

Vzt'ah medzi rovnováhou a chôdzou u detí s rizikom vývojovej poruchy koordinácie a ich bežnými rovesníkmi

Adrián Agricola, Miriam Palomo-Nieto, Rudolf Psotta*, Reza Abdollahipour a Ludvík Valtr

Fakulta tělesné kultury, Univerzita Palackého v Olomouci, Olomouc, Česká republika

Copyright: © 2016 A. Agricola et al. Toto je open access článek vydaný pod Creative Commons Attribution License (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).

Východiská: Vývojová porucha koordinácie (DCD), tiež známa ako vývojová dyspraxia, je neurologická porucha, objavujúca sa v detstve, ktorá môže mať vplyv na plánovanie a koordináciu pohybov. Problémy s rovnováhou sú jedným z najčastejšie pozorovaných vonkajších prejavov u detí s touto vývojovou poruchou a môžu mať výrazný vplyv na ich každodennú pohybovú činnosť, akou je napríklad chôdza. **Cieľ:** Cieľom predloženej štúdie bolo porovnať priestorovo-časové parametre chôdze u detí s rizikom DCD, u ktorých boli diagnostikované aj problémy s rovnováhou. **Metodika:** Účastníkmi štúdie boli deti ($n = 28$, priemerný vek = $8,6 \pm 1,0$) zo základných škôl. Test MABC-2 bol použitý na vyhodnotenie motorickej úrovne detí a určenie úrovne rovnovážnych schopností. Optické zariadenie Optojump-Next bolo použité na získanie priestorovo-časových parametrov počas chôdze. Získané dáta boli štatisticky spracované za pomoci software IBM SPSS-21. **Výsledky:** Výsledky ukázali rozdiely medzi deťmi s rizikom DCD a bežnými deťmi v dĺžke kroku ($p < 0,001$), v dĺžke dvojkroku ($p < 0,001$), v stojnej fáze ($p = 0,007$, resp. $p = 0,017$), v dvojooporovej fáze ($p = 0,011$, resp. $p = 0,032$), v jednooporovej fáze ($p < 0,001$), vo fáze kontaktu ($p = 0,021$), v záťažovej fáze ($p = 0,047$), v predšvihovej fáze ($p = 0,002$), v švihovej fáze ($p = 0,015$, resp. $p = 0,004$) a tiež v rýchlosti kroku ($p < 0,001$). **Záver:** Na rozdiel od predloženej štúdie väčšina doterajších prác, ktoré sa zameriavajú na problematiku chôdze u detí s rizikom DCD, vychádza len z celkových výsledkov hodnotenia motorickej úrovne detí, pričom priamo nezohľadňuje výsledky úrovne rovnováhy. To môže do značnej miery skresliť dosiahnuté výsledky, pretože nie všetky deti s DCD musia disponovať zároveň problémami s rovnováhou. Pri špecifických úlohách je nutné brať do úvahy nielen celkové skóre jedincov, ale aj výsledné skóre samotných testov, ktoré môžu mať priamy vplyv na vykonávanie stanovenej úlohy.

Kľúčové slová: rovnováha, chôdza, motorická spôsobilosť, neurologická porucha

Úvod

Vývojová porucha koordinácie (Developmental Coordination Disorder – DCD) je charakterizovaná ako heterogénny syndróm, spôsobujúci problémy v motorickej oblasti jedinca (American Psychiatric Association, 2013). Tieto problémy sa prejavujú v každodennom živote, vrátane športu a pohybových aktivít. Odhaduje sa, že v súčasnosti trpí touto poruchou asi 2–3 % všetkých detí (Gibbs, Apleton, & Apleton, 2007; Lingam, Hunt, Golding, Jongmans, & Emond, 2009; Schoemaker et al., 2001).

Hoare (1994) a Polatajko (1999) uvádzajú, že napriek tomu, že DCD je považovaný za heterogénny syndróm (môže byť zapríčinený viacerými

poškodeniami), najčastejším problémom sú senzomotorické deficity. Podľa Macnaba, Millera a Potalajka (2001) 73–87 % detí má na základe týchto deficitov problémy s rovnováhou. Problémy s rovnováhou u detí s DCD boli preukázané v niekoľkých štúdiách (Cantell, Smyth, & Ahonen, 2003; Piek & Dyck, 2004; Visser, Geuze, & Kalverboer, 1998), kde tieto deti dosiahli významne horších výsledkov v rôznych úlohách zameraných na statickú, alebo dynamickú rovnováhu, ako ich bežní rovesníci.

Prijateľná úroveň statickej a dynamickej rovnováhy je podmienená správnou funkciou mozočku (Bastian, 2011; Manzoni, 2007), proprioreceptorov, vestibulárneho a vizuálneho systému (Steindl, Kunz, Schrott-Fischer, & Scholtz, 2006). Udržiavanie správnej rovnováhy je aj jednou zo základných podmienok pre správnu chôdzu. Problémy pri chôdzi môžu byť spojené s dysfunkciou v oblasti rovnováhy, čo môže

* Korespondenčná adresa: Rudolf Psotta, Katedra prírodných vied v kinantropológii, Fakulta tělesné kultury, Univerzita Palackého v Olomouci, třída Míru 117, 771 11 Olomouc, Česká republika. E-mail: rudolf.psotta@upol.cz

znamenat' prítomnosť DCD (Jazi, Purrajabi, Movahedi, & Jalali, 2012; Patla, Prentice, & Gobbi, 1996). Udržiavanie rovnováhy je zložitou úlohou, ktorá zahŕňa dosiahnutie vyváženosti medzi silami, ktoré destabilizujú telo v oblasti predozadnej roviny a silami v oblasti bočnej (postrannej) roviny (Winter, 1995). Problémom je aj hmotnosť samotného tela, ktorá musí byť správne rozložená počas švihových fáz pri chôdzi, keď celá hmotnosť je sústredená len na jednej dolnej končatine. Adolph (2008) v zhode s Assaiante (1998) uvádza, že aj to je jednou z príčin, prečo je chôdza tak komplikovaná pre malé deti. Naopak, dôvodom rovnovážnych problémov v starobe nie je prítomnosť DCD, ale degeneratívne procesy v nervovom systéme, ktoré zhoršujú kinematiku ľudského tela (Lajoie, Teasdale, Bard, & Fleury, 1996).

Problémy s rovnováhou sa pri chôdzi prejavujú hlavne v kratších krokoch, nižšej rýchlosti, ale rozdiely je možné nájsť aj v jej ďalších parametroch (Deconinck et al., 2006; Parker & Larkin, 2003). Niekoľko štúdií (Deconinck et al., 2006; Larkin & Hoare, 1991; Williams, Ashley, & Ullman, 2010), ktoré sa zamerali na rozdiely v parametroch chôdze medzi deťmi s DCD a bežnými deťmi, zaznamenali väčšiu variabilitu pohybov dolných končatín u detí s DCD. Williams et al. (2010), poukazuje na to, že bežné deti majú obvykle dlhšie kroky aj dvojkroky a ich kadencia je vyššia ako u detí s DCD, čo znamená vyššiu rýchlosť chôdze. Gentle, Wilmut, a Barnett (2013) tiež dospeli k záverom, že deti s DCD kráčajú pomalšie a to aj v prípade, že sa jedná o rovný povrch alebo o povrch, ktorý je jemne naklonený. Rovnako Deconinck et al. (2006), vo svojej štúdií potvrdzuje, že deti s DCD kráčajú pomalšie a navyše poukazuje na významné rozdiely medzi deťmi s DCD a bežnými deťmi v švihových a oporových fázach.

Pri porovnávaní rozdielov pri chôdzi medzi deťmi s DCD a bežnými deťmi sa javí ako hlavný parameter kadencia krokov, resp. rýchlosť. Práve rýchlosť ovplyvňuje väčšinu ostatných parametrov. Ak je rýchlosť vyššia, švihové fázy sú rovnako rýchlejšie, oporové a stojné fázy sú kratšie. Uvedené tvrdenie podporuje napríklad štúdia Schwartz, Rozumalskíeho a Trosta (2008), ktorá sa podrobne zameriava na jednotlivé parametre chôdze u bežných detí. Na základe dosiahnutých výsledkov potom uvedení autori konštatujú, že správny pomer kadencie krokov spolu s ich dĺžkou udržiava celý cyklus chôdze (tzn. všetky jeho parametre) v správnych normách.

Väčšina súčasných štúdií, ktoré sa orientujú na problematiku detí s DCD a parametrov ich chôdze však vychádza z celkových výsledkov motorickej úrovne

týchto detí. Preto je viac než pravdepodobné, že dosiahnuté výsledky môžu byť aspoň minimálne skreslené, pretože nie všetky deti s DCD majú problémy aj s rovnováhou, tak ako už bolo uvedené vyššie.

Naším zámerom bolo preto do výberu zahrnúť deti s rizikom DCD (tzn. ich dosiahnuté výsledky ich klasifikujú ako deti s problémami v oblasti motoriky, ktoré môžu byť príznakom DCD, avšak táto diagnóza nemôže byť oficiálne potvrdená bez ďalších klinických vyšetrení), ktoré rovnako dosiahli v rovnovážnych úlohách skóre, ktoré ich zaraďuje pod hodnoty bežných detí. Následne bol stanovený cieľ štúdie, ktorým bolo zamerať sa na vybrané priestorovo-časové parametre a fázy chôdze a dosiahnuté výsledky porovnať s hodnotami, ktoré dosiahli deti, u ktorých nebolo zistené žiadne riziko DCD.

Metodológia

Účastníci

Z celkového počtu 397 detí navštevujúcich bežné základné školy bolo na základe výsledkov testovej batérie Movement Assessment Battery for Children – second edition test (MABC-2, viď nižšie) vybraných 28 účastníkov výskumu vo veku $8,6 \pm 1,0$ roka. Kritériom výberu jednotlivých účastníkov bolo ich celkové dosiahnuté skóre (total test score – TTS) a celkové rovnovážne skóre (total balance score – TBS).

Deti boli rozdelené do dvoch skupín; 14 detí s TTS a TBS ≤ 15 . percentilom boli diagnostikovaní ako deti s rizikom DCD a boli zaradené do skupiny DCD. Tieto deti boli mentálne zdravé, nemali žiadne ďalšie príznaky iných porúch ako napr. ADHD, autizmus, mozgová obrna, svalová dystrofia, epilepsia, slepota alebo hluchota. V druhej skupine bolo zaradených rovnako 14 detí s TTS a TBS > 15 . percentilom. Jednalo sa o bežné deti s typickým vývojom, bez príznakov DCD alebo iných porúch. Tieto deti boli zaradené do skupiny detí s typickým vývojom (TD).

Antropometrické charakteristiky pre deti zo skupiny DCD boli nasledovné – vek $8,7 \pm 0,9$ roku, telesná výška $130,0 \pm 7,3$ cm, telesná hmotnosť $30,7 \pm 9,2$ kg a funkčná dĺžka dolnej končatiny $67,4 \pm 3,3$ cm. Rovnaké charakteristiky boli zmerané aj pre TD deti – vek $9,4 \pm 1,0$ rok; telesná výška $136,8 \pm 9,5$ cm, telesná hmotnosť $32,8 \pm 7,8$ kg a funkčná dĺžka dolnej končatiny $71,1 \pm 4,9$ cm. TBS testu MABC-2 (úroveň rovnováhy) bola nižšia v DCD skupine ($2,7 \pm 3,7$ percentila) s klinickou významnosťou ($p < 0,001$, $d = 3,64$) v porovnaní so skupinou TD ($61,8 \pm 24,6$ percentila) (Tabuľka 1). Na určenie hladiny významností medzi

zistenými hodnotami u sledovaných skupín bol použitý T-test za pomoci software SPSS Statistics, verzia 21.

Vybavenie

Antropometrické merania

Pred začatím samotného experimentu bola zmeraná telesná výška, telesná hmotnosť a funkčná dĺžka dolných končatín účastníkov. Na určenie telesnej výšky bolo použité meracie zariadenie Leicester High Measure MK II (Leicester, Veľká Británia) s presnosťou merania 0,1 cm. Telesná hmotnosť bola stanovená za pomoci digitálnej váhy Tanita BF-350 (Tanita Corp., Japonsko) s presnosťou merania 0,1 kg. Funkčná dĺžka dolnej končatiny bola stanovená od *spina iliaca anterior superior* po *malleolus medialis* za pomoci nižšie uvedeného vzorca (Hof, 1996). Tieto výpočty slúžili k stanoveniu škálových premenných vzorcov chôdze.

$$\text{Odstupňovaná dĺžka kroku} = \frac{\text{dĺžka kroku}}{\text{dĺžka dolnej končatiny}}$$

$$\text{Odstupňovaná rýchlosť} = \frac{\text{rýchlosť}}{\sqrt{g \times \text{dolnej končatiny}}}$$

Tabulka 1

Výbrané antropometrické charakteristiky detí z DCD a TD skupiny a výsledky testu MABC-2 v oblasti rovnováhy (TBS) a celkového skóre (TTS)

n	Výška v cm		Hmotnosť v kg		Dĺžka dolnej končatiny v cm		TBS – percentil		TTS – percentil	
	DCD	TD	DCD	TD	DCD	TD	DCD	TD	DCD	TD
1	124,5	134,6	29,0	28,6	64,4	69,0	9	75	9	95
2	142,0	135,0	44,2	24,9	72,0	69,1	5	91	5	91
3	143,0	141,4	45,5	39,0	73,0	72,1	9	75	0,5	75
4	132,0	144,0	35,0	35,6	68,2	77,6	0,5	75	2	75
5	126,0	143,5	31,3	34,0	67,7	77,0	0,1	75	5	63
6	121,5	117,9	23,1	21,9	61,8	64,3	0,1	75	0,1	37
7	127,0	143,5	24,0	42,0	65,5	74,0	0,1	75	0,1	16
8	125,5	144,5	20,3	40,5	64,0	70,4	2	75	9	16
9	124,5	126,0	21,2	25,0	65,2	64,5	0,1	25	0,5	16
10	128,0	128,5	22,1	26,0	67,6	65,4	0,1	75	1	75
11	122,0	146,0	20,1	34,6	65,7	77,1	0,1	75	0,5	63
12	140,5	139,5	34,0	33,8	72,8	72,0	2	25	9	50
13	134,5	147,8	40,5	48,1	69,2	77,5	0,1	25	0,1	50
14	128,0	122,9	40,1	24,9	66,6	66,0	9	25	1	37
Ø	129,9	136,8	30,7	32,8	67,4	71,1	2,65	61,8	3,5	54,2
p	p = 0,027		p = 0,508		p = 0,016		p < 0,001		p < 0,001	

Výsvedlivky. Ø = průměr; p = hodnota významnosti

Hodnotenie motorickej úrovne – MABC-2

Test Movement Assessment Battery for Children-2 (MABC-2, Henderson, Sugden, & Barnett, 2007) zahŕňa osem testov, ktoré su zaradené do troch oblastí – manuálna zručnosť (jemná motorika), hádzanie a chytanie (hrubá motorika) a úroveň rovnováhy (statická a dynamická). Hodnotenia rovnováhy zahŕňa tri samostatné testy – rovnováha na balančnej doske, chôdza vpred s dotykom päta–špička a poskoky na podložkách. Celkové testové skóre (TTS) je súčtom štandardných skórov všetkých ôsmich testov, ktoré bolo prevedené na percentily a vyhodnotené podľa vekových noriem pre české deti (Psotta, in Henderson, Sugden, & Barnett, 2014). Celkové balančné skóre (TBS) je súčtom štandardných skórov vyššie uvedených troch testov. Toto skóre bolo tiež prevedené a vyhodnotené, tak ako v predchádzajúcom prípade.

Schulz, Henderson, Sugden a Barnett (2011) potvrdili vo svojej štúdii validitu týchto testov pre vekovú skupinu AB2 (Age Band-2: 7–10 rokov), do ktorej spadajú účastníci predloženej práce. Zároveň bola preukázaná vysoká reliabilita jednotlivých komponentov testu MABC-2 pre vyššie spomínanú vekovú skupinu (ICC 0,49–0,62, SEM 2,2–3,2) spoločne so strednou úrovňou objektivity (Holm, Tveter, Aulie, & Stuge, 2013).

Hodnotenie parametrov chôdze – Optojump Next

Optojump system (Optojump Next, verzia 1.3.20.0, Microgate, Bolzano, Taliansko) je optické zariadenie (10 m dlhé a 3 m široké), ktoré sa skladá z 10 tyčí slúžiacich ako vysielateľ a 10 tyčí slúžiacich ako prijímač, ktoré na základe optickej komunikácie merajú vybrané parametre a fázy chôdze. Dáta boli získané z prvých 14 krokov účastníkov.

Sledované parametre a fázy bolo možné rozdeliť do troch kategórií:

- vzdialenostné* – dĺžka kroku (m), dĺžka dvoj-kroku (m);
- časové* (úlohou bolo zmerať čas, ktorý účastník strávil v konkrétnej fáze a tiež stanoviť pomer konkrétnej fázy (v s, %) vzhľadom na celý cyklus (Obrázok 1) – stojná fáza (s, %), dvojoporová fáza (s, %), jednooporová fáza (s, %), fáza kontaktu (s, %), fáza, keď sa celé chodidlo dotýka podložky (s, %), záťažová fáza (s, %), fáza prepnutia (s, %), predšvihová fáza (s, %), švihová fáza (s, %),
- rýchlostné* – rýchlosť kroku ($m \times s^{-1}$).

Mobilné laboratórium

Chôdza bola vykonaná v mobilnom laboratóriu (15 m dĺžka, 4 m šírka), ktoré bolo skonštruované z hliníkových profilov, ktoré boli pokryté tmavou látkou, aby sa eliminovali rušivé stimuly z okolitého prostredia.

Obuv účastníkov

Všetci účastníci absolvovali chodecký experiment v rovnakom type obuvi (Toga – Jarmilky) v požadovaných veľkostiach.

Procedúra

Pred začiatkom experimentu bola vškolenými osobami vo vybraných tichých miestnostiach (triedach) základných škôl hodnotená motorická úroveň detí za pomoci testu MABC-2. Na základe dosiahnutých výsledkov bolo vybraných 28 účastníkov, ktorí sa zúčastnili experimentu. V ďalšom kroku sa zisťovali antropometrické charakteristiky vybraných účastníkov. Následne boli títo účastníci požiadaní vybrať si vhodnú veľkosť obuvi a po jednom absolvovať chodecký experiment vo vnútri prenosného laboratória. Ich úlohou bolo prejsť bežnou rýchlosťou 2×10 m dlhý úsek, z ktorého sa za pomoci zariadenia Optojump získavali potrebné dáta. Štartová čiara a koncová čiara bola situované 2 m pred týmto úsekom resp. za týmto úsekom, aby sa zabránilo efektu zrýchľovania resp. spomaľovania.

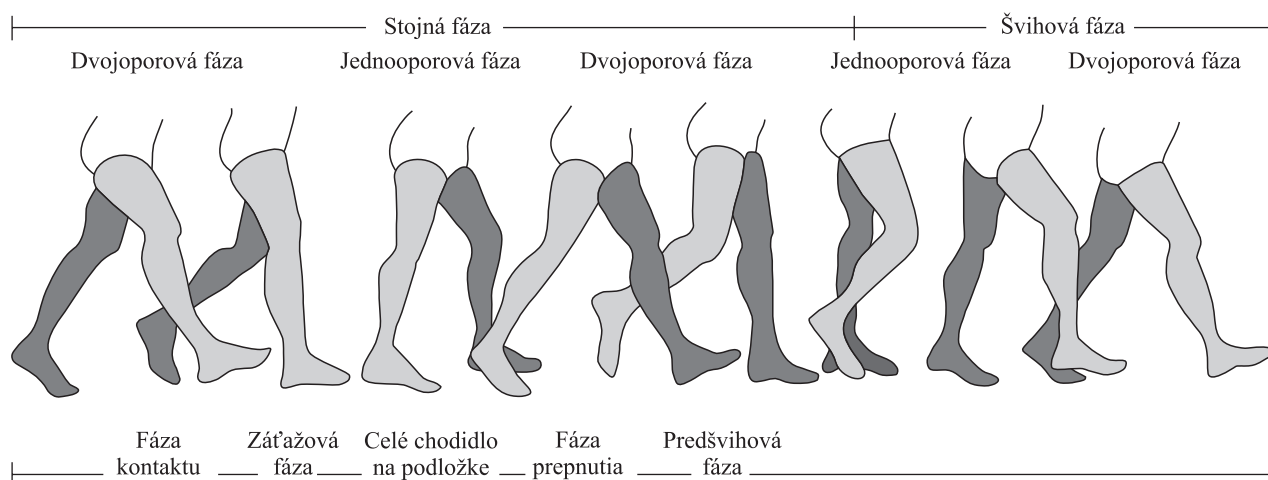
Etický kódex

Písomný súhlas na prácu s deťmi pre potreby experimentu bol získaný od rodičov detí a riaditeľov vybraných škôl. Deti boli informované o podmienkach experimentu prostredníctvom triednych učiteľov alebo školských psychológov.

Výsledky

Test normality (Shapiro-Wilk, $p < 0,05$) preukázal, že získané dáta nemali normálne rozloženie. Z tohto dôvodu bol pre analýzu vybraný neparametrický test (Mann-Whitney).

Výsledky analýzy preukázali významné rozdiely v obidvoch skúmaných vzdialenostných parametroch



Obrázok 1. Vybrané fázy cyklu chôdze

– v dĺžke kroku ($p < 0,001$) aj v dĺžke dvojkroku ($p < 0,001$).

V oblasti časových parametrov resp. fáz (kde bol skúmaný čas a rovnako percentuálny podiel z celého cyklu) boli významné rozdiely nájdené v stojnej fáze ($p = 0,007$, resp. $p = 0,017$), v dvojoporovej fáze ($p = 0,011$, resp. $p = 0,032$), v jednooporovej fáze ($p < 0,001$), vo fáze kontaktu ($p = 0,021$), v záťažovej fáze ($p = 0,047$), v predšvihovej fáze ($p = 0,002$) a v švihovej fáze ($p = 0,015$, resp. $p = 0,004$).

Rozdiel v parametre rýchlosti (rýchlosť kroku) bol medzi obidvomi skupinami rovnako významný ($p < 0,001$). Všetky popísané výsledky prehľadne zobrazuje nasledujúca.

Na základe dosiahnutých výsledkov je možné stanoviť nasledovné závery – účastníci z TD skupiny majú dlhšie kroky ako účastníci z DCD skupiny. Rovnaký výsledok platí aj pre dĺžku dvojkroku.

Výsledky ďalej ukázali, že stojná fáza bola rozdielna medzi obidvomi skupinami, čo sa významne prejavilo aj v časových hodnotách a rovnako aj v percentuálnom podiele; v tejto fáze strávili účastníci z TD skupiny viac času. Dvojoporová fáza bola dlhšia u TD účastníkov, čo sa prejavilo významne v strávenom čase v tejto fáze, ale aj v percentuálnom podiele. Čo sa týka jednooporovej fázy, tá u detí zo skupiny TD trvala kratšie – tento výsledok bol preukázaný len pri meraní času uvedenej fázy. Fáza kontaktu, tzn. moment keď sa chodidlo prvý krát dotkne podložky bola u TD detí kratšia, čo sa týka percentuálneho podielu z celkového chodeckého cyklu. Rovnaký výsledok preukázali výsledky aj vo fáze záťažovej, ale v čase. Rozdiely v predšvihovej fáze boli nájdené rovnako v čase a ukázalo sa, že táto fáza trvá u účastníkov z TD skupiny kratší čas. Opačný výsledok bol zaznamenaný v švihovej fáze (bola dlhšia u účastníkov z TD skupiny) a rozdiely boli nájdené tak v čase, ako aj v percentuálnom podiele.

Jediný skúmaný rýchlostný parameter (rýchlosť kroku) ukázal, že účastníci z TD skupiny kráčali rýchlejšie ako účastníci z druhej skupiny. Uvedené výsledky prehľadne zobrazuje Tabuľka 2.

Diskusia

Cieľom predloženej práce bolo porovnať jednotlivé parametre chôdze účastníkov zo skupiny DCD, ktorí zároveň mali problémy s rovnováhou, s ich bežnými rovesníkmi. Väčšina súčasných štúdií orientujúcich sa na danú problematiku (Deconink et al., 2006; Larkin & Hoare, 1991; Sutherland & Olshen, 1988; Williams et al., 2010; Woodruff, Bothwell-Myers, Tingley,

& Albert, 2002) sa zameriava najmä na základné parametre, akými sú dĺžka krokov a rýchlosť alebo na rozdiely pozorované za pomoci kvalitatívnych metód. Okrem toho, všetky uvedené práce vychádzajú z delenia účastníkov na základe dosiahnutého celkového skóre (TTS), čo môže do istej miery ovplyvniť dosiahnuté výsledky.

Williams et al. (2010) a Gentle et al. (2013) uvádzajú, že deti s DCD kráčajú pomalšie a robia menšie kroky ako ich bežní rovesníci. Ako ďalej uvádzajú, hlavným dôvodom tohto faktu je to, že tieto deti majú tendenciu vybočovať z priameho smeru, čo by mohlo byť výsledkom problémov s rovnováhou. Závery spomínaných autorov ohľadom rýchlosti chôdze a dĺžky krokov súhlasia s výsledkami našej štúdie, avšak skúmať tendencie vybočovania z priameho smeru nebolo našim cieľom, preto dôvody týchto výsledkov nemôžeme na základe nášho experimentu bližšie špecifikovať. Pravdou však zostáva, že účastníci v našom experimente mali skutočne problémy s rovnováhou, čo potvrdili aj výsledky testov.

Ako už bolo spomenuté vyššie, účastníci z TD skupiny kráčali rýchlejšie, dlhšími krokmi, čo sa automaticky prejavilo aj v dĺžke dvojkroku. Ako už bolo popísané v úvode, tieto parametre ovplyvňujú všetky fázy cyklu chôdze. Preto s týmito zisteniami úzko súvisia aj ďalšie dosiahnuté výsledky; stojná fáza bola rozdielna medzi obidvomi skupinami. Účastníci z TD skupiny v nej strávili významne viac času, čo sa samozrejme odrazilo aj v percentuálnom podiele. Táto hodnota je silno ovplyvnená samotnou dĺžkou kroku, ktorý tiež ovplyvnil výsledky v dvojoporovej fáze a jednooporovej fáze. Zatiaľ čo dvojoporová fáza trvala u TD skupiny dlhšie, naopak jednooporová kratšie. Táto fáza je pravdepodobne výraznejšie ovplyvnená samotnou rýchlosťou chôdze ako dĺžkou krokov – pokiaľ človek kráča rýchlejšie, v tejto fáze trávi menej času. Rozdiely v predšvihovej fáze boli nájdené v čase a ukázalo sa, že táto fáza trvá u účastníkov z TD skupiny kratší čas, taktiež hlavne z dôvodu rýchlosti kroku. Ten ovplyvňuje aj fázu zaťažovania. Rýchla chôdza, znamená „menej času“ na zaťažovanie dolnej končatiny resp. chodidla. Naopak, ukázalo sa, že táto rýchlosť nemá zásadný vplyv na švihovú fázu, kde bol dokonca zistený opačný výsledok – táto fáza trvala u TD účastníkov dlhší čas.

Závery

Hlavný prínos predloženej štúdie je v tom, že vychádza z výsledkov nielen celkového skóre motorickej úrovne vybraných účastníkov, ale zohľadňuje aj výsledky,

Tabulka 2

Hladina priemerov (mean ranks) parametrov a fáz chôdze a výsledky určenia hladiny významnosti Mann-Whitney testu medzi obidvomi pozorovanými skupinami (TD skupina \times DCD skupina)

Parameter/fáza	Skupina	Hladina priemerov	TD \times DCD	<i>p</i>
Dĺžka kroku	TD	22,88	TD > DCD	<i>p</i> < 0,001
	DCD	10,13		
Dĺžka dvojkroku	TD	22,94	TD > DCD	<i>p</i> < 0,001
	DCD	10,6		
Stojná fáza (t)	TD	20,88	TD > DCD	<i>p</i> = 0,007
	DCD	12,13		
Stojná fáza (%)	TD	20,44	TD > DCD	<i>p</i> = 0,017
	DCD	12,56		
Dvojporová fáza (t)	TD	20,69	TD > DCD	<i>p</i> = 0,011
	DCD	12,31		
Dvojporová fáza (%)	TD	20,6	TD > DCD	<i>p</i> = 0,032
	DCD	12,94		
Jednooporová fáza (t)	TD	23,44	TD < DCD	<i>p</i> < 0,001
	DCD	9,56		
Jednooporová fáza (%)	TD	18,69	Nevýznamný rozdiel	<i>p</i> = 0,196
	DCD	14,31		
Fáza kontaktu (t)	TD	14,50	Nevýznamný rozdiel	<i>p</i> = 0,239
	DCD	18,50		
Fáza kontaktu (%)	TD	12,69	TD < DCD	<i>p</i> = ,021
	DCD	20,31		
Celé chodidlo na podložke (t)	TD	18,69	Nevýznamný rozdiel	<i>p</i> = 0,196
	DCD	14,31		
Celé chodidlo na podložke (%)	TD	14,88	Nevýznamný rozdiel	<i>p</i> = 0,341
	DCD	18,13		
Zaťažová fáza (t)	TD	13,19	TD < DCD	<i>p</i> = 0,047
	DCD	19,81		
Zaťažová fáza (%)	TD	14,88	Nevýznamný rozdiel	<i>p</i> = 0,336
	DCD	18,13		
Fáza prepnutia (t)	TD	19,69	Nevýznamný rozdiel	<i>p</i> = 0,056
	DCD	13,31		
Fáza prepnutia (%)	TD	19,00	Nevýznamný rozdiel	<i>p</i> = 0,138
	DCD	14,00		
Predšvihová fáza (t)	TD	11,44	TD < DCD	<i>p</i> = 0,002
	DCD	21,56		
Predšvihová fáza (%)	TD	13,69	Nevýznamný rozdiel	<i>p</i> = 0,094
	DCD	19,31		
Švihová fáza(t)	TD	20,50	TD > DCD	<i>p</i> = 0,015
	DCD	12,56		
Švihová fáza (%)	TD	21,13	TD > DCD	<i>p</i> = 0,004
	DCD	11,88		
Rýchlosť kroku	TD	22,75	TD > DCD	<i>p</i> < 0,001
	DCD	10,25		

ktoré dosiahli v testoch rovnováhy. To má za následok, že výsledky nie sú ovplyvnené jedincami, ktorí boli síce klasifikovaní ako deti s DCD, avšak nemuselo sa tak stať na základe deficitov v oblasti, ktoré majú priamy súvis s chôdzou. Preto doporučujeme v ďalších prácach zohľadňovať tak celkové dosiahnuté výsledky, ako aj výsledky z oblasti, ktoré majú priamy súvis s plánovanou úlohou.

Dedikace

Táto štúdia bola podporená projektmi štrukturálnych fondov EU „Podpora vytvárania prvotriednych výskumných tímov a intersektorálnej mobility na Univerzite Palackého v Olomouci I. a II.“ (reg. č. – I.: CZ.1.07/2.3.00/30.0004 a reg. č. II.: CZ.1.07/2.3.00/30.0041).

Referenčný zoznam

- Adolph, K. E. (2008). Learning to move. *Current Directions in Psychological Science*, 17(3), 213–218.
- American Psychiatric Association. (2013). *The diagnostic and statistical manual of mental disorders: DSM 5*. Washington, DC: American Psychiatric Association.
- Assaiante, C. (1998). Development of locomotor balance control in healthy children. *Neuroscience & biobehavioral reviews*, 22, 527–532.
- Bastian, A. J. (2011). Moving, sensing and learning with cerebellar damage. *Neurobiology*, 21, 596–601.
- Cantell, M. H., Smyth, M. M., & Ahonen, T. P. (2003). Two distinct pathways for developmental coordination disorder: Persistence and resolution. *Human movement science*, 22, 413–431.
- Deconinck, F. J., De Clercq, D., Savelsbergh, G. J., Van Coster, R., Oostra, A., Dewitte, G., & Lenoir, M. (2006). Differences in gait between children with and without developmental coordination disorder. *Motor control-champaign*, 10(2), 125.
- Gentle, J., Wilmut, K., & Barnett, A. (2013). Walking on an uneven terrain: A comparison of individuals with and without Developmental Coordination Disorder. *Brazilian Journal of Motor Behavior*, 7, 93–97.
- Gibbs, J., Appleton, J., & Appleton, R. (2007). Dyspraxia or developmental coordination disorder? Unravelling the enigma. *Archives of disease in childhood*, 92, 534–539.
- Henderson, S. E., Sugden, D. A., & Barnett, A. L. (2007). *Movement assessment battery for children-2: Movement ABC-2: Examiner's manual*. London: Pearson.
- Henderson, S. E., Sugden, D. A., & Barnett, A. L. (2014). *Test motoriky pro děti MABC-2* [Motor test for children MABC-2] (Czech adapted version by Psotta, R.). Prague: Hogrefe-Testcentrum.
- Hoare, D. (1994). Subtypes of developmental coordination disorder. *Adapted Physical Activity Quarterly*, 11, 158–158.
- Hof, A. L. (1996). Scaling gait data to body size. *Gait and Posture*, 4, 222–223.
- Holm, I., Tveter, A. T., Aulie, V. S., & Stuge, B. (2013). High intra and inter-rater chance variation of the movement assessment battery for children 2, ageband 2. *Research in developmental disabilities*, 34, 795–800.
- Jazi, S. D., Purrajabi, F., Movahedi, A., & Jalali, S. (2012). Effect of selected balance exercises on the dynamic balance of children with visual impairments. *Journal of Visual Impairment & Blindness*, 106, 466–474.
- Lajoie, Y., Teasdale, N., Bard, C., & Fleury, M. (1996). Upright standing and gait: Are there changes in attentional requirements related to normal aging? *Experimental aging research*, 22(2), 185–198.
- Larkin, D., & Hoare, D. (1991). *Out of step: Coordinating kids' movement*. Nedlands: Active Life Foundation.
- Lingam, R., Hunt, L., Golding, J., Jongmans, M., & Emond, A. (2009). Prevalence of developmental coordination disorder using the DSM-IV at 7 years of age: A UK population-based study. *Pediatrics*, 123, e693–e700.
- Macnab, J. J., Miller, L. T., & Polatajko, H. J. (2001). The search for subtypes of DCD: Is cluster analysis the answer? *Human Movement Science*, 20, 49–72.
- Manzoni, D. (2007). The cerebellum and sensorimotor coupling: Looking at the problem from the perspective of vestibular reflexes. *Cerebellum*, 6, 24–37.
- Parker, H. E., & Larkin, D. (2003). Children's co-ordination and developmental movement difficulty. In G. Savelsberg, J. Davids, J. van der Kamp, & S. J. Bennet (Eds.), *Development of Movement Co-ordination in Children* (pp. 107–132). New York, NY: Routledge.
- Patla, A. E., Prentice, S. D., & Gobbi, L. T. (1996). Visual control of obstacle avoidance during locomotion: Strategies in young children, young and older adults. *Advances in Psychology*, 114, 257–277.
- 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.
- Polatajko, H. J. (1999). Developmental coordination disorder (DCD): Alias the clumsy child syndrome. In K. Whitmore, H. Hart, & G. Willems (Eds.), *A neurodevelopmental approach to specific learning disorders* (pp. 119–133). London: Mac Keith Press.
- Schoemaker, M. M., van der Wees, M., Flapper, B., Verheij-Jansen, N., Scholten-Jaegers, S., & Geuze, R. H. (2001). Perceptual skills of children with developmental coordination disorder. *Human Movement Science*, 20, 111–133.
- Schwartz, M. H., Rozumalski, A., & Trost, J. P. (2008). The effect of walking speed on the gait of typically developing children. *Journal of biomechanics*, 41, 1639–1650.
- 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.
- Steindl, R., Kunz, K., Schrott-Fischer, A., & Scholtz, A. W. (2006). Effect of age and sex on maturation of sensory systems and balance control. *Developmental Medicine & Child Neurology*, 48, 477–482.
- Sutherland, D. H., & Olshen, R. (1988). *The development of mature walking*. Cambridge: University Press.
- Visser, J., Geuze, R. H., & Kalverboer, A. F. (1998). The relationship between physical growth, the level of activity and the development of motor skills in adolescence: Differences

- between children with DCD and controls. *Human Movement Science*, 17, 573–608.
- Williams, H. G., Ashley, L., & Ullman, G. (2010). Gait characteristics of children with and without developmental coordination disorder: A case study. *European Psychomotricity Journal*, 3, 4–14.
- Winter, D. A. (1995). Human balance and posture control during standing and walking. *Gait & posture*, 3(4), 193–214.
- Woodruff, S. J., Bothwell-Myers, C., Tingley, M., & Albert, W. J. (2002). Gait pattern classification of children with developmental coordination disorder. *Adapted Physical Activity Quarterly*, 19, 378–391.

Relationship between balance and gait in children with a risk of developmental coordination disorders and their typically developing peers

Background: Developmental coordination disorder (DCD), also known as developmental dyspraxia, is a chronic neurological disorder beginning in childhood, that can affect planning of movements and coordination. Balance dysfunction is one of the most common sensorimotor impairments observed among children with DCD, which may have influence on daily living activities, such as walking. **Objective:** The aim of this study was to compare spatio-temporal parameters of gait between typically development (TD) children and children at risk of DCD, who had also problems with balance and assess the impact of these problems on selected parameters and phases in a gait cycle. **Methods:** Children ($n = 28$, $Mage = 8.6 \pm 1.0$ years) were part of this study. The results of MABC-2 were used to classify motor competence level in children and also for a determination of the balance level. Optojump-Next was used to collect spatio-temporal parameters related to the gait patterns. The IBM SPSS-21 software was used for statistical analysis. **Results:** The results showed that children at risk of DCD were different from TD children in the step length ($p < .001$), in the stride length ($p < .001$), in the stance phase ($p = .007$, resp. $p = .017$), in the double support phase ($p = .011$, resp. $p = .032$), in the single support phase ($p < .001$), in the contact phase ($p = .021$), in the loading phase ($p = .047$), in the pre-swing phase ($p = .002$), in the swing phase ($p = .015$, resp. $p = .004$) and in the step speed ($p < .001$). **Conclusion:** The majority of previous works, which are focused on walking in children at risk of DCD, are based only on results of the evaluation of the complex motor level of children and they ignore the results of the balance level. This can largely distort conclusions, because not all the children with DCD have balance problems. It is necessary to work with the result of single tests, which are closely connected with the task and not only with the total test score of test batteries, because they may have a big impact on the final result.

Keywords: balance problems, gait patterns, motor competence, neurological disorder