ČASOVÉ A DYNAMICKÉ CHARAKTERISTIKY CHŮZE U PŘEDŠKOLNÍCH DĚTÍ S ODLIŠNOU ÚROVNÍ ROVNOVÁHY: PILOTNÍ STUDIE

Michaela Kubisová, Zdeněk Svoboda, Rudolf Psotta, Miroslav Janura

*Fakulta tělesné kultury, Univerzita Palackého Olomouc,
Olomouc, Česká republika*

Předloženo v říjnu 2014

VÝCHODISKA: Vývojová porucha pohybové koordinace u dětí (DCD) je poruchou ve zpracování informací, plánování a/nebo řízení pohybů a může rovněž zahrnovat zhoršenou rovnováhu. Lze proto předpokládat, že v období předškolního věku, v průběhu kterého se postupně zdokonaluje dovednost chůze, by se mohly vývojové deficity v senzomotorických funkcích u dětí předškolního věku projevit v chodeckém stereotypu. V takovém případě by analýza vzorců chůze mohla sloužit jako jedna z diagnostických informací pro včasné posouzení rizika DCD u dětí.

CÍL: Cílem studie bylo porovnat rozložení tlaků nohy a časových charakteristik chůze u předškolních dětí, které vykazovaly riziko vývojového funkčního deficitu v rovnováze a dětí s normálním vývojem motoriky.

METODIKA: Podle výsledků hodnocení motoriky Testem motoriky pro děti MABC-2 byly děti rozděleny do dvou skupin – dětí, které vykazovaly riziko funkčního deficitu v rovnováze (rBAL) ($n = 4$, věk $4,0 \pm 1,2$ roku, hmotnost $18,3 \pm 3,5$ kg, výška $102,9 \pm 10,6$ cm), a dětí bez vývojových motorických obtíží (KS) ($n = 9$, věk $4,4 \pm 1,2$ roku, hmotnost $17,9 \pm 2,9$ kg, výška $106,4 \pm 7,9$ cm). Rozložení plantárních tlaků bylo detekováno prostřednictvím systému Footscan (RScan International, Olen, Belgium). Základní časové a tlakové proměnné byly určeny v těchto oblastech nohy – mediální a laterální část paty, I. až V. metatars, středonoží a prsty. Chůze byla provedena přirozeným tempem probandů, naboso a každé dítě absolvovalo šest pokusů. Rozdíly mezi skupinami byly hodnoceny věcnou významností pomocí Cohenova d .

VÝSLEDKY: Střední účinek byl zjištěn u impulsu tlaku v oblasti laterální strany paty ($d = 0,56$), maxima tlaku mediální strany paty ($d = 0,63$), dále u maxima tlaku, impulsu tlaku a doby kontaktu 1. metatarsu ($d = 0,57$), u doby kontaktu 4. metatarsu a maxima tlaku 2. až 5. prstu ($d = 0,63$). Kromě maxima tlaku na prvním metatarsu, všechny z uvedených parametrů měly vyšší hodnotu ve skupině KS. Obecně byl plantární tlak a plantární kontakt u skupiny rBAL menší. Velký účinek byl nalezen u doby trvání kontaktu prvního metatarsu ($d = 1,08$) a maxima tlaku druhého metatarsu ($d = 0,85$). Děti ze skupiny rBAL měly kratší dobu kontaktu prvního metatarsu a produkovaly vyšší tlak na druhý metatars než skupina KS. Dále byl velký efekt nalezen u symetrie délky kroku, kdy skupina rBAL vykazovala větší asymetrii než KS ($d = 1,46$). Doba stojné fáze ($d = 0,46$) a fáze dvojí opory ($d = 0,06$) byla v obou skupinách podobná.

ZÁVĚRY: Výsledky ukazují, že u skupiny rBAL, s rizikem funkčního deficitu v rovnováze, byl plantární tlak menší s kratší dobou trvání a to především u I. a II. metatarsu. V časově-prostorových parametrech dosáhla věcné významnosti symetrie délky kroku, kdy skupina rBAL vykazovala menší souměrnost než skupina KS. Z výsledků můžeme vidět, že vývojový funkční deficit v rovnováze dětí se promítá i do základních činností jakou je chůze. Mimo jiných faktorů i snížená schopnost posturální kontroly mění typický chůzový stereotyp a distribuci plantárních tlaků.

Klíčová slova: vývojová porucha koordinace, chůze, dynamická analýza.

ÚVOD

Období tři až šesti roků dítěte zahrnuje výrazné a vzájemně se ovlivňující tělesné a psychické změny. Vývoj řízení pohybů dítěte předškolního věku je podmíněn zráním neurálního systému včetně centrálních nervových funkcí. Pokračuje myelinizace pyramidových drah, dozrávají některé funkce mozečku a zlepšuje se vnímání senzorických informací. Typický je velký rozsah pohybů v kloubech daný laxitou vaziva. Pokračuje vývoj fundamentálních pohybových dovedností, na jejichž základě si dítě postupně osvojuje více specifické dovednosti. To se také projevuje zkvalitňováním komplexních pohybů (Gallahue & Ozmun, 1997). Koordinačně zvládá náročnější činnosti, např. lezení po žebříku, poskoky, stoj na jedné dolní končetině nebo házení míče. Výrazně se zlepšuje rovnováha, u většiny dětí je však ještě značně závislá na proprioceptivních

podnětech z dolních končetin a to ještě na začátku školní docházky (Kohoutek, Hendl, Véle, & Hirtz, 2005).

V tomto období také vyzrává chůze, která nyní obsahuje všechny komponenty vzoru chůze dospělého člověka. Jedná se např. o polohu pánve a rozsah jejího pohybu, počáteční kontakt podložky je proveden přes patu, zapojení palce do odrazu, flexi kolena v mezistoji, reciproční pohyby dolních končetin (DKK), a horních končetin (HKK) (Kučera, Kolář, & Dylevský, 2011). Na konci třetího roku je dítě schopno běhu a samostatné chůze do schodů střídavým způsobem (Kolář et al., 2009).

Již v předškolním věku se mohou u některých dětí objevovat některé z příznaků senzomotorických obtíží, které mohou být později, v raném školním věku diagnostikovány jako vývojová porucha pohybové koordinace (mezinárodní označení DCD – developmental coordination disorder). V souladu s diagnostickými kritérii pro DCD (APA, 2010) tuto specifickou vývojovou poruchu charakterizují různá seskupení funkčních deficitů, která se projevují v hrubé a jemné motorice, rovnováze a problémech v pohybovém učení. V této diagnóze je vyloučen deficit v intelektu a jiná psychiatrická a neurologická onemocnění. Prevalence DCD se pohybuje v rozmezí 2–4 % (Lingam, Hunt, Golding, Jongmans, & Emond, 2009; Cairney, Hay, Faght, & Hawes, 2005). Důsledkem DCD mohou být problémy v psychickém, sociálním a emočním vývoji dítěte (Maeland, 1992; Willoughby & Polatajko, 1995), nižší zapojení do pohybových aktivit (Silman, Cairney, Hay, Klentrou, & Faght, 2011; Baerg et al., 2011) a nižší úspěšnosti ve škole (Gillberg & Gillberg, 1989) z důvodu promítnutí motorických obtíží i do běžných denních a školních aktivit (oblékání, hry, psaní, tělesná výchova) (Missiuna, Rivard, & Pollock, 2011).

Chůze dětí s DCD nemá jednotný vzorec. Ten se liší od způsobu chůze u typicky se vyvíjejících dětí, ale také individuálně mezi jednotlivými jedinci s DCD. Není tedy snadné hodnotit děti s DCD jako skupinu, ale lépe individuálně (Woodruff, Bothwell-Myers, Tingley, & Albert, 2002). Z tohoto důvodu se ve studii Woodruffa et al. (2002) snažili vytvořit index chůze, který slouží ke kvantifikaci rozdílů v chůzi u diagnózy DCD oproti dětem bez motorických obtíží.

Děti s DCD vykazují deficit v posturální kontrole projevující se titubacemi ve stoji na rovném povrchu (Geuze, 2003; Przysucha & Taylor, 2004; Wann, Mon-Williams, & Rushton, 1998). Ve studii Williams (2002) zkoumali rozdíly mezi strategiemi pro znovuzískání rovnováhy po náhlém podtržení podložky u dětí s DCD a dětí bez motorického deficitu. Aktivace svalů dětí s DCD byla v proximodistálním směru, zatímco u intaktních dětí v distoproximálním směru, a tato se jevila jako efektivnější. V ideálním případě je pro udržení rovnováhy

ve stoji těžiště promítáno do středu opěrné báze. Pro udržení rovnováhy při lokomoci je třeba kompromisu mezi dopředným zrychlením těla a potřebou udržet celkovou stabilitu (Winter, 1995). Vezmeme-li v úvahu tuto komplexnost s ohledem na kontrolu držení těla během pohybu, můžeme předpokládat, že snížená schopnost posturální kontroly u dětí s DCD může být limitujícím faktorem pro jejich pohybové aktivity (Deconinck et al., 2006).

Chůze u dětí s DCD byla dosud posuzována z hlediska různých faktorů. Cílem práce Rosengrena et al. (2009) bylo posoudit komplexitu a variabilitu chůze u dětí s DCD. Děti s DCD vykazovaly větší variabilitu pohybu bérce ve stejné fázi. Obecně byl pohybový vzorec při chůzi dětí s DCD variabilnější než u intaktní kontrolní skupiny. Tyto pohybové vzorce byly navíc rozdílné i v rámci testované skupiny. Individuálnost provedení chůze potvrzuje i Woodruff et al. (2002). Tsai, Wu, a Huang (2008) porovnávali úroveň rovnováhy dětí s DCD a bez DCD. Hodnotili výchylky COP (centre of pressure) při stoji na jedné i obou DKK s otevřenýma i zavřenýma očima. Děti s DCD vykazovaly větší výchylky COP ve všech podmínkách stoje se zavřenýma očima.

Cílem této studie bylo zjistit rozložení tlaků při kontaktu nohy s podložkou při chůzi a základních časoprostorových charakteristik chůze u předškolních dětí s DCD a předškolních dětí bez vývojových motorických obtíží.

METODIKA

Soubor

Pilotní studie se účastnilo 13 dětí ve věku 3–6 let navštěvujících mateřskou školu (MŠ). Tento soubor tvořily dvě skupiny dětí. První skupinou byly děti, u kterých nebyly zjištěny žádné vývojově podmíněné motorické obtíže – skupina KS ($n = 9$, věk $4,4 \pm 1,2$ roků, tělesná hmotnost $17,9 \pm 2,9$ kg a výška $106,4 \pm 7,9$ cm). Kritériem pro zařazení dítěte do této skupiny bylo dosažení celkového testového skóru TTS > 7 standardních bodů (tj. > 15 ému percentilu) a současně komponentního skóru pro rovnováhu a skóre ve všech třech testových úlohách pro rovnováhu rovněž > 7 bodů v Testu motoriky pro děti MABC-2 (test MABC-2, viz níže) (Henderson, Sugden, & Barnett, 2007; česká verze Psotta, 2014).

Druhou skupinu tvořily děti, které podle výsledků v testu MABC-2 vykazovaly riziko vývojového funkčního deficitu v rovnováze – skupina rBAL ($n = 4$, věk $4,0 \pm 1,2$ roků, tělesná hmotnost $18,3 \pm 3,5$ kg a výška $102,9 \pm 10,6$ cm). V souladu s diagnostickými kritérii podle Hendersona, Sugdena, a Barnetta (2007) bylo riziko funkčního deficitu v rovnováze indikováno dosaženou hod-

notou $TTS \leq 7$ standardních bodů (tj. ≤ 15 tému percentilu) a dosažení komponentního skóru pro rovnováhu nebo skóru pro alespoň jednu z testových úloh pro rovnováhu ≤ 7 bodů.

Testování dětí bylo provedeno se souhlasem zákonných zástupců a po udělení souhlasu Etické komise FTK UP.

Hodnocení pohybové koordinace – test MABC-2

Hodnocení pohybové koordinace dětí bylo provedeno testem MABC-2 s použitím následující sady testových úloh pro věkovou skupinu 3–6letých:

- vkládání mincí, navlékání korálek a kreslení cesty pro hodnocení motorické komponenty manuální dovednosti (jemné motoriky);
- chytání sáčku a házení sáčku na podložku pro hodnocení hrubé motoriky spojené s ovládáním předmětu;
- rovnováha na jedné noze, chůze se zvednutými patami, skoky po podložkách pro hodnocení rovnováhy.

Administrace, skórování a vyhodnocení testu bylo provedeno v souladu s českou verzí testu (Psotta, 2014).

Účastníci absolvovali kompletní sadu testových úloh MABC-2, z důvodu daného postupu při testování a následné interpretace celkového stavu motoriky dítěte. Avšak pro potřeby a cíle pilotní studie jsme pracovali pouze s výsledky rovnovážných schopností.

Základní antropometrická měření

Tělesná výška dětí byla měřena pomocí The Wedderburn Portable Height Rod, a hmotnost analyzátořem tělesných kompozic Tanita BF-350.

Biomechanická analýza chůze

Po absolvování testu MABC-2 a základní antropometrie děti provedly ve stejný den test pro měření rozložení tlaků na kontaktu nohy s podložkou při chůzi. Byla použita dvoumetrová tlaková plošina Footscan (RSscan International, Olen, Belgie). Chůze byla provedena naboso, přirozenou rychlostí. Vyhodnoceny byly tři pokusy u každého jedince s využitím softwaru Footscan-Gait (verze 7.97), kde byly kompletní údaje o celém chodidle. Při analýze jsme použili rozdělení chodidla na deset oblastí (mediální část paty, laterální část paty, středonoží, 1. až 5. metatars, palec a ostatní prsty) (RSscan International, 2009). V případě nutnosti byla provedena manuální korekce dané oblasti chodi-

dla. V každé ze zkoumaných oblastí plosky chodidla byly vyhodnoceny vybrané proměnné – tlakový impuls, maximum tlaku, doba dosažení maxima tlaku, doba kontaktu s podložkou, doba trvání stojné fáze a délka kroku, doba trvání dvouopporové fáze. Symetrie délky kroku byla určena podle vzorce $IS = (délka\ kroku\ LDK - délka\ kroku\ PDK) / [(délka\ kroku\ LDK + délka\ kroku\ PDK) / 2]$, kde LDK je levá dolní končetina a PDK pravá dolní končetina.

Statistická analýza

Kromě základních popisných charakteristik (průměr, SD) byl použit Cohenův koeficient velikosti účinku d pro posouzení věcné, resp. klinické významnosti rozdílu časových a dynamických proměnných chůze mezi oběma skupinami. Podle Cohena (1988) byla hodnota $d < 0,5$ interpretována jako malý účinek (v této studii jako účinek rozdílné úrovně rovnováhy), $d = 0,5-0,8$ jako střední účinek, a $d > 0,8$ jako velký účinek.

VÝSLEDKY

V tabulce 1 jsou uvedeny výsledné hodnoty sledovaných proměnných, u kterých byl prokázán velký nebo střední účinek hodnot úrovně rovnováhy. Kromě maxima tlaku na prvních metatarsech, byly všechny z uvedených parametrů vyšší ve skupině KS. Velký účinek byl zjištěn dvou proměnných. Děti ze skupiny rBAL měly kratší dobu kontaktu prvního metatarsu a produkovaly vyšší tlak na druhý metatars než skupina KS.

Pokud se týká časových parametrů chůze, pak doba stojné fáze a fáze dvojí opory byla v obou skupinách srovnatelná, stejně tak délka kroku pravé DK a levé DK.

Symetrie délky kroku dosahovala u skupiny rBAL $5,7 \pm 1,3 \%$, u KS $3,9 \pm 1,2 \%$, $d = 1,46$.

Tabulka 1

Výsledky časových a tlakových proměnných se středním až velkým účinkem odlišné úrovně rovnováhy

Oblast	Parametr	KS (<i>n</i> = 9)		rBal (<i>n</i> = 4)		Věcná významnost
		Průměr	SD	Průměr	SD	Cohenovo <i>d</i>
Laterální pata	Impuls tlaku [N × s × cm ²]	0,9	0,3	0,8	0,2	0,56
Mediální pata	t Max P [%]	11	5	7	6	0,63
Meta 1	% Kontakt [%]	56	11	45	7	1,08
	Impuls [N × s × cm ²]	0,6	0,3	0,4	0,2	0,65
	Max P [N × cm ²]	3,2	1	2,6	1,2	0,62
	t Max P [%]	63	6	66	4	0,57
Meta 2	% Kontakt [%]	58	7	52	12	0,66
	Impuls tlaku [N × s × cm ²]	0,9	0,3	0,7	0,3	0,73
	Max P [N × cm ²]	4,9	1,1	4,2	1,2	0,59
	t Max P [%]	66	6	71	6	0,85
Meta 4	% Kontakt [%]	65	7	59	12	0,70
2.-5. prst	t Max P [%]	79	4	82	3	0,63

Vysvětlivky:

KS = skupina bez motorických obtíží

rBAL = skupina s motorickými obtížemi

SD = směrodatná odchylka

Meta = metatarsus

t Max P = procentuální vyjádření doby maximálního tlaku

% Kontakt = procentuální vyjádření doby kontaktu s podložkou

Max P = maximum tlaku

DISKUZE

Cílem této studie bylo porovnat rozložení tlaků při kontaktu nohy a základních časoprostorových charakteristik při chůzi u skupiny předškolních dětí s rizikem vývojově podmíněného funkčního deficitu v rovnováze a skupiny dětí s normální úrovní motoriky při využití tlakové plošiny.

Uvádí se, že děti s diagnostikovanou DCD, které se rovněž vyznačují zhoršenou úrovní rovnováhy, vykazují nižší úroveň motorické koordinace, než je očekávána vzhledem k jejich kalendářnímu věku (APA, 2000). Tento nedostatek vede k obtížnému zvládnutí běžných denních aktivit jako je například chůze (Deconinck et al., 2006; Rosengren et al., 2009). Mají-li navíc děti při chůzi provést náročnější motorický nebo kognitivní úkol, stává se pro ně chůze výrazně náročnější (Cherng, Liang, Chen, & Chen, 2009).

Chůze dětí s DCD se kvalitativně liší od dětí typicky se vyvíjejících. Rosengren et al. (2009) vysledovali, že děti s DCD chodí pomaleji a na širší bázi, jejich délka kroku je ve srovnání se zdravými dětmi kratší a vykazují menší rozsah pohybu v kotníku. V naší studii děti s rizikem obtíží s rovnováhou prováděly chůzi naopak s vyšší frekvencí a s kratší dobou kontaktu. Chůzi s kratšími kroky potvrzuje také studie Deconincka et al. (2006). Kratší kroky s větší frekvencí jsou pro děti s nízkou úrovní řízení pohybu a/nebo rovnováhy výhodnější pro udržení rychlosti a minimalizaci doby stojné fáze, která je náročnější na udržení rovnováhy. Doba stojné fáze, fáze dvoji opory a délky kroku se ve skupinách rBAL a KS významně nelišily.

Rosengren et al. (2009) a Deconinck et al. (2006) předpokládají, že modifikace chůze dětí s DCD kompenzují sníženou kvalitu centrálních řídicích mechanismů. Tyto odchylky od typického stereotypu chůze by měly být považovány spíše za adaptivní než abnormální. I když tento soubor modifikací/adaptací nemusí být vždy přítomen u každého dítěte s DCD, jisté odchylky byly přítomny u každého z nich. Výsledky studie Deconincka et al. (2006) poukazují na to, že dokonce i poměrně snadný pohybový úkol může být pro děti s DCD komplikací. Dětské probandy v práci Diamond, Downs, a Morris (2014) nebyli schopni využít stejnou strategii k přechodu z chůze do běhu.

Dalším zjištěním naší pilotní studie bylo, že děti ze skupiny rBAL měly kratší dobu kontaktu prvního metatarsu a delší dobu trvání maxima tlaku na druhý metatars než skupina KS. Větší tlakové impulsy na laterální straně paty a na 1. a 2. metatarsu u skupiny bez motorického deficitu naznačují dynamičtější provedení chůze. Kratší doba kontaktu na 1. a 4. metatarsu u skupiny s motorickým deficitem by mohla signalizovat, že z důvodu menší stability (nejistoty) přenáší zatížení více středem chodidla.

Za příčinu motorické diskoordinace u dětí s DCD je mimo jiné považována snížená propriocepce z kloubů (Maillard & Murray, 2003), nekonzistentní timing svalů a nedostatečná automatizace pohybů (Geuze, 2005). Tato motorická diskoordinace se pak může promítnout i do symetrie délky kroku, kdy děti ve skupině rBAL dosahovaly menší symetrie kroku.

LIMITY A VYMEZENÍ

Limitem práce je poměrně malý vzorek probandů a nesouměrnost počtu členů obou testovaných skupin. Do dalšího měření by bylo vhodné zahrnout větší počet dětí z různých mateřských škol.

Výsledky této práce jsou určeny pro odborníky zabývající se dětmi a jejich vývojem (pediatři, fyzioterapeuti, ortopedi, ortotici). Výstupy mohou být aplikovány na děti dané věkové kategorie a pomoci tak v prevenci nebo terapii.

ZÁVĚRY

Výsledky naznačují, že již v předškolním věku by bylo možné u dětí s DCD nalézt odchylky v některých parametrech krokového cyklu při srovnání s dětmi, které se vyvíjejí bez znatelných pohybových obtíží. Obecně byl plantární tlak a plantární kontakt u dětí s mírnými až významnými motorickými obtížemi menší, respektive doba plantárního tlaku byla kratší a kroky o vyšší frekvenci než u dětí s normální úrovní pohybové koordinace. Tento náález naznačuje odlišný stereotyp chůze dětí s motorickými obtížemi. Kratšími a rychlejšími kroky se minimalizují požadavky na balancování při chůzi, což může být výhodná kompenzace u jedinců s nedostatky v senzomotorických funkcích, které se podílejí na rovnováze a/nebo řízení lokomočních pohybů.

REFERENČNÍ SEZNAM

- APA. (2000). *Diagnostic and Statistical Manual of Mental Disorder IV-TR*. Washington, DC: American Psychiatric Association.
- Baerg, S., Cairney, J., Hay, J., Rempel, L., Mahlberg, N., & Faight, B. E. (2011). Evaluating physical activity using accelerometry in children at risk of developmental coordination disorder in the presence of attention deficit hyperactivity disorder. *Research in Developmental Disabilities*, 32, 1343–1350.

- Cairney, J., Hay, J. A., Faught, B. E., & Hawes, R. (2005). Developmental coordination disorder and overweight and obesity in children aged 9–14 years. *International Journal of Obesity*, 29, 369–372.
- Cherng, R. J., Liang, L. Y., Chen, Y. J., & Chen, J. Y. (2009). The effects of a motor and a cognitive concurrent task on walking in children with developmental coordination disorder. *Gait & Posture*, 29, 204–207.
- Cohen, J. (1988). *Statistical power analysis for the behavioral sciences* (2nd ed.). New York, NY: Academic Press.
- Deconinck, F. J. A., 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*, 10, 125–142.
- Diamond, N., Downs, J., & Morris, S. (2014). The problem with running: Comparing the propulsion strategy of children with Developmental Coordination Disorder and typically developing children. *Gait & Posture*, 39, 547–552.
- Gallahue, D. L., & Ozmun, J. C. (1997). *Understanding motor development*. Boston: McGraw-Hill Companies.
- Geuze, R. H. (2003). Static balance and developmental coordination disorder. *Human Movement Science*, 22, 527–548.
- Geuze, R. H. (2005). Postural control in children with developmental coordination disorder. *Neural Plasticity*, 12(2–3), 183–196.
- Gillberg, I. C., & Gillberg, C. (1989). Children with preschool minor neurodevelopmental disorders. IV: Behaviour and school achievement at age 13. *Developmental Medicine and Child Neurology*, 31, 3–13.
- Henderson, S. E., Sugden, D. L., & Barnett, A. L. (2007). *The Movement Assessment Battery for Children* (2nd ed.). London: Harcourt Assessment.
- Kohoutek, M., Hendl, J., Věle, F., & Hirtz, P. (2005). *Koordinální schopnosti dětí*. Praha: Univerzita Karlova v Praze.
- Kolář, P., Bitnar, P., Džrhonová, O., Horáček, O., Kříž, J., Adámková, M., ... Zumrová, A. (2009). *Rehabilitace v klinické praxi*. Praha: Galén.
- Kučera, M., Kolář, P., & Dylevský, I. (2011). *Dítě, sport a zdraví*. Praha: Galén.
- 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, 693–700.
- Maeland, A. F. (1992). Handwriting and perceptual-motor skills in clumsy, dysgraphic, and “normal” children. *Perceptual and Motor Skills*, 75, 1207–1217.
- Maillard, S., & Murray, K. J. (2003). Hyper mobility syndrome in children. *Hypermobility syndrome: Recognition and management for physiotherapists*, 4, 33–47.
- Missiuna, C., Rivard, L., & Pollock, N. (2011). *Children with Developmental Coordination Disorder: At home, at school, and in the community*. Ontario: McMaster University.

- Przysucha, E. P., & Taylor, M. J. (2004). Control of stance and developmental coordination disorder: The role of visual information. *Adapted physical activity quarterly*, 21, 19–33.
- Psotta, R. (2014). *MABC-2: Test motoriky pro děti*. Praha: Hogrefe – Testcentrum.
- Rosengren, K. S., Deconinck, F. J., Diberardino, L. A., Polk, J. D., Spencer-Smith, J., De Clercq, D., & Lenoir, M. et al. (2009). Differences in gait complexity and variability between children with and without developmental coordination disorder. *Gait & Posture*, 29, 225–229.
- RSscan International. (2009). *Footscan® entry level USB2 system, user guide: Version 7*. Retrieved 4. 5. 2015 from the World Wide Web: http://www.rsscan.de/images/download/footscan_USB2_User_guide_Gait_software_RS-PRD-00131-02.pdf
- Silman, A., Cairney, J., Hay, J., Klentrou, P., & Faght, B. E. (2011). Role of physical activity and perceived adequacy on peak aerobic power in children with developmental coordination disorder. *Human Movement Science*, 30, 672–681.
- Tsai, Ch. L., Wu, S. K., & Huang, Ch. H. (2008). Static balance in children with developmental coordination disorder. *Human Movement Science*, 27, 142–153.
- Wann, J. P., Mon-Williams, M., & Rushton, K. (1998). Postural control and co-ordination disorders: The swinging room revisited. *Human Movement Science*, 17, 491–513.
- Williams, H. G. (2002). Motor control in children with developmental coordination disorder. In S. A. Cermak & D. Larkin (Eds.), *Developmental coordination disorder* (pp. 117–137). Albany, NY: Delmar.
- Willoughby, C., & Polatajko, H. J. (1995). Motor problems in children with developmental coordination disorder: Review of the literature. *American Journal of Occupational Therapy*, 49, 787–794.
- Winter, D. A. (1995). Human balance and posture control during standing and walking. *Gait & Posture*, 3, 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.

Mgr. Michaela Kubisová
 Univerzita Palackého v Olomouci
 Fakulta tělesné kultury
 třída Míru 117
 771 11 Olomouc
 e-mail: michaela.kubisova01@upol.cz

TEMPORAL AND DYNAMIC CHARACTERISTICS OF WALKING IN PRESCHOOL CHILDREN WITH DIFFERENT LEVEL OF BALANCE: A PILOT STUDY

BACKGROUND: Developmental coordination disorder (DCD) is impairment in motor coordination which can be manifested also by poor balance. Some children with DCD can be more dependent on visual feedback to control their movements. This fact can result in disruption of predictive control, recognition of movement errors and correcting them.

OBJECTIVE: The aim of the study was to compare foot pressure distribution and basic temporal and spatial variables during gait in the children with a risk of developmental deficiency in balance and without motor difficulties.

METHODS: According to the results of the Test MABC-2 (Movement Assessment Battery for Children) subjects were divided into two groups – with the risk of developmental deficiency in balance (rBAL) ($n = 4$, age 4.0 ± 1.2 years, weight 18.3 ± 3.5 kg, height 102.9 ± 10.6 cm) and without motor difficulties (KS) ($n = 9$, age 4.4 ± 1.2 , weight 17.9 ± 2.9 kg, height 106.4 ± 7.9 cm). Distribution of plantar pressure was detected by the Footscan system (RSscan International, Olen, Belgium). Basic time and pressure variables were assessed in these areas: lateral and medial heel, 1st–5th metatarsal, midfoot and big toe and other toes. The gait was performed at self-selected speed, barefoot, three trials per child. Differences between groups were assessed by effect size – Cohen's d .

RESULTS: The medium effect was reported for pressure impulse in lateral heel, pressure peak in medial heel, pressure peak, pressure impulse and contact duration of 1st metatarsal, contact duration in 4th metatarsal and pressure peak in area of 2nd–5th toe. Except for the pressure peak in the first metatarsals, all of the mentioned parameters were higher in the KS group. Generally, the foot pressure and foot contact in the rBAL group was smaller and shorter, so their steps were faster and different from a normal gait performance. Large effect sizes were found for contact duration in the 1st metatarsal and pressure peak in the 2nd metatarsal. It means that the rBAL children had shorter first metatarsal contact duration and produced higher pressure on 2nd metatarsal than the KS children. Also, the step length of the rBAL group was less symmetric than in the KS group. The period of stance and double support was found similar in both groups.

CONCLUSIONS: The results may indicate that as early as preschool age there could be discernible differences in some parameters of gait cycle between the typically developed children and children with delayed motor development.

Key words: *developmental coordination disorder, walking, dynamic analysis.*