takisto aj Libra (1984) chápe kinestéziu ako súhrn vnímania najrozmanitejších pohybových charakteristík všetkými analyzátormi, ako proces vnímania vlastného pohybu, ako vyjadrenie senzomotorickej, informačnej stránky motorickej obratnosti. Druhá skupina autorov vymedzuje tento termín užšie, napr. Hrbek (1975) zahŕňa pod pojem kinestézie propiocepciu, viscerocepciu, a čiastočne aj exterocepciu spojenú s podkožnou citlivosťou. Valoušek (1977) volí termín pohybový (kinestetický) zmysel, pod ktorým rozumie funkciu propiocepčného a čiastočne somestetického analyzátoru, ktoré spočívajú v rozlišovaní silových, priestorových a časových charakteristík vlastného pohybu bez nutnej účasti iných zmyslov (Čelikovský, 1990).

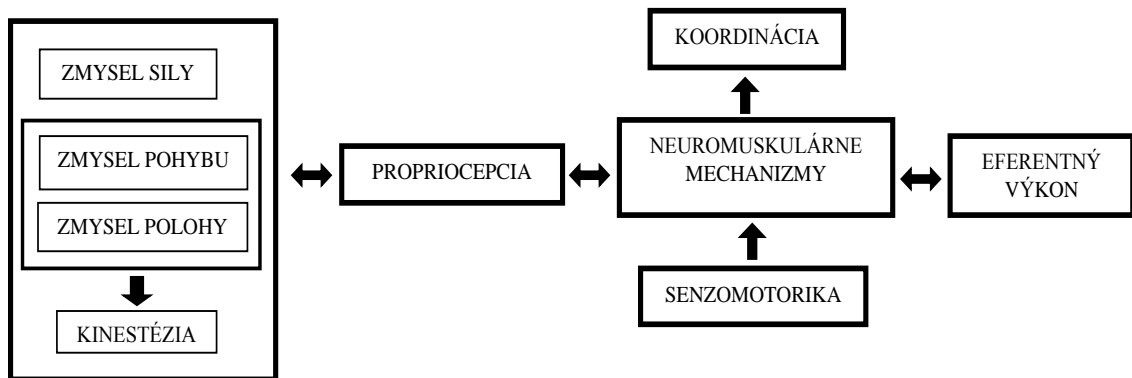
Profesor Kolář definuje kinestéziu ako vedomú schopnosť rozlíšiť pozíciu jednotlivých častí tela za statickej situácie. Kinestézia umožňuje rozpoznať rozsah, smer, rytmus (timing) a silu pohybu bez využitia iných zmyslových vnemov (ako sú napr. zrak alebo sluch). Je nevyhnutná k získaniu a vykonávaniu všetkých pohybových činností, pretože nás informuje o iniciácii pohybu, hodnotí jeho priebeh, odhaľuje prípadné chyby a tak koriguje pohyb. Informácie z ostatných zmyslov môžu byť dôležité pre určité pohybové aktivity (napr. zrak pre písanie, sluch pre hru na husle), zatiaľ čo kinestézia je dôležitá pre všetky pohybové aktivity. Kinestetické uvedomenie môže významne ovplyvniť vizuo-manuálnu koordináciu pohybových

vzorov a tak hrať dôležitú úlohu v porušenej motorickej koordinácii u detí s vývojovou poruchou koordinácie (DCD) (Kolář, Smržová, & Kobesová, 2011).

Miroslav Orel vo svojej publikácii *Člověk, jeho smysly a svět* zaraďuje kinestéziu pod jednu z troch kvalít propiocepcie. Konkrétne popisuje zmysel polohový (statestézia, z gréckeho slova *statos* = stojaci), ktorý informuje o vzájomnom postavení jednotlivých častí tela, ďalej spomínanú kinestéziu (z gréckeho slova *kinesis* = pohyb) ako zmysel pohybový, ktorý registruje pohyb častí tela, jeho rýchlosť a rozsah a nakoniec ešte medzi kvality propiocepcie radí zmysel silový (označovaný aj ako dynamostézia, podľa gréckeho *dynamis* = sila). Tento zmysel umožňuje odhad odporu a svalovej sily počas pohybu (Orel et al., 2009).

Autorky publikácie *Ergoterapie* Jana Jelínková, Mária Krivošíková a Ludmila Šajtarová popisujú kinestéziu ako schopnosť rozpoznávania rozsahov a smerov pohybov v kĺboch. Je úzko spojená s propiocepciou (ktorú chápeme ako interpretáciu polohy) a vestibulárnym systémom (zodpovedným za rovnováhu) a dohromady umožňujú efektívny pohyb (Jelínková, Krivošíková, & Šajtarová, 2009).

Záverom tejto kapitoly pripájame grafické zobrazenie vzťahov medzi jednotlivými pojmami v nasledujúcej schéme.



Obrázok č. 1: Schematické znázornenie pojmov a vzťahov medzi nimi

2.2 Úloha kinestézie v riadení pohybu, pohybovom učení a jej súvislosť s rovnováhou

Vplyv aferentných vstupov z celého tela (i informácii z telereceptorov) je pre riadenie motoriky zásadný, čomu zodpovedá aj termín senzomotorika. Týmto pojmom sa označuje príjem informácií významných pre hybnosť, ich spracovanie

a integrácia v centrálnej nervovej sústave (CNS) až po výstup prejavujúci sa svalovou činnosťou. Informácie dôležité pre svalovú činnosť sú sprostredkované jednak z proprioceptorov, ktoré sú uložené v svaloch, šľachách a kĺboch a z exteroceptorov, ktoré sa nachádzajú v koži. Najvýznamnejšie proprioceptory sú svalové vretienka a šľachové telieska (Trojan, Votava, Druga & Pfeiffer, 2005).

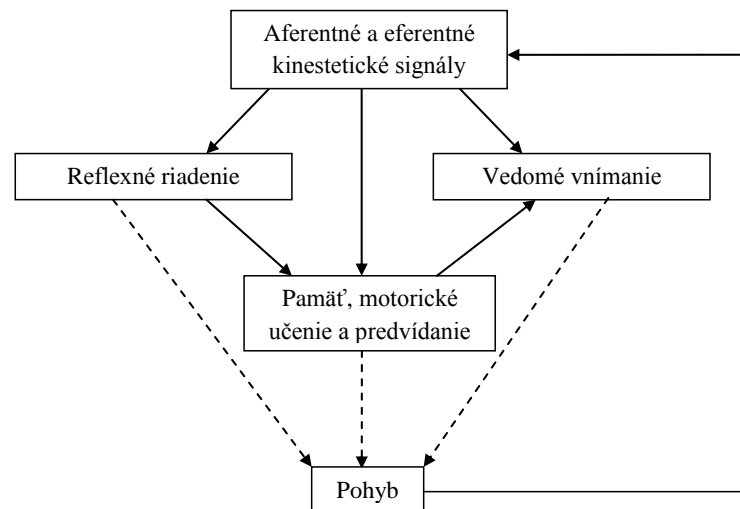
Hoci detaily o svalovom vretienku, Golgiho šľachovom orgáne, kĺbnych receptoroch a funkciách receptorov kože sú dobre zdokumentované, otázky týkajúce sa presného prínosu každej zložky receptorov na globálne vnímanie polohy a pohybu jednotlivých častí tela neboli doposiaľ zodpovedané. Vstup vytvorený na týchto receptoroch vedie k informáciám o polohe častí tela, o rozsahu a rýchlosti pohybu a o napätí vyvinutom svalmi. Kinestetický vstup má dvojakú úlohu vo vzťahu k správaniu motorického systému. Po prvé, má bezprostredný vplyv na motorický výstup na základe skutočnosti, že tvorí aferentné vetvy krátkych (spinálnych) a dlhých (transkortikálnych) reflexných oblúkov. Po druhé, poskytuje informácie o držaní tela a jeho pohybe, ktoré sú spracované na vyšších úrovniach, čo umožňuje človeku vnímať a pamätať si svoje pohyby. Toto spracovanie informácií, ktoré sa odohráva na vyššej úrovni môže ovplyvniť súčasnú kontrolu pohybu a pohybového učenia (Laszlo, Bairstow, 1983).

Všetky informácie z proprioceptorov (či už svalových, šľachových alebo kĺbnych) sú súčasťou spätnej väzby (feed back) o priebežnom stave pohybového segmentu a súčasne slúžia aj k prednastaveniu dráždivosti (feed forward). Sú nepostrádateľné pre riadenie priebehu pohybu (Véle, 2006). Správna kvalita senzitívnych funkcií totiž zaisťujú dokonalú predstavu o vlastnom tele. Citlivosť (čítí) je jedným zo základných predpokladov ako cielenej, fázickej, tak aj opornej motoriky. Bez senzitívnych funkcií nie sú možné funkcie pohybové. Často sa s určitým stupňom poruchy senzitívnych funkcií stretávame aj u pacientov s funkčnými poruchami pohybového systému. U nich sa predpokladá, že kvôli nesprávnemu obrazu o polohe a pohyboch tela nastáva neekonomické pohybové správanie, ktoré vedie k nadmernému preťažovaniu určitých oblastí (Kolář et al., 2009).

Každý úmyselný, cielený, voľný pohyb musí byť sprevádzaný novým nastavením polohy prostredníctvom mechanizmov opornej motoriky. Riadenie pohybu centrálnym nervovým systémom nezahrňuje len plánovanie svalovej akcie, ale aj predvídanie ich dôsledkov pre iné segmenty tela a jeho celkovú rovnováhu. Musia teda existovať 'servomechanizmy' zaisťujúce ich vzájomnú koordináciu (Trojan, Druga, Pfeiffer, & Votava, 2005). CNS na základe vestibulárnych, proprioceptívnych

a zrakových informácií vytvorí schému, ktorá podáva presnú informáciu o pohybe a polohe tela i okolitého prostredia, a zároveň sa využíva pri korekciách a koordinácii pohybov (Kolář et al., 2009). Udržiavanie polohy tela má reflexný charakter a je riadené hlavne z formatio reticularis a vestibulárnych jadier, a to prostredníctvom koordinácie polohových, postojových a vzpriamovacích reflexov. Príslušná aferentácia prichádza predovšetkým z propioceptorov a statokinetického aparátu (Trojan et al., 2005).

Schematické znázornenie destinácií pre aferentné a eferentné kinestetické signály.



Obrázok č. 2: Destinácie aferentných a eferentných kinestetických signálov (Gandevia, 2011)

2.3 Vývoj kinestézie v priebehu života

Zmyslové vnímanie sa utvára chronologicky počas vývoja dieťaťa a jednotlivé zmysly fungujú v úzkej spojitosti s kinestetickým systémom. Pri pôrode už majú deti vyvinutý hmat a kinestecký zmysel (hlbokú citlivosť, rovnováhu a priestorovú orientáciu, ktorá tvorí podklad pre vnímanie pohybu). Ďalšie zmysly ako zrak, čuch, sluch a chuť dozrievajú s pribúdaním podnetov po narodení. Čím viac dostáva dieťa stimulov, tým lepšie sa môže učiť zo skúseností (Fendrychová, 2007).

Dieťa prichádza na svet s veľmi nízkou úrovňou kontroly pohybov, koordinácie pohybov a vnímania vlastného tela. Taktilné a kinestetické vnímanie je preferované dojčiatom v období medzi štvrtým až ôsmym mesiacom života. Tu je pre poznávanie dojčťa najdôležitejšia koordinácia ruka - ústa, všetko čo uchopí, vkladá do úst (Šimíčková - Čížková, 2008). Postupne sa učí ovládať pohyby, stabilizovať telo

a kontrolovane sa pohybovať. Utvára sa telesná schéma, ktorá má dva aspekty. Prvým je schopnosť kontrolovať jednotlivé časti tela, druhým je vymenovanie častí tela, takže dieťa aj dospelí môžu používať reč na kontrolu pohybov. Sme teda schopný dávať dieťaťu inštrukcie ako napr. „dotkni sa pravou rukou nosa“. Približne 6% detí má ťažkosti v pohybovom vývoji bez toho, aby bolo diagnostikované neurologické ochorenie. Prejavy dyspraxie sú veľmi často zjavné už skoro po narodení (Zelinková, 2009).

Najväčšie pokroky vo vývoji kinestézie sa objavujú medzi 4. až 7. rokom života, pričom sa ukazuje, že ešte v tomto veku nevyčerpali svoj potenciál a postupne sa zlepšujú až do dospelosti (Coleman, Piek, & Livesey, 2001).

Obdobie puberty a adolescencie

V tejto pomerne krátkej dobe medzi 11. až 20. rokom života dochádza k búrlivému zlomu v hormonálnom i mentálnom vývoji. Toto obdobie má značný vplyv na pohybové správanie, ktoré je nestabilné, kvalitatívne sa mení a je sprevádzané somatickými a psychickými zmenami. Pohyby sa stávajú „klackovitými“. V skupine pubescentov sa zhoršuje aj schopnosť presnosti a plynulosti. Viaceré pohybové štruktúry, ktoré v období prepubesencie boli harmonicky zladené, sú najmä v prvej fáze pubescencie ťažkopádne a často nekoordinované. Objavujú sa súhyby (synkinézy) a neúmerne veľký rozsah pohybov pri komplexnom motorickom výkone. Koncom tohto obdobia je dokončený vývoj motoriky v hrubých rysoch a nastáva prechod do obdobia somatickej i mentálnej dospelosti (Véle, 2006).

Optimálne predpoklady na rozvoj koordinačných schopností sú od 5 do 16 – 17 rokov. Efektívnosť tréningu však nie je v každom veku rovnaká. Ljach (1989) uvádza, že najvyššia efektívnosť sa dá dosiahnuť vo veku 7 – 11 až 12 rokov, stredná vo veku 14 – 16 až 17 rokov, najmenšia efektívnosť nastáva vo veku 12 – 14 rokov (obdobie puberty). Koordinované schopnosti však možno rozvíjať aj v dospelom veku. Na rozvoj koordinačných schopností sa využívajú koordinačné cvičenia, ktoré sa vyznačujú značnou koordinačnou zložitosťou, neobvyklosťou, mnohotvárnosťou nových neočakávaných riešení pohybových úloh (Laczo et al., 2013).

Obdobie adolescencie býva často označované ako vrchol motorickej aktivity. Hoci telesný rast v tomto období zvyčajne končí, sila rastie ďalej až do 26. roku života. Počas tejto doby dochádza k zmene jedinca z dieťaťa na dospelého človeka. Typickým znakom tejto etapy vývinu je značná zmena proporcií postavy. Zo somatických zmien

v tomto období treba spomenúť mohutnenie trupu a vykresľovanie svalstva u chlapcov, čo je často spôsobené zvýšeným záujmom o kulturistiku a posilňovanie. U dievčat je typické ukladanie tuku na predispozičných miestach, predovšetkým na bruchu a bokoch. V motorických činnostiach sa adolescenti snažia o čo najväčšiu ekonomickosť pohybov, ich pohyby nie sú tak plynulé, sú však cieľavedomejšie. U dievčat je vidieť lepšia plynulosť pohybov, zníženie výkonnosti vo vytrvalostných disciplínach najmä u dievčat, ktoré je zapríčinené nielen zvýšením telesnej hmotnosti, ale najmä stratou motivácie a znížením atraktivity týchto činností (Čelikovský, 1974).

Prvé analýzy v oblasti hodnotenia kinestézie a jej vývoja poskytli Bairstow a Laszlo v roku 1980, ktorí skúmali deti vo veku 5-12 rokov a dospelých, ktorí dostávali rôzne úlohy, ktoré vyžadujú kinestetické zručnosti v trojrozmernom priestore. V úlohe, ktorá zahŕňala diskrimináciu výšky dvoch rôzne strmých rámp, pričom jedna bola nastavená vždy v určitom stupni, napr. 20° a druhá o 12, 5, 3 a 1° vyššie alebo nižšie. Testované osoby mali určiť, ktorá ruka pasívne posúvaná po rampe sa dostane vyššie. Týmto testom sa hodnotila presnosť diskriminácie polôh končatín, a preukázalo sa, že táto schopnosť sa výrazne zlepšila vo veku od 5 do 7 rokov a chyby sa ustálili vo veku 8 až 12 rokov. Iné štúdie následne preukázali, že schopnosť využívať proprioceptívne informácie sa zlepšuje dramaticky vo veku 5 až 8 rokov a len k menšiemu zlepšeniu dochádza počas dospievania a dospelosti. Dohromady tieto štúdie poskytujú dôkazy o tom, že vývojové zmeny proprioceptívnych schopností sú relatívne stabilné od veku približne 8 rokov. Podľa ďalších štúdií sa zistilo, že kinestézia sa ďalej zlepšuje počas detstva až do dospievania (Livesey, 2002). Napríklad hlavným zistením longitudinálnej štúdie adolescentných chlapcov bolo, že kinestetická ostrosť sa zlepšuje v priebehu dospievania, a to v miere, ktorá je podobná zlepšeniu vo veku medzi 5. až 12. rokom. Hoci zvýšené skóre bolo významné vo veku medzi 14. a 16,5. rokom, avšak nie medzi 11,5 a 14 rokov, intervaly spoľahlivosti pre odhad miery zlepšenia naznačujú, že vývoj je podobný u oboch vekových skupín (Visser & Geuze, 2000). Elliott, Connolly a Doyle (1988) realizovali štúdiu, v ktorej odhalili takmer lineárny nárast v proprioceptívnej presnosti od veku 4 až 13 rokov.

Štúdia, v ktorej sa od účastníkov vyžadovalo prekrytie ukazovákov, kedy bol jeden ukazovák na jednom mieste pod plexisklom a úlohou bolo trafiť sa k nemu z hornej strany druhým ukazovákom pri vylúčení zrakovej kontroly, zistili, že polohová presnosť sa naďalej zlepšovala až do veku 24 rokov (Suetterlin & Sayer, 2014).

Laszlo a Bairstow zistili, že niektoré úlohy, konkrétne Ward game a tri úlohy diskriminácie rýchlosti, nevykazovali rozdiely medzi normálnymi a vývojovo oneskorenými deťmi. Zdá sa, že rozlišovanie rýchlosti sa opiera o rôzne kinestetické signály zo signálov identifikujúcich priestorové zmeny. Skutočnosť, že táto vzorka sa nelíšila od normatívnej vzorky, ukazuje, že vnímanie rýchlosti pohybu sa vyvíja nezávisle na vnímaní priestorových aspektov kinestézie a vývojovému oneskoreniu vnímania kinestetického rýchlosti dochádza len zriedka, ak vôbec (Laszlo, 1990).

Protichodné názory na vývoj kinestézie môžu byť do značnej miery vysvetlené rozdielmi v druhoch proprioceptívnych úloh, ktorými sa hodnotia (Goble, Lewis, Hurvitz, & Brown, 2005).

Schopnosť cítiť pohyb, označovaný ako kinestézia, sa skúmala aj u mladých a starších dospelých. Štúdie proprioceptívnych funkcií preukázali významné rozdiely v kvantifikácii prahových hodnôt medzi týmito dvoma skupinami. Ako príklad možno uviesť štúdiu Kokmena a kolektívu (1978), ktorí skúmali pohybovit u vzorky 52 dospelých nad 60 rokov meraním schopnosti vnímať postupne väčšie pohyby v metakarpofalangeálnom kĺbe (MCP) a metatarzofalangeálnom (MTP) kĺbe pri absencii zraku. V porovnaní s mladými dospelými, starší boli menej schopní cítiť pohyb kĺbu, a to najmä pri nižších hodnotách vychýlenia. Dve následné štúdie Barracka a kolektívu (1983) a Skinnera a kolektívu (1984) zaoberajúce sa nedostatkami v pohybovite v kolennom kĺbe dokázali podobný pokles kinestézie s vekom. V Barrackovej štúdií starší dospelí boli schopní detekovať pohyb iba $5,98^\circ$ v porovnaní s $3,88^\circ$ u mladých dospelých. Skinnerova regresná analýza ukázala, že ostrosť klesla v priemere $0,068^\circ$ za rok života dospelého (Goble, Coxon, Wenderoth, Van Impe, & Swinnen, 2009).

2.4 Kinestézia a vývinová porucha pohybovej koordinácie

U niektorých jedincov pozorujeme narušené motorické učenie, ktoré sa prejavuje nedostatočnou schopnosťou osvojiť si nové zručnosti a poruchami pri plánovaní pohybu. Ide o poruchy na úrovni kortikálnych a neocerebelárnych centier. U týchto jedincov často sledujeme aj odlišné sociálne správanie. Ľudia prejavom správania detí s vývojovou poruchou pohybovej koordinácie často nerozumejú a považujú ich za nedbalosť, nešikovnosť alebo nedisciplinovanosť. Tento vývojový

deficit v oblasti motorického učenia nazývame vývojovou dyspraxiou, predovšetkým v detskej neurológii, vývojovou poruchou pohybovej koordinácie (podľa Americkej psychiatrickej spoločnosti, APA, 2013) alebo špecifickou vývojovou poruchou motorických funkcií podľa Medzinárodnej klasifikácie chorôb (MKCH-10), s diagnostickým kódom F82. Dyspraxia je porucha, ktorá postihuje osvojovanie, plánovanie a prevádzanie voľných pohybov. V zahraničnej literatúre sa používalo mnoho označení, tejto poruchy, napr. vývojová verbálna dyspraxia, vývojová artikulačná dyspraxia, cerebelárny deficit, minimálna mozgová dysfunkcia, vývojové poruchy koordinácie, senzomotorická dysfunkcia, "Clumsy child syndrome" (clumsy znamená nemotorný, neohrabaný) a ďalšie. V roku 1994 na medzinárodnom kongrese v Londýne bol prijatý pojem vývinová porucha pohybovej koordinácie (DCD) ako termín popisujúci deti so signifikantnou poruchou motorickej koordinácie (Kolář, Smržová, & Kobesová, 2011; Zelinková, 2009).

K stanoveniu tejto diagnózy musí dieťa splniť podľa diagnostického manuálu nasledujúce 4 kritéria:

1. Výkony v bežných denných činnostiach, s dôrazom na pohybovú koordináciu, sú výrazne pod úrovňou, ktorá zodpovedá chronologickému veku a inteligencii jedinca.
2. Odchýlka z prvého kritéria významne narušuje výkony vo vzdelávacích alebo bežných denných činnostiach.
3. Odchýlka nie je spôsobená celkovým zdravotným stavom (napr. detskou mozgovou obrnou, hemiplégiou, svalovou dystrofiou) a nespĺňa kritéria pervazívnej vývojovej poruchy.
4. Ak je prítomná mentálna retardácia, motorické ťažkosti presahujú stupeň ťažkostí, ktorý je obvykle spojený s mentálnou retardáciou (DSM IV-TR, 2000).

V závislosti na špecifických kritériách prevalencia DCD sa odhaduje v rozpätí 2 - 4 % detí, čo naznačuje, že sa jedná o významnú poruchu. Nejde ani tak o ochorenie, ale prezentuje sa skôr ako nižšia úroveň manuálnych, lokomočných a rovnováhových dovedností. Diagnostické systémy, ako je The Diagnostic and Statistical Manual of Mental Disorders (DSM-V, 2013) definujú, že porucha nie je pripísaná žiadnemu ochoreniu, ako detskej mozgovej obrne, svalovej dystrofii, alebo ochrnutiu. Avšak, v rámci The International Classification of Diseases and Related Health Problems

(ICD, 2008) systému, sú miernejšie neurologické abnormality citované ako príznačné pre DCD. Súvisiace sociálne a emocionálne problémy sú tiež bežné, vrátane nízkeho sebavedomia a sociálnej izolácie. Dlhodobé výsledky zlej motorickej koordinácie nie sú príliš povzbudivé, pretože u asi 50% detí zvyknú motorické a s nimi súvisiace ťažkosti pretrvávať aj do skorej dospelosti (Wilson, 2005).

DCD sa funkčne manifestuje vo všetkých aspektoch denného života, postihuje prácu v škole, hru i šport. DCD býva príčinou úrazov, v dospelosti sa podieľa na včasnom vzniku degeneratívnych porúch, entezopatií a ďalších ortopedických porúch vzniknutých chronickým preťažovaním (Kirbyová, 2000). Má vplyv na neúspešnú pohybovú reedukáciu poúrazových stavov a recidívu bolestivých stavov. Zradné je, že v niektorých prípadoch sa dyspraxia môže prejavovať ako "skrytý handicap", pretože deti s takouto poruchou vyzerajú rovnako ako ich rovesníci, napriek tomu môžu mať vážne problémy doma aj v škole. Často sa stretávame s deťmi, u ktorých nie je významná porucha v realizácii pohybu, ale porucha je na úrovni gnostických (percepčných) funkcií a v schopnosti plánovania pohybu (Kolář, Smržová, & Kobesová, 2011).

Tieto deti majú väčšie problémy ako ich vrstovníci, keď sa hrajú vonku s loptou, rovnako ako s niektorými úlohami jemnej motoriky, ako je kreslenie alebo písanie. U takýchto detí "nemotornosť" spôsobuje, že sú menej schopné než ich vrstovníci. To môže mať rozmanité dôsledky, predovšetkým v oblasti psychiky, kedy sa objavuje u týchto detí znížené sebavedomie, dieťa môže trpieť zlyhaním a odmietnutím, dokonca až šikanou zo strany svojich spolužiakov. Príslušná diagnóza u pravdepodobne "nemotorného" dieťaťa predstavuje značnú výzvu pre profesionálov, ako sú neurológovia a pediatri, ale aj školský psychológovia, pedagogicko-psychologickí poradcovia, alebo fyzioterapeuti. Títo odborníci sú žiadaní, aby vyšetrili, či výkon motoriky dieťaťa, kvalita pohybov a držanie tela sú stále v normálnom rozmedzí, alebo či vykazujú vývojové oneskorenie, prípadne neurologické poškodenie. Toto určenie je často krát náročné, pretože menej zrejme menšie poruchy motoriky, môžu byť len zriedka vo vzťahu s konkrétnymi neurologickými poruchami. Klinicky menšie motorické poruchy sú spojené s tzv. "ľahkými" alebo "jemnými" (v angličtine označovaných pojmom soft) neurologickými príznakmi (Largo, Fischer, & Rousson, 2003). Dospelo sa k záveru, že asi už od piatich rokov veku dieťaťa je možné spoľahlivo určiť diagnózu vývojovej koordinačnej poruchy nakoľko perceptuálno-motorický systém by mal byť už dostatočne vyvinutý. Avšak variabilita

v perceptuálno- motorickom výkone je naďalej charakteristická pre deti s poruchami motoriky až do dospelovania (Geuze, 2007).

Zmyslové systémy, ktoré sú primárne dávané do súvislosti s riadením pohybu sú predovšetkým vizuálne, vestibulárne a kinestetické systémy. Dva z týchto systémov, vizuálny a kinestetický, boli rozsiahle skúmané u detí s DCD, a u oboch týchto systémov boli zistené deficity. Hulme, Biggerstaff, Moran a McKinlay (1982) skúmali vizuálne, kinestetické a transmodálne (vizuálno-kinestetické) väzby u detí s nízkou úrovňou motorickej koordinácie. Podľa ich zistení boli percepčné problémy spojené s vizuálnou modalitou skôr než s kinestéziou. Naproti tomu iní výskumníci identifikovali problémy s kinestetickým vnímaním u detí, ktoré vykazovali problémy s koordináciou (napr. László & Bairstow, 1983; Piek & Coleman-Carman, 1995). Wilson a McKenzie (1998) vykonali metaanalýzu, v ktorej skúmali, ktoré merania sú dôležité pre spracovanie informácií, aby sa identifikovali rozdiely medzi deťmi s DCD a kontrolnou skupinou detí. Zahrnuli 50 štúdií obsahujúcich celkovo 983 detí s DCD a 987 kontrolných detí vo veku od 5 do 16 rokov. Skúmané kategórie spracovania informácií boli: vizuálne spracovanie, percepčné spracovanie (kinestetické a transmodálne vnímanie), a priestorovo-časové parametre plánovania a prevedenia pohybu (napr. reakčná doba, čas pohybu, presnosť a variabilita). Hlavné nedostatky spojené s DCD boli zistené vo vizuálno-priestorovom spracovaní, kinestetickom vnímaní a transmodálnej integrácii (Wilson & McKenzie, 1998; Piek & Dyck, 2004).

Na skúmanie vzťahu medzi DCD a kinestéziou sa zamerali viaceré výskumy, ktoré preukázali, že deti s DCD vykazujú signifikantne nižšie hodnoty v mnohých úlohách jemnej aj hrubej motoriky ako ich typicky sa vyvíjajúci spolužiaci, ktorý si lepšie počínajú aj v bežných denných a voľno časových aktivitách (Zwicker, Missiuna, Harris, & Boyd, 2012). To odráža heterogenitu problémov detí s DCD. Často majú tieto deti diagnostikované poruchy učenia (najmä dyslexie, dysgrafie) a udáva sa, že tieto deti v 8-50% majú aj poruchu pozornosti s hyperaktivitou (ADHD). Komorbidita je v skutočnosti viac normou ako výnimkou, preto na to treba myslieť z hľadiska multi-modálneho hodnotenia (Wilson, 2005).

Kinestézia je dôležitým faktorom pre riadenie pohybu a učenie novým pohybom. Predpokladá sa, že deti s motorickými ťažkosťami majú deficit v kinestetickom vnímaní a odstránením týchto ťažkostí sa celkovo zlepši motorika dieťaťa (Sugden, 2007). Z toho dôvodu je nutné takéto deti vhodnými testami podchytiť a zlepšiť ich perspektívu do ďalšieho fungovania v živote.

2.5 Diagnostika kinestézie

2.5.1 Možnosti identifikácie porúch kinestézie u adolescentov na základe testovania motoriky

Poruchy kinestézie sa môžu objaviť pri testovaní motoriky. Ak testovaní dosahujú nižšie skóre, treba myslieť aj na to, že dôvodom môžu byť nesprávne signály z kinestetických receptorov, prípadne ich nesprávna interpretácia vzniknutá napríklad zle vytvoreným obrazom o svojom tele.

Diagnostika úrovne motoriky a jej vývoja je veľmi dobre popísaná v kojeneckom a batolivom veku, t.j. od 0 až do 3 rokov (napr. Vojta, V., Bayley Scales of Infant Development (BSID-III), prípadne u predškolákov pri testovaní spôsobilosti k nástupu do školy, okolo 4-6 rokov. Avšak na testovanie odchýlok vo vývoji motoriky u adolescentov už nenájdeme mnoho relevantných testov. Ak sa táto skupina populácie vôbec testuje, zvyčajne sa na hodinách telesnej výchovy robia testy zdatnosti (Eurofit, Unifittest, a pod.). Niekedy sa môže stať, že sa adolescent dostane na vyšetrenie k doktorovi, najčastejšie detskému neurológovi. Testovanie v neurológii je však zamerané predovšetkým na odhalenie konkrétnych neurologických diagnóz. Ďalšou skupinou odborníkov, ktorý sa zameriavajú na testovanie adolescentov sú psychológovia v pedagogicko-psychologických poradniach, ktorí sa avšak primárne zameriavajú na poruchy učenia (dyslexie, dysgrafie, ADHD) a vývinová dyspraxia je častokrát na okraji ich záujmu.

Pre komplexné hodnotenie motoriky, ktoré sa môže aplikovať aj na adolescentnú populáciu, je možné využiť jeden z prvých testov hodnotiaci motorické schopnosti - Bruininks-Oseretsky Test of Motor Proficiency (BOTMP). Jedná sa o štandardizovaný test motorických funkcií používaný hlavne v USA a Kanade.

Jeho druhá verzia poskytuje všeobecné informácie o motorických schopnostiach detí vo veku 4 až 21 rokov. Vekové normy majú u predškolských detí štvormesačné intervaly, polročné intervaly sú u školských detí a intervaly do jedného roka sú u dospievajúcich nad 14 rokov. Normy sa popisujú pre každé pohlavie zvlášť. Kompletná testová batéria v novej verzii obsahuje 53 položiek rozdelených do 8 kategórií zameraných na jemnú motoriku, manuálnu zručnosť, koordináciu horných končatín, koordináciu bilaterálnych pohybov, rovnováhu, rýchlosť, pohyblivosť a silu. Testovanie všetkých položiek trvá asi hodinu, preto táto testová batéria existuje ešte v kratšej - 14 položkovej forme, na ktorú si treba vyhraďiť asi 15 až

20 minút. Táto kratšia forma sa zvyčajne robí aj na začiatku hodnotenia ako skrining, či je vôbec testovanie motoriky nutné (Horvat, Block, & Kelly, 2007).

National Institutes of Health (NIH) Toolbox je multidimenzionálny súbor krátkych meraní hodnotiacich kognitívne, emocionálne, motorické a zmyslové funkcie od 3 do 85 rokov (Dunn et al., 2013). Somatosenzorické funkcie, ktoré sú v tejto testovej batérii označované ako "somatosensation", nie sú zatiaľ oficiálne zahrnuté do súboru týchto testov. Do tejto sekcie spadá aj kinestézia, ktorá zahŕňa všetky aspekty dotyku a propriocepcie, ktoré prispievajú k zvyšovaniu povedomia osoby o jej častiach tela a ich priameho rozhrania s objektmi a prostredím. Propriocepčia je založená na schopnosti lokalizácie končatiny bez zraku, nasmerovania končatiny k danému bodu, a posúdení hmotnosti objektu. Kinestézia sa zameriava na schopnosť určiť pohyb a pozíciu končatiny v priestore s vylúčením zraku. Z dôvodu potenciálneho začlenenia do testovej batérie Dunn a kolektív (2013) skúmali kinestéziu pomocou stručného testu kinestézie - The Brief Kinesthesia Test s využitím metódy založenej na práci Ayres (1971) pre testovanie detí. Požiadali účastníkov, aby zreprodukovali pohyb, ktorý im bol bez zrakovej kontroly prevedený vyšetrovateľom. Merala sa vzdialenosť odpovede od cieľového umiestnenia v centimetroch. Testovali sa 3 polohy - krátke, stredné a dlhé vzdialenosti pre obe ruky, čiže celkom šesť položiek. Pozorovali relatívne horšiu presnosť u veľmi malých detí a starších ľudí, vzhľadom k dospelým v strednom veku. Tieto zistenia sú v súlade s doteraz popísanou literatúrou, ktorá tiež ukazuje, že deti sú s pribúdajúcim vekom presnejšie, zatiaľ čo u starších sa pozoruje postupný pokles v presnosti polohocitu. Pokles citlivosti nie je však univerzálny, pretože existujú značné individuálne rozdiely v rozsahu účasti dospelých a starších osôb (Dunn, Griffith, Morrison, Tanquary, Sabata, Victorson, Carey, & Gershon, 2013).

Štandardizovaným testom, ktorý sa najčastejšie využíva na európskom kontinente, je momentálne The Movement Assessment Battery for Children – 2nd edition (MABC-2) (2007) od britských autorov Henderson, Sugden a Barnett, ktorý vytvorili aj jeho prvú verziu v roku 1992. Predchodcom tejto testovej batérie bol Test of motor impairment (TOMI), ktorý mal odhaľovať motorické deficity detí vo veku od 4 do 12 rokov. Vo vtedajšej podobe mal 2 časti, jednou bolo samotné hodnotenie motoriky pomocou série motorických úloh, a druhou časťou bol dotazník, ktorý vyplňali rodičia alebo učitelia, ktorí mali prehľad o schopnostiach dieťaťa. V súčasnosti k týmto dvom častiam pribudla ešte intervenčná zložka, ktorá sa zameriava

na odstránenie zistených porúch. Táto testová batéria sa ukazuje ako jeden z najrozvinutejších nástrojov hodnotenia pohybovej koordinácie u detí. Testy sú určené pre hodnotenie úrovne motoriky a taktiež pre identifikáciu stupňa a charakteru motorických ťažkostí, resp. vývojovej poruchy pohybovej koordinácie u detí vo veku 3 až 16 rokov. Ide o štandardizovaný test motoriky, ktorý zahŕňa dva diagnostické prístupy, kvantitatívne a kvalitatívne. Kvantitatívne hodnotenie sa zameriava na hodnotenie výkonu pohybových úloh vzhľadom na vekové normy a kvalitatívne hodnotenie sa zameriava na spôsob prevedenia jednotlivých pohybových úloh. Test obsahuje tri verzie pre vekové skupiny 3-6 (AB1), 7-10 (AB2), a 11-16 (AB3) rokov. Každá veková verzia testu MABC-2 obsahuje osem položiek, predstavujúcich pohybové úlohy zamerané na rôzne komponenty motorickej spôsobilosti ako sú jemná, hrubá motorika a rovnováha (statická, dynamická) (Horvat, Block, & Kelly, 2007; Psotta, & Hendl, 2012).

Vo Švajčiarsku sa uplatnila testová batéria nazvaná Zurich Neuromotor Assessment (ZNA) zameraná na neurovývojový prístup k popisu vývoja motoriky detí od školského veku (použiteľná je od 5. rokov) do adolescencie, pričom berie do úvahy veľkú variabilitu medzi deťmi. ZNA je štandardizovaný testovací postup, v ktorom sú rôzne úlohy motoriky posudzované s ohľadom na meraný výkon z hľadiska času a kvality pohybu. Testovanie sa zaznamenáva na video a z týchto nahrávok sa potom parametre (čas, kvalita) posudzujú. Výkony zamerané na rýchlosť pohybu sa merajú pomocou stopiek s presnosťou na jednu desatinu sekundy. Presný začiatok merania času a počtu pohybov, ktoré sa majú namerať boli stanovené pre každú motorickú úlohu. ZNA sa skladá z úloh rôznej náročnosti. Zložitosť úloh výrazne prispieva k rozdielom pozorovaných v oblasti vývoja a interindividuálnej variability. Zložitosť sa zvyšuje opakovaním pohybov, striedaním pohybov a sekvenčnými pohybmi, a konečne adaptívnymi úlohami, ako je napríklad pegboard test (Largo, Fischer, & Rousson, 2003)

2.5.2 Prístupy k hodnoteniu a metodológii hodnotenia kinestézie

Postupným pokrokom v oblasti výskumu riadenia motoriky a lepšom chápaní kinestézie sa začali najmä v oblasti výskumu, ale aj klinickej praxi a športe zavádzať a používať protokoly zamerané na meranie kinestézie. Problémom je, že nie sú vyvinuté žiadne špeciálne nástroje, ktoré by izolovane hodnotili kinestéziu. Tá sa

časťokrát hodnotí komplexne v rámci senzomotorických funkcií (Rosker & Sarabon, 2010).

Kinestéziu je možné hodnotiť na každom pohyblivom segmente tela, no najčastejšie sa zvykne hodnotiť na horných a dolných končatinách, predovšetkým ich distálnych častiach ako sú napríklad proximálne alebo distálne články prstov. V štúdiách zameriavajúcich sa na testovanie kinestézie prevažuje testovanie horných končatín, ale je možné sa stretnúť s vyšetrením cervikocefalickej kinestézie, ktorá sa hodnotí reprodukciami pohybov hlavy napríklad aj s využitím virtuálnej reality ako popisujú Kramer, Honold, Hohl, Bockholt, Rettig, Elbel, a Dehner (2008).

Hodnotenie kinesteticko-diferenciačných schopností sa v podstate uberá dvoma základnými cestami a to diagnostikou komplexných prejavov kinesteticko-diferenciácie alebo diagnostikou elementárnych prejavov kinesteticko-diferenciácie.

Na základe povahy rôznych prístupov hodnotenia kinestézie, metódy môžu byť rozdelené do dvoch hlavných kategórií.

Prvá kategória zahŕňa testy, ktoré sa špecializujú na hodnotenie elektrofyziologických mechanizmov kinestézie. Tieto testy zahŕňajú predovšetkým neurofyziologické metódy (napr. elektromyografia, somatosenzorické evokované potenciály), ktoré sú obvykle vyhradené pre lekárske posudzovanie alebo technicky a prístrojovo náročné metódy, ktoré sú charakteristické pre výskum (Rosker & Sarabon, 2010). Príkladom môže byť štúdia publikovaná v roku 2009, ktorú realizovala Pickett a Konczak na typicky sa vyvíjajúcich deťoch v preadolescentom veku, ktorí používali na merania špecializovaný prístroj schopný produkovať pomalý pasívny pohyb. Ten pozostával z hliníkovej dlahy, ktorá sa mohla otáčať v transverzálnej rovine a pohyb zabezpečoval päť fázový krokový motor. Okrem toho vyšetřovaný držal v nedominantnej ruke tlačítko na zastavenie prístroja pri detekcii jeho pohybu (Pickett, Konczak, 2009).

Druhá skupina zahŕňa metódy, ktoré sú zamerané na hodnotenie kinestézie v rámci voľného a vedomého pohybu. Táto skupina sa môže ďalej deliť na metódy hodnotiace statickú kinestéziu (polohocit), kinestéziu (pohybocit) končatiny, vnímanie sily a monitorovacie (tracking) testy. Nešpecifickým elementom tejto skupiny je hodnotenie rovnováhy, ktoré sa nedá považovať za výhradnú techniku merania kinestézie. Ale tieto metódy poskytujú náhľad do funkčného hľadiska rovnováhy, kde kinestézia zohráva dôležitú úlohu (Rosker & Sarabon, 2010).

Poznámky k metodológii hodnotenia kinestézie

Pre metodológiu hodnotenia kinestézie je dôležité umožniť zvyšovanie náročnosti od základných k viac funkčným testom. Základné merania sa sústreďa na jednotlivé podsystémy alebo jednoduché izolované pohyby. Metódou výberu by mali byť merania špecifických neurofyziologických funkcií alebo kinestézia jednotlivých kĺbov. Rozsah pohybu, v ktorom hodnotíme kinestéziu môže byť rôzny a má taktiež vplyv na získané výsledky. Napríklad ak sa testuje kinestézia gleno-humerálneho kĺbu v jeho krajnej polohe rozsahu pohybu, sú prítomné početné zmyslové vstupy. Po uvedení si špecifických adaptácií ramenného kĺbu v niektorých športoch ako sú hádzaná, volejbal alebo plávanie, zmeny vo vnímaní pozície kĺbu v extrémnych rozsahoch pohyblivosti môžu svedčiť o potenciálnych nebezpečných adaptáciách v riadení pohybu kĺbu. Pri hodnotení kinestézie kolenného kĺbu je odporúčaná semiflekčná pozícia, to znamená, že kinestézia by sa mala hodnotiť v stredných rozsahoch pohybu, pretože odchýlky, ktoré spôsobujú zranenie kolena sa zvyčajne vyskytujú v týchto rozsahoch. Avšak, špecifický patologický stav často vyžaduje upravený testový protokol v záujme dosiahnutia potrebnej citlivosti testu (Rosker & Sarabon, 2010).

Pri zvažovaní orientácie tela a končatín počas testovania by sa malo brať do úvahy aj pôsobenie gravitácie. Ak musí testovaná končatina prekonávať gravitáciu, svaly musia byť dodatočne zapojené do produkcie pohybu. Pri hodnotení športovcov je naopak nutné zostaviť také merania, aby čo najviac zodpovedali ich športovej činnosti, aby boli čo možno najrealistickejšie, a tak je treba brať v úvahu i prekonávanie gravitácie či inej záťaže (Rosker & Sarabon, 2010).

Pred výberom testovacieho aparátu si treba stanoviť cieľ meraní. Pri jeho rešpektovaní sa následne musíme rozhodnúť, či budeme hodnotiť jedno alebo viac osový pohyb, ako aj jedno alebo viac kĺbne pohyby. Niektoré metódy merania kinestézie sú jednoduché na realizáciu, pretože nevyžadujú použitie špeciálnych prístrojov. Príkladom sú klinické neurologické vyšetrenia senzorických funkcií, ktoré obvykle zahŕňajú informácie o adekvátnom vnímaní smeru pohybu pasívne sa pohybujúcim prstom alebo končatinou. Na kvantifikáciu sa v praxi dajú použiť jednoduché zariadenia, ako napríklad meter alebo goniometer. Čoraz častejšie sa do praxe zavádzajú aj sofistikovanejšie technológie umožňujúce presnejšie merania rôznych pohybových vlastností. Napríklad presné merania jednotlivých uhlov v kĺbe

ako aj testovanie vnímania pasívneho pohybu kĺbu umožňujú zariadenia ako arthromot alebo kinateck. Niektoré novšie modely izokinetických dynamometrov už majú do svojich meracích protokolov integrované testy aktívnej repozície kĺbu. Spomínané zariadenia však nie je možné aplikovať na viac osé a viac kĺbové pohyby.

Vo výskume športu sa využívajú iné metódy ako napríklad goniometria, kinematika a elektromagnetické snímače, aby sa umožnilo viacsmerne zaznamenávanie pohybov. Takéto nastavenie meraní umožňuje vyšetrenie pohybu pri neobmedzených stupňoch voľnosti. O tieto funkčné merania majú záujem hlavne výskumníci v oblasti športu, tréneri a športovci (Rosker & Sarabon, 2010).

Dôležitou charakteristikou metód merania kinestézie je ich presnosť a citlivosť. Zariadenie musí umožniť dostatočnú uhlovú diskrimináciu ($<0,5^\circ$) a dostatočne pomalé rýchlosti pasívnych pohybov. Vodováha môže poskytnúť cenovo dostupné a presné meradlo polohocitu. Ďalšou jej prednosťou je fakt, že nevytvára žiadny zvuk pri prevádzke a neposkytuje ani tak výraznú taktilnú spätnú väzbu v porovnaní s inými zariadeniami (Dover & Powers, 2003).

2.5.3 Metódy hodnotenia kinestézie

Vo výskume a praxi sú celkovo používané tri základné metódy testovania kinestézie. Dve z nich (aktívna a pasívna metóda repozície segmentu) sú zamerané na cítenie a reprodukciu špecifických uhlov v kĺboch alebo segmentoch tela. Tretia metóda sa zaoberá schopnosťou vnímať nástup pohybu končatín. Tieto tri základné metódy sa líšia vo funkčnom aspekte kinestézie, ktorý merajú. Aktívne a pasívne repozície segmentu umožňujú meranie uvedomenia polohy, zatiaľ čo tretia metóda umožňuje posúdenie cítenia pohybu pri rôznych rýchlostiach, smeroch a rozsahoch pohybov. Okrem toho, rôzne zmyslové vnemy môžu byť zdôraznené, alebo vylúčené z merania, pomocou vhodnej metódy a nastavenia protokolu (Rosker & Sarabon, 2010).

Prvý diagnostický prístup merania kinestézie pomocou repozície segmentu tela používa pasívny pohyb, počas ktorého má subjekt identifikovať referenčnú pozíciu. Tento spôsob je charakteristický aj pre prvé systematické pokusy zamerané na štúdium kinestetického vnímania nezávisle od motorického výstupu, ktoré predstavuje test kinestetického citlivosti (Kinaesthetic Sensitivity Test (KST)). Tento test sa skladá

z dvoch úloh - testovania kinestetickéj ostrosti/presnosti a kinestetického vnímania a pamäti (Bairstow & Laszlo, 1981, Laszlo & Bairstow, 1983).

Test kinestetickéj ostrosti (The Kinaesthetic Acuity Test (KAC), Laszlo & Bairstow, 1980) si kládol za cieľ merať kinestetickú ostrosť, t.j. presnosť kinestetického vnímania a to pomocou rozdielu medzi polohami ľavej a pravej hornej končatiny. Testový aparát pozostával z dvoch oddelených rôzne nastaviteľných šikmých rámp s „posuvníkom“ pre každú ruku. Umiestnené boli pod maskujúcou krabicou, aby sa vylúčila zraková kontrola dolnej časti paže. Vyšetrujúci pasívne posúval ruky vyšetrovaného pomocou posuvníka. Úlohou vyšetrovaného jedinca bolo identifikovať, ktorú ruku vyšetrujúci posunul vyššie. Skóre bol počet nesprávnych odpovedí z 32 pokusov (Laszlo, 1990).

Pri testovaní kinestetického vnímania a pamäti (The Kinesthetic perception and memory test, Laszlo & Bairstow, 1980) sa využila úloha reprodukcie zakrivených nezmyselných vzorov, ktoré sa opisovali pasívne pomocou vyšetrujúceho na otočnom disku opäť za situácie vylúčenia zrakovej kontroly pomocou maskujúcej krabice. Úlohou testovanej osoby bolo pohyb si zapamätať a po odstránení maskujúcej krabice znovu nájsť vzor, ktorý bol predtým pasívne obkresľovaný. Chyba skóre bola daná rozdielom v stupňoch medzi pôvodným a reorientovaným nastavením otočného disku (Laszlo, 1990).

Keďže testovanie týmto spôsobom si vyžaduje špecifické zariadenia, v praxi sa uplatnil nasledujúci spôsob. Testovanému jedincovi sa testovaná končatina pasívne nastaví do referenčnej pozície, s ktorou sa testovaný jedinec oboznámi a následne sa pasívne vráti do východiskovej polohy. Odtiaľ sa opäť ide pasívne smerom k referenčnej polohe, kde je úlohou testovanej osoby naznačiť (prípadne tlačítkom zastaviť), keď sa vyšetovaná končatina dostane do referenčnej pozície. Rozdiel medzi označenou a referenčnou pozíciou označuje chybu alebo presnosť vnímania pasívnej pozície kĺbu. Počas tejto testovacej procedúry sú svaly na testovanom segmente tela po celý čas relaxované. Nie je jasné, ako citlivosť na takéto pasívne pohyby súvisí s citlivosťou na aktívne pohyby, ktoré sú viac vlastné bežnému pohybovému správaniu. Niektorí výskumníci preto spochybňujú hodnotenie kinestetickéj ostrosti na základe kinestetickéj citlivosti pri pasívnych pohyboch.

Hoci sa uskutočnilo mnoho experimentov, kde sa meral pohybocit a polohocit v rámci pasívnych pohybov s podmienkou relaxácie svalov, kinestetická ostrosť má pravdepodobne väčšiu funkčnú hodnotu, keď sa vyšetruje pri aktívnych pohyboch

vyšetrovaného, ako pri pasívnych pohyboch. Detekcia pohybu je výrazne zlepšená pri svalovej kontrakcii, čo sa pripisuje vplyvu sálv zo svalového vretienka (Gandevia, McCloskey, & Burke, 1992). Overenie tohto tvrdenia prináša experiment, ktorý realizovali Laufer, Hocherman a Dickstein, ktorí uvádzajú značný rozdiel v absolútnej vzdialenosti, rozsahu a uhlových odchýlkach medzi aktívnymi a pasívnymi podmienkami. Výsledky ukázali, že schopnosť reprodukovať polohu rúk je presnejšia, keď je pozícia „kódovaná“ aktívnym pohybom hornej končatiny v porovnaní s pasívnym pohybom, a preto odporúčajú pre návrh testovania a pri terapii používať aktívny pohyb (Laufer, Hocherman, & Dickstein, 2001). Hay skúmal deti vo veku 4-11 rokov a dospelých, ktorým dal dve úlohy. Prvou (aktívnou) úlohou bolo ukázať čo najpresnejšie na cieľ bez zrakovej kontroly ruky. V druhej úlohe mali pasívne zastaviť vyšetrovateľa, keď si mysleli, že sa pasívne pohybovanou končatinou dostali k cieľu. Porovnanie pasívnej a aktívnej úlohy ukazuje menšiu presnosť pri pasívnych podmienkach, hoci u štvorročných a päťročných detí sa nezaznamenali rozdiely. Okrem toho pri pasívnej úlohe už od siedmich rokov nedošlo k žiadnemu zlepšeniu (Zanone, 1990).

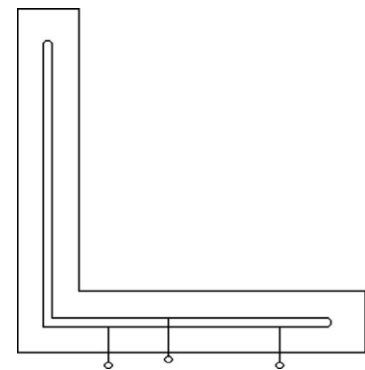
Najbežnejší protokol, ktorý sa používa pri metóde aktívneho pohybu, zahŕňa aktívny pohyb končatiny na referenčnú pozíciu. Merania zvyčajne začínajú uložením meranej končatiny do špecifickej polohy. Úlohou testovaného jedinca je, aby si zapamätal pozíciu testovaného segmentu – najčastejšie hornej končatiny. Potom je končatina buď pasívne (vyšetrujúcim alebo prístrojom) alebo aktívne vrátená do pôvodnej polohy. Po oboznámení jedinca s referenčnou pozíciou, je úlohou jedinca z pôvodnej polohy pohnúť končatinu do polohy najviac podobnej tej referenčnej. Rozdiel medzi týmito dvoma polohami predstavuje mieru aktívneho polohocitu segmentu. Táto metóda sa dá pozmeniť náročnosťami referenčných pozícií. V praxi sa osvedčil napr. pohyb paže ako pri varení, alebo hádzaní oštepom (Rosker & Sarabon, 2010).

Na tomto princípe je založená aj úloha kopírovania čiary na hodnotenie kinestézie a vnútornej reprezentácie pohybu (The line copy task, LICT). Úlohou je reprodukcia rôzne dlhých čiar pomocou tabletu, bezatramentového pera a šablóny so zarážkami u jedincov zbavených zrakovej kontroly. Jediniec perom vo svojej dominantnej ruke prevádzal pohyb (buď v radiálnom smere (t.j. preč od tela) alebo v smere azimutu (t.j. od stredovej osi doprava a späť) po zarážku, ktorá bola vzdialená 2, 4 alebo 8 cm. Tento pohyb sa realizoval po dobu 10 sekúnd na zvuk metronómu

s 1 Hz frekvenciou, čo odpovedá frekvencii ľahko zvládnuteľnej aj pre deti. Po 10 sekundách rytmického pohybu sa odstránili zarážky a jedinci mali opäť spraviť 10 pohybov rovnakej vzdialenosti znovu za 10 sekúnd. Pohyby boli reprodukované či už v rovnakom smere (LICT_S) ako nacvičené pohyby alebo v kolmom smere (LICT_O). Poradie vzdialeností a typ LICT (S alebo O typ) boli náhodné. Deti mali celkom 12 pokusov (3 amplitúdy, 2 typy LICT, 2 opakovania). Digitálny tablet zaznamenával pohyb pera, ktorý uložil a bol použitý na meranie trajektórie v milimetroch (s priestorovou presnosťou 0.1 mm).

Na obrázku č. 3 je šablóna, ktorá sa položila na tablet a obsahuje tri zarážky, pričom 2 a 8 cm sú vytiahnuté.

Účastníci spravili najprv 10 pohybov (vzorový pohyb), ktoré boli zastavené bariérou (v tomto prípade 4 cm). Potom museli reprodukovat' pohyb 10krát, bez bariéry, a to buď v rovnakom smere alebo v smere kolmom (Smits-Engelsman & Duysens, 2008).



Obrázok č. 3. Šablóna k LICT (Smits-Engelsman & Duysens, 2008)

Tretí diagnostický koncept kinestézie sa zaoberá vnímaním nástupu pasívneho pohybu. Už v roku 1981 bola prezentovaná štúdia, ktorá uvádza meranie detekcie pasívneho pohybu prsta pomocou elektromechanického zariadenia, kinestéziometra. Išlo o systém poskytujúci veľmi presnú kontrolu nad uhlovou rýchlosťou (v stupňoch za sekundu), uhlový posun (v stupňoch), a trvanie stimulu (v sekundách). Okrem toho tento systém využíval elektromagnetickú brzdu na zastavenie pôsobenia stimulu. Zariadenie taktiež umožňuje tri merania citlivosti pasívneho pohybu, ktoré sú založené na správnej detekcii, čase odozvy a uhlovej odchýlke. Experimentálne sa využili rýchlosti stimulu napríklad 0.05, 0.10, 0.15, 0.30, 0.80, 1.5, 6.2, a 11.0 stupňov/sekundu (Cohen, Battersby, Regnat, & Feldman, 1981).

Pri hodnotení kinestézie týmto spôsobom sa končatina zvyčajne uvedie do polohy záujmu, ako napríklad konečná poloha rozsahu pohybu alebo do pozície dôležitej z hľadiska funkčnej perspektívy. Potom sa hodnotiaci aparát začne pohybovať. Cieľom subjektu je čo najskôr ako je to možné, oznámiť pocit pohnutia končatiny. Zvyčajne sa na to používajú zastavovacie tlačítka alebo ukazovače polohy, ktoré umožňujú presné určenie pozície, kde bol pohyb prvýkrát zaregistrovaný. Rozsah

pohybu, počas ktorého sa končatina premiestnila, dokým sa nezistil pohyb, je meraním pasívneho vnímania pohybu. V týchto testoch sa používajú rôzne rýchlosti pasívneho pohybu. Pri používaní rýchlejších pohybov sa očakáva, že schopnosť rozlíšenia sa zvýši. Rýchlo sa adaptujúce kĺbne receptory by mali zohrávať dôležitú úlohu pri rýchlejších pohyboch, pričom v testoch používajúcich pomalšie rýchlosti, pomaly sa prispôsobujúce kĺbne proprioceptory by mohli takisto prispieť k detekcii pohybu.

Všetky tri doposiaľ opísané metódy sa používajú ako v klinickej, tak aj výskumnej praxi. Merania sa môžu uskutočniť pomocou relatívne jednoduchého vybavenia. Napríklad ručný goniometer sa môže použiť na meranie uhlu v kĺbe v stupňoch alebo jednoduchá metrická škála umiestnená na koniec meranej končatiny na vyjadrenie pozície končatiny na metrickej stupnici (Rosker & Sarabon, 2010).

Merania polohocitu sú najčastejšie používané aj na posudzovanie pohybocitu. Každý pohyb je v podstate rýchly sled po sebe nasledujúcich polôh. Alebo každá poloha, je dosiahnutá pohybom a každý pohyb vedie k novej polohe (Longstaff, 2003). Hodnotenie polohocitu je jedným z najčastejších spôsobov merania propriocepcie. Určenie polohocitu zahŕňa meranie presnosti reprodukcie uhlu v kĺbe. Tie môžu byť vykonávané aktívne alebo pasívne, a v otvorených alebo uzatvorených reťazcoch. Hoci sa hodnotenie polohocitu stalo obecným meraním v oblasti výskumu aj v praxi, štandardizovaná metóda merania však neexistuje. Okrem nejednotnosti meracích zariadení vstupujú častokrát do merania vplyvy z prostredia, medzi ktoré patria vizuálne, sluchové a hmatové podnety.

Pohybocit sa najlepšie vyšetruje palpáciou na akrách končatín. Vyšetrujúci sa snaží nájsť uhlovú rýchlosť pohybu, pri ktorej pacient vníma pohyb segmentu pri prevádzaní pasívnej flexie alebo extenzie. Pohyb sa musí realizovať za vylúčenia zraku a zamedziť sa má aj možnosti odhadnúť smer pohybu z dotyku ruky vyšetrujúceho. To znamená, že pri vyšetrení flexie a extenzie je nutné uchopiť prst zo strán. Normálne sa má rozoznať prahová uhlová rýchlosť $3^{\circ}/s$ v smere flexia-extenzia (prakticky ide o uhol 30° za 10s). Véle popisuje, že pre vyšetrenie polohocitu a pohybocitu sa používa palpácia a rada štandardizovaných uhlových rýchlostí, ktoré sú 3-10-30-90-270 $^{\circ}/s$. Zisťuje sa, pri ktorej rýchlosti sa pohyb vníma. Pohybocit sa vyšetruje na prstoch končatín pasívnym pohybom a danou uhlovou rýchlosťou. Pri vyšetrení pomalým tlakom sú dráždené proprioceptory a testovaný jedinec bez poruchy hlbokaj citlivosti by mal túto pomalú zmenu zaregistrovať prípadne i popísať smer pohybu. Aby nedošlo k zámene taktilného podnetu za schopnosť rozlíšenia kinestézie, odporúča sa, dotýkať

sa všetkých prstov vlastnými bruškami prstov a len u jedného meniť polohu (Opavský, 2003).

Polohocit sa vyšetruje nastavením určitej polohy segmentu na jednej strane tela, ktorú má pacient reprodukovať na druhej strane. Opäť sa vyšetruje bez zrakovej kontroly. Hodnotí sa opakovane rozdiel postavenia segmentov (Véle, 2006).

Pocit napätia alebo sily bol tiež použitý ako meradlo propiocepcie a hodnotí sa zvyčajne pomocou reprodukcie sily. Posudzovanie reprodukcie sily zahŕňa porovnanie použitia referenčnej sily, ktorá je zvyčajne stanovená ako percento maximálnej izometrickej kontrakcie, a pokusu túto silu zreprodukovať. Hodnotiť sa môže na rovnakej alebo kontralaterálnej končatine (Rosker & Sarabon, 2010).

Na Výskumnom ústave telesnej kultúry FTVŠ UK v Bratislave použili pri hodnotení kinestézie batériu troch testov, z ktorých každý hodnotil iný faktor kinesteticko-diferenciačných schopností. Konkrétne išlo o test na hodnotenie časovej, silej a priestorovej diferenciácie. Testy spočívali v odhadovaní času 10 sekúnd a následnej polovice z tejto hodnoty, pomocou dynamometra mala testovaná osoba určiť polovicu svojej maximálnej sily a nakoniec pohybová pamäť a priestorová diferenciácia sa určovala odhadnutím polovice vopred natrénovaného pohybu 50 cm po horizontálnej dráhe. Pri všetkých pokusoch mali testované osoby zamedzenú možnosť optickej kontroly (Kollárovits, Gerhát, 1993).

Rosker a Sarabon (2010) uvádzajú, že v súčasnosti sú známe štyri hlavné metódy pre posudzovanie reprodukcie sily.

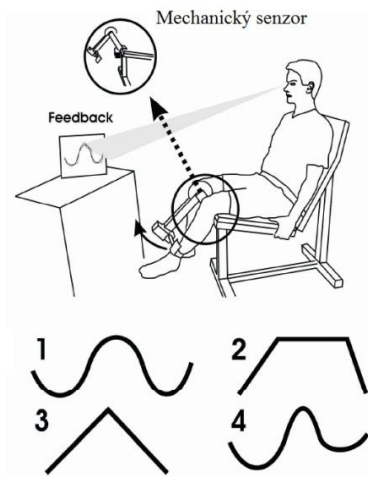
Prvá metóda využíva rozsah sily, ktorú je jedinec schopný vyvinúť. Rozsahu tejto sily sú číslami priradené konkrétne úrovne sily. Pri testovaní sa na jedinca aplikujú rôzne úrovne sily a jeho úlohou je označiť priradeným číslom ich úroveň.

Druhá metóda využíva kontralaterálnu končatinu na určenie sily. Test sa prevádza tak, že testovaná končatina je zaťažená a kontralaterálna ruka má čo najpresnejšie určiť veľkosť sily. Podobné testy boli použité aj s využitím len jednej končatiny, kde jedinec mal vytvoriť vopred stanovenú úroveň sily, s alebo bez spätnej väzby.

Tretí typ meraní posudzuje schopnosť vnímať zmenu v aplikovanej sile. Zvyčajne sa aplikovaná sila pozmení (nárastom alebo znížením sily). Následne pri hodnotení pocit sily predstavuje najmenší rozdiel vnímaný medzi prvotne aplikovanou a pozmenenou silou.

Štvrtá najsofistikovanejšia metóda používa prístroj (obrázok č. 4), ktorý monitoruje produkovanú silu a umožňuje funkčné a aktívne hodnotenie sily aj s využitím spätnej väzby.

Myšlienka pocitu sily je založená na zmyslových vstupoch odvodených predovšetkým z Golgiho šľachových orgánov a od centrálnej reprezentácie pohybu. Kombináciou meraní polohocitu a reprodukcie sily je možné dosiahnuť funkčnejšie posúdenie kinestézie (Rosker & Sarabon, 2010).



Obrázok č.4: Izometrický dynamometer. (Rosker & Sarabon, 2010)

Na hodinách telesnej výchovy môžu učitelia telesnej výchovy použiť testy na zisťovanie úrovne rozvoja kinesteticko–diferenciačnej schopnosti dolných i horných končatín od Ljacha (1988), ktoré rešpektujú individuálne možnosti žiakov. Úroveň kinesteticko–diferenciačnej schopnosti dolných končatín sa zisťuje dvoma testami – skokom do diaľky z miesta na presnosť a zoskokom z vyvýšeného miesta na presnosť.

Princíp prvého testu spočíva v tom, že najprv sa zistí maximálna výkonnosť jedinca (to znamená, že absolvuje dva skoky do diaľky z miesta s maximálnym úsilím, pričom platí pravidlo zoskoku do diaľky o poslednej zanechanej stope), potom sa čiarou vyznačí 75% z lepšieho výkonu a úlohou jedinca je skočiť pätami čo najbližšie za čiaru. Výsledkom je priemerná vzdialenosť z troch absolvovaných pokusov. Pre vekové kategórie a pohlavia sú určené normy. Toto hodnotenie má však aj svoje nedostatky, ako napr. nepochopenie úlohy v prvých pokusoch predovšetkým v nižších vekových kategóriách. U starších zas zámerne kratšie „maximálne“ skoky a okrem toho nie je vyriešený nerovnaký doskok obidvoch chodidiel na vymedzenú čiaru (ktorú nohu vziať ako určujúcu výkon) (Doležajová, & Lednický, 2010; Sedláček & Lednický, 2010).

Princípom zoskoku z vyvýšeného miesta na presnosť je čo najpresnejšie zoskočiť zo stoja na 90 cm vysokej švédskej debni na čiaru nakreslenú na žienke vo vzdialenosti 100 cm od švédskej debne. Úlohou je odrazom obojnožne doskočiť obidvoma pätami presne na čiaru. Meria sa vzdialenosť päty najbližšej končatiny od nakreslenej čiar (v centimetroch s presnosťou na 0,01 m). Po vysvetlení

a nácvičnom pokuse sa hodnotia dva súťažné skoky. Vypočítaný priemer z nich je výsledkom testovania (Sedláček & Lednický, 2010).

Úroveň kinesteticko–diferenciačnej schopnosti horných končatín sa na telesnej výchove hodnotí testom „hod na presnosť zo sedu“. Východiskovým testom je test hodu loptičkou zo sedu do diaľky so snahou dosiahnuť maximálny výkon. Testovaní jedinci potom sedia v rozličnej vzdialenosti od horizontálneho terča, každý v polovičnej vzdialenosti, podľa svojho výkonu v prvej časti testovania. Ich úlohou je trafiť čo najbližšie do vyznačeného terča (kužeľ a pod.). Po dvoch cvičných hodoch má jedinec desať súťažných pokusov. Meria sa vzdialenosť dopadu každého pokusu od stredu cieľa a vypočíta sa z nich priemer. Takisto existujú pre túto úlohu normy výkonnosti (Sedláček & Lednický, 2010).

Podobne ako pri skokoch na presnosť aj pri tomto teste, keď jedinci poznali jeho princíp, vedome hádzali menej, aby si vytvorili výhodnejšiu pozíciu v druhej časti testu pri triafaní cieľa z polovičnej vzdialenosti. Pri tomto teste však nie je zodpovedaná otázka presnosti merania, či merať na 5 alebo 10 cm. Vysoký počet pokusov je dôvodom predlžovania testu, deti strácajú koncentráciu, a po trafení nuly aj motiváciu, pretože nasledujúci pokus bol často najhorší zo všetkých. Vhodné je vyhradiť si viac času na tento test a zároveň treba adekvátne zamestnať práve netestovaných žiakov vo vedľajšej telocvični nenáročnými úlohami, aby nerušili toho, kto práve hádže na presnosť (Doležajová, & Lednický, 2010).

2.5.4 Alternatívne metódy hodnotenia kinestézie aplikovateľné v klinickej praxi

Základom je pochopenie rozličných typov propiocepcie. Všeobecne sa akceptujú tri podtriedy a to polohocit (statestézia), pohybocit (kinestézia) a tzv. zmysel dynamickej polohy, čiže schopnosť sledovať polohu počas pohybu, ktorá predstavuje zlúčenie statestésie a kinestézie. Na rozdiel od polohocitu, štúdie zamerané výhradne na pohybocit sú menej početné. Podobne, ani jeho merania nie sú začlenené do rutinej klinickej praxe. Zmysel dynamickej polohy bol hodnotený v prostredí výskumu pomocou úloh zahŕňajúcich koordinované pohyby s vopred definovanými cieľmi. Na rozdiel od pohybocitu, zmysel dynamickej polohy je niečo, čo sa do istej miery posudzuje pravidelne prostredníctvom činností každodenného života. Funkčne veľmi dôležité príklady zahŕňajú chôdzu bez zrakovej kontroly, umiestnenie šálky čaju

na tanierik alebo siahanie na ľubovoľný objekt za neprítomnosti vizuálnej spätnej väzby. Aj keď testy ako lokalizácia končatín alebo segmentov tela v priestore, ako je „prst-nos“ a „hľadanie palca“ nie sú vyslovene opísané ako testy hodnotiace zmysel dynamickej polohy, poskytujú dostatočnú klinickú metódu, podľa ktorej by mohla byť schopnosť dynamickej pozície posudzovaná, pretože povedomie o polohe tela pri pohybe je zásadné pre ich presné prevedenie (Suetterlin, & Sayer, 2014).

Ďalším ilustratívnym príkladom môžu byť metódy na hodnotenie rovnováhy. Jednoduché meranie času pri udržovaní rovnováhy môže byť upgradované pridaním špecializovaného zariadenia, ktoré umožní zmerať výchylky tela. Testovanie rovnováhy sa môže do určitej miery chápať ako funkčné hodnotenie kinestézie. V športe a klinickej praxi, najjednoduchšie merania rovnováhy sa vykonávajú meraním času, počas ktorého je testovaný schopný udržať rovnováhu. Väčšina testov používa limity do ukončenia testu (napr. 1 minúta) alebo končia pádom. Sofistikovanejšie metódy používajú priame alebo nepriame merania výchyliek tela. Rôzne meracie prístroje boli použité ako stabilometry a akcelerometry jednotlivých častí tela. Spoločné pre všetky metódy je použitie vyvažovacej úlohy, spočívajúcej v udržaní rovnováhy. Väčšina jednoduchých meraní používa obyčajný vzpriamený stoj. Napríklad Rombergov testovací protokol používa väčšiu veľkosť opornej plochy (stoj o úzkej báze, chodidlá sú bezprostredne pri sebe) v porovnaní s „flamingo“ testom, ktorý sa vykonáva zotrvaním v stoji na jednej nohe. Tieto testy využívajú jednoduché biomechanické pravidlá a dajú sa sťažiť zúžením opornej bázy, nestabilnými plochami (penovými alebo molitanovými podložkami, ččkami) alebo manipuláciou so senzorickými systémami, najčastejšie vylúčením zraku (Rosker & Sarabon, 2010).

Kolář popisuje príklady klinických testov, používaných na hodnotenie propiocepce, somatognózie a stereognózie, napríklad pomocou ukazovania stred terčika umiestneného na stenu. Vyšetrovaný buď stojí k stene čelom, alebo bokom so zavretými očami, pasívne mu nastavíme ukazovák na stred terča a inštruujeme, aby si polohu ukazováka zapamätal. Potom ruku pripaží a následne je jeho úlohou opäť čo najpresnejšie trafiť stred terča. Hodnotí sa rozdiel novo ukázanej pozície od stred terča. Ďalej pomocou modifikovaného testu podľa Petrie, kde sa používajú dva drevené bloky. Testovací blok má tvar hranolu, ktorý vyšetrovaný 30 sekúnd ohmatá jednou rukou a potom na vyhodnocovacom bloku, ktorý má tvar ihlanu, má nájsť šírku testovacieho bloku. Vyšetrovaný má tri pokusy. Počas celého testovania sú oči zavreté. Pri zhodnutí somatognózie je úlohou vyšetrovaného ukázať napríklad svoju

bitrochanterickú vzdialenosť v horizontálnej alebo vertikálnej polohe (Kolář et al., 2009).

Ďalším testom, ktorý by bol schopný alternatívne hodnotiť kinestéziu a inšpiroval aj nás, je tzv. Foot placement sense test. Princípom tohto pilotného, kvantitatívne orientovaného testu, je zisťovanie do akej miery je jedinec schopný zachovať rovnaké dĺžky krokov. Testovaný jedinec mal kráčať po papieri dlhom 12 stôp (3,6576 m) primeraným krokom, pričom si mal zapamätať umiestnenie každého kroku. Potom s očami fixovanými na jeden bod vpredu alebo bez toho, aby sa pozeral dole, bol požiadaný znovu sa prejsť po papieri ako predtým. Boli zisťované odchýlky medzi zachytenou cieľovou stopou a originálnou stopou (Debnath, Narkeesh, Raghumahanti, 2010).

2.5.5 Závěry k problematike hodnotenia kinestézie

Žiaľ existuje len obmedzené množstvo nástrojov, ktoré by vedeli hodnotiť propriocepciu (predovšetkým kinestéziu) so stanovenou reliabilitou a validitou, ktoré by boli dostupné pre klinickú prax. Riadenie a obnova motoriky sú ovplyvnené poškodením zmyslov. Ukázalo sa, že slabá funkcia proprioceptorov má vplyv na výsledky rehabilitácie a denné aktivity a taktiež môže viesť k "neistým" situáciám v domácnosti ako aj v spoločnosti. Preto je vhodné zistiť a posúdiť funkčné obmedzenia a stanoviť intervenčné ciele (Debnath, Narkeesh, Raghumahanti, 2010).

Vyšetrenie kinestézie prevádza najčastejšie lekár v obore neurológie, rehabilitácie, pediatrie prípadne aj všeobecného, telovýchovného lekárstva, ale aj iní zdravotnícki pracovníci ako napríklad fyzioterapeuti, ergoterapeuti. Okrem profesionálov z medicínskeho prostredia sa s hodnotením kinestézie môžu stretnúť aj pracovníci pedagogicko-psychologických poradní, alebo učitelia telesnej výchovy. Vyšetrojúci používajúci konvenčný spôsob hodnotenia by ho mal používať v kombinácii s iným hodnotením propriocepce, aby získal čo najpresnejšie meradlo propriocepce. Existuje mnoho hodnotení objavujúcich sa v klinickej praxi, ale tie nie sú dostatočne podložené dôkazmi. Mnohé z proprioceptívnych subškál sú menej spoľahlivé a majú efekt stropu. V literatúre sa nenašla stupnica, ktorá by pokrývala všetky hľadiská skúmania propriocepce. Väčšina však stále vyžaduje ďalší výskum, aby preukázal spoľahlivosť a platnosť (Debnath, Narkeesh, & Raghumahanti, 2010).

Prierezové štúdie ukázali, že kinestetická ostrosť sa výrazne zvyšuje počas detstva. Dospelí majú lepšiu kinestetickú ostrosť ako 12 roční jedinci, čo naznačuje ďalší vývoj kinestézie v období dospievania. Avšak na odhaľovanie prípadných deficitov v tejto schopnosti neexistujú žiadne skriningové testy, pomocou ktorých by sa v adolescencii dali zistiť tieto poruchy, a aby sa následne mohli podniknúť intervenčné kroky.

Hoci na zisťovanie úrovne senzomotorických funkcií, rovnováhy a propriocepcie sa už v posledných rokoch objavuje stále viac a viac štúdií a testov, väčšina z nich sa zameriava na hodnotenie horných končatín, alebo pohybov len v jednom segmente. Preto sme sa v tejto práci zamerali na hodnotenie kinestézie v rámci komplexného a človeku najprirodzenejšieho pohybu – chôdze, kde sa podstatnejšie uplatňuje činnosť dolných končatín.

3 CIEĽ PRÁCE

Cieľom práce bolo overiť, či by mohol Chodecký test kinestézie pri štandardizácii podmienok a administrácie, slúžiť ako test pre hodnotenie úrovne kinestézie v bipedálnej lokomócií u adolescentov. Konkrétnym zámerom bolo výskumne overiť konštruktovú validitu stanovených chodeckých úloh. Bol pritom sledovaný praktický výstup tohto overovania – rozšíriť metodiku hodnotenia senzomotorických schopností jedincov v období adolescencie.

Overovanie konštruktovej validity jednotlivých chodeckých úloh sme založili na predpoklade, že ak má úloha odhaľovať deficit v kinestetickú funkciu jedincov, mali by sa prejavovať rozdiely v schopnosti reprodukovať časopriestorový vzorec chôdze medzi jedincami s normálnou úrovňou rovnováhy a jedincami s vývojovo podmienenými ťažkosťami v rovnováhe. Tento spôsob overenia validity testu vychádzal z poznatkov, že na riadení postúry a udržaní rovnováhy sa značne podieľajú proprioceptívne senzorické funkcie (Véle, 2006).

4 METODOLOGICKÁ ČASŤ PRÁCE

4.1 Charakteristika súboru

Výskumný súbor ($n = 21$, vek $16,3 \pm 0,3$ rokov) tvorili dve skupiny adolescentov - mužov. Etická komisia Fakulty telesnej kultury Univerzity Palackého vyjadrila súhlas s predloženým projektom diplomovej práce, ktorý bol v súlade s platnými zásadami, predpismi a medzinárodnými smernicami pre výskum zahŕňajúci ľudských účastníkov (viď. príloha č. 1a). Všetci účastníci a ich zákonní zástupcovia podpísali informovaný súhlas (viď. príloha č. 1b) na využitie získaných údajov na výskumnú prácu.

Inkluzívnym kritériom pre zaradenie jedinca do súboru bol vek v rozpätí 15-17 rokov a mužské pohlavie. Vylučovacími kritériami pre zaradenie do výskumnej skupiny adolescentov boli diagnóza mentálneho a telesného oslabenia alebo postihnutia, postihnutie sluchu a zraku ako aj diagnóza ADHD, prípadne iné neurologické poruchy.

Prvého merania sa zúčastnili vybraní študenti ($n = 10$, vek $16,3 \pm 0,3$) prvého ročníka vybraného gymnázia. U tejto skupiny sa predpokladala normálna úroveň motorickej koordinácie a súčasne normálna úroveň rovnováhy. Pre kontrolu normálnej úrovne rovnováhy a motorickej koordinácie učiteľ telesnej výchovy vykonal hodnotenie úrovne pohybových dovedností jednotlivých študentov podľa pracovnej verzie screeningovej metódy Inventára pohybových dovedností MABC-2. Ide o českú verziu Checklistu k Movement Assessment Battery for Children - 2. vydanie (Henderson, Sugden, & Barnett, 2014, autor českej verzie Psotta). Pracovná česká verzia checklistu MABC-2 (viď. príloha č. 2) bola v dobe jej použitia už po validizovanom jazykovom preklade. Výsledky screeningového hodnotenia učiteľom telesnej výchovy a ďalšími učiteľmi potvrdili, že vybraní študenti nemali žiadne problémy s pohybovými dovednosťami, ktoré by sa prejavovali buď v stálom, ako aj premenlivom prostredí.

Druhé meranie sa uskutočnilo so študentmi vybranej strednej školy ($n = 11$, vek $16,3 \pm 0,4$ rokov), ktorí študovali v učebnom obore automechanik. Výskumnému meraniu študentov tejto školy predchádzal screening študentov na nízku úroveň pohybových dovedností, resp. ťažkostí v pohybovej koordinácii, ktorý uskutočnil školský psychológ v spolupráci s ďalšími učiteľmi. Cieľom tohto screeningu bolo vybrať jedincov s predpokladanými problémami s motorickými dovednosťami vrátane

rovnováhy. Za týmto účelom psychológ a učitelia taktiež použili Inventár pohybových dovedností MABC-2.

Pre objektivizované hodnotenie rovnováhy a celkovej úrovne motoriky týchto študentov bol použitý Test motoriky pre deti (ďalej len test MABC-2) (Henderson et al., 2014, česká verzia Psotta) v jeho českej verzii pre vekovú skupinu 11 až 16 rokov - sada testových úloh AB3.

Na základe výsledkov testovania testom MABC-2 sme rozdelili adolescentov na dve skupiny.

Prvú skupinu (n = 16, vek $16,3 \pm 0,3$ rokov) tvorili jedinci s nálezom normálnej úrovne motoriky a súčasne s normálnou úrovňou rovnováhy (skupina BAL-).

Druhú skupinu (n = 5, vek $16,2 \pm 0,4$ rokov) tvorili jedinci, u ktorých sa zistili mierne až významné ťažkosti v rovnováhových úlohách testu MABC-2, ktoré indikovalo komponentné skóre pre rovnováhu ≤ 15 ty percentil (skupina BAL+). Použitie kritéria, resp. kritického skóre 15. percentilu bolo v súlade s diagnostickou interpretáciou výsledkov hodnotenia motoriky v teste MABC-2 (Henderson et al. 2007, s. 82-84, 176; Henderson et al., 2014, s. 69-70).

4.2 Použité metódy a procedúry

- Inventár pohybových dovedností MABC-2
- Dotazník pre účastníkov
- Hodnotenie vybraných antropometrických charakteristík
- Test motoriky pre deti MABC-2
- Chodecký test kinestézie

Vybrali a oslovili sme viaceré stredné školy a gymnáziá pre spoluprácu pri riešení diplomovej práce. Na dve školy, ktoré potvrdili účasť na našom experimente, sme odoslali Inventár pohybových dovedností MABC-2 (viď. kapitola 4.2.1, a príloha č. 2) s inštrukciou pre učiteľov telesnej výchovy a iných pedagógov a školského psychológa, ktorých úlohou bolo vybrať pre náš experiment najvhodnejších adolescentov. Následne sme vybraných adolescentov a ich zákonných zástupcov požiadali o podpísanie informovaného súhlasu s účasťou na experimente. V deň merania učiteľ telesnej výchovy volal postupne v menších skupinkách vybraných

adolescentov do telocvične. Tu sme od nich prevzali informovaný súhlas a dali sme im vyplniť krátky dotazník (viď. príloha č. 3), kde sme zaznačili aj ich namerané antropometrické parametre – výšku, váhu a funkčnú dĺžku dolných končatín. Potom bol adolescentom vysvetlený postup merania kinestézie. Počas meraní na strednej škole prebiehalo paralelne s Chodeckým testom kinestézie ešte hodnotenie motoriky Testom MABC-2.

Merania sa konali v doobedných hodinách v podmienkach izbovej teploty. Počas meraní bol zaistený pokoj, dostatočný priestor pre prevedenie chôdze a rušivé faktory boli v rámci možností obmedzené na minimum.

4.2.1 Inventár pohybových dovedností MABC-2

Inventár pohybových dovedností MABC-2 je súčasťou batérie MABC-2 (Henderson et al., 2007) (viď. príloha č 2). Bol vytvorený pre hodnotenie úrovne pohybových dovedností vykonávaných v bežných denných a školských činnostiach. Je určený pre učiteľov, rodičov, školských psychológov, špeciálnych pedagógov terapeutov a ďalších odborníkov, ktorí súvisle pracujú a dobre poznajú hodnotené deti. Inventár obsahuje tri časti - A, B a C. Časť A sa zameriava na hodnotenie pohybu dieťaťa v statickom a/alebo predvídateľnom prostredí, časť B je zameraná na pohyb v dynamickom a/alebo nepredvídateľnom prostredí. Obe časti majú 15 položiek, resp. definovaných činností, ku ktorým sa treba vyjadriť v zmysle, ako dobre jedinec danú dovednosť prevádza, a to na štvorbodovej škále Likertovho typu. Získané skóre vo všetkých položkách sa sčítava pre zistenie celkového motorického skóre, ktoré komplexnejšie vyjadruje vzťah medzi dieťaťom a fyzickým prostredím. Časť C, obsahujúca 13 položiek, sa zaoberá psychickými faktormi vyplývajúcimi z povahy dieťaťa, ako napríklad bojzlivosť, plachosť, hanblivosť, ktoré môžu nepriaznivo ovplyvniť pohybový prejav dieťaťa (Psotta, 2014).

Validita a reliabilita Inventára pohybových dovedností bola potvrdená holandskou štúdiou (Schoemaker, Niemeijer, Flapper, & Smits-Engelsman, 2012). V nej učitelia hodnotili 383 detí (vo veku 5-8 rokov, priemerný vek 6 rokov a 9 mesiacov, z toho 190 chlapcov a 193 dievčat) pomocou Inventára, 130 rodičov detí vyplnilo dotazník vývojovej koordinačnej poruchy z roku 2007 (DCDQ'07, Kanada) a všetky deti otestovali testom motoriky pre deti MABC-2. Priemerné skóre Inventára

u detí s motorickými a bez motorických ťažkostí sa významne odlišovalo ($p < 0,001$). Skóre Inventára, testu MABC-2 a dotazníka (DCDQ'07) spolu významne korelovali, pričom Inventár lepšie predpovedal motorické deficity (Schoemaker, Niemeijer, Flapper, & Smits-Engelsman, 2012).

4.2.2 Dotazník pre účastníkov

Pred samotnými vyšetreniami a experimentom účastníci obdržali dotazník (viď príloha č. 3), ktorý okrem základných údajov (meno, priezvisko, dátum narodenia) obsahoval otázky pátajúce po prekonaných úrazoch alebo iných poškodeniach dolných končatín, ktoré by mohli mať vplyv na merania chôdze. Okrem toho nás orientačne zaujímala aj ich pohybová a športová aktivita za týždeň.

4.2.3 Hodnotenie vybraných antropometrických charakteristík

4.2.3.1 Meranie telesnej výšky a hmotnosti

Telesná výška (t.j. vzdialenosť zem – vertex) bola meraná prenosným výškomerom (antropometer Leicester High Measure MK II, Leicester, Great Britain) tak, že jedinec sa postavil chrbtom k stupnici v stoju spojnom bez obuvi a následne sa odčítala zo stupnice telesná výška s presnosťou 0,5 cm.

Telesnú hmotnosť merala elektronická digitálna váha (prístroj Tanita BF-350 analyzer, Tanita Corporation, Japan) s presnosťou merania 0,1 kg.

Z týchto údajov sme určili potom index telesnej hmotnosti (BMI).

4.2.3.2 Meranie dĺžky dolných končatín

Merali sme funkčnú (relatívnu) dĺžku dolnej končatiny, t.j. vzdialenosť spina iliaca anterior superior (SIAS) po vnútorný členok (malleolus medialis) (Janíková, 1998). Vzdialenosť sa merala krajčírskym metrom u adolescentov vo vzpriamenom, mierne rozkročnom stoju. Dolné končatiny boli v strednom postavení, chodidlá boli od seba na šírku panvy.

4.2.4 Hodnotenie úrovne motoriky – Test motoriky pre deti (MABC-2)

Aplikovaný bol test MABC-2 (Henderson et al., 2007) pre vekové rozpätie 11-16 ročných jedincov (verzia AB3), ktorý obsahuje testy zamerané na jemnú motorickú koordináciu (manuálnu zručnosť) (úlohy MD1, MD2, MD3), hrubú motorickú koordináciu (úlohy AC1 a AC2) a rovnováhu (úlohy Bal 1, Bal 2 a Bal 3):

1. otáčanie kolíčkov (MD 1),
2. trojuholník so skrutkami a maticami (MD 2),
3. kreslenie cesty (MD 3),
4. chytanie jednou rukou (AC 1),
5. hádzanie na terč (AC 2),
6. rovnováha na dvoch doskách (Bal 1),
7. chôdza vzad s dotykom „päta- špička“ (Bal 2),
8. poskoky po podložkách (Bal 3).

V literatúre sa uvádza dobrá až veľmi dobrá validita a reliabilita celkového testového skóre v Teste MABC-2 verzii AB3 (Henderson et al., 2007). Pri posudzovaní faktorovej validity bola u tejto verzie potvrdené, že položky Bal 1, Bal 2 a Bal 3 majú vysokú faktorovú záťaž komponentou rovnováhy (Schulz, Henderson, Sugden, & Barnett, 2011).

Testom pre deti MABC-2 boli podrobení adolescenti zo strednej školy (n = 11, vek $16,3 \pm 0,4$ rokov), ktorí boli vybratí na základe posudku školského psychológa. Test realizovali dvaja vyškolení pracovníci z katedry prírodných vied v kinantropológii, ktorí už v testovaní mali prax a boli držiteľmi užívateľského certifikátu. Testovanie úloh manuálnych zručností prebiehalo v učebniach škôl, ostatné úlohy sa testovali v telocvičniach, kde sa rozmiestnili stanovišťa, v ktorých testovaní jedinci plnili vyššie popísané motorické úlohy.

Príprava, podmienky, administrácia testu ako aj skórovanie a interpretácia výsledkov boli vykonané v súlade s Príručkou českej verzie testu MABC-2 (Henderson et al., 2014). Použitým ukazovateľom rovnováhy, rovnako ako aj ďalších dvoch motorických komponent bolo komponentné skóre vypočítané ako súčet štandardných skóre v príslušných testových položkách (motorických úlohách) a prevedený na percentil. Celková úroveň motoriky bola indikovaná celkovým testovým skóre (TTS)

vypočítaným ako súčet štandardných skóre dosiahnutých vo všetkých motorických úlohách a opäť prevedený na percentil.

Celková úroveň motoriky, ako aj jej komponenta rovnováhy sa interpretujú ako normálna úroveň, čiže bez motorických ťažkostí, resp. bez ťažkostí v rovnováhe ak jedinec dosiahne 8 alebo viac bodov, ktoré zodpovedajú tomu, že jedinec sa nachádza nad 16. percentilom. Ak jedinec dosiahne 6 až 7 bodov, ktoré reprezentujú pásmo 6. až 15. percentilu, znamená to, že jedinec má mierne ťažkosti, resp. nachádza sa v riziku motorických ťažkostí, resp. riziku ťažkostí v rovnováhe. Jedinci, ktorí dosiahnu 1 až 5 bodov, čiže piaty alebo nižší percentil, majú významné motorické ťažkosti, resp. významné ťažkosti v rovnováhe.

4.2.5 Chodecký test kinestézie

Podstata testovej úlohy Chodeckého testu kinestézie spočívala v reprodukcii rôznych typov chôdze, ktoré sa líšili stanovenou dĺžkou kroku.

Parametre chôdze zaznamenával prístroj Optojump Next od spoločnosti MicroGate. Jedná sa o optický merací systém, ktorý sa skladá z vysielacej a prijímacej lišty. Každá z nich obsahuje 32 až 96 LED

(elektroluminiscenčných diód), v závislosti na zvolenom rozlíšení. LED kontrolky na vysielacej lište neustále komunikujú s tými, na prijímacej lište. Systém detekuje prerušenie komunikácie medzi nimi a vypočítava ich trvanie. Vďaka tomu je možné merať časy letovej a kontaktnej fázy počas chôdze s presnosťou 1/1000 sekundy.

Z týchto základných údajov, špecializovaný software umožňuje získať rad parametrov súvisiacich s výkonom testovaného ako napríklad jednotlivé fázy krokového cyklu, tempo, rýchlosť a pod. s maximálnou presnosťou aj v reálnom čase. Absencia pohyblivých mechanických častí zaručuje vysokú presnosť a spoľahlivosť prístroja.



Obrázok č. 5: Príslušenstvo meracieho zariadenia Optojump Next – dve lišty, kamera a prenosný počítač (<http://www.optojump.com/>)



Obrázok č. 6: Detail lišty k meraciemu zariadeniu Optojump Next (<http://www.optojump.com/>)

Na účely nášho merania sme použili lišty Optojumpu o dĺžke 8 metrov. Vzďialenosť medzi lištami bola 2 metre (minimálna odporúčaná vzďialenosť je 1,8 až 6 metrov). Pre záznamy meraní bol na počítači vybraný program Gait Test.

4.2.5.1 Popis spôsobu prevedenia Chodeckého testu

Po vysvetlení priebehu merania bol adolescent požiadaný, aby najprv prešiel jeho prirodzenou chôdzou osem metrov dlhú dráhu vymedzenú rámami zariadenia Optojump Next. Z prvého prevedenia prirodzenej chôdze bola Optojumpom zistená priemerná dĺžka kroku. Následne si adolescent ťahal náhodne za sebou päť kartičiek, na ktorých boli napísané jednotlivé chodecké úlohy vyjadrené v percentách dĺžky kroku prirodzenej chôdze. Tento náhodný výber určil náhodné poradie prevedenia nasledujúcich piatich typov chôdze odlišných dĺžkou kroku: 60%, 80%, 100%, 120% a 140% dĺžky priemerného kroku prirodzenej chôdze adolescenta.

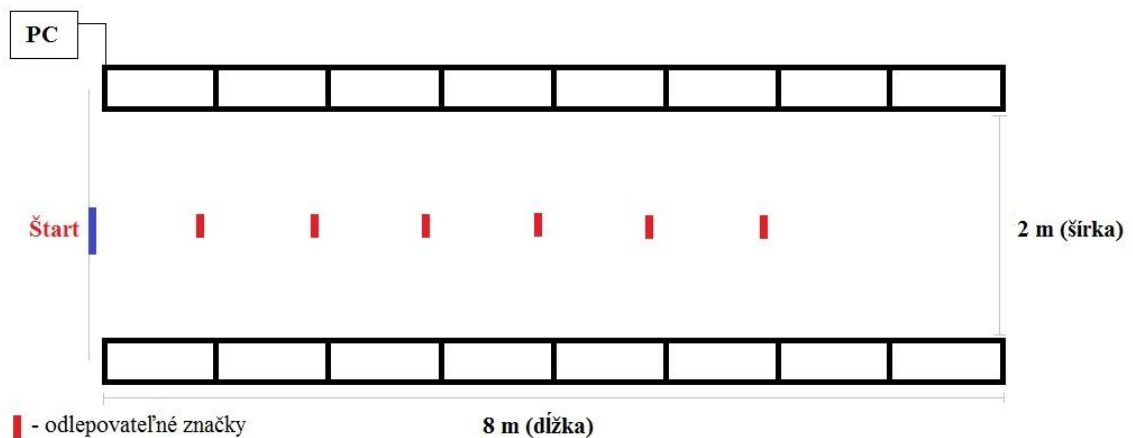
Po vytiahnutí si kartičky s percentom sa podľa pripravenej tabuľky (viď. príloha č. 4) prerátala následná vzďialenosť modifikovaného kroku t.j. určila sa stanovená vzďialenosť krokov. Tá bola označená, odlepovateľnými značkami výraznej farby na podlahe, pomocou meracieho pásma. Celkovo sa nalepilo vždy šesť značiek (prvú informatívnu značku na štarte nepočítame, tá sa neodlepovala).

Adolescent bol vyzvaný, aby prešiel po značkách tak, aby palcom čo najpresnejšie stupil na značku. Prešiel po koniec Optojumpu a vrátil sa opäť na začiatok. Medzitým sa čo najrýchlejšie odstránili značky. Čas ktorý uplynul medzi vzorovými a referenčnými krokmi bol vždy medzi 20-30 s. Potom dostal adolescent pokyn, ktorý znel: „Jdi stejně dlouhým krokem a stejnou rychlostí jako v předchozí (vzorové) chůzi.“. Prešiel opäť celú dĺžku medzi lištami Optojumpu, pričom sa však pozeral vpred. Takto sa zaznamenala reprodukováaná chôdza. Následne sa adolescent vrátil na začiatok a proces sa zopakoval s ďalšou chodeckou úlohou.

Dĺžka nového modifikovaného kroku, sa opäť vyznačila nalepením šiestich značiek, po ktorých adolescent prešiel a tak sme získali vzorové kroky. Potom nasledovala inštrukcia, aby testovaný prešiel rovnako dlhým krokom a rovnakou rýchlosťou ako v predchádzajúcej chôdzi, kedy boli na zemi nalepené značky. Zaznamenala sa reprodukcia vzorovej chôdze a adolescent prešiel opäť na začiatok.

Tento postup sa opakoval až kým testovaný adolescent neabsolvoval všetkých päť chodeckých úloh, to znamená, že prešiel Optojumpom celkom desať krát (nerátame prvý pokus, kedy prešiel svojou prirodzenou chôdzou, na základe ktorej bola určená dĺžka priemerného kroku), z čoho päť krát bola zaznamenaná schopnosť reprodukcie krokov (bez značiek).

Do protokolu sa vždy zapísala dĺžka úvodného, priemerného prirodzeného kroku určená Optojumpom, ako aj poradie chodeckých úloh.



Obrázok č. 7: Uloženie Optojumpu a značiek

4.2.5.2 Popis spôsobu vyhodnotenia Chodeckého testu

Software meracieho zariadenia Optojump Next zaznamenal celý rad parametrov, ktoré sa exportovali do programu MS Excel. Tu sa namerané dáta utriedili a vybrali sme určené štyri kroky, 3. až 6. krok a k nim ich rýchlosti. Dôvodom zmienkeho výberu krokov pre analýzu bolo získať vierohodné údaje o typickom kroku po adaptovaní sa adolescenta na podmienky úlohy, a zároveň skutočnosť, že prístroj nezaznamenáva kinematické údaje prvého krokového cyklu, zahrňujúceho prvý a druhý krok. Okrem toho prvý krokový cyklus mohol byť odlišný, pretože prvý krok bol zahájený zo stoja.

V programe MS Excel sme vytvorili tabuľku, ktorá obsahovala okrem základných údajov adolescentov, zoradené testové úlohy reprodukcie krokov od najkratších (t.j. testová úloha 60%) po najdlhšie (t.j. testová úloha 140%) s označením, či išlo o chôdzu vzorovú (po značkách) alebo reprodukovánú (bez značiek). Nasledoval údaj o vzdialenosti nalepenia značiek a za ním postupne

údaje o dĺžkach nami vybraných štyroch krokov a ich rýchlostiach. Podľa inštrukcií, ktoré sme dávali adolescentom „zopakuj chôdzu s rovnakou dĺžkou kroku a rovnakou rýchlosťou ako v predchádzajúcej (vzorovej) chôdzi“ sme vyhodnocovali primárne tieto dva parametre (dĺžky krokov, rýchlosť chôdze).

Dĺžky krokov sme analyzovali z dvoch hľadísk. Ako prvé sme porovnávali jednotlivé kroky z chôdze ako išli po značkách s tými bez značiek. Toto hodnotenie malo slúžiť na posúdenie kinestetickkej presnosti a zároveň pamäti. Ako druhé „doplnkové“ vyhodnotenie, ktoré malo slúžiť na charakteristiku náročnosti dodržania testovej úlohy bolo, ako adolescenti dodržali inštrukciu prejsť po značkách pri vzorovej chôdzi.

Okrem toho sme pre jednotlivých adolescentov vypočítavali pomocou Cohenovho koeficientu veľkosti účinku (d) aj mieru zhody vzorových a reprodukovovaných krokov (resp. klinické rozdiely dĺžok krokov v reprodukovanej a vzorovej chôdzi) v jednotlivých testových úlohách.

Nakoniec sme vyhodnocovali rýchlosť a to tak, že sme vypočítali priemer rýchlosti nami vybraných štyroch krokov vzorovej chôdze (po značkách) a reprodukovanej chôdze (bez značiek) a tieto priemery sme použili pre ďalšiu analýzu, ktorá spočívala v porovnaní rýchlosti chôdze bez značiek a chôdzou po značkách.

Významnosť rozdielov skupín v jednotlivých testových úlohách sme posudzovali podľa Cohenovho koeficientu veľkosti účinku d , ktorý je objasnený v kapitole 4.3 Štatistická analýza. Pre analýzu presnosti reprodukcie vzorovej chôdze sme použili vzorce na výpočet konštantnej, variabilnej a celkovej chyby (viď. kapitola 4.3 Štatistická analýza).

4.3 Štatistická analýza

Ako je popísané vyššie v popise spôsobu vyhodnotenia Chodeckého testu kinestézie vyhodnocovali sme štyri kroky (dva krokové cykly) z prevedenej chôdze na vzdialenosť osem metrov. Všetky výpočty boli robené pomocou programu Microsoft Office Excel 2007. Okrem základných popisných štatistických charakteristík ako priemer (M) a smerodajná odchýlka (SD), sme posudzovali vecnú, resp. klinickú významnosť rozdielov pomocou Cohenovho koeficientu veľkosti účinku (d) (Cohen, 1988). V prípade porovnania dvoch skupín s odlišným počtom jedincov bol Cohenov koeficient vypočítaný s použitím združenej smerodajnej odchýlky.

Cohenov koeficient $d > 0.8$ bol v súlade s Cohenom (1988) interpretovaný ako veľký účinok, resp. rozdiel, $d = 0.5 - 0.8$ ako stredný účinok, resp. rozdiel a $d < 0.5$ ako malý účinok, resp. rozdiel medzi dvoma skupinami.

Presnosť prevedenia krokov v reprodukovanej chôdzi vo vzťahu jak k dĺžke kroku vzorovej chôdze, tak ku stanovenej dĺžke kroku bola hodnotená pomocou troch typov chýb (Schmidt & Lee, 2011):

- 1) Konštantná chyba, $CE = \sum(x_i - T)/n$ [cm], kde CE je ukazovateľom celkovej priemernej veľkosti a smeru chyby vzhľadom k cieľovej hodnote; pričom x_i vyjadruje hodnotu danej veličiny dosiahnutú v danom pokuse, T predstavuje cieľovú hodnotu a n celkový počet pokusov.

Konštantná chyba meria priemernú chybu vzhľadom na určenú cieľovú hodnotu. Pri konštantnej chybe sú dôležité aj znamienka, ktoré v našom prípade značia, či adolescent krok skrátil (znamienko -) alebo predĺžil (znamienko +) oproti stanovenej hodnote. Avšak keď porovnáваме dve skupiny adolescentov a pri počítaní priemerných konštantných chýb jednej a druhej skupiny by sa mohlo stať, že následkom znamienok sa hodnoty skreslia, vypočítavali sme aj hodnoty absolútnej konštantnej chyby ($|CE|$).

- 2) Variabilná chyba, $VE = \sqrt{\sum(x_i - M)^2/n}$ [cm], kde VE je ukazovateľom variability hodnôt danej veličiny reprezentujúcej pohybový výkon. M vyjadruje priemer jednotlivých pokusov (x_i) a n celkový počet pokusov.

VE odráža variabilitu premennej, charakterizuje jej konzistenciu v opakovaných pohybových pokusoch (krokoch). Charakteristický je rozdiel medzi jednotlivým pokusom jedinca a jeho priemerom z týchto pokusov a cieľová hodnota tu nezohráva žiadnu rolu. VE je mierou rozptylu adolescenta okolo vlastného priemeru.

3) Celková chyba, $E = \sqrt{VE^2 + CE^2}$ [cm], alebo ($E^2 = VE^2 + CE^2$). E je ukazovateľom celkovej chyby, veľkosti rozptýlenia hodnôt danej veličiny okolo cieľovej hodnoty.

Celková chyba vyjadruje celkové množstvo "rozšírenie" pohybov okolo cieľa, takže predstavuje celkovú mieru, ako úspešný bol adolescent v dosiahnutí cieľa – reprodukcii vzorovej chôdze.

5 VÝSLEDKOVÁ ČASŤ PRÁCE

5.1 Údaje z dotazníka

Z dotazníkov vyplnených pred meraním skupinou adolescentov s normálnou úrovňou motoriky a bez ťažkostí v rovnováhových úlohách Testu MABC-2 (BAL-) vyplynulo, že neutrpeli žiadny úraz, ani nemali žiadnu operáciu dolných končatín. Dvaja adolescenti uviedli vrodenú dyspláziu bedrových kĺbov a jeden adolescent mal nápadnejšiu valgozitu kolenných kĺbov. Z údajov dotazníka vyplýva, že študenti tejto skupiny priemerne ešte okrem pohybovej aktivity na telesnej výchove vykonávali (či už rekreačne alebo na organizovanom systematickom tréningu) ešte inú pohybovú činnosť v priemere 2 až 3 krát do týždňa.

Piati adolescenti s miernymi alebo významnými ťažkosťami v rovnováhových úlohách Testu MABC-2 (BAL+) uviedli, že športu sa venujú prevažne v škole v rámci telesnej výchovy a okrem toho sporadicky (približne 2 až 3 krát do týždňa) sa venujú cyklistike a jeden adolescent trénuje florbal. Z tejto skupiny dvaja adolescenti uviedli úraz (staršieho dáta) na dolnej končatine, konkrétne išlo o luxáciu patelly (z roku 2009) a zlomeninu tibie (z roku 2004).

5.2 Základná charakteristika adolescentov

Výsledky vykonaných antropometrických meraní a meraní priemernej dĺžky kroku prirodzenej chôdze uvádza tabuľka č. 1. U telesnej hmotnosti a BMI bol zistený veľký, resp. stredný účinok skupinového faktoru s tým, že skupina BAL+ vykazovala vyššie hodnoty oboch premenných. V ostatných meraných antropometrických charakteristikách ako aj v priemernej dĺžke kroku prirodzenej chôdze sa skupiny nelíšili.

Tabuľka č. 1: Vek a antropometrické ukazovatele u sledovaných skupín adolescentov

	Vek (roky)	Hmotnosť (kg)	Výška (cm)	BMI	PDK (cm)	LDK (cm)	DPK (cm)
BAL-	16,3 ± 0,3	68,7 ± 13,7	177,0 ± 4,2	21,9 ± 4,2	93,9 ± 3,1	94,1 ± 3,4	75,9 ± 6,1
BAL+	16,2 ± 0,4	81,8 ± 18,8	179,6 ± 8,3	25,6 ± 6,5	95,0 ± 4,9	95,2 ± 5,0	77,4 ± 8,6
<i>d</i>	0,26	0,88	0,48	0,77	0,32	0,30	0,22

Vysvetlivky: BAL- = skupina adolescentov bez rovnováhových ťažkostí, BAL+ = skupina adolescentov s rovnováhovými ťažkosťami; *d* = Cohenov koeficient veľkosti účinku; BMI = index telesnej hmotnosti; PDK = funkčná dĺžka pravej dolnej končatiny; LDK = funkčná dĺžka ľavej dolnej končatiny; DPK = dĺžka priemerného kroku určená meracím zariadením Optojump Next, po inštrukcii prejsť dráhu medzi lištami meracieho zariadenia čo najprirodzenejšou chôdzou.

5.3 Výsledky MABC-2

V tabuľke č. 2 uvádzame výsledky hodnotenia pohybovej koordinácie Testom MABC-2 u skupiny jedenástich adolescentov z vybranej strednej školy.

Tabuľka č. 2. Výsledky Testu MABC-2 u adolescentov strednej školy

Výsledky MABC-2	Manuálne schopnosti		Hrubá motorika		Rovnováha		Celková motorika	
	SS (body)	percentil	SS (body)	percentil	SS (body)	percentil	SS (body)	percentil
1. BAL+	9	37	12	75	5	5	8	25
2. BAL+	8	25	11	63	7	15	8	25
3. BAL+	7	15	14	91	7	15	9	37
4. BAL+	10	50	10	50	5	5	7	15
5. BAL+	8	25	12	75	7	15	8	25
11. BAL-	11	63	12	75	10	50	11	63
12. BAL-	11	63	11	63	10	50	11	63
13. BAL-	7	15	12	75	9	37	9	37
14. BAL-	4	2	12	75	10	50	8	25
15. BAL-	6	9	9	37	8	25	6	9
16. BAL-	11	63	12	75	10	50	12	75

Vysvetlivky: BAL+ - skupina adolescentov s rovnováhovými ťažkosťami, BAL- - skupina adolescentov bez rovnováhových ťažkostí, SS - štandardné skóre

V tabuľke č. 2 sú adolescenti vyčlenení na základne výsledkov komponentného skóre pre rovnováhu na dve skupiny (BAL+ a BAL-). Hoci nás najviac zaujímali výsledky komponenty rovnováhy, vo výsledkoch si môžeme všimnúť ako si adolescenti počínali aj v ostatných úlohách, kde vidíme, že jeden adolescent skupiny BAL+ mal ešte problémy v úlohách vyžadujúcich manuálne zručnosti (jemná motorika) a ďalší adolescent tejto skupiny sa nachádza v riziku motorických ťažkostí podľa celkového testového skóre TTS (TTS = 6. - 15. percentil). Takisto sa v tomto riziku nachádza aj jeden adolescent skupiny BAL- a traja adolescenti tejto skupiny mali aj mierne až významné ťažkosti v jemnej motorike.

5.4 Vyhodnotenie Chodeckého testu kinestézie

Úvodom tohto vyhodnotenia, pre lepšiu orientáciu a predstavu o výsledkoch Chodeckého testu kinestézie, uvádzame prehľad priemerov hodnôt v jednotlivých chodeckých úlohách, ktoré sú rozdelené na kratšie, priemerné a dlhšie kroky. Pri vzorovej a reprodukovanej chôdzi uvádzame vždy priemer a smerodajnú odchýlku z dĺžok vyhodnocovaných štyroch krokov u jednotlivých skupín adolescentov.

Tabuľka č. 3. Priemerné dĺžky krokov v reprodukovanej a vzorovej chôdzi a priemerné hodnoty stanovených dĺžok krokov zodpovedajúcich 60% a 80% dĺžky kroku prirodzenej chôdze u oboch skupín adolescentov

"Kratšie kroky" [cm]	chodecká úloha 60%			chodecká úloha 80%		
	PSD	vzor	reprodukcia	PSD	vzor	reprodukcia
BAL-	46	48 ± 4	57 ± 4	60	64 ± 5	66 ± 2
BAL+	47	50 ± 3	66 ± 2	62	67 ± 4	76 ± 2

Vysvetlivky: PSD – priemer stanovenej dĺžky krokov, BAL- - skupina adolescentov bez rovnováhových ťažkostí, BAL+ - skupina adolescentov s rovnováhovými ťažkosťami, všetky údaje v tabuľkách sú v centimetroch.

Tabuľka č. 4. Priemerné dĺžky krokov v reprodukovanej a vzorovej chôdzi a priemerné hodnoty stanovených dĺžok krokov zodpovedajúcich 100% dĺžky kroku prirodzenej chôdze u oboch skupín adolescentov

"Priemerné kroky" [cm]	chodecká úloha 100%		
	PSD	vzor	reprodukcia
BAL-	76	77 ± 3	79 ± 2
BAL+	77	80 ± 3	83 ± 2

Vysvetlivky: PSD – priemer stanovenej dĺžky krokov, BAL- - skupina adolescentov bez rovnováhových ťažkostí, BAL+ - skupina adolescentov s rovnováhovými ťažkosťami, všetky údaje v tabuľkách sú v centimetroch.

Tabuľka č. 5. Priemerné dĺžky krokov v reprodukovanej a vzorovej chôdzi a priemerné hodnoty stanovených dĺžok krokov zodpovedajúcich 120% a 140% dĺžky kroku prirodzenej chôdze u oboch skupín adolescentov

"Dlhšie kroky" [cm]	chodecká úloha 120%			chodecká úloha 140%		
	PSD	vzor	reprodukcia	PSD	vzor	reprodukcia
BAL-	91	93 ± 4	91 ± 2	106	104 ± 5	100 ± 4
BAL+	93	94 ± 4	96 ± 2	108	109 ± 4	104 ± 2

Vysvetlivky: PSD – priemer stanovenej dĺžky krokov, BAL- - skupina adolescentov bez rovnováhových ťažkostí, BAL+ - skupina adolescentov s rovnováhovými ťažkosťami, všetky údaje v tabuľkách sú v centimetroch.

5.4.1 Porovnanie dĺžok krokov v reprodukovanej chôdzi s dĺžkou krokov vzorovej chôdze

Porovnaním dĺžok krokov v reprodukovanej a vzorovej chôdzi bola posudzovaná schopnosť adolescentov napodobniť spôsob chôdze na základe

kinestetických informácií. Predpokladali sme, že čím boli použité typy chýb menšie, tým bola úroveň tejto schopnosti, resp. kinestézie vyššia.

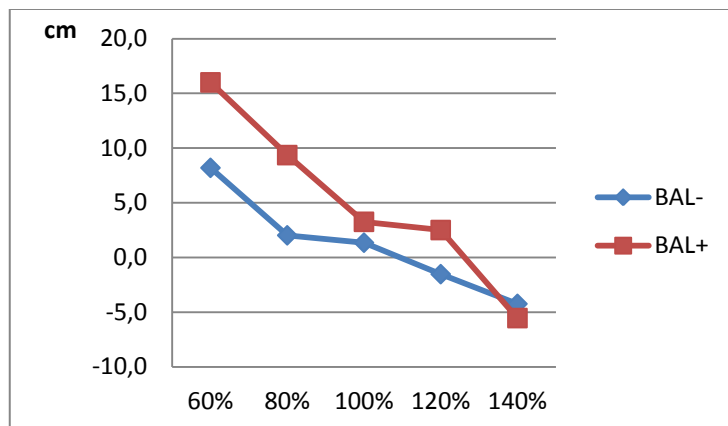
Tabuľka č. 6. Konštantné chyby (CE) dĺžok krokov [cm] v reprodukovanej chôdzi vzhľadom na dĺžky krokov vzorovej chôdze u jednotlivých adolescentov v jednotlivých chodeckých úlohách

CE [cm]	60%	80%	100%	120%	140%
1. BAL-	9,0	2,5	0,8	-4,5	-7,5
2. BAL-	7,3	-4,5	-2,8	-4,3	-7,0
3. BAL-	11,0	-2,3	0,3	-8,0	-2,5
4. BAL-	7,8	-2,0	-3,3	-1,5	-3,8
5. BAL-	8,3	2,0	1,5	-3,0	-7,5
6. BAL-	8,3	-0,3	1,5	4,3	-6,3
7. BAL-	-5,5	-1,3	0,0	-2,5	-10,0
8. BAL-	2,3	0,3	0,0	-5,8	-12,5
9. BAL-	-4,5	3,8	-0,5	-3,3	-5,8
10. BAL-	9,0	1,0	3,3	-4,0	3,5
11. BAL-	15,8	-2,3	3,3	2,3	3,0
12. BAL-	7,3	5,5	2,3	5,0	-7,8
13. BAL-	11,3	7,3	-2,8	-2,3	-3,8
14. BAL-	12,0	-3,0	2,3	-4,5	-5,3
15. BAL-	21,8	20,0	17,3	11,5	9,0
16. BAL-	10,3	5,5	-1,5	-4,0	-4,0
1. BAL+	15,3	5,0	6,3	-1,3	-9,3
2. BAL+	22,3	11,0	-2,0	20,0	-1,3
3. BAL+	7,3	12,0	3,8	-0,8	-8,8
4. BAL+	21,0	9,0	0,5	-3,5	-3,5
5. BAL+	14,3	9,8	7,8	-2,0	-5,0

Vysvetlivky: CE – konštantná chyba, BAL- - adolescent bez rovnováhových ťažkostí, BAL+ - adolescent s rovnováhovými ťažkosťami, 60%, 80%, 100%, 120% a 140% - jednotlivé chodecké úlohy (stanovené dĺžky krokov vyjadrené v % dĺžky priemerného kroku prirodzenej chôdze adolescenta)

Konštantné chyby, uvedené v tabuľke č. 6, sú v pomerne veľkom rozpätí a dosahujú hodnoty od -12,5 cm do 22,3 cm. Pritom je možné vidieť tendencie adolescentov oboch skupín skracovať svoj krok pri testovej úlohe 140% (indikovaný zápornou CE) a naopak tendenciu vykonávať dlhšie kroky v reprodukovanej chôdzi v porovnaní so vzorovou chôdzou – vid'. najvyššie kladné konštantné chyby v chodeckej úlohe 60%.

Obrázok č. 8. Závislosť konštantnej chyby (CE) dĺžky kroku [cm] v reprodukovanej chôdzi vzhľadom na dĺžky krokov vzorovej chôdze u skupiny adolescentov bez ťažkostí v rovnováhe a adolescentov s rovnováhovými ťažkosťami v jednotlivých chodeckých úlohách



Vysvetlivky: BAL- skupina adolescentov bez rovnováhových ťažkostí, BAL+ - skupina adolescentov s rovnováhovými ťažkosťami, 60%, 80%, 100%, 120% a 140% - jednotlivé chodecké úlohy (stanovené dĺžky krokov vyjadrené v % dĺžky priemerného kroku prirodzenej chôdze adolescenta)

Obrázok č. 8 znázorňuje tendencie popísané vyššie a to, že v chodeckých úlohách vyžadujúcich reprodukciu kratších krokov (60% a 80%) vidíme, že hodnoty sa vyskytujú v kladnej časti grafu (adolescenti kroky predĺžili) a pri reprodukcii chodeckých úloh s dlhšími krokmi (120% a 140%) sa hodnoty ocitajú v zápornej časti grafu. Z grafu vidieť aj rozdiely medzi skupinami, ktoré však oveľa konkrétnejšie pomocou Cohenovho koeficientu veľkosti účinku vyjadruje tabuľka č. 7.

Tabuľka č. 7. Priemerná konštantná chyba (CE) dĺžok krokov [cm] reprodukovanej chôdze vzhľadom k dĺžkam krokov vzorovej chôdze a klinické rozdiely CE vyjadrené Cohenovým koeficientom d u oboch skupín adolescentov v jednotlivých chodeckých úlohách

CE [cm]	60%	80%	100%	120%	140%
BAL-	8,2 ± 6,4	2,0 ± 5,7	1,3 ± 4,6	-1,5 ± 4,8	-4,3 ± 5,3
BAL+	16,0 ± 5,4	9,4 ± 2,4	3,3 ± 3,6	2,5 ± 8,8	-5,6 ± 3,1
d	-1,25	-1,42	-0,44	-0,69	0,27

Vysvetlivky: CE – priemerná konštantná chyba, BAL- - skupina adolescentov bez rovnováhových ťažkostí, BAL+ - skupina adolescentov s rovnováhovými ťažkosťami, 60%, 80%, 100%, 120% a 140% - jednotlivé chodecké úlohy (stanovené dĺžky krokov vyjadrené v % dĺžky priemerného kroku prirodzenej chôdze adolescenta), d – Cohenov koeficient veľkosti účinku

Podľa hodnôt priemerov konštantných chýb v tabuľke č. 7 vidíme v úlohách reprodukcie kratších krokov významné rozdiely medzi skupinami adolescentov

s rovnováhovými ťažkosťami a bez rovnováhových ťažkostí, kde skupina s ťažkosťami v rovnovážnych úlohách má dvojnásobne väčšiu hodnotu konštantnej chyby v chodeckej úlohe 60% a skoro päťnásobne vyššiu hodnotu konštantnej chyby v chodeckej úlohe 80%. V chodeckej úlohe 120% sa ukázali stredne významné rozdiely a v dvoch chodeckých úlohách (100% a 140%) nie sú rozdiely medzi skupinami výrazné. Obe tieto skupiny mali s chodeckou úlohou 140% približne rovnaké ťažkosti a podľa znamienka vidíme, že pri reprodukovanej chôdzi dĺžky krokov skrátili v priemere o 5 cm.

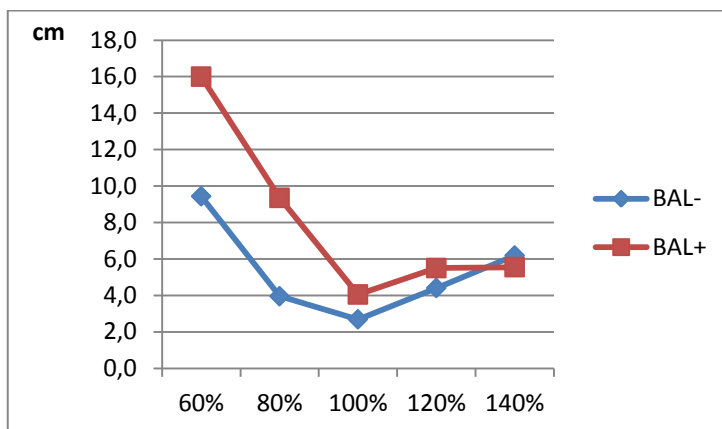
Tabuľka č. 8. Absolútna konštantná chyba dĺžok krokov [cm] reprodukovanej chôdze vzhľadom ku vzorovej chôdzi u jednotlivých adolescentov v jednotlivých chodeckých úlohách

CE [cm]	60%	80%	100%	120%	140%
1. BAL-	9,0	2,5	0,8	4,5	7,5
2. BAL-	7,3	4,5	2,8	4,3	7,0
3. BAL-	11,0	2,3	0,3	8,0	2,5
4. BAL-	7,8	2,0	3,3	1,5	3,8
5. BAL-	8,3	2,0	1,5	3,0	7,5
6. BAL-	8,3	0,3	1,5	4,3	6,3
7. BAL-	5,5	1,3	0,0	2,5	10,0
8. BAL-	2,3	0,3	0,0	5,8	12,5
9. BAL-	4,5	3,8	0,5	3,3	5,8
10. BAL-	9,0	1,0	3,3	4,0	3,5
11. BAL-	15,8	2,3	3,3	2,3	3,0
12. BAL-	7,3	5,5	2,3	5,0	7,8
13. BAL-	11,3	7,3	2,8	2,3	3,8
14. BAL-	12,0	3,0	2,3	4,5	5,3
15. BAL-	21,8	20,0	17,3	11,5	9,0
16. BAL-	10,3	5,5	1,5	4,0	4,0
1. BAL+	15,3	5,0	6,3	1,3	9,3
2. BAL+	22,3	11,0	2,0	20,0	1,3
3. BAL+	7,3	12,0	3,8	0,8	8,8
4. BAL+	21,0	9,0	0,5	3,5	3,5
5. BAL+	14,3	9,8	7,8	2,0	5,0

Vysvetlivky: CE – absolútna konštantná chyba, BAL- - adolescent bez rovnováhových ťažkostí, BAL+ - adolescent s rovnováhovými ťažkosťami, 60%, 80%, 100%, 120% a 140% - jednotlivé testové úlohy (stanovené dĺžky krokov vyjadrené v % dĺžky priemerného kroku prirodzenej chôdze adolescenta)

Tabuľka č. 8 slúži na vyjadrenie absolútnej hodnoty konštantnej chyby, kedy sa neberie do úvahy znamienko plus a mínus, pretože pri ďalšom porovnávaní, predovšetkým spriemerovaní hodnôt skupín, by mohlo dôjsť k vzájomnému zrušeniu hodnôt konštantnej chyby a tým pádom aj skresleniu údajov o konštantnej chybe.

Obrázok č. 9. Závislosť absolútnej konštantnej chyby dĺžok krokov [cm] v reprodukovanej chôdzi vzhľadom na dĺžky krokov vzorovej chôdze u skupiny adolescentov bez ťažkostí v rovnováhe a skupiny adolescentov s rovnováhovými ťažkosťami v jednotlivých testových úlohách



Vysvetlivky: BAL- skupina adolescentov bez rovnováhových ťažkostí, BAL+ - skupina adolescentov s rovnováhovými ťažkosťami, 60%, 80%, 100%, 120% a 140% - jednotlivé chodecké úlohy (stanovené dĺžky krokov vyjadrené v % dĺžky priemerného kroku prirodzenej chôdze adolescenta)

Prekvapivý výsledok vidíme na obrázku č. 9, kde v chodeckej úlohe 140%, adolescenti skupiny bez ťažkostí v rovnováhe dosahujú nepatrne vyššie hodnoty absolútnej konštantnej chyby ako adolescenti druhej skupiny, u ktorých sme zaznamenali ťažkosti s rovnováhou. Adolescenti tejto skupiny majú vo všetkých ďalších chodeckých úlohách vyššie hodnoty konštantnej chyby.

Ak nebudeme brať ohľad na znamienka a pozrieme sa na porovnanie konštantných chýb v absolútnej hodnote (Tabuľka č. 9), vidíme veľmi podobné hodnoty Cohenovho koeficientu veľkosti účinku (d) v úlohách reprodukcie kratších krokov ako sú uvedené hodnoty konštantných chýb kratších krokov v tabuľke č. 7. V ostatných troch úlohách reprodukcie krokov už nenachádzame významné rozdiely v reprodukcii krokov medzi skupinami s a bez ťažkostí v rovnováhe.

Tabuľka č. 9. Priemerná absolútna konštantná chyba dĺžok krokov [cm] reprodukovanej chôdze vzhľadom k dĺžkam krokov vzorovej chôdze a Cohenov koeficient veľkosti účinku absolútnej konštantnej chyby reprodukovanej chôdze pri porovnaní skupín adolescentov v jednotlivých chodeckých úlohách

CE [cm]	60%	80%	100%	120%	140%
BAL-	9,4 ± 4,4	4,0 ± 4,6	2,7 ± 3,9	4,4 ± 2,4	6,2 ± 2,7
BAL+	16,0 ± 5,4	9,4 ± 2,4	4,1 ± 2,7	5,5 ± 7,3	5,6 ± 3,1
d	-1,42	-1,28	-0,37	-0,28	0,23

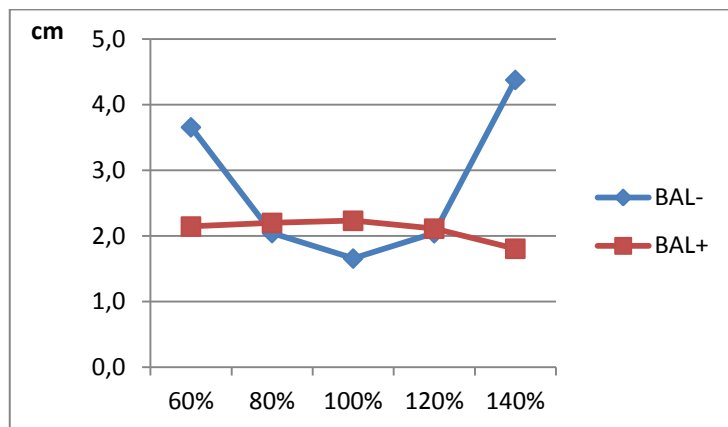
Vysvetlivky: |CE| – priemerná absolútna konštantná chyba, BAL- - skupina adolescentov bez rovnováhových ťažkostí, BAL+ - skupina adolescentov s rovnováhovými ťažkosťami, 60%, 80%, 100%, 120% a 140% - jednotlivé chodecké úlohy (stanovené dĺžky krokov vyjadrené v % dĺžky priemerného kroku prirodzenej chôdze adolescenta), d – Cohenov koeficient veľkosti účinku.

Tabuľka č. 10. Variabilné chyby dĺžok krokov [cm] v reprodukovanej chôdzi vzhľadom na dĺžky krokov vzorovej chôdze u jednotlivých adolescentov v jednotlivých chodeckých úlohách

VE [cm]	60%	80%	100%	120%	140%
1. BAL-	3,6	3,0	1,5	1,2	3,2
2. BAL-	1,8	2,4	0,5	1,9	3,2
3. BAL-	5,3	1,2	1,5	1,6	5,2
4. BAL-	2,7	1,7	1,5	1,5	0,8
5. BAL-	1,9	1,6	0,7	0,7	2,2
6. BAL-	1,9	1,7	0,7	0,8	5,2
7. BAL-	2,5	0,8	1,5	1,8	4,1
8. BAL-	2,3	1,1	1,5	1,7	5,1
9. BAL-	0,4	1,4	1,8	2,7	4,0
10. BAL-	4,3	1,6	0,9	1,1	4,2
11. BAL-	3,9	2,7	2,1	1,9	4,1
12. BAL-	6,5	3,6	1,6	3,5	3,6
13. BAL-	7,2	1,8	2,3	2,2	5,0
14. BAL-	2,7	3,3	1,1	4,1	2,9
15. BAL-	7,0	2,7	6,7	4,3	14,5
16. BAL-	4,4	2,1	0,7	1,7	2,8
1. BAL+	2,6	2,4	2,1	3,4	0,7
2. BAL+	2,1	0,7	2,7	1,6	1,1
3. BAL+	1,1	3,1	0,8	1,8	2,7
4. BAL+	0,7	2,1	3,2	2,7	3,0
5. BAL+	4,3	2,7	2,3	1,1	1,5

Vysvetlivky: VE – variabilná chyba, BAL- - adolescent bez rovnováhových ťažkostí, BAL+ - adolescent s rovnováhovými ťažkosťami, 60%, 80%, 100%, 120% a 140% - jednotlivé chodecké úlohy (stanovené dĺžky krokov vyjadrené v % dĺžky priemerného kroku prirodzenej chôdze adolescenta)

Obrázok č. 10. Závislosť variabilnej chyby dĺžok krokov [cm] v reprodukovanej chôdzi vzhľadom na dĺžky krokov vzorovej chôdze u skupiny adolescentov bez ťažkostí v rovnováhe a skupiny adolescentov s rovnováhovými ťažkosťami v jednotlivých chodeckých úlohách



Vysvetlivky: BAL- skupina adolescentov bez rovnováhových ťažkostí, BAL+ - skupina adolescentov s rovnováhovými ťažkosťami, 60%, 80%, 100%, 120% a 140% - jednotlivé chodecké úlohy (stanovené dĺžky krokov vyjadrené v % dĺžky priemerného kroku adolescenta)

Tabuľka č. 11. Priemerná variabilná chyba dĺžok krokov [cm] reprodukovanej chôdze vzhľadom k dĺžkam krokov vzorovej chôdze a Cohenov koeficient veľkosti účinku variabilnej chyby reprodukovanej chôdze pri porovnaní skupín adolescentov v jednotlivých chodeckých úlohách

VE [cm]	60%	80%	100%	120%	140%
BAL-	3,7 ± 1,9	2,0 ± 0,8	1,7 ± 1,4	2,0 ± 1,0	4,4 ± 2,9
BAL+	2,1 ± 1,3	2,2 ± 0,8	2,2 ± 0,8	2,1 ± 0,8	1,8 ± 0,9
d	0,83	-0,19	-0,45	-0,07	1,00

Vysvetlivky: VE – priemerná variabilná chyba, BAL- - skupina adolescentov bez rovnováhových ťažkostí, BAL+ - skupina adolescentov s rovnováhovými ťažkosťami, 60%, 80%, 100%, 120% a 140% - jednotlivé chodecké úlohy (stanovené dĺžky krokov vyjadrené v % dĺžky priemerného kroku prirodzenej chôdze adolescenta), d – Cohenov koeficient veľkosti účinku

Priemerná variabilná chyba je prekvapivo vyššia u skupiny adolescentov bez rovnováhových ťažkostí v úlohách reprodukcie najkratších (60%) a najdlhších (140%) krokov, kde vidíme aj podľa hodnoty Cohenovho koeficientu veľkosti účinku (*d*) významné rozdiely pri porovnaní skupín. Ak sa však pozrieme na konkrétne priemerné hodnoty a porovnáme ich medzi skupinami, zistíme, že rozdiely medzi nimi sú len približne dva centimetre. Pri testových úlohách reprodukovať 80%, 100% a 120% dĺžky priemerného kroku prirodzenej chôdze adolescenta nie sú zaznamenané významné rozdiely variabilnej chyby reprodukovanej chôdze.

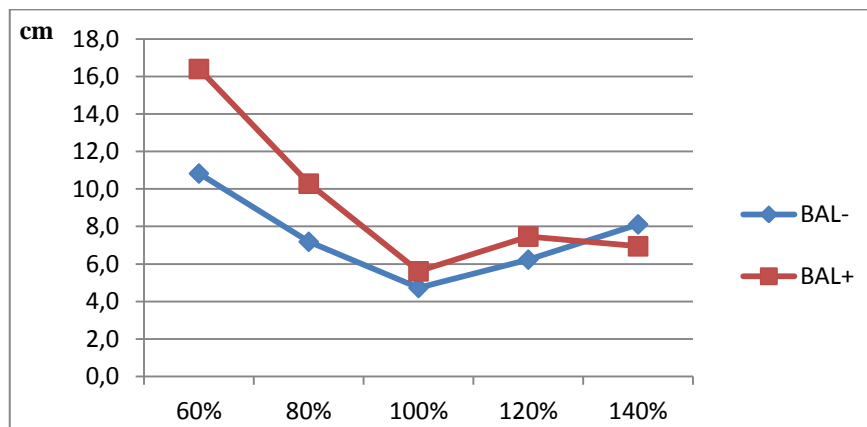
Tabuľka č. 12. Celkové chyby (E) dĺžok krokov [cm] v reprodukovanej chôdzi vzhľadom na dĺžky krokov vzorovej chôdze u jednotlivých adolescentov v jednotlivých chodeckých úlohách

E [cm]	60%	80%	100%	120%	140%
1. BAL-	10,0	7,7	6,8	6,6	8,2
2. BAL-	7,4	5,7	4,7	4,8	10,3
3. BAL-	11,1	6,7	2,7	8,2	3,9
4. BAL-	8,0	6,4	6,8	4,4	6,7
5. BAL-	8,8	5,6	3,9	3,1	7,9
6. BAL-	9,0	4,9	3,5	4,6	6,8
7. BAL-	14,4	3,3	2,6	3,7	10,1
8. BAL-	6,5	4,0	2,9	6,7	12,7
9. BAL-	5,4	4,4	0,9	7,9	6,6
10. BAL-	9,9	5,9	4,5	6,4	9,6
11. BAL-	16,0	8,2	3,3	7,7	7,6
12. BAL-	8,4	11,0	5,7	6,0	9,0
13. BAL-	11,7	8,4	4,6	2,7	7,7
14. BAL-	14,1	5,9	2,9	7,7	7,0
15. BAL-	22,0	20,9	17,3	14,1	10,2
16. BAL-	10,4	6,0	2,5	5,4	5,5
1. BAL+	15,8	7,4	6,7	5,0	10,4
2. BAL+	22,4	12,2	2,9	21,0	4,3
3. BAL+	7,5	12,4	4,3	1,7	9,2
4. BAL+	21,8	9,3	5,9	6,4	4,7
5. BAL+	14,5	10,2	8,4	3,3	6,1

Vysvetlivky: E – celková chyba, BAL- - adolescent bez rovnováhových ťažkostí, BAL+ - adolescent s rovnováhovými ťažkosťami, 60%, 80%, 100%, 120% a 140% - jednotlivé chodecké úlohy (stanovené dĺžky krokov vyjadrené v % dĺžky priemerného kroku prirodzenej chôdze adolescenta)

Celkové chyby nadobúdajú hodnoty od 0,9 cm (chodecká úloha 100%) u skupiny adolescentov bez rovnováhových ťažkostí až do 22,4 cm (chodecká úloha 60%), ktorú vidíme u 2. adolescenta zo skupiny BAL+. Priemer celkovej chyby u skupiny BAL+ je 7,9 cm, čo je v porovnaní so skupinou BAL- o 2 cm menej. Modus celkovej chyby je 7,7 cm a medián predstavuje 6,8 cm.

Obrázok č. 11. Závislosť celkovej chyby dĺžok krokov [cm] v reprodukovanej chôdzi vzhľadom na dĺžky krokov vzorovej chôdze u skupiny adolescentov bez ťažkostí v rovnováhe a skupiny adolescentov s rovnováhovými ťažkosťami v jednotlivých chodeckých úlohách



Vysvetlivky: BAL- skupina adolescentov bez rovnováhových ťažkostí, BAL+ - skupina adolescentov s rovnováhovými ťažkosťami, 60%, 80%, 100%, 120% a 140% - jednotlivé chodecké úlohy (stanovené dĺžky krokov vyjadrené v % dĺžky priemerného kroku prirodzenej chôdze adolescenta), hodnoty celkových chýb reprodukovanej chôdze sú v centimetroch.

Tabuľka č. 13. Priemerná celková chyba dĺžok krokov [cm] reprodukovanej chôdze vzhľadom k dĺžkam krokov vzorovej chôdze a Cohenov koeficient veľkosti účinku celkovej chyby reprodukovanej chôdze pri porovnaní skupiny adolescentov bez ťažkostí v rovnováhe a skupiny adolescentov s rovnováhovými ťažkosťami v jednotlivých chodeckých úlohách

E [cm]	60%	80%	100%	120%	140%
BAL-	10,8 ± 4,0	7,2 ± 4,0	4,7 ± 3,6	6,2 ± 2,6	8,1 ± 2,1
BAL+	16,4 ± 5,4	10,3 ± 1,9	5,6 ± 1,9	7,5 ± 6,9	6,9 ± 2,4
<i>d</i>	-1,28	-0,85	-0,27	-0,31	0,54

Vysvetlivky: E – priemerná celková chyba, BAL- - skupina adolescentov bez rovnováhových ťažkostí, BAL+ - skupina adolescentov s rovnováhovými ťažkosťami, 60%, 80%, 100%, 120% a 140% - jednotlivé chodecké úlohy (stanovené dĺžky krokov vyjadrené v % dĺžky priemerného kroku prirodzenej chôdze adolescenta), *d* – Cohenov koeficient veľkosti účinku, hodnoty priemerov a smerodajných odchýlok sú v centimetroch.

Hodnoty priemernej celkovej chyby sú pomerne vysoké pre chodeckú úlohu reprodukcie najkratších krokov (60%) pre obe skupiny a je tu aj významný medziskupinový rozdiel a to jeden a pol násobne väčšie hodnoty má skupina s rovnováhovými ťažkosťami. Najnižšie hodnoty celkovej chyby dosahujú obe skupiny v chodeckej úlohe reprodukcie ich prirodzenej dĺžky kroku (chodecká úloha 100%), kde

ani nepozorujeme významný rozdiel medzi skupinami. Pri reprodukcii dlhších krokov sú hodnoty priemerov skupín pomerne vyrovnané avšak u najdlhších krokov už môžeme hovoriť o stredne významných rozdieloch medzi skupinami s a bez ťažkostí v rovnováhe, kde skupina bez ťažkostí v rovnováhe ukazuje o centimeter väčšie hodnoty priemernej celkovej chyby v chodeckej úlohe 140%.

5.4.2 Porovnanie dĺžok krokov vzorovej chôdze k stanovenej dĺžke krokov

Toto porovnanie má slúžiť k lepšej predstave o náročnosti dodržať pokyn, aby adolescenti pri vzorovej chôdzi stupili čo najpresnejšie na značku.

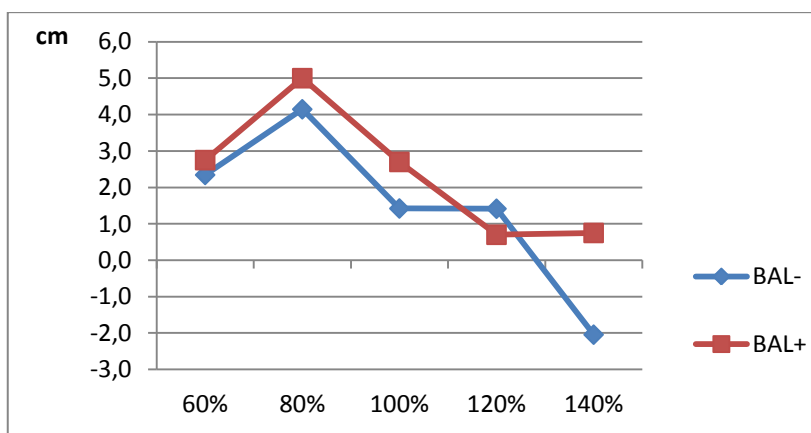
Tabuľka č. 14. Konštantné chyby dĺžok krokov [cm] vzorovej chôdze vzťahované ku stanovenej dĺžke kroku u jednotlivých adolescentov v jednotlivých chodeckých úlohách

CE [cm]	60%	80%	100%	120%	140%
1. BAL-	2,0	-4,0	-0,3	0,5	-0,5
2. BAL-	-0,4	2,5	2,3	2,1	0,6
3. BAL-	5,9	4,1	2,5	8,0	-0,8
4. BAL-	1,4	5,3	2,8	-3,6	-7,6
5. BAL-	0,5	2,4	-0,5	-0,4	-0,5
6. BAL-	2,4	2,0	0,5	0,3	-1,2
7. BAL-	-1,4	-0,7	0,8	-1,8	-0,1
8. BAL-	5,3	3,3	0,3	1,3	0,0
9. BAL-	-3,2	-2,0	0,0	-1,1	-9,6
10. BAL-	0,7	3,6	-0,8	2,9	-6,2
11. BAL-	7,3	10,3	1,3	2,8	-1,8
12. BAL-	3,8	8,0	6,5	3,0	0,0
13. BAL-	4,8	7,0	1,5	3,0	-2,0
14. BAL-	1,0	2,3	1,3	0,8	2,0
15. BAL-	3,5	7,5	3,3	0,5	0,0
16. BAL-	4,0	15,0	1,5	4,5	-5,0
1. BAL+	3,0	5,3	0,8	-1,3	4,3
2. BAL+	-0,8	8,0	6,5	-2,3	-1,0
3. BAL+	3,5	2,0	1,5	-0,5	3,3
4. BAL+	7,0	4,0	5,5	6,3	-0,3
5. BAL+	1,0	5,8	-0,8	1,3	-2,5

Vysvetlivky: CE – konštantná chyba, zn. – značka alebo stanovená dĺžka kroku, BAL- - adolescent bez rovnováhových ťažkostí, BAL+ - adolescent s rovnováhovými ťažkosťami, 60%, 80%, 100%, 120% a 140% - jednotlivé chodecké úlohy (stanovené dĺžky krokov vyjadrené v % dĺžky priemerného kroku prirodzenej chôdze adolescenta)

Konštantné chyby by ideálne mali byť v tomto prípade nulové, čo by znamenalo, že adolescent presne stupil podľa našich pokynov na značku a dodržal tak stanovenú vzdialenosť medzi krokmi. Pri pohľade na tabuľku č. 11 vidieť opäť rôzne hodnoty konštantných chýb od -7,6 cm do 15 cm, pričom obe sú zaznamenané u skupiny adolescentov bez ťažkostí s rovnováhou.

Obrázok č. 12. Závislosť konštantnej chyby dĺžok krokov [cm] vzorovej chôdze vzhľadom k stanovenej dĺžke kroku u skupiny adolescentov bez ťažkostí s rovnováhou a u skupiny adolescentov s ťažkosťami v rovnováhe v jednotlivých chodeckých úlohách



Vysvetlivky: BAL- skupina adolescentov bez rovnováhových ťažkostí, BAL+ - skupina adolescentov s rovnováhovými ťažkosťami, 60%, 80%, 100%, 120% a 140% - jednotlivé chodecké úlohy (stanovené dĺžky krokov vyjadrené v % dĺžky priemerného kroku prirodzenej chôdze adolescenta)

Z obrázku č. 12 vyplýva, že skupiny si v testových úlohách 60% až 120% počínali pomerne rovnako, avšak pri testovej úlohe 140% vidíme, že hodnoty konštantných chýb týchto skupín sú odlišné a dokonca skupina BAL+, u ktorej sme predpokladali horší výsledok v tejto testovej úlohe obstála prekvapivo lepšie avšak skutočný rozdiel v centimetroch opäť nie je dramaticky vyšší a predstavuje 2,8 cm.

Z tabuľky č. 15 vidieť, že najväčšie odchýlky boli zaznamenané pri chodeckej úlohe 80% z dĺžky priemerného kroku prirodzenej chôdze, kde sú priemerné odchýlky od značky 4,1 – 5 cm. V ostatných chodeckých úlohách sa odchýlky pohybujú od 0,7 cm až po 2,8 cm s priemernou hodnotou odchýlky 1,76 cm, čo by sa dalo považovať za pomerne malú chybovosť. Pozoruhodné je porovnanie skupín pomocou Cohenovho koeficientu veľkosti účinku (d), kde sú stredne významné rozdiely v chodeckej úlohe 100% a významné rozdiely sme zaznamenali pri chodeckej úlohe

140%, kde skupina s ťažkosťami v rovnováhe prekvapivo vykazuje lepšie výsledky ako skupina adolescentov bez rovnováhových ťažkostí.

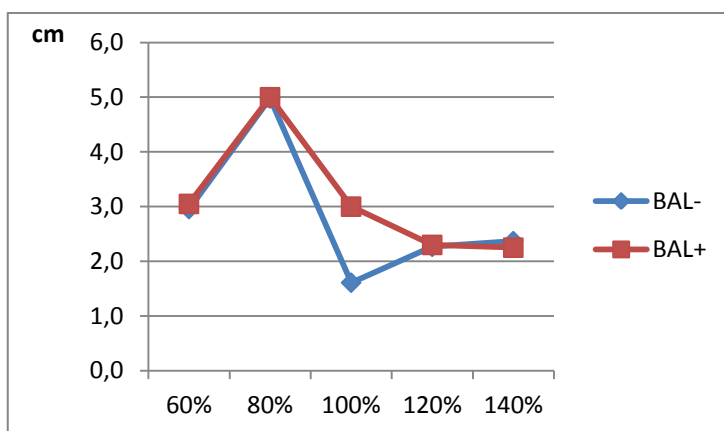
Tabuľka č. 15. Priemerná konštantná chyba dĺžky krokov [cm] vzorovej chôdze vzhľadom k stanovenej dĺžke kroku a hodnoty Cohenovho koeficientu veľkosti účinku pri porovnaní skupín v jednotlivých chodeckých úlohách

CE [cm]	60%	80%	100%	120%	140%
BAL-	2,3 ± 2,7	4,1 ± 4,6	1,4 ± 1,7	1,4 ± 2,6	-2,0 ± 3,2
BAL+	2,8 ± 2,6	5,0 ± 2,0	2,7 ± 2,8	0,7 ± 3,0	0,8 ± 2,6
d	-0,15	-0,21	-0,63	0,26	-0,92

Vysvetlivky: CE – priemerná konštantná chyba, zn. – značka alebo stanovená dĺžka kroku, BAL- - skupina adolescentov bez rovnováhových ťažkostí, BAL+ - skupina adolescentov s rovnováhovými ťažkosťami, 60%, 80%, 100%, 120% a 140% - jednotlivé chodecké úlohy (stanovené dĺžky krokov vyjadrené v % dĺžky priemerného kroku prirodzenej chôdze adolescenta), d – Cohenov koeficient veľkosti účinku

Ako aj v predchádzajúcom hodnotení (v kapitole 5.4.1) sme po uvedení konštantnej chyby uviedli aj jej hodnoty v absolútnej hodnote, uvedieme ich aj v tejto analýze, avšak už bez uvedenia tabuľky s konkrétnymi hodnotami veľkostí absolútnych konštantných chýb, ktoré sú až na záporné znamienka totožné s hodnotami v tabuľke č 14. Uviest' však chceme závislosť medzi skupinami pomocou obrázku č. 13 a tabuľkou č. 16.

Obrázok č. 13. Závislosť absolútnej konštantnej chyby dĺžok krokov [cm] vzorovej chôdze vzhľadom k stanovenej dĺžke kroku u skupiny adolescentov bez ťažkostí s rovnováhou a u skupiny adolescentov s ťažkosťami v rovnováhe v jednotlivých chodeckých úlohách



Vysvetlivky: BAL- skupina adolescentov bez rovnováhových ťažkostí, BAL+ - skupina adolescentov s rovnováhovými ťažkosťami, 60%, 80%, 100%, 120% a 140% - jednotlivé chodecké úlohy (stanovené dĺžky krokov vyjadrené v % dĺžky priemerného kroku prirodzenej chôdze adolescenta), hodnoty konštantných chýb sú v centimetroch.

Obrázok č. 13 znázorňuje, že adolescenti oboch skupín mali najväčšie problémy presne stupiť na značku v chodeckej úlohe 80% a vo všetkých chodeckých úlohách (okrem chodeckej úlohy 100%) boli ich absolútne hodnoty konštantných chýb vzhľadom k stanovenej dĺžke kroku takmer identické.

Tabuľka č. 16. Priemerná absolútna konštantná chyba dĺžky krokov [cm] vzorovej chôdze vzhľadom k stanovenej dĺžke kroku a hodnoty Cohenovho koeficientu veľkosti účinku pri porovnaní skupín v jednotlivých chodeckých úlohách

CE [cm]	60%	80%	100%	120%	140%
BAL-	3,0 ± 2,0	5,0 ± 3,6	1,6 ± 1,6	2,3 ± 1,9	2,4 ± 2,9
BAL+	3,1 ± 2,2	5,0 ± 2,0	3,0 ± 2,5	2,3 ± 2,1	2,3 ± 1,5
d	0,0	0,0	-0,8	0,0	0,0

Vysvetlivky: |CE| – priemerná absolútna konštantná chyba k stanovenej dĺžke, BAL- - skupina adolescentov bez rovnováhových ťažkostí, BAL+ - skupina adolescentov s rovnováhovými ťažkosťami, 60%, 80%, 100%, 120% a 140% - jednotlivé chodecké úlohy (stanovené dĺžky krokov vyjadrené v % dĺžky priemerného kroku prirodzenej chôdze adolescenta), d – Cohenov koeficient veľkosti účinku

Výsledky poukazujú na to, že skupina BAL+ mala výraznejšie problémy pri dodržaní pokynu zachovať stanovenú dĺžku, keď boli značky nalepené podľa veľkosti priemerného kroku. V ostatných chodeckých úlohách sú hodnoty konštantných chýb oboch skupín takmer identické, čo dokazujú aj nulové hodnoty Cohenovho koeficientu veľkosti účinku (*d*).

Variabilné chyby v tabuľke č. 17 nadobúdajú hodnoty od 0,4 cm (chodecká úloha 100%) do 9,5 cm (chodecká úloha 80%) obe nachádzajúce sa v skupine adolescentov bez rovnováhových ťažkostí. Celkový priemer variabilných chýb je 3,9 cm, pričom priemer skupiny BAL- je o pol centimetra (zanedbateľne) vyšší a má hodnotu 4,1 cm (priemer skupiny BAL+ = 3,6 cm).

Tabuľka č. 17. Variabilné chyby dĺžok krokov [cm] vzorovej chôdze vzťahujúcej ku stanovenej dĺžke kroku u jednotlivých adolescentov v jednotlivých testových úlohách

VE [cm]	60%	80%	100%	120%	140%
1. BAL-	4,5	7,2	6,8	4,8	3,4
2. BAL-	1,3	3,5	3,8	2,2	7,6
3. BAL-	1,6	6,3	2,7	1,9	2,9
4. BAL-	1,9	6,1	6,0	4,1	5,5
5. BAL-	3,1	5,2	3,6	0,7	2,6
6. BAL-	3,7	4,9	3,2	1,7	2,8
7. BAL-	2,8	3,0	2,6	2,7	1,7
8. BAL-	6,1	4,0	2,9	3,3	2,3
9. BAL-	3,0	2,3	0,7	7,2	3,2
10. BAL-	4,2	5,8	3,1	5,0	9,0
11. BAL-	2,6	7,9	0,4	7,3	6,9
12. BAL-	4,3	9,5	5,2	3,4	4,6
13. BAL-	3,3	4,3	3,6	1,4	6,7
14. BAL-	7,4	5,1	1,8	6,3	4,6
15. BAL-	3,0	6,1	0,8	8,1	4,8
16. BAL-	1,9	2,4	2,1	3,6	3,7
1. BAL+	4,3	5,5	2,3	4,8	4,8
2. BAL+	2,4	5,2	2,1	6,3	4,1
3. BAL+	2,1	3,0	2,1	1,5	2,9
4. BAL+	5,8	2,2	5,9	5,3	2,9
5. BAL+	2,5	2,9	3,2	2,7	3,5

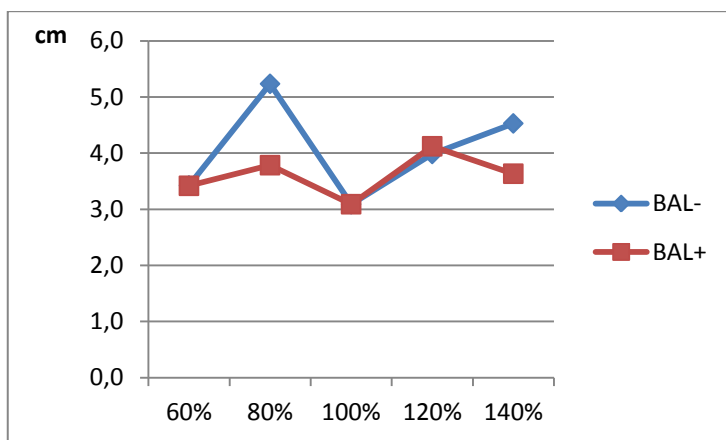
Vysvetlivky: VE – variabilná chyba, zn. – značka alebo stanovená dĺžka kroku, BAL- - adolescent bez rovnováhových ťažkostí, BAL+ - adolescent s rovnováhovými ťažkosťami, 60%, 80%, 100%, 120% a 140% - jednotlivé chodecké úlohy (stanovené dĺžky krokov vyjadrené v % dĺžky priemerného kroku prirodzenej chôdze adolescenta)

Tabuľka č. 18. Priemerná variabilná chyba dĺžky krokov [cm] vzorovej chôdze vzhľadom k stanovenej dĺžke kroku a hodnoty Cohenovho koeficientu veľkosti účinku pri porovnaní skupín v jednotlivých chodeckých úlohách

VE [cm]	60%	80%	100%	120%	140%
BAL-	3,4 ± 1,6	5,2 ± 1,9	3,1 ± 1,7	4,0 ± 2,2	4,5 ± 2,0
BAL+	3,4 ± 1,4	3,8 ± 1,3	3,1 ± 1,4	4,1 ± 1,8	3,6 ± 0,8
<i>d</i>	0,00	0,80	0,00	-0,06	0,49

Vysvetlivky: VE – priemerná variabilná chyba, zn. – značka alebo stanovená dĺžka kroku, BAL- - skupina adolescentov bez rovnováhových ťažkostí, BAL+ - skupina adolescentov s rovnováhovými ťažkosťami, 60%, 80%, 100%, 120% a 140% - jednotlivé chodecké úlohy (stanovené dĺžky krokov vyjadrené v % dĺžky priemerného kroku prirodzenej chôdze adolescenta), *d* – Cohenov koeficient veľkosti účinku

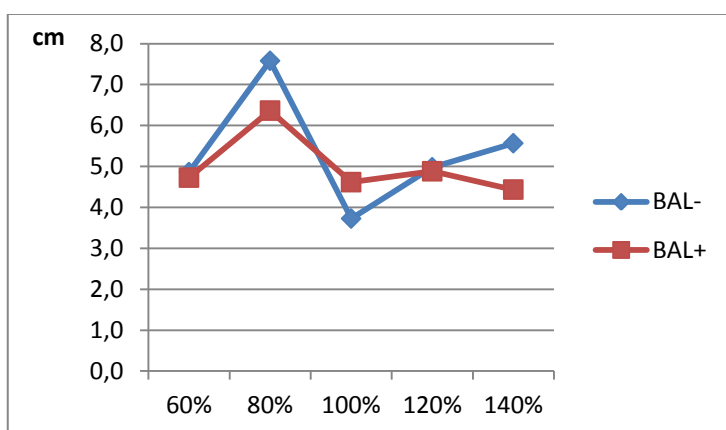
Obrázok č. 14. Závislosť variabilnej chyby dĺžok krokov [cm] vzorovej chôdze vzhľadom k stanovenej dĺžke kroku u skupiny adolescentov bez ťažkostí s rovnováhou a u skupiny adolescentov s ťažkosťami v rovnováhe pre jednotlivé chodecké úlohy



Vysvetlivky: BAL- skupina adolescentov bez rovnováhových ťažkostí, BAL+ - skupina adolescentov s rovnováhovými ťažkosťami, 60%, 80%, 100%, 120% a 140% - jednotlivé chodecké úlohy (stanovené dĺžky krokov vyjadrené v % dĺžky priemerného kroku prirodzenej chôdze adolescenta)

Variabilná chyba je prekvapivo vo všeobecnosti nižšia u skupiny adolescentov s rovnováhovými ťažkosťami, najvýraznejšie sú rozdiely v chodeckej úlohe 80%. V ostatných chodeckých úlohách (60%,100%,120% a 140%) sú priemery variabilných chýb oboch skupín takmer identické.

Obrázok č. 15. Závislosť celkovej chyby dĺžok krokov [cm] vzorovej chôdze vzhľadom k stanovenej dĺžke kroku u skupiny adolescentov bez ťažkostí s rovnováhou a u skupiny adolescentov s ťažkosťami v rovnováhe v jednotlivých chodeckých úlohách



Vysvetlivky: BAL- skupina adolescentov bez rovnováhových ťažkostí, BAL+ - skupina adolescentov s rovnováhovými ťažkosťami, 60%, 80%, 100%, 120% a 140% - jednotlivé chodecké úlohy (stanovené dĺžky krokov vyjadrené v % dĺžky priemerného adolescentov), hodnoty celkových chýb pri chôdzi po značkách sú v centimetroch.

Tabuľka č. 19. Celkové chyby dĺžok krokov vzorovej chôdze [cm] vzťahnuté ku stanovenej dĺžke kroku u jednotlivých adolescentov v jednotlivých chodeckých úlohách

E [cm]	60%	80%	100%	120%	140%
1. BAL-	4,9	8,3	6,8	4,8	3,4
2. BAL-	1,3	4,3	4,4	3,0	7,6
3. BAL-	6,1	7,5	3,7	8,2	3,1
4. BAL-	2,3	8,1	6,6	5,5	9,4
5. BAL-	3,2	5,8	3,7	0,8	2,6
6. BAL-	4,4	5,3	3,2	1,7	3,0
7. BAL-	3,2	3,1	2,7	3,3	1,7
8. BAL-	8,1	5,1	3,0	3,6	2,3
9. BAL-	4,4	3,0	0,7	7,2	10,1
10. BAL-	4,2	6,8	3,2	5,8	10,9
11. BAL-	7,7	12,9	1,3	7,8	7,2
12. BAL-	5,7	12,4	8,3	4,5	4,6
13. BAL-	5,8	8,2	3,9	3,3	7,0
14. BAL-	7,5	5,6	2,2	6,3	5,0
15. BAL-	4,6	9,7	3,4	8,1	4,8
16. BAL-	4,4	15,2	2,5	5,8	6,2
1. BAL+	5,2	7,6	2,4	5,0	6,4
2. BAL+	2,5	9,6	6,8	6,7	4,2
3. BAL+	4,1	3,6	2,5	1,6	4,3
4. BAL+	9,1	4,6	8,0	8,2	2,9
5. BAL+	2,7	6,5	3,3	3,0	4,3

Vysvetlivky: E – celková chyba, zn. – značka alebo stanovená dĺžka kroku, BAL- - adolescent bez rovnováhových ťažkostí, BAL+ - adolescent s rovnováhovými ťažkosťami, 60%, 80%, 100%, 120% a 140% - jednotlivé chodecké úlohy (stanovené dĺžky krokov vyjadrené v % dĺžky priemerného kroku prirodzenej chôdze adolescenta)

Hodnoty celkovej chyby z tabuľky č. 19 sa pohybujú v rozmedzí od 0,7 cm (chodecká úloha 100%) po 15,2 cm (chodecká úloha 80%) opäť obe sme zaznamenali v skupine adolescentov bez ťažkostí v rovnováhe. Priemer celkovej chyby oboch skupín je 5,3 cm, modus je 4,8 cm a medián je 4,6 cm.

Pri porovnaní priemernej celkovej chyby dĺžok krokov vzorovej chôdze vzhľadom k stanoveným dĺžkam krokov sa neukázali významné rozdiely medzi skupinami s a bez ťažkostí v rovnováhových úlohách. Hodnoty priemerov však vykazujú pomerne vysoké priemerné hodnoty celkovej chyby od 3,7 cm (v testovej úlohe 100%) až po 7,6 cm (v testovej úlohe 80%) v priemere je hodnota odchýlky 5,18 cm.

Tabuľka č. 20. Priemerná celková chyba dĺžky krokov [cm] vzorovej chôdze vzhľadom k stanovenej dĺžke kroku a hodnoty Cohenovho koeficientu veľkosti účinku pri porovnaní skupín v jednotlivých chodeckých úlohách

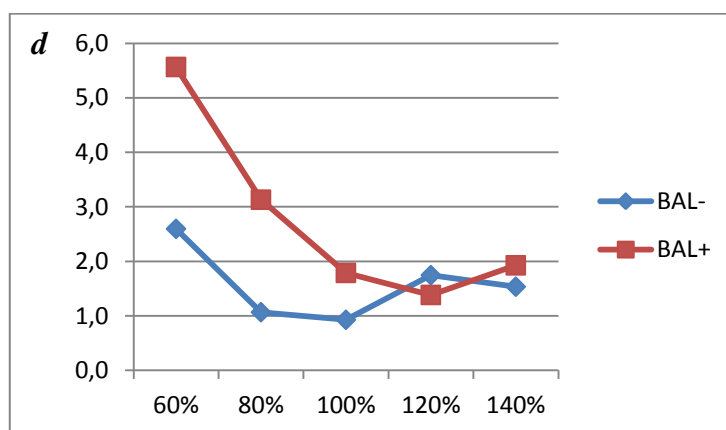
E [cm]	60%	80%	100%	120%	140%
BAL-	4,9 ± 1,8	7,6 ± 3,4	3,7 ± 1,9	5,0 ± 2,2	5,6 ± 2,8
BAL+	4,7 ± 2,4	6,4 ± 2,1	4,6 ± 2,3	4,9 ± 2,4	4,4 ± 1,1
d	0,07	0,38	-0,44	0,04	0,44

Vysvetlivky: E – priemerná celková chyba, zn. – značka alebo stanovená dĺžka kroku, BAL- - skupina adolescentov bez rovnováhových ťažkostí, BAL+ - skupina adolescentov s rovnováhovými ťažkosťami, 60%, 80%, 100%, 120% a 140% - jednotlivé chodecké úlohy (stanovené dĺžky krokov vyjadrené v % dĺžky priemerného kroku prirodzenej chôdze adolescenta), d – Cohenov koeficient veľkosti účinku

5.4.3 Klinické rozdiely dĺžok krokov v reprodukovanej a vzorovej chôdzi

Ako posledné hodnotenie dĺžok krokov uvádzame klinické rozdiely dĺžok krokov v reprodukovanej a vzorovej chôdzi. Tieto klinické rozdiely sú vyjadrené Cohenovým koeficientom veľkosti účinku (*d*) vypočítaným z priemerov štyroch hodnotených krokov reprodukovanej a vzorovej chôdze a ich združenej smerodajnej odchýlky.

Obrázok č. 16. Závislosť skupinových priemerov rozdielu dĺžky krokov v reprodukovanej a vzorovej chôdzi na type chodeckej úlohy



Vysvetlivky: BAL- skupina adolescentov bez rovnováhových ťažkostí, BAL+ - skupina adolescentov s rovnováhovými ťažkosťami, 60%, 80%, 100%, 120% a 140% - jednotlivé chodecké úlohy (stanovené dĺžky krokov vyjadrené v % dĺžky priemerného kroku prirodzenej chôdze adolescenta)

Z obrázku č. 16 vidíme, že skupina BAL+ mala na základe priemerných hodnôt Cohenových koeficientov vo všetkých chodeckých úlohách väčšie problémy s presnosťou reprodukcie vzorovej chôdze, okrem úlohy 120%.

Tabuľka č. 21. Klinické rozdiely dĺžky krokov v reprodukovanej a vzorovej chôdzi u jednotlivých adolescentov v jednotlivých chodeckých úlohách

d	60%	80%	100%	120%	140%
1. BAL-	2,2	0,4	0,2	1,3	2,3
2. BAL-	4,6	1,5	1,0	2,1	1,2
3. BAL-	2,8	0,5	0,1	4,5	0,6
4. BAL-	3,3	0,4	0,7	0,5	0,9
5. BAL-	3,2	0,5	0,6	4,2	3,1
6. BAL-	2,8	0,1	0,6	3,2	1,5
7. BAL-	0,6	0,6	0,0	1,1	3,2
8. BAL-	0,5	0,1	0,0	2,2	3,1
9. BAL-	2,1	2,0	0,4	0,6	1,6
10. BAL-	2,1	0,2	1,4	1,1	0,5
11. BAL-	4,7	0,4	2,2	0,4	0,5
12. BAL-	1,3	0,8	0,6	1,4	1,9
13. BAL-	2,0	2,2	0,9	1,2	0,6
14. BAL-	2,1	0,7	1,5	0,9	1,4
15. BAL-	4,0	4,2	3,6	1,8	0,8
16. BAL-	3,0	2,4	1,0	1,4	1,2
1. BAL+	4,3	1,2	2,8	0,3	2,7
2. BAL+	10,0	2,9	0,8	4,3	0,4
3. BAL+	4,4	3,9	2,4	0,5	3,1
4. BAL+	5,1	4,1	0,1	0,8	1,5
5. BAL+	4,1	3,5	2,8	1,0	1,9

Vysvetlivky: d – Cohenov koeficient veľkosti účinku, BAL- - adolescent bez rovnováhových ťažkostí, BAL+ - adolescent s rovnováhovými ťažkosťami, 60%, 80%, 100%, 120% a 140% - jednotlivé chodecké úlohy (stanovené dĺžky krokov vyjadrené v % dĺžky priemerného kroku prirodzenej chôdze adolescenta).

Z tabuľky č. 21 vidíme ako si jednotliví adolescenti počínali v jednotlivých chodeckých úlohách s reprodukciovou vzorovej chôdze. Červená farba Cohenovho koeficientu značí, že medzi vzorovými a reprodukovými krokmi je významný rozdiel, oranžová farba svedčí o stredne významnom rozdiely a zelená farba o malom rozdiely medzi vzorovými a reprodukovými krokmi.

Priemerné hodnoty Cohenových koeficientov sú najvyššie v chodeckej úlohe 60% (BAL- $d= 2,6 \pm 1,2$ vs. BAL+ $d= 5,6 \pm 2,2$). Tieto výsledky sú v súlade s predchádzajúcimi výsledkami a potvrdzujú, že s touto úlohou mali adolescenti najväčšie ťažkosti. Tieto tendencie vidíme u skupiny adolescentov s rovnováhovými

ťažkosťami aj v chodeckej úlohe 80% a 100%. V posledných dvoch chodeckých úlohách sa nezaznamenali významné rozdiely medzi skupinami, z čoho usudzujeme, že reprodukcia dlhších krokov bola pre skupiny adolescentov približne rovnako náročná.

5.4.4 Výsledky porovnania rýchlostí priemerov krokov reprodukovanej a vzorovej chôdze

Tabuľka č. 22. Rozdiely priemerných rýchlostí krokov v reprodukovanej a vzorovej chôdzi [m/s]

Rr-Rv [m/s]	60%	80%	100%	120%	140%
1. BAL-	-0,02	-0,10	-0,01	-0,07	-0,02
2. BAL-	0,05	-0,09	-0,06	0,01	0,01
3. BAL-	0,03	0,04	0,09	-0,09	0,00
4. BAL-	0,16	0,03	0,05	0,02	-0,12
5. BAL-	0,11	0,04	-0,14	-0,02	0,04
6. BAL-	0,07	0,03	0,00	0,15	-0,17
7. BAL-	-0,14	-0,17	0,03	-0,12	-0,10
8. BAL-	-0,22	0,00	-0,12	-0,13	-0,33
9. BAL-	-0,15	0,05	-0,08	-0,08	-0,11
10. BAL-	0,10	0,01	0,18	0,10	0,02
11. BAL-	0,16	-0,08	0,04	0,06	0,02
12. BAL-	0,07	0,13	0,12	0,13	-0,01
13. BAL-	0,11	0,08	0,09	0,01	0,02
14. BAL-	-0,02	-0,11	-0,05	-0,01	-0,08
15. BAL-	0,13	0,21	0,36	0,21	0,18
16. BAL-	0,12	0,11	-0,01	0,01	-0,09
1. BAL+	0,09	0,17	0,22	0,12	0,08
2. BAL+	0,34	0,08	-0,06	0,29	-0,03
3. BAL+	0,13	0,25	-0,01	0,01	-0,07
4. BAL+	0,38	0,18	0,24	0,34	0,12
5. BAL+	0,10	0,08	0,01	0,00	-0,01

Vysvetlivky: Rr – priemer rýchlostí krokov v reprodukovanej chôdzi, Rv – priemer rýchlostí krokov vo vzorovej chôdzi, BAL- - adolescent bez rovnováhových ťažkostí, BAL+ - adolescent s rovnováhovými ťažkosťami, 60%, 80%, 100%, 120% a 140% - jednotlivé chodecké úlohy (stanovené dĺžky krokov vyjadrené v % dĺžky priemerného kroku prirodzenej chôdze adolescenta), rozdiely priemerov rýchlostí chôdzi sú v m/s.

Kladné hodnoty v tabuľke č. 22 značia, že adolescent išiel pri reprodukcii chôdze rýchlejšie ako pri vzorovej chôdzi a naopak, záporné znamienko pri rozdiely

priemerných rýchlostí chôdzi značí, že adolescent pri reprodukcii svoju chôdzu spomalil.

Pre toto porovnanie medzi skupinami sme rozdiely priemerných rýchlostí chôdzi dali do absolútnej hodnoty opäť z rovnakého dôvodu, aby sa pôsobením znamienok nezrušila výpovedná hodnota rozdielu medzi chôdzou reprodukovanou a vzorovou.

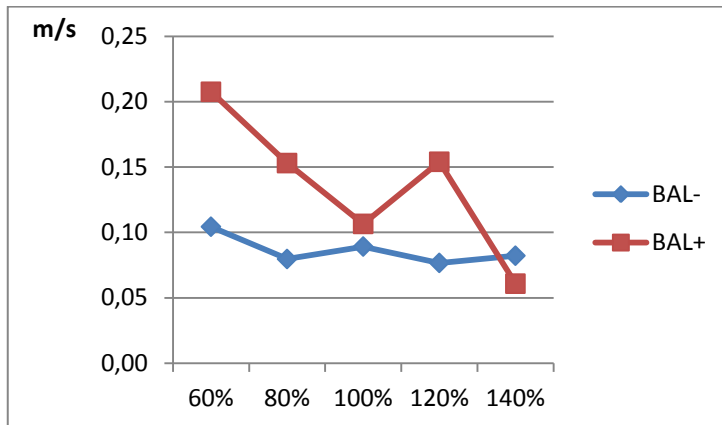
Tabuľka č. 23. Spriemerované rozdiely priemerných rýchlostí krokov [m/s] v reprodukovanej a vzorovej chôdzi a Cohenov koeficient veľkosti účinku priemerných rýchlostí chôdzi pri porovnaní skupín adolescentov v jednotlivých chodeckých úlohách

Rýchlosť [m/s]	60%	80%	100%	120%	140%
BAL-	0,10 ± 0,06	0,08 ± 0,06	0,09 ± 0,09	0,08 ± 0,06	0,08 ± 0,09
BAL+	0,21 ± 0,14	0,15 ± 0,07	0,11 ± 0,11	0,15 ± 0,16	0,06 ± 0,04
<i>d</i>	-1,28	-1,20	-0,19	-0,86	0,27

Vysvetlivky: BAL- - skupina adolescentov bez rovnováhových ťažkostí, BAL+ - skupina adolescentov s rovnováhovými ťažkosťami, 60%, 80%, 100%, 120% a 140% - jednotlivé chodecké úlohy (stanovené dĺžky krokov vyjadrené v % dĺžky priemerného kroku prirodzenej chôdze adolescenta), *d* – Cohenov koeficient veľkosti účinku

Výsledky hodnotenia rýchlosti reprodukcie vzorovej chôdze ukazujú, že skupina bez rovnováhových ťažkostí má zachovanú pomerne stabilnú rýchlosť, zatiaľ čo u skupiny adolescentov s rovnováhovými ťažkosťami vidieť väčšie výkyvy pri jednotlivých chodeckých úlohách. Pri najkratších krokoch sú najvýraznejšie odchýlky, o ktorých svedčí aj Cohenov koeficient veľkosti účinku (*d*) pri porovnaní medzi skupinami. Adolescenti s rovnovážnymi ťažkosťami v týchto úlohách svoju rýchlosť zvýšili (tento trend, ale v oveľa nižšej miere vidíme aj u adolescentov bez rovnováhových ťažkostí), postupne so zväčšením krokov sa ich chôdza spomaľovala. V chodeckej úlohe reprodukcie svojej pravdepodobne prirodzenej chôdze (100%) sú hodnoty oboch skupín podobné. Pri chodeckej úlohe 120% je hodnota rýchlosti adolescentov oboch skupín o niečo vyššia a pripomína hodnoty chodeckej úlohy 80%. V reprodukcii najdlhších krokov (chodecká úloha 140%) je rýchlosť chôdze adolescentov s rovnováhovými ťažkosťami nižšia, zrejme kvôli tomu, aby mali čas k udržaniu rovnováhy pri abnormálne dlhých krokoch.

Obrázok č. 17. Závislosť rozdielov priemerných rýchlostí reprodukovanej a vzorovej chôdze na type chodeckej úlohy u oboch skupín adolescentov



Vysvetlivky: BAL- skupina adolescentov bez rovnováhových ťažkostí, BAL+ - skupina adolescentov s rovnováhovými ťažkosťami, 60%, 80%, 100%, 120% a 140% - jednotlivé chodecké úlohy (stanovené dĺžky krokov vyjadrené v % dĺžky priemerného kroku prirodzenej chôdze adolescenta), rozdiely priemerov rýchlostí chôdzi sú v m/s.

Obrázok č. 17 ukazuje zaujímavú skutočnosť a síce, že u skupiny BAL- nie sú zaznamenané veľké výkyvy v jednotlivých chodeckých úlohách, ale majú akoby konštantný charakter.

6 DISKUSIA

6.1 Diskusia k výsledkovej časti

6.1.1 Diskusia ku charakteristike súboru adolescentov

Podľa údajov z dotazníka o pohybovej aktivite adolescentov vyplynulo v súlade s našimi predpokladmi, že skupina adolescentov bez motorických a rovnováhových ťažkostí trávila viac času týždenne športovými aktivitami. Je prirodzené, že každý sa vo svojom voľnom čase zaoberá tým, čo ho baví a naplňa a to sú zvyčajne činnosti, ktoré nám nerobia ťažkosti. To bude zjavne aj príčina, prečo adolescenti, u ktorých sme odhalili rizikovú alebo nízku úroveň rovnováhy uvádzali, že športovej aktivite sa venujú prevažne len na hodinách telesnej výchovy, prípadne sporadicky cyklistike a len jeden adolescent tejto skupiny navštevuje aj organizovaný tréning (florbal) 2 – 3 krát týždenne. U populácie detí staršieho školského veku (11 až 15 rokov), u ktorých bol skúmaný vzťah medzi pohybovou aktivitou a vývojovým deficitom motoriky, sa zaznamenal u chlapcov s motorickými ťažkosťami významne nižší počet krokov za týždeň (Kokštejn, Psotta, Frömel, Frýbort, Jahodová, & Cuberek, 2011).

S nedostatočnou pohybovou aktivitou súvisí nárast počtu jedincov s nadváhou až obezitou. Tá bola u českých 11 až 14 ročných detí skúmaná takisto v súvislosti s motorickými ťažkosťami, kde sa potvrdil signifikantný rozdiel (veľkosť účinku $ES = 0,7$) v hodnotách BMI u chlapcov staršieho školského veku, konkrétne u skupiny bez motorických ťažkostí sa BMI pohybovalo v rozmedzí $19,8 \pm 3,4$, kdežto u skupiny s motorickými ťažkosťami to bolo $22,4 \pm 5,1$ (Psotta, Kokštejn, & Vodička, 2009). V našej štúdii sme zaznamenali pomocou Cohenového koeficientu d stredne významný rozdiel v BMI medzi oboma skupinami adolescentov. U skupiny s ťažkosťami v rovnováhových úlohách bola hodnota BMI o 3,7 vyššia a táto skupina bola v priemere o 13 kg ťažšia.

Ďalej sme sa v dotazníkoch zámerne zaujímali o prekonané úrazy, operácie prípadne iné poškodenia dolných končatín, ktoré by mohli mať vplyv na hodnotenie kinestézie a skresliť výsledky. Vzhľadom na malý počet adolescentov skupiny s ťažkosťami v rovnováhových úlohách, sme u tejto skupiny objavili až dvoch adolescentov, ktorý uviedli úraz na dolnej končatine. Ten bol však už staršieho dáta a tak je otázne do akej miery mohol mať vplyv na naše merania. Podľa výsledkov, aké dosiali títo dvaja adolescenti nie je možné pripísať týmto úrazom veľkú významnosť,

pretože pri reprodukcii chôdze sme u nich nezaznamenali najvyššie hodnoty chýb. Pripísať sa k tomu mohla pravdepodobne vyššia pohybová aktivita, lebo obaja títo adolescenti uviedli, že okrem hodín telesnej výchovy sa venujú pohybovej aktivite 2 až 3 krát do týždňa a jeden dokonca aj formou organizovaného tréningu. Pri detailnejšom skúmaní výsledkov skupiny adolescentov bez ťažkostí v rovnováhových úlohách vzhľadom na údaje z dotazníkov o poškodeniach dolných končatín, kedy z celej skupiny len traja adolescenti uviedli určitý deficit sa takisto neukázala významná odlišnosť v presnosti reprodukcie vzorovej chodze. Deficity, ktoré títo adolescenti uviedli (dysplázie kyčlí, valgozita kolenných kĺbov) boli vrodené, prípadne formované postupne a tak si na ne organizmus už navykol a preto sa zrejme neprejavili pri našom hodnotení.

6.1.2 Diskusia k výsledkom Chodeckého testu kinestézie

Výsledky porovnania dĺžok krokov v reprodukovanej chôdzi s dĺžkou krokov vzorovej chôdze, ktoré mali poukázať na úroveň kinestézie, preukázali, že adolescenti s miernymi až významnými ťažkosťami v rovnováhe majú väčšie ťažkosti s presnosťou reprodukcie vzorovej chôdze. Táto skutočnosť sa nakoniec potvrdila len v chodeckých úlohách s kratšími krokmi. Tu sa pomocou Cohenovho koeficientu veľkosti účinku (d) ukazujú významné rozdiely medzi skupinami adolescentov. Dôvodom môže byť fakt, že skrátením kroku sa znižuje oporná báza, čo si vyžaduje väčšie nároky na udržanie rovnováhy. Zároveň, keď sa pozrieme ako si táto skupina počínala v našej druhej požiadavke, kedy sme žiadali, aby adolescenti zachovali rýchlosť svojej vzorovej chôdze, výsledky poukazujú na to, že pri kratších krokoch skupina adolescentov s rovnováhovými ťažkosťami svoju rýchlosť zvýšila a naopak pri najdlhších krokoch znížila. Môže tu ísť o kompenzačné mechanizmy slúžiace na udržanie rovnováhy. Nepohodlne úzka oporná báza podnecovala adolescentov s poruchami rovnováhy k zrýchleniu krokov, kdežto pri enormne dlhých krokoch sa museli najprv zastabilizovať a až potom spraviť ďalší krok, čo sa podpísalo pod spomalenie chôdze.

Cohenové koeficienty d pri porovnaní chôdze reprodukovanej a vzorovej (viď. kapitola 5.4.3) takisto potvrdzujú naše zistenie, že chodecké úlohy s kratšími krokmi robili väčšie ťažkosti v presnosti reprodukcie chôdze skupine adolescentov s rovnováhovými ťažkosťami. Pri týchto výsledkoch vykazuje aj reprodukcia „prirodzenej“ chôdze významný medziskupinový rozdiel v presnosti, čo by

podporovalo aj výsledky testu – Foot placement sense test (Debnath, Narkeesh, & Raghumahanti, 2010), ktorý nás inšpiroval pri zostavení Chodeckého testu kinestézie, v ktorom im vyšli signifikantné rozdiely pri porovnaní troch skupín – „mladší“ (17-25 rokov), „starší“ (60-76 rokov) a skupina „pacientov“.

Porovnanie dĺžok krokov vzorovej chôdze k stanovenej dĺžke krokov, ktoré slúži na doplnenie výsledkov, ukazuje na to, ako sa jedincom darilo zachovať pri vzorovej chôdzi stanovenú dĺžku zmeneného kroku. V medziskupinovom porovnaní sa neobjavili významne rozdiely v dodržaní nášho pokynu.

6.2 Vyjadrenie k miere platnosti, limitom práce a odporúčania k ďalšiemu výskumu

Na základe výsledkov nie je možné zaujať jednoznačné stanovisko k Chodeckému testu kinestézie ako celku, pretože sa nám nepotvrdili vo všetkých chodeckých úlohách výrazné rozdiely v schopnosti reprodukovať časopriestorový vzorec chôdze medzi jedincami s normálnou úrovňou rovnováhy a jedincami s vývojovo podmienenými ťažkosťami v rovnováhe.

Výsledky ukazujú, že reprodukcia najdlhších krokov (chodecká úloha 140%, t.j. o dĺžke 140% dĺžky krokov prirodzenej chôdze) robila ťažkosti v presnosti reprodukcie dĺžok krokov aj jedincom bez rovnovážnych ťažkostí, ktorý mali v chodeckej úlohe 140% dokonca (aj keď len nepatrne) horšie výsledky ako adolescenti s ťažkosťami v rovnováhových úlohách, u ktorých sme očakávali, že budú mať s touto úlohou väčšie problémy. Validitu chodeckej úlohy 140% nemôžeme potvrdiť, pretože sa nepreukázal významný rozdiel v reprodukcii takto zmenenej chôdze medzi skupinami adolescentov. Táto úloha nemá natoľko výpovednú hodnotu pravdepodobne preto, že pri najdlhších krokoch išli adolescenti častokrát do maximálnej dĺžky svojich krokov, preto si túto dĺžku lepšie zapamätali a boli presnejší v reprodukcii.

Avšak, čo sa týka výsledkov analýzy rýchlosti, ako druhého nášho požiadavku pri zadávaní úlohy, ukazuje sa, že skupina adolescentov s rovnováhovými problémami mala s touto úlohou väčšie ťažkosti, pretože svoju chôdzu spomalila (no možno vďaka tomu si zabezpečila lepšiu presnosť v dĺžke krokov). Avšak za zváženie stojí prehodnotiť vhodnosť nami zvolenej modifikácie + 40% (chodecká úloha 140%), či by nebola vhodnejšia iná percentuálna modifikácia, ako napríklad + 30%.

V prípade reprodukcie krokov o 20% dlhších (chodecká úloha 120%) sa nemuseli rozdiely ukázať pretože mohlo ísť o dĺžku krokov blížiacu sa k ich prirodzenej chôdzi. V testovej úlohe 100% sme taktiež nezaznamenali významné rozdiely medzi skupinami adolescentov, avšak skupina s ťažkosťami v rovnováhových úlohách vykazovala pri všetkých priemerných hodnotách všetkých typov chýb o niečo horšie výsledky v porovnaní so skupinou adolescentov bez ťažkostí s rovnováhou.

Ako validné pre hodnotenie kinestézie sa ukazujú najviac úlohy reprodukcie chôdze s krokmi o dĺžke 60% a 80% dĺžky krokov prirodzenej chôdze, predovšetkým reprodukcia najkratších (60%) krokov), pretože u nich sme zaznamenali najvýraznejšie rozdiely medzi skupinami adolescentov.

6.2.1 Limity diplomovej práce

Neočakávali sme, že testom MABC-2 bude odhalené pomerne malé množstvo adolescentov ($n = 5$) v riziku vzniku vývojovej poruchy pohybovej koordinácie následkom nízkeho skóre v rovnováhových úlohách. Následkom toho nám vznikol výrazne nerovnomerný počet adolescentov v skupinách, ktorý sme však ošetrili vypočítaním združenej smerodajnej odchýlky pri výpočtoch Cohenovho koeficientu veľkosti účinku (d). Cohenov koeficient d ako charakteristika vecnej, resp. klinickej významnosti je však dostatočne robustný pre skupiny s malým alebo odlišným počtom jedincov v porovnávaných skupinách.

V skupine piatich adolescentov s ťažkosťami v rovnováhových úlohách hodnotených testom MABC-2 sa navyše objavili až dvaja adolescenti s prekonaným úrazom na dolnej končatine, čo sa mohlo takisto podpísať na zhoršení výsledkov tejto skupiny.

Ďalším limitom tejto práce mohol byť malý počet vyhodnocovaných krokov ($n = 4$). Pre presnejšie štatistické zhodnotenie by bol vhodnejší väčší počet krokov. My sme sa napriek tomu rozhodli pre dva krokové cykly, t.j. štyri kroky predovšetkým z dôvodu limitu meracieho zariadenia, pri podmienke najdlhších krokov.

Problémom mohla byť aj úvodná inštrukcia, kedy sme adolescentov požiadali, aby prešli svojou prirodzenou chôdzou medzi lištami meracieho zariadenia pred samotnými testovými úlohami. Môže sa stať, keď sa dá povel kráčať prirodzene, človek sa nad tým príliš zamýšľa ako asi chodí, či je to jeho bežná chôdza, a nemusí ísť ako

chodí bežne. Avšak nebolo iným spôsobom možné zistiť dĺžku ich prirodzeného kroku a potom na základe čoho určovať vzdialenosti medzi nalepenými značkami.

Ďalším diskutabilným bodom a zároveň podnetom na ďalší výskum sa ukazuje vhodnosť stanovenia chodeckých úloh. Výsledky ukázali, že kratšie kroky boli vhodnejšie, zatiaľ čo pri testovej úlohe 140% dosahovala väčšina adolescentov oboch skupín svoje maximálne dĺžky krokov. Tým sa úloha zjednodušila a nezaznamenali sme ani výrazné rozdiely medzi skupinami adolescentov. Možno by bolo v budúcnosti vhodnejšie zistiť maximálne kroky adolescenta a z tejto vzdialenosti rôzne uberať a sledovať schopnosti reprodukcie. Opatrní treba byť aj pri určovaní dĺžky najkratších krokov, aby sa nestalo, že testovaní jedinci využijú dĺžku svojho chodidla a budú chodiť v štýle tandemovej chôdze. Nevýhodou v tomto prípade by bola aj neznalosť adolescentovej dĺžky kroku pri jeho prirodzenej chôdzi, kedy by sa zrejme výrazné rozdiely v reprodukcii nepreukázali.

Meracie zariadenie Optojump Next umožňovalo zaznamenať aj iné ako nami vyhodnotené parametre (t.j. dĺžky krokov a ich rýchlosť), napríklad sme pôvodne zamýšľali vyhodnotiť aj jednotlivé fázy krokového cyklu, tempo a pod. Avšak pri meraniach sa ukázalo, že tieto parametre by poskytli skreslené výsledky, pretože adolescentom častokrát robilo problém trafiť sa na vyznačené značky. Ich chôdza nebola bežná, plynulá. Okrem toho tieto parametre neboli zahrnuté v inštrukcii, ktorá znela: „Jdi stejně dlouhým krokem a stejnou rychlostí jako v předchozí chůzi“.

6.2.2 Odporúčania pre ďalší výskum

Vymeriavanie/lepenie/odlepovanie značiek na podlahu bolo časovo aj fyzicky dosť náročné, preto by bolo dobré vymyslieť do budúcnosti zjednodušenie tohto procesu. Napríklad použitím sklenenej dosky, pod ktorou by bola svetelná plocha, ktorá by sa dala programovať tak, aby vysvietila miesta, kde má adolescent stupiť a zároveň by vedela zaznamenať časovo-priestorové charakteristiky chôdze, prípadne aj tlakové údaje a priemet ťažiska. Alebo by sa mohol použiť aspoň projektor, ktorý by naznačoval, kde má adolescent stupiť a časopriestorové parametre by meral prístroj Optojump/Optogait. Takto by sa mohli rýchlejšie a jednoduchšie vyskúšať aj iné percentuálne modifikácie krokov.

Metodika našej chodeckej úlohy by sa mohla pozmeniť ako sme už uviedli vyššie v limitoch práce, že namiesto prirodzenej chôdze by sa na začiatku zisťovala maximálna dĺžka kroku a z nej by sa odrátavali percentuálne modifikácie.

Pre ďalšie overenie platnosti tohto testu by bolo vhodné ho porovnať aj s bežnými testami používanými pre hodnotenie rovnováhy, a predovšetkým s doteraz využívanými testami kinestézie, či už z klinickej praxe, alebo pomocou výskumných metód, ktoré disponujú aj rôznymi, v súhrne poznatkov spomenutými prístrojmi, ako sú napr. elektrické goniometre.

Vhodné by bolo v budúcnosti týmto spôsobom testovania otestovať aj iné skupiny jedincov ako je adolescentná skupina mužov. Dali by sa porovnávať rôzne vekové skupiny, mohla by sa skúmať a porovnávať mužská a ženská populácia. Po ďalšom podrobnejšom skúmaní a určení hodnotiacej škály by sa mohla táto forma testovania dostať aj do klinického prostredia, kde by slúžila na odhaľovanie deficitov v kinestézii, prípadne by sa mohla uplatniť aj pri výbere športovo nadaných detí.

6.3 Diskusia k rôznym prístupom k hodnoteniu kinestézie

Iné výskumy, ktoré by obdobným spôsobom (modifikovaním dĺžok krokov) hodnotili kinestéziu sme v publikovanej literatúre nenašli. Jedinou štúdiou, ktorá na základe chôdze hodnotila kinestéziu bola od Debnath, Narkeesh, a Raghumahanti, ktorí sa snažili sformulovať integrovanú propioceptívnu skrínigovú škálu. Tá obsahovala okrem iných jeden test nazvaný „foot placement sense test“, ktorý spočíval v úlohe prejsť prirodzenou („pohodlnou“) chôdzou po 3,66 m (12 feet) dlhom papieri a zapamätať si polohu každého kroku. Potom boli vyzvaní chôdzu zreprodukovať bez toho, aby sa pozerali dole. Zaznamenala sa vzdialenosť medzi novo zreprodukovanou a pôvodnou stopou a potom sa porovnával priemer týchto chýb (Debnath, Narkeesh, & Raghumahanti, 2010).

Kinestézia, ak sa chápe v jej užšom význame (pohybocit) a interpretuje sa ako schopnosť detekcie pohybu v kĺbe, hodnotí sa zvyčajne rôznymi spôsobmi hlavne v závislosti od prístroja, alebo metodiky. Základná myšlienka je však vždy zachovaná a síce, že sa pomaly pohybuje vybraným (prevažne distálnym) kĺbom v normálnom rozsahu pohybu a testuje sa, či je alebo nie je testovaný schopný určiť jednotlivé

pohyby a ich začiatok. Úroveň kinestézie sa určuje na základe počtu správnych odpovedí. Obdobne polohocit, ak sa hodnotí všeobecne, tak úlohou testovaného je, aby zaujal referenčnú pozíciu, ktorá mu bola predtým na ňom predvedená. Opäť však existujú rôzne spôsoby ako túto schopnosť otestovať. Použiť sa môžu napríklad vizuálne analógové stupnice, ukázanie pozície pomocou kontralaterálnej končatiny, alebo tou istou končatinou a to buď aktívne alebo pasívne. Výsledky sú obvykle vyjadrené priemernou absolútnou hodnotou chyby posúdenia polohy kĺbu, alebo tak ako aj v tejto práci sa pri vyhodnocovaní používajú skutočné chyby s uvedením ich priemerov a smerodajných odchýlok (Konradsen, 2002). Spôsobov ako sa hodnotí kinestézia je mnoho, no v klinickej praxi chýba komplexný nástroj na jej hodnotenie, ktorý by mal aj svoju škálu, podľa ktorej by sa jednoznačne posúdilo, či jedinec má alebo nemá problémy s kinestéziou a v akej miere.

Keď si pozrieme predchádzajúce snahy o výskum hodnotenia kinestézie, ako sú napríklad v teoretickej časti popísané napríklad Kinaesthetic sensitivity test od Laszla a Bairstowa z 80. rokov minulého storočia alebo novodobejšie hodnotenie aj s využitím inteligentných technológií z roku 2008 od Smits-Engelsman a Duysens v ich „The line copy task“ vidíme, že sa zamerali na hodnotenie kinestézie len v rámci hornej končatiny. Je otázne, či je tento fakt náhodný, alebo sa autori testov schválne zamerali len na hodnotenie kinestézie horných končatín. Možno chceli využiť ich väčšiu citlivosť, keďže pomocou ruky a hornej končatiny manipulujeme s predmetmi, prípadne vylúčiť iné vplyvy ako napríklad rovnováhu, prípadne gravitáciu. Eventuálne mohli uprednostniť praktické dôvody, ako napríklad priestorovú nenáročnosť, ľahšiu prístupnosť a pod. So špecializovaním sa na dolné končatiny nájdeme často výskumy, kde sa hodnotí kinestézia v rámci nestabilit členkových kĺbov, prípadne u skupín s artrózami, keďže tu sa predpokladá znížená schopnosť propiocepcie. Napríklad výskum Taiwanskej univerzity sa zameral práve na skupinu pacientov s gonartrózou. Zostavili pre nich intervenčný šesť týždňový program, ktorý mal posilniť kinestetické vnemy pomocou tzv. „The target-matching foot-stepping exercise“. Išlo v podstate o hru, pri ktorej mali stúpať na jedno zo štyroch počítačom určené políčko, ktoré ležalo v jednom zo štyroch kvadrantov na ploche o šírke 57x57 cm. Jednotlivé cieľové políčka boli od stredu, čiže východiskovej polohy vzdialené 10 cm. Obtiažnosť bolo možné meniť po dosiahnutí limitov pomocou rýchlosti od najpomalšej po najrýchlejšiu. Pre výber adolescentov a hodnotenie kinestézie používali elektronický goniometer, ktorý

hodnotil chybu repozície kolenného kĺbu vzhľadom na stanovené polohy v rozmedzí 0° až 45° a 45° až 90° flexie kolena. Rehabilitačné činnosti, ako je nácvik rovnováhy, koordinácie alebo silový tréning nôh sa ukazujú ako vhodné pri znižovaní kinestetických chýb (Jan, Tang, Lin, Tseng, Lin & Lin , 2008).

Na základe vyššie uvedených charakteristík a popisov testov hodnotenia kinestézie by sme na záver tejto kapitoly uviedli výhody a nevýhody nami zostaveného Chodeckého testu kinestézie.

Jednou z jeho výhod je, že hodnotí kinestéziu na základe človeku najprirodzenejšieho pohybu. Z toho dôvodu je vhodný pre veľké spektrum ľudí – od detí, ktoré budú vo veku porozumieť zadaniu chodeckých úloh (cca 6 rokov) až po staršiu populáciu, ktorá bude ešte schopná samostatnej lokomócie (bez kompenzačných pomôcok). Test je pomerne nenáročný na rozmerné a nákladné prístroje (ako pri „Foot placement sense test“ sa dá využiť iba rolka papiera a farba na zanechávanie stôp). My sme na zaznamenávanie časopriestorových charakteristík použili meracie zariadenie Optojump Next, ktoré je ešte pomerne nové na trhu a jeho cena sa pohybuje v tisíckach eur. Spoločnosť MicroGate však vytvorila a vyvíja i podobný prístroj – OptoGait, ktorý sa už podľa názvu zameriava na hodnotenie chôdze a používa sa predovšetkým v rehabilitačných zariadeniach. Obe zariadenia sú ľahko prenosné a zaradené do kategórie nízko-nákladových meracích zariadení. Ďalšie výhody plynúce z použitia meracieho zariadenia Optojump Next sú objektívnosť a vysoká presnosť.

Nevýhodou testu je, že nie je možné určiť kinestéziu jednotlivých kĺbov, alebo končatín a nemožnosť testovať úplne všetky vekové kategórie. Okrem toho pre úplnú presnosť je vhodné meracie zariadenie typu Optojump/Optogait, ktoré nemusí byť vždy prístupné, či už z priestorového alebo finančného dôvodu.

Pre efektívne a rýchle prevedenie testu sú potrebné minimálne 3 osoby, ktoré realizujú test (jedna osoba - obsluha PC a inštruovanie adolescentov, dve osoby - lepenie a odstraňovanie značiek), čo môže byť nevýhodou, ktorá by sa však zjednodušením metodiky lepenia/znázorňovania značiek dala ľahko odstrániť.

7 ZÁVERY

Primárnym cieľom diplomovej práce bolo overiť validitu navrhnutého Chodeckého testu kinestézie u adolescentných mužov. Výsledky porovnávania chýb v reprodukcii krokov u skupín adolescentov s odlišnou úrovňou rovnováhových schopností potvrdili validitu chodeckých úloh so skrátením dĺžky priemerného kroku. Najvýznamnejšie rozdiely medzi skupinami adolescentov boli zaznamenané v chodeckej úlohe 60% dĺžky krokov prirodzenej chôdze a to pri porovnaní troch typov chýb ale aj pri zisťovaní vecnej významnosti pomocou Cohenovho koeficientu *d*. Obdobné výsledky sme zaznamenali aj v chodeckej úlohe 80% dĺžky priemerného kroku, avšak už nie u všetkých typov chýb a nie v takom rozsahu ako pri výraznejšom skrátení v chodeckej úlohe 60% prirodzeného kroku.

Pri reprodukcii prirodzenej chôdze sme pomocou celkovej chyby (E) nezaznamenali významný rozdiel medzi skupinami testovaných adolescentov v reprodukcii vzorových krokov. Pri doplnkovom hodnotení reprodukcie krokov vzorovej chôdze k stanovenej dĺžke krokov, ktoré malo poukázať ako presne dodržali adolescenti pokyn stupiť na značku sa ukázal stredne významný rozdiel medzi skupinami pri konštantnej chybe a významný pri absolútnej konštantnej chybe.

Chodecké úlohy 120 a 140% sa neukazujú ako validné, pretože u reprodukcie takto predĺžených krokov sa nepreukázal významný rozdiel medzi našimi skupinami adolescentov. V chodeckej úlohe 120% sa zaznamenala stredná významnosť rozdielu len pri konštantnej chybe a v chodeckej úlohe 140% bola stredná významnosť rozdielov skupín v celkovej chybe. Paradoxne skupina s rovnováhovými ťažkosťami vykázala v tomto prípade nižšiu hodnotu celkovej chyby.

Výpovednejším ukazovateľom sa zdá byť rýchlosť chôdze, kedy sa ukazuje, že v skupine adolescentov bez motorických a rovnováhových ťažkostí má rýchlosť chôdze konštantnejšie hodnoty, zatiaľ čo u skupiny adolescentov s rovnováhovými ťažkosťami sa pri rôznych testových úlohách rýchlosť mení s tendenciami k spomaleniu pri chodeckých úlohách s najdlhšími krokmi.

Pre vyslovenie definitívnych záverov k vhodnosti zaradenia Chodeckého testu kinestézie do batérií testov hodnotiacich senzomotorické funkcie bude potrebné ďalšie zisťovanie jeho reliability alebo overovanie aj iných typov validity ako napr. obsahovej, kritériovej alebo ekologickej validity. Pred klinickým použitím testu bude nutné

otestovať početnejšie súbory jedincov a určiť populačné normy chýb, aby sa dala konkrétne posúdiť úroveň kinestézie.

Do budúcnosti by bolo vhodné zjednodušiť metodiku a upraviť percentuálne modifikácie, ktoré sme stanovili najmä pre dlhšie kroky, u ktorých sa nepreukázala validita. Pri meraniach sa ukázalo, že kroky chodeckej úlohy 140% dĺžky prirodzeného kroku boli zrejme príliš dlhé a adolescenti sa zväčša snažili robiť maximálne dlhé kroky. Pre ďalší výskum by bolo zaujímavé zistiť aké sú rozdiely medzi skupinami aj v iných ako nami vyhodnocovaných parametroch (t.j. dĺžky krokov a ich rýchlosti). Napríklad by sa dali porovnať dĺžky jednotlivých krokových fáz.

Hodnotenie kinestézie je v praxi často podhodnocované, prípadne sa používa len zriedka, dôvodom čoho je aj absencia relevantného spôsobu jej testovania. Pritom znalosť jej úrovne nám poskytuje dôležité informácie pre hodnotenie účinkov rehabilitačného programu, ale aj únavy. Prostredníctvom tejto práce sme priniesli jednu z možných ciest pri vytváraní testov hodnotiacich túto významnú senzorickú schopnosť človeka.

8 ZHRNUTIE

Diplomová práca obsahuje v teoretickej časti súhrn poznatkov o kinestézii, jej úlohe v riadení pohybu, vývoji v priebehu života a jej spojitosti s rovnováhou a diagnózou vývojovej poruchy pohybovej koordinácie. Najvýznamnejšiu kapitolu tejto časti tvorí kapitola zaoberajúca sa doterajšími spôsobmi hodnotenia kinestézie, kde sú popísané najčastejšie využívané metódy, niektoré konkrétne predchádzajúce pilotné štúdie, ktoré sa snažili presnejšie hodnotiť kinestetické ťažkosti jedincov a okrem toho sa v tejto kapitole nachádzajú aj poznámky k metodológii hodnotenia kinestézie.

Výskumná časť práce overuje konštruktívnu validitu navrhnutého Chodeckého testu kinestézie v jeho jednotlivých piatich chodeckých úlohách u skupín adolescentných chlapcov s odlišnou úrovňou rovnováhových schopností. Významné rozdiely sa ukázali iba v reprodukciách kratších krokov, t.j. s dĺžkou krokov zodpovedajúcou 60% a 80% dĺžky krokov prirodzenej chôdze. Pri porovnávaní rýchlostí chôdze vzorovej a reprodukovanej sa ukázalo, že adolescenti bez zistených porúch v rovnováhe si zachovávali pomerne konštantnú rýchlosť, zatiaľ čo adolescenti s rovnováhovými ťažkosťami vykazovali rôzne veľké výchylky v závislosti od chodeckej úlohy.

Po podrobnejšom zisťovaní validity Chodeckého testu kinestézie predovšetkým na väčšej vzorke populácie, prípadne menšej obmene v metodike, predpokladáme, že test by v budúcnosti mohol rozšíriť testové batérie o zhodnotenie úrovne jednej z najvýznamnejších sensorických schopností, ktorá je nevyhnutná pre koordinovaný pohyb.

9 SUMMARY

The thesis includes a summary of theoretical knowledge of kinaesthesia, its role in the control of movement, development in the course of life and its relationship with balance and diagnosis of the developmental coordination disorder. The most important chapter of this section constitutes of the chapter dealing with present methods of evaluation of kinaesthesia, which describe the most commonly used methods, some specific previous pilot studies that have tried to accurately assess the kinaesthetic difficulties of individuals and additionally, this chapter also gives notes on the methodology of kinaesthesia assessment.

The research part of the thesis verifies the construct validity of the proposed kinaesthetic test of walk including five types of walk with different step length in groups of adolescent boys with different levels of balance abilities. Significant differences are revealed only in the reproductions of shorter steps, namely steps of a length equal to 60% and 80% of the natural walk action. When comparing model and reproduced walking speed, it has been shown that adolescents with no identified disorders in balance maintained a relatively constant speed, while adolescents with difficulties in balance showed different levels of variation, depending on the walk task.

Upon closer examination of the validity of the kinaesthetic test of walk, especially on a larger population sample, or a smaller variation in methodology, we assume that in future the test could extend test batteries with an assessment of the level of one of the most important sensory abilities, which is essential for coordinated movement.

10 REFERENČNÝ ZOZNAM

- American Psychiatric Association (2000). *Diagnostic and statistical manual of mental disorders (4th edition), Text Revision*. Washington DC: Author.
- American Psychiatric Association (2013). *Diagnostic and statistical manual of mental disorders (5th ed.)*. Washington, DC: Author.
- Cohen, H. L., Battersby, W. S., Regnat, K., & Feldman L. (1981). A kinesthesiometer for assessing digital passive movement sensitivity in man. *Behavior Research Methods & Instrumentation*, 13(3), 334-336.
- Cohen, J. (1988). *Statistical power analysis for the behavioral sciences (2nd Edition)*. Hillsdale: Lawrence Erlbaum.
- Coleman, R., Piek, J. P., & Livesey, D. J. (2001). A longitudinal study of motor ability and kinaesthetic acuity in young children at risk of developmental coordination disorder. *Human Movement Science*, 20(1-2), 95-110.
- Čelikovský S. (1974). *Antropomotorika: teorie tělesných cvičení*. Praha: Státní pedagogické nakladatelství.
- Čelikovský, S. (1990). *Antropomotorika pro studující telesnou výchovu*. Praha: Státní pedagogické nakladatelství.
- Debnath, U., Narkeesh, A. & Raghumahanti, R. (2010). Formulation of integrated proprioceptive screening scale and testing of its sensitivity, reliability and validity. *Journal of Exercise Science and Physiotherapy*, 6(2), 78-87.
- Doležajová, L., & Lednický, A. (2010). Ako ďalej v diagnostike koordinačných schopností? In: Majherová, M. et al. (Eds.). *Pohybová aktivita v živote človeka: Pohyb detí* (pp. 140-145). Prešov: Prešovská univerzita v Prešove.
- Dover, G., & Powers M. E. (2003). Reliability of joint position sense and force-reproduction measures during internal and external rotation of the shoulder. *Journal of Athletic Training*, 38(4), 304-310.
- Dunn, W., Griffith, J. W., Morrison, M. T., Tanquary, J., Sabata, D., Victorson, D., Carey, L. M., & Gershon, R. C. (2013). Somatosensation assessment using the NIH Toolbox. *Neurology*, 80(3), 41-44.
- Elliott, J. M., Connolly, K. J., & Doyle, A. J. R. (1988). Development of kinaesthetic sensitivity and motor performance in children. *Developmental Medicine & Child Neurology*, 30(1), 80-92.

- Fendrychová, J. (2007). Kinestetika v ošetrování novorozenců. *Pediatric pro praxi*, 3, 188-189.
- Gandevia, S. C., McCloskey, D. I., & Burke, D. (1992). Kinaesthetic signals and muscle contraction. *Trends Neuroscience*, 15(2), 62-5.
- Geuze, R. H. (2007). *Developmental coordination disorder: A review of current approaches*. Marseille: Solal.
- Goble, D. J. , Coxon, J. P., Wenderoth, N., Van Impe, A., & Swinnen S. P. (2009). Proprioceptive sensibility in the elderly: Degeneration, functional consequences and plastic-adaptive processes. *Neuroscience and Biobehavioral Reviews*, 33, 271-278.
- Goble, D. J., Lewis C. A., Hurvitz, E. A., & Brown, S. H. (2005). Development of upper limb proprioceptive accuracy in children and adolescents. *Human Movement Science*, 24, 155-170.
- Gúth, A. (2011). *Fyziológia - neurofyziológia : vybrané kapitoly pre študentov v oblasti rehabilitácie a ošetrovatel'stva* (2. vydanie). Bratislava: Liečreh Gúth.
- Henderson, S. E., Sugden, D. A., & Barnett, A. L. (2007). *The Movement assessment battery for children-2nd edition*. London: Harcourt Assessment.
- Hopkins, B. (1972). Proprioception and/or kinesthesia. *Perceptual and Motor Skills*, 34, 431-435.
- Horvat, M., Block, M. E., & Kelly, L. E. (2007). *Developmental and adapted physical activity assessment* (3rd ed.). Champaign, Ill.: Human Kinetics.
- Hulme, C., Biggerstaff, A., Moran, G., & McKinlay, I. (1982). Visual, kinaesthetic and cross-modal judgements of length in normal and clumsy children. *Developmental Medicine and Child Neurology*, 24, 461-471.
- Jan M. H., Tang P. F., Lin J. J., Tseng S. C., Lin Y. F., & Lin D. H. (2008). Efficacy of a target-matching foot-stepping exercise on proprioception and function in patients with knee osteoarthritis. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy*, 38(1), 19-25.
- Janíková, D. (1998). *Fyzioterapia. Funkčná diagnostika lokomočného systému I.* Martin: Osveta.
- Jelínková, J., Krivošíková, M., & Šajtarová, L. (2009). *Ergoterapie*. Praha: Portál.
- Kirbyová, A. (2000). *Nešikovné dítě: dyspraxie a další poruchy motoriky: diagnostika, pomoc, podpora, cesta k nezávislosti* (D. Tomková, Trans.). Praha: Portál.

- Kokštejn, J., Psotta, R., Frömel, K., Frýbort, P., Jahodová, G., & Cuberek, R. (2011). Pohybová aktivita dětí s vývojovým deficitem motoriky. *Česká kinantropologie*, 15(3), 76-88.
- Kolář, P. et al. (2009). *Rehabilitace v klinické praxi*. Praha: Galén.
- Kolář, P., Smržová, J., & Kobesová, A. (2011). Vývojová dyspraxie, senzomotorická integrace a jejich vliv na pohybové aktivity a sport. *Medicina Sportiva Bohemica & Slovaca*, 20(2), 66-81.
- Kollárovits, Z., & Gerhát, Š. (1993). Hodnotenie kinesteticko-diferenciačných schopností. *Telesná Výchova a Šport*, 3(1), 14-18.
- Konradsen, L. (2002). Factors contributing to chronic ankle instability: Kinesthesia and joint position sense. *Journal of Athletic Training*, 37(4), 381-385.
- Kramer, M., Honold M., Hohl K., Bockholt U., Rettig A., Elbel M., & Dehner, Ch. (2009). Reliability of a new virtual reality test to measure cervicocephalic kinaesthesia. *Journal of Electromyography and Kinesiology*, 19(5), 353-361.
- Laczo, E., Buzgó, G., Cihová, I., Cvečka, J., Kalinková, M., & Rupčík, Ľ. (2014). *Rozvoj a diagnostika pohybových schopností detí a mládeže*, Bratislava: Národné športové centrum v spolupráci s Fakultou telesnej výchovy a športu Univerzity Komenského v Bratislave.
- Largo, R. H., Fischer, J. E., & Rousson, V. (2003). Neuromotor development from kindergarten age to adolescence: Developmental course and variability. *Swiss Medical Weekly*, 133, 193-199.
- Laszlo, J. I. (1990). Child perceptuo-motor development: Normal and abnormal development of skilled behaviour. In Hauert et al. (Eds.). *Advances in Psychology, Developmental Psychology: Cognitive, perceptuo-motor and neuropsychological perspectives* (vol. 64, pp. 273-308). North Holland: Elsevier science publishers.
- Laszlo, J. I., & Bairstow, P. J. (1983). Kinaesthesia: Its measurement, training and relationship to motor control. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 35, 411-421.
- Laufer, Y., Hocherman, S., & Dickstein, R. (2001). Accuracy of reproducing hand position when using active compared with passive movement. *Physiotherapy Research International*, 6(2), 65-75.
- Livesey, D. J. (2002). Age differences in the relationship between visual movement imagery and performance on kinesthetic acuity tests. *Developmental Psychology*, 38(2), 279-287.

- Longstaff, J. S. (2003). A Model for practical kinesthesia. Poster presentation at the 13th annual Conference of the International Association for Dance Medicine & Science (IADMS). London: LABAN. Retrieved 2.11.2013 from EBSCO database on the World Wide Web: http://www.laban-analyses.org/jeffrey/2003_model_practical_kinesthesia/kinesthesia_review.html
- Měkota, K. (1973). *Měření a testy v antropomotorice* (Vols 1-2). Olomouc: Rektorát Univerzity Palackého.
- Měkota, K., & Novosad, J. (2005). *Motorické schopnosti*. Olomouc: Univerzita Palackého.
- Mezinárodní klasifikace nemocí. Desátá revize. (2008). Geneva: World Health Organization.
- Opavský, J. (2003). *Neurologické vyšetření v rehabilitaci pro fyzioterapeuty* [Vysokoškolská skripta]. Olomouc: Univerzita Palackého.
- Orel, M., Facová, V., Anzenbacher, P., Heřman, M., Kaláb, M., Křupka, B., Obereignerů, R., Řehan, V., Šimonek, J., Večeřa, R., & Veselý, J. (2009). *Člověk, jeho mozek a svět*. Praha: Grada Publishing
- Pickett, K., & Konczak, J. (2009). Measuring kinaesthetic sensitivity in typically developing children. *Developmental Medicine & Child Neurology*, 51(9), 711-716.
- Piek, J. P., & Dyck, M. J. (2004). Sensory-motor deficits in children with developmental coordination disorder, attention deficit hyperactivity disorder and autistic disorder. *Human Movement Science*, 23, 475-488.
- Piek, J. P., Pitcher, T M., & Hay, D.A. (1999). Motor coordination and kinaesthesia in boys with attention deficit-hyperactivity disorder. *Developmental Medicine & Child Neurology*, 41, 159-165.
- Proske, U. (2006). Kinesthesia: The role of muscle receptors. *Muscle & Nerve*, 34(5), 545-558.
- Proske, U., & Gandevia, S. (2009). The kinaesthetic senses. *The Journal of Physiology*, 587(17), 4139-4146.
- Psotta, R., Inventář pohybových dovedností MABC-2 (dosud nepublikováno).
- Psotta, R., & Hendl, J. (2012). Movement assessment battery for children – second edition: Cross-cultural comparison between 11–15 year old children from the Czech Republic and the United Kingdom, *Acta Universitatis Palackianae Olomucensis. Gymnica*, 42(3), 7-16.

- Psotta, R., Kokštejn, J., & Vodička, P. (2009). Nadváha a obezita u českých 11-14letých dětí s motorickými obtížemi a bez motorických obtíží. *Česká kinantropologie*, 13(2), 75-83.
- Ribeiro, F., & Oliveira, J. (2011). Factors influencing proprioception: What do they reveal? Dr Vaclav Klika (Ed.), *Biomechanics in Applications*. Rijeka: InTech, Retrieved 25.10.2013 from EBSCO database on the World Wide Web: <http://www.intechopen.com/books/biomechanics-in-applications/factors-influencing-proprioception-what-dothey-reveal>
- Rizzetto, S. (2009-2014). What is Optojump. Bolazano, Italy: Microgate Srl. Retrieved 29.1.2014 from Google Search on the World Wide Web: <http://www.optojump.com/What-is-Optojump.aspx>
- Rosker, J., & Sarabon, N. (2010). Kinaesthesia and methods for its assessment: Literature review. *Sport Science Review*, 19(5-6), 165-280.
- Sedláček, J., & Lednický, A. (2010). *Kondičná atletická príprava, vybrané kapitoly*. Bratislava: Slovenská vedecká spoločnosť pre telesnú výchovu a šport. Retrieved 5.10.2013 from World Wide Web: http://www.fsport.uniba.sk/uploads/media/Kondicna_atleticka_priprava.pdf
- Schmidt, R. A., & Lee, T. D. (2011). *Motor control and learning: A behavioral emphasis*. Champaign, Ill: Human Kinetics.
- Schoemaker, M. M., Niemeijer, A. S., Flapper, B. C., & Smits-Engelsman B. C. (2012). Validity and reliability of the movement assessment battery for children-2 Checklist for children with and without motor impairments. *Developmental Medicine & Child Neurology*, 54(4), 368-375.
- Schulz, J., Henderson, S. E., Sugden, D. A., & Barnett A. L. (2011). Structural validity of the movement ABC-2 test: Factor structure comparisons across three age groups. *Research in Developmental Disabilities*, 32, 1361–1369.
- Smits-Engelsman, B. C., & Duysens J. (2008). The Line Copy Task for kinesthesia and internal movement representation: Application in children. *Human Movement Science*, 27, 682-694.
- Steinberg, L. (1989). *Adolescence* (2nd edition). New York: McGraw-Hill Publishing Company.
- Stillman, B. C. (2002). Making sense of proprioception: The meaning of proprioception, kinaesthesia and related terms. *Physiotherapy*, 88(11), 667-676.

- Suetterlin, K., J., & Sayer, A., A. (2014). Proprioception: Where are we now? A commentary on clinical assessment, changes across the life course, functional implications and future interventions. *Age Ageing*, 43(3), 313-318.
- Sugden, D. (2007). Current approaches to intervention in children with developmental coordination disorder. *Developmental Medicine and Child Neurology*, 49(6), 467-471.
- Šimíčková - Čížková, J., Binarová, I., Holásková, K., Petrová, A., Plevová, I., & Pugnerová, M. (2008). *Přehled vývojové psychologie* (2. vydání). Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci.
- Trojan, S., Votava, J., Druga, R., & Pfeiffer, J. (2005). *Fyziologie a léčebná rehabilitace motoriky člověka* (3. vydání). Praha: Grada Publishing.
- Véle, F. (2006). *Kineziologie: Přehled klinické kineziologie a patokineziologie pro diagnostiku a terapii poruch pohybové soustavy, 2. rozšířené a přepracované vydání*. Praha: Triton.
- Wilson P. H. (2005). Practitioner review: Approaches to assessment and treatment of children with DCD: An evaluative review. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, 46(8), 806-823.
- Wilson, P. H., & McKenzie, B. E. (1998). Information processing deficits associated with developmental coordination disorder: A meta-analysis of research findings. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, 39, 829-840.
- Visser, J., & Geuze, R., H. (2000). Kinaesthetic acuity in adolescent boys: A longitudinal study. *Developmental Medicine & Child Neurology*, 42, 93-96.
- Zanone, P. G. (1990). Perceptuo-motor development in the child and the adolescent: Perceptuo-motor coordination. In Hauert et al. (Eds.). *Advances in psychology, developmental psychology: Cognitive, perceptuo-motor and neuropsychological perspectives* (vol. 64, pp. 309-338). North Holland: Elsevier Science Publishers
- Zelinková, O. (2009). *Poruchy učení, 11. vydanie*. Praha: Portál.
- Zwicker, J. G., Missiuna, Ch., Harris, S. R., & Boyd, L. A. (2012). Developmental coordination disorder: A review and update. *European Journal of Paediatric Neurology*, 16, 573-581.

11 Přílohy

Příloha č. 1a – Súhlas etickej komisie



Fakulta tělesné kultury
Univerzity Palackého
tř. Míru 115
OLOMOUC

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 25.3.2014 byl projekt diplomové práce
autorky **Bc. Lucii Sithové**

s názvem **Hodnocení kinestézie dolních končetin u adolescentů**

schválen Etickou komisí FTK UP pod jednacím číslem: 19 / 2014
dne: 27. 3. 2014.

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

Řešitelka projektu splnila podmínky nutné k získání souhlasu etické komise.

razítko fakulty

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

Priloha č. 1b – Informovaný súhlas s účasťou dieťaťa na výskumnom experimente



Fakulta tělesné kultury

Univerzita Palackého
v Olomouci



Základní informace pro rodiče dětí zahrnutých do výzkumu

Vážení rodiče,

dovolujeme si Vás požádat o spolupráci na projektu diplomové práce řešené na Fakultě tělesné kultury Univerzity Palackého v Olomouci „Hodnocení validity chodeckého testu kinestézie (vnímání pohybu) u adolescentů“, který podporuje Interní grantová agentura Univerzity Palackého v Olomouci.

Cílem tohoto projektu je získat informace o metodě hodnocení kinestézie dolních končetin pomocí jednoduchého úkolu popsaného níže. Tyto informace budou anonymně zpracované a využité jako podklad pro zhodnocení validity testu hodnotícího kinestézii.

Úkol Vašeho dítěte by spočíval v provedení běžné chůze na dráze vymezené optoelektronickým zařízením Optojump Next (se systémem fotobuněk), které umožňuje měřit časové, délkové a jiné charakteristiky krokového cyklu. Pak bude mít Vaše dítě různě modifikovat délku svého přirozeného kroku. Ta bude nejdříve vyznačena značkami, po kterých bude vaše dítě procházet. Následně po odstranění značek se budou mít kroky co možno nejpřesněji zreprodukovat. Při chůzi budou vyloučené rizika úrazů z posmyknutí. Před testováním se ještě budou získávat informace o věku, výšce, hmotnosti, délce dolních končetin a změřit se úroveň motoriky standardizovaným testem „The Movement Assessment Battery for Children“ (MABC-2). Proto dítě také provede osm jednoduchých pohybových úloh - úlohy manuálních dovedností (otáčení kolíčků, sestavování trojúhelníku ze součástek, kreslení dráhy), úkoly hrubé motoriky (chytání a házení míčku na cíl), a úlohy rovnováhy (stoj na balanční desce, chůze po čáře, poskoky po deskách). Tito testové úlohy byly již dříve standardizovány a v současnosti se běžně používají v zahraničí v diagnostice pohybových dovedností školní mládeže.

Z účasti na výše uvedeném šetření nevyplývají žádná zdravotní či jiná rizika. Šetření není v rozporu s platnými zásadami, předpisy a mezinárodními směnicemi pro výzkum zahrnující lidské účastníky. Hodnocení pohybových dovedností Vašeho dítěte bude probíhat v prostorách a v době provozu školy, které Vaše dítě navštěvuje.

Děkujeme Vám za pochopení významu uvedeného šetření a za možnost s Vámi spolupracovat.

Prof. PaedDr. Rudolf Psotta, Ph.D.
Bc. Lucia Síthová
Odpovědný řešitelé

Individuální informovaný souhlas

*Souhlasím - Nesouhlasím s účastí mého
dítěte.....

jméno, příjmení

datum narození

na výše uvedeném výzkumném šetření a* vyjadřuji – nevyjadřuji dobrovolný a informovaný souhlas s touto účastí.

Jméno, příjmení zákonného zástupce dítěte.....

Podpis:_____

* vyhovující prosíme zakroužkovat nebo nevhovující štknout

Priloha č. 2 – Inventár pohybových dovedností MABC-2

Inventár pohybových dovedností MABC-2

Jméno dítěte:

Pohlaví: M / Ž

Věk:

Třída/Ročník:

Škola:

Adresa:

Jméno respondenta:

Povolání: Učitel Terapeut Rodič Jiné

Datum hodnocení:

Výsledky:

Motorická způsobilost: Část A ___ Část B ___

Celkové motorické skóre: A + B = ___

Najděte celkové motorické skóre dítěte ve sloupci odpovídající jeho věku a určete, jestli spadá do **červené** ___ **oranžové** ___ nebo **zelené** ___ zóny (zatrhněte jednu).

Nemotorické faktory, které mohou ovlivnit pohyb

- a) Myslíte si, že vlastnosti zaznamenané v části C brání dítěti předvést jeho skutečné pohybové schopnosti? (zakroužkujte jednu z možností):
vůbec ne / trochu / hodně.
- b) Jak důležité bude zvažovat tyto faktory při plánování intervenčního programu? (zakroužkujte jednu z možností): **vůbec ne / trochu / velmi.**

Ohodnoťte, jak dobře dítě provádí jednotlivé činnosti v části A a B.

ČÁST A: Pohyb ve statickém, anebo předvídatelném prostředí

0 velmi dobře	1 docela dobře	2 ne zcela dobře	3 špatně	4 nelze určit
-------------------------	--------------------------	----------------------------	--------------------	-------------------------

A.1 Sebeobslužné dovednosti

A.1.1 Udržuje rovnováhu, když stojí a obléká si části oblečení (např. kalhoty, sukni).

A.1.2 Obléká si části oblečení přes hlavu (např. tričko, svetr).

A.1.3 Zapíná si knoflíky (např. na košili, kabátu).

A.1.4 Myje si a utírá si ruce.

A.1.5 Nalévá tekutinu z jedné nádoby do jiné (např. z konvičky do kalíšku).

A.2 Dovednosti prováděné ve třídě

A.2.1 Manipuluje s malými předměty (např. s kostkami, korálky, listy papíru).

A.2.2 Píše písmena perem nebo tužkou.

A.2.3 Stříhá papír nůžkami.

A.2.4 Chodí po třídě a vyhýbá se statickým/nehybným předmětům a osobám.

A.2.5 Přemísťuje předměty (např. knížky, kelímky s tužkami) po třídě, aniž by je upustil.

A.3 Dovednosti v tělesné výchově a ve volném čase

A.3.1 Skáče a má při odrazu i dopadu nohy u sebe.

A.3.2 Poskakuje na jedné i druhé noze.

A.3.3 Hází míč nebo pytlík s kuličkami tak, že ho druhé stojící dítě dokáže chytit.

A.3.4 Využívá statické vybavení tělocvičny/hřiště (např. prolézačky, skluzavku).

A.3.5 Přejíždí tělocvičnou/hřištěm a vyhýbá se srážkám s nehybnými předměty/osobami.

Celkové skóre sekce A: __

Dodatečné informace (nepovinné)

Prosím, označte, je-li je známo, že dítě má všeobecnou poruchu učení __, anebo poruchy: pozornosti __, řeči __, gramotnosti __, sociálního přizpůsobování __, emocionální kontroly __.

SEKCE B: Pohyb v dynamickém a/nebo nepředvídatelném prostředí

0 velmi dobře	1 docela dobře	2 ne zcela dobře	3 špatně	4 nelze určit
-------------------------	--------------------------	----------------------------	--------------------	-------------------------

B.1 Sebezajišťující dovednosti/dovednosti prováděné ve třídě

B.1.1 Udržuje rovnováhu, když se je nutné se často přizpůsobit (např. sedět na lavičce a přemísťovat se na ní, jak si na ni sedají další děti; stát v řadě mezi ostatními dětmi, které se pohybují)

B.1.2 Pohybuje se po třídě, ve které je rušno, a sbírá/rozdává předměty (např. knížky, pera).

B.1.3 Nosí táč/pití po místnosti a vyhýbá se pohybujícím se osobám (např. v jídelně).

B.1.4 Udržuje rytmus na melodii tleskáním nebo poklepáváním chodidla.

B.1.5 Pohybuje se v rytmu hudby nebo s ostatními lidmi (např. pochoduje v řadě, tančí ve skupině).

B.2 Dovednosti s míčem

B.2.1. Chytá míč oběma rukama.

B.2.2 Odbíjí/odpaluje letící míč pálkou nebo raketou.

B.2.3 Hází míč za pohybu tak, že ho jiné dítě dokáže chytit.

B.2.4 Nepřetržitě dribluje a udržuje kontrolu nad velkým míčem.

B.2.5 Účastní se týmových her, ve kterých využívá dovedností házení, chytání, kopání a odbíjení.

B.3 Dovednosti v tělesné výchově a ve volném čase

B.3.1 Jezdí na kole bez opěrných koleček.

B.3.2 Účastní se vybíjené a her na honičku.

B.3.3 Udržuje rovnováhu ve vodě mezi jinými dětmi (např. stojí v bazénu).

B.3.4 Využívá pohyblivé vybavení tělocvičny/hřiště (např. houpačky, koloběžky).

B.3.5 Přechází tělocvičnou/hřištěm a vyhýbá se střetům s pohybujícími se předměty/osobami.

Celkové skóre sekce B: __

Celkové hodnocení

Myslíte si celkově, že dítě má pohybové obtíže? ANO / NE

Pokud ano, ovlivňují tyto obtíže nepříznivě jeho: (prosím, zakroužkujte)

učení se ve třídě	vůbec ne	trochu	velmi
TV/volnočasové aktivity	vůbec ne	trochu	velmi
sebeúctu	vůbec ne	trochu	velmi
sociální interakci	vůbec ne	trochu	velmi

SEKCE B: Nemotorické faktory, které mohou ovlivnit pohyb

C.1 Chaotický (např. poházené oblečení zpomaluje převlékání po hodině TV; nazouvá si nejdříve boty, pak až ponožky).

C.2 Váhavý/zapomětlivý (např. pomalu začíná složitější akce; zapomene co udělat uprostřed sledu akcí).

C.3 Pasivní (např. je těžké ho zaujmout;, vyžaduje hodně podpory, aby se zapojil do činnosti).

C.4 Bojácný (např. má strach z činností jako jsou skákání/lezení, neustále žádá o pomoc).

C.5 Úzkostný (např. chvěje se; je nervózní ve stresových situacích).

C.6 Impulsivní (např. začíná, ještě než si poslechne veškeré pokyny, dychtivý po podrobnostech)

C.7 Roztěkaný (např. rozhlíží se kolem sebe; reaguje na nepodstatné zvuky).

C.8 Hyperaktivní (např. kroutí se a vrtí se; neustále se hýbá, když poslouchá pokyny; pohrává si s oblečením).

C.9 Přeceňuje své schopnosti (např. snaží se úlohy ztěžovat; snaží se dělat věci příliš rychle).

C.10 Podceňuje své schopnosti (např. stěžuje si na náročnost úkolů, předjímá neúspěch, ještě než začne).

C.11 Postrádá výdrž (např. rychle věci vzdává; nechá se snadno otrávit).

C.12 Naštvaný neúspěchem (např. vypadá uplakaný; odmítá zkusit úkol znovu).

C.13 Nedokáže mít potěšení z úspěchu (např. nedokáže reagovat na pochvalu).

Jiné (prosím specifikujte)

Děkujeme za vyplnění inventáře.

Priloha č. 3 – Dotazník

Protokol – Měření

Jméno a příjmení: _____

Věk: _____

Výška: _____ cm

Váha: _____ kg

Překonal (a) jsi v minulosti úraz dolní končetiny? (zakroužkuj)

Ano / Ne

Jestli ano, jaký (např. zlomenina, natrhnutí svalu, podvrtnutí kotníku,... a podobně) +
uveď aspoň přibližně rok:

Kolikrát týdně se věnuješ sportovní aktivitě?

- a) Na tělesné výchově ve škole
- b) Okrem tělesné výchovy chodím 2-3 krát do týdně na trénink
- c) Trénuju každý den
- d) Jiné: _____

Jakým sportům se věnuješ?

(Následující část se vyplní dodatečně)

Funkční délka pravé dolní končetiny: _____ cm

Průměrná délka kroku: _____ cm

Vzdálenosti umístění značek:

Príloha č. 4 – Tabuľka na prepočet percent na cm

Tabuľka na prepočítanie modifikovaných krokov z priemerného (bežného) kroku

100% (cm)	20%	-20%	40%	-40%
55	66	44	77	33
56	67,2	44,8	78,4	33,6
57	68,4	45,6	79,8	34,2
58	69,6	46,4	81,2	34,8
59	70,8	47,2	82,6	35,4
60	72	48	84	36
61	73,2	48,8	85,4	36,6
62	74,4	49,6	86,8	37,2
63	75,6	50,4	88,2	37,8
64	76,8	51,2	89,6	38,4
65	78	52	91	39
66	79,2	52,8	92,4	39,6
67	80,4	53,6	93,8	40,2
68	81,6	54,4	95,2	40,8
69	82,8	55,2	96,6	41,4
70	84	56	98	42
71	85,2	56,8	99,4	42,6
72	86,4	57,6	100,8	43,2
73	87,6	58,4	102,2	43,8
74	88,8	59,2	103,6	44,4
75	90	60	105	45
76	91,2	60,8	106,4	45,6
77	92,4	61,6	107,8	46,2
78	93,6	62,4	109,2	46,8
79	94,8	63,2	110,6	47,4
80	96	64	112	48
81	97,2	64,8	113,4	48,6
82	98,4	65,6	114,8	49,2
83	99,6	66,4	116,2	49,8
84	100,8	67,2	117,6	50,4
85	102	68	119	51
86	103,2	68,8	120,4	51,6
87	104,4	69,6	121,8	52,2
88	105,6	70,4	123,2	52,8
89	106,8	71,2	124,6	53,4
90	108	72	126	54

Príloha č. 5 - Zoznam skratiek

ADHD – Attention Deficit Hyperactivity Disorder (porucha pozornosti s hyperaktivitou)

APA – American Psychiatric Association (Americká psychiatrická spoločnosť)

BMI – Body Mass Index (index telesnej hmotnosti)

BOTMP - Bruininks-Oseretsky Test of Motor Proficiency ()

BSID-III - Bayley Scales of Infant Development (),

CE – Constant Error (konštantná chyba)

CNS – centrálna nervová sústava

cm - centimeter

č. - číslo

d – Cohenov koeficient veľkosti účinku

DCD – developmental coordination disorder (vývinová porucha pohybovej koordinácie)

DCDQ'07 - Developmental Disorder Coordination Questionnaire (dotazník vývinovej koordinačnej poruchy z roku 2007)

DSM-V - The Diagnostic and Statistical Manual of Mental Disorders (Diagnostický a štatistický manuál duševných porúch)

E – Total variability (celková chyba)

FTVŠ UK - Fakulta telesnej výchovy a športu Univerzity Komenského v Bratislave

ICD - The International Classification of Diseases and Related Health Problems (Medzinárodná klasifikácia chorôb a pridružených zdravotných problémov)

KST - Kinaesthetic Sensitivity Test (Test kinestetickéj citlivosti)

LICT – The Line Copy Task (Úloha kopírovania čiary)

M – mean (priemer)

MABC-2 - The Movement Assessment Battery for Children – 2nd edition (druhé vydanie Testu motoriky pre deti)

MCP – metakarpofalangeálny kĺb

MKCH-10 – desiatu revízia Medzinárodnej klasifikácie chorôb (/nemoci)

m/s – meter za sekundu

MTP – metatarzofalangeálny kĺb

NIH - National Institutes of Health (národný zdravotný inštitút Spojených štátov amerických)

SD – Standard deviation (smerodajná odchýlka)

SIAS – spina iliaca anterior superior (predná horná spina)

TOMI – Test of motor impairment (test zhoršenia motoriky)

TTS – Total Test Score (celkové testové skóre)

VE – Variable Error (variabilná chyba)

ZNA - Zurich Neuromotor Assessment (Zurichské hodnotenie neuromotorických funkcií)