Vliv zraku na chůzi u dětí s odlišnou úrovní motoriky

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

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

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

Východiska: Vývojová porucha pohybové koordinace (DCD) u dětí je často spojena se zhoršeným zpracováním vizuálně prostorových informací. **Cíle:** Cílem této studie bylo prozkoumat účinek vidění při řízení chůze u dětí s normálním vývojem motoriky (NM) a dětí s rizikem DCD (DCD_R). **Metodika:** 16 dětí s NM (věk $9,1 \pm 1,0$ roků) a 16 dětí s DCD_R ($8,7 \pm 0,8$ roků) provedli chůzi v přímém směru v délce 10 metrů. Zařízením Optojump byly měřeny časové, rychlostní a vzdálenostní charakteristiky vzorce chůze při plném vidění (PV) a bez vidění (BV). Výsledky byly zpracovány dvoufaktorovou analýzou rozptylu 2×2 ANOVA se smíšenými efekty (2 skupiny – NM vs. $DCD_R \times 2$ zrakové podmínky – PV vs. BV) s opakovaným měřením ($\alpha = ,05$). **Výsledky:** Výsledky odhalily, že chůze dětí s DCD_R se vyznačovala kratšími a pomalejšími kroky než chůze dětí s NM. Vyloučení zraku také ovlivnilo parametry krokového cyklu včetně stojné fáze, jednooporové fáze, fáze zatěžování a předšvihové fáze bez ohledu na úroveň motorické koordinace. **Závěry:** Výsledky tohoto experimentu ukazují, že děti s vývojově zhoršenou pohybovou koordinací mají pravděpodobně zhoršenou senzomotorickou integraci nebo zhoršenou schopnost pro on-line řízení pohybu. Vyšší závislost těchto dětí na vizuálních informacích nebo zhoršené využívání proprioceptivních vstupů při povádění chodecké lokomoce v jednoduchých stálých podmínkách prostředí se neprokázaly.

Klíčová slova: chůze, zrak, porucha koordinace, děti

Úvod

Podle Americké psychiatrické asociace (American Psychiatric Association, 2013) se vývojová porucha pohybové koordinace u dětí (Developmental Coordination Disorder – DCD) vyznačuje tím, že učení a provádění pohybových činností, které vyžadují senzomotorickou koordinaci, jsou pod úrovní, než se očekává vzhledem k věku, intelektu a příležitostem k provádění těchto činností. Děti s DCD vykazují potíže při provádění pohybových aktivit v každodenním životě a aktivit prováděných ve volném čase, včetně sportu a pohybových her (Cermak & Larkin, 2002). Vzhledem k tomu, že neexistují neurologické důkazy k diagnostikování dětí s DCD, jsou kvalitativní rozdíly v provádění různých motorických úkolů považovány za základ teoretických modelů pro vysvětlení motorických potíží u dětí s DCD (American Psychiatric Association, 2013).

V současné době je DCD považována za heterogenní syndrom. Motorické potíže, které podmiňují

tuto poruchu, mohou být zapříčiněny různým senzomotorickým poškozením. Za prvé, DCD může být doprovázena problémy se zpracováním informací, včetně zhoršeného zrakového, nebo kinestetického vnímání (Williams, 2002). Motorické plánování tudíž nemusí být odpovídající a přesné.

Za druhé, děti mohou mít zhoršenou schopnost pohybovou akci naplánovat a organizovat v motorickém plánu na úrovni centrálního nervového systému. V tomto případě samotný pohyb může být dobře proveditelný, ale dítě není schopno provést danou pohybovou úlohu podle zadání (Zouneková & Kolář, 2013).

Za třetí, k problému DCD může přispět nedostačující představa pohybu (ideativní dyspraxie) (Hill, 2005). Dítě pak nechápe, co má podle pokynů dělat. Za čtvrté, DCD může být spojeno s problémem účelně provést pohybovou akci (exekutivní nebo motorická dyspraxie), včetně problému využití zpětných senzomotorických vazeb. I když v tomto případě dítě ví, co má dělat a jak úkol provést podle motorického plánu, objevují se narušení v provedení pohybových dovedností (Chambers, Sugden, & Sinai, 2005).

I přes různé funkční deficity, které mohou přispět k DCD, se objevily různé předpoklady o roli těchto deficitů u dětí s DCD (Cermak, 1985; Schoemaker

* Korespondenční adresa: Ludvík Valtr, Katedra přírodních věd v kinantropologii, Fakulta tělesné kultury, Univerzita Palackého v Olomouci, třída Míru 117, 771 11 Olomouc, Česká republika. E-mail: ludvik.valtr@upol.cz

et al., 2001). Například se uvádí, že neexistuje žádný důkaz, který by prokázal primární percepční deficit u dětí s DCD (Schoemaker et al., 2001). Avšak Cermak (1985) upozorňuje, že zhoršené vnímání informací různých modalit a jejich zhoršená integrace vede k problémům v motorickém plánování, nebo v motorickém provedení akce (Ayres, 1972). Problémy s motorickým plánováním a prováděním pohybového úkolu mohou tedy také souviset s deficitem zrakového vnímání (Lord & Hulme, 1988; Ruiz, Mata, & Jimenez, 2005; Wilson & McKenzie, 1998; Wilson, Miles, Vine, & Vickers, 2012), nebo propriocepčním a kinestetickým vnímáním (Wilson & McKenzie, 1998).

Zraková kontrola pohybu se považuje za jeden z nejdůležitějších faktorů motorické kontroly (Schmidt & Lee, 2011). Některé studie prokázaly, že děti s DCD se mohou více spoléhat na zrakové vnímání při provádění pohybových dovedností než jejich vrstevníci s normálním vývojem motoriky (Deconinck et al., 2006; Missiuna, Rivard, & Bartlett, 2003). Ukázalo se ale, že DCD u dětí se velmi často spojuje s nedostatky ve zpracování vizuálně prostorových informací a to jak v úlohách s motorickou složkou, tak bez ní (Wilson & McKenzie, 1998). Vzhledem k tomu, že vizuální informace jsou pro motorické plánování, tak motorickou kontrolu nezbytné ve většině lidských pohybů, dá se předpokládat, že v případě zrakového omezení mohou být pohyby narušeny (Schoemaker et al., 2001). Nedostatek vizuálních informací může ovlivnit přesnost, rychlost a další aspekty provedení pohybu (Missiuna, Rivard, & Bartlett, 2003).

Možný účinek omezení zrakových informací u jednotlivců byl zkoumán v úloze chůze (Deconinck et al., 2006; Hallemans et al., 2009). Toto zrakové omezení mělo významný vliv na vzorec chůze s tím, že se uvažovalo o jeho negativním efektu na rovnováhu při chůzi (Hallemans et al., 2009; Iosa, Fusco, Morone, & Paolucci, 2012). Není však jasné, zda se vzorec chůze může lišit mezi dětmi bez motorických obtíží a dětmi s vývojovými motorickými obtížemi při zhoršené dostupnosti zrakových informací. Lze totiž usuzovat, že k motorické kontrole chůze mohou silně přispívat ostatní senzorické vstupy jako jsou proprioceptivní, kinestetické a vestibulární podněty. Je možné se také domnívat, že nedostupnost zrakových informací může být nahrazena efektivnějším využíváním proprioceptivních vstupů a vyhovět tak požadavkům motorické kontroly pohybu (Tremblay, 2010). Pokud tedy mají děti s DCD pouze obtíže se zpracováním zrakových informací, mohly by provádět lokomoční činnosti podobně jako děti s normální úrovní senzomotorických funkcí při zakrytí zraku. Příspěvek

zrakových, vestibulárních a proprioceptivních informací při motorické kontrole chůze u běžných zdravých dětí mladšího školního věku však není dosud jasný.

Na druhou stranu větší závislost dětí na zrakových informacích při provádění základních pohybových dovedností jako je chůze, je příznakem opožděného motorického vývoje (Cermak & Larkin, 2002). Větší závislost na zraku může ukazovat na problémy se zpracováním kinestetických nebo proprioceptivních informací. Pro zjištění možných deficitů ve vnímání (percepci) v motorickém řízení u dětí s nízkou úrovní motorické koordinace bylo cílem této studie ověřit účinek zraku pro provedení chůze a to na základě srovnání těchto dětí s dětmi bez motorických obtíží.

Metody

Účastníci

Účastníky studie bylo šestnáct dětí s normální úrovní motoriky (NM) ve věku $9,1 \pm 1,0$ roků a šestnáct dětí s rizikem DCD (DCD_R) ve věku $8,7 \pm 0,8$ roků. Výběr dětí pro studii byl proveden v základních a speciálních základních školách. Kritériem pro zařazení dětí do těchto dvou skupin byl celkový testový skóre (TTS) dosažený v Testu motoriky pro děti MABC-2 (MABC-2) (Henderson, Sugden, & Barnett, 2007, česká verze Psotta, 2014) (viz níže). Podle pravidel pro interpretaci výsledků testování (Henderson et al., 2007) byly děti s $TTS > 16$. percentilem zařazeny do skupiny NM, a děti s $TTS \leq 16$. percentilem do skupiny DCD_R .

Do studie byly zařazeny pouze děti, které byly fyzicky i psychicky zdravé. Děti, jejichž motorické obtíže byly způsobeny zdravotními, mentálními nebo jinými neurologickými problémy, byli ze studie vyřazeni. Tyto skutečnosti byly posuzovány na základě pedagogicko-psychologické anamnézy vypracované školními psychology.

Děti ve skupinách NM a $DCDR$ se významně nelišily tělesnou výškou ($134,3 \pm 9,3$ cm vs. $130,1 \pm 6,4$ cm, $p = ,154$), tělesnou hmotností ($30,4 \pm 7,4$ kg vs. $29,2 \pm 6,5$ kg, $p = ,619$) a funkční délkou dolní končetiny ($71,1 \pm 6,8$ cm vs. $67,4 \pm 5,6$ cm, $p = ,107$).

Antropometrická měření

Před provedením experimentu byla dětem změřena tělesná výška, hmotnost a funkční délka dolní končetiny. Tělesná hmotnost byla měřena analyzátozem Tanita BF-350 (Tanita Corp., Japonsko) s přesností 0,1 kg, a tělesná výška přenosným antropometrem Leicester High Measure MK II (Leicester, Velká Británie) s přesností 0,1 cm.

Funkční délka dolní končetiny byla měřena od spina iliaca anterior superior k malleolus medialis (Gross,

Fetto, & Rosen, 2005) pro výpočet proměnných vzorce chůze normovaných k individuální funkční délce dolní končetiny podle následujících rovnic (Hof, 1996):

$$\text{relativní délka kroku} = \frac{\text{délka kroku}}{\text{délka nohy}}$$

$$\text{relativní rychlost} = \frac{\text{rychlost kroku}}{\sqrt{g \times \text{délka nohy}}}$$

Hodnocení motorické koordinace

Před experimentem byl u všech účastníků proveden test MABC-2 (Henderson et al., 2007) pro hodnocení úrovně motorické způsobilosti. Tento test se skládá z osmi úloh rozdělených do tří motorických oblastí – manuální dovednost (jemná motorická koordinace), házení a chytání (hrubá motorická koordinace spojená s kontrolou předmětu) a rovnováha (statická a dynamická). Celková úroveň motoriky byla indikována celkovým testovým skórem (TTS). Všechny převody hrubých skóre na standardní skóre a převody TTS na percentilové ekvivalenty byly provedeny podle věkových norem pro populaci českých dětí (Psotta, 2014).

Procedura, analýza vzorce chůze

Experiment se uskutečnil ve školních tělocvičnách uvnitř přenosné laboratoře (15 × 4 × 2,5 m). Přenosná laboratoř byla postavena z kovové konstrukce kompletně zakryté ze všech čtyř stran látkou, aby bylo zajištěno, že děti nebudou rušeny různými podněty z okolního prostředí.

Děti obou skupin byly požádány, aby prošly 10-metrový úsek za dvou rozdílných podmínek – s plným viděním (PV) a bez vidění (BV). Každé dítě provedlo dva pokusy za každé podmínky, pořadí jednotlivých podmínek bylo vyvážené. V pokusu bez vidění byly děti zakryty oči látkovou maskou. Startovní a cílová čára byla umístěna dva metry před měřeným úsekem a 2 metry za ním, aby se minimalizoval vliv počáteční fáze zrychlení, respektive závěrečné fáze zpomalení chůze. Děti obdržely instrukci, aby kráčely přirozeně vlastní zvolenou chůzí a pohodlnou rychlostí. Všechny děti si pro chůzi obuly stejný typ obuvi odpovídající velikosti.

Časové, vzdálenostní a rychlostní proměnné vzorce chůze, resp. kroků a krokových cyklů, byly měřeny pomocí optoelektronického přístroje Optojump Next (Optojump Next, verze 1.3.20.0, Microgate, Bolzano, Itálie).

Analýza dat

Do analýzy vzorce chůze byly zahrnuty proměnné z prvních čtrnácti kroků, resp. sedmi krokových cyklů.

Tyto proměnné zahrnovaly: a) vzdálenostní proměnné – délka kroku, relativní délka kroku, délka dvojkroku; b) časové proměnné – doba stojné fáze (s; %), švihové fáze (s; %), jednooporové fáze (s; %), fáze zatěžování (s; %), předšvihové fáze (s; %); c) rychlostní proměnné – rychlost kroku (m · s⁻¹) a relativní rychlost kroku.

Všechny proměnné vzorce chůze byly analyzovány dvoufaktorovou analýzou rozptylu 2 × 2 ANOVA (NM vs. DCD_R skupina × PV vs. BV podmínky) se smíšenými efekty a opakovaným měřením na posledním faktoru (α = ,05). Metoda párového porovnání a Bonferroniho test (α = ,05) byly použity jako post-hoc testy. Epsilon hodnoty podle Greenhouse-Geissera byly použity k upravení stupně volnosti v ANOVě s opakovanými měřeními pro kompenzování rozptylů jako podmínka sféricity. Všechny analýzy byly provedeny pomocí statistického softwaru SPSS-21 (IBM, USA).

Výsledky

Celkový testový skóre (TTS) v testu MABC-2, který ukazuje na úroveň motorické koordinace, byl nižší u skupiny DCD_R (9,3 ± 4,9 percentil) se statistickou a věcnou významností (*p* < ,001; *d* = 3,64) v porovnání s TTS skupiny NM (61,8 ± 19,8 percentil).

Proměnné vzorce chůze u motoricky odlišných skupin a za odlišných zrakových podmínek

Úroveň motorické koordinace ve skupinách dětí měla významný vliv na relativní délku kroku vztaženou k funkční délce dolních končetin a délku dvojkroku. Děti NM skupiny šly delšími kroky a dvojkroky v porovnání s dětmi s DCD_R bez ohledu na zrakové podmínky chůze. Oba délkové ukazatelé byly také delší v podmínkách plného vidění (PV) ve srovnání s podmínkami bez zrakových informací (BV) bez ohledu na úroveň motorických schopností dětí. Avšak interakce skupina × zrakové podmínky nebyla významná (Tabulka 1).

Výsledky ukázaly, že všechny časové proměnné, včetně stojné fáze (%), švihové fáze (%), jednooporové fáze (%), fáze zatěžování (%) a předšvihové fáze (%) se významně lišily mezi dětmi skupiny NM a DCD_R, a to bez ohledu na zrakové podmínky. Kromě toho se pouze dvouoporová fáze (%), fáze zatěžování (%) a předšvihová fáze (%) významně lišily za podmínek vidění a bez vidění bez ohledu na úroveň motorických schopností. Navíc byly interakce skupina × zrakové podmínky významné v případě stojné fáze (%), jednooporové fáze (%), fáze zatěžování (%) a předšvihové

Tabulka 1

Průměry, standardní odchylky a výsledky opakovaných měření ANOVA u vzdálenostních proměnných krokového cyklu za podmínek vidění a bez vidění

Proměnná	Podmínky	NM děti	DCD _R děti	Skupina	Zrak	Skupina × zrak
Relativní délka kroku						
	PV	0,930 ± 0,210	0,648 ± 0,128	$F(1,30) = 18,340$ $p < ,001$ $\eta p^2 = 0,379$	$F(1,30) = 142,608$ $p < ,001$ $\eta p^2 = 0,826$	$F(1,30) = 0,310$ $p = ,582$ $\eta p^2 = 0,010$
	BV	0,758 ± 0,251	0,492 ± 0,114			
Délka dvojkroku (cm)						
	PV	127,494 ± 17,387	104,021 ± 13,686	$F(1,30) = 20,609$ $p < ,001$ $\eta p^2 = 0,407$	$F(1,30) = 150,552$ $p < ,001$ $\eta p^2 = 0,834$	$F(1,30) = 0,908$ $p = ,348$ $\eta p^2 = 0,029$
	BV	107,254 ± 13,884	86,699 ± 12,040			

Vysvětlivky. NM = děti s normálním vývojem motoriky; DCD_R = děti s rizikem vývojové poruchy pohybové koordinace; PV = plné vidění; BV = bez vidění.

Tabulka 2

Průměry, standardní odchylky a výsledky opakovaných měření ANOVA u časových proměnných v procentech za podmínek vidění a bez vidění

Proměnná	Podmínky	NM děti	DCD _R děti	Skupina	Zrak	Skupina × zrak
Stojná fáze (%)						
	PV	55,603 ± 18,656	39,275 ± 18,833	$F(1,30) = 4,947$ $p = ,034$ $\eta p^2 = 0,142$	$F(1,30) = 3,875$ $p = ,058$ $\eta p^2 = 0,114$	$F(1,30) = 7,898$ $p = ,009$ $\eta p^2 = 0,208$
	BV	52,555 ± 18,933	39,811 ± 17,845			
Švihová fáze (%)						
	PV	60,053 ± 7,759	42,970 ± 15,221	$F(1,30) = 16,306$ $p < ,001$ $\eta p^2 = 0,352$	$F(1,30) = 0,247$ $p = ,623$ $\eta p^2 = 0,008$	$F(1,30) = 1,176$ $p = ,287$ $\eta p^2 = 0,038$
	BV	59,676 ± 8,350	43,987 ± 13,360			
Jednooporová fáze (%)						
	PV	35,835 ± 4,904	33,709 ± 2,254	$F(1,30) = 30,304$ $p < ,001$ $\eta p^2 = 0,503$	$F(1,30) = 0,083$ $p = ,775$ $\eta p^2 = 0,003$	$F(1,30) = 6,457$ $p = ,016$ $\eta p^2 = 0,177$
	BV	38,267 ± 3,580	31,773 ± 1,131			
Fáze zatěžování (%)						
	PV	14,838 ± 1,752	15,290 ± 1,894	$F(1,30) = 11,070$ $p = ,002$ $\eta p^2 = 0,270$	$F(1,30) = 18,471$ $p < ,001$ $\eta p^2 = 0,381$	$F(1,30) = 9,221$ $p = ,005$ $\eta p^2 = 0,235$
	BV	12,113 ± 1,300	14,821 ± 1,813			
Předšvihová fáze (%)						
	PV	14,545 ± 2,106	15,731 ± 2,072	$F(1,30) = 18,172$ $p < ,001$ $\eta p^2 = 0,377$	$F(1,30) = 16,479$ $p < ,001$ $\eta p^2 = 0,355$	$F(1,30) = 5,403$ $p = ,027$ $\eta p^2 = 0,153$
	BV	11,348 ± 1,663	14,862 ± 2,504			

Vysvětlivky. NM = děti s normálním vývojem motoriky; DCD_R = děti s rizikem vývojové poruchy pohybové koordinace; PV = plné vidění; BV = bez vidění.

fáze (%) (Tabulka 2). Výsledky post hoc testů jsou uvedeny v Tabulce 3.

Výsledky dále ukázaly, že všechny časové proměnné, včetně stojné fáze (s), švihové fáze (s), jednooporové fáze (s), fáze zatěžování (s) a předšvihové fáze (s) se významně lišily mezi dětmi NM a DCD_R,

a to bez ohledu na zrakové podmínky. Kromě toho se pouze jednooporová fáze (s) a stojná fáze (s) významně lišily za podmínek plného vidění a bez vidění bez ohledu na skupinu motorických schopností. Navíc interakce skupina × zrakové podmínky nebyly významné u žádné časové proměnné (Tabulka 4).

Tabulka 3

Výsledky post-hoc testů pro časové proměnné v interakcích skupina × zrakové podmínky

Proměnná	Skupiny	Skupiny	Výsledky
Stojná fáze (%)	NMPV	NMBV	Nevýznamné
		DCD _R PV	*
		DCD _R BV	*
	NMBV	DCD _R PV	*
		DCD _R BV	*
	DCD _R PV	DCD _R BV	Nevýznamné
Jednooporová fáze (%)	NMPV	NMBV	Nevýznamné
		DCD _R PV	Nevýznamné
		DCD _R BV	*
	NMBV	DCD _R PV	*
		DCD _R BV	*
	DCD _R PV	DCD _R BV	Nevýznamné
Fáze zatěžování (%)	NMPV	NMBV	Nevýznamné
		DCD _R PV	Nevýznamné
		DCD _R BV	Nevýznamné
	NMBV	DCD _R PV	*
		DCD _R BV	*
	DCD _R PV	DCD _R BV	Nevýznamné
Předšvihová fáze (%)	NMPV	NMBV	Nevýznamné
		DCD _R PV	Nevýznamné
		DCD _R BV	*
	NMBV	DCD _R PV	*
		DCD _R BV	*
	DCD _R PV	DCD _R BV	Nevýznamné

Výsvětlivky. * $p < ,05$; NMPV = děti s normálním vývojem motoriky za plného vidění; NMBV = děti s normálním vývojem motoriky v situaci bez vidění; DCD_RPV = děti s rizikem vývojové poruchy pohybové koordinace za plného vidění; DCD_RBV = děti s rizikem vývojové poruchy pohybové koordinace v situaci bez vidění

Výsledky ukázaly, že děti s NM chodily rychleji než děti s DCD_R bez ohledu na zrakové podmínky. Kromě toho byla rychlost chůze vyšší za podmínek vidění než za podmínek bez vidění bez ohledu na úroveň motorických schopností. Avšak interakce skupina × zrak významná nebyla (Tabulka 5).

Diskuze

Cílem studie bylo porovnat časovo-prostorové charakteristiky krokového cyklu při chůzi za podmínek

plného vidění a bez vidění mezi dětmi s normální úrovní motoriky (NM) a dětmi s rizikem vývojové poruchy pohybové koordinace (DCDr), resp. dětmi s motorickými obtížemi. Výsledky dosažené na základě použití přístroje Optojump prokázaly, že chůze dětí s motorickými koordinačními problémy se lišila v některých znacích od dětí s normální úrovní pohybové koordinace.

Rozdíly byly zjištěny ve všech časových proměnných ve smyslu kratší stojné fáze (s; %), švihové fáze (s; %) a jednooporové fáze (s; %), a delší

Tabulka 4

Průměry, standardní odchylky a výsledky opakovaných měření ANOVA u časových proměnných v čase za podmínek vidění a bez vidění

Proměnná	Podmínky	NM děti	DCD _R děti	Skupina	Zrak	Skupina × zrak
Stojná fáze (s)						
	PV	0,581 ± 0,215	0,379 ± 0,184	$F(1,30) = 6,249$ $p = ,018$ $\eta p^2 = 0,172$	$F(1,30) = 6,125$ $p = ,019$ $\eta p^2 = 0,170$	$F(1,30) = 6,046$ $p = ,052$ $\eta p^2 = 0,168$
	BV	0,518 ± 0,214	0,378 ± 0,168			
Švihová fáze (s)						
	PV	0,598 ± 0,092	0,444 ± 0,174	$F(1,30) = 16,643$ $p < ,001$ $\eta p^2 = 0,357$	$F(1,30) = 0,224$ $p = ,639$ $\eta p^2 = 0,007$	$F(1,30) = 0,954$ $p = ,0337$ $\eta p^2 = 0,031$
	BV	0,605 ± 0,078	0,424 ± 0,123			
Jednooporová fáze (s)						
	PV	0,418 ± 0,045	0,323 ± 0,037	$F(1,30) = 89,586$ $p < ,001$ $\eta p^2 = 0,749$	$F(1,30) = 12,613$ $p = ,001$ $\eta p^2 = 0,296$	$F(1,30) = 2,964$ $p = ,095$ $\eta p^2 = 0,090$
	BV	0,401 ± 0,046	0,275 ± 0,036			
Fáze zatěžování (s)						
	PV	0,137 ± 0,035	0,168 ± 0,037	$F(1,30) = 17,041$ $p < ,001$ $\eta p^2 = 0,362$	$F(1,30) = 1,127$ $p = ,297$ $\eta p^2 = 0,036$	$F(1,30) = 0,277$ $p = ,603$ $\eta p^2 = 0,09$
	BV	0,142 ± 0,037	0,181 ± 0,024			
Předšvihová fáze (s)						
	PV	0,123 ± 0,036	0,170 ± 0,035	$F(1,30) = 38,231$ $p < ,001$ $\eta p^2 = 0,560$	$F(1,30) = 3,377$ $p = ,076$ $\eta p^2 = 0,101$	$F(1,30) = 0,041$ $p = ,840$ $\eta p^2 = 0,001$
	BV	0,138 ± 0,031	0,188 ± 0,028			

Výsvětlivky. NM = děti s normálním vývojem motoriky; DCD_R = děti s rizikem vývojové poruchy pohybové koordinace; PV = plné vidění; BV = bez vidění.

Tabulka 5

Průměry, standardní odchylky a výsledky opakovaných měření ANOVA u rychlostních proměnných krokového cyklu vidění a bez vidění

Proměnná	Podmínky	NM děti	DCD _R děti	Skupina	Zrak	Skupina × zrak
Odstupňovaná rychlost kroku (m × s ⁻¹)						
	PV	1,715 ± 0,229	1,372 ± 0,186	$F(1,30) = 16,136$ $p < ,001$ $\eta p^2 = 0,350$	$F(1,30) = 36,660$ $p < ,001$ $\eta p^2 = 0,550$	$F(1,30) = 1,875$ $p = ,181$ $\eta p^2 = 0,059$
	BV	1,406 ± 0,300	1,177 ± 0,199			

Výsvětlivky. NM = děti s normálním vývojem motoriky; DCD_R = děti s rizikem vývojové poruchy pohybové koordinace; PV = plné vidění; BV = bez vidění.

fáze zatěžování (s; %) a předšvihové fáze (s; %) vztažené k celkové době kroku. Kromě toho byla délka kroku a dvojkroku delší u dětí s NM v porovnání s jejich DCD_R vrstevníky. Navíc byla relativní rychlost kroku vzhledem k funkční délce dolních končetin větší u dětí s NM v porovnání s dětmi s DCD_R. Výše uvedené nálezy rozdílů v časových charakteristikách mezi skupinami dětí mohou souviset s prováděním širších kroků (Larkin & Hoare, 1991; Logan et al., 2010). Larkin a Hoare (1991) pozorovaly

u dětí s DCD tendenci kráčet více laterálně (do stran), zatímco děti bez motorických obtíží kráčely více v přímém směru. Lze předpokládat, že také nižší rychlost chůze u dětí s DCD_R by mohla být spojena s použitím strategie takového způsobu chůze, který umožňuje snažší udržení laterální rovnováhy a který je znakem nezralé chůze (Sutherland, Olshen, Biden & Wyatt, 1998). Tento předpoklad podporují předchozí studie, které prokázaly odlišné prostorové parametry u dětí s normální úrovní motoriky a dětí s motorickými

obtížemi (Deconinck et al., 2006; Wilmut, & Barnett, 2010; Williams, Ashley, & Ullmann, 2010).

Výsledky této studie dále ukázaly, že charakter chůze dětí byl jiný za podmínek plného vidění a bez vidění, a to bez ohledu na vyzrálost motorické koordinace. Děti také kráčely rychleji a delšími kroky při plné dostupnosti zrakových informací v porovnání s kroky provedenými za bez vidění. Tyto výsledky naznačují, že vizuálně-prostorové informace usnadňují řízení chodecké lokomoce. Podobné nálezy zmiňují studie Deconincka et al. (2006) a Williamse et al. (2010). Avšak stejná fáze, švihová fáze a jednooporová fáze se nelišily v podmínkách plného vidění a bez vidění, což podporuje možnost, že proprioceptivní a vestibulární informace mohou účinněji přispívat k časovo-prostorovým znakům chůze (Tremblay, 2010).

Bylo zjištěno, že chůze za bez vidění se u dětí s DCD_R vyznačovala kratším časovým podílem jednooporové fáze (%), švihové fáze (%) a větším časovým podílem fáze zatěžování (%) a předšvihové fáze (%) vztažené k celkové době trvání kroku při srovnání s dětmi s NM. Tyto nálezy by mohly naznačovat, že děti s normálním vývojem motorických funkcí mohou využívat účinněji proprioceptivní a kinestetické informace při chůzi se zakrytým zrakem. To by podporovala studie autorů Cherng, Liang, Chen a Chen (2009).

Přes všechny výše uvedené možné předpoklady je potřeba zdůraznit, že významné rozdíly v ukazatelích vzorce chůze se projeví pouze při meziskupinovém srovnání chůze prováděné za stejných vizuálních podmínek, zatímco žádné významné rozdíly nebyly pozorovány při intraskupinových srovnáních, tj. při srovnání ukazatelů chůze u dané skupiny prováděné za vidění a bez vidění. Výsledky studie tedy spíše ukazují na systematickou změnu vzorce chůze se změnou vizuálních podmínek u obou skupin. Tento závěr potvrzují výsledky první fáze analýzy rozptylu, které ukazují významost faktoru skupiny a faktoru vizuálních podmínek, avšak nevýznamnou interakci těchto dvou faktorů.

Závěr

Výsledky tohoto experimentu ukazují, že děti s vývojově zhoršenou pohybovou koordinací mají pravděpodobně silně zakotvené zhoršení senzomotorické integrace, nebo zhoršené on-line řízení pohybu. Vyšší závislost těchto dětí na vizuálních informacích, nebo zhoršené využívání propriocepce při provádění chodecké lokomoce v jednoduchých stálých podmínkách prostředí se neprokázaly.

Dedikace

Tato studie byla podpořena projekty „Podpora vytváření excelentních výzkumných týmů a intersektorální mobility na Univerzitě Palackého v Olomouci“ I. (reg. č. CZ.1.07/2.3.00/30.0004) a II. (reg. č. CZ.1.07/2.3.00/30.0041) s finanční podporou Strukturálních fondů EU a dále projektem Interní grantové agentury (IGA) Univerzity Palackého v Olomouci „Dovednostní výkon a pohybové učení u dětí se zhoršenou pohybovou koordinací: účinky odlišných zaměření pozornosti“ (reg. č. IGA_FTK_2015_001).

Referenční seznam

- American Psychiatric Association. (2013). *Diagnostic and statistical manual of mental disorders* (DSM-5TM) (5th ed.). Washington, DC: American Psychiatric Press.
- Ayres, J. A. (1972). *Sensory integration and learning disorders*. Los Angeles, CA: Western Psychological Services.
- Cermak, S. A. (1985). Developmental dyspraxia. In E. A. Roy (Ed.), *Neuropsychological studies of apraxia and related disorders* (pp. 225–248). Amsterdam: North Holland.
- Cermak, S. A., & Larkin, D. (2002). *Developmental Coordination Disorder*. Albany, NY: Thomson Learning.
- Chambers, M. E., Sugden, D. A., & Sinai, C. (2005). The nature of children with developmental coordination disorder. In D. Sugden & M. Chambers (Eds.), *Children with developmental coordination disorder* (pp. 1–18). London: Whurr Publishers.
- Cherng, R. J., Liang, L. Y., Chen, Y. J., & Chen, J. Y. (2009). The effects of a motor and cognitive task on walking in children with developmental coordination disorder. *Gait & Posture*, 29(2), 204–207.
- Deconinck, F. J. A., DeClerq, D., Savelsbergh, G. H. P., Van Coster, R., Oostra, A., Dewitte, G., & Lenoir, M. (2006). Visual contribution to walking in children with Developmental Coordination Disorder. *Child: Care, Health & Development*, 32, 711–722.
- Gross, J., Fetto, J., & Rosen, E. (2005). *Výšetření pohybového aparátu*. Praha: Triton.
- Hallemans, A., Beccu, S., Van Loock, K., Ortibus, E., Truijen, S., & Aerts, P. (2009). Visual deprivation leads to gait adaptations that are age and context-specific: I. Step-time parameters. *Gait & Posture*, 30, 55–59.
- Henderson, S. E., Sugden, D. A., & Barnett, A. L. (2007). *Movement Assessment Battery for Children-2*. London: Harcourt Assessment.
- Henderson, S. E., Sugden, D. A., & Barnett, A. L. (2014). *Motero test for children MABC-2*. (Czech adapted version, R. Sotata). Prague: Hogrefe-Testcentrum.
- Hill, E. L. (2005). Cognitive explanations of the planning and organization of movement. In D. Sugden & M. Chambers (Eds.), *Children with Developmental Coordination Disorder* (pp. 47–71). London: Whurr Publishers.
- Hof, A. L. (1996). Scaling gait data to body size. *Gait & Posture*, 4, 222–223.

- Iosa, M., Fusco, A., Morone, G., & Paolucci, S. (2012). Effects of visual deprivation on gait dynamic stability. *The Scientific World Journal*, 2012, 1–7.
- Larkin, D., & Hoare, D. (1991). *Out of step. Coordinating kids' movement*. Nedlands, Western Australia: Active Life Foundation.
- Logan, D., Kiemel, T., Dominici, N., Cappellini, G., Ivanenko, Y., Lacquaniti, F., & Jeka, J. J. (2010). The many roles of vision during walking. *Experimental brain research*, 206, 337–350.
- Lord, R., & Hulme, C. (1988). Visual perception and drawing ability in clumsy and normal children. *British Journal of Developmental Psychology*, 6, 1–9.
- Missiuna, C., Rivard, L., & Bartlett, D. (2003). Early identification and risk management of children with developmental coordination disorder. *Journal of Pediatric Physical Therapy*, 15, 32–38.
- Psotta, R. (2014). *MABC-2. Test motoriky pro děti. Česká verze*. Praha: Hogrefe – Testcentrum.
- Ruiz, L. M., Mata, E., & Jimenez, F. (2005). Percepcion visual y problemas evolutivos de coordinacion motriz en la edad escolar [Visual perception and developmental problems in the motor coordination in school-age children]. *Archivos de Medicina del Deporte*, 22, 213–224.
- Schmidt, R. A., & Lee, T. D. (2011). *Motor control and learning. A behavioural emphasis*. Champaign, IL: Human Kinetics.
- Schoemaker, 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(1–2), 111–133.
- Sutherland, D. H., Olshen, R., Biden, E. N., & Wyatt, M. P. (1998). *The development of mature walking*. London: MacKeith Press.
- Tremblay, L. (2010). Visual information in the acquisition of goal-directed action. In D. Elliott & M. Khan (Eds.), *Vision and goal-directed movement neurobehavioral perspectives* (pp. 281–291). Champaign, IL: Human Kinetics.
- 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: Thomson Learning.
- Williams, H. G., Ashley, L., & Ullmann, G. (2010). Gait characteristics of children with and without developmental coordination disorder: A case study. *European Psychomotricity Journal*, 3, 4–14.
- Wilmot, K., & Barnett, A. (2010). Locomotor judgements while navigating through apertures. *Human Movement Science*, 29, 289–298.
- Wilson, M. R., Miles, C. A. L., Vine, S. J., & Vickers, J. N. (2012). Quiet eye distinguishes children of high and low motor coordination abilities. *Medicine & Sciences in Sports & Exercise*, 45, 1144–1151.
- 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 & Psychiatry*, 39, 829–840.
- Zounková, I., & Kolář, P. (2013). Central coordination disturbance in preschool and school age. In P. Kolář (Ed.), *Clinical rehabilitation* (pp. 125–128). Prague: Alena Kobesová.

The effect of vision on walking in children with different levels of motor competency

Background: Motor coordination problems of children with developmental coordination disorder (DCD) have been frequently associated with poor visuospatial processing. **Objective:** The aim this study has been to investigate a role of the vision in the motor control of walking between typical developing children (TD) and children at risk of DCD (DCD_R). **Methods:** Participants included 16 TD (mean age 9.1, *SD* 1.0 years), and 16 DCD_R (mean age 8.7, *SD* 0.8 years) who walked along a 10 meter walkway using the Optojump instrument to assess the spatio-temporal variables of the gait pattern in full vision (FV) and non-vision (NV) conditions. Data was analyzed in a two-way mixed-effect ANOVA (2 groups – TD vs. DCD_R, 2 visual conditions – FV vs. NV) with repeated measurement on the last factor ($p \leq .05$). **Results:** The results demonstrated that DCD_R children walked slower and with shorter steps than their TD peers. Also, withdrawing the vision affects some parameters of the gait cycle including the stance-phase, single-support, load-response and pre-swing regardless of the level of motor coordination of the children. **Conclusions:** A higher dependency on visual information or impaired utilization of proprioceptive inputs for execution of simple walk in the stable environment were not confirmed in the children with motor difficulties.

Keywords: walking, vision, coordination disorder, children