

**UNIVERZITA KARLOVA**

**FAKULTA TĚLESNÉ VÝCHOVY A SPORTU**

**Disertační práce**

**2021**

**Jan Jirovec**

**UNIVERZITA KARLOVA**

**Fakulta tělesné výchovy a sportu**

**Míra vlivu úrovně motorické vyspělosti na výkon v neverbální  
inteligenci u dětí mladšího školního věku (6 - 11 let):**

**Longitudinální sledování.**

Autor: Mgr. Jan Jirovec

doc. PhDr. Martin Musálek, Ph.D.

Praha 2021

Prohlašuji, že jsem tuto disertační práci vypracoval samostatně, uvedl všechny použité prameny a literaturu a dodržel zásady vědecké etiky.

V Praze, dne

Mgr. Jan Jirovec

### Evidenční list

Souhlasím se zapůjčením své disertační práce ke studijním účelům. Uživatel svým podpisem stvrzuje, že tuto disertační práci použil ke studiu a prohlašuje, že ji uvede mezi použitými prameny.

Jméno a příjmení:

Fakulta / katedra:

Datum vypůjčení:

Podpis:

---

*Děkuji svému současnému školiteli doc. PhDr. Martinu Musálkovi, Ph.D. i předchozímu školiteli prof. PhDr. Antonínu Rychteckému, DrSc. za poskytnutí podkladových materiálů, cenných rad a připomínek při zpracování této disertační práce.*

*Velké poděkování patří rovněž mé rodině, která mě během studia na Univerzitě Karlově vždy podporovala. V neposlední řadě bych rád poděkoval vedení základních škol za jejich spolupráci, bez níž by tato studie nemohla vzniknout.*

## **Bibliografická identifikace**

**Jméno a příjmení autora:** Mgr. Jan Jirovec

**Název disertační práce:** Míra vlivu úrovně motorické vyspělosti na výkon v neverbální inteligenci u dětí mladšího školního věku (6 - 11 let): Longitudinální sledování.

**Pracoviště:** Katedra základů kinantropologie a humanitních věd

**Vedoucí práce:** doc. PhDr. Martin Musálek, Ph.D

**Rok obhajoby disertační práce:** 2021

### **Abstrakt**

Motorický vývoj dětí je spojován s vývojem kognitivních nebo exekutivních funkcí. I přesto však není v současné době příliš jasné, do jaké míry může úroveň motorické vyspělosti dětí ovlivňovat úroveň neverbální inteligence, která je důležitou složkou tzv. akademické úspěšnosti dětí.

### **Cíle práce**

Cílem disertační práce je zjistit a analyzovat míru vlivu a její stabilitu v čase mezi úrovní motorické vyspělosti a výkonem v neverbální složce inteligence u dětí mladšího školního věku se zohledněním věku (kategorie 6 - 7 let, 8 - 9 let a 10 – 11 let) a pohlaví.

### **Metody práce:**

Výzkumný soubor zahrnoval 396 dětí (n= 214 dívek, n = 182 chlapců) ve věkovém rozpětí 6 - 11 let (věk  $8,9 \pm 1,3$ ) ze dvou základních škol (Karlovarský kraj, Praha). Tyto děti byly rozděleny do tří věkových kategorií: 6 - 7 let, 8 - 9 let, 10 - 11 let. Ke zjištění úrovně motorické vyspělosti byla použita testová baterie Bruininks-Oseretsky Test of Motor Proficiency, Second Edition (BOT-2). K určení úrovně neverbální složky inteligence byly využity Ravenovy standardní progresivní matice (RPM). Zjišťování úrovně motorické vyspělosti a úrovně neverbální složky inteligence bylo provedeno u všech hodnocených probandů dvakrát, a to vždy s půlročním odstupem. K analýze dat byly využity přístupy strukturálního modelování, korelačních analýz, regresních analýz a T-testových statistik s určenou hladinou statistické, případně věcné významnosti.

### **Výsledky práce:**

Z výsledků prvního měření byla zjištěna akceptovatelná kvalita struktury BOT-2 (RMSEA=0,032; SRMR=0,025; CFI=0,99; TLI=0,98) i RPM (RMSEA=0,079;

SRMR=0,032; CFI=0,99 a TLI=0,97). Výsledky opakovaného měření ukázaly významné zhoršení struktury fitu modelu BOT-2 (RMSEA=0,109; SRMR=0,053; CFI=0,88; TLI=0,76) i RPM (RMSEA=0,107; SRMR=0,053; CFI=0,89 a TLI=0,79) oproti prvnímu měření. Struktura BOT-2 i RPM se tak ukázala jako méně stabilní. Zjistili jsme, že tyto změny byly způsobeny významným zlepšením výkonu v BOT-2 u dětí ze základní školy Karlovarském kraji ve srovnání s dětmi ze základní školy v Praze spolu s proměnlivými změnami výkonu v RPM.

V prvním měření byl u dívek nalezen významný vliv konstruktů jemné motoriky (0,28) a konstruktů síla a agilita (0,48) na úroveň výkonu v RPM. U chlapců byl detekován jako významný pouze konstrukt síla a agilita (0,38). Ve druhém měření měl významný vliv na výkon v RPM pouze u dívek konstrukt síla a agilita (0,31).

Jediným významným prediktorem pro výkon v RPM v regresních modelech v prvním i druhém měření pro všechny věkové kategorie (6 - 7 let:  $\beta=0,39$ , CI 95% = 0,23–0,71; 8 - 9 let:  $\beta=0,24$ , CI 95% = 0,12–0,47; 10 - 11 let:  $\beta=0,36$ , CI 95% = 0,20–0,70) byl výkon v BOT-2. BMI, ani týdenní pohybová aktivita se neukázaly být významnými prediktory pro výkon v RPM. Kalendářní věk se ukázal jako významný prediktor pro výkon v RPM v prvním měření u věkové kategorie 8 - 9 let:  $\beta=0,39$ , CI 95% = 3,8 – 8,0.

Při hodnocení úrovně motorické vyspělosti byly mezi chlapci a dívkami zjištěny následující rozdíly. V prvním měření pomocí BOT-2 dosáhly dívky v porovnání s chlapci významně lepších výsledků v subtestech jemná motorika přesnost, jemná motorika integrace, manuální zručnost, bilaterální koordinace. Chlapci dosáhli významně lepšího výsledku v subtestech koordinace horní končetiny, rovnováha a síla. V opakovaném měření dosáhly dívky významně lepších výsledků než chlapci v subtestech jemná motorika přesnost, manuální zručnost, bilaterální koordinaci a rovnováze. Chlapci naopak dosáhli významně lepšího výsledku v subtestech koordinace horní končetiny a síle.

### **Závěr:**

Úroveň motorické vyspělosti se ukazuje mít významný vliv na úroveň neverbální složky obecné inteligence. Nejdůležitějšími oblastmi působícími na výkon v RPM je jemná motorika a síla a agilita. S tím, že se zdá, že vliv jednotlivých aspektů motorické vyspělosti je odlišný vzhledem k pohlaví. Tato zjištění ukazují, že rozvoj motorické vyspělosti, zejména v oblastech jemné motoriky, agility a síly by měl být využíván při

tvorbě intervenčních i pohybově edukačních programů ve školním prostředí s cílem pro rozvoj mentální složky dětí mladšího školního věku.

**Klíčová slova:**

Motorická vyspělost, psychomotorický vývoj, Bruininks-Oseretsky Test of Motor Proficiency, Second Edition (BOT-2), Ravenovy progresivní matice.



## **Bibliographic Identification**

**Name and surname of the author:** Mgr. Jan Jirovec

**Name of dissertation:** The level of influence of motor proficiency on the performance in the nonverbal aspect of intelligence in younger school-age children (6 – 11 years): A longitudinal study.

**Workplace:** Department of Kinanthropology and Humanities

**Supervisor of the work:** doc. PhDr. Martin Musálek, Ph.D

**Year of presentation:** 2021

## **Abstract**

Motor development in children is often linked to the development of cognitive or executive functions. Nevertheless, it still remains unclear how much the level of children's motor proficiency can impact the level of nonverbal intelligence, which is an important part of academic achievement of children.

### **Objectives:**

The aim of the dissertation thesis is to determine the level of influence and its stability in time between the level of motor proficiency and the performance in the nonverbal aspect of intelligence in younger school-age children with age (categories: 6 – 7 years, 8 – 9 years and 10 – 11 years) and sex being considered.

### **Methods:**

The research sample consisted of 396 children (n=214 girls, n=182 boys) aged 6 – 11 years (age  $8,9 \pm 1.3$ ) from two elementary schools (Karlovy Vary Region, Prague). The children were divided into 3 groups by age: 6–7 years, 8–9 years, 10 – 11 years. The Bruininks-Oseretsky Test of Motor Proficiency, Second Edition (BOT-2) test battery was used to determine the level of motor proficiency. Raven's standard progressive matrices (RPM) were used to determine the level of the nonverbal aspect of intelligence. The level of motor proficiency and the level of the nonverbal aspect of intelligence were measured twice for all evaluated participants, with half a year between the two measurements. The data were analysed using structural modelling, correlation analyses, regression analyses, and T-test statistics with a set level of statistical and clinical significance.

## **Results:**

The results of the first measurement showed an acceptable quality of the structure of the BOT-2 (RMSEA=0,032; SRMR=0,025; CFI=0,99; TLI=0,98) and the RPM (RMSEA=0,079; SRMR=0,032; CFI=0,99 a TLI=0,97). However, the results of the repeated measurement manifested a significant deterioration of the structure of model fit of the BOT-2 (RMSEA=0,109; SRMR=0,053; CFI=0,88; TLI= 0,76) and the RPM (RMSEA=0,107; SRMR=0,053; CFI=0,89 and TLI=0,79) compared to the first measurement. Thus, the structure of both the BOT-2 and the RPM proved to be less stable in repeated measurement. We found that these differences were mainly caused by unexpected changes, improvements, in BOT-2 repeated performance in children from Karlovy Vary elementary school compared to children from Prague school along with variable changes in RPM performance.

In the first measurement, a significant influence of the fine motor construct (0,28) and the construct of strength and agility (0,48) on the level of performance in the RPM was detected in girls. In boys, only the strength and agility construct was determined as significant (0,38). In the second measuring, only the strength and agility construct showed significant influence on the performance in the RPM in girls (0,31)

The performance in the BOT-2 was the only significant predictor for the performance in the RPM in regression models in the first and second measuring for all age categories (6 – 7 years:  $\beta=0,39$ , CI 95% = 0,23–0,71; 8 – 9 years:  $\beta=0,24$ , CI 95% = 0,12–0,47; 10 – 11 years:  $\beta=0,36$ , CI 95% = 0,20–0,70). Neither BMI nor the weekly physical activity proved to be significant predictors for the performance in the RPM. The chronological age proved to be a significant predictor for the performance in the RPM in the first measuring only in the age category 8 – 9 years:  $\beta=0,39$ , CI 95% = 3,8 – 8,0.

In the assessment of the level of motor proficiency the following differences were found between girls and boys. In the first measurement using the BOT-2, girls achieved significantly better results than boys in the subtests fine motor precision, fine motor integration, manual dexterity, bilateral coordination. Boys achieved significantly better results in the subtests upper-limb coordination, balance, and strength. In the repeated measurement, girls achieved significantly better results than boys in the subtests fine motor precision, manual dexterity, bilateral coordination, and balance. On the other hand,

boys achieved significantly better results in the subtests upper-limb coordination and strength.

**Conclusion:**

The level of motor proficiency has proved to have a significant influence on the level of the nonverbal aspect of general intelligence. The most important areas that seems to impact on the performance in the RPM are fine motor skills, strength and agility. It can be assumed that the influence of the individual aspects of motor proficiency differs with respect to gender. These findings show that the development of motor proficiency, primarily in the field of fine motor skills, agility and strength, should be used in the creation of intervention and motor skills educational programmes in schools with the aim to boost the mental development of younger school-age children.

**Key words:**

Motor Proficiency, Psychomotor development, Bruininks-Oseretsky Test of Motor Proficiency, Second Edition (BOT-2), Raven's Standard Progressive Matrices.

## SEZNAM SYMBOLŮ A ZKRATEK

ANOVA	Analysis of variance (analýza rozptylu)
BGMA	Basic Gross Motor Assessment
BMI	Body mass index (hmotnostně-výškový index)
BOT-2	Bruininks-Oseretzky Test of Motor Proficiency, Second Edition
BOTMP	Bruininks-Oseretsky Test of Motor Proficiency, First Edition
CNS	Centrální nervový systém
CF	Complete Form (dlouhá forma testu BOT-2)
CFA	Confirmatory factor analysis (konfirmativní faktorová analýza)
CFI	Comparative fit index (komparativní index shody)
DCD	Developmental coordination disorder (vývojová porucha motorické funkce)
FMS	Fundamental motor skills
FTVS	Fakulta tělesné výchovy a sportu
HK	horní končetina
IQ	Intelligence quotient (intelligenční kvocient)
KTK	Körperkoordinationstest für Kinder
MABC	Movement Assesment Battery for Children, First Edition
MABC-2	Movement Assesment Battery for Children, Second Edition
MOT 4-6	Motoriktest für vier - bis sechs jährige Kinder
MŠMT ČR	Ministerstvo školství, mládeže a tělovýchovy České republiky
PDMS-2	Peabody Development Scales -Second Edition
RMSEA	Root mean sqaure error of approximation (Odchylka odmocniny-střední kvadratická chyba)
RPM	Ravenovy progresivní matice - standardní
SC	Scale Score

SF	Short Form (krátká forma testu BOT-2)
SS	Standard Score
TGMD	Test of Gross Motor Development, First Edition (Test vývoje hrubé motoriky)
TGMD-2	Test of Gross Motor Development, Second Edition (Test vývoje hrubé motoriky – 2)
TLI	Tukey-Lewis index
TOMI	Test of Motor Impairment
TPS	Total Point Score
UK	Univerzita Karlova

## **Věnování**

*Tato disertační práce je věnována mému prvnímu školiteli prof. PhDr. Antonínu Rychteckému, DrSc., který směřoval mé první výzkumné kroky.*

## Obsah

1	ÚVOD.....	19
	<b>TEORETICKÁ ČÁST PRÁCE.....</b>	<b>21</b>
2	VYMEZENÍ POJMŮ – VÝVOJ, RŮST A ZRÁNÍ.....	21
2.1	Vývoj.....	21
2.2	Růst.....	22
2.3	Zrání.....	23
3	VÝVOJ DÍTĚTE V MLADŠÍM ŠKOLNÍM VĚKU.....	24
3.1	Somatický vývoj.....	25
3.2	Motorický vývoj.....	28
3.2.1	Teorie motorického vývoje.....	29
3.2.1.1	<i>Teorie neurálního zrání.....</i>	<i>29</i>
3.2.1.2	<i>Teorie dynamického přístupu k motorickému vývoji.....</i>	<i>31</i>
3.2.2	Faktory ovlivňující motorický vývoj.....	32
3.2.2.1	<i>Vliv maturačních změn v CNS.....</i>	<i>33</i>
3.2.2.2	<i>Vliv sociálního prostředí.....</i>	<i>35</i>
3.2.2.3	<i>Vliv organizované pohybové přípravy.....</i>	<i>36</i>
3.3	Psychomotorický vývoj.....	38
3.3.1	Spojení motoriky a kognitivních funkcí – základní vymezení.....	39
3.3.2	Základní motorické dovednosti – FMS (fundamental motor skills).....	40
3.3.2.1	<i>Jemná motorika.....</i>	<i>42</i>
3.3.2.2	<i>Hrubá motorika.....</i>	<i>43</i>
3.3.2.3	<i>Věkové a pohlavní rozdíly ve FMS v mladším školním věku.....</i>	<i>45</i>
3.3.2.4	<i>Faktory ovlivňující FMS.....</i>	<i>46</i>
3.3.3	Diagnostika psychomotorického vývoje.....	46
3.3.3.1	<i>Bruininks-Oseretzky Test of Motor Proficiency – Second Edition (BOT-2)</i>	<i>47</i>
3.3.3.2	<i>Test of Gross Motor Development - Second Edition (TGMD-2).....</i>	<i>50</i>
3.3.3.3	<i>Movement Assessment Battery for Children – Second Edition (MABC-2)</i>	<i>51</i>
3.3.3.4	<i>Zhodnocení silných a slabých stránek testových baterií.....</i>	<i>53</i>
3.4	Vymezení termínu Motorická vyspělost.....	54

3.5	Vývoj inteligence: vývoj teorií inteligence souvisejících s neverbální inteligencí, zákonitosti vývoje a diagnostika inteligence u dětí .....	55
3.5.1	Teorie inteligence mající souvislost s neverbální inteligencí .....	55
3.5.1.1	<i>Galton – Inteligence a dědičnost</i> .....	55
3.5.1.2	<i>Binet a jeho následovníci – vznik inteligenčních testů</i> .....	56
3.5.1.3	<i>Spearman - Teorie obecné inteligence</i> .....	57
3.5.1.4	<i>Catell - Fluidní a krystalizovaná inteligence</i> .....	57
3.5.1.5	<i>Catell – Hornova teorie</i> .....	59
3.5.1.6	<i>C–H–C (Cattell – Horn - Carroll) teorie kognitivních schopností</i> .....	59
3.5.1.7	<i>Neverbální inteligence a její testování</i> .....	60
3.5.2	Zákonitosti vývoje a diagnostika inteligence u dětí.....	61
3.5.2.1	<i>Piagetova a Vygotského teorie kognitivního vývoje</i> .....	61
3.5.2.1.1	<i>Piaget – Inteligence jako stav dynamické rovnováhy</i> .....	62
3.5.2.1.2	<i>Vygotskij - Zóna nejbližšího vývoje</i> .....	64
3.5.2.2	<i>Vliv dědičnosti, prostředí a pohlaví na úroveň inteligence dětí</i> .....	64
3.5.2.3	<i>Možné příčiny nižší úrovně inteligence u dětí</i> .....	66
3.5.3	Diagnostika Inteligence u dětí .....	69
3.5.3.1	<i>Dělení diagnostických nástrojů k měření inteligence</i> .....	69
3.5.3.2	<i>Měření inteligence u dětí</i> .....	70
3.5.3.3	<i>Testy využívané k měření neverbální inteligence u dětí</i> .....	71
3.5.3.3.1	<i>Stanford-Binetův test</i> .....	72
3.5.3.3.2	<i>Wechslerova inteligenční škála pro děti (WISC)</i> .....	73
3.5.3.3.3	<i>Ravenovy progresivní matice (RPM)</i> .....	73
4	ASOCIACE MOTORIKY A INTELIGENCE.....	79
4.1	Motorika a kognitivní funkce.....	80
4.2	Vývojové změny vztahů mezi motorikou a inteligencí.....	82
5	VÝZKUMNÝ PROBLÉM .....	83
	<b>VÝZKUMNÁ ČÁST PRÁCE</b> .....	84
6	CÍLE, ÚKOLY A HYPOTÉZY .....	84
6.1.1	Cíl práce.....	84
6.1.2	Výzkumné otázky .....	84



6.1.3	Hypotézy práce: .....	85
7	METODIKA PRÁCE .....	86
7.1	Charakteristika výzkumného souboru.....	86
7.2	Metodika získávání dat .....	87
7.2.1	Diagnostika psychomotorického vývoje.....	87
7.2.2	Diagnostika neverbální inteligence .....	90
7.2.3	Volnočasová pohybová aktivita.....	91
7.2.4	Antropometrické měření .....	91
7.3	Celková realizace testování.....	92
7.4	Vymezení směrů působení proměnných uvnitř strukturálního modelu .....	93
7.5	Statistické zpracování výsledků práce .....	94
8	VÝSLEDKY .....	96
8.1	První měření .....	96
8.1.1	Deskriptivní analýza výsledků z BOT-2 a RPM- první měření.....	96
8.1.1.1	<i>BOT-2 Deskriptivní analýza - první měření.....</i>	97
8.1.1.2	<i>RPM deskriptivní analýza - první měření .....</i>	97
8.1.2	Konfirmační faktorové analýzy BOT-2 a RPM – první měření .....	99
8.1.2.1	<i>Fit struktura testové baterie BOT-2 - první měření .....</i>	99
8.1.2.2	<i>Analýza vztahů mezi jednotlivými konstrukty BOT-2.....</i>	100
8.1.2.3	<i>Fit struktura BOT-2 se zohledněním pohlaví – první měření.....</i>	102
8.1.2.4	<i>Fit struktura testu RPM - první měření.....</i>	104
8.1.3	Strukturální model BOT-2 a RPM – první měření .....	106
8.1.3.1	<i>Strukturální model BOT-2 a RPM obě pohlaví .....</i>	106
8.1.3.2	<i>Strukturální model BOT-2 a RPM se zohledněním pohlaví .....</i>	108
8.1.4	Síla vztahů mezi jednotlivými sub-koncepty BOT-2 a výkonem v RPM se zohledněním věku dětí – první měření .....	110
8.1.5	Vícenásobné regrese: prediktory výkonu v RPM – první měření .....	111
8.1.6	Sumarizace první měření .....	113
8.2	Druhé měření.....	114
8.2.1	Deskriptivní analýza výsledků z BOT-2 a RPM- druhé měření.....	114
8.2.1.1	<i>BOT-2 deskriptivní analýza - druhé měření .....</i>	114

8.2.1.2	<i>RPM deskriptivní analýza - druhé měření</i> .....	115
8.2.2	Konfirmační faktorové analýzy BOT-2 a RPM – druhé měření .....	116
8.2.2.1	<i>Fit struktura testové baterie BOT-2 - druhé měření</i> .....	116
8.2.2.2	<i>Analýza vztahů mezi jednotlivými konstrukty BOT-2 – druhé měření</i> .....	117
8.2.2.3	<i>Fit struktura BOT-2 se zohledněním pohlaví – druhé měření</i> .....	119
8.2.2.4	<i>Fit struktura testu RPM - druhé měření</i> .....	121
8.2.3	Strukturální model BOT-2 a RPM – druhé měření.....	123
8.2.3.1	<i>Strukturální model BOT-2 a RPM – obě pohlaví</i> .....	123
8.2.3.2	<i>Strukturální model BOT-2 a RPM se zohledněním pohlaví</i> .....	125
8.2.4	Síla vztahů mezi jednotlivými subtesty BOT-2 a výkonem v RPM se zohledněním věku dětí – druhé měření .....	127
8.2.5	Vícenásobné regrese: prediktory výkony v RPM - druhé měření .....	128
8.2.6	Sumarizace druhé měření.....	130
8.3	T-testy - odlišnosti mezi prvním a druhým měření .....	132
8.3.1	Odlišnosti mezi prvním a druhým měření v BOT-2 a RPM.....	132
8.3.2	Odlišnosti v úrovni motorické vyspělosti a neverbální inteligenci mezi školami v prvním a druhém měření .....	134
8.3.3	Odlišnosti v úrovni motorické vyspělosti měřené BOT-2 a neverbální inteligenci měřené RPM mezi chlapci a dívkami .....	137
8.3.3.1	<i>Odlišnosti v úrovni motorické vyspělosti mezi chlapci a dívkami</i> .....	137
8.3.3.2	<i>Odlišnosti v úrovni neverbální inteligence mezi chlapci a dívkami</i> .....	139
9	DISKUZE .....	141
9.1	Ověření vhodnosti diagnostických nástrojů BOT-2 a RPM .....	141
9.2	Vztah motorické vyspělosti a neverbální inteligence.....	144
9.3	Limity a silné stránky studie .....	149
10	ZÁVĚR .....	150
	REFERENČNÍ SEZNAM .....	152
	SEZNAM TABULEK .....	188
	SEZNAM OBRÁZKŮ.....	191
	SEZNAM PŘÍLOH.....	192

# 1 ÚVOD

Ústředním tématem této práce je zjistit míru vlivu motorické vyspělosti a její stabilitu v čase na výkon v neverbální složce inteligence u dětí mladšího školního věku se zohledněním věku (kategorie 6 – 7 let, 8 – 9 let a 10 – 11 let) a pohlaví. V této práci se budeme zabývat zejména vývojem dětí z pohledu motoriky, psychomotoriky a inteligence.

Pohybová aktivita je velmi důležitým faktorem, který nejenže podporuje rozvoj motorických dovedností, ale zároveň i stimuluje nervovou činnost a centra v mozku, a podporuje tak růst „rozumových“ schopností. Tímto není myšlen růst ve smyslu zvyšování obecné inteligence, ale ve smyslu schopnosti učit se. O významném pozitivním vztahu motoriky a kognitivních funkcí se mluví zejména v kontextu předškolního období s tím, že míra tohoto vztahu s věkem dle některých autorů klesá (Schneider, & Bullock, 2008). V současné literatuře se referuje o přínosu pohybových činností zejména v oblasti percepčních dovedností a studijních výsledků (Pietsch et al., 2017; Voyer & Jansen, 2017). I přes to, že dětství je jedním z nejdůležitějších období ve vývoji jedince, v současné době není vliv motorické vyspělosti na úroveň obecné inteligence, která se úzce spojuje se školní úspěšností (academic achievement), přesně vymezen. Proto si tato práce klade za cíl poukázat, jak významný vliv, může mít úroveň motorické vyspělosti pro rozvoj mentální složky dětí mladšího školního věku.

Naše práce vychází z dílčích výsledků předchozích výzkumů, které poukazují, že motorický vývoj a jeho úroveň s obecnou inteligencí souvisí (Bruggink et al. 2010; Hartman et al., 2010; Pangelinan et al., 2011; Smits-Engelsman & Hill, 2012; Papadopoulos et al., 2014). Jsme si vědomi, že všechny oblasti vývoje (somatický, motorický, psychický a sociální) jsou úzce svázané a nejde je od sebe nijak výrazně oddělit, jelikož jedna oblast vždy nějakým způsobem ovlivňuje další. Například psychomotorický vývoj dítěte, který bude hlavním předmětem zájmu naší práce, je ovlivňován mnoha faktory: genetickými, emocionálními, sociálním prostředím, stravou, myšlením, pohybovou aktivitou a mnoha dalšími. Předchozí výzkumné práce opakovaně předkládají zjištění o zhoršující se motorice i negativním trendu v postojích dětí k tělesné výchově a pohybové aktivitě obecně. Přitom různé aspekty motorických projevů, jako je motorická výkonnost nebo úroveň základních motorických/pohybových dovedností, jsou

považovány za základní zdravotní parametry, které ovlivňují člověka v životě již od raného dětství. I proto vnímáme oblast motoriky dětí a jejího zkoumání v souvislostech s dalšími aspekty vývoje člověka, jako je mentální složka, za zásadní při tvorbě edukačních nebo intervenčních programů s cílem posílit „rozumový“ rozvoj.

Pro oblast hodnocení motorické úrovně, v této práci nazvané jako motorické vyspělosti, byla použita testová baterie – Bruininks-Oseretzky Test of Motor Proficiency, Second Edition (BOT-2). Její hlavní devízou je komplexnost, s jakou hodnotí motorické projevy dětí, kdy se neomezuje pouze na určitou oblast.

V rámci hodnocení inteligence, která patří mezi nejstarší testovací metody, jsme použili Ravenovy standardní progresivní matice (RPM). Tyto matice hodnotí úroveň neverbální inteligence, která je považována za geneticky determinovanou. RPM patří mezi tzv. culture fair testy. Jejich výsledek tedy není ovlivněn vlivy kultury, jazyka či vzděláním probandů.

Disertační práce je tvořena teoretickou a výzkumnou částí. Ani jedna z těchto dvou hlavních částí není očíslovaná, jelikož by následné číselné řady u podkapitol, zejména v teoretické části, byly tak dlouhé, že by to bránilo přehlednosti a orientaci v práci.

# TEORETICKÁ ČÁST PRÁCE

V teoretické části práce se budeme věnovat v první kapitole vymezení základních pojmů, jako je vývoj, růst a zrání obecně. V následující kapitole již přejdeme na detailnější pohled jednotlivých částí vývoje (somatický, motorický, psychomotorický a vývoj inteligence) u dětí a v poslední kapitole teoretické části se zaměříme právě na vztah mezi motorikou a inteligencí, který je hlavní problematikou této práce.

## 2 VYMEZENÍ POJMŮ – VÝVOJ, RŮST A ZRÁNÍ

### 2.1 Vývoj

Již více než 300 let probíhají po celém světě výzkumy zabývající se lidským vývojem. Tím nejhmataelnějším a nejzkoumanějším aspektem je dlouhodobá změna tvaru, velikosti a funkcí od novorozence až k plně formovanému/maturovanému dospělému jedinci (Ulijaszek at al., 1998; Bogin, 2012). Do vývoje patří tři navzájem propojené oblasti: vývoj, růst a zrání.

#### *Vývoj jedince*

Vývoj je označován jako výsledek vzájemně působících vlivů prostředí a vrozených charakteristik (Allen & Marotz, 2002). Jedná se proces změn směřujících od jednoduššího ke složitějšímu a podrobnějšímu, díky němuž může dítě dále rozvíjet své vědomosti, chování a dovednosti (Bogin, 2012). V dětském vývoji se setkáváme s pojmy, jako je „normální“ vývoj běžně se vyvíjejícího jedince, při kterém si děti osvojují dovednosti charakteristické pro většinu vrstevníků v daném věku, a „atypický“ vývoj, při kterém se u dětí vyskytuje nějaká abnormalita (Allen & Marotz, 2002; Pesce at al., 2013; Sugden et al., 2013; Fels at al., 2015).

Průběh procesu vývoje je v podstatě shodný u všech dětí, nicméně jeho tempo se může u jednotlivých dětí lišit (Hermanussen, 2013). Tempo a stupeň vývoje úzce souvisí s fyziologickou vyzrálostí, zvláště nervového systému, svalů a kostí. Dále je vývoj ovlivňován individuálními dědičnými faktory a specifickým prostředím. Působením všech těchto činitelů pak dochází k výrazným odchylkám ve vývoji jednotlivých dětí (Allen & Marotz, 2002; Sugden et al., 2013).

Vývojové sekvence či vzorce se skládají z předvídatelných kroků na vývojové cestě, kterými shodně prochází většina dětí. Všechny děti napřed lezou, než se dokážou posadit, a teprve pak se učí stát. Podstatné je při tom pořadí, v jakém si děti tyto schopnosti osvojují, nikoliv věk. Náležitě sekvence ve všech oblastech vývoje jsou důležitým znamením, že vývoj dítěte postupuje správně a kontinuálně (Vygotsky, 1978; Ratterman & Gentner, 1998; Piaget, 2000; Allen & Marotz, 2002; Gallahue et al., 2006). Vývoj se zaměřuje na šest hlavních vývojových oblastí: tělesnou, motorickou, percepční, kognitivní, jazykovou a osobnostně sociální (Bogin, 2012).

## 2.2 Růst

S vývojem neodmyslitelně souvisí i růst, jehož definice není přesně stanovena. Nicméně vesměs všichni zahraniční autoři ho vymezují hlavně jako změny kvantitativních znaků (Ulijaszek et al., 1998; Malina et al., 2004; Falkner & Tanner, 2013). Nejčastěji je růst definován jako zvýšení nebo snížení určitého měřitelného množství tkáně. Růst je hlavní biologickou aktivitou v prvních 18 letech lidského života. Jedná se jak o zvětšení velikosti těla jako celku, tak i o dosažení určité velikosti u jeho jednotlivých částí. Děti se stávají vyššími a těžšími, mají vůči tělu větší vnitřní orgány, což má dopady na jejich metabolické i fyziologické funkce. Nejvíce zvláštností mezi dospělým a dětským organismem nacházíme v raném dětském věku (Malina et al., 2004).

Růst vychází ze tří buněčných procesů:

- zvyšování počtu buněk (hyperplazie)
- zvětšování velikosti buněk (hypertrofie)
- zvýšení mezibuněčných látek (akrecí)

Zvyšování počtu buněk je funkcí buněčného dělení (mitózy), které zahrnuje replikaci DNA a následné stěhování z replikovatelných chromozómů do funkčně jedinečných buněk. Zvětšení velikosti buněk zahrnuje zvýšení funkčních jednotek v rámci buňky, obzvláště proteinů a substrátů. Mezibuněčné látky jsou jak organické, tak i anorganické a jejich hlavní funkcí je vázat buňky do komplexních sítí (Bogin, 2012). Všechny tyto tři buněčné procesy se objevují v různém zastoupení v průběhu růstu. Zde záleží hlavně na věku a postihovaných tkáních (Malina et al., 2004).

***Růst jako takový můžeme rozdělit do dvou oblastí:***

- A) Hlavní růst: je popisován růstem těla jako celku a jeho vnějších částí. Je charakteristický růstem většiny soustav, zahrnujících svalovou, kosterní (s výjimkou jistých částí lebky a obličeje), dýchací, oběhovou, trávicí a vylučovací soustavu. Růst má tvar písmene S: 1 - rychlý růst v batolecím a raném dětství; 2 - klidný a stálý růst během mladšího školního věku; 3 - rychlý růst v období puberty; 4 - pomalý růst, popř. jeho ukončení v období po adolescenci (Falkner & Tanner, 2013; Almeida, 2016).
- B) CNS – Nervový růst: je charakterizovaný zejména růstem mozku, rozvojem nervové soustavy a vztažených struktur (oči, horní část obličeje, části lebky). K růstu těchto struktur dochází zejména v postnatálním období. 95 % celkového přírůstku je dosaženo v období od narození po 20. rok života (většina dosažena do 7 let, pak klidné období do nástupu puberty, kdy dochází k mírnému zrychlení) (Logan, 1990; Falkner & Tanner, 2013).

### 2.3 Zrání

Další nespornou součástí vývoje je zrání, které je obtížněji definovatelné než růst. Je popisováno jako stav zralosti nebo přiblížení se zralému stavu. Při zrání dochází ke kvalitativním změnám ve všech tkáních, orgánech, orgánových soustavách, chemickém složení a funkcích. Zrání se tím pádem liší u jednotlivých soustav. Sexuální zralostí se rozumí plná schopnost reprodukce. Kostní zralost znamená plně osifikovaná dospělá kostra. Zrání nervové a endokrinní soustavy je hlavním faktorem v pohlavním, kostním a tělesném zrání během školního věku (Hermanussen, 2013). Zrání odkazuje k načasování a tempu pokroku ke zralému biologickému stavu. Načasování označuje období, kdy nastávají specifické situace (růst pubického ochlupení u dívek a chlapců) nebo je dosaženo maximálního růstu v pubertě. Tempo znamená hodnocení pokroku zralosti v jednotlivých obdobích (např. jak rychle nebo pomalu projde dítě od počáteční etapy sexuální zralosti ke zralému stavu). Načasování a tempo se liší individuálně. Jedinci se v určitém období mohou velmi lišit ve svém stadiu zrání i přes to, že jsou kalendářně stejně staří (Malina et al., 2004, Hermanussen, 2013).

Růst a zrání jsou velmi blízce vztažené dynamické stavy, jejichž cílem je dosažení dospělosti – zralosti. Jedná se o procesy znamenající pohyb k cíli od početí k dosažení zralosti. Proto můžou být zralost a růst vyobrazeny jako účelné a přímé procesy (Tanner, & Tanner, 1990; Rayner et al., 2005).

### 3 VÝVOJ DÍTĚTE V MLADŠÍM ŠKOLNÍM VĚKU

V této kapitole bude teoreticky charakterizován vývoj dítěte mladšího školního věku z obecného hlediska, následovat budou podkapitoly s detailnější charakteristikou somatického vývoje dětí, motorického vývoje dětí, psychomotorického vývoje dětí a charakteristikou vývoje a zákonitostí inteligence u dětí.

Období mladšího školního věku plynule navazuje na období předškolní (3-6 let). Věkově je ohraničeno 6. až 11. rokem věku dítěte. Prakticky odpovídá době, kdy je dítě žákem 1. stupně základní školy (Rychtecký & Fialová, 2004). Začátek období mladšího školního věku je v českém prostředí vymezen z pedagogického a sociálního hlediska zahájením školní docházky (kolem 6. roku života) a z biologického hlediska dokončením první proměny postavy, kdy dochází k vyrovnání proporcionality trup-končetiny (Měkota et al., 1988; Suchomel, 2004; Kučera et al., 2011). Konec tohoto období je charakterizován zahájením pohlavního dospívání kolem 11. roku věku dítěte (Kodým et al., 1985, Suchomel, 2004). Ve světě je toto období označováno jako pozdní dětství (middle childhood), začínající 5. rokem života dítěte, a je ukončeno začátkem adolescence kolem 12. roku (Collins, 1984; Kerns et al., 2008; Campbell, 2011). K charakteristikám období mladšího školního věku patří to, že děti již nejsou závislé na své matce při jídle, ale ještě nejsou reprodukčně dospělé (Thompson & Nelson, 2011). Zároveň je toto období definováno souborem somatických jevů, které se mohou objevit kdykoli mezi pátým a sedmým rokem života, např. sem patří růst prvních stálých stoliček (Moslemi, 2004), rozvoj lokomoce jako u dospělých (Kramer, 1998), nárůst adipozity (Hochberg, 2009), téměř dokončený růst objemu mozku a nástup kortikální maturace v mozku (Gogtay et al., 2004; Shaw et al., 2008). Ke konci mladšího školního věku začíná vývoj axilárního ochlupení a dochází ke vzniku tělesného zápachu (Leung & Robson, 2008). Při přípravě na pubertu mají dívky tendenci zadržovat více tukové tkáně než chlapci. Výsledkem je, že během této věkové fáze vypadají dívky často kulatěji a jemněji než chlapci (Tanner & Cameron, 1980).

Nástup do školy je pro toto období nejzásadnějším milníkem. Pro dítě je tento proces náročný ze všech úhlů pohledu. Dítě musí zmobilizovat veškeré své adaptační mechanismy. Nově se učí přijímat autoritu v podobě učitele, koncentrovat se na výuku, kooperovat se svými vrstevníky a být s nimi srovnáváno, soutěživosti či delšímu odloučení od rodiny (Švancara, 1973). Všechny tyto nové věci se podílejí na počínající



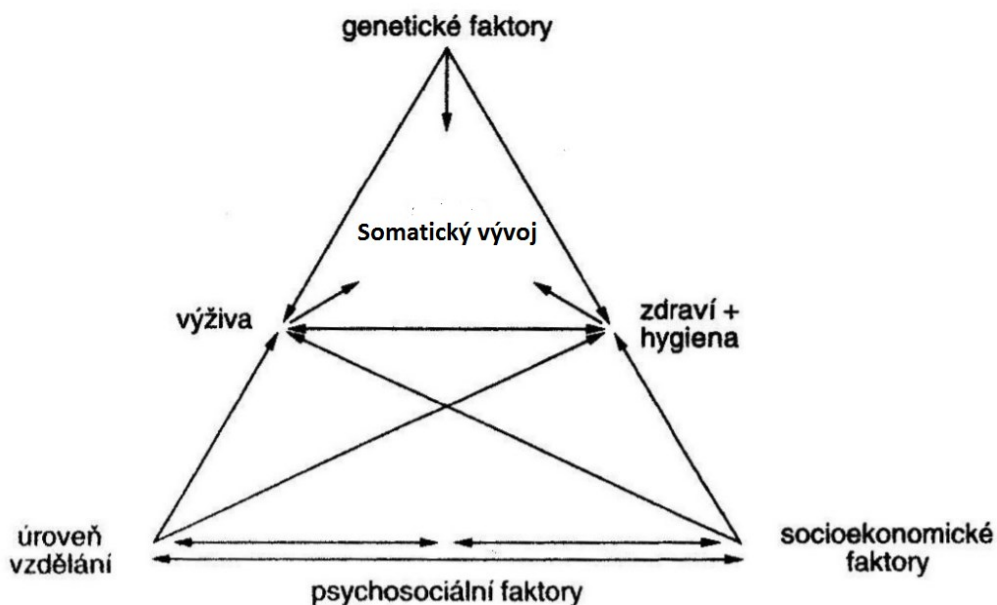
tvorbě jeho identity. V období mladšího školního věku probíhá v rámci psychického vývoje formování důležitých procesů, jako je např. sebepojetí, pozornost, empatie, vytváření genderové identity, popis vlastních emocí či postoje ke vzdělávání (Stuchlíková, 2002; Thorová, 2015). Rozvíjí se analyticko-syntetické myšlení, proto je dítě najednou schopno učit se číst, psát a počítat (Sternberg & O'Hara, 1999; Uszyńska-Jarmoc, 2007). Dochází ke zvýšení kapacity paměti, rychlosti zpracování informace a osvojení paměťových strategií. Rozvíjí se představivost dítěte a začíná mu dobře fungovat mechanická paměť (Rieber & Carton, 1987). Pojmy jako čas a prostor jsou pro něj již také pochopitelné a umí s nimi pracovat. Dokáže již vnímat objekt nejen jako celek, ale uvědomuje si již i jeho dílčí části (Droit-Volet, 2013). Věkové přiblížení se k pubertě často způsobuje u dětí pocity trapnosti či zmatenosti ohledně jejich tělesného dozrávání. Děti mají tendence porovnávat se s ostatními vrstevníky (Vágnerová, 2005). Často si v tomto věku také osvojují mylné představy o smyslu puberty a sexuality (Roberts, 2015).

Důležitou roli hraje u dítěte v mladším školním věku zapojení do jakékoli organizované i neorganizované formy pohybové činnosti. Pohybová činnost jako taková má velmi významnou roli nejen při psychickém a sociálním vývoji, ale zejména při vývoji motorickém (Brown et al., 2009; Stodden et al., 2008; Zeng et al., 2017). Motorický vývoj v období mladšího školního probereme samostatně podrobněji v kapitole 3.2, jelikož patří ke stěžejní problematice této práce a je potřeba mu věnovat velkou pozornost.

### **3.1 Somatický vývoj**

Somatický vývoj je úzce spjat s tělesným růstem. Tyto dva procesy se vzájemně ovlivňují a patří mezi citlivé ukazatele například při posuzování zdravotního stavu nebo tělesných charakteristik, a to jak dítěte, tak celé populační skupiny. Růst dítěte je výsledkem interakce genetických a environmentálních faktorů (Obr. 1 - přeloženo ze Susanne et al. 1987, s. 69-170). Empiricky známe velikostní rozrůzněnost rasovou i etnickou. Jako příklad můžeme uvést, že děti černochoů bývají zpravidla vyšší než děti bělochoů kvůli rychlejšímu postupu kostního zrání. U Asiatů bývá tento postup nejpomalejší (Lebl & Krásničanová, 1996).

**Obrázek 1** Faktory ovlivňující somatický vývoj (Susanne et al., 1987)



Vedle vlivů genetických je somatický vývoj dětí ovlivňován nutričními návyky i jejich kvalitou, sociálním prostředím, nebo objemem a intenzitou pohybové aktivity (Allen, 1995, Kopecký, 2006; Hermanussen, 2013; Falkner & Tanner, 2013; Braun et al., 2016). Dětské nutriční požadavky se liší od požadavků dospělých. Správná výživa dodává dětskému tělu dostatek energie a živin, podílí se na správném růstu a vývoji dítěte, působí také preventivně proti vzniku mnoha onemocnění. Kvalita výživy ovlivňuje lineární růst, kdy především nedostatek kvalitních bílkovin způsobuje růstovou retardaci (Chen, 1989; Havlíčková, 1998; Braun et al., 2016). Velmi pozitivní vliv na lineární růst má zejména příjem potravin živočišného původu (maso, ryby) (Allen, 1995; Smith et al., 1993). Dle studií Neumann et al. (2002) a Braun et al. (2016) bylo zjištěno, že strava bohatá na mléko zvyšuje u dětí 6 – 9 let lineární růst do výšky a snižuje zakrnění. V chudých zemích bojujících s podvýživou, např. v Mexiku, Keni či Indii, je příjem energie ze stravy využíván při růstu jen nepatrně, jelikož je zde použit hlavně k udržování a ochraně dětí před nemocemi (McDade et al., 2008). Nedostatek vztahu mezi růstem a příjmem potravy lze u podvyživených dětí přičíst hlavně vyvíjejícímu se imunitnímu systému a problémy s absorpcí potravin nízké kvality (Allen, 1995).

Malina et al. (2004) se zabývali vztahem pohybové aktivity a indikátory růstu a zrání u dětí. Zjistili, že pravidelná pohybová aktivita nemá vliv na změny v přírůstcích výšky, na druhou stranu ale může pohybová aktivita ovlivňovat složky tělesné váhy,

hlavně tedy ve vztahu k poklesu tloušťky, což dokazují i studie zabývající se vztahem pohybové aktivity a obezity u dětí (Hernández et al., 1999; Bensimhon et al., 2006; Herman et al. 2009; Dumith et al. 2010). Některé studie poukazují na pozitivní vliv pohybové aktivity ve vztahu k nárůstu obsahu minerálů v kostech u dětí (Boot et al. 1997; Specker & Binkley 2003; Janz et al. 2006).

Období mladšího školního věku je nazýváno obdobím relativního klidu. I přes to však výzkumy (Lampl et al., 1992; Caino et al., 2010; Hermanussen, 2013) naznačují, že růst v mladším školním věku není zcela hladkým a souvislým procesem, ale probíhá v růstových periodách. Například na začátku šestého roku dojde k mírnému nárůstu tukové tkáně, jehož počátkem je tzv. adiposity rebound, při kterém roste počet adipozitů (Rolland-Cachera et al., 1984). Následné období mezi 6. – 8. rokem je u chlapců i dívek charakteristické mírným růstovým zrychlením tzv. mid-growth-spurtem, v jehož průběhu se postava dětí nápadně zeštíhluje intenzivním růstem délky dolních končetin a současně se začne postupně ztenčovat i vrstva podkožního tuku (Tanner & Cameron, 1980; Suchomel, 2004; Bogin, 2012).

Toto období vytáhlosti je následně vystřídáno obdobím druhé plnosti (u dívek přibližně 8 – 11 let, u chlapců přibližně 8 – 12 let). Ke konci této vývojové periody dochází ke zpomalení růstu, které trvá až do počátku pubertální růstové akcelerace (Suchomel, 2004; Malina et al., 2004). Rozdíly v tělesné výšce i v tělesné hmotnosti jsou mezi chlapci a dívkami na počátku období mladšího školního věku velmi malé. Celkové přírůstky tělesné výšky jsou 5 – 7 cm/rok, a přírůstky tělesné hmotnosti 2,5 – 3 kg/rok (Malá et al. 1985; Malina et al., 2004; Bogin, 2012). K větším změnám v tělesné hmotnosti a tělesné výšce mezi chlapci a dívkami dochází kolem 10. roku. Příčinou těchto změn je různé načasování výrazné aktivity/tvorby pohlavních hormonů. Dívky, které biologicky dozrávají rychleji (Sjøvold, 2000; Vignerová et al., 2007; Hermanussen, 2013), zahajují v tomto věku často období skokového růstu, v jehož důsledku chlapce ve výšce postavy i v tělesné hmotnosti dočasně převyšují (Harris & Anderson 2009; Bogin, 2012, Suchomel, 2004). Dále také dochází k pohlavnímu tvarovému rozlišení dětí s typickou zaobleností tvarů u dívek. U chlapců se výrazné somatické změny začínají objevovat kolem 12. roku, kdy je aktivována tvorba testosteronu. Výsledkem těchto změn jsou výrazné přírůstky v tělesné výšce i tělesné hmotnosti s typickým rozvojem svalové hmoty. (Hajn, 2001; Kopecký, 2006; Bogin, 2012).

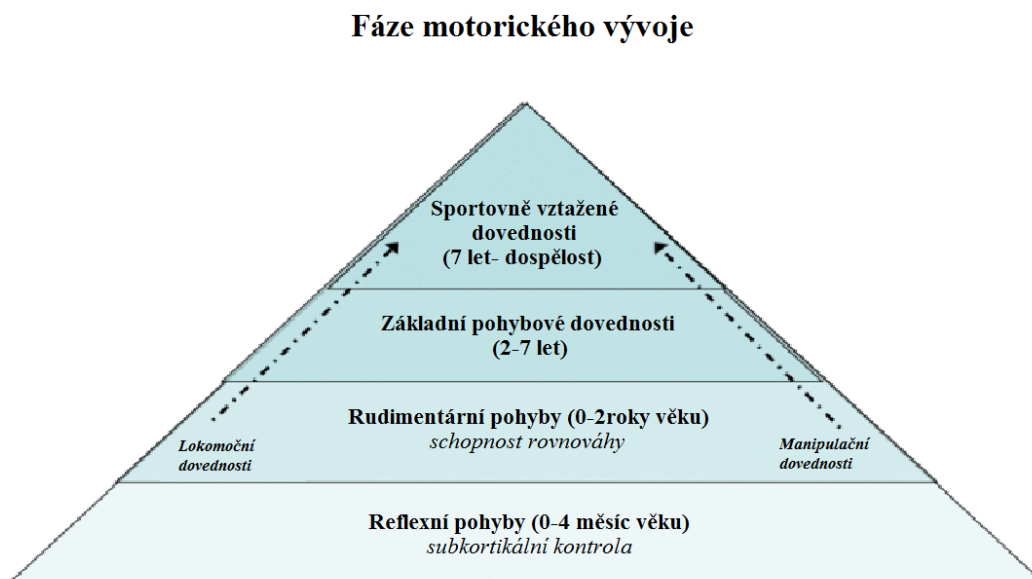
Světové výzkumy v posledních 40 letech opakovaně zjistily u dětí mladšího školního věku trend zvyšování průměrné tělesné výšky i tělesné hmotnosti (Bodzsár & Sussane, 1998; Sjøvold, 2000; Cole, 2003; Iscan & Steynová 2013; Kopecký et al., 2014). Z pohledu auxologie (věda růstu a vývoji) je za změny zodpovědné urychlení nástupů jednotlivých vývojových fází. Trowbridge et al. (2002), Vignerová et al. (2007) nebo Hermanussen, (2013) poukazují na rychlejší nástup pubertálního růstu a dřívější dozrávání sekundárních pohlavních znaků.

### **3.2 Motorický vývoj**

Začátek této podkapitoly je věnován motorickému vývoji obecně a následně je teprve vztažen k dětskému věku. Pro vymezení motorického vývoje je možné nalézt mnoho různých definic a pohledů. Například Haywood a Getchel (2005) ho definovali jako neustálé a postupné změny v pohybových dovednostech dětí v určitém věku. Dle Gabbarda (2012) je motorický vývoj celoživotním procesem změn motorické zdatnosti, závislé na interakci biologických aspektů jedince a vlivu sociálního prostředí, které na něj působí.

Většina současných teorií se shoduje v tom, že motorický vývoj člověka je nepřetržitý, zdánlivě kontinuální proces změn v motorickém chování jedince odpovídající věku jedince, při kterém si vytváří pohybové vzorce a dovednosti (Clark, 1994; Bertoti, 2004; Gallahue et al., 2012; Haywood & Getchell, 2005). Poněkud odlišný názor mají Malina et al. (2004), podle nichž se sice může motorický vývoj jevit jako kontinuální proces, nicméně tato kontinuita je narušována střídáním řady období skokového stupňovitého zlepšení v pohybových dovednostech, ale také i řadou období stagnace, kdy nedochází ke zjevnému zlepšení v pohybovém projevu. I přes svou fundamentální odlišnost kontinuita (Clark, 1994; Bertoti, 2004; Gallahue et al., 2012; Haywood & Getchell, 2005) versus diskrétnost (Malina et al., 2004) motorického vývoje se však tyto názorové teorie shodují na tom, že vlivem zvyšujícího se věku dochází jak ke změnám v kvalitě pohybového projevu jedince, tak i ke zlepšení samotného výkonu. Obě tyto složky jsou formovány změnami somatickými (hmotnost, svalstvo, výška, proporcionalita) a změnami funkčními (zráním CNS soustavy a jejích částí). Proto rozvoj a osvojování pohybových dovedností má přímou vazbu nejen k vývoji motorickému, ale také k vývoji tělesnému (Haywood & Getchell, 2005; Gallahue et al., 2012).

**Obrázek 2** Fáze motorického vývoje (Goodway et al. 2011, s. 92)



Pohybový projev jedince se vyvíjí v konkrétní struktuře od jednoduchých pohybů (reflexy rudimentární pohyby, základní pohybové dovednosti), po vysoce organizované motorické dovednosti (sportovně vztažené dovednosti) náročné na kooperaci vyšších nervových center v rámci CNS (Obr. 2 - *Přeloženo z Goodway et al., 2011, s. 92*).

### **3.2.1 Teorie motorického vývoje**

V současné době jsou přijímané zejména dvě teorie motorického vývoje, které si v následující části představíme. První je teorie neurálního zrání a tou druhou je teorie dynamického přístupu.

#### **3.2.1.1 Teorie neurálního zrání**

Proces neurálního zrání je původní teorií motorického vývoje, přičemž primární zájem o tento přístup se objevuje již ve 30. a 40. letech 20. století (Gesell, 1940). Motorický vývoj je v této teorii považován za univerzální sled vývoje a rozvíjení postojů a pohybů, které jsou přičítány hlavně obecnému procesu zrání centrálního nervového systému (maturational perspective), a je natolik geneticky podmíněný, že vliv vnějšího prostředí na něj je téměř vyloučen (Savelsbergh et al., 2003; Haywood & Getchell, 2005). Tento model motorického vývoje pozbývá své platnosti ukončením procesu maturace CNS (Thelen, 1995). Zastáncem této teorie byl především Gessel, který zdůrazňoval u motorického vývoje zejména vrozenou a zákonitou závislost procesu maturace neuromuskulárního systému, který je produktem evoluce. Velmi naopak potlačoval

význam vlivu prostředí u motorického vývoje. Pro tento názor byl ostře kritizován Weiznamem a Harrisem (2011), kteří Gesselův postoj vnímali jako zjednodušování komplexního chování a procesů učení. Zajímavé však bylo, že Gessel naopak u kognitivního vývoje vliv prostředí zdůrazňoval a vyzdvihoval jej (Dalton, 2005).

Hlavním přínosem k pochopení této teorie vývoje motoriky bylo vytvoření tzv. vývojových stádií a principů Gesellem (1940) a McGrawovou (1945). Gesellova vývojová teorie se zaměřuje na typické vzorce chování, jednání a učení, které probíhají u dětí v určitém období. Tyto vzorce jsou u všech dětí velmi podobné, avšak u každého dítěte individuálně jedinečné. Podle této teorie se u dětí do 6 let přibližně každých šest měsíců střídají fáze rovnováhy a nerovnováhy. Ve fázi rovnováhy jsou děti schopné udržet kontrolu nad svým chováním či pohybem, naopak ve fázi nerovnováhy, kdy dochází k rychlému růstu a asimilaci, se děti snaží nově nabitě dovednosti zpracovat, začlenit a udržet nad nimi kontrolu (Dalton, 2005).

Principy motorického vývoje ustanovené Arnoldem Gessellem (Šulová, 2005):

- kefalo-caudální – osifikace a vývoj svalů probíhá od hlavy směrem dolů až k prstům nohou. Napřed tedy dítě začíná aktivně ovládat (zvedat) hlavičku, pak v pasivním sedu vyrovnává nejprve krční a později i bederní část páteře, pohybuje se při lezení po kolenou, až se nakonec postaví na nohy.
- proximo-distální – zpevňování kostí a vývoj svalů s následnou schopností dítěte dané svaly ovládat. Vývoj začíná v centrální části trupu a postupuje dál směrem k prstům. Dítě se nejprve naučí ovládat hlavu a krk a teprve poté uchopovat věci pomocí palce a ukazováku.
- ulnoradiální – vývoj svalů postupuje od obecného ke specifickému a to jak u hrubé, tak i u jemné motoriky. Hrubá motorika znamená práci velkých svalů, umožňujících lokomoční i nelokomoční pohyby (sezení, tahání, strkání, sezení ve dřepu atd.). Jemná motorika vypovídá o manipulačních schopnostech prstů (od ulnární strany až po radiální stranu a klešťový úchop) a o vývoji artikulačních orgánů).

V souladu s Gesselovou teorií je například vybavování a rozvoj rudimentárních pohybů, které představují staré fylogenetické motorické programy, podílející se na postupné vertikalizaci, spojené s rozvojem lokomoce a manipulace člověka (Twitchell, 1951; Stockmeyer, 1967; Bobath & Bobath, 1972; Case-Smith a kol., 1989). Informace

související s vertikalizačním procesem jsou uvedeny v této práci v kapitole 3.3 Psychomotorický vývoj.

### 3.2.1.2 *Teorie dynamického přístupu k motorickému vývoji*

Aktuálně více přijímanou teorií motorického vývoje je teorie dynamického přístupu. Tato teorie vznikala v 80. letech 20. století. Hlavní představitelkou tohoto přístupu byla Ester Thelen, jejíž klíčovou myšlenkou bylo, že se na motorickém vývoji a pohybu nezbytně podílí a neustále spolupůsobí více systémů: jedinec (individual), prostředí (environment) a cílený úkol (task). Určující je tedy souhra vnějších faktorů s vnitřními (Shumway-Cook & Woollacott, 2001; Carr & Shepherd, 2000). Vlivy vnějšího prostředí působí na vznik spontánních motorických vzorů během spolupráce mnoha subsystémů a komponent (Thelen, 1995). Geneticky zakódovány nejsou hotové motorické vzory, ale je to pouze plán struktur a především schopnost se učit již od první chvíle funkčního propojení vyvíjejících se struktur (Vařeka, 2006)

Dle Newella (1986) je celý proces motorického vývoje závislý na mnoha faktorech a omezeních (Obr. 3 – přeloženo z Haywood et al., 2011 s. 7), které jsou charakterizovány: 1) jedincem – např.: porucha senzorické integrace, problémy s motorickým plánováním nebo nadváhou (Barber et al., 2012; Wall-Scheffler, 2012); 2) prostředím – např.: počet lidí v prostoru, hluk, světlost barev, světlo teplota (Gallahue et al., 2006); nebo 3) přímo samotným úkolem – např.: slovní instrukce, počet kroků, spolupráce s ostatními (Chang et al., 2010; Kitsao-Wekulo et al., 2013). Pohyby těla proto vycházejí z interakce organismu, prostředí, ve kterém se jedinec vyskytuje, a úkolu, který má být proveden. Pokud se tedy některý z těchto tří faktorů změní, výsledný pohyb se změní také. Newell (1986) uvádí, že nemusíme vždy mluvit o záporném omezení, které nějak omezuje či odrazuje (konkrétní pohyb), omezení naopak může jiný pohyb umožnit nebo podpořit. Je důležité nepovažovat omezení za negativní nebo špatná. Omezení jednoduše poskytují možnosti, ze kterých se pohyby nejsnadněji objevují.

**Obrázek 3** Newellova teorie omezení při motorickém vývoji (Haywood et al. 2011, s. 7)



Motorický vývoj je možné také charakterizovat jako proces kombinace fylogenetických programů a ontogenetických zákonitostí vývoje jedince s možností tuto ontogenezi v rámci působení environmentálních faktorů buď akcelarovat, nebo decelarovat. Proto se dá považovat motorický vývoj každého dítěte za jedinečný. Ne každé dítě proto prochází důležitými etapami ve stejném sledu a čase. Některá stádia mohou být přeskočena, či dokonce podle některých autorů zvládnuta zpětně (Gesell, 1940, Haywood & Getchel, 2005). Motorický vývoj je v každém environmentálním prostředí do jisté míry odlišný, může být například formován potřebami a očekáváním jednotlivých sociálních skupin (např. rodina) i kultur (Haywood & Getchel, 2005). Dle Cintase (1995) jsou velmi zásadními faktory ovlivňujícími motorický vývoj, vyjma těch somatických a funkčních, hlavně klimatické podmínky, výživa a sociální prostředí.

### 3.2.2 Faktory ovlivňující motorický vývoj

Na průběh vývoje jedince působí celá řada faktorů, které se obecně dělí na genetické a na faktory působící pod vlivem vnějšího a vnitřního prostředí. **Genetické faktory** se využívají hlavně při předvídání směru vývoje jedince. **Vnější prostředí** je charakteristické především sociálními podmínkami, výživou, její kvalitou a v neposlední řadě působením pohybových aktivit. **Vnitřní prostředí** ovlivňuje všechny stavy působící na vnitřní orgány (př.: úraz, onemocnění,...). Dalšími faktory ovlivňujícími motorické výkony dětí jsou vnější a vnitřní motivace (Malina et al., 2004; Haywood & Getchell 2005; Campbell et al. 2012). V této práci se zmíníme o třech faktorech, které mají dle našeho názoru největší vliv na motorický vývoj dětí.



### 3.2.2.1 Vliv maturačních změn v CNS

Vývoj motoriky dítěte je závislý na funkci nervové soustavy, na růstu kostí, osifikaci a na růstu svalstva. Každý věk dítěte je charakteristický specifickým motorickým vývojovým vzorem. Tyto vzory jsou odhalovány pomocí svalových souher a jejich vzájemnými souvislostmi. Dle těchto vzorů je možné odhalit, na jakém kvalitativním vývojovém stupni se dítě nachází (Vojta, 1997; Haywood & Getchell, 2005). V tomto ohledu je tedy v současné době přisuzován významný vztah mezi motorickým vývojem a dozráváním CNS (Abbott et al., 2000; Campbell et al., 2012). Dle Campbella et al. (2012) dochází při maturaci CNS k rozšíření (ve smyslu náročnosti) již naprogramovaných motorických vzorů, které nejsou nijak zásadně měněny vlivem sociálního prostředí, ale jsou jím pouze podpořeny. K podobným závěrům dospěl již Abbott, et al., (2000), kteří sledovali soubor dětí, které byly v období do jednoho roku omezovaly na pohybu (nošeny matkami na zádech při práci na polích). V daném období skutečně tyto děti byly ve svém motorickém vývoji opožděny, nicméně v následných obdobích (3 – 10 let) se toto pohybové omezení u nich nijak neprojevovalo a jejich motorický vývoj odpovídal normám.

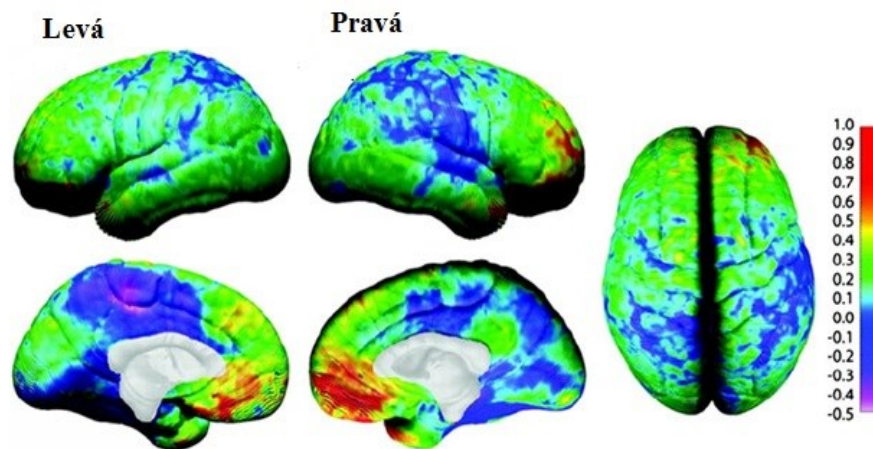
#### *Vývoj mozku u dětí*

V posledních dvou desetiletích významně přispěly ke znalostem maturačních změn mozku studie využívající zobrazovacích metod (magnetická rezonance aj.). Samotný vývoj mozku a změny, které se v něm odehrávají, jsou spojovány nejen s rozvojem motorických, ale také kognitivních i percepčních funkcí (Casey et al., 2005; Piek et al., 2012). Tyto změny, ke kterým dochází na buněčné úrovni, jsou obecně nejčastěji popisovány jako proces myelinizace nebo proces synaptické přestavby (Tau & Peterson, 2010) a jsou velmi těsně spojené s metabolismem mozku. Myelinizace probíhá nerovnoměrně: nejprve dozrávají senzorycká centra, poté motorická centra a nakonec asociační oblasti. Myelin tvoří ochranný obal nervových vláken a je zcela zásadním pro rychlost vedení nervového vzruchu. Chugani (1994) například zjistil, že klidový metabolismus glukózy je v mozku nejvyšší v raném dětství ve věku 4 až 5 let, kdy dosahuje téměř dvojnásobné úrovně dospělých.

Je dobře známo, že nárůst objemu mozku během dětství není symetrický, ale probíhá odlišně v různých oblastech mozkové kůry (Johnson, 2003). Senzorické a motorické oblasti dozrávají obvykle jako první (Casey et al., 2005). Hustotou synapsí

senzomotorická kůra dosahuje úrovně dospělých již v předškolním období. Odlišně je tomu u řízení motoriky, které je závislé na mnoha propojeních mezi kortikální a subkortikální oblastí mozku. Například prefrontální a laterální oblasti temporální kůry, důležité pro integraci primárních smyslově-motorických procesů a vyšších kognitivních funkcí, dozrávají na úroveň dospělého až v období puberty. Navzdory dlouhým vývojovým dobám však podléhají tyto oblasti nejdramatičtějšimu tempu změn během dětství. Sowell et al. (2004) zjistili, že mozek se v prefrontální kůře u dětí ve věku 5 – 11 let rozšiřuje až o 1 mm ročně (Obr. 4 – přeloženo ze Sowell et al., 2004, s. 8227). Je zajímavé, že během těchto kritických/senzitivních období vývoje mozku jsou nejzřetelnější odchylky v chování i vývoji motoriky. To poukazuje na to, že mnoho funkcí mozku zahrnuje vysoce sofistikované kortikální sítě a abnormalita či zpoždění vývoje v jedné oblasti pravděpodobně ovlivní fungování jiného (Fietzek et al., 2000).

**Obrázek 4** Roční míra růstu mozkové kůry u dětí ve věku 5 – 11 let (Sowell et al., 2004, s. 8227)



Roční míra růstu mozkové kůry u dětí ve věku 5 - 11 let. Červené regiony označují regiony s největším ročním růstem. Přeloženo ze Sowell et al. (2004). Longitudinal Mapping of Cortical Thickness and Brain Growth in Normal Children. *The Journal of Neuroscience*, 24(38), strana 8227

V důsledku zmíněných maturačních změn se liší pravděpodobně i rychlost maturačních motorických procesů, které se následně odrážejí v konkrétním motorickém výkonu. Tím je myšleno, že s rychlostí maturačních změn souvisí obtížnost motorického úkolu/činnosti, který je možno zvládnout (Fietzek et al., 2000; Largo et al., 2001; Piek et al., 2012).

### 3.2.2.2 *Vliv sociálního prostředí*

Motorický vývoj, hodnocený zejména z pohledu úrovně koordinovanosti volního pohybu, je u dětí spolu s fyzickými a kognitivními procesy formován také socio-environmentálními příležitostmi. Ty společně vedou k procesu osvojování motorických dovedností (Newell, 1986; Chang et al., 2010; Kitsao-Wekulo et al., 2013; Ghosh et al., 2016).

Většina výzkumů, které se zabývaly vlivem sociálního prostředí na vývoj motoriky dětí, byla omezena především na kojence a děti do 5 let, kde hraje nejdůležitější roli domácí prostředí (Schmidt & Lee, 1999; Rodriguez et al., 2005; Saccani et al., 2013; Müller et al., 2017). Sociálně-ekonomický status je důležitým environmentálním faktorem ovlivňujícím neurokognitivní (Noble et al., 2015), a tedy i motorický vývoj (Bobbio et al., 2007; Tomalski et al., 2013). Atun –Einy et al. (2013) uvádí, že dopad sociálního prostředí včetně socioekonomické situace může mít jak účinek akcelerační, tak i decelerační. Obecně se dá říct, že vyšší ekonomický status domácího prostředí významně souvisí s lepším motorickým a IQ / kognitivním chováním (Miquelote et al., 2012; Ferreira et al., 2018). Předchozí studie ukázaly, že u dětí s nízkým socioekonomickým statutem (slabé socioekonomické zázemí rodiny) se častěji vyskytují vývojová opoždění (Avan & Kirkwood, 2010; Grant & Kurosky, 2008) a že tyto děti mají i významně horší úroveň motorických dovedností ve srovnání s vrstevníky s vyšším socioekonomickým statutem (Bobbio et al., 2007; Handal et al., 2007; Grantham-McGregor et al., 2014).

Mnoho studií také poukázalo na významný vztah mezi socioekonomickým statutem rodiny a vzděláním rodičů. Proto Schmidt a Lee (1999) také doplňují, že opoždění v motorickém vývoji má pravděpodobně úzkou vazbu na nižší nebo nízkou úroveň vzdělání rodičů. K tomu je však nutné dodat, že dalším významným parametrem, vstupujícím do motorického vývoje dětí, je samotné působení rodičů a jejich motivace pro předkládání situací a stimulů ovlivňujících pozitivně motorický vývoj dětí (Caughy et al., 1994). Míru vlivu příslušnosti k sociální třídě a vzděláním matek dětí předložili u sledovaných dětí od narození do věku 6 let Lejarraga et al. (2002). Ti ukázali, že děti z horších socioekonomických poměrů dosahovaly lepších výkonů v motorickém vývoji od narození do věku 3 let. Naopak u dětí ve věku 3 – 6 let se jako významné prediktory k úrovni motorického vývoje ukázala příslušnost k vyšší sociální třídě a úroveň vzdělání matek. Otázkou interakce příslušnosti k socioekonomické třídě a materiálního vybavení

ve vztahu k motorickému vývoji dětí se zabývali Thyssen et al. (2000). Výsledky jejich studie ukázaly, že děti, které pocházely z rodin s vyšším socioekonomickým statutem, měly v domácím i edukačním zázemí lepší materiální podmínky a vykazovaly také rychlejší vývoj motoriky oproti vrstevníkům z nižší socio-ekonomické třídy. Jelikož je motorický vývoj dětí významně spojen také s vývojem kognitivním (Barnett et al., 2009; Mavilidi et al., 2015), ukázala se příslušnost k určité socio-ekonomické třídě významná také v kognitivním vývoji dětí (Bornstein et al., 2003; Han et al., 2004).

### 3.2.2.3 Vliv organizované pohybové přípravy

Na rozvoji a zdokonalování motoriky dětí však nemá vliv jen růst a maturace, celkový fyzický a intelektuální vývoj, ale v rámci sociálního prostředí hlavně všechny formy organizované pohybové přípravy a všechny obohacující podněty z bezprostředního prostředí jedince (Čelikovský, 1990; Malina et al., 2004; Haywood & Getchell, 2005; Campbell et al., 2012). Pravidelná účast dětí ve v organizovaných i neorganizovaných fyzických aktivitách je spojena s podstatnými zdravotními přínosy, včetně zvýšení kostní hmoty, udržování zdravé váhy, snížení vysokého krevního tlaku u hypertenzních dospívajících (Okely et al., 2001), pozitivních účinků na dýchací, srdeční a oběhový systém (Sakuragi et al., 2009, Siegrist et al., 2013), zlepšení psychosociálních výsledků (Fedewa & Ahn, 2011, Lees & Hopkins, 2013) a kognitivních účinků (Hillman & Schott, 2013). Proto je důležité vytvořit u dětí kladný vztah k pravidelné fyzické aktivitě.

Podle Gallahua et al. (2012) hraje ústřední roli v motorickém vývoji pestrost pohybových aktivit, které odpovídají věku dítěte, což bylo podpořeno výsledky mnoha předchozích výzkumů. Souvislost mezi fyzickou aktivitou a základními pohybovými dovednostmi zkoumali již Butcher & Eaton (1989), kteří uvedli významný vztah mezi akcelerací a obratností a účastí v intenzivních fyzických aktivitách u dětí. Okely et al. (2001) také uvedli významný vztah mezi celkovým rozvojem základních motorických dovedností a organizovanou sportovní účastí u dětí. Cooley et al. (1997) zjistili, že hodiny rozšířené výuky TV a gymnastického tréninku u 7–10letých mají pozitivní dopad na motorický vývoj dětí v oblasti základních motorických dovedností a zároveň i v oblasti specifických vizuomotorických koordinačních dovedností. Zároveň byly zjištěny významné rozdíly mezi pohlavími, kdy chlapci dosahovali lepších výkonů než dívky. Karachle et al. (2017) zkoumali vliv šestiměsíčního rekreačního gymnastického programu na motorickou způsobilost (motor competency). Děti z experimentální skupiny,

kteří se programu účastnily, vykazovaly výrazný pokrok v základních motorických dovednostech oproti těm, které ho neabsolvovaly. K velmi podobným závěrům dospěli i Madic et al. (2018), kteří ukázali, že vývojová gymnastická cvičení podporují při dvou kruhových trénincích týdně motorickou výkonnost jedince ve všech hodnocených parametrech – sprint na 20 m, leh sedy, skok z místa, ohnutý předklon, překážková dráha. Výzkum Smyth & Anderson (2000) ukázal, že děti v mladším školním věku, u nichž byla diagnostikována porucha vývojové koordinace (DCD), tráví méně času formální i neformální týmovou hrou. Australská studie Remine a Brown (2010), která se zabývala nízkou úrovní základních motorických dovedností u dětí v Austrálii, zjistila, že by se více dětí účastnilo sportu či jiných fyzických aktivit v případě, že by měly lepší motorické dovednosti. Potvrdila tak zjištění, že nedostatek rozvoje základních motorických dovedností v raných letech může vést k nezájmu o fyzickou aktivitu, nedostatku kondice, nízkému sebevědomí a zdravotním problémům již v průběhu dospívání. Toto zjištění podpořili také ve Švédsku, kde se 10 % dětí necítí v hodinách TV dobře z hlediska svých nedostatečných motorických dovedností, a kvůli tomu ani nedosahují vytyčených cílů v předmětu (Ericsson, 2008).

Schmidt a Young (1987), kteří pracovali na přenosu učení (přenos řízení motorů do procesu získávání motorických dovedností), uvedli, že motorické chování je procesem, ve kterém je primárním určujícím faktorem to, jak jednotlivec řídí určité tělesné segmenty během pohybu. Pokud považujeme vývoj motoriky za produkt, lze ho považovat za změnu motoriky v čase – jedná se tedy o změnu výkonu. Pokud však uvažujeme o vývoji motoriky jako o procesu a zaměřujeme se na procesuální stránku, pak je důraz kladen na základní mechanismy změny – kvalitu projevu (Clark & Whittall, 1989). Tento závěr ukázal, že vývoj motoriky obsahuje jak produktový, tak procesuální aspekt, a že žádný z nich by neměl být upřednostněn.

### 3.3 Psychomotorický vývoj

Velké množství autorů chápe motoriku a psychiku jako celek, který od sebe nelze oddělit, a spojují je do termínu psychomotorika (Kerr, 1982; Půstová, 1997; Zimmer 2006; Sobotková & Dittrichová, 2009). Koncept psychomotoriky byl odvozen z teoretického studia lidského vývoje autory 20. století, jímž se zabývali Piaget et al. (1969) nebo Vygotskij (1978). Psychomotorika dle nich poukazuje na těsnou souvislost psychického a motorického prožívání. Jejich teorie budou detailněji popsány v kapitole 3.5.2.1 Piagetova a Vygotského teorie kognitivního vývoje.

Proces psychomotorického vývoje zahrnuje rozvoj základních *(a) motorických schopností umožňujících pohyb a koordinaci* a *(b) psychologických dovedností, jako je emoční sebekontrola*. Termín a jeho význam lze rozdělit na dvě části: předponu *psycho* (význam myslí) a *motorika* (význam pohybu) tak, že psychomotorika odkazuje na vztah mezi myslí a pohybem. Poukazuje tedy na těsnou souvislost psychického a motorického prožívání (Piek et al., 2008). Romero Martínez et al. (2018) popisují psychomotoriku jako vědu, která nahlíží na dítě jako celek, a to jak z hlediska fyzického, tak mentálního. Pohyb přitom představuje jednu ze základních životních složek, která slouží k udržení si zdraví, jak po fyzické, tak psychické i sociální stránce. Psychomotorika si proto klade za cíl maximálně rozvíjet individuální schopnosti dětí prostřednictvím zkušeností a sebezpoznání schopností vlastního těla, a tím dosáhnout většího povědomí o jejich schopnostech ve vztahu k sobě a jejich prostředí (Cummins et al., 2005; Zimmer, 2006).

Psychomotorický vývoj je definován jako sled dějů vedoucích od závislosti k autonomii jedince. Je tedy klíčem k celkovému vývoji dítěte (Zimmer, 2006). Cueto et al. (2017) jej definují jako vývoj a integraci kognitivních, emocionálních, symbolických a smyslově-motorických interakcí, které ovlivňují schopnost dítěte vyjadřovat se v psychosociálním kontextu. Psychomotorický vývoj je celistvým procesem, který obsahuje rozvoj všech složek osobnosti: psychické, sociální a somatické. Všechny tyto složky jsou propojeny a také se všechny vzájemně ovlivňují. Pokud dojde v některé složce k určité poruše, dojde následně k disharmonickému vývoji (Vágnerová, 2005).

Během prvních 7–8 let života závisí vývoj základních pohybových vzorců do značné míry na rychlosti neuromuskulárního zrání jedince, zbytkovém účinku pohybové zkušenosti a aktuální pohybové zkušenosti jedince, stejně jako stavu růstu a zrání (Malina et al., 2004).

### 3.3.1 Spojení motoriky a kognitivních funkcí – základní vymezení

V následujících odstavcích se budeme věnovat vztahu mezi kognitivními funkcemi, adaptačním chování a úrovní motoriky u dětí.

Piek et al. (2008) poznamenali, že společné kognitivní a motorické úkony využívají společné struktury mozku se současnou aktivací mozečku a mozkové kůry během kognitivní činnosti. Systémové teorie tedy naznačují, že různé motorické vzorce vývoje ovlivňují kognitivní, sociální a emocionální vzorce, což zase ovlivňuje budoucí vývojové vzorce. Jakmile jsou jednou stanoveny základní pohybové vzorce, učení a cvičení se stávají významnými faktory ovlivňujícími motorickou kompetenci (Smyth & Anderson 2000; Kanioglou et al. 2005; Poulsen et al. 2007).

Dle Bushnella a Boudreaux (1993) může motorický vývoj působit jako „kontrolní parametr“ pro další rozvoj, protože některé motorické schopnosti mohou být předpokladem pro získání nebo procvičení dalších vývojových funkcí, jako jsou percepční nebo kognitivní schopnosti. Existence vztahu mezi motorickou a kognitivní složkou není žádnou novinkou. Již Piaget (1963) uvedl, že aktivita a senzomotorické zkušenosti jsou důležité pro vznik kognitivních schopností. Wijnroks a van Veldhoven (2003) zkoumali vztah individuálních rozdílů v posturální kontrole a kognitivním vývoji. Konkrétně se zaměřili na problémy v posturální kontrole spojené s předčasným porodem. Dle jejich zjištění mají předčasně narozené děti významně vyšší prevalenci motorického zpoždění a zpomalený kognitivní vývoj (zejména oblast pozornosti).

Výsledky dalších výzkumů zabývajících se zejména populacemi dětí s adaptačními problémy (snížená dovednost v oblasti sociálního chování, agresivita, izolace, nedostatek empatie, emoční poruchy) poukazují na to, že tyto adaptační problémy mají souvislost se zjevnými obtížemi v motorice dětí (Schoemaker et al., 1994; Cummins et al., 2005; Kanioglou et al., 2005; Zimmer 2006; Poulsen et al., 2007). Děti s nízkou úrovní motoriky vykazovaly méně častou účast při hrách, jelikož si jsou své nízké motorické úrovni vědomi a více času tráví jako přihlížející. V případě zapojení do činnosti tyto děti vykazovaly častější zapojování do násilných incidentů nebo agresivního chování (Kennedy-Behr et al. 2011).

V oblasti vymezení i hodnocení psychomotorického vývoje se setkáváme s několika obecně ukotvenými konstrukty. Patří mezi ně: jemná motorika; hrubá motorika; senzomotorika; neuromotorika; sociomotorika. Všechny tyto oblasti se

v psychomotorickém vývoji jedince prolínají a doplňují (Szabová, 1999). Jako příklad můžeme uvést poznatek Gabbarda (2012), který uvedl, že oblast síly má výrazný vliv na ostatní složky psychomotorického vývoje.

V naší práci budeme zjišťovat úroveň psychomotorického vývoje dítěte pomocí diagnostického nástroje Bruininks-Oseretsky Test – Second Edition (BOT-2) (detailní popis baterie viz kapitola 3.3.3.1 Bruininks-Oseretsky Test – Second Edition, BOT-2), zaměřeného zejména na oblast neuromotoriky, která je často nazývána výkonnou složkou motoriky. Neuromotorika je nejčastěji charakterizována projevy jemné a hrubé motoriky, rovnováhy a orientace v prostoru (Szabová 1999; Hadders, 2005; Blythe, 2012). Tyto aspekty jsou také označovány jako oblasti základních motorických dovedností (FMS), kterými se budeme dále detailněji zabývat.

### **3.3.2 Základní motorické dovednosti – FMS (fundamental motor skills)**

Základní motorické dovednosti tvoří platformu v motorickém vývoji, která je kontinuálně propojena s předchozí vývojovou fází rudimentárních pohybů (viz obr. 2). Základní motorické dovednosti (FMS) byly jako koncept poprvé popsány Wickstromem (1977, s. 3), který je definoval jako „*společnou motorickou činnost s obecným cílem, která představuje základ pro vyspělejší a vysoce specifické motorické činnosti*”.

FMS jsou jasně definované typy pohybových činností, proto v literatuře také můžeme najít pojem „základní pohybové dovednosti“ – fundamental motor skills (Logan et al., 2018). FMS jsou považovány za stavební kameny při osvojování si specifitějších pohybových vzorců (např. sportovních). Základní motorické dovednosti (FMS) se rozvíjejí prostřednictvím lidské ontogeneze jako vyšší funkce vertikalizace, jejímž cílem je pohyb ve vzpřímené poloze a manipulace (Twitchell, 1951; Stockmeyer, 1967; Bobath & Bobath, 1972; Case-Smith et al., 1989).

FMS jsou nejčastěji rozděleny do tří částí a) lokomoce – zahrnující běh, skok, skluz, cval; b) dovednosti v oblasti kontroly objektů – manipulace – zahrnující chytání, házení, kopání a rovnováhu (změny poloh a pohybů během postavení a při pohybu, stoj na jedné noze, chůze po špičkách atd.) (Stodden et al., 2008; Haywood & Getchell, 2011; Gallahue, et al., 2012).

Adekvátní vývoj a úroveň FMS se ukázaly jako důležité pro hodnocení odchylek v motorickém i kognitivním vývoji dětí od tzv. neurotypical statusu. Spolu s tím bylo také zjištěno, že úroveň FMS významně souvisí s vytvořením dlouhodobého pozitivního



vztahu k účasti v pohybových a sportovních aktivitách od dětství do dospělosti (Garcia et al., 2002; Mandich & Polatajko 2003; Stodden et al., 2008).

Za kritické období pro rozvoj FMS je považován konec předškolního věku a začátek mladšího školního věku (Barela, 2013; Hardy et al., 2013). Gallahue et al. (2006) uvádějí, že děti mají potenciál zvládnout většinu FMS do šesti let, naopak australští vědci naznačují, že těchto dovedností lze dosáhnout až ve věku 9 až 10 let (Hardy et al., 2010). Tyto studie prakticky odkazují na zjištění předložené v předchozí části práce, kdy jsme poukazovali na vliv organizované pohybové přípravy, která je jednou z částí pohybových aktivit, na motorický vývoj dítěte. Dle Seefeldta (1984) vývoj i stupeň FMS pravděpodobně úzce souvisí s fyzickou zdatností dětí. Tento autor přidělil FMS nezastupitelnou roli při zvyšování tělesné zdatnosti od raného dětství.

Jelikož je však v současné době zřetelný trend poklesu objemu, intenzity i pestrosti pohybových aktivit, uvádějí někteří autoři (Stodden et al., 2008; O'Brien et al., 2016), že i aktuální úroveň FMS je hodnocena u současných dětí jako nízká. K tomuto názoru se přidává mnoho dalších, kteří naznačují, že současná generace dětí dosahuje nižšího vývojového potenciálu FMS ve srovnání s předchozí generací (Cliff et al., 2009; Bellows et al., 2013; Spessato et al., 2013; Bryant et al., 2014; Bardid et al., 2016). Ukazuje se proto, že vyšší nebo vysoká úroveň FMS je pravděpodobně spojena s vyšší účastí dětí v pohybových aktivitách (Hume et al., 2008, Barnett et al., 2009, Kambas et al., 2012, Jaakkola & Washington, 2013) Toto zjištění bylo potvrzeno také ve studii Božanić & Bešlija, (2010), kde byly nalezeny vysoké korelace mezi FMS a specifickými dovednostmi v karate. Děti s dobrou úrovní specifických dovedností měly dobrou úroveň FMS.

Velmi důležitou informací, která vychází ze současně přijímaného tzv. Stodden modelu (Stodden et al., 2008) je, že FMS jsou také nedílnou součástí v procesu rozvoje motorických schopností (v základu síla, rychlost, vytrvalost), kdy se vzájemná interakce těchto konstruktů lidské motoriky odráží v osvojování specializovaných dovedností např. sportovních a ovlivňuje úroveň tzv. motorických kompetencí (Clark & Metcalf, 2002; Robinson & Goodway, 2009; Payne & Isaacs, 2017).

V literatuře se termín FMS často překrývá s jinými pojmy, jako je např. hrubá motorika. Z tohoto pohledu je proto možné vnímat hrubou motoriku jako nedílnou součást jednotlivých sub-konceptů FMS (lokomoce, rovnováha, manipulace) (Veldman

et al., 2015). Jelikož i ve světových studiích existuje nejednoznačnost v používání a vymezení termínu jako je FMS nebo hrubá motorika, představíme si tuto nejednoznačnost nyní na příkladu manuální dexterity, která je u člověka významně rozvinuta. Jedná se o propojení konceptů hrubé a jemné motoriky. Manuální dextřita je obecně vnímána jako jemně motorická činnost. Tuto činnost však nelze realizovat odděleně bez účasti hrubé motoriky. Pokud někdo chce provádět velmi přesný a jemný pohyb, je potřeba nejprve přizpůsobit úhly v osovém systému a velkých kloubech paže do co neúčinnější polohy, což je hlavní úlohou hrubé motoriky. Toto nastavení, které reflektuje Gesselovu teorii motorického řízení od proximálního k distálnímu, nám následně umožňuje provádět jemný pohyb akrálními částmi (prsty) co nejpřesněji (Skinner, 1979). Tyto dva koncepty motoriky představují spojené nádoby (Case-Smith et al., 1989; Véle, 2006) a jejich efektivní kooperace je proto nezbytná pro učení nových dovedností (Jenkinson et al., 2008).

### 3.3.2.1 *Jemná motorika*

Jemná motorika je chápána především jako zručnost rukou, prstů a mluvidel. Jedná se zejména o koordinaci malých svalových skupin na akrálních částech lokomočních nebo hybných orgánů, např. prstů. Patří sem také koordinace oko – ruka (Rathelot & Strick, 2009; Kutálková, 2010). Menší svaly jsou řízeny mnoha neurony. Jemná motorika klade větší nároky na přesnost a variaci pohybu, než na svalovou sílu (Véle, 2006). Vypovídá o manipulačních schopnostech, je iniciována příkazy z oblastí primární motorické kůry (Stinear et al., 2009; Morishita et al., 2012). Do jemné motoriky proto patří pohyby, jako je uchopení předmětů, manipulace s nimi, práce s materiálem různého tvaru, kvality, velikosti, pohyby tváře, pohyby jazyka nebo mluvidel (Szabová, 1999). Jemné motorické pohyby kladou vysoké nároky na přesnost a svalovou diferenciaci. Jedním z často sledovaných parametrů je například schopnost dítěte postavit palec proti ostatním prstům a s prsty nezávisle pohybovat (Mayston et al., 1999; Suggate et al., 2019).

Vývoji jemné motoriky ruky předchází vývoj vidění, z čehož plyne, že dítě je schopno nejdříve zkoumat předmět očima a teprve až následně s ním začít manipulovat. Rozvoj jemné motoriky je postupně směřován od velkých pohybů, neboli od manipulace s většími předměty, k menším pohybům a k ovládnutí malých předmětů (Doležalová, 2010; Comuk-Balci et al., 2016). Jako první se učí dítě koordinaci oko – ruka, který je

umožněn asymetrickým šíjovým reflexem. S vývojem jemné motoriky v předškolním věku také souvisí upevňování laterality, především horní končetiny (Smits-Engelsman & Hill, 2012).

Hlavní dovedností z kategorie jemné motoriky je uchopování. Při uchopování dochází k interakci úchopového orgánu a předmětu, s nímž chceme manipulovat (Rathelot & Strick, 2009). Uchopování předmětů se hodně zlepšuje po vyhasnutí palmárního reflexu (Comuk-Balci et al., 2016; Volemanová, 2016). Jemná motorika se dělí do dvou základních oblastí: 1 – manipulace; 2 - komunikační motorika (patří sem grafomotorika, logomotorika, mimika, oromotorika a vizuomotorika) (Véle, 2006).

Rozvoj dovedností jemné motoriky dle věku dítěte (Kolář, 2009):

1. - 2. rok (držení lžičky, pití z hrnku, rozepínání knoflíků či zipů)
2. – 4. rok (projevuje se dominance ruky – otáčení stránek, stavění z kostek, trefení se míčem do koše, chycení míče v letu, slepování či kreslení)
5. – 6. rok (vyhraňuje se laterality – stavění komplikovaných staveb, modelování trojrozměrných objektů)

Opoždění ve vývoji jemné motoriky souvisí s různými diagnózami, jako je ADHD nebo vývojová porucha motoriky (DCD) (Cermak et al., 2002; Barnhart et al., 2003).

### 3.3.2.2 *Hrubá motorika*

Hrubá motorika obecně zahrnuje pohyby velkých svalových skupin a je vnímána spíše jako motorika posturální (Carlson et al., 2013; Cameron et al., 2016; Flatters et al., 2014; Griffiths et al., 2018). Hrubou motorikou označujeme schopnost dítěte koordinovaně používat tělo jako celek. Do pohybů hrubé motoriky patří např. chůze, lezení, skákání, šplhání, sed, leh, házení, chytání, zaujímání různých poloh, běh, točení, houpání, koulení, nošení atd. (Seashore, 1942; Cummins et al. 2005, Carlson et al., 2013; Veldman et al., 2015; Logan et al., 2018). Všechny zmíněné pohybové vzorce jsou vztaženy k vývojově starším výše popsaným pohybovým programům zvaným rudimentární pohyby, které mají přímou souvislost s procesem vertikalizace člověka (dítěte).

Vertikalizační proces u každého člověka začíná bezprostředně po narození a je založen především na sekvencích reflexivních a základních pohybů dětí. Tyto základní pohyby mají evoluční perspektivu, která zahrnuje dosažení/absolvování určitých

vývojových stupňů nezbytných pro plné smyslové řízení motoriky (Shirley, 1933; Bayley, 1935; Gesell & Amatruda, 1945). Od přibližně 4 měsíců věku jsou základní pohyby kombinovány s prvními záměrnými pohyby vedoucími k manipulativním činnostem a svalové diferenciaci horní končetiny a ruky (Lieberman, 2014). Proto by základní pohyby mohly být vnímány jako součásti platformy pro rozvoj vyšších mozkových center, zapojených do složitějších záměrných pohybů, kterými je kombinace cyklických (lokomočních) a acyklických pohybů (manipulativní činnosti). S tím také souvisí zjištění, že motorický vývoj dítěte je již v raných fázích významně spojen s jeho celkovým rozvojem tzv. exploračním chování (Koch, 1976; Houston-Wilson, 2015).

Když se podíváme na strukturu FMS, zjistíme, že hrubá motorika je nějakým způsobem obsažena v každé subkonceptu FMS (Veldman et al., 2015). Při lokomoci je aktivována jak hrubá motorika, tak i rovnováha, jinak bychom nebyli schopni chodit. Při manipulaci s předměty je taktéž zapojena hrubá motorika, např. ji využíváme při vrhání či házení (Latash & Turvey, 1996). Ač je manuální zručnost často řazena do konceptu jemné motoriky, je nesmírně důležité uvědomit si, že bez hrubé motoriky by nebylo možné provádět jemné motorické činnosti. Koncepty hrubé i jemné motoriky jsou velmi úzce propojené (Seashore, 1942; Case-Smith et al., 1989). Při učení nových dovedností je spolupráce mezi koncepty jemné a hrubé motoriky nezbytná (Jenkinson et al., 2008).

Zvládnutí hrubé motoriky má tedy základní význam pro plný rozvoj jedince. Její rozvoj začíná již v raném dětství, kdy je dítě schopno se postavit a začít chodit. Hrubé pohyby se rozvíjejí směrem od hlavy k patě (dítě se nejdříve naučí koordinovat pohyb hlavy atd.). Hrubá motorika vyžaduje stejně jako mnoho dalších oblastí motoriky posturální kontrolu (Williams et al., 2009). Pro rozvoj hrubé motoriky je nejdůležitější častý a různorodý pohyb (Smyth & Anderson 2000). Hrubá motorika se rozvíjí především v raném věku, v předškolním věku se již jen zefektivňuje. Je velmi důležité, aby dítě vykonávalo takové činnosti, které procvičují celkovou koordinaci pohybů a rovnováhu (Zimmer, 2006) Takto zaměřené dovednosti pomohou dítěti získat sebedůvěru a prohloubit samostatnost (Cummins et al. 2005).

Vývoj jednotlivých funkcí hrubé motoriky je ryze individuální, avšak objevují se jisté stereotypy – v předškolním věku dochází k rozvoji skákání, kopání a házení. Pohyby jsou plynulejší a koordinovanější. Pokrok je dosahován většinou formou hry (Smith & Thelen, 2003). U dětí školního věku dochází ke schopnosti kombinace pohybů (např. skákat přes švihadlo či driblovat) (Malina et al., 2004; Kennedy-Behr et al., 2011).

### 3.3.2.3 *Věkové a pohlavní rozdíly ve FMS v mladším školním věku*

Studie zaměřené na FMS již na konci 70. a 80. let zjistily, že úroveň FMS je již od předškolního období závislá na věku i pohlaví (Martinek et al., 1978; Morris et al., 1982; Toriola & Igbokwe, 1986).

V souladu s teorií o vztahu mezi motorickým vývojem a zráním CNS bylo zjištěno, že starší děti dosahují lepších výsledků FMS než mladší děti (Spessato et al., 2013; Freitas et al., 2015; Bardid et al., 2016). Tato skutečnost je výsledkem procesu přirozeného zrání a také vyšší praxe (širší palety motorické zkušenosti) v pohybových aktivitách (Charlesworth, 2016). Je však zajímavé, že některé studie naznačují, že vývoj FMS nemusí být zejména v předškolním věku lineární a v období kolem ukončování první přeměny postavy v 5. – 6. roce věku nemusí být detekovány mezi mladšími a staršími dětmi rozdíly ve výkonu ve FMS (Kokštejn et al., 2017).

Z pohledu rozvoje FMS u chlapců a dívek Cliff et al. (2009) uvádí, že dívky a chlapci obvykle nepostupují v rozvoji FMS stejným tempem. I přes to, že ve světové literatuře neexistuje absolutní shoda, mnohé výzkumy naznačují, že dívky mladšího školního věku vykazují vyšší úroveň dovedností lokomočních a zejména balančních. Naopak chlapci mladšího školního věku dosahují vyššího skóre v dovednostech manipulačních (patří sem chytání, házení) a dosahují celkově lepších výsledků v celkovém hodnocení FMS při srovnání se stejně starými dívkami (Erwin & Castelli, 2008; Barnett et al., 2009; Goodway et al., 2010, Charlesworth, 2016). Nicméně studie (např: Hardy et al., 2010; Kordi et al., 2012) podporu pro odlišnosti ve FMS v rámci pohlaví u dětí mladšího školního věku nenalezly. Pohlavní rozdíly v oblasti FMS mezi chlapci a dívkami s velmi podobnými biologickými vlastnosti, jako je genotyp, složení těla, síla a délka končetin v období před pubertou, byly vysvětleny převážně prostřednictvím typu činností, které děti v tomto věku provádějí (Malina et al., 2004). Chlapci se v tomto věku obecně více účastní míčových sportů (činnosti související s kontrolou objektů), zatímco dívky mají větší zájem o taneční aktivity a gymnastiku (rovnovážné a rytmické dovednosti) (Hardy et al., 2010; Bardid et al., 2016). Typ činností v rámci obou pohlaví je tedy dle některých autorů do značné míry ovlivňován sociálními a environmentálními faktory např. vlivem rodiny, vrstevníků, učitelů a fyzického prostředí (Thomas & French, 1985; Booth et al., 2001; Hardy et al., 2010).

### 3.3.2.4 *Faktory ovlivňující FMS*

Kromě již výše zmíněných faktorů ovlivňujících úroveň FMS (věk, pohlaví, genetika, inteligence, pohybová zkušenost) je zřejmě tím nejdůležitějším faktorem při vývoji FMS u dětí rodina (Halverson et al., 1982; Morris et al., 1982; Thomas & French, 1985). Kromě toho, co můžeme nazvat interním prostředím – rodina, zjistily další studie, že vývoj FMS lze úspěšně zlepšit v prostředí externího vzdělávání (mateřské školy, školy) pomocí speciálních vzdělávacích programů (Masser, 1987; Kelly et al., 1989). Gabbard (1996) ve své teoretické práci viděl FMS jako jeden z klíčových mechanismů pro motorický i kognitivní vývoj a zdůraznil, že vývoj FMS musí být nedílnou součástí tělesné výchovy. Proto se výzkum zaměřil kromě role rodiny při rozvoji FMS na roli učitele. Ignico (1994), který se zaměřil na předškolní děti, zjistil, že při vývoji FMS v předškolním věku má učitel nezastupitelnou roli. Tento autor navíc zdůraznil, že správné vedení dětí ve vývoji FMS také znamená, hledat pozitivní spojení dětí s fyzickými činnostmi, které přetrvávají až do dospělosti. To bylo podpořeno také dvacetiletou longitudinální studií provedenou Lloydem et al. (2014). Kromě toho bylo zjištěno, že určité aspekty akademických výsledků (matematika, čtení, dovednosti při zpracování informací) jsou pozitivně a významně spojeny s množstvím fyzické aktivity (Goldstein & Britt, 1994; Shephard, 1997). Následující výzkum ukázal, že sociální nebo kognitivní dovednosti významně korelují s FMS u předškolních dětí (Connor-Kuntz & Dummer, 1996; Goodway & Rudisill, 1996; Payne & Isaacs, 2017). Gallahue a Ozmun (2012) uvedli, že špatná úroveň FMS je významným prediktorem nižšího sebepojetí.

### 3.3.3 **Diagnostika psychomotorického vývoje**

Smyslem diagnostiky psychomotorického vývoje je pochopení spojení pohybu těla a psychických procesů (Blahutková et al., 2005; Cools et al., 2008). Jak již bylo zmíněno v předchozí podkapitole, psychomotorický vývoj poukazuje na těsnou souvislost psychického a motorického prožívání (Piek et al., 2008). Základem tohoto vývoje je rozvoj základních motorických schopností umožňujících pohyb a psychologických dovedností (Piek et al., 2008; Blythe, 2012). Spolu s rozvojem motorickým a psychickým probíhá v úzké souvislosti ještě vývoj somatický (Goodwin & Leech, 2003). Hodnocení psychomotorického vývoje je obzvláště důležité u dětí v předškolním a školním věku, jelikož sleduje vývojové změny a identifikuje možná vývojová zpoždění (Gallahue & Ozmun, 2006). Hodnocení psychomotoriky se využívá

v několika oblastech. Jsou to školní výchova, tělesná výchova a sport, školské a psychologické poradenství, fyzioterapie a dětská neurologie (Szabová, 1999). Hlavním důvodem, proč se hodnocení motoriky provádí, je diagnostika stavu psychomotorických funkcí daného jedince, plánování nápravných či tréninkových intervencí a individualizace vyučování, hodnocení vývojových změn, poskytování zpětné vazby a předvídaní dalšího vývoje jedince (Spiegel, 1990; Burton & Miller 1998). K posouzení psychomotorického vývoje je v současnosti k dispozici řada nástrojů (Zittel, 1994).

V následující části této kapitoly budou porovnány tři nejčastěji používané nástroje pro hodnocení psychomotorického vývoje (Bruininks-Oseretzky Test of Motor Proficiency – Second Edition (BOT-2); Test of Gross Motor Development – Second Edition (TGMD-2); Movement Assessment Battery for Children – Second Edition (MABC-2). Srovnávacími kritérii budou validita, reliabilita, délka, cíl, míra informací, normy, věkové rozpětí a pohlaví, způsob hodnocení a proces hodnocení. Cílem této podkapitoly bude ukázat silné a slabé stránky těchto diagnostických nástrojů a v závěru také odůvodnit to, proč jsme si zvolili právě Bruininks-Oseretzky Test of Motor Proficiency – Second Edition (BOT-2).

### 3.3.3.1 *Bruininks-Oseretzky Test of Motor Proficiency – Second Edition (BOT-2)*

N. I. Oseretsky vytvořil již v roce 1923 první testovou baterii, která byla zaměřena na posuzování psychomotorické zralosti u dětí. Z této baterie byla v roce 1978 vytvořena první oficiální verze Bruininks-Oseretzky Test of Motor Proficiency - BOTMP (Bruininks, 1978). Tato baterie prošla od té doby dlouhým vývojem, několikrát byla upravena a v roce 2005 byla zrevidována na nejnovější verzi Bruininks-Oseretzky Test of Motor Proficiency – Second Edition (BOT-2) (Bruininks & Bruininks, 2005). Test BOT-2 umožňuje posoudit úroveň psychomotorické vyspělosti u dětí a mládeže jak u běžné populace, tak i u specifických skupin dětí s konkrétními neurologickými a psychickými diagnózami, jako jsou děti s autismem (ASD – autism spectrum disorder), děti s vývojovou dyspraxií nebo děti s ADHD (Bruininks & Bruininks, 2005; Cairney et al., 2005). V současnosti je Bruininks-Oseretzky Test of Motor Proficiency, Second Edition (BOT-2) podle mnohých odborníků považován za nejpropracovanější diagnostický nástroj v oblasti hodnocení psychomotorického vývoje (Deitz et al. 2007; Cools et al. 2008) . Primárně je určen pro běžnou populaci a jedince s podezřením na vývojově podmíněné motorické obtíže. Uznávaný je hlavně kvůli možnosti využití na

specifických skupinách populace. BOT-2 je určen a nejvíce využíván v oblastech dětského lékařství – pediatrii, fyzioterapeuti, učitelé TV s adaptivní výukou (Cairney et al., 2005; Deitz et al. 2007, Wuang et al., 2009). BOT-2 umožňuje testování dětí a mládeže ve věku od 4 do 21 let. Možnost testování probandů je od 4 do 21 let (Cools et al., 2008)

BOT-2 obsahuje jak kompletní dlouhou formu (CF), tak i zkrácenou formu (SF). Kompletní forma BOT-2 obsahuje 53 položek, rozdělených do 4 oblastí, zaměřených na: jemnou motoriku – pohyblivost prstů, rukou, předloktí; hrubou motoriku – pohyby ramen, trupu, nohou; koordinaci těla – koordinace velkých svalových skupin, rovnováha; a sílu, rychlost, hbitost (Wuang et al., 2009; Wuang et al., 2012). Každá oblast je rozdělena do dvou subtestů. Kompozitní skóre motorické oblasti zahrnuje vždy součet skóre ze dvou subtestů. Krátká forma testu se skládá ze 14 proporčně vybraných položek, které by měly výsledek co nejvíce přiblížit dlouhé formě testu. V krátké formě testu jsou tak z každého subtestu obsaženy 1-2 položky (Deitz et al., 2007; Holický & Musálek, 2013). Testování krátkou formou testu trvá přibližně 15-20 minut, u kompletní formy testu je udávaný čas na provedení 45-60 minut (Bruininks & Bruininks, 2005; Cools et al., 2008). Kompletní forma poskytuje spolehlivější údaje o motorické vyspělosti (Bruininks & Bruininks, 2005).

***Zaměření jednotlivých oblastí BOT-2 dle Bruininks & Bruininks (2005):***

- Kontrola jemné motoriky – řízení a koordinace ruky a prstů, přesnost a integrace;
- Manuální koordinace – řízení a koordinace paží, manuální zručnost;
- Tělesná koordinace – zahrnuje koordinaci velkých svalových skupin užívaných při držení těla, rovnováha;
- Síla a agility - aspekty rychlosti běhu, hbitost a síly využívaných při různých fyzických aktivitách.

Všechny motorické oblasti (konstrukty) a subtesty, pomocí kterých je diagnostikována motorická vyspělost dětí, jsou uvedeny v tabulce 1 i s příklady některých položek.



**Tabulka 1** BOT-2 – Subtesty a počet položek (Deitz et al., 2007)

Subtesty	Počet položek	Příklad položek
<b>Jemná motorika</b>	<b>15</b>	
JM přesnost	7	vystřihování, vybarvování, obkreslování různých tvarů
JM integrace	8	
<b>Manuální koordinace</b>	<b>12</b>	
Manuální zručnost	5	třídění karet, navlékání kostek házení a chytání míčků, driblink
Koordinace HK	7	
<b>Tělesná koordinace</b>	<b>16</b>	
Bilaterální koordinace	7	skákání na místě, tapping nohy a ruce stoj na balanční kladině
Rovnováha	9	
<b>Síla a agilita</b>	<b>10</b>	
Rychlost a hbitost	5	skákání po jedné noze, běh 2x50 stop leh sed, skok z místa
Síla	5	
<b>Celkem</b>	<b>53</b>	

Výsledky jak kompletní, tak i krátké formy testu jsou podle manuálu BOT-2 zaznamenávány jako celkové bodové skóre, standardní skóre – zohledňující věk a pohlaví ( $M = 50$ ,  $SD = 10$ ) nebo percentilová pozice. Navíc jsou výsledky zaznamenávány na pěti popisných škálách pro každý subtest (velmi nadprůměrný, nadprůměrný, průměrný, podprůměrný a velmi podprůměrný). Zároveň jsou v normách uvedeny také ekvivalentní skóre pro každý věk a pohlaví. Proces hodnocení BOT-2 je velice časově i technicky náročný, nicméně i díky tomu tento test dokáže velmi precizně popsat celkovou úroveň motoriky testovaného jedince. Výsledky jednotlivých testů jsou tedy sčítány a složí tzv. kompozitní skóre, které je používáno k porovnávání úrovně psychomotorického vývoje hodnocených populací (Bruininks & Bruininks, 2005).

Velkou výhodou testu je vysoká validita i reliabilita testu. Reliabilita testu se pohybuje v rozpětí 0,9 – 0,97 (Tan et al., 2001; Wuang et al., 2009). Korelace mezi krátkou a dlouhou formou testu je 0,80 (Cools et al., 2008). BOT-2 je primárně užíván k odhalování a podpoře klinických diagnóz u dětí s motorickými poruchami. Konstrukční validita byla proto zkoumána pomocí porovnávání skupin dětí bez motorických potíží a skupin dětí s motorickými poruchami. V každé ze skupin bylo věkové, pohlavní i etnické zastoupení stejné. Skupina dětí s motorickými obtížemi dosáhla významně nižšího skóre ( $p < 0,001$ ), než skupina bez motorických obtíží, čímž je podporována schopnost BOT-2

rozlišovat klinické skupiny a běžnou populaci. Tyto výsledky se vyskytovaly jak v kompletní, tak i v krátké formě testu (Deitz et al., 2007).

Mezi hlavní výhody BOT-2 patří: vysoká vypovídající hodnota a přesnost (Roerber et al., 2012), velké věkové rozpětí, možnost využití krátké formy testu a vysoká validita a reliabilita testu. Navíc je u jednotlivých subtestů BOT-2 stanovena faktorová struktura a to dokonce i pro jednotlivé věkové kategorie i chlapce a dívky zvlášť, což u ostatních baterií není vždy standardem (Holický & Musálek, 2013). Výsledky je možné komparovat s výsledky ze zahraničních studií (standardizace v USA). Velké věkové rozpětí. Vysoká reliabilita. Možnost testování krátkou formou testu. Obsahuje kvalitativní aspekty pohybového chování pro nadprůměrné a podprůměrné dovednosti.

Mezi hlavní nevýhody BOT-2 patří: delší doba administrativy oproti jiným testům; chybí evropská normativní data; délka trvání dlouhé formy testu až 60 minut; vysoká pořizovací cena testovací baterie; nutnost velkého prostoru k provedení celého testu.

### 3.3.3.2 Test of Gross Motor Development - Second Edition (TGMD-2)

Test vývoje hrubé motoriky (TGMD-2) vychází z původního testu hrubé motoriky, který byl poprvé publikován v roce 1985 (Ulrich, 1985). Nová verze z roku 2000 (Ulrich, 2000). Test TGMD-2 je zaměřen na diagnostiku vývoje hrubé motoriky u dětí od 3 do 10 let. Test je využíván především v kineziologii, obecné a speciální pedagogice, psychologii a fyzioterapii (Ulrich, 2000). TGMD-2 využívá jednoduchých a atraktivních úkolů k identifikaci dětí s hrubými motorickými problémy. Dokáže tedy odhalit děti s výraznou poruchou motorického vývoje tzv. DCD (Developmental Coordination Disorder) (Cairney et al., 2005).

TGMD-2 je složen ze dvou subtestů, z nichž každý obsahuje 6 dovedností, se kterými mají děti možnost se setkat v rámci tělesné výchovy na základní škole. Úkoly z prvního subtestu zjišťují úroveň lokomotoriky – plynulé a koordinované pohyby (běh, cval, skok s rozběhem, poskakování po jedné noze, skok snožno a klouzavý pohyb do strany) (Ulrich, 2000). Úkoly z druhého subtestu jsou zaměřeny na manuální zručnost při manipulaci s předměty (odpal do stacionárního míčku, chytání, kopání driblování, házení a koulení míčem spodem) (Ulrich, 2000). U každého úkolu má vždy proband jeden zkušební pokus a následně pak dva testovací pokusy, které jsou hodnoceny číslem jedna (splnil) nebo nula (nesplnil). Při hodnocení jednotlivých dovedností je třeba dodržovat standardizované postupy. Každá dovednost má 3 – 4 pevně stanovená kvalitativních

kritéria, podle kterých se hodnotí. Ze součtu všech dosažených bodů z jednotlivých úkolů je získán celkový hrubý výsledek (0–48 bodů). Následně se získaný hrubý skóre převede na standardizovaný skóre, který je poté znovu převeden na kvocient hrubé motoriky (Wiant & Darrah, 2001). Administrace testu trvá 15 až 20 minut (Cools et al., 2008). Reliabilita testu je udávána v rozmezí 0,83 až 0,91 (Valentini, 2012). Rozmezí validity je udáváno 0,82 – 0,88 (Simons et al., 2008)

Mezi výhody testu patří: normy pro věk (šesti měsíční odstupy) a pohlaví; velmi dobrá validita i reliabilita testu; krátká doba nutná k provedení testu (15 – 20 minut); TGMD-2 obsahuje kvalitativní aspekty pohybového chování pro nadprůměrné a podprůměrné dovednosti (Cools et al., 2008; Simons et al., 2008).

Mezi nevýhody testu naopak patří: nehodnotí jemnou motoriku a koordinaci; je potřeba velké množství pomůcek; problém crosskulturní oblasti; u hodnocení házení přes hlavu se objevuje příliš specifické zaměření této dovednosti (Cools et al., 2008 ; Valentini, 2012).

### 3.3.3.3 **Movement Assessment Battery for Children – Second Edition (MABC-2)**

MABC-2 je testová baterie primárně určená pro hodnocení úrovně motoriky a detekci vývojového deficitu motoriky. Zároveň slouží tato testovací baterie jako klinický nástroj na plánování intervencí a pro hodnocení intervenčních programů (Henderson et al., 2007). Její první verze MABC vznikla ve Velké Británii v roce 1992 a vycházela z testu Test of Motor Impairment (TOMI). Její vývoj byl ovlivněn i formátem Oseretzského testu (Henderson & Sugden, 1992). V současné době ji lze považovat za jeden z dosud nejkompaktněji konstruovaných a nejčastěji používaných diagnostických nástrojů pro hodnocení motoriky a identifikaci vývojově podmíněného deficitu motoriky u dětí (Henderson et al., 2007, Kokštejn, 2012; Wuang et al., 2012).

MABC-2 obsahuje tři části: standardizovanou testovou baterii, dotazník a intervenční manuál (Henderson et al., 2007). Testová baterie je určena pro děti ve věkovém rozmezí od 3 let do 16 let. Testová baterie MABC-2 rozděluje probandy dle věku do tří věkových kategorií (3 – 6 let, 7 – 10 let a 11 – 16 let). Pro každou věkovou kategorii obsahuje baterie sadu 8 testů, které postihují vždy tři hlavní oblasti motoriky: jemnou motoriku – 3 testy (manuální dovednosti), hrubou motoriku – 2 testy (míření a chytání) a statickou a dynamickou rovnováhu – 3 testy (Adolph, 2002). Testy dítě provádí podle přesně předem daného způsobu (Henderson et al., 2007; Cools et al., 2008).

Výsledkem každé testové úlohy je hrubé skóre, které se převádí pomocí tabulek na standardní skóre v závislosti na věku dítěte. Pro posouzení úrovně jednotlivých oblastí motoriky slouží komponentní standardní skóre, které je vyjádřením součtu standardních skóre jednotlivých testových úloh a jeho převodem na ekvivalent standardního skóre či percentilový ekvivalent. Celková úroveň motoriky se vyjadřuje celkovým standardním skóre (TTS), které je vypočteno jako součet standardních skóre všech osmi testových položek a převodem tohoto součtu na jeho ekvivalent standardního skóre a percentilový ekvivalent. (Kokštejn, 2012; Wuang et al., 2012). Celkový motorický výkon dítěte je ohodnocen jednou ze tří barev: zelená – dítě je bez motorických obtíží; žlutá – mírné motorické obtíže (6. – 15. percentil); červená – výrazné motorické obtíže (nižší než 5. percentil) (Henderson et al., 2007). Díky testu jsou identifikovány u dětí motorické obtíže, které se týkají jejich každodenních činností. Hlavní pozornost je věnována porovnání dosažené úrovně motorických dovedností jedince s motorickými milníky vzhledem k jeho věkové kategorii (Henderson et al., 2007). K dokončení testu MABC-2 potřebuje obvykle jedinec 20 – 40 minut (Cools et al., 2008). Testová baterie poskytuje kvalitativní informace o tom, jak dítě úkoly plní a přistupuje k jednotlivým testům (Wuang et al., 2012).

MABC-2 má uvedenu jak obsahovou, tak kriteriální validitu k testům, které postihují zmíněné oblasti senzomotoriky (Barnett & Henderson, 2007). Test-retestová reliabilita MABC-2 je  $r = 0,76 - 0,92$  pro jednotlivé motorické testy a  $r = 0,73 - 0,84$  pro sub-baterie postihující jednotlivé komponenty motoriky, tj. jemnou motoriku, hrubou motoriku a rovnováhu. Nicméně studie Visser a Jongmans (2004) zjistila nižší reliabilitu v rozpětí 0,49 až 0,70. Objektivita testové baterie  $r = 0,95-1,00$  (Henderson et al., 2007). Práce Psotty et al. (2012) ukazuje, že MABC-2 je použitelná a validní metoda pro hodnocení FMS českých dětí.

Mezi výhody testu patří: mezinárodní normativní data; vysoká reliabilita testu (Wuang et al., 2012); věkové rozpětí pro mladší školní věk; časová nenáročnost (20 – 40 minut). Dle studie Schulz et al. (2011) je možné hodnotit zvlášť statickou a dynamickou rovnováhu dětí.

Studie Kokštejn et al. (2018) poukazuje na limity tohoto diagnostického nástroje. Jedním z nich je absence normativů pro pohlaví a druhý je spojen s problémem validity této testové baterie a jejich dílčích testů. Některým testům je vyčítán tzv. stropní efekt. Proto se v této studii nepodařilo ověřit funkčnost navržené struktury u MABC u tří

faktorů. Mezi další nevýhody patří to, že test neobsahuje kvalitativní aspekty pohybového chování pro nadprůměrné a podprůměrné dovednosti, špatný design pro mladší děti, vysoká cena, nebo to, že při standardizaci nebyli zahrnuti jedinci s diagnostikovanými motorickými obtížemi, není tedy příliš jasné, zdali je MABC-2 vhodným nástrojem identifikaci jedinců s motorickými obtížemi (Venetsanou et al., 2011).

#### 3.3.3.4 Zhodnocení silných a slabých stránek porovnávaných testových baterií

**Tabulka 2** Silné a slabé stránky testovacích baterií psychomotorické vývoje dětí mladšího školního věku

Nástroj	Silné stránky	Slabé stránky
<b>BOT-2</b>	Velké věkové rozpětí. Vysoká reliabilita. Možnost testování krátkou formou testu. Obsahuje kvalitativní aspekty pohybového chování pro nadprůměrné a podprůměrné dovednosti.	Chybí evropská normativní data. Doba trvání dlouhé formy testu až 60 minut. Nutnost velkého prostoru k provedení celého testu. Vysoká cena.
<b>TGMD-2</b>	Vysoká reliabilita testu. Obsahuje kvalitativní aspekty pohybového chování pro nadprůměrné a podprůměrné dovednosti. Doba trvání 15-20 minut.	Nehodnotí jemnou motoriku a koordinaci. Velké množství pomůcek.
<b>MABC-2</b>	Mezinárodní normativní data. Vysoká reliabilita testu. Věkové rozpětí pro mladší školní věk.	Neobsahuje kvalitativní aspekty pohybového chování pro nadprůměrné a podprůměrné dovednosti. Špatný design pro mladší děti Vysoká cena.

Problematika vhodných a nevhodných testovacích baterií k hodnocení psychomotorického vývoje dětí je u nás, ale i v zahraničí velmi často probírána a diskutována. V ČR se nejčastěji využívají MABC-2 a TGMD-2, které jsou standardizovány pro českou populaci, nicméně my na základě komparační metody shledáváme jako nejvhodnější nástroje pro hodnocení psychomotorického vývoje dětí mladšího školního věku dvě testové baterie BOT-2 a MABC-2.

V naší studii jsme se rozhodli na základě výše porovnaných informací použít diagnostický nástroj BOT-2, který je světově považován za nejpropracovanější v oblasti hodnocení psychomotorického vývoje (Tan et al. 2001; Deitz, 2007; Cools et al., 2008; Wuang et al., 2012). Mezi hlavní výhody patří zejména vysoká vypovídající hodnota, velká věková škála, vysoká validita i reliabilita testu (Bruininks & Bruininks, 2005, Wuang et al., 2012). Navíc je u jednotlivých subtestů BOT-2 stanovena faktorová struktura a to dokonce i pro určité věkové kategorie, což u ostatních baterií nenajdeme (Holický & Musálek, 2013).

### **3.4 Vymezení termínu Motorická vyspělost**

Na základě rozboru silných a slabých stránek popsaných diagnostických nástrojů pro hodnocení psychomotorického vývoje jsme se rozhodli použít Bruininks-Oseretzky Test of Motor Proficiency – Second Edition (BOT-2). V originálním názvu této baterie se objevuje slovo „*proficiency*“ tento termín vyjadřuje šikovnost. Nicméně v kontextu hodnocení psychomotorického vývoje se zohledněním faktů, že BOT-2 obsahuje také indikátory hodnotící motorickou výkonnost (rychlost, síla) jsme se rozhodli v souladu se souhlasem (Bruininks & Bruininks 2005) na vymezení pojmu „*motorická vyspělost*“ na místo „*motorická šikovnost*“. Z tohoto důvodu užíváme v této práci pro výkon v BOT-2 souhrnný název úroveň motorické vyspělosti.

### **3.5 Vývoj inteligence: vývoj teorií inteligence souvisejících s neverbální inteligencí, zákonitosti vývoje a diagnostika inteligence u dětí**

Zkoumání inteligence a problematika jejího vývoje má velmi dlouhou a složitou historii. Definice pojmu inteligence se začaly postupně objevovat na přelomu 19. a 20. století. Definic inteligence je mnoho a doposud stále nedošlo ke sjednocení názorů, a proto se definice inteligence vyskytuje v mnoha podobách od různých autorů (Atkinson et al., 2003; Vágnerová 2004). Mezi první, kdo se tento pojem pokoušeli vymezit nebo inteligenci nějakým způsobem změřit, patřili Galton, Binet, Stern; Piaget či Vygotskij. Autoři jednotlivých modelů inteligence mají různé a často velmi odlišné pojetí, které se odvíjí od aspektů, jež jejich tvůrci považují za nejvýznamnější složky inteligence (Blatný & Plháková, 2003). Tato pojetí měla od počátku různé podoby – od souvislosti inteligence a tělesných rozměrů přes souvislosti inteligence s myšlenkovými procesy až po souvislosti inteligence s biologickými faktory (Atkinson et al., 2003). Na začátku této kapitoly si stručně představíme ty teorie inteligence, které svým zaměřením budou směřovat k námi zkoumané problematice neverbální inteligence. Následně se zaměříme na vývoj inteligence u dětí a diagnostické nástroje k měření neverbální inteligence u dětí.

#### **3.5.1 Teorie inteligence mající souvislost s neverbální inteligencí**

V této podkapitole se zaměříme na ty teorie, které jsou zásadní, zejména při osvětlení pojmu neverbální inteligence.

##### **3.5.1.1 Galton – *Intelligence a dědičnost***

Prvním, kdo se pokoušel měřit inteligenci, byl Francis Galton. Ten byl přesvědčen, že úspěch jako takový je způsoben vynikajícími vlastnostmi předávanými potomkům prostřednictvím dědičnosti. Galton se snažil měřit inteligenci měřením lidských rozměrů. Zajímal jej poměr lebky k ostatním částem těla a jeho fungování. Měřena byla ostrost zraku a sluchu, vizuální pozorování, dýchání, doba reakce, síla tahu a stisku, síla úderu, rozpětí paží, výška, váha a rozměry hlavy (Simonton, 2003). Výsledkem měření byl percentil, který charakterizoval, do jaké části obyvatelstva (inteligentnější, či méně inteligentní) dotyčný patří. Galton v rozsáhlém výzkumu kognitivních schopností potvrdil, že inteligence je fixována při narození, že mentální schopnosti byly v zásadě zděděny (Seligman, 2002).

### 3.5.1.2 *Binet a jeho následovníci – vznik inteligenčních testů*

Zájem o měření inteligence se objevoval už dávno předtím, než bylo toto měření prvně uskutečněno roku 1904 francouzským psychologem Alfredem Binetem. Právě Binet tak položil základy měření inteligence (Roid & Pomplun, 2012). Binet byl osloven francouzskou vládou, aby pomohl identifikovat ve škole děti, u kterých se s největší pravděpodobností vyskytnou nějaké specifické potíže s učením a které by potřebovaly specializovanou pomoc. Binet a jeho kolega Theodore Simon začali tvořit otázky zaměřené na oblasti, které nejsou ve školách výslovně vyučovány, jako pozornost, paměť či dovednosti při řešení problémů. Pomocí těchto otázek Binet určil, které z nich slouží jako nejlepší prediktory školního úspěchu. Binet si rychle uvědomil, že některé děti dokážou odpovědět na pokročilejší otázky, na které dokážou obecně odpovědět i starší děti a naopak. Na základě tohoto pozorování vznikla stupnice, pomocí které měřil tzv. mentální věk (Michell, 2012). Tento první test inteligence, dnes označovaný jako Binet-Simonova škála (Binet-Simon Scale), se stal základem pro inteligenční testy, které se používají dodnes (Nakonečný, 1997). Samotný Binet však nevěřil, že lze tento test použít k měření jediné, trvalé a vrozené úrovně inteligence. Sám totiž zdůraznil omezení testu, což naznačuje, že inteligence je příliš široký koncept na kvantifikaci jediným číslem. Místo toho trval na tom, že inteligence je ovlivňována mnoha faktory, že se časem mění a že ji lze srovnávat pouze u dětí s podobným původem (Becker, 2003).

Na Binetovu práci navázal Američan Terman a William Luis Stern. Terman vytvořil novou normu průměrné inteligence a zvedl její hodnotu na 100. Tento první IQ test se v revidované podobě používá dodnes jako Stanford-Binetův test pro děti od 3 do 14 let. Stern naopak přišel s myšlenkou inteligenčního kvocientu vyjádřeného podílem mezi mentálním a chronologickým věkem, kdy se  $IQ = 100 \times \text{mentální věk} / \text{fyzický věk}$ . Vzniká tak první ucelené normování inteligence (Nakonečný, 1997; Machů, 2006; Roid & Pomplun, 2012).

Jako významní představitelé pozdějších období, kteří se zkoumáním inteligence zabývali, mohou být uvedeni například Robert Stenberg, Erika Landau nebo Howard Gardner a mnoho dalších (Gardner, 1999; Blatný & Plháková, 2003). Nicméně problematika řešená těmito autory se přímo nevztahuje k tématu této práce. Proto nyní přeskochíme k teorii obecné inteligence Charlese Spearmana a z ní vycházejících teorií Cattella, Horna a Carola, které mají již blíže k neverbální inteligenci, kterou se zabýváme.



### 3.5.1.3 *Spearman - Teorie obecné inteligence*

Již od samého počátku je inteligence spojována s myšlením. Jedním z prvních autorů, kteří se pokusili teoreticky, a na základě psychometrických nástrojů, vymezit pojem inteligence, byl Charles Spearman. Spearman prosazoval teorii, že všechny intelektuální faktory mají jeden jediný společný faktor, zvaný „*g*“ faktor (obecný faktor), stejně tak jako množství specifických, neboli „*s*“ faktorů. Tyto specifické faktory se vážou k určitým činnostem a schopnostem. Obecná inteligence je dle Spearmana primární příčinou pozitivních korelací mezi výsledky různých IQ testů (Hally, 2012).

### 3.5.1.4 *Cattell - Fluidní a krystalizovaná inteligence*

R. B. Cattell (1987) předpokládal, že Spearmanův faktor všeobecné inteligence „*g*“ lze dále rozdělit na fluidní (*Gf*) a krystalizovanou (*Gc*) inteligenci.

*Fluidní inteligence (Gf)* je označována jako potenciální schopnost uvažovat a argumentovat (Kaufman & Lichtenberger, 2002). Lze ji aplikovat na jakýkoli problém nebo obsah. Využívá se k řešení nových problémů, zejména těch, které nejsou závislé na vzdělávání nebo intenzivní akulturaci (Cattell, 1987). Spouští se automaticky při takových úkolech, jakými je řešení problémů, identifikace složitých vztahů, rozpoznávání vzorců, porozumění implikacím, vytváření závěrů apod. (Cattell, 1987). Schopnost řešit problémy může zahrnovat symbolický (obrázky), sémantický (slova) nebo figurální (abstraktní vzory) obsah. Předpokládá se, že fluidní inteligence zahrnuje měřitelné kognitivní procesy, které jsou méně závislé na vzdělání. Obsah úkolů fluidní inteligence lze odlišit od úkolů spjatých s krystalizovanou inteligencí, jejichž zaměření je spjaté s danými kulturní znalostmi (Flanagan & McGrew, 1998). Fluidní inteligence je spojena s neverbálními složkami, málo závislémi na dříve získaných znalostech a vlivu kulturních aspektů (Härnqvist et al., 1994). Mentální operace, které lidé používají tváří v tvář relativně novému úkolu a které nelze provést automaticky, představují fluidní inteligenci (Horn & Noll, 1997; Sattler, 2001). Fluidní inteligence je navíc více určována biologickými (genetickými) aspekty a následně málo souvisí s kulturními aspekty (Flanagan & McGrew, 1998; Aiken, 2009). V tomto smyslu ovlivňují organické změny (například poškození mozku nebo problémy způsobené podvýživou) fluidní inteligenci více než inteligenci krystalickou. Podle Cattella (1987) je dědičná, vrcholu dosahuje v rané dospělosti, po 21. roce života začíná klesat v důsledku postupné degenerace fyziologických struktur, zejména změn v mozku (Flanagan & McGrew, 1998; Brody,

2000; Horn & Noll, 1997; Sattler, 2001). Fluidní inteligence bývá měřena např. Ravenovými progresivními maticemi (Raven's Standard Progressive Matrices) nebo neverbálními subtesty testových baterií Stanford Binetův test (Stanford-Binet Intelligence Scales) nebo Wechslerovými inteligenčními testy (Wechsler Intelligence Scale).

*Krystalizovaná inteligence (Gc)* je definována jako součet získaných znalostí o kultuře a způsob, jakým jsou tyto znalosti jedincem efektivně využívány v daném kontextu (Cattell, 1987). Stejně jako u schopností fluidní inteligence lze schopnosti krystalizované inteligence měřit pomocí symbolických, sémantických nebo figurálních podnětů. To, co odlišuje schopnosti fluidní inteligence od schopností krystalizované, je způsob, jakým byly tyto informace získávány v průběhu času. Konkrétně, schopnosti krystalizované inteligence úzce souvisí s pokročilým vzděláváním a skládají se z verbálních (jazykových) znalostí, které byly získány prostřednictvím vzdělávacích a obecných životních zkušeností (Horn & Noll, 1997). Krystalizovaná inteligence je tedy ovlivněna sociálním a kulturním prostředím, rozvíjí se podle toho, co se člověk naučil, v jakých podmínkách apod. (Sattler, 2001; Aiken, 2009). Krystalizovaná inteligence představuje typy schopností potřebných k řešení nejsložitějších každodenních problémů. Tato inteligence se rozvíjí na základě kulturních a vzdělávacích zkušeností, které jsou součástí většiny školních aktivit. Z toho plyne skutečnost, že kapacity krystalizované inteligence jsou demonstrovány například v úkolech rozpoznávání významu slov (Horn, 1991; Cronbach, 1996). Pravděpodobně proto, že souvisí s kulturními zážitky, má krystalizovaná inteligence tendenci vyvíjet se s rostoucím věkem, na rozdíl od fluidní inteligence (Flanagan & McGrew, 1998; Brody, 2000; Horn & Noll, 1997; Sattler, 2001). Navzdory vývoji ze vzdělávacích zkušeností a přítomnosti ve většině školních úkolů nelze krystalizovanou inteligenci chápat jako synonymum pro školní výkon. Toto zjištění bylo potvrzeno studii faktorové analýzy, jejichž výsledky prokázaly, že při tvorbě jediného faktoru nelze zahrnout míry dovedností souvisejících se čtením, matematikou a psaním spolu s měřítky verbálních znalostí jako např. slovní zásoba a informační testy (McGrew et al., 1991).

Cattell vyvinul test, který měřil obě složky inteligence odděleně a byl koncipován tak, aby byl zejména u fluidní složky nezávislý na kultuře, v níž se dotýčný pohybuje (používal neverbální otázky – tvary a obrazce). Tato složka inteligence po dosažení 15 let již příliš nevzrůstá na rozdíl od té krystalizované, která se může rozvíjet po celý život

(Cattell, 1987). Cattellova teorie se stala inspirací a dodnes se leckde učí, nikoli ovšem jako teorie o inteligenci fluidní a krystalizované, ale vrozené (souvisí se schopností mozku vytvářet asociace) a získané (učení, vzdělání, poznatky).

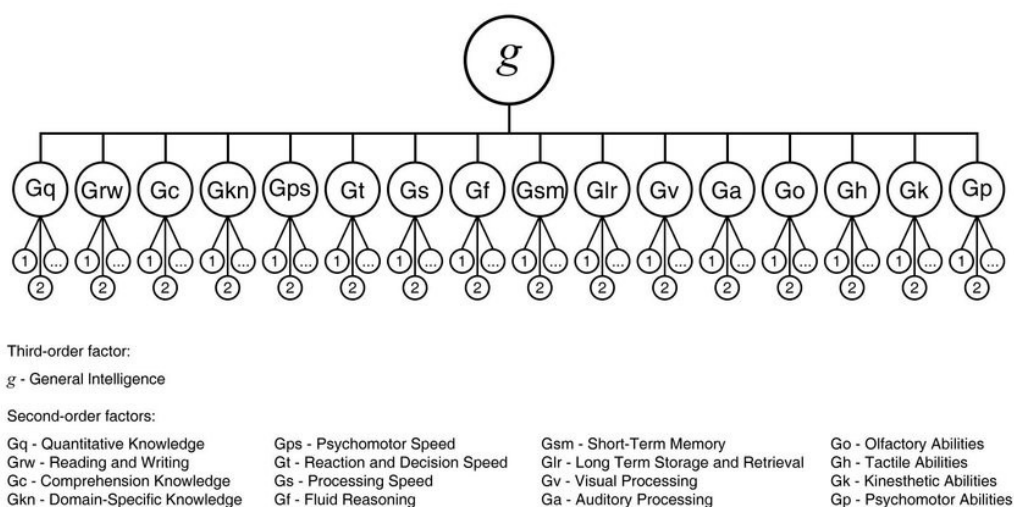
#### 3.5.1.5 *Cattell – Hornova teorie*

Cattelovu teorii Gf-Gc rozšířil v roce 1965 John Horn. Horn přidal do systému Gf-Gc čtyři kognitivní schopnosti: vizuální zpracování (Gv), krátkodobou paměť (Gsm), procesy dlouhodobého ukládání a obnovy (Glr) a rychlost zpracování (Gs) (McGrew & Flanagan, 1998; Flanagan & Harrison, 2005). K předchozím čtyřem byly následně přidány další 4 funkce: Rychlost rozhodování (Gt), schopnost sluchového zpracování (Ga), kvantitativní znalosti (Gq) a schopnost spojená se čtením a psaním (Grw) (Horn, 1991; Horn & Noll, 1997). Dvě základní kapacity Gf a Gc, stejně jako dalších osm obecných faktorů, se skládají z primárních mentálních schopností. Všechny tyto přibližně čtyřicet základních schopností vysvětluje většinu jednotlivých charakteristik uvažování, řešení problémů a porozumění (McGrew & Flanagan, 1998; Flanagan & Harrison, 2005).

#### 3.5.1.6 *C-H-C (Cattell – Horn - Carroll) teorie kognitivních schopností*

Aktuálně jednou z nejrozšířenějších teorií je C-H-C (Cattell – Horn – Carroll) teorie kognitivních schopností saturujících inteligenci, která vznikla integrací dvou výše popsaných psychometrických přístupů k inteligenci založených na výsledcích faktorové analýzy – Cattell-Hornovy Gf-Gc teorie a Carrollovy teorie tří vrstev (Ichise, 2016). V této teorii Carroll identifikoval 68 úzkých kognitivních schopností (1. vrstva), 8 – 10 širokých kognitivních faktorů (2. vrstva) a obecný faktor „g” (3. vrstva) (Miller, 2008; McGrew, 2009). Propojením všech těchto tří teorií vzniká model C-H-C, který rozkládá lidskou inteligenci do tří vrstev. V horní vrstvě je pouze jeden faktor inteligence, nazývaný obecná inteligence g. Ve druhé vrstvě je šestnáct faktorů inteligence. Ve třetí vrstvě se faktory ze druhé vrstvy dále dělí na 68 drobnějších faktorů (McGrew, 2009; Reynolds et al., 2013). Celkový model C-H-C teorie je vyobrazen níže (Obr. 5).

**Obrázek 5** C-H-C (Cattell-Horn-Carroll) teorie kognitivních schopností



Obrázek 5 dostupný z [https://www.researchgate.net/figure/The-Cattell-Horn-Carroll-theory-of-intelligence\\_fig4\\_333105770](https://www.researchgate.net/figure/The-Cattell-Horn-Carroll-theory-of-intelligence_fig4_333105770)

C-H-C teorie je nástrojem, který dokáže klasifikovat kognitivní schopnosti a uvažovat o nich. Významným přínosem C-H-C teorie je to, že umožňuje popsat inteligenci jako diferencovanou strukturu mnoha kognitivních schopností a jejich vzájemných interakcí (Furman, 2005).

### 3.5.1.7 Neverbální inteligence a její testování

Psychologové, pedagogové a spříznění zdravotničtí pracovníci tráví obrovské množství času a energie hodnocením schopností dětí a dospělých, jímž se profesně věnují. Hodnocení lze přizpůsobit tak, aby určovalo silné a slabé kognitivní stránky, akademický pokrok, účinky traumatu centrálního nervového systému, osobnosti atd. (Švancara et al., 1991). U mnoha dětí a dospělých nelze použít tradiční verbálně konstruované nástroje. Například u jednotlivců, kteří mají poruchy řeči a/nebo jazyka, sluchové postižení, emoční problémy a osoby z jiných kultur, nelze hodnotit pomocí testů, které se opírají o standardní angličtinu. Naše kultura se stává čím dál rozmanitější. Výsledkem je, že školy a odborníci v oblasti duševního zdraví musí sloužit stále větší komunitě vzájemně odlišných jedinců. Vzhledem k tomu, že mnoho z těchto jedinců nelze jazykovými testy naplno hodnotit spravedlivě, je potřeba používat techniky a nástroje, které jsou kulturně nezávislé a zcela bez jazykového vlivu, nebo je lze upravit tak, aby se účinek jazyka minimalizoval. Stupeň akulturace a znalosti jazyka jsou pro tyto jedince spíše překážkou v hodnocení než prostředkem (McCallum, 2003).

Z tohoto důvodu byly vyvinuty testy na zjišťování neverbální inteligence, která je založena na teorii fluidní inteligence. Neverbální inteligence popisuje myšlenkové dovednosti a schopnosti řešit problémy, které zásadně nevyžadují verbální produkci a porozumění jazyku. Testy neverbální inteligence mohou poskytnout cenné informace týkající se intelektu dětí, které mají poruchy řeči, sluchové postižení, emoční problémy, či je jejich stupeň akulturace a znalosti jazyka snížený (Pons et al., 2003; Vágnerová 2004). Neverbální inteligence zahrnuje manipulaci nebo řešení problémů týkajících se vizuálních informací a může se lišit v množství internalizovaného, abstraktního nebo koncepčního uvažování a motorických dovedností, které jsou nutné k dokončení úkolu. Věk a faktory neverbální inteligence hrají významnou roli při rozvoji mentálního vývoje u dětí (Albanese et al., 2010). Neverbální inteligence je často úzce spjata s doménou performačních IQ testů, které hodnotí neverbální schopnosti, což je doména, která se dává do opozice s doménou verbální IQ (Kuschnier et al., 2007).

### **3.5.2 Zákonitosti vývoje a diagnostika inteligence u dětí**

Intelektuální vývojové změny u dětí přímo souvisejí s procesem zrání „*nature*“ a učení „*nurture*“. Poměr vlivu mezi zráním a učením je stále součástí mnoha diskuzí a názorů mezi badateli. Mezi dvě nejčastěji zmiňované teorie v této oblasti patří Piagetova teorie kognitivního vývoje a Vygotského Zóna nejbližšího vývoje. Piaget byl propagátorem teorie, že změny v dětském poznávání souvisejí zejména s procesem zrání, spíše než v souvislosti s prostředím, které může v rozvoji jedince pomáhat nebo brzdit. Na druhou stranu u Vygotského se setkáváme s odlišným přístupem, který považuje prostředí za významný faktor v intelektuálním vývoji dítěte (Šmelová, 2013). Dle Vygotského probíhá dětské učení prostřednictvím interakce s prostředím, které v podstatě předurčuje, co si dítě zvnitřní (Sternberg, 2002). Obě tyto teorie si v této podkapitole představíme detailněji.

#### **3.5.2.1 Piagetova a Vygotského teorie kognitivního vývoje**

V této podkapitole si představíme dvě, pro nás velmi zásadní, teorie kognitivního vývoje dítěte. Obě dvě tyto teorie nahlíží na kognitivní vývoj odlišně. Nejprve si představíme Piagetovu teorii, následně pak tu Vygotského.

### **3.5.2.1.1 Piaget – Intelligence jako stav dynamické rovnováhy**

Piaget chápal inteligenci jinak než jeho předchůdci. Nezkoumal inteligenci jako osobnostní rys, ale spíše jako dynamickou rovnováhu, která se vyvíjí v rámci kognitivního vývoje. Piaget (2000) chápal psychický vývoj jako předpoklad k tomu, aby se jedinec mohl učit. Piagetova teorie kognitivního vývoje je založena především na rozvoji inteligence, která se vyvíjí samovolně, nezávisle. Intelligence je pro něj základním pojmem, který je možné definovat jako stav živé a dynamické rovnováhy, kdy vývoj přechází od jednoduchých struktur ke strukturám složitějším, které naopak zajišťují stabilnější procesy ve strukturách nižších. Celý kognitivní vývoj spočívá na rozvoji poznávacích funkcí, jako je vnímání, představování, schopnost myšlení, fantazie, usuzování, pozornost a paměť. Dle Piageta probíhá tento vývoj do 16. roku života jedince a je neoddělitelný od tělesného růstu, hlavně z důvodu zrání CNS (Piaget, 2000; Ruisel, 2000). Piaget popsal přirozená stadia tohoto vývoje, která je třeba respektovat stejně jako individualitu každého dítěte. Výsledná inteligence je do značné míry dána tím, zda má jedinec možnost projít těmito fázemi. Kognitivní vývoj jedince Piaget rozčleňuje do čtyř po sobě jdoucích a návazných stádií (Piaget, 1970; Piaget, 2000):

#### ***A, Senzomotorické stadium (od narození do 2 let)***

Dítě si zpočátku uvědomuje pouze požitky z vnějšího i vnitřního prostředí. Následně dochází k prohloubení schopnosti vnímání i pohybu. Prostřednictvím manipulace s různými předměty se tyto schopnosti postupně zlepšují a dítě začíná získávat poznatky o vlastnostech věcí a jejich vzájemných vztazích. Ke konci období jsou již děti schopny přemýšlet, co by se mohlo stát i bez přímé manipulace s konkrétní věcí. Za zlomové se považuje dosažení vědomí „stálosti předmětu“, kdy si dítě uvědomuje, že skrytý předmět nepřestává existovat. V tomto stádiu Piaget stále nemluví o inteligenci.

#### ***B, Předoperační stadium (2 - 7 let)***

Substadium symbolického a předpojmového myšlení (2 – 4 roky) - S nástupem řeči se u dítěte začíná objevovat symbolické a předpojmové myšlení. Používání řeči je velmi úzce vázáno na symboly, pomocí kterých dítě představuje věci. Dítě si z velké části osvojuje řeč nápodobou, čemuž napomáhá zejména symbolická hra. V tomto stádiu získává dítě schopnost představovat si něco pomocí něčeho jiného – tudíž se zde začíná rozvíjet inteligence. Myšlení je v této etapě egocentrické, dítě nevnímá perspektivu

druhého. Objekty a předměty řídí jen dle jednoho rysu (červené, hranaté, hebké) (Piaget, 1970; Piaget, 2000).

*Substadium předoperačního názorného egocentrického myšlení (4 – 7 let)* – V této fázi se jedinec dostává z fáze koordinace, symbolického a předpojmového myšlení na počátek operací, ovšem stále ještě mluvíme o tzv. prelogické inteligenci. Dítě je sice schopné uvažovat v symbolických pojmech, dosud však nemá rozvinuté „organizující koncepty“, selhává v konverzačních úlohách, není schopné logické myšlenkové operace (např. příčinnost, sumativní chování, kategorizace, zaujímání úhlu pohledu apod.) Vrcholem této fáze je dovršení názorného usuzování a vyšší úrovně názorů (Piaget, 1970; Piaget, 2000).

### ***C, Stádium konkrétních operací (7 – 12 let)***

Toto stádium začíná ve chvíli, kdy se myšlení dítěte vztahuje ke konkrétním předmětům a jevům, ovšem které v sobě ještě nenesou tvorbu hypotéz. Základem tohoto období je tzv. grupování. Jedná se o určitý typ sjednocování, při kterém dochází k vytváření postupných vazeb mezi operacemi a asociacemi. Dítě dokáže logicky přemýšlet v operacích, objektech, událostech; chápe stálost počtu (v 6 letech), množství (v 7 letech) a hmotnosti (v 9 letech); předměty třídí podle různých vlastností a dokáže je logicky seřadit (nejtmavší – nejsvětlejší, největší – nejmenší). (Piaget, 2000)

### ***D, Stádium formálních operací (12 let a výše)***

V tomto stádiu se konkrétní myšlení přesouvá do nové roviny. Jedinec je schopen uvažovat nezávisle na přítomnosti, konstruovat různé hypotézy a zabývat se neaktuálními věcmi. Jedinec je tedy schopen abstraktního myšlení. Již si dostatečně uvědomuje důsledky vlastního usuzování. Jedinec dokáže myslet logicky o abstraktních pojmech a systematicky testuje hypotézy; zabývá se abstrakcí, budoucností, ideologickými problémy. Logika a formální myšlení jsou tedy dle Piageta konečným stádiem celého duševního vývoje, kdy dochází ke vzniku konečné rovnováhy (Piaget, 2000).

### **Piaget a jeho vliv**

Piagetova teorie významně ovlivnila systém vzdělávání (navazuje na ni systém Montessori škol). Na jednu stranu je Piaget považován za toho, kdo dokázal zlomit nadvládu IQ testů, na druhou stranu má spoustu kritiků za to, že přirozené fáze vývoje inteligence nadřazuje sociálním vlivům. Jedním z badatelů, který se zabýval podobným

tématem, byl Lev Vygotskij. Ten s Piagetem příliš nesouhlasil a ve své teorii Zóna nejbližšího vývoje (bude rozebrána v další podkapitole) se odklonil především od Piagetova tvrzení, že hlavní roli ve vztahu myšlení a řeči hrají pouze vnitřní procesy. Vygotskij se pak sám naopak přiklonil k sociální a kulturně-historické podmíněnosti řeči a myšlení a kladl tedy do popředí determinanty vnější, jako je například učení (Vygotskij, 2004).

#### **3.5.2.1.2 Vygotskij - Zóna nejbližšího vývoje**

K vytvoření této teorie ho přivedla polemika s názorem Piageta, který se domníval, že učení je méně podstatné než intelektové zrání (Vygotskij, 2004). Dle Vygotského je naopak učení podmínkou psychického vývoje. Vygotskij vycházel z přesvědčení, že za určitých podmínek může dítě dosáhnout nové vývojové etapy snadněji za pomoci dospělého, než by tomu bylo při spontánním vývoji. Mentální vývoj jednotlivce probíhá v určitých etapách, které nezačínají náhle a nemění se skokem, nýbrž organismus se na přechody k vyšším vývojovým etapám předem připravuje. V období, které těsně předchází nové vývojové etapě, bývá dítě vnímavější, pohotovější a lépe reaguje na vnější podněty, takže se v tomto období dá nástup změn urychlit (Brown & Ferrara, 1985; Vágnerová, 2004). Zóna nejbližšího vývoje vyjadřuje vzdálenost mezi aktuální úrovní vývoje dítěte a potenciální úrovní vývoje dítěte. Zatímco aktuální úroveň dítěte je schopno dosáhnout samostatně, potenciální úroveň dosahuje s pomocí citlivých a návodných otázek učitele či jiného dospělého. Jde tedy o možnost přechodu od toho, co dítě umí, k tomu, co neumí, pomocí napodobování. (McLeod, 2010). U dítěte má napodoba velmi významnou roli, jelikož díky ní dítě může zvládnout i ty úkoly, které jsou nad hranici jeho možností. Řízená napodoba pod vedením dospělého napomůže dítěti zvládnout mnohem více, a přitom dítě všemu rozumí a pracuje samostatně. Touto metodou lze tedy rozpoznávat i procesy, které v dítěti ještě nedozrály (Vygotskij, 2004). Mezi učením a vývojem ve škole je stejný vztah jako mezi zónou nejbližšího vývoje a zónou aktuálního vývoje. Vygotskij zdůrazňuje, že v dětském věku je dobré jen takové učení, které předbíhá vývoj a vede tak vývoj za sebou.

#### **3.5.2.2 Vliv dědičnosti, prostředí a pohlaví na úroveň inteligence dětí**

Každé dítě má jedinečnou konstelaci vlastností a jednou z těchto vlastností je inteligence, kterou lze zjišťovat a její úroveň vyjádřit skórem označeným jako inteligenční kvocient (IQ). Intelektuální úroveň jednotlivce odráží jak jeho vlastní



genetický potenciál, tak i jeho zážitkové vstupy. Poměr mezi dědičností a vlivy prostředí je stále předmětem zkoumání. Někteří vědci se domnívají, že inteligence je primárně zděděná od rodičů. Tito vědci využívají ke zkoumání dědičnosti inteligence převážně studium jednovaječných nebo dvojvaječných dvojčat, vyrůstajících v jedné domácnosti, či v odlišném prostředí (Bouchard et al., 1990, Zimbardo et al., 2003; Plomin et al., 2013). Nejvyšší korelace mezi IQ dvojčat byla nalezena u dvojčat vyrůstajících společně (0,86), u jednovaječných dvojčat vyrůstajících odděleně (0,72), u dvojvaječných dvojčat (0,60). Korelace IQ mezi dětmi a jejich rodiči byla (0,4) (Zimbardo et al., 2003). Bylo odhaleno, že vývoj kognitivních schopností je závislý na dědičnosti od dětství až po dospělost (Haworth et al., 2010).

Jiní psychologové, např. Trzaskowski et al. (2014), se naopak domnívají, že inteligence je utvářena převážně prostředím, ve kterém dítě vyrůstá. Dle Bartelse et al. (2002) vlivy prostředí zajišťují stabilitu i změny inteligenční úrovně. Genetická složka podle nich zajišťuje určitou základní úroveň inteligence, která je následně rozvíjena, nebo naopak stagnuje pod vlivy prostředí.

Plomin et al. (2013) zjistili, že vliv genetiky není v průběhu lidského života zdaleka konstantní vlastnost, ale že se v průběhu věku mění. Vliv genetiky na inteligenci je patrný především v raném a stařeckém věku, zatímco v době, která nejvíce podléhá konvenčnímu vzdělání a produktivní věkové etapě, je inteligence více ovlivněna vlivy prostředí. Důležitým závěrem veškerých sporů o tom, zdali má větší vliv na úroveň inteligence dědičnost, nebo prostředí, je to, že oba tyto fenomény hrají při utváření a rozvoji kognitivních schopností nezanedbatelnou roli. Se zajímavým zjištěním přišel Flynn, který uvedl, že se IQ lidí po celém světě neustále ve všech zemích zvyšuje průměrnou rychlostí tři body za desetiletí. Flynn uvádí, že to může být důsledkem zlepšení výživy dětí či většího vlivu kultury, prodloužení školní docházky, vlivu masmédií atd. (Ruisel, 2000). Z hlediska stability IQ u dětí se hovoří o tom, že tato úroveň stability je tím vyšší, čím je kratší interval mezi jednotlivými testy a čím je věk dítěte v období testování vyšší (Jelínek et al., 2003).

Co se týče rozdílů mezi chlapci a dívkami v úrovni a vývoji inteligence, v současné době stále neexistuje dostatek údajů o neuroanatomických základech inteligence u dětí či důkazů o vývojových rozdílech mezi pohlavími. Courchesne et al. (2000) zmiňuje, že anatomická trajektorie vývoje objemu šedé hmoty, objemu bílé hmoty a celého mozku je podobná u chlapců i dívek. Nicméně studie Lynn a Kanazawa (2010)

uvádí, že v období mladšího a staršího školního věku dívky mírně intelektově převyšují chlapce (rozdíl 1 IQ bod), v následném období adolescence je tomu naopak (rozdíl 1,8 IQ bodu). Jako hlavní příčinu tuto výzkumníci uvádějí celkové pomalejší zrání struktur mozku u chlapců oproti dívkám (Lynn & Kanazawa, 2010). Ve studii Lynn et al. (2000) je zjištěno, že některé významné rozdíly v anatomických trajektoriích mezi chlapci a dívkami souvisejí s inteligencí: např. relativní velikost hlavy (úzce související s velikostí mozku) dívek ve srovnání s chlapci je větší ve věku od 8 do zhruba 13 let, poté však nastává opačný trend a relativní velikost hlavy chlapců ve srovnání s dívkami zvětšuje. Na konci mladšího školního věku podávají dívky zdatně lepší výkon v úkolech, v nichž jsou potřebné verbální schopnosti, zatímco u chlapců je prokazatelně lepší oblast prostorově vizuální představivosti (Langmeier & Krejčířová, 2006).

### 3.5.2.3 Možné příčiny nižší úrovně inteligence u dětí

U některých dětí se však mohou vyskytnout určité problémy, které způsobí snížení úrovně inteligence oproti normální populaci. Jako příklad můžeme uvést děti vyrůstající v každodenním stresu vznikajícím z nedostatku základních potřeb, bezpečnosti, chybějícím stálým domovem či nedostatkem jídla. Všechny tyto věci a mnoho dalších se mohou negativně promítnout ve fungování a vývoje mozku a způsobit pokles IQ skóre.

#### *Inteligence a nedonošené děti*

Několik studií (Bhutta et al., 2002; Litt et al., 2005; Johnson, 2007; Pritchard, 2009; Turpin et al., 2019) zkoumalo vliv předčasného narození a inteligence. Přibližně 10 % dětí se rodí předčasně (<37 týdnů těhotenství). Ve výše zmíněných studiích bylo zjištěno, že předčasně narozené děti, a to i ty, které neměly závažné neurologické postižení, mají větší potíže v učení ve škole oproti svým řádně donošeným vrstevníkům. Tyto potíže se mohou projevit i jako nižší skóre inteligenčního kvocientu (IQ). Studie Johnsona (2007) uvádí, že velikost tohoto rozdílu je přibližně o jednu směrodatnou odchylku (tj. zhruba 15 bodů) nižší, než je průměrný IQ skóre u dětí narozených v řádném termínu. Je však pozoruhodné, že skóre IQ předčasně narozených dětí zůstává v normálním rozmezí. Tento rozdíl v inteligenčním kvocientu navíc přetrvává až do dospělosti. Samozřejmě hrají roli i další faktory, z nichž mezi ty nejvýznamnější patří i rodinný socioekonomický status (Breeman et al. 2017; Turpin et al., 2019). Co se týče hlavního důvodu, proč se objevuje u předčasně narozených dětí nižší hodnota IQ, pak uváděno je hlavně to, že po narození není dítě na mimoděložní prostředí fyziologicky dostatečně

připravené. Navíc v inkubátoru je dítě oddělené od matky a musí absolvovat spoustu stresující lékařské péče, což má za následek pozdější změny ve vývoji mikrostruktur mozku či poznávání (Maitre, 2017; Cassiano et al., 2016).

### ***Intelligence a socioekonomický status***

Existují důkazy o tom, že zejména inteligence může být klíčovým faktorem socioekonomických výsledků v dospělosti (Nyborg & Jensen, 2001; Strenze, 2007). Rodinné zázemí a kognitivní prediktory by měly mít největší vliv na dosažené vzdělání v rané dospělosti (Schmidt & Hunter, 2004; Heckman, 2006). Nicméně existují i psychologické studie jako např. Credé a Kuncel (2008), které tvrdí, že jak osobnost, tak inteligence jsou do značné míry nezávislé na rodinném prostředí, pokud jde o jejich účinky na výsledky v zaměstnání. Některé studie zjistily významné vztahy mezi dětským IQ a socioekonomickým statutem. Za socioekonomický status je považován soubor proměnných obsahující např. rodičovského vzdělání, povolání či rodičovskou výchovu. Děti s vyšším socioekonomickým statutem dosahují vyšších hodnot IQ než děti s nižším socioekonomickým statutem (Eccles, 2005; Credé & Kuncel (2008). Studie Trzaskowski (2014) zjistila, že rodinný socioekonomický status vykazuje významnou souvislost s dětským IQ hlavně ve věku 7 – 12 let.

### ***Intelligence u dětí z dětských domovů***

Vzorec života v dětském domově se velmi liší od rodinného života. Život v dětském domově sice poskytuje fyzickou bezpečnost, jídlo a přístřeší, ale postrádá psychologickou bezpečnost. Takto žijící děti tvoří ohroženou populaci se sklonem k abnormálnímu psychosociálnímu vývoji (Siddiqui, 1997; Van IJzendoorn et al., 2008).

Nepříznivé psychologické podmínky proto narušují a ohrožují intelektuální vývoj dětí vyrůstajících v dětských domovech. Z důvodu výchovy ve velkých skupinách a špatného prostředí se může vývoj mozku zpomalit během formativního období po narození (Chugani et al., 2001). Zároveň může nedostatek náročných podnětů a stabilních připoutání narušit intelektuální vývoj institucionalizovaných dětí (Van IJzendoorn et al., 2005; Miller, 2005). Výzkumy již dlouhou dobu dokumentují intelektuální stav dětí z dětských domovů. Tyto děti často vykazují nízké IQ a závažné jazykové zpoždění (Sloutsky, 1997; Chugani et al., 2001; Harden, 2002; Zeanah et al., 2005)

Některé studie srovnávaly IQ u dětí, které byly adoptovány do 3 let věku, a dětmi, které zůstaly v dětských domovech. Bylo zjištěno, že ve věku 11 let bylo průměrné IQ

adoptovaných dětí v rozmezí normálně se vyvíjejících dětí, zatímco nepřijaté děti (včetně sourozenců) z dětských domovů byly diagnostikovány jako mentálně retardované. Celkově adoptované děti překonaly své vrstevníky z dětského domova v IQ testu o více než jednu směrodatnou odchylku (Van IJzendoom et al., 2005; Juffer, F., & Van IJzendoom, 2007). Věk dětí a doba jejich pobytu v dětském domově mohou mít vliv na úroveň jejich intelektuálního vývoje. Např. Sloutsky (1997) ve své studii uvedl, že čím dříve se dítě do dětského domova dostane, tím škodlivější vliv na intelektuální vývoj to pro něj bude mít. Nicméně Vorria et al. (1998) tento názor nesdíleli a naopak zjistili pozitivní účinky dřívějšího vstupu do dětského domova na kognitivní rozvoj dítěte.

### ***Intelligence u dětí s poruchou pozornosti ADHD***

Porucha pozornosti / hyperaktivity (ADHD) je vrozená vývojová porucha, která se projevuje od raného věku a přetrvává do dospělosti. Většinou má za následek nižší školní výkon, horší kvalitu života a nižší sebeúctu. Tuto problematiku řešila již spousta studií. Podle některých studií (Barkley, 1990; Faroane, 2000) mají děti s ADHD nižší IQ skóre než děti bez ADHD. Nicméně některé studie (Wechsler, 1991; Reader et al., 1994; Schuck & Crinella, 2005) nenašly vzájemnou souvislost mezi IQ a diagnózou ADHD a tento vztah vyvracejí. Děti s ADHD se podle jejich výsledků jako skupina neliší od těch z obecné populace.

### ***Intelligence u dětí s mentálním postižením***

Mentální postižení, dříve označované jako mentální retardace, je charakterizované významnými omezeními jak v intelektuálním fungování, tak v adaptivním chování. Jedinci s mentálním postižením mají jistá omezení v rozvojových dovednostech v několika oblastech každodenního života, např. kognitivních, motorických, sluchových, jazykových či psychosociálních (Siegel, 2003; Fiorello et al., 2007). Základním diagnostickým kritériem je nízký skóre v komplexním testu inteligence (tedy výkon nižší než 2 standardní odchylky od průměru). Dle některých studií je definováno mentální postižení výsledkem IQ u dětí menším než 70 bodů. Postižení kognitivních schopností bývá u mentálně retardovaných dětí rozloženo nerovnoměrně. Často se zachycuje opožděný vývoj řeči a verbální inteligence spolu s poruchami chování (Siegel, 2003). Děti s lehkou mentální retardací (IQ 50 – 69) se zdají být o 3 – 5 let pozadu mentálně i motoricky ve srovnání s typicky fungujícími dětmi stejného věku (Bouffard, 1990; Pratt & Greydanus, 2007).

### 3.5.3 Diagnostika Inteligence u dětí

Na začátku této podkapitoly bude zmíněno, jak se v současné době obecně dělí diagnostické nástroje na měření inteligence. V následující podkapitole se budeme věnovat diagnostice inteligence u dětí a v závěrečné podkapitole se zaměříme na nejčastěji využívané diagnostické nástroje zjišťující neverbální inteligenci u dětí, která je hlavním předmětem zájmu této práce.

#### 3.5.3.1 Dělení diagnostických nástrojů k měření inteligence

V současné době se způsob měření inteligence odvíjí od moderních poznatků teorie inteligence a řídí se zásadami obecně platnými pro odborný výzkum. Existuje celá řada psychologických testů majících za úkol stanovit úroveň inteligence. Lze je různě systematizovat a třídit. Jedním z možných způsobů je rozdělení těchto testů na *verbální* a *neverbální* (Mayes & Calhoun, 2003). Neverbální testy dále rozdělujeme na testy názorové a performační. Ty názorové jsou založeny na logických vztazích mezi několika obrázky nebo částmi jednoho obrázku a úkolem probanda je tyto jejich vzájemné vztahy odhalit. U performačních testů jde o manipulaci s testovým materiálem v prostoru (Blatný & Plháková, 2003). Úspěch v těchto testech závisí především na zrakové percepci, vizuomotorické koordinaci a manuální zručnosti a schopnosti řešení praktických situací (Nicholson & Alcorn, 2008). U verbálních testů je potřeba pracovat se slovy – jejich formou a obsahem. Verbální škála je velmi ovlivněna vzděláním a kulturně-sociálním prostředím a významně souvisí s řečovou úrovní klienta (Blatný & Plháková 2003; Nicholson & Alcorn, 2008). Tyto testy jsou tedy výhodné pro jedince, kteří mají zkušenosti s četbou a jejichž slovní zásoba je díky tomu bohatá. To je také určitým problémem z hlediska testování – závislost na předchozí zkušenosti je zde patrně nejvyšší ze všech oblastí strukturovaných testů. Verbální testy jsou problematické například pro testování dětí či cizinců ( Blatný & Plháková, 2003; Raven, 2003).

Často se také setkáváme s dělením testů na *jednodimenzionální* a *multidimenzionální*. Jednodimenzionální testy jsou zpravidla neverbální a mají jednoduchou stavbu – např. Ravenovy progresivní matrice (námi zvolený diagnostický nástroj), Kohsovy kostky či Domino test. Multidimenzionální testy – např. Stanford-Binetův test nebo Wechslerovy inteligenční škály (WISC) se skládají jak z verbální, tak i neverbální části (Strauss et al. 2006). Tyto testy často obsahují několik subkonstruktů a zaměřují se na různé komponenty inteligence (Blatný & Plháková, 2003).

### 3.5.3.2 Měření inteligence u dětí

O měření inteligence můžeme u dětí hovořit přibližně od 3. roku života. Struktura inteligence u takto malých dětí je ale výrazně odlišná od dítěte školního věku nebo dokonce inteligence dospělých (Reynolds & Kamphaus, 1990). Pro bezproblémový průběh diagnostiky inteligence u dětí je třeba respektovat vývojovou úroveň dítěte. Každé dítě má svůj typický způsob uvažování a prožívání. Při měření se projeví i typický emotivní a kognitivní egocentrismus. Mezi hlavní faktory, které je důležité při testování respektovat, patří úroveň pozornosti dítěte, přístup k úkolovým situacím, aktuální emoční ladění dítěte a jeho eventuální kolísání či výkyvy motivace ke spolupráci a zájem o úkoly (Vágnerová & Klégrová, 2008). Testování inteligence dětí má všeobecně široké využití, především v oblasti pedagogicko-psychologického poradenství. Na základě testové baterie bývá dítě zařazováno do systému školní docházky a z výsledků těchto testů lze predikovat jeho školní úspěšnost. Z těchto důvodů je nutná přesnost a jasnost v používání testů inteligence, které nejvíce ze všech predikují školní prospěch dítěte (Svoboda et al., 2009). V současných výzkumech se však stále častěji ukazuje, že školní úspěšnost je mnohem lépe predikována exekutivními funkcemi (zejména pracovní paměť) než samotnou inteligencí. (Welsh et al., 2010; Lee et al., 2011; Van der Ven et al. 2012).

#### *Intelligenční kvocient (IQ)*

Intelligenční kvocient (IQ) je standardizovaná míra intelektuálních schopností, která využívá širokou škálu kognitivních dovedností. Dle některých autorů je IQ obecně považováno v průběhu celého života za stabilní skór, který může sloužit k předpovědi výsledků vzdělávání a vyhlídek na zaměstnání v pozdějších letech (Mackintosh, 2000; Mayes & Calhoun, 2003). Dle Mackintoshe (2000) IQ u 7–8letého dítěte předpovídá díky své stabilitě velice dobře IQ dospělého. Dle Jelínka et al. (2003) jde o určité stabilitě inteligence mluvit až po 10. – 11. roce věku dítěte, u mladšího dítěte totiž nelze průběh vývoje inteligence označit za zcela konstantní. Nicméně některé výzkumy ukazují, že kognice je modifikovatelná a může se v průběhu vývoje měnit, což znamená, že intelektuální kapacita jednotlivce může oslabovat, nebo posilovat (Kuschner et al., 2007; Ramsden et al., 2011). Díky neuroobrazům je možné otestovat, zda neočekávané výkyvy měřeného IQ souvisejí s vývojem mozku. Verbální a neverbální IQ může v dospívajících letech stoupat nebo klesat díky změnám v místní struktuře mozku (Kuschner et al., 2007). Verbální IQ se mění se šedou hmotou v oblasti, která je aktivována řečí, zatímco

neverbální IQ se mění se šedou hmotou v oblasti, která je aktivována pohyby prstů (Ramsden et al., 2011).

Intelligenční kvocient (IQ) se u dětí počítá pomocí skóru upraveného podle věku. Znamená to, že normy IQ pro děti jsou určovány samostatně pro každou věkovou skupinu tak, aby IQ 100 odpovídalo průměrné inteligenci dítěte ve vztahu k jeho vlastní věkové skupině. Skór IQ tedy „koriguje“ skutečnost, že obecné intelektuální schopnosti se v dětství nelineárně zlepšují, a přesto to dělá způsobem, který potenciálně udržuje pořadí jednotlivců do značné míry zachované (Court & Raven, 1982). Jako měřítko rozvoje intelektuálních schopností u dětí je však IQ pro současné účely obzvláště problematické. Více se využívají percentilové normy dosažených výsledků vzhledem k věku. Použití tohoto opatření k rozeznání vzorců intelektuálního růstu nebo vývojového vztahu mezi různými aspekty kognitivních funkcí není možné, protože použití věkových norem záměrně odstraňuje jakékoli vývojové rozdíly (Fry & Hale, 2000).

### ***Souvislost věku a inteligence***

Od začátku století, kdy Binet a Simon začali vyvíjet první test dětské inteligence, je známo, že jak děti stárnou, zlepšuje se i jejich hrubé skóre, které je vždy následně transformováno na standardní skóre, odpovídající intelligenční normě dle věku. Zlepšení intelligenčního výkonu související s věkem jsou nelineární během školních let a rané dospělosti. Stejně jako v případě vývoje rychlosti zpracování informací i pracovní paměti ukazuje vývoj inteligence rychlé zlepšení v raném dětství, po kterém následuje pozvolnější zvyšování v průběhu dospívání (Court & Raven, 1982; Goswami, 1991; Fry & Hale, 2000; Ramsden et al., 2011). Je dokázáno, že již ve věku 3 let děti prokazují analogickou kompetenci při řešení jak klasických analogií (zahrnujících porozumění vztahům mezi čtyřmi pojmy: a se má k b, jako c se má k d), tak i při řešení problémových analogií (zahrnujících použití analogického uvažování za účelem vyřešení cílového problému po vystavení základnímu problému, který byl vyřešen dříve) (Fry & Hale, 2000).

#### **3.5.3.3 Testy využívané k měření neverbální inteligence u dětí**

Mezi nejčastěji používané testy mající za úkol stanovit úroveň neverbální inteligence u dětí patří dílčí část Stanford-Binetova testu (*Stanford-Binet Intelligence Scales*), dílčí část Wechslerových intelligenčních testy pro děti WISC (*Wechsler Intelligence Scale for Children – WISC*) a Ravenovy progresivní matice (*Raven's Standard Progressive Matrices*). Všechny tyto testy si představíme a zdůvodníme, proč

jsme si vybrali v našem výzkumu právě test Ravenových progresivních matic. Tomuto testu zároveň v této části věnujeme největší prostor.

#### *3.5.3.3.1 Stanford-Binetův test*

Stanford-Binetův test je jedním z klasických inteligenčních testů, který je používán jak v dětské klinické psychologii, tak i v pedagogicko-psychologických poradnách. Nejnovější verze Stanford-Binetova testu (SB-5) je, i přes mnoho námitek o nadhodnocování výkonů, hojně využíván v zahraničí zejména při práci s dětmi předškolního a mladšího školního věku (Roid & Pomplun, 2012). Nejnovější verze Stanford-Binetova testu (SB-5) u nás není bohužel k dispozici.

Stanford-Binetův test je možno využívat ve věkovém rozpětí od 2 let věku až po dospělost (Youngstrom et al., 2003). Celkově obsahuje Stanford-Binetův test deset subtestů, zahrnujících verbální i neverbální části. Pro každý použitý verbální subtest existuje neverbální protějšek napříč všemi faktory. Tyto neverbální úkoly spočívají ve vytváření pohybových odpovědí, jako je ukazování nebo sestavování (Bain & Allin, 2005). V rámci subtestů je rovněž začleněno pět faktorů, které přímo souvisejí s hierarchickým modelem kognitivních schopností Cattell-Horn-Carrolla (CHC). Mezi tyto faktory patří fluidní uvažování, znalosti, kvantitativní uvažování, abstraktně-vizuální myšlení a krátkodobá paměť (Bain & Allin, 2005). Test obsahuje mnoho úkolů zaměřujících se na práci s obrázky, se slovní zásobou, pamatováním si vět či slovních spojení (Janzen et al., 2003).

V závislosti na věku a schopnostech se délka plnění testu může pohybovat od 15 minut do 75 minut. Tento test byl několikrát revidován, jeho současná verze je Stanford-Binet 5. Výsledkem Stanford-Binetova testu je celkový kompozitní skóre IQ, ale i neverbální skóre IQ a verbální skóre IQ. Reliabilita testu je udávána v hodnotách 0,84 – 0,95 (Bain & Allin, 2005).

Vyhodnocení testu se provádí podle toho, jakých výsledků dosáhne proband v porovnání s jedinci stejného věku. Test používá směrodatnou odchylku 15 od průměrné hodnoty 100 na křivce normálního rozdělení. Normy by měly být vždy validizovány pro každou zemi a národ zvlášť.



### 3.5.3.3.2 *Wechslerova inteligenční škála pro děti (WISC)*

Wechslerova inteligenční škála pro děti (WISC) je jednou ze série Wechslerových testů. Tento inteligenční test vychází z představ strukturované inteligence. V roce 1939 byl vyvinut Wechslerem. Tento test byl několikrát revidován a v současné době je v ČR standardizována testová verze WISC (Wechsler, 2002). Test je pro děti ve věku od 6 do 16 let. Strukturu testu tvoří 13 subtestů, z nichž každý se specializuje na jiný aspekt inteligence. Subtesty jsou rozděleny do dvou skupin, na verbální a performační (Wechsler, 2002). Verbální subtesty zjišťují schopnost jedince v oblasti práce s abstraktními symboly, rozsah a kvalitu efektu edukace, verbální paměť, verbální fluenci. Performační subtesty postihují míru a kvalitu neverbálního kontaktu jedince s prostředím, které ho obklopuje, rovněž přinášejí informace o schopnosti integrovat vjemy s motorickým chováním, schopnosti pracovat rychle v konkrétních situacích, schopnosti zpracovávat vizuálně prostorové podněty. V testu WISC se střídají verbální a performační subtesty pro lepší udržení pozornosti vyšetřovaného jedince (Wechsler, 2002). Výsledek dětí v jednotlivých subtestech je sumarizován do tří složených skóre – verbálního, performačního a celkového IQ (Krejčířová et al., 2002). Doba potřebná k provedení testu WISC je udávána mezi 45 a 65 minutami. Je uváděno, že WISC generuje IQ v plném rozsahu a dokáže tak vyjádřit obecnou intelektuální schopnost dítěte. Jako nejlepší prediktory školní úspěšnosti se v řadě výzkumů jeví Stanford-Binetův test a Wechslerovy škály. Výhodou WISC je to, že má vysokou obsahovou validitu (Spren 1998; Wechsler, 2002; Mayes & Calhoun 2003; Strauss et al., 2006).

### 3.5.3.3.3 *Ravenovy progresivní matice (RPM)*

Pro naši výzkumnou studii jsme si zvolili k ověřování neverbální inteligence právě Ravenovy progresivní matice, proto se budeme popisu tohoto testu věnovat více než předchozím. Oproti WISC se jedná o odlišný typ testu, který měří obecný „g“ faktor inteligence tak, jak ji definoval Spearman.

V roce 1938 vyvinul John Raven svou první verzi standardních progresivních matic (Standard Progressive Matrices), které patří mezi nejpoužívanější psychodiagnostické nástroje ke zjišťování inteligence nejen u nás, ale i ve světě. Široce užíván je tento test například ve Velké Británii, Irsku, Německu či USA (Mackintosh, 2000; Raven & Raven, 2008; Blatný et al., 2010, Urbánek, 2010). Zároveň se jedná o

nejčastěji používaný neverbální test, který je v jisté podobě používán i Mensou ČR pro měření IQ (Mackintosh, 2000; Raven & Raven, 2008; Blatný et al., 2010).

J. C. Raven byl prvním, který navrhl logický problém typu matice. Pomocí matic se dá otestovat momentální kapacita jedince ke srovnávání, k analogickému usuzování a k rozvoji logických metod uvažování bez ohledu na předchozí zkušenosti (Raven, 2000). Raven vycházel ze Spearmanovy dvoufaktorové teorie, ve které je inteligence saturována takzvanou obecnou rozumovou schopností, neboli „*g*“ *faktorem*, a specifickými faktory, neboli *s faktory*. Test Ravenových progresivních matic odhaduje úroveň právě obecného *g faktoru*, při jehož zjišťování je nejdůležitější schopnost vidět vztahy mezi objekty, událostmi nebo myšlenkami a vyvodit závěry z těchto vztahů (Mackintosh, 2000; Preiss & Klose 2002; Raven & Raven, 2008). Matice jsou dle mnoha autorů obecně považovány za jeden z nejlepších nástrojů měření obecného *g* a vrozené inteligence, která zakládá na dispozičních faktorech (Carpenter et al.; 1990; Švancara et al., 1991; Sternberg, 2002; Raven & Raven, 2003). Nicméně i v této oblasti existují spory, zdali skutečně Ravenovy matice měří tzv. „*g*“ *faktor* obecné inteligence, nebo některou z jiných oblastí – např. schopnost indukce nebo neverbální inteligenci (Mackintosh, 2000). S tím souvisí i diskutovaná otázka, zda matice měří obecnou (vrozenou inteligenci), nebo zda do hry vstupuje prostředí.

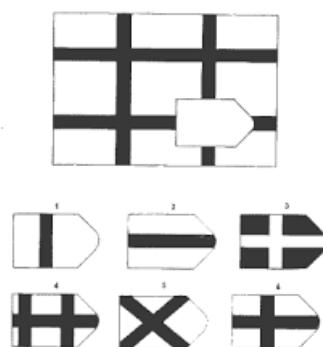
Ravenovy matice patří mezi nejznámější a nejrozšířenější testy mentálních schopností, které redukuje kulturní vlivy. Progresivní matice se tedy řadí mezi tzv. „culture-fair“ testy, kdy kultura, jazyk či vzdělání probandů nehraje přílišnou roli oproti vrozeným dispozicím (Brown & Day, 2006). I proto mohou být rozdíly ve výsledcích testu např. mezi muži a ženami nebo mezi minoritami a majoritami připisovány spíše biologickým faktorům než faktorům sociálním, kulturním či edukačním. Existují však i názory, že na výsledcích mají vliv také kulturní stereotypy, kdy jsou si „diskriminované“ skupiny (minority, ženy, černoši...) svého podceňování vědomy, což má vliv i na výsledek jejich testu (Steele & Aronson, 1995; Brown & Day 2006). Dle Tzuriela (2000) test nijak nezohledňuje modifikovatelnost kognitivních procesů a děti z odlišného kulturního prostředí mohou dosahovat horších výsledků v Ravenových progresivních maticích kvůli negativním vzdělávacím podmínkám a nedostatku učebních příležitostí (Tzuriel, 2000). Feuerstein nespatřuje hlavní příčinu selhávání kulturně odlišných dětí v IQ testech v kognitivním deficitu ani v kulturní diferenci, nýbrž v chybějících či v omezených zkušenostech zprostředkovaného učení (Málková, 2008). Feuerstein rozlišuje

mezi manifestovanou úrovní výkonnosti a potencialitou učit se. Tzuriel (2000) ukázal, že i krátká intenzivní učební fáze může vyrovnat počáteční rozdíly mezi skupinou etiopských dětí přistěhovaných do Izraele a dětí narozených v Izraeli. Všem dětem zadal statický inteligenční test (Barevné Ravenovy progresivní matice) a udělal následně intervenci a retest. V pretestu byly nalezeny rozdíly ve prospěch dětí narozených v Izraeli. V retestových fázích se rozdíly vyrovnaly.

Svou povahou se řadí Ravenovy progresivní matice mezi nonverbální inteligenční testy využívající pozornosti, paměti a myšlení – v posledním setu je využíváno zejména abstraktního myšlení (Lochman et al., 2008). Několik studií porovnávalo jazykovou nezávislost testu. Byly zkoumány bilingvní a monolingvní skupiny dětí, mezi kterými nebyl zjištěn žádný signifikantní rozdíl (Bialystok & Shapero, 2005; Engel de Abreu, 2011). Studie Chandler et al. (2007) poskytla důkazy o tom, že jedinci s Aspergerovým syndromem, vysoce funkční poruchou autistického spektra, mají v Ravenových progresivních maticích vyšší skóre než ostatní neurotypičtí jedinci.

Ravenovy progresivní matice jsou určeny pro testování probandů ve věkovém rozsahu 6 – 65 let a testování může probíhat jak individuálně, tak skupinově (Svoboda et al., 2015). Obsah testu tvoří 60 položek rozdělených po 12 úkolech do pěti setů A, B, C, D a E. Základem testu jsou matice diagramů 3 x 3, z nichž jeden diagram chybí. Testování vybírají ze šesti až osmi možných diagramů ten, který podle nich do chybějícího pole patří (Raven & Raven, 2008). Obtížnost všech položek se postupně zvyšuje. V průběhu řešení úloh jsou angažovány tři druhy psychických procesů: vnímání (percepce), pozornost a myšlení (Svoboda et al., 2015). Velkou výhodou je poměrně nenáročná administrace i samotné vyhodnocování. Testování nevyžaduje žádný hlubší vztah mezi examínátorem a probandem. Čas potřebný k vyplnění není taktéž příliš zatěžující. I z psychometrického hlediska se tento test jeví vhodný. Díky své podobě je pro děti přitažlivý, zaujme jejich pozornost, baví je. Test má široké uplatnění v praxi, zejména při sledování mentálního vývoje, při diagnostikování úrovně žáků, studentů, v poradenství, nebo při přijímání uchazečů na pracovní pozice podle intelektu (Mackintosh, 2000; Raven & Raven, 2008; Blatný et al., 2010). Ve studiích, které používaly Standardní progresivní matice při testování dětí, byl zjištěn trend, že starší děti dosahují vyšších hrubých skóre než děti mladší (Caffarra et al., 2003; Lassiter et al. 2007).

**Obrázek 6** Příklad úkolu z Ravenových progresivních matic (Svoboda, 1999, s. 52)



Matice existují aktuálně ve třech různých podobách (Raven & Raven, 2008; Svoboda et al., 2015):

- **Standardní progresivní matice:** Jedná se o původní podobu matic, která byla poprvé publikována v roce 1936. Brožura obsahuje pět sad (A až E) po 12 položkách, přičemž položky v sadě jsou stále obtížnější a vyžadují stále větší kognitivní kapacitu pro kódování a analýzu informací. Všechny položky jsou prezentovány černým inkoustem na bílém pozadí.
- **Barevné progresivní matice:** Určeno pro děti ve věku 5 až 11 let, starší osoby a jednotlivce s mentálním a fyzickým postižením. Většina položek je prezentována na barevném pozadí, aby byl test pro účastníky vizuálně stimulující (nevýhodou je efekt stropu u nadprůměrně inteligentních).
- **Pokročilé progresivní matice:** Pokročilá forma matic obsahuje 48 položek. Položky jsou opět prezentovány černým inkoustem na bílém pozadí a jsou stále obtížnější, jak je postupováno skrz každou sadu. Tyto položky jsou vhodné pro dospělé a dospívající s nadprůměrnou inteligencí (nevýhodou je efekt podlahy u podprůměrně inteligentních).

Jak již bylo výše zmíněno, Ravenovy standardní progresivní matice jsou rozděleny do 5 setů – A, B, C, D a E, které jsou uspořádány dle těchto principů:

- A...princip souvislosti ve struktuře matic,
- B...analogie mezi páry figur,
- C...princip progresivních změn ve figurách matic,
- D...princip přeskupování figur,
- E...princip rozkládání figur na prvky

S maticemi je také spjata problematika jejich obtížnosti. V literatuře jsou obvykle uváděny 4 faktory, které rozhodují o obtížnosti matic. Těmito faktory jsou: 1 - počet prvků, 2 - počet změn nebo pravidel, 3 - typy pravidel, 4 - zrková organizace. Počet prvků a počet změn nebo pravidel mohou být zahrnuty pod faktor množství informací (Embretson, 1998; Primi, 2002).

V Ravenových maticích lze nalézt dva rozdílné typy matic. První typ obsahuje jakési ornamenty, které lze popsat pomocí parametrů, které nabývají různých hodnot. Tak např. černý kosočtverec je pro nás sloučenina dvou parametrů – tvar a barva. Přičemž parametr tvar obsahuje hodnotu kosočtverec a parametr barva hodnotu černá. Důležité je, že při řešení takovýchto úloh dochází ke kombinacím a změnám či zachováním jednotlivých hodnot. Hodnoty takovýchto parametrů nazveme vlastnosti (Primi, 2002; Rendl, 2002). Druhý typ matic obsahuje ornamenty, které rovněž můžeme popsat pomocí parametrů a jejich hodnot. Rozdíl je však v řešení těchto úloh. Nejde zde o změnu hodnot parametrů, jde zde o grafické operce (součet/rozdíl) s celými ornamenty (Rendl, 2002).

### ***Výhody Ravenových progresivních matic***

Pro naši výzkumnou studii jsme si zvolili k ověřování neverbální inteligence Ravenovy progresivní matice. První výhodou je to, že při jejich řešení není potřeba nijak pracovat se slovy, ať už jejich formou či obsahem. Zároveň je to tzv. culture-fair test, který není závislý na kulturně-sociálním prostředí či vzdělání dítěte (Nicholson & Alcorn, 2008). Další výhodou Ravenových matic je oproti Wechslerovým testům (WISC) písemná podoba a možnost zadat tento test hromadně většímu množství probandů. Ravenovy matice jsou také daleko méně časově náročné ve srovnání s WISC, což je významně upřednostňováno zejména v případech opakovaného měření většího počtu probandů (Mackintosh, 2000). Na druhou stranu předchozí výzkumné studie, které posuzovaly konvergentní validitu obou nástrojů, ukázaly na poměrně variabilní výsledky 0,45 – 0,70, což dokládá, že oba nástroje hodnotí spíše odlišné konstrukty inteligence (Court & Raven, 1995; Nicholson & Alcorn, 2008). Jelikož inteligenční testy poskytují jen částečnou informaci o inteligenci a mají často sklon ji nepřiměřeně zobecňovat, rozhodli jsme se orientovat se na složku neverbální inteligence a k tomu jsou Ravenovy progresivní matice u dětí vhodným nástrojem. Reliabilita testu je udávána 0,89 – 0,96 (Court & Raven, 1995). Nicméně ve studii Abdel-Khalek & Raven (2006) byla zjištěna pouze reliabilita nižší 0,69 – 0,85. Faktorová validita jednotlivých setů RPM k faktoru

neverbální složky obecné inteligence je udávána v rozmezí 0,73 až 0,89 (Court & Raven, 1995; Abdel-Khalek & Raven, 2006).

Nicméně při formulaci závěrů o inteligenční úrovni dítěte zjišťované pomocí Ravenových progresivních matic je na místě jistá opatrnost. Vždy musíme brát v potaz to, v jakém možném aktuálním rozpoložení se dítě při měření nacházelo. Je totiž možné, že dítě v době řešení testu mělo např. sníženou pozornost, nebo nebyly plně uspokojeny jeho potřeby (mohlo mít hlad, žízeň, mohlo být nevyspalé). Musíme brát tedy vždy v potaz tyto rizikové faktory měření a brát ohled na biorytmus dítěte.

## 4 ASOCIACE MOTORIKY A INTELIGENCE

Problematikou asociace motoriky a inteligence se zabývají studie již více než 40 let. Znamé jsou například studie, které analyzovaly vzájemné souvislosti mezi různými motorickými proměnnými (dovednostní i zdatností složkou motoriky) a inteligencí (Momirovič et al., 1987; Carretta & Ree, 1997; Tirre & Raouf, 1998; Planinsec, 2002; Pangelinan et al., 2011; Smits-Engelsman & Hill, 2012; Fels et al., 2016). Tyto studie prokázaly, že spojení motoriky a inteligence je významně ovlivňováno existencí dvou faktorů: 1) rychlostí přenosu informací v CNS 2) intelektuální aktivitou.

V případě, že motorický úkol nezahrnuje problémovou situaci, závisí samotný motorický výkon na rychlosti přenosu informací v CNS. V případě, že je motorický úkol informačně velmi složitý, je i způsob zapojení CNS pro konečný motorický výkon závislý na intelektuální činnosti použité při výběru řešení motoricky problémové situace. Výsledky předchozích výzkumů proto například poukázaly na existenci významného vztahu, nebo překryvu mezi percepčními motorickými schopnostmi (optické a akustické vnímání, prostorová orientace, intermodalita a serialita) a inteligencí (Zimmer, 1981; Horga, 1993; Graf & Hinton, 1997; Nijenhuis & Flier, 2002; Planinsec, 2002; Fels et al., 2016). Již Zimmer (1981) zdůrazňoval, že tento vztah je ovlivňován rychlostí vnímání, načasováním a vizuální pamětí. Horga (1993) uvedl, že s rostoucí koordinační náročností a složitostí motorického úkolu se intelektuální aktivita zvyšuje. Graf a Hinton (1997) se naopak zaměřily na důležitost jednotlivých facet konstruktů senzomotorické koordinace a zjistily, že nejbližší vztah s inteligencí má vizuální koordinace „ruka-oko“. Motorická koordinace je dle těchto autorů ovlivněna různými kognitivními procesy, které zahrnují zejména: vizuální zpracování a pracovní paměť. Za velmi důležitou je také považována rychlost zpracování informace (Tirre & Raouf 1998). Rychlost zpracování hraje důležitou roli při rychlém plnění koordinačně náročných úkolů a je také důležitá pro účinnost intelektuálních procesů (Planinsec, 2002). Planinsec (2002) ještě dodává, že nejužší významná souvislost mezi motorikou a fluidní inteligencí byla nalezena u motorických úkolů zahrnujících rytmickou koordinaci, zatímco u úkolů zaměřených na rychlost pohybu nebyl tento vztah významný.

Podporu pro předcházející názory přinesla zjištění, že výkony v motorické koordinaci celého těla a jemné motorice (koordinace ruky) významně korelují s výsledkem v hodnocení inteligence (Momirovič et al., 1987). Nicméně schopnost

koordinace není v tomto dána pouze úrovní obecné inteligence, ale je výsledkem několika schopností: dynamického vizuální zpracování, vizuálně-prostorového zpracování a pracovní paměti. (Tirre & Raouf, 1998). Tento názor podpořili i Carretta a Ree (1997), kteří uvedli, že spojitost mezi psychomotorickými faktory (koordinace ruka a noha, jemná motorika ruky) a kognitivními faktory vyššího řádu (používané jedincem k plánování výkonu a k rozhodování při řešení problémů) je těsnější než mezi psychomotorickými faktory a kognitivními faktory nízkého řádu (specializované schopnosti, které sytí faktory vyššího řádu). Nijenhuis a Flier (2002) zjistili, že výkony v testech percepční motoriky významně souvisí s úrovní obecné inteligence. Vzájemná závislost mezi úrovní hrubé motoriky hodnocenou baterií TGMD-2 a intelektuálními dovednostmi dětí (6 -10 let) ukázaly výsledky Bonifacciové (2004), která zjistila rozdíly ve vizuo-motorické integraci a úrovní motoriky v testu TGDM.

#### **4.1 Motorika a kognitivní funkce**

Výsledky výše zmíněných studií vedly k závěrům, že rozvoj motorických dovedností je spojen s rozvojem kognitivních funkcí. (Campos et al. 2000; Piek et al. 2008; Fels et al., 2015). Některé studie (Coleman et al.; 2001; Liao et al., 20001; Wuang, 2008) odhalily horší výsledky motorických dovedností u dětí s kognitivním zpožděním. Proto zpoždění ve vývoji kognitivních dovedností, jakými jsou např. omezení učení, uvažování a řešení problémů či adaptivního chování je u dětí často doprovázeno zpožděným motorickým vývojem dětí (Schalock et al., 2010). Přitom kognitivní dovednosti (prostorové vztahy, vizuální organizace a další vizuálně percepční dovednosti) jsou zásadní pro osvojování a realizaci konkrétních pohybových aktivit dovednostního charakteru (Carroll et al., 1993; Smits-Engelsman et al., 2012). Snížená vizuo-motorická integrace může souviset se sníženou inteligencí (Sattler, 1992; Kamphaus, 1993; Yu et al., 2016). V mnoha studiích se u dětí s nižším naměřeným IQ častěji objevoval horší výkon v motorice než u dětí s vyšším naměřeným IQ, což potvrzuje předpoklad, že motorický a kognitivní rozvoj spolu souvisí (Bruggink et al., 2010; Hartman et al., 2010; Pangelinan et al., 2011; Smits-Engelsman & Hill, 2012). Při hodnocení špatného motorického výkonu u mladších dětí by měli lékaři a pedagogové dokázat rozhodnout, zdali je tento výkon ovlivněn vývojovým zpožděním nebo spojen s nižší inteligencí dítěte (Smits-Engelsman & Hill, 2012).



Mentální úroveň úzce souvisí s úrovní motoriky. Velice důležitým zjištěním však je, že obě tyto složky se mohou vzájemně stimulovat. Dle studií (Funk et al., 2005; Ehrlich et al., 2006;) je mentální pokrok dětí ovlivněn z velké části motorickými procesy dítěte, a není dán výlučně jen mentálním úsilím. Fyzicky aktivnější děti mají lepší schopnosti mentálního pokroku než fyzicky neaktivní děti (Pietsch et al., 2017; Voyer & Jansen, 2017). Experimenty Kocha (1976), který záměrně pohybově stimuloval děti ve věku 2 - 12 měsíců ukázaly, že pohybově stimulovaní kojenci dosahovali ve věku 12 měsíců v průměru 7 týdenního nárůstu v rozvoji kognitivních funkcí ve srovnání s dětmi pohybově nestimulovanými (Koch, 1976). Pietsch & Jansen (2012) uvádějí, že cvičení s vysokými koordinačními nároky má za následek významné zlepšení mentálního pokroku u dětí ve věku 6 až 14 let. Nové a složité pohyby jsou odrazem sensorimotorických komponent, které se zjevně projevují v prostorovém výkonu. Několik studií (Alloway, 2007; Niederer et al., 2011) uvádí, že zejména pohyblivost a rovnováha mají významný vliv na kapacitu pracovní paměti a schopnost vizuálního vnímání. Rowland (1998) na podkladě sledování vzorců spontánní pohybové aktivity dětí předškolního věku dospěl k závěru, že pohybová činnost je pro děti hlavním prostředkem pro vysokou stimulaci CNS (Rowland, 1998). Blüchel et al. (2013) zkoumali vliv dvoutýdenního motoricky náročného koordinačního tréninku u dětí ve věku 8 - 10 let a zjistili významně vyšší nárůst mentálního pokroku ve srovnání s kontrolní skupinou bez fyzických aktivit.

Existují však populační skupiny, u nichž vztah mezi inteligencí a motorickou koordinací nemusí nutně odpovídat předchozím zjištěním. Jsou to například lidé s hyperkinetickou poruchou (ADHD), lidé s poruchou vývoje koordinace (DCD), či autisté. Hlavním rysem u těchto skupin je porucha vývoje pohybové koordinace, která není objasnitelná poruchou intelektu vrozenou ani získanou. Jedná se o neurologickou poruchu postihující inicializaci, plánování a vlastní provedení pohybu (Hartman et al. 2010; Ozbič & Filipčič, 2010; Yu et al., 2016; Schott & Klotzbier, 2017). Je pozoruhodné, že ne všechny děti s poruchou učení mají motorické poruchy, což naznačuje přiměřenou míru potenciálního oddělení mezi kognitivním a motorickým systémem (Smits-Engelsman & Hill, 2012).

## 4.2 Vývojové změny vztahů mezi motorikou a inteligencí

Zkoumáním vývojových změn vztahů mezi motorikou a inteligencí se již zabývalo několik studií (Zimmer, 1981; Cole & Harris, 1992; Bruggink et al., 2010; Hartman et al., 2010; Pangelinan et al., 2011; Smits-Engelsman & Hill, 2012; Yu et al., 2016). Zimmer (1981) poukázal na pozitivní korelaci mezi motorikou a inteligencí. Na samém počátku vývoje dítěte jsou vzájemná propojení mezi kognitivní, motorickou a neurologickou úrovní velmi silná. Prostřednictvím struktur mozku jsou motorické dovednosti spojené s kognitivní procesy jako je pozornost, výkonná funkce, vizuomotorické dovednosti, učení atd. (Hartman et al. 2010; Pangelinan, et al. 2011). Papadopoulos et al. (2014) diagnostikovali silně pozitivní vztah mezi vývojem kognitivních a motorických funkcí v průběhu předškolního období. Tento vztah v průběhu mladšího školního věku slábne (Schneider & Bullock, 2008). Korelace vztahu mezi motorikou a inteligencí v předškolním období je udávána jako středně vysoká  $r = 0,4 - 0,7$  (Zimmer, 1981; Smits-Engelsman & Hill, 2012). Zároveň však Zimmer (1981) hovoří o nejsilnějším spojení motoriky s inteligencí v senzitivním období rozvoje koordinace 7 – 11 let a až v následných obdobích dětského vývoje začíná toto spojení postupně slábnout. Cole a Harris (1992) prokázali, že vztahy mezi inteligenčním kvocientem a motorickým kvocientem jsou nestabilní, protože se s věkem významně mění. Naším úkolem bude ověřit, zdali a jak se tento vztah mění u dětí mladšího školního věku.

## 5 VÝZKUMNÝ PROBLÉM

V současné době není k dispozici žádná studie či modelová situace, ve které by byla opakovaně zjišťována míra vlivu úrovně motorické vyspělosti na výkon v neverbální inteligenci u dětí mladšího školního věku (6 - 11 let). Spousta studií řeší strukturu těchto konceptů odděleně, ale jen málo studií se zabývá problematikou motorického vývoje ve spojení s vývojem kognitivních nebo exekutivních funkcí. Výsledky těchto studií jsou však značně rozmanité a nepřinášejí jednoznačné závěry. Z tohoto důvodu není proto stále příliš jasné, do jaké míry může úroveň motorické vyspělosti dětí ovlivňovat úroveň neverbální inteligence. Vystává tedy otázka, zdali mezi zkoumanými konstrukty nalezneme nějaký významný vztah, a zdali se bude tento vztah měnit postupem věku či zůstane stabilní.

# VÝZKUMNÁ ČÁST PRÁCE

## 6 CÍLE, ÚKOLY A HYPOTÉZY

### 6.1.1 Cíl práce

Cílem disertační práce je zjistit a analyzovat míru vlivu a její stabilitu v čase mezi úrovní motorické vyspělosti hodnocenou baterií BOT-2 a výkonem v neverbální složce inteligence hodnocenou RPM u dětí mladšího školního věku (6 - 11 let) se zohledněním věku a pohlaví.

Z výše vytčeného cíle vyplynuly následující úkoly:

- Shromáždění a sepsání teoretických východisek k danému tématu,
- formulování cílů práce, metod a prostředků,
- definování a výběr probandů,
- verifikace užitých metod formou pilotní studie - provedení na selektovaném vzorku probandů → vyplynutí podnětů → finální podoba designu projektu,
- realizace opakovaného měření vybraných proměnných u výzkumného souboru,
- ověření diagnostické kvality BOT-2 a RPM z obou měření,
- analýza a interpretace výsledků dle pracovních hypotéz - asociace neverbální složky inteligence a motorické vyspělosti jedinců v jednotlivých skupinách.

### 6.1.2 Výzkumné otázky

Bude zjištěn významný a v opakovaném měření stabilní vztah mezi úrovní motorické vyspělosti a úrovní neverbální inteligence u jednotlivých věkových skupin (6-7 let, 8-9 let, 10-11 let)?

Bude míra vztahu mezi úrovní motorické vyspělosti a úrovní neverbální inteligence významně odlišná v závislosti na pohlaví?

Který z konstruktů motorické vyspělosti hodnocený dle BOT-2 bude nejvíce korelovat s úrovní neverbální inteligence s ohledem na pohlaví a stabilitu v čase?

### 6.1.3 Hypotézy práce:

Jelikož je motorická vyspělost významně vztažena k objemu a profilu volnočasových aktivit, byly všechny výzkumné hypotézy formulovány se zohledněním na skutečnost, zda se probandé systematicky účastní volnočasových organizovaných pohybových aktivit.

**H1** - Úroveň motorické vyspělosti bude významným prediktorem pro výkon v neverbální inteligenci  $p < 0.05$  a  $R^2 > 0,1$  a to v obou měřeních.

*Hypotéza vychází ze studií zkoumajících závislost motorického vývoje a inteligence (Momirović et al., 1987; Carretta & Ree, 1997; Düger 1999; Tirre & Raouf, 1998; Planinsec, 2002; Bonifacci et al. 2004; Hurych 2006; Smits-Engelsman et al. 2012).*

**H2** - Vliv úrovně motorické vyspělosti na výkon v RPM bude významnější  $p < 0.05$  u děvčat.

*Hypotéza vychází ze studií zkoumajících odlišnosti mezi chlapci a dívkami ve zrání jednotlivých oblastí CNS zapojených do motorické činnosti (Diamond, 2000; De Bellis et al., 2001; Gidley Larson et al., 2007; Christakou et al., 2009; Tiemeier et al., 2010; Sussman et al., 2016).*

**H3** - Pro výkon v RPM bude z konstruktů motorické vyspělosti nejvýznamnější úroveň jemné motoriky.

*Hypotéza vychází ze zjištění předchozích výzkumů, které uvedly, že nejbližší vztah s inteligencí má právě jemná motorika (Momirovic et al., 1987; Graff & Hinton, 1997; Gidley Larson et al., 2007; Ramsden et al., 2011; Klupp et al., 2021).*

**H4** - Míra vztahu mezi motorickou vyspělostí a neverbální inteligencí bude v závislosti na věku (6 - 7 let, 8- 9 let, 10-11 let) odlišná. S věkem bude závislost mezi motorickou vyspělostí a neverbální inteligencí slábnout.

*Tato hypotéza vychází z předpokladu, že na počátku vývoje dítěte jsou vzájemná propojení mezi kognitivní, motorickou a neurologickou úrovní nejsilnější a postupně začínají slábnout (Cole & Harris, 1992; Schneider & Bullock, 2008; Barnett et al., 2009; Hartman et al., 2010; Pangelinan et al., 2011; Smits-Engelsman & Hill, 2012; Papadopoulos et al., 2014; Mavilidi et al., 2015; Karachle et al., 2017).*

## 7 METODIKA PRÁCE

Tato studie představuje empiricko-teoretickou práci. Jedná se o průřezovou longitudinální studii (Kerlinger & Lee, 2000; Hendl, 2004).

### 7.1 Charakteristika výzkumného souboru

Výzkumný soubor byl tvořen dětmi prvního stupně základních škol ve věku 6 – 11 let navštěvující 1. – 5. třídu. Odhad velikosti výzkumného souboru byl proveden na základě předpokládaných použitých analytických přístupů – Power analýza, Monte Carlo simulace pro definovaný strukturální model síla testů  $>80\%$   $p < 0,05$  každého z indikátorů (Muthen & Muthen, 2010), prostřednictvím samplingových pravidel uvedených v Bonett & Wright (2000) a Hulley (2007). Celkově muselo být dle těchto pravidel do studie rekrutováno minimálně 275 probandů. V prvním kroku jsme definovali kritéria výběru potenciačních základních škol. Jednalo se o základní školy bez rozšířené specializace umělecké, sportovní, jazykové, nebo technické. Školy musely mít zastoupení žáků v ročníku v rozmezí  $n = 44 – 78$ , což vychází z předpokladu dvou až tří tříd na ročník. Oporou výběru nám byl seznam základních škol vedených v oficiálním registru MŠMT ČR (dostupných z [www.msmt.cz](http://www.msmt.cz)). Z důvodu technické a časové náročnosti (zejména dodržení časového harmonogramu pro re-testování) jsme se rozhodli pro výběr „pouze“ dvou základních škol, za to ze dvou různých krajů ČR (Karlovarský, Praha). Ze seznamu škol, splňující definovaná kritéria byla náhodným výběrem pomocí randomizačního softwaru [www.randomizer.org](http://www.randomizer.org) z každého kraje (Praha, Karlovarský kraj) vybrána jedna škola. První vybranou školou byla II. ZŠ Školní v Chodově u Karlových Varů s  $n=232$  dětmi navštěvujícími 1. – 5. třídu. Druhou vybranou školou byla ZŠ a MŠ Lyčkovo náměstí v Praze s  $n=367$  dětmi navštěvujícími 1. – 5. třídu. Výzkum byl odsouhlasen etickou komisí FTVS UK. Před samotným měřením bylo vedení školy a zákonní zástupci seznámeni s testovacím protokolem a průběhem testování. Ředitel školy a zákonní zástupci dětí následně podepsali informovaný souhlas. Ze ZŠ Školní v Chodově bylo vráceno  $n=203$  podepsaných informovaných souhlasů. Ze ZŠ a MŠ Lyčkovo náměstí bylo vráceno  $n=284$  podepsaných informovaných souhlasů. Celkem bylo do studie zahrnuto 487 dětí z obou základních škol. Jelikož se však jednalo o longitudinální výzkum, byl konečný výzkumný soubor definován až po druhém (re-testovém) měření. Neúplné měření z důvodů nepřítomnosti, nemoci, nebo dobrovolného odstoupení z výzkumu bylo zjištěno u  $n=90$  dětí ( $n=34$  ZŠ Školní Chodov u Karlových Varů,  $n=56$  ZŠ a MŠ Lyčkovo

náměstí), které byly z výzkumné studie vyřazeny. Konečný výzkumný soubor tak tvořilo  $n=397$  dětí ve věku 6-11 let (chlapci  $n = 214$ , dívky  $n= 182$ ). Měření se účastnily děti, které svým aktuálním věkem spadaly do kategorie 6-11 let ( $n = 8,9 \pm 1,3$ ). U obou pohlaví byl zjištěn stejný průměrný věk i se stejnou směrodatnou odchylkou (chlapci  $8,9 \pm 1,3$ ; dívky  $8,9 \pm 1,3$ ).

## **7.2 Metodika získávání dat**

Sběr dat v rámci tohoto výzkumu se uskutečnil ve dvou testovacích dnech, mezi kterými byla šestiměsíční pauza ve školním roce 2014/2015. Všechny zapojené děti byly otestovány pomocí diagnostického nástroje k určení úrovně psychomotorického vývoje testové baterie Bruininks Oseretsky Test of Motor Proficiency: Complete form BOT-2 (Bruininks & Bruininks, 2005) a Ravenových progresivních maticích (RPM) (Raven & Raven, 2008), které odhalují nonverbální inteligenci, následně pak s již zmíněným odstupem byla měření provedena znovu. Sledovanými parametry byla motorická vyspělost dětí a její následný pokrok v daném období vzhledem k dosažené inteligenci. Zároveň bylo u dětí při obou testování provedeno antropometrické měření, aby se zajistily možné odchylky z důvodu biologické akcelerace či retardace.

### **7.2.1 Diagnostika psychomotorického vývoje**

Pro hodnocení úrovně psychomotorického vývoje u dětí byla použita dlouhá forma (CF) testové baterie BOT-2 (Bruininks & Bruininks, 2005). CF obsahuje celkem 8 subtestů, které proband postupně absolvoval na 8 stanovištích. Každý jednotlivý subtest obsahuje 5 - 9 testových úkolů - celkem 53 úkolů. Testování má přesně daný postup. CF zkoumá oblasti 1. jemné manuální kontroly – přesnost a integrace, 2. manuální koordinace - manuální zručnost a koordinace horních končetin, 3. tělesné koordinace - bilaterální koordinace a rovnováha, 4. Síly a agility - rychlost a síla.

Nejprve byla prostřednictvím pracovního sešitu hodnocena oblast jemné manuální kontroly. Zde byly ověřeny dovednosti ze dvou subtestů:

1. *Přesnost jemné motoriky* (Fine Motor Precision) – tato dovednost byla hodnocena pomocí sedmi úkolů: vybarvování kruhu, vybarvování hvězdy, souvislá čára tužkou po klikatě vyznačené cestě – dvě provedení, překládání papíru, spojování teček a vystřihování kruhu.

2. *Integrace jemné motoriky* (Fine Motor Integration) byla hodnocena osmi úkoly, při kterých měl proband co nejpřesněji (velikost i tvar) překreslovat různé obrazce (kruh, čtverec, trojúhelník, překrývající se kruhy, vlnovky, kosočtverce, hvězdy, hranoly). Pracovní sešit je součástí BOT-2.

Dále byla testována oblast manuální koordinace, která slouží k hodnocení pohybových dovedností zahrnujících kontrolu a koordinaci paží a rukou. Patří sem subtesty:

1. *Manuální zručnost* (Manual Dexterity), hodnocena pěti úkoly jako je označování kruhů, přemísťování mincí, umístění špendlíků, třídění karet a navlékání korálků.
2. *Koordinace horních končetin* (Upper – Limb Coordination), která byla hodnocena prostřednictvím sedmi úkolů: manipulace s tenisovým míčkem: upuštění a chycení tenisového míčku obouřuč i jednoruč, chycení hozeného míče oběma rukama i jednou rukou, dribling jednou rukou, dribling střídavě pravou a levou rukou a hod tenisovým míčkem na terč. Proband měl na všechny úkoly dva pokusy.

Jako další byla hodnocena oblast tělesné koordinace. Sem patří subtesty:

1. *Bilaterální koordinace* (Bilateral Coordination) je hodnocena pomocí sedmi úkolů: dotýkání se nosu se zavřenými očima, skákání panáka, opakovanými skoky na místě se souhlasnou a střídavou prací paží a dolních končetin na místě, vytvářením obdélníků z palce a ukazováku, klepání špičky nohy o podlahu a ukazováku ruky o stůl v sedě souhlasně (pravá ruka a pravá noha) a střídavě (pravá ruka a levá noha).
2. *Rovnováha* (Balance) je hodnocena pomocí devíti úkolů: stojem rozkročným na čáře s otevřenými i zavřenými očima, chůzí po čáře, stojem na jedné noze na čáře s otevřenými i zavřenými očima, chůzí po čáře pomocí stopování, stojem na jedné noze na balanční kladince s otevřenými i se zavřenými očima, stojem na kladince, kdy se špička jedné nohy dotýká paty druhé nohy. U stojů se počítal nejlepší pokus ze dvou (k dosažení maxima byla potřeba v rovnovážném cviku vydržet alespoň 10 vteřin).



Jako poslední byla měřena oblast síly a agility. Sem patří subtest:

1. *Síly* (Strength), který obsahuje pět úkolů: skok snožmo z místa, sedy-lehy, kliky, výdrž ve dřepu s opřením o stěnu a velrybu, při které leží proband na břicho a zvedne současně nohy i ruce od podložky a snaží se takto vydržet 1 minutu.
2. *Rychlosti běhu a agility* (Running Speed and Agility) – sem patří pět úkolů: člunkový běh, co nejrychlejší překračování kladiny s došlapem obou nohou na každé straně po dobu 15 sekund, skoky po jedné noze na značce na místě po dobu 15 sekund, přeskoky značky snožmo a přeskoky značky po jedné noze po dobu 15 sekund.

Čas potřebný pro testování CF BOT-2 u jednoho probanda byl v rozmezí 60- 80 minut. Reliabilita celé testové baterie se při aplikaci CF varianty, dle předchozích výzkumů, pohybuje v rozpětí 0,9 - 0,97 (Wuang et al., 2008). V českém prostředí zatím tato testová baterie nebyla plně validizována. Nicméně v disertační práci Holický (2015) bylo zjištěno, že strukturální model BOT-2 vykazuje v českém prostředí u dětí a dospívajících akceptovatelný fit pro věkovou kategorii mladšího školního věku. Proto můžeme uvažovat, že BOT-2 představuje vhodný diagnostický nástroj pro hodnocení motorické vyspělosti i pro českou populaci dětí. Dle retrospektivně aproximované generické reliability McDonaldova  $\omega$  ze studie Holický (2015) bylo zjištěno, že BOT-2 má akceptovatelnou úroveň chybovosti konstrukt motorické vyspělosti McDonald  $\omega = 0,84$ .

Sběr dat se řídil předepsanými pravidly testování, popsány v manuálu BOT-2. Realizace testování proběhla s pomocí výzkumného týmu, který tvořilo šest examinátorů, kteří měli přesně stanovené úkoly. Všichni examinátoři absolvovali školení pro diagnostický nástroj BOT-2, který obsahuje videa s přesnou instrukcí, čímž se minimalizuje chyba měření. Konformita mezi jednotlivými examinátory byla zjišťována v pilotním měření u  $n=30$  probandů mladšího a staršího školního věku z hokejového prostředí. Inter-reliabilita u examinátorů aproximovaná dle Intraclass korelačního koeficientu ICC=0,93. Všechna data byla zaznamenávána do daných formulářů pro dlouhou formu testu.

Výsledky byly zaznamenávány v průběhu testování do připraveného formuláře a následně byly přepsány do programu ASSIST, který umožňuje rychlé a přesné vyhodnocení. Data byla po prvním přepsání se 14 denní pauzou tou samou osobou

(autorem této práce) kontrolována ještě jednou. V 5 % byly odhaleny chybně přepsané hodnoty, které byly následně opraveny.

Základním principem zisku relevantního skóre je převod hrubého skóre (tzv. total point score), kterého proband v testu dosáhl, programem ASSIST na skóre odpovídající věku a pohlaví dítěte (tzv. standard score). Tato standard score byla použita pro samotnou analýzu dat.

### **7.2.2 Diagnostika neverbální inteligence - Ravenovy standardní progresivní matice (RPM)**

K ověřování neverbální inteligence jsme si zvolili Ravenovy standardní progresivní matice (RPM). Výhodou RPM je to, že při jejich řešení není potřeba nijak pracovat se slovy, ať už jejich formou či obsahem. Zároveň je to tzv. culture-fair test, který není závislý na kulturně-sociálním prostředí či vzdělání dítěte (Nicholson & Alcorn, 2008). Nástroj RPM je standardizován v českém prostředí (Ferjenčík & Hromý, 1989) a je poměrně nenáročný na administraci i samotné vyhodnocování. Testování nevyžaduje žádný hlubší vztah mezi examinátorem a probandem. Test je určen k testování probandů ve věkovém rozpětí 6 – 65 let.

Tento psychometrický test obsahuje šedesát úkolů, seřazených do pěti setů - A, B, C, D, E, z nichž každý obsahuje dvanáct úloh. Obtížnost všech položek se postupně zvyšuje v jednotlivých setech. Úkolem probanda bylo dosazení z 6 nebo 8 předtištěných diagramů toho, který jako jediný logicky zapadá do vynechaného místa na ploše se základním vzorem. Sety se od sebe kromě obtížnosti liší i svým zaměřením (Svoboda et al., 2015):

- Set A – zaměřen na pozornost, statickou představivost a schopnost vizuální diskriminace. Při řešení je potřeba analýza a syntéza obrazce a hledání souvislostí.
- Set B – zaměřen na pochopení analogie obrazců, lineární rozlišování a usuzování.
- Set C – zaměřen na představivost a pochopení změn ve vertikálním a horizontálním směru.
- Set D – zaměřen na schopnost postřehu a pochopení principu kvantitativní a kvalitativní změny. Jednotlivé tvary se mění současně ve vertikálním i v horizontálním směru.
- Set E – zaměřen na abstrakci a určitou analogii k aritmetickým operacím.

V průběhu řešení úloh jsou angažovány tři druhy psychických procesů: vnímání (percepce), pozornost a myšlení (Svoboda et al., 2015).

Test byl probandům administrován dle pokynů k administraci, které jsou součástí této metody. Testování probíhalo hromadně v papírové podobě. Test byl tedy rozdán celé třídě. V rámci vysvětlení úkolu byl uveden i společný příklad vyřešení úlohy a zápisu odpovědi do záznamového archu. Následně examinátor ověřoval, zda opravdu probandi porozuměli instrukcím a postupně všechny obcházel v průběhu řešení prvních pěti snadných úkolů setu A. Následně již nechal examinátor probandy v klidu a samostatně pracovat. Při odevzdání archu byl zaznamenán celkový čas práce s testem, ačkoli časová hranice nebyla stanovena. Většině probandů stačila k vyřešení testu necelá jedna hodina.

U hodnocení testu jsme sledovali počet správně vyplněných odpovědí tzv. hrubý skóre a také, jako doplňkový faktor, čas, který proband k vyplnění testu potřeboval. Probandi mohli dosáhnout maximální počet 60 správných odpovědí, tzn. maximálně 60 bodů hrubého skóre. Probandem dosažený výsledek byl porovnán s procentuální frekvencí u vzorku normální populace dle jeho věkové skupiny. Výsledek lze také na základě tabulek převést na deviační inteligenční kvocient, nicméně tuto možnost jsme nevyužili, jelikož tento údaj pro nás není ničím zásadní.

### **7.2.3 Volnočasová pohybová aktivita**

Jelikož je pohybová aktivita, a s ní související pohybová zkušenost, faktorem, který se zásadně podílí na psychomotorickém vývoji, rozhodli jsme se u dětí zjistit účast v organizované pohybové anebo sportovní činnosti/aktivitě. K tomu bylo využito upravené otázky z dotazníkového šetření COMPASS II (Rychtecký et al. 2006). Zda, a jak často, děti navštěvují nějaký organizovaný pohybový kroužek.

### **7.2.4 Antropometrické měření**

Doprovodnými proměnnými v současné studii byl sběr základních antropometrických parametrů tělesné výšky a tělesné hmotnosti.

Tělesná výška byla měřena přenosným nástěnným antropometrem A213 s přesností na 0.5 cm. Pro měření tělesné hmotnosti byla použita elektronická váha TPLZ1T46CLNDBI300 s přesností měření 0.1 kg. Měření bylo prováděno bez obuvi a v oděvu na cvičení.

Z parametrů tělesné výšky a tělesné hmotnosti byl vypočten index tělesného statusu neboli body mass index (BMI). Získané hodnoty byly převedeny dle norem z 6. Celostátního antropologického výzkumu dětí a mládeže v ČR (Bláha et al., 2005) dle věku a pohlaví na percentilové ekvivalenty.

### **7.3 Celková realizace testování**

Testování všech probandů mladšího školního věku jedné školy proběhlo v průběhu dvou týdnů vždy po jednotlivých třídách. Testování dětí ze ZŠ Školní v Chodově proběhlo v termínu od 13. 10. 2014 do 24. 10. 2014 v dopoledních hodinách v rámci výuky pod dohledem examinátorů. Opakované testování dětí ze ZŠ Školní v Chodově proběhlo v termínu od 13. 4. 2015 do 24. 4. 2015 stejným způsobem. Testování dětí ze ZŠ a MŠ Lyčkovo náměstí proběhlo v termínu od 3. 11. 2014 do 14. 11. 2014 v dopoledních hodinách v rámci výuky pod dohledem examinátorů. Opakované testování dětí ze ZŠ a MŠ Lyčkovo náměstí proběhlo v termínu od 4. 5. 2015 do 15. 5. 2015 stejným způsobem.

Nejdříve děti absolvovaly test RPM, po jeho vyplnění se přesunuly v doprovodu vyučujícího do tělocvičny, kde u dětí byla změřena tělesná výška, poté tělesná hmotnost. Následovalo testování pomocí BOT-2 dle stanoveného postupu. Každá třída byla rozdělena do menších skupinek, které postupně obcházely jednotlivá stanoviště, kde plnily výše popsané úkoly subtestů. K testování byly využity prostory tělocvičny ZŠ Školní v Chodově a tělocvičny ZŠ a MŠ Lyčkovo náměstí, vyjma konstruktivní jemné motoriky, při které bylo potřeba plné koncentrace probandů. Oblast jemné motoriky byla testována v oddělené třídě. Každý výkon byl ihned zaznamenán do předem připravených formulářů. Konečnou administrativní část vyhodnocování výsledků prováděla pouze jedna k tomu určená a proškolená osoba (autor práce). Již při prvním měření byl se školami domluven termín druhého měření. Školy a jejich žáci absolvovali druhé měření ve stejném pořadí jako v měření prvním. Druhé měření bylo realizováno 6 měsíců po provedení prvního testování. Před druhým měřením se děti nedozvěděly správné odpovědi z prvního testování RPM, aby nedošlo k výraznému zkreslení na základě předchozí zkušenosti s testem.

## 7.4 Vymezení směrů působení proměnných uvnitř strukturálního modelu

Předchozí experimentální studie, které se danou problematikou zabývaly, odhalily, že motorický vývoj a jeho rychlost i kvalita ovlivňují kognitivní funkce (Michel et al., 2016; Libertus, & Violi, 2016). Tyto výzkumy však hodnotily vliv „pouze“ manifestních motorických proměnných tj., výkonů v motorických testech na úroveň kognitivních parametrů tj., výkonů v kognitivních testech. V této studii jsme proto vycházeli z výsledků těchto experimentálních výzkumů a definovali jsme strukturální vazby v oblasti motorické vyspělosti a její vliv na úroveň neverbální složky inteligence v tzv., strukturálním modelu. Ten je postaven na základě přijímané teorie a předpokládá definování vztahů mezi manifestními a latentními proměnnými a také určení regresních směrů u latentních proměnných (Kline, 2015). Tento regresní směr může označovat v definovaném strukturálním modelu vliv a je znám jako tzv. cause effect (Bollen, & Pearl, 2013; Fan et al., 2016). Jelikož v naší studii jako závislou proměnnou uvažujeme úroveň neverbální složky inteligence, definovali jsme v našem modelu cause effect pouze od latentní proměnné „Motorická vyspělost“ na latentní proměnnou „Úroveň neverbální složky inteligence“. Tento předpoklad jsme formulovali opět na základě výsledků předchozích výzkumů zjištěných u jedinců od kojeneckého věku do věku školního (Campos et al., 1992; Soska et al., 2010; Karasik et al., 2014; Frick & Möhring, 2016). V této výzkumné práci se tedy ptáme kolik rozptylu z výsledků závisle proměnné „Úroveň neverbální složky inteligence“ vysvětluje nezávisle „Motorická vyspělost“. Společný rozptyl tedy nechápeme jako vztah mezi motorickou vyspělostí a neverbální inteligencí, ale jako vliv úrovně motorické vyspělosti na úroveň neverbální inteligence. Možnost hovořit o nezávisle proměnné (motorická vyspělost) jako o prediktoru je v tomto případě první moment, kdy překračujeme rovinu vztahu. V případě ověřování hypotézy týkající se vlivu jedné latentní proměnné na druhou uvnitř definovaného strukturálního modelu je však vhodnější hovořit o cause effect, než o vlivu. Cause effect je „měkčí“ název pro vliv-příčinnost, causality (Brown, 2015). Dle Pearl (2012) je totiž o příčinnosti a vlivu možné hovořit pouze v situaci, kdy po jevu X vždy nastane jev Y.

## 7.5 Statistické zpracování výsledků práce

V prvním kroku byla data analyzována dle metodiky Exploratory Data Analysis (Hendl, 2012), kdy bylo provedeno zhodnocení variability výsledků, filtrování potencionálních outliers a jejich případná četnost. Následně jsme provedli analýzu normality dat. Ověření normality bylo nutné provést ve dvou krocích. Jelikož hlavním předmětem analýzy bylo určování míru vlivu motorické vyspělosti, určené na základě výsledků BOT-2 a následně i vliv jednotlivých konstruktů motorické vyspělosti v BOT-2 na výkon v RPM, bylo nezbytné nejprve analyzovat psychometrické vlastnosti a strukturu BOT-2 i RPM. I přes to, že autoři obou baterií ve svém manuálu uvádějí vysoké parametry diagnostické kvality BOT-2, chtěli jsme v naší práci zjistit, jak se tyto nástroje chovají v prostředí, ve kterém byla sesbírána data. K tomu bylo zapotřebí provést ověření tzv. Multivariate normality. To bylo zjištěno prostřednictvím Mardias testu, jehož kritická hodnota pro zamítnutí multivariate normality byla dle standardů stanovena na hladině 1.96 (Ferron & Hess, 2007; Muthén & Muthén, 2010). Jelikož byla multivariate normalita zamítnuta, použili jsme pro samotnou analýzu ověření fitu modelu každého ze základních konstruktů BOT-2 i Ravenových progresivních matic k aproximaci generické reliability každého z konstruktů robustní odhad parametru Maximum likelihood (MLR)(Muthén, 2010). Pro akceptování modelu se budeme řídit doporučeními splnění kriteriálních hodnot indexů fitu comparative fit index (CFI) >0,95, Tukey-Lewis index (TLI) >0,90, root mean square error of approximation (RMSEA) <0,08 a velikostí chí-kvadrátu s příslušnými stupni volnosti a koeficientem významnosti modelu  $p < 0.05$  (McDonald, 1999; Maydeu-Olivares & McArdle, 2005; Kline, 2011). Akceptovatelná hodnota generické reliability McDonald  $\omega \leq 0.75$  (Portney & Watkins, 1993; Kline, 2011). Na základě našich zjištění, jsme se následně rozhodli následně použít Multigroup modeling přístup, kdy je struktura každého nástroje analyzována pro chlapce a dívky zvlášť. Výsledky těchto analýz ukázaly významné odlišnosti diskriminativních schopností indikátorů BOT-2 i RPM ve vztahu k pohlaví, a proto jsme místo běžně používaných standardních skóre z každého konstruktů sečtených do celkového tzv. kompozitního skóre pracovali s váženými skóre zohledňujícími pohlavní rozdíly. Tyto vážené skóre jsme poté použili ve strukturálním modelování i regresních analýzách. V analytické části jsou prezentovány výsledky pro obě pohlaví dohromady i pro chlapce a dívky zvlášť. V regresních analýzách, které se zaměřily na zjišťování důležitosti motorické vyspělosti pro výkon v RPM se zohledněním věku probandů (jedná se o tři věkové skupiny), ale

s váženými skóry jsme nejprve ověřili normalitu dat dle parametrů Skewness, kurtosis, a následně provedeme i Shapiro-Wilkův a Di Agostiniho test normality (Kerlinger & Lee, 2000). Na základě výsledků, zejména nezamítnutí univariate normality výsledku BOT-2, jsme se rozhodli použít lineární vícenásobnou regresní analýzu s hodnotou klinické významnosti  $R^2 < 0,1$  (Cohen, 2013) významností modelu  $p < 0,05$  a Pearsonův korelační koeficient. Pro analýzu odlišností ve výkonech v BOT-2 a RPM, s ohledem na pohlaví nebo typ školy, byly použity dvě formy (párový, dvou-výběrový) T-testů  $p < 0.05$  a Effect size *Cohen d* nebo Hedgesovo *g*  $> 0.5$  (Grissom & Kim, 2012). Data byla zpracována v softwarech NCSS2007 (Hintze, 2007) a M-plus 6<sup>th</sup> edition (Muthén & Muthén, 2010).

## 8 VÝSLEDKY

Celkem se obou měření zúčastnilo 396 dětí ze dvou základních škol: ZŠ Školní v Chodově a ZŠ a MŠ Lyčkovo náměstí. Z tohoto počtu bylo 214 chlapců (54,1 %) a 182 dívek (45,9 %) ve věku 6 až 11 let. Průměrný věk u chlapců byl  $8,9 \pm 1,3$ , u dívek  $8,9 \pm 1,3$ . Pomocí dvouvýběrového T-testu nebyla zjištěna významná odlišnost ( $p > 0,05$ ) v chronologickém věku mezi chlapci a dívkami. Na základě tohoto faktu jsme mohli začít zjišťovat odlišnosti v motorické vyspělosti mezi chlapci a dívkami.

Ve výsledkové části jsou uváděny výkony z BOT-2 buď ve formě Scale score (SC) nebo Standard score (SS). Tento formát výsledků zohledňuje věk a pohlaví probandů.

Výsledková část se dělí na tři podkapitoly. V první podkapitole jsou analyzovány výsledky BOT-2 a RPM z prvního měření. Ve druhé podkapitole jsou analyzovány výsledky BOT-2 a RPM z druhého měření a ve třetí podkapitole jsou pomocí T-testů zjišťovány rozdíly mezi prvním a druhým měřením.

### 8.1 První měření

U prvního měření jsme nejprve udělali deskriptivní analýzu výsledků z BOT-2 a RPM. Následně jsme provedli konfirmační faktorové analýzy u BOT-2 a RPM. V další části jsme vytvořili strukturální modely BOT-2 a RPM jak bez zohlednění pohlaví, tak i s ním. Jako další byla zjišťována síla vztahů mezi jednotlivými konstrukty BOT-2 a výkonem v RPM se zohledněním věku dětí (6 – 7 let, 8 – 9 let, 10 – 11 let). Na závěr této podkapitoly jsme pomocí vícenásobných regresí zjišťovali prediktory pro výkon v RPM ve třech věkových kategoriích: 6 - 7 let, 8 - 9 let, 10 - 11 let.

#### 8.1.1 Deskriptivní analýza výsledků z BOT-2 a RPM- první měření

V prvním kroku jsme provedli deskriptivní analýzu výsledků z BOT-2 a RPM, v tomto případě zatím bez zohlednění věku či pohlaví



### 8.1.1.1 *BOT-2 Deskriptivní analýza - první měření*

**Tabulka 3** Výsledky úrovně motorické vyspělosti BOT-2 u dětí mladšího školního věku – první měření

Název testu	Scale Score	Standard Score
Jemná motorika přesnost	11,7 ±3,8	
Jemná motorika integrovaná	13,8±3,9	
<b>Jemná motorika</b>		<b>44,6±8,0</b>
Manuální zručnost	15,3 ±4,4	
Koordinace HK	11,5 ±5,0	
<b>Manuální koordinace</b>		<b>45,9 ±9,1</b>
Bilaterální koordinace	10,9 ±4,3	
Rovnováha	11,4 ±3,6	
<b>Koordinace těla</b>		<b>40,2 ±6,9</b>
Rychlost hbitost	12,8 ±4,0	
Síla	17,2 ±3,7	
<b>Síla a agilita</b>		<b>50,1 ±7.6</b>
<b>BOT-CF celkem</b>		<b>43,4 ±7,4</b>

V tabulce (Tab. 3) jsou uvedeny základní statistické charakteristiky výsledků všech sledovaných oblastí BOT-2. Z výsledků je patrné, že nejobtížnější pro probandy byl konstrukt koordinace těla. Největší obtížnost pak představoval subtest bilaterální koordinace. Na druhou stranu v subtestech zahrnujících aspekty tělesné zdatnosti, jako je síla, rychlost a agilita, dosáhly děti obecně nejlepších výsledků. Celkově v jednotlivých subtestech dosáhly děti průměrných, podprůměrných nebo nadprůměrných výsledků. Co se týče variability výsledků, které jsme zjistili, tak zde nebyly pozorovány žádné výrazné odchylky od výsledků předchozích studií nebo oproti původní studii (Bruininks & Bruininks, 2005). Celkové průměrně dosažené skóre BOT-2 (43,4±7,4) představuje výsledek odpovídající průměrné úrovni motorické vyspělosti dle normy (Bruininks & Bruininks, 2005).

### 8.1.1.2 *RPM deskriptivní analýza - první měření*

Každé dítě postupně vyplňovalo 5 setů matic A - E, z nichž každý je orientován na jiné myšlenkové postupy (set A – zaměřen na pozornost, statickou představivost a

schopnost vizuální diskriminace; set B – zaměřen na pochopení analogie obrazců, lineární rozlišování a usuzování; set C – zaměřen na představivost a pochopení změn ve vertikálním a horizontálním směru; set D – zaměřen na schopnost postřehu a pochopení principu kvantitativní a kvalitativní změny; set E – zaměřen na abstrakci a určitou analogii k aritmetickým operacím). V každém setu mohlo dítě vždy získat maximálně 12 bodů. Součtem těchto pěti dílčích výsledků získáme celkový hrubý skóre. Celkově tedy bylo možné dosáhnout v Ravenových progresivních maticích (RPM) maximálně hodnoty 60 bodů. Nepovažovali jsme za nutné převádět jednotlivé hodnoty dosažených hrubých skóre konkrétních zkoumaných osob na hodnoty IQ. Tento hrubý skóre lze jednoduše převést na percentilovou hodnotu dle Ravena (2000). Proto jsme, místo převodu hodnot hrubých skóre na IQ, udělali četnosti dosažených výsledků a porovnali je s percentilovými normami (Tab. 4).

**Tabulka 4** RPM - četnosti dosažení hrubých skóre dle norem pro 9leté děti (Raven, 2000) - první měření

RPM počet bodů	percentil	četnosti 1. měření	
0 – 17	0 - 10	n=25	6,3 %
18 – 25	10 - 25	n=59	14,9 %
26 – 33	25 - 50	n=106	26,8 %
34 – 38	50 - 75	n=88	22,2 %
39 – 42	75 - 90	n=61	15,4 %
43 a víc	90 a víc	n=57	14,4 %

V prvním měření v celkovém hodnocení RPM v rámci mezinárodních studií i původnímu standardu (Raven, 2000) odpovídaly průměrné výsledky ( $33,1 \pm 9,2$ ) přibližně 50 percentilu. Nejvyšší četnost zastoupení ve výsledcích měl zisk 26 – 33 bodů ( $n = 106$  dětí) odpovídající 25 – 50 percentilu. Druhé nejčetnější zastoupení mezi výsledky v prvním měření měl zisk 34 – 38 bodů ( $n = 88$  dětí) odpovídající 50 – 75 percentilu. Z těchto výsledků je patrné, že výzkumný soubor dětí se ve svých výsledcích RPM i rozložení těchto výsledků neliší od běžné očekávané četnosti výsledků i průměrné úrovně obecné neverbální inteligence (Ferjenčík & Hromý, 1989; Raven, 2000; Pind et al., 2003).

Z výsledků (Tab. 5) je vidět, že náročnost jednotlivých setů postupně narůstá a průměrný počet získaných bodů se u probandů mladšího školního věku snižuje. Nejvíce bodů získaly děti průměrně v setu A (10,2 bodu) zaměřeném na pozornost, statickou představivost a schopnost vizuální diskriminace. Naopak nejobtížnějším setem byl pro děti set E zaměřený na abstrakci a určitou analogii k aritmetickým operacím, ve kterém

získaly děti průměrně pouze 1,9 bodu. Výrazná je v tomto setu i směrodatná odchylka, ukazující na velké rozdíly mezi dětmi v tomto setu. Nízké bodové zisky jsou celkem pochopitelné, jelikož se tyto schopnosti rozvíjejí u dětí až v období staršího školního věku 12 – 15 let (Piaget, 2000).

**Tabulka 5** Celkové průměrné výsledky v jednotlivých setech RPM i celém RPM – první měření

RPM	Výsledek
Set A	10,2 ±1,4
Set B	8,7 ±2,6
Set C	6,3 ±2,6
Set D	6,0 ±2,9
Set E	1,9 ±1,8
Čas	25,6 ±8,0
<b>RPM celkem</b>	<b>33,1 ±9,2</b>

### 8.1.2 Konfirmační faktorové analýzy BOT-2 a RPM – první měření

V následující části předkládáme výsledky analýz, které se vztahují k ověření kvality BOT-2 i RPM. Tento krok je nutný pro následné rozhodnutí, zdali je možné získaným výsledkům ve struktuře hodnocení motorické vyspělosti přiřadit stejnou váhu a zda je tato struktura modelově akceptovatelná.

#### 8.1.2.1 Fit struktura testové baterie BOT-2 - první měření

Dle výsledků (Tab. 6) je patrné, že námi získaná empirická data dobře reflektují strukturu BOT-2. Tento závěr vyplývá z hodnot tzv. indexů fitu modelu, které ve všech případech dosahují akceptovatelné úrovně RMSEA=0,032; SRMR=0,025; CFI=0,99; TLI= 0,98

**Tabulka 6** Fit struktury celkové BOT-2 první měření

Měření	N	S-B $\chi^2$	<i>p</i>	DF	RMSEA	RMSEA 90% C.I.	SRMR	CFI	TLI
První	396	19,44	0,15	14	0,032	0,000 - 0,062	0,025	0,99	0,98

**Legenda:** S-B $\chi^2$  – hodnota chí-kvadrát testu; *p* – hladina významnosti modelu, *p* – významnost model; DF – stupně volnosti; RMSEA – root mean square of approximation; SRMR – standard root mean square of residual, vhodný; CFI – comparative fit index (komparativní index shody); TLI – Tucker–Lewis index.

Při bližší analýze faktorových zátěží (Tab. 7), tj. vztahy mezi subtesty a jednotlivými položkami v BOT-2, je patrné, že nejnižší diskriminační schopnost vykazaly položky hodnotící bilaterální koordinaci, rovnováhu a koordinaci. Naopak nejvíce diskriminujícími testy v hodnocení motorické vyspělosti pomocí BOT-2 se ukázaly položky v oblasti jemné motoriky přesnost a jemné motoriky integrace. Na základě výsledků reziduální matice jsme také zjistili, že nejvíce problematickými částmi BOT-2 jsou subtesty síla a bilaterální koordinace, které v matici normalizovaných reziduí vykazaly nejvíce nevysvětleného rozptylu  $>1,96$  mezi hodnocenými subtesty.

**Tabulka 7** Fit struktury vztahy mezi subtesty a jednotlivými položkami v BOT-2 - první měření

	BOT-2	
	1. Měření	
	$\lambda$	Uniq
<b>Jemná motorika</b>		
Přesnost	0,75	0,43
Integrace	0,76	0,43
<b>Manuální koordinace</b>		
Manuální zručnost	0,65	0,58
Koordinace HK	0,42	0,82
<b>Koordinace těla</b>		
Bilaterální koordinace	0,39	0,85
Rovnováha	0,42	0,82
<b>Síla a agilita</b>		
Rychlost hbitost	0,66	0,56
Síla	0,62	0,62

#### 8.1.2.2 Analýza vztahů mezi jednotlivými konstrukty BOT-2

V dalším kroku analýz jsme se zaměřili na hodnocení vztahu mezi jednotlivými konstrukty BOT-2 (Tab. 8).

**Tabulka 8** Analýza vztahů mezi jednotlivými konstrukty BOT-2 – první měření

Konstrukty BOT-2 první měření	Jemná motorika	Manuální koordinace	Koordinace těla	Síla a agilita
Jemná motorika	1			
Manuální koordinace	0,64	1		
Koordinace těla	0,85	0,84	1	
Síla a agilita	0,60	0,88	0,92	1

Při porovnávání síly korelací (Tab. 8) mezi jednotlivými konstrukty jsme zjistili, že mezi čtyřmi konstrukty motoriky je síla korelace vyšší než 0,8. Tato hodnota korelace mezi např. dvěma konstrukty, či matematicky faktory, je v literatuře (Kline, 2015) považována za hraniční hodnotu, kdy by mělo být uvažováno o sjednocení dvou takto korelujících konstruktů pod jeden konstrukt. V této studii bylo však redukcí počtu konstruktů dosaženo významné  $p < 0,01$  zhoršení všech indexů fitu modelu. Při porovnání konstruktové korelační matice v naší studii s korelační maticí konstruktů BOT-2 původní studie jsme však zjistili, že se námi získané hodnoty od hodnot publikovaných v původní studii významně neliší (více info v diskuzní části práce).

**Tabulka 9** Generická reliabilita BOT-2 pro každý konstrukt – první měření

Konstrukt	Generická reliabilita
Jemná motorika	McDonald $\omega = 0,73$
Manuální koordinace	McDonald $\omega = 0,45$
Koordinace těla	McDonald $\omega = 0,28$
Síla a agilita	McDonald $\omega = 0,58$
<b>Celková generická reliabilita</b>	<b>McDonald <math>\omega = 0,81</math></b>

Na základě získaných hodnot generické reliability u jednotlivých konstruktů motoriky (Tab. 9) jsme se pro další analýzy rozhodli vypočtené Scale score z BOT-2 vždy vážit příslušnou faktorovou zátěží. Tímto přístupem jsme každému motorickému konstruktu mohli přiřadit konkrétní důležitost vycházející z diskriminační síly konstruktů.

Jelikož jsme u probandů měli informaci, zda se účastní pravidelné organizované sportovní činnosti, ověřili jsme ještě potenciaální vliv této sportovní účasti na jednotlivé

konstrukty BOT-2. Výsledky pak ukázaly, že pravidelná účast ve sportu významně a pozitivně ovlivňuje konstrukty: manuální koordinace  $\beta= 0,25$ ,  $p=0,002$ ; koordinace těla  $\beta=0,31$ ,  $p=0,002$ ; síla agilita  $\beta=0,37$ ,  $p<0,001$ .

### 8.1.2.3 *Fit struktura BOT-2 se zohledněním pohlaví – první měření*

I přestože BOT-2 ve svém hodnocení formou Scale score zohledňuje věk a pohlaví, chtěli jsme v naší studii ověřit, zda navrhované faktorové struktury BOT-2 nemají významně odlišnou diagnostickou kvalitu při zohlednění pohlaví. Hlavním parametrem, který zde byl sledován, byl chí kvadrát modelu s kritickou hranicí významné odlišnosti 3,48 na jeden stupeň volnosti dle manuálu M-plus (Muthen & Muthen 2010).

**Tabulka 10** Fit celkové struktury BOT-2 multigroup modeling rozdíly mezi dívkami a chlapci – první měření

Měření	N	S-B $\chi^2$	P	DF	RMSEA	RMSEA 90% C.I.	SRMR	CFI	TLI
Dívky	182	46,9	0,003	40	0,061	0,035 - 0,084	0,056	0,95	0,94
Chlapci	214	22,32	0,003	40	0,061	0,035 - 0,084	0,056	0,95	0,94

**Legenda:** S-B $\chi^2$  – hodnota chí-kvadrát testu; p – hladina významnosti modelu, p - významnost model; DF – stupně volnosti; RMSEA – root mean square of approximation; SRMR – standard root mean square of residual, vhodný; CFI – comparative fit index (komparativní index shody); TLI – Tucker-Lewis index.

Z výsledků (Tab. 10) je evidentní, že modelovaná struktura BOT-2 je významně lépe reflektována u populace chlapců v porovnání s dívkami. Odlišnost v hodnoceném parametru chí kvadrátu zde byla víc než 24. Z tohoto výsledku v prvním měření vyplývá, že následující analýzy vztahu mezi motorickou vyspělostí v BOT-2 a výkonem v RPM by měly zohledňovat pohlaví probandů.

**Tabulka 11** Fit struktury vztahy mezi subtesty a jednotlivými položkami v BOT-2 se zohledněním pohlaví - první měření

	BOT-2 dívky		BOT-2 chlapci	
	$\lambda$	Uniq	$\lambda$	Uniq
<b>Jemná motorika</b>				
Přesnost	0,72	0,49	0,80	0,37
Integrace	0,70	0,51	0,79	0,38
<b>Manuální koordinace</b>				
Manuální zručnost	0,66	0,57	0,64	0,59
Koordinace HK	0,40	0,84	0,46	0,79
<b>Koordinace těla</b>				
Bilaterální koordinace	0,37	0,87	0,41	0,84
Rovnováha	0,41	0,83	0,48	0,78
<b>Síla a agilita</b>				
Rychlost hbitost	0,65	0,58	0,68	0,56
Síla	0,62	0,63	0,62	0,62

Faktorové zátěže jednotlivých motorických konstruktů byly u chlapců, i když ne významně, silnější v porovnání s dívkami, proto jsme se rozhodli následně analyzovat potenciální odlišnosti v korelacích mezi faktory u dívek a chlapců.

**Tabulka 12** Analýza vztahů mezi jednotlivými konstrukty BOT-2 se zohledněním pohlaví – první měření

<b>Konstrukty BOT-2 Dívky</b>	<b>Jemná motorika</b>	<b>Manuální koordinace</b>	<b>Koordinace těla</b>	<b>Síla, agilita</b>
Jemná motorika	1			
Manuální koordinace	0,64	1		
Koordinace těla	0,89	0,85	1	
Síla a agilita	0,67	0,91	0,97	1
<b>Konstrukty BOT-2 Chlapci</b>	<b>Jemná motorika</b>	<b>Manuální koordinace</b>	<b>Koordinace těla</b>	<b>Síla a agilita</b>
Jemná motorika	1			
Manuální koordinace	0,65	1		
Koordinace těla	0,82	0,84	1	
Síla, agilita	0,54	0,86	0,92	1

Významný rozdíl ve struktuře vztahů BOT-2 u chlapců a dívek (Tab. 12) byl zjištěn v korelaci mezi konstruktem jemná motorika a konstruktem síla, agilita. U chlapců byl tento vztah významně slabší ( $p < 0,05$ ). Také při porovnání ostatních korelací ve výše uvedené matici je zřejmé, že u dívek byly vztahy mezi jednotlivými konstrukty silnější. Za pozornost zejména stojí vztah mezi konstruktem síla, agilita a konstruktem koordinace těla, kdy se u dívek jedná o případ tzv. multikolinearity, tj. když se korelace významně přibližuje k hodnotě 1.

#### 8.1.2.4 *Fit struktura testu RPM - první měření*

Stejnou analýzu jsme provedli u RPM, kde však nebyly nalezeny významné odlišnosti v kvalitě fitu struktury mezi chlapci a dívkami; chlapci  $S-B\chi^2 = 16,83$ , dívky  $S-B\chi^2 = 18,16$ , proto jsme část analýz RPM se zohledněním pohlaví nedělali.

**Tabulka 13** Fit celkové struktury RPM - první měření

<b>Měření</b>	<b>N</b>	<b>S-B<math>\chi^2</math></b>	<b>P</b>	<b>DF</b>	<b>RMSEA</b>	<b>RMSEA 90% C.I.</b>	<b>SRMR</b>	<b>CFI</b>	<b>TLI</b>
<b>První</b>	396	17,3	0,003	5	0,079	0,040 - 0,121	0,021	0,99	0,97

**Legenda:**  $S-B\chi^2$  – hodnota chí-kvadrát testu;  $p$  – hladina významnosti modelu,  $p$  – významnost model;  $DF$  – stupně volnosti;  $RMSEA$  – root mean square of approximation;  $SRMR$  – standard root mean square of residual, vhodný;  $CFI$  – comparative fit index (komparativní index shody);  $TLI$  – Tucker–Lewis index.



Fit struktury RPM se ukázal jako přijatelný. Pouze hodnota fitu indexu RMSEA byla na hranici dobrého až vyhovujícího. Faktorové zátěže mezi jednotlivými sety RPM a konstruktem RPM vykazaly přijatelnou úroveň diskriminace. Nejslabší diskriminační schopnost měl set E hodnotící abstrakci a analogii k aritmetickým operacím. Při bližší analýze výsledků tohoto setu jsme zjistili, že děti zde dosahovaly velmi nízkých hodnot ve velmi nízkém rozpětí. Při analýze reziduální matice (Tab. 14) nevykázal ani jeden ze setů RPM hodnotu normalizovaných reziduí, tj. nevysvětlitelného rozptylu  $>1,96$ .

**Tabulka 14** Fit struktury vztahů mezi jednotlivými sety RPM - první měření

	RPM	
	1. Měření	
	$\lambda$	Uniq
Set A	0,65	0,58
Set B	0,80	0,36
Set C	0,82	0,33
Set D	0,83	0,31
Set E	0,58	0,66

**Tabulka 15** Korelace mezi jednotlivými sety RPM - první měření

Sety	Set A	Set B	Set C	Set D	Set E
Set A	1				
Set B	0.57	1			
Set C	0.53	0.65	1		
Set D	0.50	0.68	0.69	1	
Set E	0.37	0.41	0.50	0.52	1

Při analýze vztahů mezi jednotlivými sety RPM (Tab. 15) bylo zjištěno, že žádné dva sety spolu nekorelují nad hranici 0,8, což znamená, že určené sety RPM hodnotí odlišné oblasti obecné inteligence a nedochází k případům tzv. konstruktové multikolinearity.

V následujícím kroku jsme aproximovali generickou reliabilitu RPM. Jelikož je dle manuálu vždy výsledkem kompozitní skóre v každém setu, byli jsme schopni aproximovat pouze generickou reliabilitu RPM jako celku McDonald  $\omega = 0,86$ . Pro případnou aproximaci generické reliability jednotlivých setů by bylo potřeba modelovat

faktorovou strukturu všech užitých indikátorů RPM, kterých je celkem 60. Pro účely této studie jsme však k tomuto kroku nepřistoupili a pracovali jsme tedy dle hodnotícího manuálu pouze s kompozitními skóry jednotlivých setů.

### 8.1.3 Strukturální model BOT-2 a RPM – první měření

Pro zjištění, zda úroveň motorické vyspělosti hodnocené pomocí BOT-2 významně souvisí s výsledkem aspektů neverbální inteligence hodnocené dle RPM jsme vytvořili strukturální model, který vznikl propojením výše popsaných struktur BOT-2 a RPM.

#### 8.1.3.1 Strukturální model BOT-2 a RPM obě pohlaví - první měření

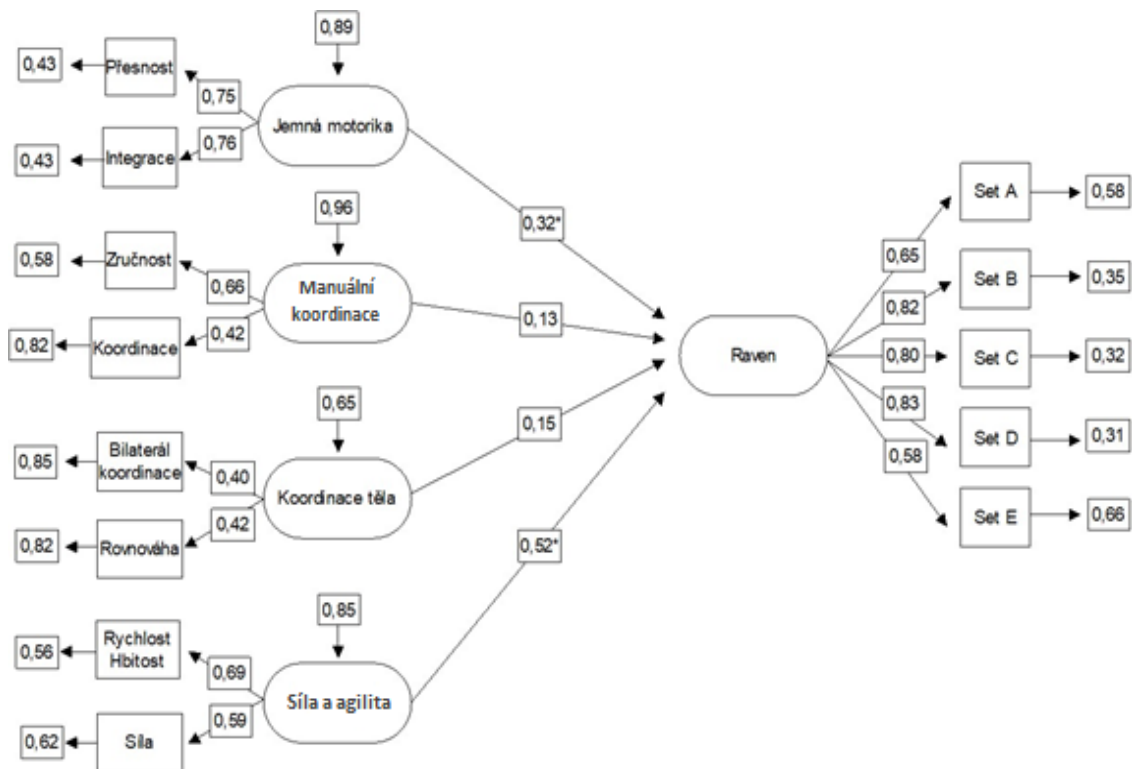
I přesto, že jsme v předchozím bodě ukázali, že struktura motorické vyspělosti – její kvalita se mezi dívkami a chlapci významně liší, rozhodli jsme se v prvním kroku vytvořit strukturální model, který toto zjištění nezohledňuje. Jinými slovy výsledky uvedené v následující tabulce (Tab. 16) a path diagramu (Obr. 5) pracují s populací chlapců i dívek dohromady.

**Tabulka 16** Fit struktury multigroup modeling BOT-2 a RPM - první měření obě pohlaví

Měření	N	S-B $\chi^2$	<i>p</i>	DF	RMSEA	RMSEA 90% C.I.	SRMR	CFI	TLI
První	396	116,8	<0,001	55	0,053	0,040 - 0,067	0,048	0,96	0,95

**Legenda:** S-B $\chi^2$  – hodnota chí-kvadrát testu; *p* – hladina významnosti modelu, *p* - významnost model; DF – stupně volnosti; RMSEA – root mean square of approximation; SRMR – standard root mean square of residual, vhodný; CFI – comparative fit index (komparativní index shody); TLI – Tucker–Lewis index.

**Obrázek 7** Strukturální model BOT-2 a RPM – první měření



Dle výsledku fitu modelu (Tab. 16) je možné model dle jeho kvality přijmout jako akceptovatelný. Z path diagramu (Obr. 7) je zřejmé, že významný vliv na výkon v RPM měla úroveň jemné motoriky a také úroveň síly a agility. Při následném srovnání se ukázalo, že konstrukt síly a agility je významně nejsilnějším ukazatelem pro výkon v RPM. Je nutné na tomto místě prezentovat, že subtest rychlosti, hbitosti a subtest síly obsahuje množství manifestních proměnných, které svou povahou patří především do oblastí dynamické rovnováhy a agility (člunkový běh, překračování kladiny s došlapem obou nohou na každé straně po dobu 15 sekund, skoky po jedné noze na značce na místě po dobu 15 sekund, přeskoky značky snožmo a přeskoky značky po jedné noze po dobu 15 sekund, skok snožmo z místa, sedy-lehy, kliky, výdrž ve dřepu s opřením o stěnu, velryba). Do tohoto modelu jsme následně přidali informaci o účasti probandů ve sportu a tato účast se ukázala v prvním měření jako nevýznamně ovlivňující výkon v RPM  $\beta=0,12$ ,  $p = 0,007$ .

### 8.1.3.2 Strukturální model BOT-2 a RPM se zohledněním pohlaví - první měření

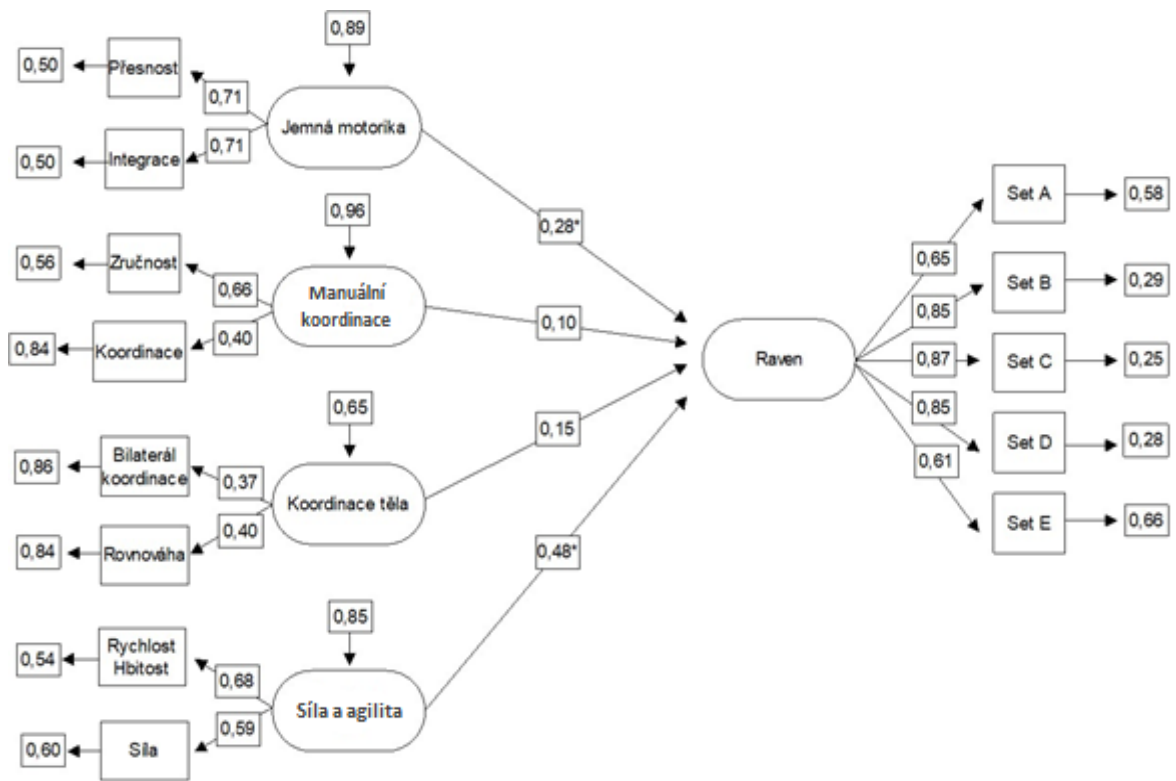
**Tabulka 17** Fit struktury multigroup modeling BOT-2 a RPM se zohledněním pohlaví - první měření

Pohlaví	N	S-B $\chi^2$	<i>p</i>	DF	RMSEA	RMSEA 90% C.I.	SRMR	CFI	TLI
Dívky	182	98,18	0,003	131	0,058	0,044 - 0,071	0,073	0,95	0,94
Chlapci	214	120,44	0,003	131	0,058	0,044 - 0,071	0,073	0,95	0,94

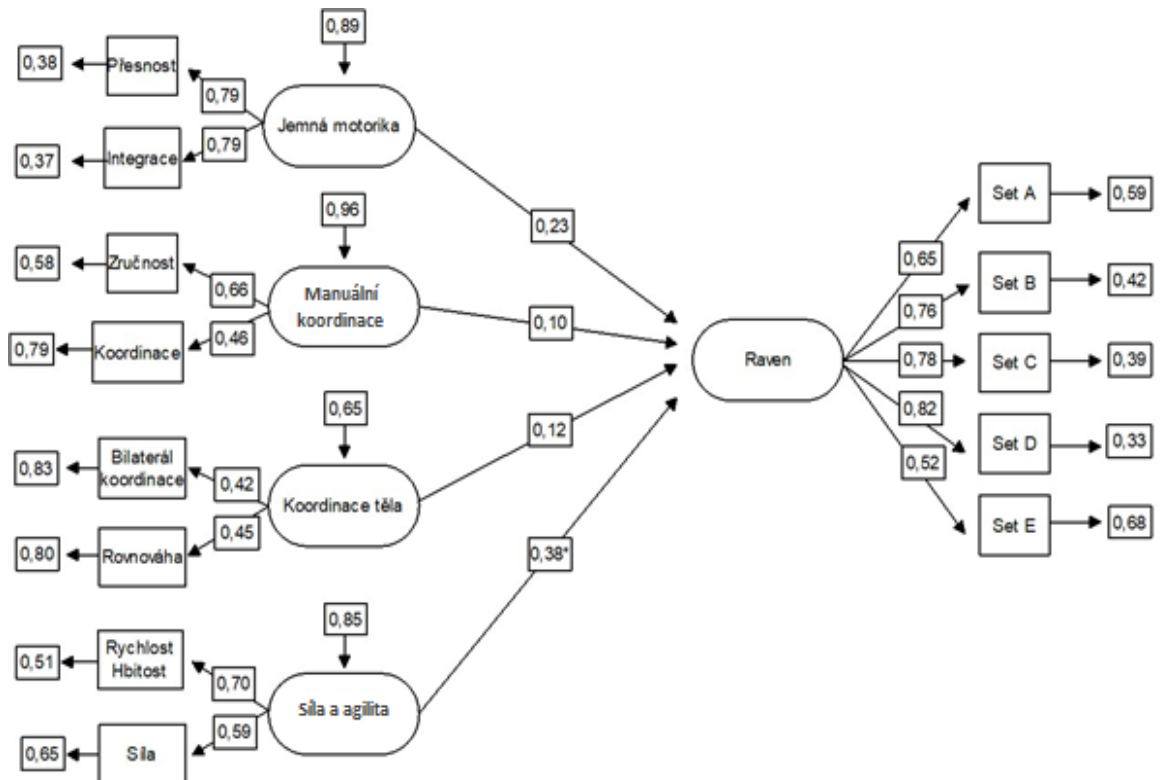
**Legenda:** S-B $\chi^2$  – hodnota chí-kvadrát testu; *p* – hladina významnosti modelu, *p* - významnost model; DF – stupně volnosti; RMSEA – root mean square of approximation; SRMR – standard root mean square of residual, vhodný; CFI – comparative fit index (komparativní index shody); TLI – Tucker–Lewis index.

Z hodnot S-B $\chi^2$  vyplývá, že empirické výsledky získané u dívek významně lépe podporují definovaný strukturální model (Tab. 17) Z následujících path diagramů (Obr. 8 a Obr. 9) je zřejmé, že pouze u dívek byl nalezen významný vliv konstruktů jemné motoriky a konstruktů síla a agilita na úroveň výkonu v RPM. U chlapců byl detekován jako významný pouze konstrukt síla a agilita. Navíc při detailní analýze faktorových zátěží mezi sety RPM a konstruktem RPM bylo odhaleno, že u chlapců jsou zátěže zejména u setů B (pochopení analogie obrazců, lineární rozlišování a usuzování) a setu C (představitivost a pochopení změn ve vertikálním a horizontálním směru) nižší v porovnání s dívkami.

**Obrázek 8** Strukturální model BOT-2 a RPM u dívek – první měření



**Obrázek 9** Strukturální model BOT-2 a RPM u chlapců – první měření



Při analýze reziduální matice byly taktéž zjištěny mezi chlapci a dívkami významné odlišnosti. U dívek se ukázala jako problematická rezidua u reziduální korelace mezi konstrukty: manuální koordinace a silou; silou a setem D, které byly vždy  $>1,96$ . U chlapců byla vysoká rezidua  $>1,96$  zjištěna v reziduálních korelacích mezi subkonstrukty: bilaterální koordinace a set B; rychlost hbitost a set C; síla a set B; síla a set D; síla a set E. Také z tohoto důvodu byl odhadnut regresní koeficient mezi výkonem v RPM a celkovou úrovní motorické vyspělosti významný pouze u dívek  $\beta=0,323$   $p<0,01$ . chlapci  $\beta= 0,17$ ,  $p=0,07$ .

#### 8.1.4 Síla vztahů mezi jednotlivými sub-koncepty BOT-2 a výkonem v RPM se zohledněním věku dětí – první měření

Jako poslední krok jsme v této části analýz zjišťovali pomocí Kendal Tau korelačního koeficientu sílu vztahu mezi jednotlivými subtesty BOT-2 a výkonem v RPM se zohledněním věku dětí. V tabulce (Tab. 18) jsou proto uvedeny korelace u tří věkových skupin.

**Tabulka 18** Korelace mezi subtesty z BOT-2 a RPM dle věkových skupin – první měření

Subtesty	RPM 6 - 7 let (n=124)	RPM 8 - 9 let (n= 178)	RPM 10 - 11 let (n = 94)
Jemná motorika přesnost	0,38	0,22	0,38
Jemná motorika integrace	0,41	0,25	0,38
Manuální zručnost	0,13	0,13	0,41
Koordinace HK	0,05	0,12	0,15
Bilaterální koordinace	0,33	0,30	0,29
Rovnováha	0,25	0,17	0,36
Rychlost, hbitost	0,39	0,34	0,39
Síla	0,05	0,13	0,30
<b>BOT-2 celkem</b>	<b>0,39</b>	<b>0,28</b>	<b>0,34</b>

Z předložených výsledků (Tab. 18) vyplývá, že významně odlišná síla vztahu mezi RPM a BOT-2 byla zjištěna v pěti subtestech BOT-2. V případě jemné motoriky přesnosti byl vztah mezi RPM a jemná motorika přesnost významně slabší u kategorie 8 – 9 let ( $z=3.04$ ,  $p<0.001$ ). Stejný výsledek byl zjištěn také v případě subtestu jemná motorika integrace ( $z=3.09$ ,  $p<0.001$ ) a rovnováhy ( $z=3.04$ ,  $p<0.001$ ). Naproti tomu, v subtestu manuální zručnosti a síly byl významně silnější vztah mezi RPM a manuální

zručností, respektive silou, nalezen u věkové kategorie dětí 10 – 11 let ( $z=4.48$ ,  $p<0.001$ ) respektive ( $z=3.87$ ,  $p<0.001$ ).

### 8.1.5 Vícenásobné regrese: prediktory - BMI, chronologický věk, standardizovaný skór BOT-2, týdenní účast ve sportu a závisle proměnná výkon v RPM dle věkových kategorií (6 – 7 let, 8 – 9 let, 10 – 11 let) – první měření

V poslední analýze nás zajímalo, zda BMI, věk, výsledek v BOT-2 a týdenní účast ve sportu budou významnými prediktory pro výkon v RPM ve třech věkových kategoriích (6 – 7 let; 8 – 9 let; 10 - 11 let), u kterých jsme zkoumali vztah mezi jednotlivými konstrukty BOT-2 a výkonem v RPM.

V prvním regresním modelu (Tab. 19) jsme pro každou věkovou kategorii použili čtyři prediktory: 1. BMI; 2. věk; 3. standardizovaný BOT-2 výsledek; 4. týdenní účast ve sportu

**Tabulka 19** Regresní modely s prediktory BMI, věk, standardizovaný BOT- výsledek, týdenní účast ve sportu a závisle proměnnou výsledkem v RPM - první měření

	R <sup>2</sup> adjusted	Významné prediktory v modelu	Regresní koeficient	CI 95%	Kritériální F hodnota	P hodnota
<b>6-7 let</b>	0,13	BOT-2	0,47 ( $\beta=0,39$ )	0,23 – 0,71	5,67	< 0,001
<b>8-9 let</b>	0,22	BOT-2 věk	0,30 ( $\beta=0,24$ ) 5,9 ( $\beta=0,39$ )	0,12 – 0,47 3,8 – 8,0	11 31,5	<0,001
<b>10-11 let</b>	0,18	BOT-2	0,45 ( $\beta=0,36$ )	0,20 – 0,70	12,6	<0,001

**Legenda:** R<sup>2</sup> adjusted – korigovaný koeficient determinace vysvětlující množství rozptylu závisle proměnné RPM vysvětleného regresním modelem.

Z výsledků (Tab. 18) je patrné, že koeficient determinace R<sup>2</sup>, který poukazuje na množství vysvětleného rozptylu závisle proměnné (výkon v RPM) a zvolenými nezávislými proměnnými (prediktory) se mezi jednotlivými věkovými kategoriemi liší s tím, že nejsilnější byl tento model u 8 - 9 letých dětí, kdy zvolené prediktory vysvětlily 22 % rozptylu výkonu v RPM. Ve všech věkových kategoriích byl významným prediktorem celkový výkon v BOT-2, kterým jsme posuzovali motorickou vyspělost dětí. Pouze u kategorie 8 - 9 letých dětí byl kromě výkonu v BOT-2 významným prediktorem s přímou úměrou také kalendářní věk. Ani v jednom modelu se neukázala jako významná pro výkon v RPM týdenní účast ve sportu. Nicméně při porovnání výsledků regresních

modelů bylo zřejmé, že se zvyšujícím se věkem nabývá týdenní účast ve sportu na výkon v RPM na důležitosti (6 - 7 let:  $p=0,82$ ; 8 - 9 let:  $p=0,54$ ; 10 - 11 let  $p=0,07$ ). Pro zjištění změny síly modelu, nebo odlišnosti v důležitosti jednotlivých významných prediktorů (týká se pouze kategorie 8 - 9 letých) jsme provedli backwise regresní analýzy (Tab. 19). V případě 6 - 7 letých a 10 - 11 letých dětí jsme definovali pouze jednoduchou regresní analýzu s prediktorem BOT-2 a predikantem výkon v RPM. V případě dětí 8 - 9 letých jsme provedli dvě jednoduché regresní analýzy, kdy jsme v prvním případě zkoumali samotný vliv výkonu BOT-2 na RPM a ve druhém případě samotný vliv kalendářního věku na výkon v RPM.

**Tabulka 20** Výsledky Backwise regresních analýz s použitím pouze významných prediktorů identifikovaných v předchozích regresních modelech – první měření

	<b>R<sup>2</sup> adjusted</b>	<b>Významné prediktory v modelu</b>	<b>Regresní koeficient</b>	<b>CI 95%</b>	<b>Kritériální F hodnota</b>	<b>P hodnota</b>
<b>6 - 7 let</b>	0,15	BOT-2	0,15 ( $\beta=0,39$ )	0,09 – 0,21	22,3	<0,001
<b>8 - 9 let</b>	0,07	BOT-2	0,11 ( $\beta=0,29$ )	0,06 – 0,17	15,31	<0,001
	0,17	Věk	6,3 ( $\beta=0,41$ )	4,2 – 8,4	36,17	<0,001
<b>10-11 let</b>	0,11	BOT-2	0,15 ( $\beta=0,34$ )	0,07 – 0,24	12,03	<0,001

*Legenda: R<sup>2</sup> adjusted – korigovaný koeficient determinace vysvětlující množství rozptylu závisle proměnné RPM vysvětleného regresním modelem.*

Z výsledků backwise regresních analýz (Tab. 20) vyplývá, že u věkové kategorie 6 - 7 let je jediným významným prediktorem výkon v BOT-2 ukazující úroveň motorické vyspělosti. V případě 8 - 9 letých dětí byly zjištěny dva významné prediktory: věk a výsledek BOT-2. Při backwise regresní analýze však bylo odhaleno, že důležitějším prediktorem pro výkon v RPM je věk v porovnání s výkonem v BOT-2. U 10 - 11 letých dětí je stejně jako nejmladší věkové kategorie jediným významným prediktorem výkon v BOT-2, nicméně z parametrů F testů i standardizovaných regresních koeficientů a konfidenčních intervalů je zřejmé, že u nejstarší věkové kategorie je model nejslabší.



### 8.1.6 Sumarizace první měření

1. Nejobtížnější subtest BOT-2 - bilaterální koordinace.
2. Akceptovatelná kvalita struktury BOT-2 i RPM.
3. Odlišná síla faktorových zátěží jednotlivých konstruktů BOT-2 (manuální koordinace a koordinace těla – slabé zátěže).
4. Nestejná reliabilita jednotlivých subtestů v rámci BOT-2.
5. Z výše uvedeného, nutnost vážení scale skóre příslušnou faktorovou zátěží.
6. Odlišná kvalita modelu BOT-2 mezi chlapci a dívkami, proto je nutné provést následující analýzy vždy také se zohledněním pohlaví.
7. Významný vliv na úroveň neverbální inteligence hodnocenou dle RPM měla v komplexním modelu, tj. bez zohlednění pohlaví, úroveň jemné motoriky a úroveň síly a agility.
8. Separátní strukturální modely, definované pro chlapce a dívky zvlášť, ukázaly, že úroveň jemné motoriky a síly a agility mají významný vliv na úroveň neverbální inteligence hodnocenou RPM pouze u dívek. U chlapců byl jediným významným konstruktem, jehož úroveň měla pozitivní vliv na úroveň neverbální inteligence konstrukt síla a agilita.
9. Strukturální modely motorické vyspělosti BOT-2 a neverbální inteligence RPM vykázaly odlišnou kvalitu mezi chlapci a dívkami. Pro dívky se ukázal model silnější a vliv celkové motorické vyspělosti na úroveň neverbální inteligence zde byl, ve srovnání s chlapci, statisticky průkazný.
10. Síla vztahu mezi subtesty BOT-2, celkovým výsledkem BOT-2 a RPM ukázala, že sledované vztahy se s věkem významně nezvyšují.
11. Jediným významným prediktorem pro výkon v RPM v regresních modelech, kde byly nezávislými proměnnými BMI, věk a BOT-2, byl výkon v BOT-2.

## 8.2 Druhé měření

Ve druhém měření jsme postupovali stejně jako při prvním. Nejprve byla provedena deskriptivní analýza výsledků z BOT-2 a RPM. Následně jsme provedli konfirmační faktorové analýzy u BOT-2 a RPM. V další části jsme vytvořili strukturální modely BOT-2 a RPM jak bez zohlednění pohlaví, tak i sním. Jako další byla zjišťována síla vztahů mezi jednotlivými konstrukty BOT-2 a výkonem v RPM se zohledněním věku dětí (6 – 7 let, 8 – 9 let, 10 – 11 let). Na závěr této podkapitoly jsme pomocí vícenásobných regresí zjišťovali prediktory pro výkon v RPM ve třech věkových kategoriích: 6 - 7 let; 8 - 9 let; 10 -11 let.

### 8.2.1 Deskriptivní analýza výsledků z BOT-2 a RPM- druhé měření

Stejně jako při prvním měření jsme také u druhého měření nejprve provedli deskriptivní analýzu výsledků u BOT-2 a RPM.

#### 8.2.1.1 BOT-2 deskriptivní analýza - druhé měření

**Tabulka 21** Výsledky úrovně motorické vyspělosti BOT-2 u dětí mladšího školního věku – druhé měření

Název testu	Scale Score	Standard Score
Jemná motorika přesnost	12,8 ±3,9	
Jemná motorika integrovaná	16,5 ±4,2	
<b>Jemná motorika</b>		<b>49,0±8,5</b>
Manuální zručnost	15,9 ±4,1	
Koordinace HK	14,0 ±5,5	
<b>Manuální koordinace</b>		<b>49,6 ±9,4</b>
Bilaterální koordinace	12,0 ±3,9	
Rovnováha	12,9 ±3,8	
<b>Koordinace těla</b>		<b>43,1 ±7,2</b>
Rychlost hbitost	13,6 ±3,3	
Síla	17,6 ±3,4	
<b>Rychlost, hbitost síla</b>		<b>51,5 ±6,9</b>
<b>BOT-CF celkem</b>		<b>47,3 ±7,4</b>

Z výsledků (Tab. 21) vyplývá, že ve druhém měření dosáhly děti nejnižšího výkonu v konstrukturu koordinace těla celkem. Z hodnot v tab. 21 je patrné, že nejtěžší byly

oba dva subtesty motorického konstruktů celková koordinace tĚla, a to jak bilaterální koordinace, tak rovnováha. Naopak nejvyššího výkonu dosáhly děti v subtestu síly.

Celkové průmĚrnĚ dosažené skóre BOT-2 ( $47,3 \pm 7,4$ ) představuje výkon odpovídající průmĚrnĚ úrovni motorické vyspĚlosti (Bruininks & Bruininks, 2005).

### 8.2.1.2 RPM deskriptivní analýza - druhé měření

I ve druhém měření odpovídaly celkové výsledky dětí dosažené v RPM ( $35,9 \pm 8,1$ ) v rámci mezinárodních studií i původnímu standardu přibližně 50 percentilu (Ferjenčík & Hromý, 1989; Raven, 2000; Pind et al., 2003). Nejvyšší četnost zastoupení ve výsledcích (Tab. 22) měl zisk 29 – 36 bodů ( $n = 136$  dětí) odpovídající 25 – 50 percentilu. Druhé nejčetnější zastoupení mezi výsledky ve druhém měření měl zisk 37 – 41 bodů ( $n = 82$  dětí) odpovídající 50 – 75 percentilu. Z těchto výsledků je patrné, že výzkumný soubor dětí se ve svých výsledcích RPM i rozložení těchto výsledků neliší od běžné očekávané četnosti výsledků i průmĚrnĚ úrovni obecné neverbální inteligence (Ferjenčík & Hromý, 1989; Raven, 2000; Pind et al., 2003).

**Tabulka 22** RPM - četnosti dosažení hrubých skóreů dle norem pro 9,5 leté děti (Raven, 2000) - druhé měření

RPM počet bodů	percentil	četnosti 2. měření	
0 – 19	0 - 10	n=13	3,3 %
20 – 28	10-25	n=59	14,9 %
29 - 36	25 – 50	n=136	34,3 %
37– 41	50 – 75	n=82	20,7 %
42 – 44	75 - 90	n=53	13,4 %
45 a víc	90 a víc	n=53	13,4 %

StejnĚ jako z výsledků v prvním měření RPM, je i z výsledků druhého měření RPM (Tab. 23) patrná zvyšující se náročnost u jednotlivých setů A – E. Při srovnání výsledků prvního a druhého měření jsme zjistili, že u jednotlivých setů děti dosáhly v průmĚru o 0,5 bodu vyššího skóre. StejnĚ jako v prvním měření byla nejvyšší variabilita výkonů zjištěna v setu E, který hodnotí abstrakci a určitou analogii k aritmetickým operacím. V hodnocení celkového skóre s RPM děti dosáhly ve druhém měření o 2,8 bodu lepšího výsledku.

**Tabulka 23** Celkové průměrné výsledky v jednotlivých setech RPM i celém RPM – druhé měření

Název testu	Výsledek
Set A	10,7 ±1,2
Set B	9,3 ±2,0
Set C	7,1 ±2,3
Set D	6,6 ±2,7
Set E	2,2 ±1,9
Čas	26,4 ±8,2
<b>RPM celkem</b>	<b>35,9 ±8,1</b>

### 8.2.2 Konfirmační faktorové analýzy BOT-2 a RPM – druhé měření

V následující části analýz výsledků druhého měření budeme postupovat stejně jako v případě analýz měření prvního. Nejprve bude ověřena kvalita struktury BOT a RPM. Následně bude zjišťována univariance BOT-2 i RPM se zohledněním pohlaví probandů.

#### 8.2.2.1 Fit struktura testové baterie BOT-2 - druhé měření

**Tabulka 24** Fit struktury celkové BOT-2 - druhé měření

Měření	N	S-B $\chi^2$	<i>p</i>	DF	RMSEA	RMSEA 90% C.I.	SRMR	CFI	TLI
<b>Druhé</b>	396	74,04	<0,001	14	0,104	0,087 – 0,128	0,053	0,88	0,76

**Legenda:** S-B $\chi^2$  – hodnota chí-kvadrát testu; *p* – hladina významnosti modelu, *p* - významnost model; DF – stupeň volnosti; RMSEA – root mean square of approximation; SRMR – standard root mean square of residual, vhodný; CFI – comparative fit index (komparativní index shody); TLI – Tucker–Lewis index.

Hodnoty fitu modelu BOT-2 ve druhém měření (Tab. 24) ukázaly, že data získaná ve druhém měření nereflektují strukturu BOT-2. Kromě indexu Standardized Root Mean Square Residual (SRMR), který ukazuje na míru neshody v residuích kovarianční empirické matice s navrženým teoretickým modelem, byly ostatní parametry užití pro vyjádření kvality modelu nad přijatelnými cut off. RMSEA=0,104; CFI=0,88; TLI= 0,76. Významný rozdíl v kvalitě modelů z prvního a druhého měření je patrný také z významně odlišných hodnot S-B $\chi^2$ . Rozdíl v S-B $\chi^2$  mezi prvním a druhým měřením byl 61,38 ( $p<0,001$ ). Kritériem pro určení významné odlišnosti kvality modelu je rozdíl v S-B $\chi^2$  3,48 na jeden stupeň volnosti. V následujících analýzách v kapitole 8.2.2.2 je

představeno, co bylo příčinou výrazného zhoršení kvality modelu v porovnání s výsledky konfirmační faktorové analýzy v BOT-2 v prvním měření.

**Tabulka 25** Fit struktury vztahy mezi subtesty a jednotlivými položkami v BOT-2 bez zohlednění pohlaví - druhé měření

	<b>BOT-2</b>	
	<b>2. Měření</b>	
	$\lambda$	Uniq
<b>Jemná motorika</b>		
Přesnost	0,77	0,41
Integrace	0,68	0,54
<b>Manuální koordinace</b>		
Manuální zručnost	0,68	0,54
Koordinace HK	0,31	0,91
<b>Koordinace těla</b>		
Bilaterální koordinace	0,28	0,92
Rovnováha	0,44	0,81
<b>Síla a agilita</b>		
Rychlost hbitost	0,74	0,46
Síla	0,72	0,48

Ve druhém měření motorické vyspělosti pomocí BOT-2 měly nejnižší diskriminační schopnost, stejně jako v prvním měření, položky hodnotící bilaterální koordinaci, rovnováhu a koordinaci. Faktorové zátěže byly u těchto položek dokonce nižší než při prvním měření (Tab. 25). Naopak nejvíce diskriminujícími testy v hodnocení motorické vyspělosti pomocí BOT-2 se ukázaly položky v subtestu jemné motoriky přesnosti, jemné motoriky integrace a také subtesty rychlost, hbitost i síla. Na základě výsledků reziduální matice jsme také zjistili, že ve druhém měření byly nejvíce problematickými částmi BOT-2 subtesty: jemná motorika integrace, bilaterální koordinace a síla, které v matici normalizovaných reziduí vykazaly nejvíce nevysvětleného rozptylu  $>1,96$  mezi hodnocenými subtesty.

#### 8.2.2.2 *Analýza vztahů mezi jednotlivými konstrukty BOT-2 – druhé měření*

Stejně jako u prvního měření, jsme v dalším kroku analýz zaměřili pozornost na hodnocení vztahu mezi jednotlivými konstrukty BOT-2 (Tab. 25).

**Tabulka 26** Analýza vztahů mezi jednotlivými konstrukty BOT-2 – druhé měření

Konstrukty BOT-2 2. měření	Jemná motorika	Manuální koordinace	Koordinace těla	Síla a agilita
Jemná motorika	1			
Manuální koordinace	0,48	1		
Koordinace těla	0,70	0,67	1	
Síla a agilita	0,24	0,79	0,96	1

Při porovnávání síly korelací mezi jednotlivými konstrukty (Tab. 26) jsme z výsledků druhého měření zjistili, že síla korelace vyšší než 0,8 je přítomna pouze v jednom případě mezi konstrukty síla, agilita a koordinace těla (0,96). Při následném zredukování těchto dvou konstruktů pod jeden společný konstrukt však CFA analýza ukázala tzv. Heywood case, což je případ, kdy se v analýze vyskytne negativní rozptyl, nebo korelace či faktorová zátěž, je vyšší než 1. Oba tyto případy poukazují na závažný problém v navrhovaném modelu. V tomto případě byla zjištěna vyšší korelace než 1 mezi konstrukty síla, agilita + koordinace těla a manuální koordinací. Proto jsme se i přes vysokou korelaci mezi dvěma konstrukty (Tab. 25) rozhodli, v dalších částech analýzy, ponechat tyto konstrukty odděleně. K velmi významnému snížení  $p < 0,05$  síly vztahů došlo, v porovnání s výsledky prvního měření, mezi konstrukty síla, agilita a jemnou motorikou ( $r_1=0,60$ ;  $r_2=0,24$ ), a také mezi konstrukty jemná motorika a manuální koordinace ( $r_1=0,64$ ;  $r_2=0,48$ ).

**Tabulka 27** Generická reliabilita BOT-2 pro každý konstrukt – druhé měření

Konstrukt	Generická reliabilita
Jemná motorika	McDonald $\omega=0,69$
Manuální koordinace	McDonald $\omega=0,41$
Koordinace těla	McDonald $\omega=0,23$
Síla, agilita	McDonald $\omega=0,70$
<b>Celková generická reliabilita</b>	<b>McDonald <math>\omega=0,81</math></b>

Také výsledky druhého měření jsme se před samotnými analýzami strukturálních modelů rozhodli vážit příslušnými faktorovými zátěžemi. Generická reliabilita (Tab. 27) ukázala, stejně jako v případě výsledků prvního měření, že každý z konstruktů BOT-2 odhaduje úroveň latentního traitu s jinou chybou. Ve spojení s odlišnou diskriminativní silou jednotlivých položek, tj. jejich různé důležitosti v konceptu motorické vyspělosti,

by tedy nebylo vhodné užít pro analýzy dat stejnou váhu pro všechny položky tzv. kompositní skór. Zvoleným přístupem jsme každému subtestu mohli přiřadit konkrétní důležitost.

Jelikož jsme i ve druhém měření měli u probandů informaci, zda se účastní pravidelné organizované sportovní činnosti, ověřili jsme ještě potenciaální vliv této sportovní účasti na jednotlivé konstrukty BOT-2. Výsledky pak ukázaly, že pravidelná účast ve sportu významně a pozitivně ovlivňuje manuální koordinaci  $\beta= 0,25$ ,  $p=0,002$ ; koordinaci těla  $\beta=0,31$ ,  $p=0,002$ ; sílu a agilitu  $\beta=0,37$ ,  $p<0,001$ .

### 8.2.2.3 *Fit struktura BOT-2 se zohledněním pohlaví – druhé měření*

Podobně jako v prvním měření jsme zjišťovali, zda navrhované faktorové struktury BOT-2 nemají významně odlišnou diagnostickou kvalitu při zohlednění pohlaví.

**Tabulka 28** Fit celkové struktury BOT-2 multigroup modeling rozdíly mezi dívkami a chlapci – druhé měření

Pohlaví	N	S-B $\chi^2$	p	DF	RMSEA	RMSEA 90% C.I.	SRMR	CFI	TLI
Dívky	182	54,26	0,003	40	0,098	0,078 - 0,120	0,079	0,86	0,80
Chlapci	214	62,33	0,003	40	0,098	0,078 - 0,120	0,079	0,86	0,80

**Legenda:** S-B $\chi^2$  – hodnota chí-kvadrát testu; p – hladina významnosti modelu, p - významnost model; DF – stupně volnosti; RMSEA – root mean square of approximation; SRMR – standard root mean square of residual, vhodný, CFI – comparative fit index (komparativní index shody); TLI – Tucker–Lewis index.

Z hodnot indexů fitu je zřejmé, že kvalita modelu BOT-2 není akceptovatelná RMSEA=, CFI, TLI. Výsledky S-B $\chi^2$  také poukazují, stejně jako v prvním měření, že empirické výsledky získané u dívek lépe podporují definovaný strukturální model (Tab. 28). Nicméně v porovnání s prvním měřením, je rozdíl S-B $\chi^2$  mezi chlapci a dívkami ve druhém měření méně zřetelný. V prvním měření byl rozdíl v S-B $\chi^2$  mezi chlapci a dívkami S-B $\chi^2 = 24,28$  a ve druhém měření S-B $\chi^2 = 8,07$ . Z tohoto výsledku v prvním měření vyplývá, že následující analýzy druhého měření vztahů nebo vlivů mezi motorickou vyspělostí v BOT-2 a výkonem v RPM, by stejně jako v prvním měření, měly zohledňovat pohlaví probandů.

**Tabulka 29** Fit struktury vztahy mezi subtesty a jednotlivými položkami v BOT-2 se zohledněním pohlaví - druhé měření

	BOT-2 dívky		BOT-2 chlapci	
	$\lambda$	Uniq	$\lambda$	Uniq
<b>Jemná motorika</b>				
Přesnost	0,67	0,55	0,66	0,56
Integrace	0,75	0,43	0,81	0,35
<b>Manuální koordinace</b>				
Manuální zručnost	0,62	0,61	0,65	0,58
Koordinace HK	0,33	0,89	0,35	0,88
<b>Koordinace těla</b>				
Bilaterální koordinace	0,27	0,93	0,29	0,92
Rovnováha	0,40	0,84	0,46	0,79
<b>Síla a agilita</b>				
Rychlost hbitost	0,81	0,34	0,81	0,35
Síla	0,64	0,59	0,62	0,62

V případě výsledků z druhého měření bylo zjištěno, že se faktorové zátěže jednotlivých subtěstů mezi chlapci a dívkami významně neliší. Při porovnání těchto faktorových zátěží se zohledněním pohlaví probandů s faktorovými zátěžemi v prvním měření jsme zjistili, že ve druhém měření byly významně oslabeny vztahy mezi subtestem koordinace a konstruktem manuální koordinace; a mezi subtestem rovnováha a konstruktem koordinace těla.



**Tabulka 30** Analýza vztahů mezi jednotlivými konstrukty BOT-2 se zohledněním pohlaví – druhé měření

Konstrukty BOT-2 Dívky	Jemná motorika	Manuální koordinace	Koordinace těla	Síla, agilita
Jemná motorika	1			
Manuální koordinace	0,66	1		
Koordinace těla	0,86	0,66	1	
Síla a agilita	0,42	0,78	0,97	1
Konstrukty BOT-2 Chlapci	Jemná motorika	Manuální koordinace	Koordinace těla	Síla, agilita
Jemná motorika	1			
Manuální koordinace	0,35	1		
Koordinace těla	0,55	0,69	1	
Síla, agilita	-0,02	0,72	0,94	1

Stejně jako v případě výsledků z prvního měření byly zjištěny významně odlišné vztahy mezi konstrukty BOT-2 u dívek a chlapců (Tab. 30). Jednalo se o vztahy mezi jemnou motorikou a silou a agilitou, kdy u chlapců byl tento vztah v porovnání s dívkami významně slabší. K tomu je potřeba dodat, že u chlapců se korelace mezi konstrukty výrazně blížila 0 (0 = žádný vztah) a navíc zde bylo záporné znaménko, které poukazuje v interpretaci na nepřímou úměru mezi dvěma proměnnými. Dále byly u chlapců zjištěny další dva významně slabší vztahy, a to mezi: jemnou motorikou a manuální koordinací; jemnou motorikou a koordinací těla. Tato zjištění poukazují, že u populace chlapců jsou na sobě konstrukty BOT-2 více nezávislé.

#### 8.2.2.4 Fit struktura testu RPM - druhé měření

**Tabulka 31** Fit celkové struktury RPM - druhé měření

Měření	N	S-B $\chi^2$	<i>p</i>	DF	RMSEA	RMSEA 90% C.I.	SRMR	CFI	TLI
Druhé	396	27,8	<0,001	5	0,107	0,071 – 0,148	0,041	0,89	0,79

**Legenda:** S-B $\chi^2$  – hodnota chí-kvadrát testu; *p* – hladina významnosti modelu, *p* – významnost model; DF – stupně volnosti; RMSEA – root mean square of approximation; SRMR – standard root mean square of residual, vhodný; CFI – comparative fit index (komparativní index shody); TLI – Tucker–Lewis index.

Z výsledků CFA druhého měření RPM vyplynulo, že empirická data nereflektují dostatečně faktorovou strukturu RPM. Toto zjištění je patrné (Tab. 31) nízkými

hodnotami indexů fitu modelu RMSEA=0,107; CFI=0,89 a TLI=0,79. Při pohledu na faktorové zátěže jsme také zjistili, že v porovnání s prvním měřením je významně nižší síla vztahů mezi konceptem RPM a setem C, setem D a setem E (Tab. 33).

**Tabulka 32** Fit struktury vztahů mezi jednotlivými sety RPM-druhé měření

	RPM	
	2. Měření	
	$\lambda$	Uniq
Set A	0,65	0,58
Set B	0,79	0,38
Set C	0,30	0,91
Set D	0,29	0,92
Set E	0,36	0,87

**Tabulka 33** Porovnání Fit struktury vztahů mezi jednotlivými sety RPM v prvním a druhém měření

RPM	1. měření	2. měření
	$\lambda$	$\lambda$
Set A	0,65	0,65
Set B	0,80	0,79
Set C	0,82	0,30*
Set D	0,83	0,29*
Set E	0,58	0,36*

\* $p < 0,001$

**Tabulka 34** Korelace mezi jednotlivými sety RPM – druhé měření

RPM	Set A	Set B	Set C	Set D	Set E
Set A	1				
Set B	0,58	1			
Set C	0,51	0,61	1		
Set D	0,42	0,62	0,66	1	
Set E	0,33	0,38	0,46	0,55	1

Při analýze vztahů výsledků druhého měření mezi jednotlivými sety RPM (Tab. 34) bylo stejně jako v případě výsledků prvního měření zjištěno, že žádné dva sety spolu nekorelují nad hranici  $\geq 0,8$ . To znamená, že určené sety RPM hodnotí odlišné oblasti obecné inteligence a nedochází k případům tzv. konstruktové multikolinearity.

Stejně jako v případě prvního měření spolu nejvíce korelovaly set C (představitost a pochopení změn ve vertikálním a horizontálním směru) a set D (schopnost postřehu a pochopení principu kvantitativní a kvalitativní změny). Když jsme porovnali změnu ve vztazích mezi jednotlivými sety prvního a druhého měření, zjistili jsme, že půlroční odstup měření obecné inteligence prostřednictvím RPM nezpůsobil v síle vztahů mezi jednotlivými sety významné odlišnosti  $p < 0.05$ . V následujícím kroku jsme opět aproximovali generickou reliabilitu RPM. Generická reliabilita RPM ve druhém měření se významně zhoršila  $p < 0.01$  McDonald  $\omega = 0,61$ . Toto zhoršení chybovosti odhadu úrovně obecné inteligence bylo dáno zejména významně nižší diskriminační schopností setů C, D a E. V rámci metodologických pravidel je reliabilita pod úrovní 0,70 např. Kline (2011) považována za neakceptovatelnou. V podkapitole 8.2.3.1 Strukturální model BOT-2 a RPM se však ukázalo, že je-li modelován obecná inteligence v souvislosti s úrovní motorické vyspělosti, je generická reliabilita RPM v rámci tohoto strukturálního modelu McDonald  $\omega = 0,84$ . Odlišnosti v generické reliabilitě, jak mezi výsledky z prvního a druhého měření, tak mezi aproximací u struktury samotného RPM i v případě strukturálního modelu, jsme brali v naší studii při interpretaci výsledků v potaz (konkrétní diskuze je uvedena v Diskuzi této práce).

### **8.2.3 Strukturální model BOT-2 a RPM – druhé měření**

Pro zjištění, zda úroveň motorické vyspělosti, hodnocená pomocí BOT-2, významně souvisí s výkonem aspektů neverbální inteligence, hodnocené dle RPM, jsme vytvořili strukturální model, který vznikl propojením výše popsaných struktur BOT-2 a RPM.

#### **8.2.3.1 Strukturální model BOT-2 a RPM – obě pohlaví – druhé měření**

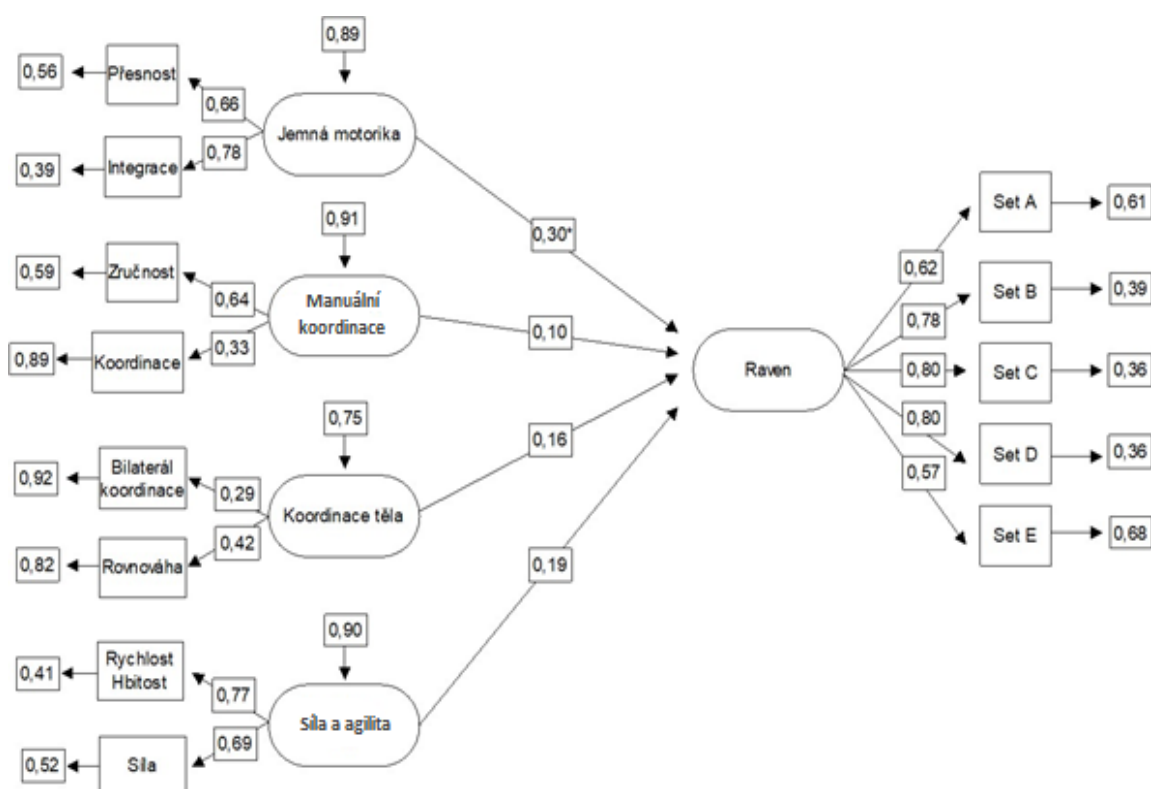
Stejně jako v případě analýzy výsledků z prvního měření, jsme se i pro analýzu výsledků druhého měření rozhodli v prvním kroku vytvořit strukturální model, který jsme ověřovali u celého souboru, tj. chlapců i dívek dohromady.

**Tabulka 35** Fit struktury multigroup modeling BOT-2 a RPM - druhé měření

Měření	N	S-B $\chi^2$	p	DF	RMSEA	RMSEA 90% C.I.	SRMR	CFI	TLI
Druhé	396	161,9	<0,001	55	0,070	0,058 – 0,083	0,052	0,91	0,88

Legenda: S-B $\chi^2$  – hodnota chí-kvadrát testu; p – hladina významnosti modelu, p - významnost model; DF – stupně volnosti; RMSEA – root mean square of approximation; SRMR – standard root mean square of residual, vhodný; CFI – comparative fit index (komparativní index shody); TLI – Tucker–Lewis index.

**Obrázek 10** Strukturální model BOT-2 a RPM bez zohlednění pohlaví – druhé měření



Dle výsledku fitu modelu (Tab. 35) není možné model dle jeho kvality přijmout jako akceptovatelný. Při srovnání kvality modelů prvního a druhého měření se ukázalo, že strukturální model, ověřený z výsledků druhého měření, doznal oproti strukturálnímu modelu z prvního měření významného zhoršení. To vyplývá zejména z výrazně vyššího S-B $\chi^2=161,91$  ve druhém měření ve srovnání s S-B $\chi^2=116,8$  z prvního měření při stejném počtu stupňů volnosti, kdy za významný rozdíl se považuje změna o 3,48 na jeden stupeň volnosti.

Z path diagramu (Obr. 10) je zřejmé, že významný vliv na výkon v RPM měla pouze úroveň jemné motoriky. Ve srovnání se stejným modelem z prvního měření je tedy

zřejmé, že vliv úrovně síly a agility se významně ponížil (1. měření  $\beta=0,58$ ; 2. druhé měření  $\beta=0,19$ ;  $p<0,01$ ) jako ukazatel pro výkon v RPM. Tyto výsledky naznačují, že rozložení dat motorické vyspělosti a RPM se v opakovaném měření u dětí významně změnilo. Je pravděpodobné, že změna úrovně motorické vyspělosti a výkonu v RPM nereflektují zjištění z prvního měření, a že tato změna proto byla tzv. nesystematická. Z tohoto důvodu jsme se v následující podkapitole výsledkové části 8.3 (T-testy - odlišnosti mezi prvním a druhým měření, rozhodli zjistit profil těchto změn (např. změny ve vztahu k pohlaví, věku nebo vybrané škole). I přes tyto změny jsme do tohoto modelu následně přidali informaci o účasti probandů ve sportu a tato účast se ukázala ve druhém měření jako významně ovlivňující výkon v RPM  $\beta=0,19$ ,  $p = 0,012$ .

#### 8.2.3.2 *Strukturální model BOT-2 a RPM se zohledněním pohlaví - druhé měření*

V následujícím kroku jsme definovali strukturální model zjišťující vliv jednotlivých subtestů motorické vyspělosti na výkon v RPM se zohledněním pohlaví.

**Tabulka 36** Fit struktury multigroup modeling BOT-2 a RPM se zohledněním pohlaví - druhé měření

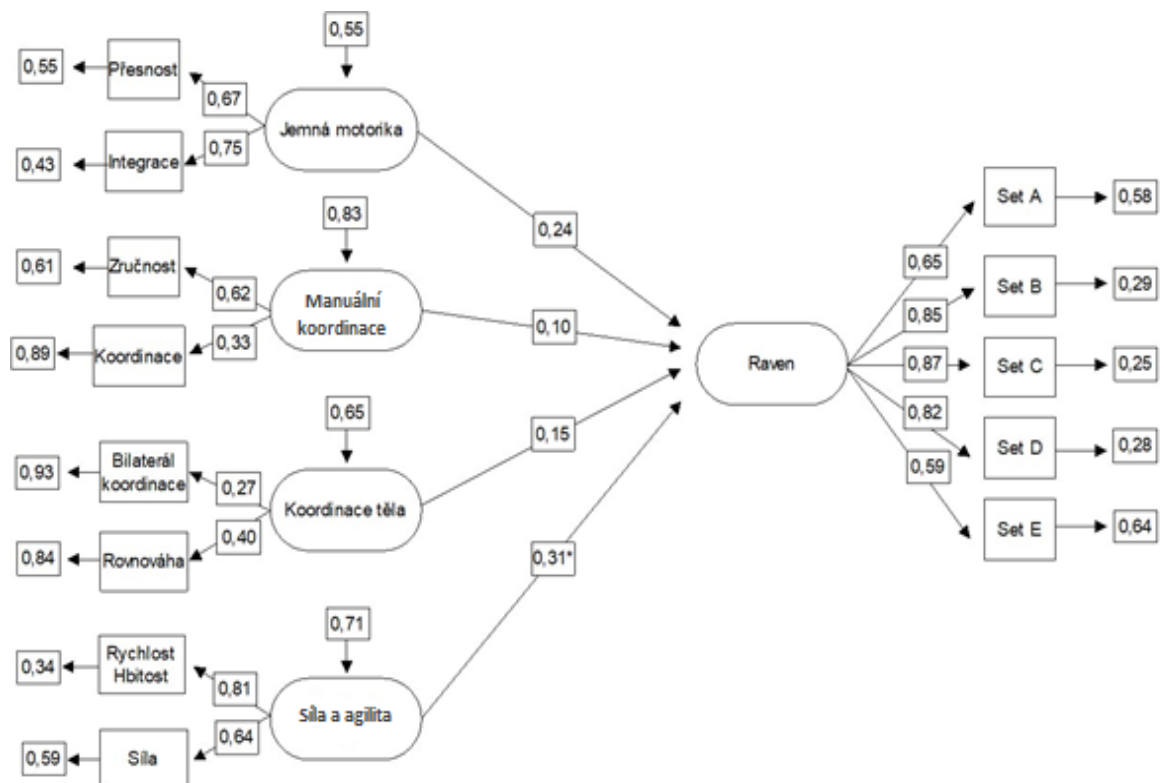
Pohlaví	N	S-B $\chi^2$	<i>p</i>	DF	RMSEA	RMSEA 90% C.I.	SRMR	CFI	TLI
Dívky	182	124,78	$p<0,001$	131	0,078	0,066 - 0,090	0,101	0,88	0,86
Chlapci	214	162,87	$p<0,001$	131	0,078	0,066 - 0,090	0,101	0,88	0,86

**Legenda:** S-B $\chi^2$  – hodnota chí-kvadrát testu; *p* – hladina významnosti modelu, *p* - významnost model; DF – stupně volnosti; RMSEA – root mean square of approximation; SRMR – standard root mean square of residual, vhodný, CFI – comparative fit index (komparativní index shody); TLI – Tucker–Lewis index.

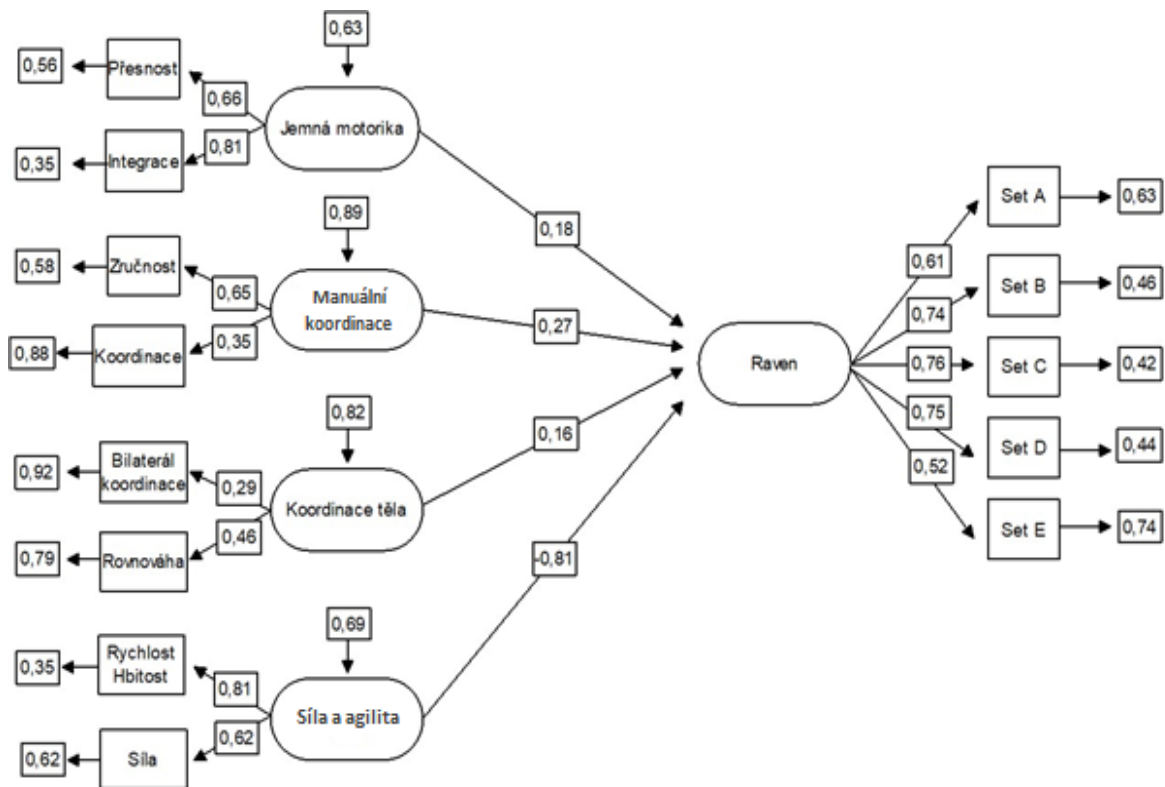
Z hodnot S-B $\chi^2$  vyplývá, že empirické výsledky získané u dívek významně lépe podporují definovaný strukturální model (viz tab. 36), nicméně celkově oproti prvnímu měření je kvalita tohoto strukturálního modelu významně horší  $p<0,001$ . Z následujících path diagramů (obr. 11 a obr. 12) je zřejmé, že pouze u dívek byl nalezen významný vliv konstruktů síla a agilita na úroveň výkonu v RPM. U chlapců nebyl zjištěn významný vliv žádného konstruktů motorické vyspělosti na výkon v RPM. Ve strukturálním modelu u chlapců byl zjištěn vysoký regresní koeficient konstruktů síly a agility na výkon v RPM  $\beta= -0,81$ , nicméně hodnota byla negativní. To znamená, že úroveň síly a agility by nepřímo úměrně ovlivňoval výkon v RPM. Jinými slovy, čím nižší byla úroveň síly a agility, tím vyšší byl výkon v RPM. V detailní analýze faktorových zátěží mezi sety RPM

a konstruktem RPM bylo odhaleno, že u chlapců (Obr. 12) jsou zátěže zejména u setů B (pochopení analogie obrazců, lineární rozlišování a usuzování) a setu C (představivost a pochopení změn ve vertikálním a horizontálním směru) stejně jako v analýze z prvního měření v porovnání s dívkami (Obr. 11) nižší. To znamená, že tyto indikátory měly u chlapců nižší diskriminační schopnost rozlišovat v úrovni hodnoceného rysu (traitu).

**Obrázek 11** Strukturální model BOT-2 a RPM u dívek – druhé měření



**Obrázek 12** Strukturální model BOT-2 a RPM u chlapců – druhé měření



#### 8.2.4 Síla vztahů mezi jednotlivými subtesty BOT-2 a výkonem v RPM se zohledněním věku dětí – druhé měření

V poslední části analýz druhého měření jsme porovnávali sílu vztahu mezi jednotlivými subtesty BOT-2 a výkonem v RPM ve vztahu k věku probandů. Výsledky jsou stejně jako v korelační matici provedené z výsledků prvního měření rozděleny do tří věkových kategorií. Zde bychom rádi podotkli, že tři kategorie slouží orientačně, protože všechny děti byly ve druhém měření o půl roku starší, a proto docházelo k posunům dětí také mezi jednotlivými kategoriemi (Tab. 37). U kategorie 6 - 7 let i 8 - 9 let měl nejsilnější vztah s RPM subtest jemné motoriky integrace (0,32 respektive 0,30), v kategorii 10 - 11 let korelovaly nejvíce s RPM subtesty jemné motoriky přesnost (0,36), bilaterální koordinace (0,36) a rychlost, hbitost (0,30). Při pohledu na celkový výsledek BOT-2 v závislosti na věkových kategoriích vzhledem k RPM můžeme pozorovat stoupající korelace.

**Tabulka 37** Korelace mezi subtesty z BOT-2 a RPM dle věkových skupin – druhé měření

Subtesty	RPM 6 - 7 let (n=124)	RPM 8 - 9 let (n= 178)	RPM 10 - 11 let (n = 94)
Jemná motorika přesnost	0,04	0,20	0,36
Jemná motorika integrace	0,32	0,30	0,10
Manuální zručnost	0,09	0,16	0,22
Koordinace HK	0,06	0,11	0,04
Bilaterální koordinace	0,01	0,15	0,36
Rovnováha	0,12	0,04	0,22
Rychlost, hbitost	0,13	0,26	0,30
Síla	0,03	0,19	0,21
<b>BOT-2 celek</b>	<b>0,15</b>	<b>0,29</b>	<b>0,40</b>

Z předložených výsledků (Tab. 37) bylo zjištěno, že síla vztahů mezi RPM a BOT-2 v závislosti na věkové skupině se významně liší u 3 subtestů (bilaterální koordinace, jemná motorika přesnost a jemná motorika integrace, která má však jako jediná opačný trend síly vztahů). V případě subtestů bilaterální koordinace a jemná motorika přesnost byl vždy nalezen významně silnější vztah u nejstarší věkové kategorie v porovnání s nejmladší; jemná motorika přesnost: ( $z=2,48$ ,  $p<0.001$ ), bilaterální koordinace: ( $z=2,64$ ,  $p<0.001$ ). Navíc u subtestu bilaterální koordinace byly významné odlišnosti zjištěny mezi všemi věkovými kategoriemi 8 – 9 let a 10 – 11 let ( $Z= 1,75$ ,  $p=0,04$ ). U subtestu jemná motorika integrace byl jako u jediného zjištěn opačný trend síly vztahů. To znamená, že zde byl nejsilnější vztah nalezen u nejmladší kategorie a významně slabší vztah u kategorie nejstarší ( $z=1,67$ ,  $p=0,045$ ). Také ve vztahu mezi celkovým skóre BOT-2 a RPM se ukázalo, že je tento vztah významně slabší u kategorie nejmladších dětí v porovnání s kategorií dětí nejstarších ( $z=1,96$ ,  $p=0,025$ ).

#### 8.2.5 Vícenásobné regrese: prediktory - BMI, chronologický věk, standardizovaný skór BOT-2, týdenní účast ve sportu a závisle proměnná výkon v RPM dle věkových kategorií (6-7let, 8-9let, 10–11 let) - druhé měření

Cílem poslední analýzy výsledků druhého měření bylo stejně jako v případě výsledků prvního měření zjistit, které z určených prediktorů (věk, BMI, celkový výkon v BOT-2 a týdenní účast ve sportu) budou významné pro výkon v RPM. Opět jsme pro



každou věkovou kategorií použili všechny čtyři výše zmíněné prediktory. Zde chceme podotknout, že děti byly stále rozděleny do jednotlivých věkových skupin dle prvního rozdělení. Jsme si vědomi, že některé z nich mohly překlenout jednu věkovou kategorii. Pro smysluplnou interpretaci výsledků jsme však regresní analýzy replikovali na stejných podsouborech dětí (dětí si uchovaly stejné rozdělení – příslušnost do skupin), než abychom děti znovu rozdělovali a tím významně zkomplikovali interpretaci.

**Tabulka 38** Regresní modely s prediktory BMI, věk, standardizovaný BOT- výsledek a závisle proměnnou výsledkem v RPM

	<b>R<sup>2</sup> adjusted</b>	<b>Významné prediktory v modelu</b>	<b>Regresní koeficient</b>	<b>CI 95%</b>	<b>Kritériální F hodnota</b>	<b>P hodnota</b>
<b>6 - 7 let</b>	0,02				1,51	0,20
<b>8 - 9 let</b>	0,24	BOT-2 věk	0,34 ( $\beta=0,32$ ) 5,44 ( $\beta=0,39$ )	0,19 – 0,50 3,6-7,3	19,3 33,5	<0,001 <0,001
<b>10-11 let</b>	0,20	BOT-2	0,44 ( $\beta=0,41$ )	0,22-0,66	6,6	<0,001

**Legenda:**  $R^2$  adjusted – korigovaný koeficient determinace vysvětlující množství rozptylu závisle proměnné RPM vysvětleného regresním modelem.

Z výsledků (Tab. 38) je patrné, že koeficient determinace  $R^2$  se opět mezi jednotlivými věkovými kategoriemi liší. Ve druhém měření se ukázaly regresní modely významné pouze u kategorií 8 – 9 let a 10 - 11 let. V nich, stejně jako v regresních analýzách prvního měření, byly významnými prediktory výkon BOT-2 a v kategorii 8 – 9 letých také věk. U kategorie 6 – 7 letých dětí se žádný z modelovaných prediktorů neukázal jako významný pro výkon v RPM. V této věkové kategorii jsme také zjistili nejmarkantnější změny ve výkonu v BOT-2, které však nebyly reflektovány významnými změnami ve výkonu v RPM. Při srovnání síly regresních modelů z prvního a druhého měření vyplývá, že tyto modely se od sebe významně neliší, a že prediktory (výkon v BOT-2 a v kategorii 8 – 9 let i věk) si uchovaly v opakovaném měření svou důležitost. Při provedení backwise regresní analýzy u věkové kategorie 8 – 9 let jsme zjistili, že výkon v BOT-2 i chronologický věk jsou rovnocenně důležitými prediktory pro výkon v RPM (viz tab. 39). Backwise regresní analýzu jsme provedli také u kategorie 10 – 11 let. Zde byl potvrzen výkon v BOT-2 jako významný prediktor pro výkon v RPM.

**Tabulka 39** Výsledky Backwise regresních analýz s použitím pouze významných prediktorů identifikovaných v předchozích regresních modelech

	<b>R<sup>2</sup> adjusted</b>	<b>Významné prediktory v modelu</b>	<b>Regresní koeficient</b>	<b>CI 95%</b>	<b>Kriteriální F hodnota</b>	<b>P hodnota</b>
<b>8-9 let</b>	0,13	BOT-2	0,38 ( $\beta=0,36$ )	0,24 – 0,52	29,4	<0,001
	0,15	Věk	5,5 ( $\beta=0,39$ )	3,7 - 7,3	35,6	<0,001
<b>10-11 let</b>	0,19	BOT-2	0,48 ( $\beta=0,44$ )	0,27 - 0,68	22,3	<0,001

*Legenda: R<sup>2</sup> adjusted – korigovaný koeficient determinace vysvětlující množství rozptylu závisle proměnné RPM vysvětleného regresním modelem.*

Stejně jako v regresních analýzách z prvního měření, i v případě výsledků z druhého měření, se týdenní účast ve sportu neukázala jako významný prediktor pro výkon v RPM. Nicméně jsme opět zaznamenali, že důležitost účasti ve sportu se zvyšuje s přibývajícím věkem (6 - 7 let:  $p=0,67$ ; 8 – 9 let:  $p=0,25$ ; 10 – 11 let:  $p = 0,08$ ).

### 8.2.6 Sumarizace druhé měření

1. Stejně jako u prvního měření byl nejobtížnějším subtestem BOT-2 subtest bilaterální koordinace.
2. Výrazné zhoršení struktury fitu modelu BOT-2 i RPM oproti prvnímu měření. Lze tedy říci, že v opakovaném měření se struktura BOT-2 i RPM ukázala jako méně stabilní.
3. Odlišná síla faktorových zátěží jednotlivých subtestů BOT-2 (nejnižší diskriminační schopnost stejně jako v prvním měření položky hodnotící bilaterální koordinaci, rovnováhu a koordinaci).
4. I ve druhém měření byla zjištěna odlišná generická reliabilita jednotlivých konstruktů v rámci BOT-2.
5. Generická reliabilita ukázala, že každý z konstruktů BOT-2 odhaduje úroveň latentního traitu s jinou chybou, proto jsme se rozhodli vážit příslušnými faktorovými zátěžemi.
6. Odlišná kvalita modelu BOT-2 mezi chlapci a dívkami. Rozdíl byl však ve druhém měření méně zřetelný než v prvním. I přesto bylo nutné provést analýzy také u druhého měření se zohledněním pohlaví.

7. Dle výsledku fitu modelu z druhého měření nelze tento model dle jeho kvality přijmout jako akceptovatelný. Ze strukturálního modelu, ověřovaného u všech probandů najednou, je zřejmé, že významný vliv na výkon v RPM měla pouze úroveň jemné motoriky.
8. Při zohlednění pohlaví byl u dívek nalezen významný vliv konstruktů síla a agilita na úroveň výkonu v RPM. U chlapců nebyl zjištěn významný vliv žádného konstruktů motorické vyspělosti na výkon v RPM.
9. Strukturální modely motorické vyspělosti BOT-2 a neverbální inteligence RPM vykázaly i ve výsledcích druhého měření mezi dívkami a chlapci odlišnou kvalitu. Pro dívky se ukázal model silnější a vliv celkové motorické vyspělosti na úroveň neverbální inteligence byl ve srovnání s chlapci statisticky průkazný.
10. Síla vztahů mezi RPM a subtesty jemná motorika přesnost, manuální zručnost, bilaterální koordinace, rychlost hbitost a BOT celkem se s věkem postupně zvyšovala (6 – 7 let vs. 10 - 11 let;  $p < 0,05$ ). Síla vztahu mezi RPM a subtestem jemná motorika integrace se s věkem výrazně snížila (6 – 7 let vs. 10 - 11 let;  $p < 0,05$ ).
11. Jediným významným prediktorem pro výkon v RPM v regresních modelech, kde byly nezávislými proměnnými BMI, věk, BOT-2 a týdenní účast ve sportu byl výkon v BOT-2 (vyjma kategorie 6 – 7 let).

### **8.3 T-testy - odlišnosti mezi prvním a druhým měření**

V této části byly postupně pomocí T-testů zjišťovány odlišnosti mezi prvním a druhým měřením v úrovni motorické vyspělosti v BOT-2 a úrovni neverbální inteligence diagnostikované pomocí RPM. Následně byly posuzovány odlišnosti v úrovni motorické vyspělosti a neverbální inteligence mezi školami ZŠ Školní v Chodově (Karlovarský kraj) a ZŠ a MŠ Lyčkovo náměstí (Praha) v prvním a druhém měření. Na závěr byly zjišťovány odlišnosti v úrovni motorické vyspělosti měřené pomocí BOT-2 a neverbální inteligenci měřené pomocí RPM mezi chlapci a dívkami v prvním a druhém měření.

Jelikož z předchozích výsledků bylo diagnostikováno, že se struktura i kvalita modelu BOT-2 i RPM ve druhém měření výrazně změnily, rozhodli jsme se v prvním kroku analyzovat možné odlišnosti ve výkonech v obou sledovaných behaviorálních doménách (BOT-2 a RPM).

#### **8.3.1 Odlišnosti mezi prvním a druhým měření v BOT-2 a RPM**

Pomocí dvou-výběrového T-testu jsme zjišťovali významnost rozdílů mezi prvním a druhým měřením u výsledků všech subtestů diagnostického nástroje BOT-2 a zároveň i u všech setů RPM bez ohledu na pohlaví dětí. V téměř ve všech měřených subtestech BOT-2 (kromě manuální zručnosti) došlo při druhém měření k významnému zlepšení. V jednotlivých subtestech BOT-2 (Tab. 40) se děti zlepšily nejvíce v jemné motorice o 9 %. U RPM se děti zlepšily nejvíce v setu C o 12% (Tab. 41). V celkovém výsledku motorické vyspělosti měřené BOT-2 se děti ve druhém měření zlepšily o 8,3 % oproti prvnímu měření. V úrovni neverbální inteligence se jednalo o zlepšení 7,8 %.

**Tabulka 40** T-testy u antropometrických parametrů a výsledků v BOT2

	<b>První měření</b>	<b>Druhé měření</b>	<b>Rozdíl %</b>	<b>T/Z hodnota</b>	<b>P hodnota</b>
<b>Výška</b>	135,9±9,3	140,7±9,6	3,5 %	16,9	p<0,001
<b>Hmotnost</b>	32,6±10,1	35,6±11,4	8,4 %	17,02	p<0,001
<b>BMI</b>	17,4±3,6	17,7±3,8	1,7 %	5,9	p<0,001
Jemná motorika přesnost	11,7±3,8	12,8±3,9	8,5 %	5,5	p<0,001
Jemná motorika integrace	13,8±3,9	16,4±4,2	15,8 %	10	p<0,001
<b>Jemná motorika</b>	44,6±8	49±8,6	9 %	9,3	p<0,001
Manuální zručnost	15,3±4,4	15,9±4,1	3,8 %	2,26	p=0,02
Koordinace HK	11,5±5,0	14,0±5,5	17,9 %	7,5	p<0,001
<b>Manuální koordinace</b>	45,9±9,0	49,6±9,4	7,5 %	6,7	p<0,001
Bilaterální koordinace	10,9±4,3	12,1±3,9	9,9 %	5,9	p<0,001
Rovnováha	11,4±3,6	12,9±3,8	11,7 %	8,4	p<0,001
<b>Tělesná koordinace</b>	40,2±6,9	43,1±7,2	6,8 %	8,7	p<0,001
Rychlost, hbitost	12,8±4,0	13,6±3,3	5,9 %	4,2	p<0,001
Síla	17,2±3,7	17,6±3,4	2,3 %	3,3	p<0,001
<b>Síla a agilita</b>	50,1±7,6	51,5±7,0	2,7 %	5,3	p<0,001
<b>BOT-2</b>	43,4±7,3	47,3±7,4	8,3 %	12,3	p<0,001

*Legenda: T/Z = hodnota testového kritéria.*

**Tabulka 41** T-testy první a druhé měření u RPM

	<b>První měření</b>	<b>Druhé měření</b>	<b>Rozdíl %</b>	<b>T/Z hodnota</b>	<b>P hodnota</b>
Set A	10,2±1,3	10,7±1,2	4,7 %	9,8	p<0,001
Set B	8,7±2,6	9,3±2,0	6,5 %	5,4	p<0,001
Set C	6,3±2,6	7,1±2,3	11,3 %	9,1	p<0,001
Set D	6,0±2,9	6,6±2,7	9,1 %	6,0	p<0,001
Set E	1,9±1,8	2,1±2,0	9,6 %	2,0	p=0,02
Čas	25,6±8,0	26,4±8,2		2,0	p=0,02
<b>RPM celkem</b>	33,1±9,2	35,9±8,1	7,8 %	11,9	p<0,001

*Legenda: T/Z = hodnota testového kritéria.*

Pozitivní změny ve výkonech motorických testových baterií i v testových bateriích měřících inteligenci při nedostatečné wash up period jsou celkem známe. Pokud by se zlepšili probandé systematicky, nemělo by toto zlepšení významný dopad na strukturální vztahy či kauzality v modelu. Při hodnocení klinické významnosti odlišností mezi prvním a druhým měřením jsme zjistili, že *Cohen d* pro repeated hodnocení se pohybovalo v rozmezí velmi malého až malého efektu  $Cohen\ d\ repeated\ measures = 0,11 - 0,39$ . Jelikož však ve druhém měření bylo zjištěno výrazné zhoršení fitu modelu, včetně významných změn některých faktorových zátěží, bylo pravděpodobné, že změny ve výkonech neměly systematickou podobu. Proto jsme se v následujícím kroku rozhodli ověřit míru změny v úrovni motorické vyspělosti i obecné inteligence RPM s ohledem na školu. K tomuto rozhodnutí jsme dospěli na základě výsledku předchozích studií, které opakovaně předkládají, že děti z velkých měst jsou v úrovni motorické vyspělosti i aspektech exekutivních nebo kognitivních v průřezových studiích lepší než děti z menších sídel.

V RPM došlo v celkovém výsledku ve druhém měření ke zlepšení o 7,8 % oproti prvnímu měření (Tab. 41). V BOT- 2 došlo ke zlepšení o 8,3 %.

### **8.3.2 Odlišnosti v úrovni motorické vyspělosti a neverbální inteligenci mezi školami v prvním a druhém měření**

Při prvním měření dosáhly děti ze ZŠ a MŠ Lyčkovo náměstí ve většině měřených subtestech BOT-2 (kromě koordinace horních končetin) (Tab. 42) i ve většině setů RPM (kromě setu E) (Tab. 38) významně lepších výsledků než děti ze ZŠ Školní. Nicméně při zohlednění pohlaví v interakci s faktorem školy neměly dívky v ZŠ a MŠ Lyčkovo náměstí ve dvou subtestech (manuální zručnost, bilaterální koordinace) významně lepší výsledky než dívky v ZŠ Školní Chodov. Jinými slovy za významné odlišnosti v hodnocených behaviorálních doménách byly zodpovědné výrazně odlišné výkony chlapců obou škol.

**Tabulka 42** T-testy u výsledků BOT-2 rozdílů mezi školami - první měření

Subtesty	ZŠ Chodov	ZŠ Lyčkovo	T/Z hodnota	P hodnota
Jemná motorika přesnost	10,6±3,6	12,5±3,6	5,0	p<0,001
Jemná motorika integrace	12,7±3,7	14,6±3,9	4,9	p<0,001
Manuální zručnost	13,7±4,2	16,6±4,1	7,0	p<0,001
Koordinace HK	11,3±4,6	11,7±5,2	0,7	p=0,23
Bilaterální koordinace	9,5±3,9	12,0±4,2	6,1	p<0,001
Rovnováha	10,4±3,0	12,3±3,8	5,1	p<0,001
Rychlost, hbitost	10,5±3,1	14,7±3,7	10,4	p<0,001
Síla	16,2±4,1	18,1±3,2	4,5	p<0,001
<b>BOT-2 celkem</b>	40,11±6,3	46,1±7,0	8,8	p<0,001

*Legenda:* T/Z = hodnota testového kritéria.

Výsledky druhého měření (Tab. 43) ukázaly, že děti ze ZŠ Školní se nezvykle zlepšily ve většině hodnocených parametrů motorické vyspělosti. Největší rozdíly mezi prvním a druhým měření u dětí ze ZŠ Školní byly zjištěny u subtestu jemná motorika integrace, kde se tyto děti zlepšily oproti prvnímu měření o 30,1 %, v koordinaci horní končetiny se zlepšily o 29,3 % a v bilaterální koordinaci o 26,4 %. Děti ze ZŠ Lyčkovo náměstí se nejvíce zlepšily v rovnováze 9,6 % a v koordinaci horní končetiny 5,7 %. Na rozdíl od dětí ze ZŠ Školní se však tyto děti ve třech subtestech mírně zhoršily: v přesnosti jemné motoriky o 0,1 %, v manuální zručnosti o 1,2 % a v bilaterální koordinaci o 5,2 %. Klinicky významné rozdíly byly zjištěny u manuální zručnosti, rychlosti, hbitosti a v celkovém BOT-2 skóre *Cohen d* = 0,63 – 0,95.

Ve výsledku tak děti ze ZŠ Školní ve druhém měření významně předčily ve výkonu v BOT-2 své vrstevníky ze ZŠ a MŠ Lyčkovo náměstí ve 4 subtestech (přesnost jemné motoriky, integrace jemné motoriky, koordinace horních končetin a bilaterální koordinace). K tomu je třeba podotknout, že ty samé děti ze ZŠ Školní ve výkonech subtestů i celkového výkonu BOT-2 za dětmi ze ZŠ a MŠ Lyčkovo náměstí významně v prvním měření zaostávaly. Děti ze ZŠ Školní se dokázaly ve druhém měření BOT-2 zlepšit o 15,8 %, zatímco děti ze ZŠ Lyčkovo náměstí se dokázaly zlepšit v BOT-2 pouze o 1,5 %. Klinicky byly zjištěny průkazné rozdíly v jemné motorice integraci, koordinaci HK, rychlosti hbitosti a síle *Cohen d* = 0,52 – 0,93.

**Tabulka 43** T-testy výsledků BOT-2 rozdíly mezi školami – druhé měření

Subtesty	ZŠ Chodov	ZŠ Lyčkovo	T/Z hodnota	P hodnota
Jemná motorika přesnost	13,2±4,1	12,4±3,6	1,9	p=0,03
Jemná motorika integrace	18,2±4,3	15,1±3,6	7,3	p<0,001
Manuální zručnost	15,4±4,3	16,4±3,9	2,4	p=0,009
Koordinace HK	16,0±4,6	12,4±5,2	6,8	p<0,001
Bilaterální koordinace	12,9±4,2	11,4±3,5	3,8	p<0,001
Rovnováha	12,0±3,5	13,6±4,0	4,1	p<0,001
Rychlost, hbitost	12,1±2,9	14,8±3,1	8,9	p<0,001
Síla	16,5±3,6	18,5±3,0	5,7	p<0,001
<b>BOT-2 celkem</b>	47,9± 8,3	46,8±6,5	1,5	p=0,31

*Legenda: T/Z = hodnota testového kritéria.*

Při testování úrovně neverbální inteligence pomocí RPM dosáhly děti ze ZŠ a MŠ Lyčkovo náměstí v prvním měření významně lepších výsledků v setu A, setu B, setu C, setu D a i v celkovém dosaženém hrubém skóre než děti ze ZŠ Školní (Tab. 44). Nevýznamný rozdíl mezi těmito skupinami byl nalezen pouze v setu E.

**Tabulka 44** T-testy výsledků RPM rozdíly mezi školami - první měření

Subtesty	ZŠ Chodov	ZŠ Lyčkovo	T/Z hodnota	P hodnota
Set A	9,8±1,4	10,5±1,2	4,8	p<0,001
Set B	7,9±2,8	9,4±2,2	5,1	p<0,001
Set C	5,4±2,6	6,9±2,4	5,8	p<0,001
Set D	5,2±2,9	6,6±2,8	4,7	p<0,001
Set E	1,7±1,6	2,1±1,9	1,66	p=0,048
Čas	26,2±7,7	25,2±8,2	1,22	p=0,11
<b>RPM celkem</b>	30,1±9,3	35,5±8,4	5,7	p<0,001

*Legenda: T/Z = hodnota testového kritéria.*

Ve druhém měření (Tab. 45) dosáhly děti ze ZŠ a MŠ Lyčkovo náměstí, stejně jako při prvním měření, lepších výsledků úrovně neverbální inteligence než děti ze ZŠ Školní. Nicméně významný rozdíl ve výsledcích byl oproti prvnímu měření zjištěn pouze v setu A a v setu C. Zároveň je z výsledků patrné, že se děti ze ZŠ Školní v celkovém skóre neverbální inteligence zlepšily více (první měření 30,1±9,3; druhé měření 34,8±8,8, rozdíl 14 %), než děti ze ZŠ a MŠ Lyčkovo náměstí (první měření 35,5±8,4; druhé měření



36,9±7,3, rozdíl 4 %). Klinicky průkazné byly mezi školami rozdíly v setu C a celkovém výsledku RPM *Cohen d* = 0,54 - 0,58.

**Tabulka 45** T-testy výsledků RPM rozdíly mezi školami - druhé měření

Subtesty	ZŠ Chodov	ZŠ Lyčkovovo	T/Z hodnota	P hodnota
Set A	10,4±1,3	11,0±0,9	5,3	p<0,001
Set B	9,1±2,3	9,5±1,7	0,64	p=0,26
Set C	6,5±2,5	7,6±2,1	4,2	p<0,001
Set D	6,5±2,9	6,8±2,5	0,8	p=0,21
Set E	2,3±2,1	2,0±1,8	1,1	p=0,14
Čas	26,1±9,3	26,7±7,1	0,9	p=0,18
<b>RPM celkem</b>	<b>34,8±8,8</b>	<b>36,9±7,3</b>	<b>2,6</b>	<b>p=0,004</b>

*Legenda:* T/Z = hodnota testového kritéria.

Ze srovnání obou dvou měření je patrné, že děti ze ZŠ Školní měly významně větší posun v úrovni motorické vyspělosti a v některých subtestech (integrace jemné motoriky, koordinace horních končetin, bilaterální koordinace) byly ve druhém měření dokonce významně lepší než jejich vrstevníci ze ZŠ a MŠ Lyčkovovo náměstí. Podobný trend, i když ne tak enormní, byl pozorován i u změn výsledku v RPM. Také zde se děti ze ZŠ Školní významně svými výkony přiblížily dětem ze ZŠ a MŠ Lyčkovovo náměstí. Pouze v setu A (pozornost, statická představivost a schopnost vizuální diskriminace) a v setu C (představivost a pochopení změn ve vertikálním a horizontálním směru) zůstal rozdíl i ve druhém měření mezi dětmi ze ZŠ Školní a ZŠ a MŠ Lyčkovovo náměstí stejný (podobný). Významně odlišná startovní čára motorické vyspělosti i neverbální inteligence mezi dětmi z obou škol a následné změny ve výkonech, které nebyly paralelní, pravděpodobně zapříčinily změny kvality ve strukturálních modelech druhého měření. Pouze v setu A se ukázal mezi školami klinicky významný rozdíl, a to, že žáci ze ZŠ a MŠ Lyčkovovo náměstí byly významně lepší Hedge  $g = 0,65$ .

### 8.3.3 Odlišnosti v úrovni motorické vyspělosti měřené BOT-2 a neverbální inteligenci měřené RPM mezi chlapci a dívkami

#### 8.3.3.1 Odlišnosti v úrovni motorické vyspělosti mezi chlapci a dívkami

Na začátku výsledkové části jsme již zmiňovali, že se chlapci a dívky významně nelišili v chronologickém věku ( $p > 0,05$ ). Průměrný věk u chlapců byl  $8,9 \pm 1,3$  roku, u

dívek zcela shodný  $8,9 \pm 1,3$  roku. Na základě tohoto výsledku jsme mohli začít zjišťovat odlišnosti v motorické vyspělosti mezi chlapci a dívkami. Pro samotnou analýzu srovnání jsme se rozhodli použít tzv. scale score. Důvodem pro použití scale score je skutečnost, že pouze scale score je uváděný u výsledků jednotlivých subtestů. K tomu je potřeba dodat, že scale score již zohledňuje věk i pohlaví probandů.

V prvním měření (Tab. 46) dosáhly dívky v porovnání s chlapci významně lepších výsledků v subtestech jemná motorika přesnost, jemná motorika integrace, manuální zručnost a bilaterální koordinace. Na druhou stranu chlapci dosáhli významně lepšího výsledku v subtestech koordinace horní končetiny, rovnováha a síla.

**Tabulka 46** T-testy výsledků BOT-2 - rozdíly mezi chlapci a dívkami – první měření

Subtesty	Dívky	Chlapci	T/Z hodnota	P hodnota
Jemná motorika přesnost	32,8±4,8	30,3±5,2	4,9	p<0,001
Jemná motorika integrace	34,3±4,1	32,9±4,5	3,3	p<0,001
Manuální zručnost	27,7±4,4	26,0±4,4	3,9	p<0,001
Koordinace HK	24,4±8,4	26,6±8,3	2,6	p=0,005
Bilaterální koordinace	17,4±4,5	15,8±4,9	4,1	p=0,001
Rovnováha	29,2±3,0	30,2±3,5	2,7	p=0,007
Rychlost, hbitost	29,3±6,2	28,5±6,1	1,3	p=0,10
Síla	22,7±4,8	24,1±4,5	3,2	p<0,001
<b>BOT-2 celkem</b>	43,3±7,7	43,5±6,9	0,31	p=0,75

*Legenda: T/Z = hodnota testového kritéria.*

Při druhém měření (Tab. 47) dosáhly dívky významně lepších výsledků než chlapci v subtestech: jemná motorika přesnost, manuální zručnost, bilaterální koordinace a rovnováha (v rovnováze byli v prvním měření chlapci významně lepší, ve druhém měření je to naopak). Chlapci naopak dosáhli významně lepšího výsledku v subtestech koordinace horní končetiny a síle. V subtestech jemná motorika přesnost a bilaterální koordinace byly navíc dívky také klinicky významně lepší Hedge  $g = 0,50 - 0,52$ .

**Tabulka 47** T-testy výsledků BOT-2 - rozdíly mezi chlapci a dívkami – druhé měření

Subtesty	Dívky	Chlapci	T/Z hodnota	P hodnota
Jemná motorika přesnost	35,3±3,8	33,6±4,1	4,3	p<0,001
Jemná motorika integrace	37,0±3,0	36,4±3,3	1,7	p=0,04
Manuální zručnost	29,6±4,3	28,5±4,2	2,6	p=0,005
Koordinace HK	29,6±7,8	31,2±7,6	2,6	p=0,004
Bilaterální koordinace	19,7±3,1	18,6±3,8	2,5	p=0,005
Rovnováha	32,0±2,7	31,1±3,0	2,7	p=0,003
Rychlost, hbitost	31,7±4,8	31,3±4,6	0,9	p=0,17
Síla	24,6±4,3	26,1±4,2	3,6	p<0,001
<b>BOT-2 celkem</b>	47,4±8,0	47,2±6,8	0,2	p=0,83

*Legenda: T/Z = hodnota testového kritéria.*

Celkově došlo při druhém měření ke zlepšení výsledků u všech subtestů jak u chlapců, tak u dívek. Nejvíce se dokázaly obě tyto skupiny zlepšit v subtestu koordinace horní končetiny (chlapci o 4,7 bodu, rozdíl 15 %, dívky o 5,2 bodu, rozdíl 18 %). Ani jeden z hodnocených parametrů se neukázal v ráci pohlaví jako klinicky odlišný.

### 8.3.3.2 *Odlíšnosti v úrovni neverbální inteligence mezi chlapci a dívkami*

V žádném setu, ani celkovém výsledku RPM v prvním měření nebyl zjištěn významný rozdíl mezi chlapci a dívkami (viz tab. 48).

**Tabulka 48** T-testy výsledků RPM - rozdíly mezi chlapci a dívkami – první měření

	Dívky	Chlapci	T/Z hodnota	P hodnota
Set A	10,1±1,5	10,3±1,2	0,8	p=0,22
Set B	8,6±2,6	8,8±2,6	0,7	p=0,24
Set C	6,3±2,6	6,3±2,6	0,04	p=0,54
Set D	6,1±3,0	5,9±2,9	0,45	p=0,31
Set E	2,0±1,8	1,9±1,7	0,18	p=0,42
Čas	25,8±8,4	25,5±7,7	0,30	p=0,38
<b>RPM celkem</b>	33,1±9,7	33,2±8,8	0,1	p=0,54

*Legenda: T/Z = hodnota testového kritéria.*

Ve výsledcích z druhého měření (Tab. 49) bylo zjištěno, že dívky dosáhly oproti chlapcům významně lepšího výsledku v setu D. V dalších setech ani celkovém výsledku RPM v souvislosti s pohlavím nebyly nalezeny významné odlišnosti.

**Tabulka 49** T-testy výsledků RPM - rozdíly mezi chlapci a dívkami – druhé měření

	<b>Dívky</b>	<b>Chlapci</b>	<b>T/Z hodnota</b>	<b>P hodnota</b>
Set A	10,7±1,2	10,8±1,1	0,5	p=0,30
Set B	9,3±1,9	9,3±2,1	0,1	p=0,45
Set C	7,1±2,4	7,2±2,4	0,30	p=0,40
Set D	6,9±2,7	6,4±2,6	1,9	p=0,03
Set E	2,2±2,0	2,1±2,0	0,30	p=0,40
Čas	26,6±8,5	26,3±7,9	0,20	p=0,41
<b>RPM celkem</b>	36,1±8,6	35,8±7,6	0,7	p=0,23

*Legenda:* T/Z = hodnota testového kritéria.

Celkově došlo při druhém měření ke zlepšení výsledků, jak celkového hrubého skóru RPM (u chlapců o 2,6 bodu; zlepšení o 7 %, u dívek dokonce o 3 body; zlepšení o 9 %), tak i výsledků všech setů, a to jak u chlapců, tak u dívek. Nejvíce se dívky dokázaly zlepšit v setech C a D (rozdíl mezi měřeními 0,8 bodu; zlepšení o 12 %). U chlapců bylo dosaženo největšího zlepšení v setu C (rozdíl mezi měřeními 0,9 bodu; zlepšení o 12,5 %).

## 9 DISKUZE

Cílem disertační práce bylo zjistit míru vlivu motorické vyspělosti hodnocenou diagnostickým nástrojem BOT-2 a její stabilitu v čase (půlroční wash up a opakované měření) na výkon v neverbální složce inteligence hodnocené pomocí RPM u dětí mladšího školního věku (6 - 11 let) se zohledněním věku a pohlaví.

### 9.1 Ověření vhodnosti diagnostických nástrojů BOT-2 a RPM

Před samotnou analýzou vztahů jsme nejprve ověřili vhodnost a diagnostickou kvalitu obou použitých metod BOT-2 a RPM. Výsledky konfirmační faktorové analýzy z prvního i druhého měření se významně lišily. Zatímco výsledky prvního měření ukázaly, že empirická data podporují strukturu BOT-2. RMSEA=0,032; SRMR=0,025; CFI=0,99; TLI= 0,98, výsledky druhého měření vykazaly významné zhoršení fitu struktury RMSEA=0,109; SRMR=0,053; CFI=0,88; TLI= 0,76. Z těchto informací je tedy patrné, že v půlročním časovém intervalu vykazuje opakovaně hodnocená úroveň motorické vyspělosti položkami BOT-2 významnou variabilitu. I přes tyto odlišnosti v kvalitě struktury a variabilitě výsledků, která bude diskutována v další části diskuze, byla v obou měřeních BOT-2 dle přijímaných standardů (Bond & Fox, 2020) zjištěna akceptovatelná generická reliabilita McDonald  $\omega=0,84$  a McDonald  $\omega=0,81$ . Námi zjištěné hodnoty aproximované reliability jsou nižší ve srovnání s výsledky předchozích studií 0,9 – 0,97 (Bruininks & Bruininks, 2005; Tan et al., 2001; Wuang et al., 2009; Brown 2019 a), b)). Při detailní analýze jsme však zjistili, že reliabilita byla v těchto studiích aproximována jiným přístupem, než jako reliabilita konstruktová. Buď se jednalo o aproximaci Internal consistency koeficientu Cronbachova alpha, nebo byla aproximována reliabilita specifická, tj. reliabilita jednotlivých indikátorů (Blahuš, 2009) metodou test-retest (Bruininks & Bruininks, 2005; Tan et al., 2001; Wuang et al., 2009) s tím, že mezi opakovaným testováním nebyl časový úsek delší než 42 dní. Posledním přístupem byla aproximace reliability pomocí metod Item Response Theory v rámci Raschova modelu. V tomto případě však byla reliabilita určena pouze u položek, které striktně vyhovovaly předpokladu unidimensionalit (Brown, 2019).

V případě hodnocení síly vztahů mezi jednotlivými konstrukty BOT-2 se námi zjištěné výsledky prvního měření (korelace mezi konstrukty 0,60 – 0,92) významně nelišily od hodnot publikovaných v manuálu BOT-2 a odpovídají originální předloze čtyřfaktorového modelu BOT-2 (Bruininks & Bruininks, 2005) pro věkovou kategorii 8 –

11 let. Zde jsou korelace mezi faktory v rozpětí 0,60 – 0,93. U originální předlohy BOT-2 (Bruininks & Bruininks, 2005) byly nejvyšší korelace nalezeny mezi konstrukty manuální koordinace a koordinace těla (0,93) a dále mezi konstrukty manuální koordinace a síla a agilita (0,92), což bylo zjištěno také v našich výsledcích z prvního měření. Významně odlišné  $p < 0,05$  hodnoty korelací mezi konstrukty byly zjištěny ve druhém měření. Zaznamenány byly nižší korelace mezi jednotlivými konstrukty v rozmezí 0,24 – 0,96. K velmi významnému snížení  $p < 0,05$  síly vztahů došlo, v porovnání s výsledky prvního měření, mezi konstrukty síla, agilita a jemná motorika ( $r_1=0,60$ ;  $r_2=0,24$ ); a mezi konstrukty jemná motorika a manuální koordinace ( $r_1=0,64$ ;  $r_2=0,48$ ). Při bližší analýze jsme zjistili, že tato změna síly vztahů byla způsobena významným zlepšením výkonů v jemné motorice i manuální koordinaci u specifické věkové skupiny 6 – 7 let dětí ze ZŠ Školní. V obou případech se tyto děti zlepšily o více jak 30 %. Při srovnání těchto výsledků s předchozími studii se ukázalo, že v re-testových studiích děti dosahují odlišných výkonů. V případě Bruininks a Bruininks (2005) skutečně dosáhly děti v re-testovém měření lepších výkonů. Tato změna byla systematická (většina dětí se zlepšila), opakované měření bylo provedeno s odstupem 6 týdnů. Nicméně většina dalších výzkumů, kde byla časová perioda mezi prvním měřením jeden týden až čtyři měsíce, zjistila v opakovaném měření BOT-2 vždy významně vyšší variabilitu výsledků (Moore et al., 1986; Lucas et al., 2013). S tím byla také většinou spojena nízká reliabilita jednotlivých sub-testů i přes to, že celkový výkon v BOT-2 vždy vykázal reliabilitu ještě akceptovatelnou (0,71 – 0,90).

Při vyjádření úrovně motorické vyspělosti je v BOT-2 zohledněno pohlaví i věk testovaného. Hrubé skóry z jednotlivých testů jsou převáděny na standardní skóry, kde je již věk i pohlaví testovaných brán v úvahu. Proto pro nás bylo překvapivé, že Multigroup modelling konfirmační analýza, s použitím standardních skórů, odhalila významné rozdíly ve fitu struktury s ohledem na pohlaví probandů. V případě prvního i druhého měření reprezentovala empirická data dívek strukturální model BOT-2 významně lépe. I přes to, že jednotlivé faktorové zátěže mezi subtesty a konstrukty BOT-2 byly u chlapců silnější, korelace mezi jednotlivými faktory byly silnější u dívek a poukazovaly na vyšší podobnost hodnocených traitů uvnitř struktury BOT-2. Tyto skutečnosti nás vedly k rozhodnutí použít místo klasických kompozitních skórů (prostý součet bodů jednotlivých subtestů) skóry vážené, kdy jsme každý získaný výsledek vážili pro chlapce a dívky konkrétní vahou v podobě faktorové zátěže. Z našeho pohledu použití vážených

skórů jako zohlednění možné odlišné diskriminativní schopnosti indikátorů ve vztahu k pohlaví probandů umožňuje relevantnější interpretaci vztahů unitř BOT-2 i vlivů mezi BOT-2 a hodnoceným kritériem RPM viz kapitola diskuse 9.2 Vztah motorické vyspělosti a neverbální inteligence. K tomu je nutné podotknout, že veškeré předchozí studie se řídily pokyny manuálu Bruininks a Bruininks (2005), což znamená, že výkon v BOT-2 byl vždy brán jako kompozitní skór jednotlivých subtestů, konstruktů nebo celkového výsledku v BOT-2. I přes to, že většina výzkumných studií se shoduje, že BOT-2 je screeningově dostatečně validním a reliabilním nástrojem pro hodnocení FMS aspektů nebo úrovně motorické vyspělosti (Lucas et al., 2013; Fransen et al., 2014; Griffiths, Toovey, Morgan, & Spittle, 2018; Jirovec, Musálek, & Mess, 2019), je nutné brát proměnlivost výsledků v opakovaném měření i nízkou diskriminační schopnost určitých subtestů BOT-2, spolu s pravděpodobně odlišnou kvalitou struktury BOT-2 ve vztahu k pohlaví, jako limity tohoto nástroje, které mohly interpretaci našich zjištění ovlivnit.

V případě hodnocení kvality strukturálního modelu RPM jsme zjistili, že výkony v RPM nebyly u probandů z pohledu času stabilní. Zatímco výsledky konfirmační faktorové analýzy z prvního měření ukázaly akceptovatelný fit unidimenzionální struktury  $RMSEA=0,079$ ;  $SRMR=0,032$ ;  $CFI=0,99$  a  $TLI=0,97$ , což je v souladu s předchozími studii (Emmet, 1949; Alderton & Larson, 1990; Jensen, 1998; Raven, Raven & Court, 2000; Abdel-Khalek & Raven, 2006), tak výsledky druhého měření naopak unidimenzionální faktorovou strukturu RPM nepodpořily  $RMSEA=0,107$ ;  $SRMR=0,053$ ;  $CFI=0,89$  a  $TLI=0,79$ . Při porovnání profilu faktorových zátěží bylo zjištěno, že tento profil se významně mezi výsledky obou měření liší, 1. měření  $\lambda= 0,58-0,83$ ; 2. měření  $\lambda= 0,29-0,79$ . Z těchto výsledků vyplývá, že struktura RPM ve druhém měření vykazovala multifaktoriální strukturu, což by podporovalo výsledky novějších studií (Van der Ven, & Ellis, 2000; Lynn, Allik, & Irwing, 2004), které poukázaly na to, že uvnitř RPM struktury existují dva nebo tři faktory: 1. gestalt continuation; 2. verbal analytic reasoning; 3. visuo-spatial ability. V obou měřeních se jako nejslabší indikátor k faktoru obecné inteligence ukázal set E. Při bližší analýze výsledků tohoto setu jsme zjistili, že zde děti dosahovaly v průměru velmi nízkých hodnot (z možného maxima 12 bodů dosáhly průměrně v prvním měření  $1,9 \pm 1,8$  a ve druhém měření  $2,2 \pm 1,9$ ), navíc ve velmi úzkém rozpětí. To znamená, že položky v setu E byly pro probandy našeho souboru velmi obtížné. Pro řešení úloh v tomto setu je potřeba určitého stupně

abstraktního myšlení, které se rozvíjí u dětí až v období staršího školního věku (12 – 15 let) (Piaget, 2000). Stejně jako u BOT-2 i v případě RPM byla aproximována v obou měřeních generická reliabilita prostřednictvím McDonald  $\omega$ . Námi zjištěná reliabilita byla v prvním měření McDonald  $\omega = 0,86$  akceptovatelná, nicméně ve druhém měření se generická reliabilita významně zhoršila  $p < 0,01$  McDonald  $\omega = 0,61$ . Toto zhoršení chybovosti odhadu úrovně obecné inteligence bylo dáno zejména významně nižší diskriminační schopností setů C, D a E. Ve srovnání se závěry předchozích studií o reliabilitě RPM: 0,79 – 0,90 Reddington a Jackson (1981); 0,89 - 0,96 Court & Raven (1995); 0,69 a 0,85 Abdel-Khalek & Raven (2006) je tedy zejména hodnota generické reliability druhého měření McDonald  $\omega = 0,61$  významně nižší. Taková úroveň reliability je navíc dle obecně přijímaných metodologických pravidel považována za neakceptovatelnou (Kline, 2011). Na druhou stranu absolutní shoda vysoké reliability u RPM stále není jednoznačná. Burke (1985) zjistil, že reliabilita RPM pro populaci ve věku 0–20 je poměrně nízká  $rel = 0,59$ , u předškolních dětí dokonce  $rel = 0,46$  (Harris, 1959). Stejně jako u BOT-2 i u RPM záleží, jaký typ reliability byl použit. V případě internal consistency nebo test-retest přístupu se reliabilita RPM průměrně pohybuje okolo  $rel = 0,80$  (Freyburg, 1966; Green & Kluever, 1991). Samotná struktura RPM jako nástroje pro hodnocení obecné inteligence se zdá být pro svou nestabilitu spíše diskutabilní, stejně tak reliabilita odhadu úrovně neverbální složky obecné inteligence. Zajímavé však je, že byla-li struktura RPM modelována ve strukturálním modelu s úrovní motorické vyspělosti jednotlivých konstruktů BOT-2, což je popsáno v podkapitole 8.2.3.1 ukázalo se, že zde je v obou měřeních generická reliabilita RPM shodná McDonald  $\omega = 0,84$ . Odlišnosti v generické reliabilitě jak mezi výsledky z prvního a druhého měření, tak mezi aproximací u struktury samotného RPM i v případě strukturálního modelu jsme brali v naší studii při interpretaci výsledků v potaz (konkrétní diskuze je uvedena v Diskuzi této práce).

Celkově musíme tedy říci, že došlo, stejně jako u diagnostického nástroje BOT-2, k výraznému zhoršení struktury fitu modelu RPM ve druhém měření oproti prvnímu měření. V opakovaném měření byla struktura RPM fitu modelu nestabilní.

## **9.2 Vztah motorické vyspělosti a neverbální inteligence**

Výsledky strukturálního modelu v obou měřeních ukázaly, že výkony v jednotlivých konstruktech BOT-2 a výkony v setech RPM mají významný vliv na



úroveň neverbální složky obecné inteligence  $R^2=0,25$  v prvním měření a  $R^2=0,22$  ve druhém měření. Spolu s výsledky z vícenásobné regrese, provedené pro jednotlivé věkové skupiny, je proto možné přijmout výzkumnou **hypotézu č. 1**, a to, že úroveň motorické vyspělosti má významný vliv na úroveň neverbální složky obecné inteligence. Nicméně je potřeba zde zdůraznit, že úroveň motorické vyspělosti spolu se sety z RPM měla dle výsledků strukturálních modelů významný vliv na neverbální složku obecné inteligence v obou měřeních pouze u dívek, první měření  $R^2=0,32$  a druhé měření  $R^2=0,34$ . Díky tomuto zjištění proto přijímáme **hypotézu č. 2**.

Spojení motoriky a inteligence je v základu vedeno předpokladem významné souvislosti mezi 1. rychlostí přenosu informací v CNS; 2. intelektuální aktivitou. V tomto spojení je možné si představit komplexní pohybový úkol jako činnost, kde je, kromě přesně vymezených vzorců neuromuskulární aktivity (Schmidt & Lee, 1999) nutné zapojit také složku kognitivní (Planinsec, 2002). Fridland (2019) poukazuje na propojení výkonu v motorické dovednosti, dále nespecifikované, s myslí a inteligencí. Ve své studii hovoří o pojmech „*concatenation*“, který představuje asociativní složku spíše intuitivního implicitního charakteru pro osvojení a provedení dovednosti. Druhým pojmem je „*segmentation*“, který vyjadřuje osvojování, nebo provedení dovednosti za pomoci kognitivních procesů. Provedení komplexního pohybového úkolu, který je dle našeho názoru souhrou obou těchto procesů, je proto v souladu s předchozími výzkumy (Leithwood, 1971; Thomas & Chissom, 1972) částečně intelektový proces. Na konkrétní spojení motorické koordinace a neverbální složky inteligence poukázal i Zimmer (1981). Jakmile je tedy nutné pro řešení motorického úkolu použití kognitivních procesů, objevuje se vztah mezi motorickou koordinací a inteligencí zřetelněji (Momirović et al., 1987; Carretta & Ree, 1997; Tirre & Raouf 1998; Planinšec, 2002; Bonifacci et al. 2004). Na podkladě těchto teorií se proto domníváme, že nalezený vliv motorické vyspělosti na výkon v neverbální složce obecné inteligence má své opodstatnění. Jak již bylo zmíněno, významný vliv motorické vyspělosti na výkon v neverbální složce byl v obou měřeních objeven pouze u dívek. CNS dívek zraje odlišným tempem a s důrazem na odlišné oblasti oproti CNS chlapců (Gidley Larson et al., 2007). U dívek prokazatelně rychleji zraje prefrontální kortex a cerebellum (De Bellis et al., 2001; Tiemeier et al., 2010; Sussman, et al., 2016), které se do motorické činnosti významně zapojují, pokud není motorický úkol pro člověka zautomatizovaný (Diamond, 2000). Christakou et al. (2009) se zaměřili na funkční odlišnosti v řízení kognitivních procesů u obou pohlaví ve věkovém rozpětí

13–38 let. Výsledky FMRI ukázaly, že dívky/ženy zapojují významně více prefrontální a temporální oblasti kortexu, které se u nich ukázaly ve vyšším stadiu maturace. Tyto oblasti mozku jsou zodpovědné za plánování, exekutivu a také přípravnou fázi na exekuci spolu s krátkodobou pamětí. Velmi zajímavé zjištění přinesli Ramsden et al. (2011), kteří u adolescentů našli pozitivní souvislost mezi úrovní neverbální složky IQ a profilem šedé hmoty v oblastech zodpovědných za pohyby prstů. Motorické odlišnosti v závislosti na pohlaví u dětí ve věku 7–14 let také našli Gidley Larson et al. (2007). Dívky byly oproti chlapcům lepší v tzv. *timmed pattern movements*, kde byla cílem přesnost pohybu celého těla nebo jeho částí. Spolu s předchozím zjištěním Christakou et al. (2009) by toto mohlo souviset s lepšími výkony dívek v oblastech jemné motoriky a stejně tak s lepší celkovou pohybovou koordinací (jak test sed leh, tak agility běh), která je dle Zimmera (1981) se složkou neverbální inteligence významně spojena.

Následně jsme analyzovali vliv jednotlivých konstruktů motorické vyspělosti na výkon v neverbální složce inteligence. Z předchozích výzkumů (např: Gidley Larson et al., 2007; Ramsden et al., 2011; Klupp et al., 2021) jsme předpokládali, že nejsilnější vliv na úroveň neverbální složky inteligence bude mít v obou měřeních úroveň jemné motoriky. I přes to, že jemná motorika byla v obou měřeních významným prediktorem pro výkon v neverbální složce obecné inteligence, první měření  $\lambda=0,32$ , druhé měření  $\lambda=0,30$ , nebyl její vliv v modelu se zohledněním pohlaví probandů absolutně nejsilnější, a proto **hypotézu č. 3** zamítáme. Nejsilnějším prediktorem byl v tomto případě v prvním měření konstrukt síla a agilita  $\lambda=0,52$ . Na druhou stranu výkon v konstruktu síla a agilita se neukázal jako významný pro výkon v úrovni neverbální složce obecné inteligence ve druhém měření  $\lambda=0,19$ . Z těchto výsledků vyplývá, že úroveň jemné motoriky se zdá být stabilním prediktorem pro výkon v neverbální složce obecné inteligence. Tyto výsledky jsou v souladu s některými předchozími studiemi. Momirovic et al. (1987) zjistili, že výkony v jemné motorice (koordinace ruky) významně korelují s výsledkem v hodnocení inteligence. K podobnému zjištění došli Graff s Hintonem (1997), dle kterých má nejbližší vztah s inteligencí vizuální koordinace oka a ruky. Domníváme se, že vysvětlení této stability je dáno nároky na CNS při realizaci jemně motorických úkolů, kde se účastní regiony mozku (cerebellum, bazální ganglia, frontální laloky) zodpovědné také za kognitivní operace, zejména zvýšené nároky na pozornost a plastičnost pohybu (Thach, 1998; Diamond, 2000). Vliv oblasti síly a agility na úroveň neverbální složky obecné inteligence má dle našeho názoru také své opodstatnění. Konstrukt síly a agility obsahuje

v rámci BOT-2 množství manifestních proměnných (člunkový běh, překračování kladiny s došlapem obou nohou na každé straně po dobu 15 sekund, skoky po jedné noze na značce na místě po dobu 15 sekund, přeskoky značky snožmo a přeskoky značky po jedné noze po dobu 15 sekund), které svou povahou patří především do oblastí dynamické rovnováhy, rytmické schopnosti a agility. Wilson a McKenzie (1998) ve své metaanalýze poukázali na průkazný vztah mezi motorickou koordinací a úrovní inteligence. Planinsec a Pišot (2006) ukázali, že děti a dospívající s podprůměrnými výkony v testu inteligence TN20 dosáhli významně horších výkonů v testech motorické koordinace zahrnující významně složku rytmizace. Motorické činnosti jako agility běh vyžadují kromě úrovně motorické výkonnosti běhu také zapojení rozhodovacích procesů, plánování, inteligenční složky a rytmizace – *timing*u. Komplex výše zmíněných konstruktů tvoří dle našeho názoru integrální plán pro realizaci koordinačně náročného pohybu, podobně vysvětlený Bernsteinem (2014), který jej nazývá souhrnně *dextritou* (šikovností, nikoliv pravostranností) člověka. S tímto výkladem je možné spojit také výsledky Horičky et al. (2020), kteří u školních dětí zjistili významný vztah mezi úrovní inteligence a výkony v reaktivní agility. Souvislost mezi výkonem v běžecké agilitě a úrovní inteligence přinesli také Esteban-Cornejo et al. (2019). V této studii bylo zjištěno, že kardiopulsační zdatnost a běžecká agilita významně ovlivňují tloušťku mozkové kůry a že tloušťka mozkové kůry významně souvisí s úrovní inteligence. Nicméně je nutné také uvést, že ve výsledcích předchozích studií neexistuje úplná shoda. Například Smits-Engelsman a Hill (2012) ve své studii s více jak 12000 probandy zjistili, že úroveň inteligence je v jejich případě nezávislá na úrovni motorické koordinace, a to v době dětství i rané dospělosti. V této studii však byly použity testy motorické koordinace, které spíše odpovídají hodnocení hrubé motorické činnosti, a jejich položky, jako je např. chůze po čáře či jednoduché poskoky, se ukazují v populaci jako problematické z důvodu jejich nízké úrovně diskriminace.

Míra vztahu mezi úrovní motorické vyspělosti (celkový standardní skóre v BOT-2) a neverbální složkou obecné inteligence byla s ohledem na věk probandů odlišná. V této práci jsme předpokládali, že míra vztahu bude s věkem slábnout. Tento předpoklad jsme formulovali na základě výsledků předchozích studií (Hartman et al. 2010; Pangelinan, et al., 2011; Papadopoulos et al., 2014) které zjistily, že vztah mezi úrovní rozvoje motoriky a obecné inteligence je v období předškolního věku nejsilnější ( $r = 0,4 - 0,7$ ) a v období mladšího školního věku se síla tohoto vztahu značně snižuje  $r = 0,16 - 0,34$  (Bentler, 1985

in Schneider & Bullock, 2008). Toto slábnutí vztahů mezi inteligencí a motorickou vospělostí je vysvětlováno maturačním procesem CNS. V předškolním věku je spojení tzv. základní kognitivní schopnosti (IQ) a úrovní motorických dovedností velmi silné díky společné aktivaci zejména subkortikálních mozkových struktur při motorických i kognitivních činnostech. V dalším vývoji se však maturace subkortikálních a zejména kortikálních oblastí diferencuje (vývoj frontálních laloků a plánování; oddělení kognitivní a motorické složky v cerebellu). Tyto maturační procesy spolu s přicházejícími zevními vlivy proto vztah mezi motorickou vospělostí a inteligencí pravděpodobně oslabují (Pangelinan, et al., 2011; Schneider & Bullock, 2008). Zatímco v prvním měření nebyla zjištěna žádná systematická míra vztahu a věku (kategorie 6 – 7 let,  $r=0,39$ ; kategorie 8 – 9 let,  $r=0,28$ ; kategorie 10 – 11 let ( $r=0,34$ ), ve druhém měření byly vztahy mezi celkovým skóre v BOT-2 a úrovní neverbální složky obecné inteligence s věkem silnější (kategorie 6 – 7 let,  $r=0,15$ ; kategorie 8 – 9 let,  $r=0,29$ ; kategorie 10 – 11 let  $r=0,40$ ). Na základě těchto výsledků musíme zamítnout **hypotézu č. 4**. Cole a Harris (1992) poukázali, že vztahy mezi inteligenčním kvocientem a motorickým kvocientem jsou nestabilní, s věkem se mění a určení jejich trendu je velmi závislé na souboru a kovariačních proměnných. Naše výsledky jsou v jistém souladu se závěry longitudinální studie Schneidera a Bullockové (2008). Tito autoři odhalili podobnou těsnost vztahu mezi motorikou a inteligencí v mladším školním věku. Dle jejich zjištění dosahuje tento vztah v mladším školním věku korelace  $r=0,34$ , což je výsledek, který se velmi blíží svou hodnotou námi zjištěným korelacím z prvního měření v námi určených kategoriích mladšího školního věku: 6 – 7 let ( $r=0,39$ ), kategorie 8 – 9 let ( $r=0,28$ ), kategorie 10 – 11 let ( $r=0,34$ ). Při analýze jednotlivých konstruktů motorické vospělosti jsme zjistili, že podobný trend vývoje vztahů je pouze u subtestu rovnováhy a subtestu síly. Vztah mezi úrovní rovnováhy, síly a akademickými dovednostmi (početní operace, jazyková vybavenost, slovní zásoba) byl zjištěn ve studii Abdelkarim et al. (2017). Autoři tyto vztahy vysvětlují možnou souvislostí, mírou aktivizace CNS, která je při rovnovážných cvičení vyšší, a také mírou prokrvení zejména hypokampální části mozku, která úzce souvisí s operativní pamětí. Ovšem v obou případech je klinická průkaznost zjištěných vztahů zanedbatelná. Na druhou stranu jsme si vědomi, že výsledky analýz z druhého měření byly pravděpodobně významně ovlivněny velmi nestandardním zlepšením výkonu v úrovní motorické vospělosti u dětí ze ZŠ Školní. Tato změna, která byla nejmarkantnější u chlapců ve věku 6 – 7 let, mohla výrazně změnit parametry popisné

statistiky, jako je kovariance a směrodatná odchylka, ze kterých jsou korelace počítány. Proto se spíš přikláníme k názoru Colea a Harrise (1992), tj. že vztahy mezi hodnocenými proměnnými se v závislosti na věku mění. Absence vysvětlení, proč došlo při opakovaném měření k tak výraznému zlepšení pouze u jedné části výzkumného souboru, nám neumožňuje při hodnocení změn v závislosti na věku zaujmout jasné stanovisko.

### **9.3 Limity a silné stránky studie**

Za hlavní limity této studie považujeme, i přes poměrně objektivní metodu výběru výzkumného souboru, omezení probandů na dvě školy z velmi odlišných demografických a socioekonomických oblastí. To, co jsme původně vnímali jako výhodu, tj. že výsledky nebudou pouze z jednoho místa, např. pouze z metropole, se zejména po analýze dat z druhého měření, ukázalo jako problematické. Druhým limitem, který již vychází ze samotných empirických dat, se ukázala diagnostická kvalita použitých nástrojů. I přes to, že jsou tyto nástroje BOT-2 i RPM běžně ve světovém výzkumu používané, domníváme se, že reliabilita subtestů BOT-2 i setů v RPM mohla ve svém důsledku interpretaci našich zjištění zkreslit. Naopak samotné opakované hodnocení obou domén, použití dlouhé formy BOT-2, velikost souboru, u něhož bylo možné využít i metod strukturálního modelování, měření provedené pouze jedním výzkumným týmem i přísné dodržení půlročního intervalu považujeme za silné stránky této studie.

## 10 ZÁVĚR

Zjištěné výsledky ukazují, že používané diagnostické nástroje pro hodnocení úrovně motorické vyspělosti nebo neverbální složky obecné inteligence mohou být z hlediska stability struktury v opakovaných měřeních problematické. Příčinou nestabilní struktury v opakovaném měření jsou často neočekávané změny ve výkonech měřených probandů. Celkem známé jsou výrazné pozitivní změny ve výkonech motorických testových baterií i v testových bateriích měřících inteligenci při nedostatečné wash up period. Zde je třeba podotknout, že nestabilita modelu je dána především nesystematicky dosaženými změnami. Pokud by se zlepšili probandé systematicky (všichni o stejný díl, nebo o stejný poměr), nemělo by toto zlepšení významný dopad na hodnoty regresních parametrů v modelu. V naší práci jsme však díky malému klinickému efektu Cohed *d* repeated measures = 0,11 – 0,39 uvažovali, že výrazné zhoršení fitu modelu, včetně významných změn některých faktorových zátěží, bylo pravděpodobné, dáno nesystematickými změnami ve výkonech v hodnocených parametrech – Motorická vyspělost a RPM. U probandů z maloměsta došlo ve druhém, opakovaném, měření k nezvyklému zlepšení výsledků ve většině hodnocených parametrů motorické vyspělosti. Největší rozdíly mezi prvním a druhým měření byly u těchto dětí zjištěny v subtestech: jemná motorika integrace, koordinace horní končetiny a bilaterální koordinace. Celkově dokázaly děti z maloměsta zlepšit svůj výsledek motorické vyspělosti o 15,8 %, zatímco děti z metropole se dokázaly zlepšit pouze o 1,5 %. Podobný trend, i když ne tak silný, byl pozorován i u změn výsledku v RPM. Také zde se děti z maloměsta významně svými výkony přiblížily dětem z metropole. Významně odlišná startovní čára motorické vyspělosti i neverbální inteligence mezi dětmi z obou škol a následné změny ve výkonech, které nebyly paralelní, pravděpodobně zapříčinily změny kvality ve strukturálních modelech druhého měření. K významnému ovlivnění výsledku analýz došlo tedy zejména díky nestandardnímu zlepšení výkonu v úrovni motorické vyspělosti u dětí z maloměsta. Při detailnější analýze bylo zjištěno, že tato změna, která byla nejmarkantnější u chlapců ve věku 6 – 7 let a mohla výrazně změnit parametry popisné statistiky.

Můžeme se pouze domnívat, proč k takovému zlepšení došlo pouze u dětí z maloměsta, jelikož ani jedné škole jsme nezadali informace, aby se děti jakkoli cíleně připravovaly na druhé měření. Absence vysvětlení, proč došlo při opakovaném měření k tak výraznému zlepšení pouze u jedné části výzkumného souboru, nám neumožňuje při hodnocení změn v závislosti na věku zaujmout jasné stanovisko. To, co jsme původně

vnímali jako výhodu, tj. že výsledky nebudou pouze z jednoho místa, např. pouze z metropole, se zejména po analýze dat z druhého měření, ukázalo jako problematické.

I s tímto limitem však výsledky této studie ukázaly významný vliv úrovně motorické vyspělosti na úroveň neverbální složky obecné inteligence u dětí mladšího školního věku. Nejdůležitějšími oblastmi pozitivně ovlivňující výkon v RPM byla jemná motorika a síla a agilita. K tomu je třeba dodat, že tato důležitost se ukázala odlišně silná i stabilní s ohledem na pohlaví, kdy u dívek byl vliv těchto konstruktů na úroveň neverbální složky inteligence silnější. Velmi variabilní se ukázaly vztahy mezi jednotlivými konstrukty motorické vyspělosti a výkonem v RPM s ohledem na věk probandů, z čehož jsme nebyli schopni odvodit trend slábnoucích vztahů navrhovaný některými předchozími autory.

Nicméně prokazatelný vliv úrovně motorické vyspělosti na neverbální složku obecné inteligence u dětí mladšího školního věku vnímáme jako klíčovou informaci pro tvorbu intervenčních i pohybově edukačních programů ve školním prostředí, s cílem stimulovat motorický vývoj dětí s důrazem na oblast jemné motoriky, agility a síly za účelem rozvoje jejich mentální složky.

## REFERENČNÍ SEZNAM

Abbott, A., Bartlett, D., Fanning, J., & Kramer, J. (2000) Infant motor development and aspects of the home environment. *Pediatric Physical Therapy, 12*, 62–67.

Abdel-Khalek, A. M., & Raven, J. (2006). Normative data from the standardization of Raven's Standard Progressive Matrices in Kuwait in an international context. *Social Behavior and Personality: an international journal, 34*(2), 169-180.

Adolph, K. (2002). Learning to keep balance. *Advances in child development and behavior, 30*, 1-40.

Aiken, L. R. (2009). *Psychological testing and assessment*. Pearson Education India.

Albanese, O., De Stasio, S., Di Chiacchio, C., Fiorilli, C., & Pons, F. (2010). Emotion comprehension: The impact of nonverbal intelligence. *The journal of genetic psychology, 171*(2), 101-115.

Allen, L. H. (1995). Malnutrition and human function: a comparison of conclusions from the INCAP and nutrition CRSP studies. *The Journal of nutrition, 125*, 1119 -1126.

Allen K., Marotz, L. R. (2002). *Přehled vývoje dítěte od prenatálního období do 8 let*. 1. vyd. Praha: Portál.

Alloway, T. P. (2007). *Automated Working: Memory Assessment: Manual*. Pearson.

Almeida, A. C. D., Mendes, L. D. C., Sad, I. R., Ramos, E. G., Fonseca, V. M., & Peixoto, M. V. M. (2016). Use of a monitoring tool for growth and development in Brazilian children—systematic review. *Revista Paulista De Pediatria, 34*(1), 122-131.

Atkinson, R. L., Atkinson, R.C., Smith, E.E., Bem, D. J. & Nolen-Hoeksema, S., (Eds.). (2003). *Psychologie*. Praha: Portál.

Atun-Einy, O., Berger, S. E., & Scher, A. (2013). Assessing motivation to move and its relationship to motor development in infancy. *Infant Behavior and Development, 36*(3), 457-469.

Avan, B. I., & Kirkwood, B. R. (2010). Review of the theoretical frameworks for the study of child development within public health and epidemiology. *Journal of Epidemiology & Community Health, 64*(5), 388-393.

Bain, S. K., & Allin, J. D. (2005). Book review: Stanford-binet intelligence scales. *Journal of Psychoeducational Assessment, 23*(1), 87-95.

Bardid, F., Huyben, F., Lenoir, M., Seghers, J., De Martelaer, K., Goodway, J. D., & Deconinck, F. J. (2016). Assessing fundamental motor skills in Belgian children aged 3–8 years highlights differences to US reference sample. *Acta Paediatrica, 105*(6), e281-e290.



- Barela, J. A. 2013. Fundamental Motor Skill Proficiency Is Necessary for Children's Motor Activity Inclusion. *Motriz. Revista de Educacao Fisica*, 19(3): 548–51.
- Barber, A. D., Srinivasan, P., Joel, S. E., Caffo, B. S., Pekar, J. J., & Mostofsky, S. H. (2012). Motor “dexterity”?: evidence that left hemisphere lateralization of motor circuit connectivity is associated with better motor performance in children. *Cerebral Cortex*, 22(1), 51-59.
- Barkley, R. A. (1990). *Attention-deficit hyperactivity disorder: A handbook for diagnosis and treatment*. New York: Guilford Press.
- Barnett, A. L., & Henderson, S. E. (2007). *Discriminative validity of the Movement ABC-2 Test: performance of children with Developmental Coordination Disorder*. Unpublished study. Oxford: Brookes University.
- Barnett, L., van Beurden, E., Morgan, P. J., Lincoln, D., Zask, A., & Beard, J. (2009). Interrater objectivity for field-based fundamental motor skill assessment. *Research Quarterly for Exercise and Sport*, 80(2), 363-368.
- Barnett, L. M., Van Beurden, E., Morgan, P. J., Brooks, L. O., & Beard, J. R. (2009). Childhood motor skill proficiency as a predictor of adolescent physical activity. *Journal of adolescent health*, 44(3), 252-259.
- Barnhart, R. C., Davenport, M. J., Epps, S. B., & Nordquist, V. M. (2003). Developmental coordination disorder. *Physical Therapy*, 83(8), 722-731.
- Bartels, M., Rietveld, M. J., Van Baal, G. C. M., & Boomsma, D. I. (2002). Heritability of educational achievement in 12-year-olds and the overlap with cognitive ability. *Twin Research and Human Genetics*, 5(6), 544-553.
- Bayley, N. (1935). The development of motor abilities during the first three years: A study of sixty-one infants tested repeatedly. *Monographs of the Society for Research in Child Development*, 1(1), 1-26.
- Becker, K. A. (2003). *History of the Stanford-Binet intelligence scales: Content and psychometrics*. Itasca, IL: Riverside Publishing.
- Bellows, L. L., Davies, P. L., Anderson, J., & Kennedy, C. (2013). Effectiveness of a physical activity intervention for Head Start preschoolers: a randomized intervention study. *American journal of occupational therapy*, 67(1), 28-36.
- Bensimhon, D. R., Kraus, W. E., & Donahue, M. P. (2006). Obesity and physical activity: a review. *American heart journal*, 151(3), 598-603.
- Bernstein, N. A. (2014). *Dexterity and its development*. Psychology Press.
- Bertoti, D. (2004). *Functional neurorehabilitation through the life span*. FA Davis Company.

- Bhutta, A. T., Cleves, M. A., Casey, P. H., Cradock, M. M., & Anand K. S. (2002). Cognitive and behavioral outcomes of school-aged children who were born preterm: A meta-analysis. *JAMA*, 288, 728-737.
- Bialystok, E., & Shapero, D. (2005). Ambiguous benefits: The effect of bilingualism on reversing ambiguous figures. *Developmental Science*, 8(6), 595-604.
- Bláha, P., Vignerová, J., Riedlová, J., Kobzová, J., Krejčovský, L., & Brabec, M. (2005). *6. celostátní antropologický výzkum dětí a mládeže 2001*. Česká republika. Praha: SZU.
- Blahuš, P. (2009). Klasická reliabilita testu vs. přesnost technicko-fyzikálního měření: některá nedorozumění. *Metodologie a statistika v kinantropologickém výzkumu. Sborník příspěvků*. Olomouc, 15-56.
- Blahutková, M., Klenková, J., & Zichová, D. (2005). Psychomotorické hry pro děti s poruchami pozornosti a pro hyperaktivní děti (Vol. 1000). Masarykova univerzita.
- Blatný, M., & Plháková, A. (2003). *Temperament, inteligence, sebekojení: nové pohledy na tradiční témata psychologického výzkumu*. Psychologický ústav Akademie věd ČR.
- Blatný, M. (2010). *Psychologie osobnosti: hlavní témata, současné přístupy*. Praha: Grada.
- Blüchel, M., Lehmann, J., Kellner, J., & Jansen, P. (2013). The improvement in mental rotation performance in primary school-aged children after a two-week motor-training. *Educational Psychology*, 33(1), 75-86.
- Blythe, S. G. (2012). *Assessing neuromotor readiness for learning: The INPP developmental screening test and school intervention programme*. John Wiley & Sons.
- Bogin, B. (1999). *Patterns of human growth* (2nd ed.). New York: Cambridge University Press.
- Bogin, B. (Ed.). (2012). *Human growth and development*. Academic Press.
- Bobath, K., & Bobath, B. (1972). The neurodevelopmental approach to treatment. *Physical therapy services in the developmental disabilities*, 114-185.
- Bobbio, T. G., Morcillo, A. M., Barros Filho Ade, A., & Concalves, V. M. G. (2007). Factors associated with inadequate fine motor skills in Brazilian students of different socioeconomic status. *Perceptual and Motor Skills*, 105 (3f), 1187 – 1195.
- Bodzsar, E., & Susanne, C. (1998). Secular growth changes in Europe: do we observe similar trends? considerations for future research. *Secular growth changes in Europe*, 369-381.
- Bollen, K. A., & Pearl, J. (2013). Eight myths about causality and structural equation modeling. In S. L. Morgan (Ed.), *Handbook of Causal Analysis for Social Research* (pp.

301-328). Dordrecht: Springer. Bond, T., Yan, Z., & Heene, M. (2020). *Applying the Rasch model: Fundamental measurement in the human sciences*. Routledge.

Bond, T., Yan, Z., & Heene, M. (2020). *Applying the Rasch model: Fundamental measurement in the human sciences*. Routledge.

Bonett, D. G., & Wright, T. A. (2000). Sample size requirements for estimating Pearson, Kendall and Spearman correlations. *Psychometrika*, 65(1), 23-28.

Bonifacci, P. (2004). Children with low motor ability have lower visual-motor integration ability but unaffected perceptual skills. *Human movement science*, 23(2), 157-168.

Boot, A. M., de Ridder, M. A., Pols, H. A., Krenning, E. P., & de Muinck Keizer-Schrama, S. M. (1997). Bone mineral density in children and adolescents: relation to puberty, calcium intake, and physical activity. *The Journal of Clinical Endocrinology & Metabolism*, 82(1), 57-62.

Booth, S. L., Sallis, J. F., Ritenbaugh, C., Hill, J. O., Birch, L. L., Frank, L. D., ... & Hays, N. P. (2001). Environmental and societal factors affect food choice and physical activity: rationale, influences, and leverage points. *Nutrition reviews*, 59(3), S21-S36.

Bornstein, M. H., Hahn, C. S., Suwalsky, J. T., & Haynes, O. M. (2003). *Socioeconomic status, parenting, and child development: The Hollingshead Four-Factor Index of Social Status and The Socioeconomic Index of Occupations*. Lawrence Erlbaum Associates Publishers.

Bouchard, T. J., Lykken, D. T., McGue, M., Segal, N. L., & Tellegen, A. (1990). Sources of human psychological differences: The Minnesota study of twins reared apart. *Science*, 250(4978), 223-228.

Bouffard M. (1990) Movement problem solutions by educable mentally handicapped individuals. *Adapted Physical Activity Quarterly*, 7, 183 – 197.

Božanić, A., & Bešlija, T. (2010). Relations between fundamental motor skills and specific karate technique in 5-7 year old beginners. *Sport science*, 3(1), 79.

Braun, K. V., Erler, N. S., Kiefte-de Jong, J. C., Jaddoe, V. W., van den Hooven, E. H., Franco, O. H., & Voortman, T. (2016). Dietary intake of protein in early childhood is associated with growth trajectories between 1 and 9 years of age. *The Journal of nutrition*, 146(11), 2361-2367.

Breeman, L. D., Jaekel, J., Baumann, N., Bartmann, P., & Wolke, D. (2017). Neonatal predictors of cognitive ability in adults born very preterm: a prospective cohort study. *Dev. Med. Child. Neurol.*, 59, 477, 483.

Brody, N. (2000). History of theories and measurements of intelligence. *Handbook of intelligence*, 16-33.

- Bryant, E. S., James, R. S., Birch, S. L., & Duncan, M. (2014). Prediction of habitual physical activity level and weight status from fundamental movement skill level. *Journal of sports sciences, 32*(19), 1775-1782.
- Brown, R. P., & Day, E. A. (2006). The difference isn't black and white: stereotype threat and the race gap on Raven's Advanced Progressive Matrices. *Journal of Applied Psychology, 91*(4), 979.
- Brown, A. L., & Ferrara, R. A. (1985). Diagnosing zones of proximal development. *Culture, communication, and cognition: Vygotskian perspectives, 273-305*.
- Brown, W. H., Pfeiffer, K. A., McIver, K. L., Dowda, M., Addy, C. L., & Pate, R. R. (2009). Social and environmental factors associated with preschoolers' nonsedentary physical activity. *Child development, 80*(1), 45-58.
- Brown, T. A. (2015). *Confirmatory factor analysis for applied research*. Guilford publications.
- Brown, T. (2019). Structural validity of the Bruininks-Oseretsky test of motor proficiency—second edition brief form (BOT-2-BF). *Research in developmental disabilities, 85*, 92-103.
- Brown, T. (2019). Structural Validity of the Bruininks-Oseretsky Test of Motor Proficiency—Second Edition (BOT-2) Subscales and Composite Scales. *Journal of Occupational Therapy, Schools, & Early Intervention, 12*(3), 323-353.
- Bruininks, R. (1978). *Bruininks-Oseretsky test of motor proficiency*. Circle Pines, MN: American Guidance Service.
- Bruininks, R. H., & Bruininks, B. D. (2005). *Test of motor proficiency (2nd ed.)*. Circle Pines: AGS Publishing. Manual.
- Bruggink, J. L., Van Braeckel, K. N., & Bos, A. F. (2010). The early motor repertoire of children born preterm is associated with intelligence at school age. *Pediatrics, 125*(6), e1356-e1363.
- Burke, H. R. (1985). Raven's Progressive Matrices (1938): More on norms, reliability, and validity. *Journal of Clinical Psychology, 41*(2), 231-235.
- Burton, A. W., & Miller, D. E. (1998). *Movement skill assessment*. Human Kinetics.
- Bushnell, E. W., & Boudreau, J. P. (1993). Motor development and the mind: The potential role of motor abilities as a determinant of aspects of perceptual development. *Child development, 64*(4), 1005-1021.
- Butcher, J. E., & Eaton, W. O. (1989). Gross and fine motor proficiency in preschoolers: relationships with free play behaviour and activity level. *Journal of Human movement studies, 16*(1), 27-36.

- Caffarra, P., Vezzadini, G., Zonato, F., Copelli, S., & Venneri, A. (2003). A normative study of a shorter version of Raven's progressive matrices 1938. *Neurological Sciences, 24*, 336–339.
- Cairney, J., Hay, J. A., Faught, B. E., Wade, T. J., Corna, L., & Flouris, A. (2005). Developmental coordination disorder, generalized self-efficacy toward physical activity, and participation in organized and free play activities. *The Journal of pediatrics, 147*(4), 515-520.
- Caino, S., Kelmansky, D., Adamo, P., & Lejarraga, H. (2010). Short-term growth in head circumference and its relationship with supine length in healthy infants. *Annals of human biology, 37*(1), 108-116.
- Cameron, C. E., Cottone, E. A., Murrah, W. M., & Grissmer, D. W. (2016). How are motor skills linked to children's school performance and academic achievement?. *Child Development Perspectives, 10*(2), 93-98.
- Campbell, B. C. (2011). Adrenarche and middle childhood. *Human Nature, 22*(3), 327.
- Campbell, I. G., Grimm, K. J., De Bie, E., & Feinberg, I. (2012). Sex, puberty, and the timing of sleep EEG measured adolescent brain maturation. *Proceedings of the National Academy of Sciences, 109*(15), 5740-5743.
- Campbell, W. N., Missiuna, C., & Vaillancourt, T. (2012). Peer victimization and depression in children with and without motor coordination difficulties. *Psychology in the Schools, 49*(4), 328-341.
- Campos, J. J., Kermoian, R., & Zumbahlen, M. R. (1992). Socioemotional transformations in the family system following infant crawling onset. *New Directions for Child and Adolescent Development, 1992*(55), 25–40.
- Campos, J. J., Anderson, D. I., Barbu-Roth, M. A., Hubbard, E. M., Hertenstein, M. J., & Witherington, D. (2000). Travel broadens the mind. *Infancy, 1*(2), 149-219.
- Carlson, A. G., Rowe, E., & Curby, T. W. (2013). Disentangling fine motor skills' relations to academic achievement: The relative contributions of visual-spatial integration and visual-motor coordination. *The Journal of genetic psychology, 174*(5), 514-533.
- Carpenter, P. A., Just, M. A., & Shell, P. (1990). What one intelligence test measures: a theoretical account of the processing in the Raven Progressive Matrices Test. *Psychological review, 97*(3), 404.
- Carr, J., & Shepherd, R. (2000). *Neurological Rehabilitation: optimising motor performance*. Oxford: Butterworth Heinemann.
- Carretta, T. R., & Ree, M. J. (1997). Expanding the nexus of cognitive and psychomotor abilities. *International Journal of Selection and Assessment, 5*(3), 149-158.

- Carroll, J. B. (1993). *Human cognitive abilities: A survey of factor analytic studies*. New York: Cambridge University Press.
- Case-Smith, J., Fisher, A. G., & Bauer, D. (1989). An analysis of the relationship between proximal and distal motor control. *American Journal of Occupational Therapy*, 43(10), 657-662.
- Casey, B. J., Tottenham, N., Liston, C., & Durston, S. (2005). Imaging the developing brain: what have we learned about cognitive development?. *Trends in cognitive sciences*, 9(3), 104-110.
- Cassiano, R. G., Gasparido, C. M., & Linhares, M. B. M. (2016). Prematurity, neonatal health status, and later child behavioral/emotional problems: a systematic review. *Infant Ment Health J*, 37, 274 - 288.
- Cattell, R. B. (1987). *Intelligence: Its structure, growth and action*. Elsevier.
- Caughy, M. O. B., DiPietro, J. A., & Strobino, D. M. (1994). Day-care participation as a protective factor in the cognitive development of low-income children. *Child development*, 65(2), 457-471.
- Cermak, S. A., Larkin, D., & Larkin, D. (2002). *Developmental coordination disorder*. Albany, NY: Delmar Thomson Learning.
- Chandler, S., Charman, T., Baird, G., Simonoff, E., Loucas, T. O. M., Meldrum, D., ... & Pickles, A. (2007). Validation of the social communication questionnaire in a population cohort of children with autism spectrum disorders. *Journal of the American Academy of Child & Adolescent Psychiatry*, 46(10), 1324-1332.
- Chang, S., Walker, S., Grantham-McGregor, S., & Powell, C. (2010). Early childhood stunting and later fine motor abilities. *Developmental Medicine & Child Neurology*, 52 (9), 831 – 836.
- Charlesworth, R. (2016). *Understanding child development (10th ed.)*. Boston, MA: Cengage Learning.
- Chen S T. (1989). Impact of a School Milk Programme on the Nutritional Status of School Children. *Asia-Pacific Journal Public Health* 3, 19-25.
- Chugani, H. T. (1994). *Development of regional brain glucose metabolism in relation to behaviour and plasticity*. In G. Dawson & K. Fischer (Eds.), *Human behaviour and the developing brain* (pp. 153–175). New York: Guilford Press.
- Chugani, H. T., Behen, M. E., Muzik, O., Juhász, C, Nagy, F., & Chugani, D. C. (2001). Local brain functional activity following early deprivation: A study of postinstitutionalized Romanian orphans. *NeuroImage*, 14, 1290-1301.
- Cintas, H. L. (1995). Cross-cultural similarities and differences in development and the impact of parental expectations on motor behavior. *Pediatric physical therapy*, 7(3), 103-111.

- Clark, J. E. (1994). Motor development. *Encyclopedia of human behavior*, 3(1), 245-255.
- Clark, J. E., & Whittall, J. (1989). What is motor development? The lessons of history. *Quest*, 41(3), 183-202.
- Clark, J. E., and Metcalf, J. S. (2002). *The mountain of motor development: a metaphor, in Motor Development: Reserch and Reviews*, eds J. E. Clark and J. H. Humphrey (Reston, VA: National Association for Sport and Physical Education), 163–190.
- Cliff, D. P., Okely, A. D., Smith, L. M., & McKeen, K. (2009). Relationships between fundamental movement skills and objectively measured physical activity in preschool children. *Pediatric exercise science*, 21(4), 436-449.
- Cohen, J. (2013). *Statistical power analysis for the behavioral sciences*. Academic press.
- Cole, T. J. (2003) The secular trend in human physical growth: a biological view. *Economics and Human Biology*, 1(2), 161–168.
- Cole, K. N., & Harris, S. R. (1992). Instability of the intelligence quotient-motor quotient relationship. *Developmental Medicine & Child Neurology*, 34(7), 633-641.
- 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.
- Collins, W. A. (1984). Conclusion: The status of basic research on middle childhood. *Development during middle childhood: The years from six to twelve*, 398-421.
- Comuk-Balci, N., Bayoglu, B., Tekindal, A., Kerem-Gunel, M., & Anlar, B. (2016). Screening preschool children for fine motor skills: environmental influence. *Journal of physical therapy science*, 28(3), 1026-1031.
- Connor-Kuntz, F. J., & Dummer, G. M. (1996). Teaching across the curriculum: Language-enriched physical education for preschool children. *Adapted Physical Activity Quarterly*, 13(3), 302-315.
- Cooley, D. , Oakman, R. , McNaughton, L. , & Ryska, T. (1997). Fundamental movement patterns in Tasmanian primary school children. *Perceptual and Motor Skills* , 84 , 307–316.
- Cools, W., K. De Marteaer, et al. (2008). Movement skill assessment of typically developing preschool children: A Review of seven movement skill assessment tools. *Journal of Sports Science and Medicine* 2009, 154-168.

- Courchesne, E., Chisum, H. J., Townsend, J., Cowles, A., Covington, J., Egaas, B., ... & Press, G. A. (2000). Normal brain development and aging: quantitative analysis at in vivo MR imaging in healthy volunteers. *Radiology*, *216*(3), 672-682.
- Court, J. H., & Raven, J. (1982). *Research and references: 1982 update*.
- Credé, M., & Kuncel, N. R. (2008). Study habits, skills, and attitudes: The third pillar supporting collegiate academic performance. *Perspectives on psychological science*, *3*(6), 425-453.
- Cronbach, L. J. (1996). *Acceleration among the Terman males: Correlates in midlife and after*. In C. P. Benbow & D. J. Lubinski (Eds.), *Intellectual talent: Psychometric and social issues* (p. 179–191). Johns Hopkins University Press.
- Cueto, S., Prieto, J. A., Nistal, P., Abelairas-Gómez, C., Barcala-Furelos, R., & López, S. (2017). Teachers' perceptions of preschool children's psychomotor development in Spain. *Perceptual and Motor Skills*, *124*(4), 725-739.
- Cummins, A., Piek, J. P., & Dyck, M. J. (2005). Motor coordination, empathy, and social behaviour in school-aged children. *Developmental Medicine & Child Neurology*, *47*(7), 437-442.
- Čelikovský, S. (1990). *Antropomotorika*. Praha: SPN.
- Dalton, T. C. (2005). Arnold Gesell and the maturation controversy. *Integrative Physiological & Behavioral Science*, *40*(4), 182-204.
- De Bellis, M. D., Keshavan, M. S., Beers, S. R., Hall, J., Frustaci, K., Masalehdan, A., ... & Boring, A. M. (2001). Sex differences in brain maturation during childhood and adolescence. *Cerebral cortex*, *11*(6), 552-557.
- Deitz, J. C., D. Kartin, et al. (2007). Review of the Bruininks-Oseretsky test of motor proficiency, (BOT-2). *Physical & occupational therapy in pediatrics* *27*(4): 87-102.
- Diamond, A. (2006). *The early development of executive functions*.
- Doležalová, J. (2010). *Rozvoj grafomotoriky v projektech*. Vyd. 1. Praha: Portál.
- Droit-Volet, S. (2013). Time perception in children: A neurodevelopmental approach. *Neuropsychologia*, *51*(2), 220-234.
- Duger, T., Bumin, G., Uyanik, M., Aki, E., & Kayihan, H. (1999). The assessment of Bruininks-Oseretsky test of motor proficiency in children. *Pediatric rehabilitation*, *3*(3), 125-131.
- Dumith, S. C., Ramires, V. V., Souza, M. A., Moraes, D. S., Petry, F. G., Oliveira, E. S., ... & Hallal, P. C. (2010). Overweight/obesity and physical fitness among children and adolescents. *Journal of Physical Activity and Health*, *7*(5), 641-648.
- Eccles, J. C. (2005). *Evolution of the Brain: Creation of the Self*. Routledge.



- Ehrlich, S. B., Levine, S. C., & Goldin-Meadow, S. (2006). The importance of gesture in children's spatial reasoning. *Developmental psychology, 42*(6), 1259.
- Embretson, S. (1998). A cognitive design system approach to generating valid tests: application to abstract reasoning. *Psychological Methods, 3*, 380–396.
- Engel de Abreu, P. M. (2011). Working memory in multilingual children: Is there a bilingual effect?. *Memory, 19*(5), 529-537.
- Ericsson, I. (2008). Motor skills, attention and academic achievements. An intervention study in school years 1–3. *British Educational Research Journal, 34*(3), 301-313.
- Erwin, H. E., & Castelli, D. M. (2008). National physical education standards: a summary of student performance and its correlates. *Research quarterly for exercise and sport, 79*(4), 495-505.
- Esteban-Cornejo, I., Rodriguez-Ayllon, M., Verdejo-Roman, J., Cadenas-Sanchez, C., Mora-Gonzalez, J., Chaddock-Heyman, L., ... & Hillman, C. H. (2019). Physical fitness, white matter volume and academic performance in children: findings from the Active Brains and FIT Kids2 projects. *Frontiers in psychology, 10*, 208.
- Falkner, F., & Tanner, J. M. (Eds.). (2013). *Postnatal Growth Neurobiology*. Springer Science & Business Media.
- Fan, Y., Chen, J., Shirkey, G., John, R., Wu, S. R., Park, H., & Shao, C. (2016). Applications of structural equation modeling (SEM) in ecological studies: an updated review. *Ecological Processes, 5*(1), 1-12.
- Faroane, S. V., Biederman, J., Krifcher, B., Lehman, B., Spencer, T., Norman, D., et al. (1993). Intellectual performance and school failure in children with attention deficit hyperactivity disorder and their siblings. *Journal of Abnormal Psychology, 102*, 616–623.
- Fedewa, A. L., & Ahn, S. (2011). The effects of physical activity and physical fitness on children's achievement and cognitive outcomes: a meta-analysis. *Research quarterly for exercise and sport, 82*(3), 521-535.
- Fels, I. M., Wierike, S. C., Hartman, E., Elferink-Gemser, M. T., Smith, J., & Visscher, C. (2015). The relationship between motor skills and cognitive skills in 4–16 year old typically developing children: A systematic review. *Journal of science and medicine in sport, 18*(6), 697-703.
- Ferjenčík, J., Hromý, J. (1989). *Ravenovy progresivní matice*. Bratislava: Psychodiagnostické a didaktické testy.
- Ferreira, L., Godinez, I., Gabbard, C., Vieira, J. L. L., & Caçola, P. (2018). Motor development in school-age children is associated with the home environment including socioeconomic status. *Child: care, health and development, 44*(6), 801-806.

- Ferron, J. M., & Hess, M. R. (2007). Estimation in SEM: A concrete example. *Journal of Educational and Behavioral Statistics*, 32(1), 110–120.
- Fietzek, U. M., Heinen, F., Berweck, S., Maute, S., Hufschmidt, A., & Schulte-Mönting, J. (2000). Development of the corticospinal system and hand motor function: central conduction times and motor performance tests. *Developmental Medicine and Child Neurology*, 42, 220–227.
- Fiorello, C. A., Hale, J. B., Holdnack, J. A., Kavanagh, J. A., Terrell, J., & Long, L. (2007). Interpreting intelligence test results for children with disabilities: Is global intelligence relevant?. *Applied Neuropsychology*, 14(1), 2-12.
- Flanagan, D. P., & McGrew, K. S. (1998). Interpreting intelligence tests from contemporary Gf-Gc theory: Joint confirmatory factor analysis of the WJ-R and KAIT in a non-white sample. *Journal of School Psychology*, 36(2), 151-182.
- Flanagan, D. P. & Harrison, P. L. (2005). *Contemporary Intellectual Assessment: Theories, Tests, and Issues* (2nd ed.). New York: Guildford Press.
- Flatters, I., Mushtaq, F., Hill, L. J., Holt, R. J., Wilkie, R. M., & Mon-Williams, M. (2014). The relationship between a child's postural stability and manual dexterity. *Experimental brain research*, 232(9), 2907-2917.
- Fransen, J., D'Hondt, E., Bourgois, J., Vaeyens, R., Philippaerts, R. M., & Lenoir, M. (2014). Motor competence assessment in children: Convergent and discriminant validity between the BOT-2 Short Form and KTK testing batteries. *Research in developmental disabilities*, 35(6), 1375-1383.
- Freitas, D. L., Lausen, B., Maia, J. A., Lefevre, J., Gouveia, É. R., Thomis, M., ... & Malina, R. M. (2015). Skeletal maturation, fundamental motor skills and motor coordination in children 7–10 years. *Journal of Sports Sciences*, 33(9), 924-934.
- Freyburg, P. S. (1966). The efficacy of the Coloured Progressive Matrices as a group test with young children. *British Journal of Educational Psychology*, 36(2), 171-177.
- Frick, A., & Möhring, W. (2016). A matter of balance: motor control is related to children's spatial and proportional reasoning skills. *Frontiers in Psychology*, 6, 2049.
- Fridland, E. (2019). Longer, smaller, faster, stronger: On skills and intelligence. *Philosophical Psychology*, 32(5), 759-783.
- Fry, A. F., & Hale, S. (2000). Relationships among processing speed, working memory, and fluid intelligence in children. *Biological psychology*, 54(1-3), 1-34.
- Funk, M., Brugger, P., & Wilkening, F. (2005). Motor processes in children's imagery: The case of mental rotation of hands. *Developmental Science*, 8(5), 402-408.

- Furman, A. (2005). Teória inteligencie Gf – Gc jako východisko testovej batérie Woodcock-Johnson international editions. *Psychológia a patopsychológia dieťaťa*, 40, 347-361.
- Gabbard, C. (1996). Foot laterality in children, adolescents, and adults. *Laterality: Asymmetries of Body, Brain and Cognition*, 1(3), 199-206.
- Gabbard, C. P. (2012). *Lifelong motor development(6th Ed)*. Texas: A&M University.
- Gallahue, D. L., & Ozmun, J. C. (2006). *Understanding motor development: infants, children, adolescents, adults*. Boston: McGraw-Hill.
- Gallahue, D. L., Ozmun, J. C., and Goodway, J. (2012). *Understanding Motor Development: Infants, Children, Adolescents, Adults*. New York, NY: McGrawHill.
- Garcia, C., Garcia, L., Floyd, J., & Lawson, J. (2002). Improving public health through early childhood movement programs. *Journal of Physical Education, Recreation & Dance*, 73(1), 27-31.
- Gardner, H. (1999). *Dimenze myšlení: Teorie rozmanitých inteligencí*. Praha: Portál.
- Gesell, A. (1940). *The first five years of life*. Harper & Brothers Publishers.
- Gesell, A., & Amatruda, C. S. (1945). *The embryology of behavior*. New York: Mcmilan.
- Ghosh, S., Ghosh, T., Dutta Chowdhury, S., Wrotniak, B. H., & Chandra, A. M. (2016). Factors associated With the development of motor proficiency in school children of Kolkata: A cross-sectional study to assess the role of chronic nutritional and socio-economic status. *Developmental psychobiology*, 58(6), 734-744.
- Gidley Larson, J. C., Mostofsky, S. H., Goldberg, M. C., Cutting, L. E., Denckla, M. B., & Mahone, E. M. (2007). Effects of gender and age on motor exam in typically developing children. *Developmental neuropsychology*, 32(1), 543-562.
- Gogtay, N., Giedd, J. N., Lusk, L., Hayashi, K. M., Greenstein, D., Vaituzis, A. C., ... & Thompson, P. M. (2004). Dynamic mapping of human cortical development during childhood through early adulthood. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 101(21), 8174-8179.
- Goldstein, D. J., & Britt Jr, T. W. (1994). Visual-motor coordination and intelligence as predictors of reading, mathematics, and written language ability. *Perceptual and motor skills*, 78(3), 819-823.
- Goodway, J. D., & Rudisill, M. E. (1996). Influence of a motor skill intervention program on perceived competence of at-risk African American preschoolers. *Adapted Physical Activity Quarterly*, 13(3), 288-301.

- Goodway, J. D., Robinson, L. E., & Crowe, H. (2010). Gender differences in fundamental motor skill development in disadvantaged preschoolers from two geographical regions. *Research quarterly for exercise and sport*, 81(1), 17-24.
- Goodway, J. D., Ozmun, J. C., & Gallahue, D. L. (2011). *Understanding motor development: Infants, children, adolescents, adults*. Jones & Bartlett Publishers.
- Goodwin, L. D., & Leech, N. L. (2003). The meaning of validity in the new standards for educational and psychological testing: Implications for measurement courses. *Measurement and evaluation in Counseling and Development*, 36(3), 181-191.
- Goswami, U. (1991). Analogical reasoning: What develops? A review of research and theory. *Child development*, 62(1), 1-22.
- Graf, M., & Hinton, R. N. (1997). Correlations for the developmental visual-motor integration test and the Wechsler Intelligence Scale for Children-III. *Perceptual and motor skills*, 84(2), 699-702.
- Grant, D., & Kurosky, S. (2008). Trends in the health of young children in California. *Policy Brief (UCLA Center for Health Policy Research)*, (PB2008-3), 1 – 8.
- Grantham-McGregor, S. M., Fernald, L. C., Kagawa, R. M., & Walker, S. (2014). Effects of integrated child development and nutrition interventions on child development and nutritional status. *Ann NY Acad Sci*, 1308(1), 11-32.
- Green, K. E., & Kluever, R. C. (1991). Structural properties of Raven's Coloured Progressive Matrices for a sample of gifted children. *Perceptual and Motor Skills*, 72(1), 59-64.
- Griffiths, A., Toovey, R., Morgan, P. E., & Spittle, A. J. (2018). Psychometric properties of gross motor assessment tools for children: a systematic review. *BMJ open*, 8(10), e021734.
- Grissom, R. J., & Kim, J. J. (2012). *Effect sizes for research: Univariate and multivariate applications*. Routledge.
- Hadders-Algra, M. (2005). The neuromotor examination of the preschool child and its prognostic significance. *Mental retardation and developmental disabilities research reviews*, 11(3), 180-188.
- Hajn, V. (2001). *Antropologie II*. 2. vyd. Olomouc: Univerzita Palackého.
- Halverson, L. E., Robertson, M. A., & Langendorfer, S. (1982). Development of the overarm throw: Movement and ball velocity changes by seventh grade. *Research Quarterly for Exercise and Sport*, 53(3), 198-205.
- Hally, J. T. (2012). *The g-Factor*. Mensa International Journal.

- Han, W. J., Leventhal, T., & Linver, M. R. (2004). The home observation for measurement of the environment (home) in middle childhood: A study of three large-scale data sets. *Journal Parenting Science and Practice, 4*, 3189–3210.
- Handal, A. J., Lozoff, B., Breilh, J., & Harlow, S. D. (2007). Sociodemographic and nutritional correlates of neurobehavioral development: a study of young children in a rural region of Ecuador. *Revista Panamericana de Salud Pública, 21*, 292-300.
- Harden, B. J. (2002). Congregate care for infants and toddlers: Shedding new light on an old question. *Infant Mental Health Journal, 25*(5), 476-495.
- Hardy, L. L., Barnett, L., Espinel, P., & Okely, A. D. (2013). Thirteen-year trends in child and adolescent fundamental movement skills: 1997-2010. *Medicine and Science in Sports and Exercise, 45*(10), 1965.
- Hardy, L. L., King, L., Farrell, L., Macniven, R., & Howlett, S. (2010). Fundamental movement skills among Australian preschool children. *Journal of science and medicine in sport, 13*(5), 503-508.
- Härnqvist, K., Gustafsson, J. E., Múthen, B. O., & Nelson, G. (1994). Hierarchical models of ability at individual and class levels. *Intelligence, 18*(2), 165-187.
- Harris, D. B. (1959). A note on some ability correlates of the Raven Progressive Matrices (1947) in the kindergarten. *Journal of Educational Psychology, 50*(5), 228.
- Harris, S. S., & Anderson, J. (2009). *Care of the Young Athlete. American Academy of Pediatrics*. Second edition.
- Hartman, E., Houwen, S., Scherder, E., & Visscher, C. (2010). On the relationship between motor performance and executive functioning in children with intellectual disabilities. *Journal of Intellectual Disability Research, 54*(5), 468-477.
- Havlíčková, L. (1998). *Biologie dítěte: rané fáze lidské ontogeneze*. Karolinum.
- Haywood, K. M., & Getchell, N. (2005). *Life Span Motor Development*. USA: Human Kinetics.
- Haywood, K. M., Robertson, M. A., & Getchell, N. (2011). *Advanced analysis of motor development*. Human Kinetics.
- Haworth, C. M., Wright, M. J., Luciano, M., Martin, N. G., de Geus, E. J., van Beijsterveldt, C. E., ... & Plomin, R. (2010). The heritability of general cognitive ability increases linearly from childhood to young adulthood. *Molecular psychiatry, 15*(11), 1112-1120.
- Heckman, J. J. (2006). Skill formation and the economics of investing in disadvantaged children. *Science, 312*, 1900–1902.
- Henderson, S. E., Sugden, D. A., & Barnett, A. L. (1992). *Movement assessment battery for children*. Psychological Corporation.

- Henderson, S. E., D. A. Sugden, et al. (2007). *Movement assessment battery for children-2: Movement ABC-2: Examiner's manual*. Pearson.
- Hendl, J. (2004). *Přehled statistických metod zpracování dat: analýza a metaanalýza dat*. Portál, sro.
- Herman, K. M., Craig, C. L., Gauvin, L., & Katzmarzyk, P. T. (2009). Tracking of obesity and physical activity from childhood to adulthood: the Physical Activity Longitudinal Study. *International Journal of Pediatric Obesity*, 4(4), 281-288.
- Hermanussen, M. (2013). *Auxology: Studying human growth and development*. Stuttgart: Schweizerbart Science Publishers.
- Hernández, B., Gortmaker, S. L., Colditz, G. A., Peterson, K. E., Laird, N. M., & Parra-Cabrera, S. (1999). Association of obesity with physical activity, television programs and other forms of video viewing among children in Mexico City. *International journal of obesity*, 23(8), 845-854.
- Hillman, C. H., & Schott, N. (2013). Fitness and cognitive performance in childhood. *Zeitschrift Fur Sportpsychologie*, 20(1), 33-41.
- Hintze, J. (2007). NCSS 2007. *Statistical analysis and graphics, user's guide*.
- Hochberg, Z. E. (2009). Evo-devo of child growth II: human life history and transition between its phases. *European Journal of Endocrinology*, 160(2), 135.
- Holický, J., & M. Musálek (2013). Evaluační nástroje motoriky podle vývojových norem u české populace. *Studia sportiva*, 7(2), 103-109.
- Holický, J. (2015). *Psychomotorický vývoj dětí v pražských školách a dětských domovech*. Disertační práce FTVS: UK.
- Horga, S. (1993). *Psihologija sporta*. Zagreb: Fakultet za fizičku kulturu.
- Horička, P., Šimonek, J., & Paška, L. (2020). Relationship between reactive agility, cognitive abilities, and intelligence in adolescents. *Journal of Physical Education and Sport*, 20, 2263-2268.
- Horn, J. L. (1991). Measurement of intellectual capabilities: A review of theory. *Woodcock-Johnson technical manual*, 197-232.
- Horn, J. L., & Noll, J. (1997). *Human cognitive capabilities: Gf-Gc theory*. In Flanagan, D., Genshaft, J. L., & Harrison, P. L. (Eds.) *Contemporary intellectual assessment: Theories, tests, and issues* (pp. 53-91). New York: Guilford.
- Houston-Wilson, C. (2015). Early Childhood Development. *Sports, Fitness, and Motor Activities for Children with Disabilities: A Comprehensive Resource Guide for Parents and Educators*, 11.

- Hulley, S. B. (2007). *Designing clinical research*. Lippincott Williams & Wilkins.
- Hume, C., Okely, A., Bagley, S., Telford, A., Booth, M., Crawford, D., & Salmon, J. (2008). Does weight status influence associations between children's fundamental movement skills and physical activity?. *Research quarterly for exercise and sport*, 79(2), 158-165.
- Hurych, E. (2006). *Analýza vzájemné závislosti úrovně motorické a intelektuální vyspělosti, úrovně pohybového nadání a struktury osobnosti u vybraného souboru dětí a mládeže*. (disertační práce). Brno: MU, Fakulta sportovních studií.
- Ichise, R. (2016). An Analysis of the CHC Model for Comparing Cognitive Architectures. *Procedia Computer Science*, (88), 239-244.
- Ignico, A. (1994). Early childhood physical education: Providing the foundation. *Journal of Physical Education, Recreation & Dance*, 65(6), 28-30.
- Iscan, M. Y., & Steyn, M. (2013). *The human skeleton in forensic medicine*. Charles C Thomas Publisher.
- Jaakkola, T., & Washington, T. (2013). The relationship between fundamental movement skills and self-reported physical activity during Finnish junior high school. *Physical Education and Sport Pedagogy*, 18(5), 492-505.
- Janz, K. F., Gilmore, J. M., Burns, T. L., Levy, S. M., Torner, J. C., Willing, M. C., & Marshall, T. A. (2006). Physical activity augments bone mineral accrual in young children: The Iowa Bone Development study. *The Journal of pediatrics*, 148(6), 793-799.
- Janzen, H. L., Obrzut, J. E., & Marusiak, C. W. (2004). Test Review: Roid, GH (2003). Stanford-Binet Intelligence Scales, (SB: V). Itasca, IL: Riverside Publishing. *Canadian Journal of School Psychology*, 19(1-2), 235-244.
- Jelínek, M., Klimusová, H. & Blatný, M. (2003). Stabilita a trendy vývoje inteligence u dětí ve věku 3-15 let. *Československá psychologie XLVII* (5).
- Jenkinson, J., Hyde, T., & Ahmad, S. (2008). *Building blocks for learning occupational therapy approaches: practical strategies for the inclusion of special needs in primary school*. John Wiley & Sons.
- Jirovec, J., Musálek, M., & Mess, F. (2019). Test of motor proficiency second edition (BOT-2): compatibility of the complete and Short Form and its usefulness for middle-age school children. *Frontiers in pediatrics*, 7, 153.
- Johnson, M. H. (2003). Development of human brain functions. *Biological psychiatry*, 54(12), 1312-1316.
- Johnson, S. (2007) Cognitive and behavioural outcomes following very preterm birth. *Semin Fetal Neonatal Med*, 12, 363-373,

- Juffer, F., & Van IJzendoorn, M. H. (2007). Adoptees do not lack self-esteem: A meta-analysis of studies on self-esteem of transracial, intenational, and domestic adoptees. *Psychological bulletin*, *133*(6), 1067-1083.
- Kambas, A., Michalopoulou, M., Fatouros, I. G., Christoforidis, C., Manthou, E., Giannakidou, D., ... & Zimmer, R. (2012). The relationship between motor proficiency and pedometer-determined physical activity in young children. *Pediatric exercise science*, *24*(1), 34-44.
- Kamphaus, R. W. (1993). *Clinical assessment of children's intelligence: A handbook for professional practice*. Allyn & Bacon.
- Kanioglou, A., Tsorbatzoudis, H., & Barkoukis, V. (2005). Socialization and behavioral problems of elementary school pupils with developmental coordination disorder. *Perceptual and Motor Skills*, *101*(1), 163-173.
- Karachle, N., Dania, A., & Venetsanou, F. (2017). Effects of a recreational gymnastics program on the motor proficiency of young children. *Science of Gymnastic Journal*, *9* (1), 17–25.
- Karasik, L. B., Tamis-LeMonda, C. S., and Adolph, K. E. (2014). Crawling and walking infants elicit different verbal responses from mothers. *Dev. Sci.* *17*, 388–395.
- Kaufman, A. S., & Lichtenberger, E. O. (2002). *Assessing adolescent and adult intelligence*. 2nd ed., Boston: Allyn and Bacon.
- Kelly, L. E., Dagger, J., & Walkley, J. (1989). The effects of an assessment-based physical education program on motor skill development in preschool children. *Education and Treatment of Children*, 152-164.
- Kennedy-Behr, A., Rodger, S., & Mickan, S. (2011). Physical and social play of preschool children with and without coordination difficulties: preliminary findings. *British Journal of Occupational Therapy*, *74*(7), 348-354.
- Kerlinger, F. N., & Lee, H. B. (2000). *Foundations of behavioral research*. 4th ed., Holt, NY.
- Kerns, K. A., Brumariu, L. E., & Abraham, M. M. (2008). Homesickness at summer camp: Associations with the mother–child relationship, social selfconcept, and peer relationships in middle childhood. *Merrill–Palmer Quarterly*, *52*, 473–498.
- Kerr, R. (1982). *Psychomotor learning*. Saunders College Pub.
- Kitsao-Wekulo, P. K., Holding, P. A., Taylor, H. G., Kvalsvig, J. D., & Connolly, K. J. (2013). Determinants of variability in motor performance in middle childhood: a cross-sectional study of balance and motor co-ordination skills. *BMC psychology*, *1*(1), 29.
- Kline, R. B. (2015). *Principles and practice of structural equation modeling*. Guilford publications.



- Klupp, S., Möhring, W., Lemola, S., & Grob, A. (2021). Relations between fine motor skills and intelligence in typically developing children and children with attention deficit hyperactivity disorder. *Research in Developmental Disabilities, 110*, 103855.
- Kodým, M. (1985). *Fyziologie a psychologie tělesné výchovy žáků mladšího školního věku*. SPN.
- Koch, J. (1976). *Total baby development*. Wyden Books.
- Kokštejn, J. (2012). *Pohybová aktivita dětí s motorickými obtížemi*. Disertační práce: UK.
- Kokštejn, J., Musálek, M., & Tufano, J. J. (2017). Are sex differences in fundamental motor skills uniform throughout the entire preschool period?. *PloS one, 12*(4).
- Kokštejn, J., Musálek, M., & Tufano, J. J. (2018). Construct Validity of the MABC-2 Test in Preschool Children with Respect to Age and Gender. *Frontiers in Pediatrics, 6*, 12.
- Kolář, P. (2009). *Rehabilitace v klinické praxi*. Galén.
- Kopecký, M. (2006). *Somatický a motorický vývoj 7 až 15letých chlapců a dívek v olomouckém regionu*. Univerzita Palackého v Olomouci.
- Kopecký, M., Kikalová, K., Tomanová, J., Charamza, J., & Zemánek, P. (2014). Somatický stav 6–18letých chlapců a dívek v Olomouckém kraji. *Česká antropologie, 64*, 12-19.
- Kordi, R., Nourian, R., Ghayour, M., Kordi, M., & Younesian, A. (2012). Development and evaluation of a basic physical and sports activity program for preschool children in nursery schools in Iran: an interventional study. *Iranian Journal of Pediatrics, 22*(3), 357.
- Kramer, P. A. (1998). The costs of human locomotion: maternal investment in child transport. *American Journal of Physical Anthropology: The Official Publication of the American Association of Physical Anthropologists, 107*(1), 71-85.
- Krejčířová, D., Boshek, P., & Dan, J. (2002). *Wechslerova inteligenční škála pro děti*. Praha: Testcentrum.
- Kučera, M., Kolář, P., & Dylevský, I. (2011). *Dítě, sport a zdraví*. Praha: Galén
- Kuschner, E. S., Bennetto, L., & Yost, K. (2007). Patterns of nonverbal cognitive functioning in young children with autism spectrum disorders. *Journal of Autism and Developmental Disorders, 37*(5), 795-807.
- Kutálková, D. (2010). *Vývoj dětské řeči krok za krokem*. Grada Publishing as.
- Lampl, M., Veldhuis, J. D., & Johnson, M. L. (1992). Saltation and stasis: a model of human growth. *Science, 258*(5083), 801-803.

- Langmeier, J., & Krejčířová, D. (2006). *Vývojová psychologie*. Grada publishing as.
- Largo, R. H., Caflisch, J. A., Hug, F., Muggli, K., Molnar, A. A., Molinari, L., et al. (2001). Neuromotor development from 5 to 18 years. Part 1: timed performance. *Developmental Medicine and Child Neurology*, 32, 436–443.
- Lassiter, K. S., Matthews, T.D. & Feedback, G. (2007). An examination of the Ctoni utilizing GC-GF theory. *Psychology in the Schools*, 44, 567–577.
- Latash, M. L., Turvey, M. T., & Bernshtein, N. A. (1996). *Dexterity and its development*. Lawrence Erlbaum.
- Lebl, J., & Krásničanová, H. (1996). *Růst dětí a jeho poruchy*. Praha: Galén.
- Leithwood, K. A. (1971). Motor, cognitive, and affective relationships among advantaged preschool children. *Research Quarterly. American Association for Health, Physical Education and Recreation*, 42(1), 47-53.
- Lejarraga, H., Pascucci, M. C., Krupitzky, S., Kelmansky, D., Bianco, A., Martínez, E., ... & Cameron, N. (2002). Psychomotor development in Argentinean children aged 0–5 years. *Paediatric and perinatal epidemiology*, 16(1), 47-60.
- Lee, K., Ng, S., F., Pe, M., L., Ang, S. Y., Hasshim, M. & Bull, R. (2011). The cognitive underpinnings of emerging mathematical skills: Executive functioning, patterns, numeracy, and arithmetic. *British Journal of Educational Psychology*, 82(1), 82–99.
- Lees, C., & Hopkins, J. (2013). Peer reviewed: effect of aerobic exercise on cognition, academic achievement, and psychosocial function in children: a systematic review of randomized control trials. *Preventing chronic disease*, 10.
- Leung, A. K., & Robson, W. L. M. (2008). Premature adrenarache. *Journal of Pediatric Health Care*, 22(4), 230-233.
- Lloyd, M., Saunders, T. J., Bremer, E., & Tremblay, M. S. (2014). Long-term importance of fundamental motor skills: A 20-year follow-up study. *Adapted physical activity quarterly*, 31(1), 67-78.
- Liao, H. F., Mao, P. C., Huang, A. W. (2001) Test-retest reliability of balance tests in children with cerebral palsy. *Developmental Medicine and Child Neurology*, 43, 180–186.
- Libertus, K., & Violi, D. A. (2016). Sit to talk: relation between motor skills and language development in infancy. *Frontiers in psychology*, 7, 475.
- Lieberman, D. (2014). *The story of the human body: evolution, health, and disease*. Vintage.
- Lynn, R., Allik, J., & Must, O. (2000). Sex differences in brain size, stature and intelligence in children and adolescents: some evidence from Estonia. *Personality and Individual Differences*, 29(3), 555-560.

- Lynn, R., Allik, J., & Irwing, P. (2004). Sex differences on three factors identified in Raven's Standard Progressive Matrices. *Intelligence*, 32(4), 411-424.
- Lynn, R., & Kanazawa, S. (2011). A longitudinal study of sex differences in intelligence at ages 7, 11 and 16 years. *Personality and Individual Differences*, 51(3), 321-324.
- Litt, J., Taylor, H.G., Klein, N., & Hack, M. (2005) Learning Disabilities in Children with Very Low Birthweight: Prevalence, Neuropsychological Correlates, and Educational Interventions. *Learning Disabilities*. 38, 130-141.
- Lochman, J. E., Holmes, K. J., & Wojnaroski, M. (2008). Children and Cognition. *The SAGE handbook of child development, multiculturalism, and media*, 33.
- Logan, A. (1990). CNS growth factors. *British journal of hospital medicine*, 43(6), 428-437.
- Logan, S. W., Ross, S. M., Chee, K., Stodden, D. F., & Robinson, L. E. (2018). Fundamental motor skills: A systematic review of terminology. *Journal of sports sciences*, 36(7), 781-796.
- Lucas, B. R., Latimer, J., Doney, R., Ferreira, M. L., Adams, R., Hawkes, G., ... & Elliott, E. J. (2013). The Bruininks-Oseretsky test of motor proficiency-short form is reliable in children living in remote Australian aboriginal communities. *BMC pediatrics*, 13(1), 1-12.
- Mackintosh, N. J. (2000). *IQ a intelligence*. Praha: Grada, Psyché.
- Madic, D., Cvetkovic, M., Popovic, B., Marinkovic, D., Radanovic, D., & Trajkovic, N. (2018). Effects of developmental gymnastics on motor fitness in preschool girls. *Physical Education and Sport*, 16 (1), 11–18.
- Machů, E. (2006). *Rozpoznávání a vzdělávání rozumově nadaných dětí v běžné třídě základní školy*. Brno: Masarykova univerzita.
- Maitre, N. L., (2017). The Dual Nature of Early-Life Experience on Somatosensory Processing in the Human Infant Brain. *Curr Biol*, 27, 1048- 1054.
- Malá, H., & Klementa, J. (1985). *Biologie dětí a dorostu*. Státní pedagogické nakladatelství.
- Malina, R. M., Bouchard, C., & Bar-Or, O. (2004). *Growth, maturation, and physical activity*. Human kinetics.
- Málková, G. (2008). *Umění zprostředkovaného učení*. Praha: Toga.
- Mandich, A., & Polatajko, H. J. (2003). Developmental coordination disorder: Mechanisms, measurement and management. *Human Movement Science*, 22(4-5).

- Martinek, T. J., Cheffers, J. T., & Zaichkowsky, L. D. (1978). Physical activity, motor development and self-concept: race and age differences. *Perceptual and Motor Skills*, 46(1), 147-154.
- Masser, L. (1987). The effect of refinement on student achievement in a fundamental motor skill in grades K through 6. *Journal of Teaching in Physical Education*, 6, 174–182.
- Mavilidi, M. F., Okely, A. D., Chandler, P., Cliff, D. P., & Paas, F. (2015). Effects of integrated physical exercises and gestures on preschool children’s foreign language vocabulary learning. *Educational psychology review*, 27(3), 413-426.
- Maydeu-Olivares, A., & McArdle, J. J. (Eds.). (2005). *Contemporary psychometrics*. Psychology Press.
- Mayes, S. D., & S. L. Calhoun (2003). Analysis of WISC-III, Stanford-Binet: IV, and academic achievement test scores in children with autism. *Journal of autism and developmental disorders* 33(3): 329-341.
- Mayston, M. J., Harrison, L. M., & Stephens, J. A. (1999). A neurophysiological study of mirror movements in adults and children. *Annals of Neurology: Official Journal of the American Neurological Association and the Child Neurology Society*, 45(5), 583-594.
- McCallum, R. S. (Ed.). (2003). *Handbook of nonverbal assessment (Vol. 30)*. New York, NY: Kluwer Academic/Plenum Publishers.
- McDade, W. T., Reyes-García, V., Tanner, S., Huanca, T., & Leonard W. R. (2008). Maintenance versus growth: investigating the costs of immune activation among children in lowland Bolivia. *Am J Phys Anthropol* 136, 478–484.
- McDonald, R. P., (1999). *Test theory: A unified treatment*. Hillsdale: Erlbaum.
- McGraw, M. B. (1945). *The neuromuscular maturation of the human infant (2nd ed.)*, New York: Hafner.
- McGrew, KS, Werder, JK, & Woodcock, RW (1991). *Woodcock-Johnson Psycho-Educational Battery*. Chicago: Riverside.
- McGrew, K. S., & Flanagan, D. P. (1998). *The intelligence test desk reference (ITDR): Gf-Gc cross-battery assessment*. Allyn & Bacon.
- McGrew, K. S. (2009). CHC theory and the human cognitive abilities project: Standing on the shoulders of the giants of psychometric intelligence research. *Intelligence*, 37(1), 1–10.
- McLeod, S. A. (2012). *Zone of proximal development*. Retrieved from.
- Měkota, K., Kovář, R., & Štěpnička, J. 1988. *Antropomotorika II*. 1. vyd. Praha : SPN.

- Menard, S. (2000). Coefficients of determination for multiple logistic regression analysis. *The American Statistician*, 54(1), 17-24.
- Michell, J. (2012). Alfred Binet and the concept of heterogeneous orders. *Frontiers in Psychology*, 3, 261.
- Miller, B. D. (2008). Cattell-Horn-Carroll (CHC) theory-based assessment with Deaf and hard of hearing children in the School setting (cover story). *American Annals Of The Deaf*, 152(5), 459-466.
- Miller, L. C. (2005). *The handbook of international adoption medicine: A guide for physicians, parents and providers*. New York: Oxford University Press.
- Momirovič, K., Hošek, A., & Gredelj, M. (1987). *Relationships between intelligence and coordination of movement*. Novi Sad: Savez pedagoga fizičke kulture Jugoslavije.
- Miquelote, A. F., Santos, D. C., Caçola, P. M., Montebelo, M. I. D. L., & Gabbard, C. (2012). Effect of the home environment on motor and cognitive behavior of infants. *Infant Behavior and Development*, 35(3), 329-334.
- Moore, J. B., Reeve, T. G., & Boan, T. (1986). Reliability of the short form of the Bruininks-Oseretsky Test of Motor Proficiency with five-year-old children. *Perceptual and motor skills*, 62(1), 223-226.
- Morris, A. M., Williams, J. M., Atwater, A. E., & Wilmore, J. H. (1982). Age and sex differences in motor performance of 3 through 6 year old children. *Research Quarterly for Exercise and Sport*, 53(3), 214-221.
- Morishita, T., Uehara, K., & Funase, K. (2012). Changes in interhemispheric inhibition from active to resting primary motor cortex during a fine-motor manipulation task. *Journal of neurophysiology*, 107(11), 3086-3094.
- Moslemi, M. (2004). An epidemiological survey of the time and sequence of eruption of permanent teeth in 4–15-year-olds in Tehran, Iran. *International journal of paediatric dentistry*, 14(6), 432-438.
- Muthén, L. K., & Muthén, B. O. (2010). *Mplus: Statistical analysis with latent variables : User's Guide*. Los Angeles: Muthén & Muthén.
- Müller, A. B., Valentini, N. C., & Bandeira, P. F. R. (2017). Affordances in the home environment for motor development: validity and reliability for the use in daycare setting. *Infant behavior and development*, 47, 138-145.
- Nakonečný, M. (1997). *Encyklopedie obecné psychologie*. Praha: Academia.
- Neumann, C., Harris, D. M., & Rogers, L. M. (2002). Contribution of animal source foods in improving diet quality and function in children in the developing world. *Nutrition Research*, 22(1-2), 193-220.

- Newell, K. M. (1986). *Constraints on the development of coordination*. In M. G. Wade & H. T. A. Whiting (Eds.), *Motor skill acquisition in children: Aspects of coordination and control* (pp. 341 – 360). Amsterdam: Martinus Nijhoff.
- Nicholson, C. L., & Alcorn, C. L. (2008). *Vzdělávací aplikace WISC-III*. 1. vyd. Testcentrum: Hogrefe Praha.
- Niederer, I., Kriemler, S., Gut, J., Hartmann, T., Schindler, C., Barral, J., & Puder, J. J. (2011). Relationship of aerobic fitness and motor skills with memory and attention in preschoolers (Ballabeina): a cross-sectional and longitudinal study. *BMC pediatrics*, *11*(1), 34.
- Nijenhuis, J., & Flier, H. (2002). The correlation of g with attentional and perceptual-motor ability tests. *Personality and Individual Differences*, *33*(2), 287-297.
- Noble, K. G., Houston, S. M., Brito, N. H., Bartsch, H., Kan, E., Kuperman, J. M., ... & Sowell, E. R. (2015). Family income, parental education and brain structure in children and adolescents. *Nature neuroscience*, *18*(5), 773-778.
- Nyborg, H., & Jensen, A. R. (2001). Occupation and income related to psychometric g. *Intelligence*, *29*, 45–55.
- O'Brien, W., Belton, S., & Issartel, J. (2016). Fundamental movement skill proficiency amongst adolescent youth. *Physical Education and Sport Pedagogy*, *21*(6), 557-571.
- Okely, A. D., Booth, M. L., & Patterson, J. W. (2001). Relationship of physical activity to fundamental movement skills among adolescents. *Medicine and science in sports and exercise*, *33*(11), 1899-1904.
- Ozbič, M., & Filipčič, T. (2010). Complex imitation of gestures in school-aged children with learning difficulties. *Kinesiology*, *42*(1), 44-55.
- Pangelinan, M. M., Zhang, G., VanMeter, J. W., Clark, J. E., Hatfield, B. D., & Haufler, A. J. (2011). Beyond age and gender: relationships between cortical and subcortical brain volume and cognitive-motor abilities in school-age children. *Neuroimage*, *54*(4), 3093-3100.
- Papadopoulos, Timothy; Parrila, Rauno K., & Kirby, John R. (2014). *Cognition, Intelligence, and Achievement*. A Tribute to J. P. Das. London, UK: Academic Press.
- Payne, V. G., & Isaacs, L. D. (2017). *Human motor development: A lifespan approach*. Routledge.
- Pesce, C., Crova, C., Marchetti, R., Struzzolino, I., Masci, I., Vannozzi, G., & Forte, R. (2013). Searching for cognitively optimal challenge point in physical activity for children with typical and atypical motor development. *Mental Health and Physical Activity*, *6*(3), 172-180.
- Piaget, J. (1963). *The origins of intelligence in children*. New York: W.W. Norton.
- Piaget, J. (1970). *Psychologie inteligence*. Praha: SPN.

- Piaget, J. (2000). *Psychologie dítěte*. Praha: Portál.
- Piaget, J., Inhelder, B., Fraise, P., & Piaget, J. (1969). Intellectual operations and their development. *Experimental psychology, its scope and method*, 144-205.
- Piek, J. P., Dawson, L., Smith, L. M., & Gasson, N. (2008). The role of early fine and gross motor development on later motor and cognitive ability. *Human movement science*, 27(5), 668-681.
- Piek, J. P., Hands, B., & Licari, M. K. (2012). Assessment of motor functioning in the preschool period. *Neuropsychology review*, 22(4), 402-413.
- Pietsch, S., & Jansen, P. (2012, August). The relationship between coordination skill and mental rotation ability. In *International Conference on Spatial Cognition* (pp. 173-181). Springer, Berlin, Heidelberg.
- Pietsch, S., Böttcher, C., & Jansen, P. (2017). Cognitive motor coordination training improves mental rotation performance in primary school-aged children. *Mind, Brain, and Education*, 11(4), 176-180.
- Pind, J., Gunnarsdóttir, E. K., & Jóhannesson, H. S. (2003). Raven's Standard Progressive Matrices: new school age norms and a study of the test's validity. *Personality and Individual Differences*, 34(3), 375-386.
- Pearl, J. (2012). The causal mediation formula—a guide to the assessment of pathways and mechanisms. *Prevention science*, 13(4), 426-436.
- Planinsec, J. (2002). Developmental changes of relations between motor performance and fluid intelligence. *Studia Psychologica*, 44(2), 85-94.
- Planinsec, J., & Pišot, R. (2006). Motor coordination and intelligence level in adolescents. *Adolescence*, 41(164).
- Plomin, R., DeFries, J. C., Knopik, V. S., Neiderhiser, J. M. (2013). *Behavioral genetics* (6th ed.). New York, NY: Worth.
- Portney, L. G., & Watkins, M. P. (1993). Descriptive research. *Foundations of Clinical Research: Application to Practice*. Toronto, Canada: Prentice Hall Canada, 233-249.
- Pons, F., Lawson, J., Harris, P.L. & Rosnay, M. (2003). Individual differences in children's emotion understanding: Effects of age and language. *Scandinavian Journal of Psychology*, 44, 345–351.
- Poulsen, A. A., Ziviani, J. M., Cuskelly, M., & Smith, R. (2007). Boys with developmental coordination disorder: Loneliness and team sports participation. *American Journal of Occupational Therapy*, 61(4), 451-462.

- Pratt H. D. & Greydanus D. E. (2007) Intellectual disability (mental retardation) in children and adolescents. *Primary Care*, 34, 375 – 386.
- Preiss, M., & Klose, J. (2002). Ravenovy standardní progresivní matice–současné zkušenosti. *Československá psychologie*, 46(2), 158-164.
- Primi, R. (2002). Complexity of geometric inductive reasoning tasks Contribution to the understanding of fluid intelligence. *Intelligence*, 30, 41-70.
- Pritchard, V. E. (2009). Early school-based learning difficulties in children born very preterm. *Early Hum Dev*, 85, 215-224.
- Psotta, R., Hendl, J., Frömel, K. & Lehnert, M. (2012). *A cross-cultural comparison of the Movement Assessment Battery for Children-2*. Journal of Human Kinetics.
- Půstová, Z. (1997). *Psychomotorický vývoj sluchově postižených dětí v předškolním věku*. Septima.
- Ramsden, S., Richardson, F. M., Josse, G., Thomas, M. S., Ellis, C., Shakeshaft, C., ... & Price, C. J. (2011). Verbal and non-verbal intelligence changes in the teenage brain. *Nature*, 479(7371), 113-116.
- Ratterman, M. J., & Gentner, D. (1998). More evidence for a relational shift in the development of analogy: Children's performance on a causal mapping task. *Cognitive Development*, 13, 453-478.
- Rathelot, J. A., & Strick, P. L. (2009). Subdivisions of primary motor cortex based on cortico-motoneuronal cells. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 106(3), 918-923.
- Raven, J. (2000). The Raven's progressive matrices: change and stability over culture and time. *Cognitive psychology*, 41(1), 1-48.
- Raven, J. (2003). *Raven progressive matrices*. In Handbook of nonverbal assessment (pp. 223-237). Springer, Boston, MA.
- Raven, J., & Raven, J. (2008). *Uses and Abuses of Intelligence: Studies Advancing Spearman and Raven's Quest for Non-Arbitrary Metrics*. Unionville, New York: Royal Fireworks Press.
- Rayner, E., Joyce, A., Rose, J., Clulow, C., & Twyman, M. (2005). *Human development: An introduction to the psychodynamics of growth, maturity and ageing*. Psychology Press.
- Reader, M. J., Harris, E. L., Schuerholz, L. J., & Denckla, M. B. (1994). Attention deficit hyperactivity disorder and executive dysfunction. *Developmental Neuropsychology*, 10, 493–512.



- Reddington, M. J., & Jackson, K. (1981). The Raven's coloured progressive matrices (1956): A Queensland standardization. *Australian Council for Educational Research Bulletin for Psychologists*, 30, 20-26.
- Remine, M. D., & Brown, P. M. (2010). Comparison of the prevalence of mental health problems in deaf and hearing children and adolescents in Australia. *Australian & New Zealand Journal of Psychiatry*, 44(4), 351-357.
- Rendl, M. (2002) *Subtest matice: od 2. do 7. třídy*. Praha: Pedagogická fakulta, UK.
- Reynolds, C. R., & Kamphaus, R. W. (Eds.). (1990). *Handbook of psychological and educational assessment of children: Intelligence and achievement*. Guilford Press.
- Reynolds, M. R., Floyd, R. G., & Niileksela, C. R. (2013). How well is psychometric g indexed by global composites? Evidence from three popular intelligence tests. *Psychological Assessment*, 25(4), 1314.
- Rieber, R. W., & Carton, A. S. (1987). Imagination and its development in childhood. In *The collected works of LS Vygotsky* (pp. 339-349). Springer, Boston, MA.
- Roberts, C. (2015). *Puberty in crisis: the sociology of early sexual development*. Cambridge University Press.
- Robinson, L. E., & Goodway, J. D. (2009). Instructional climates in preschool children who are at risk. Part I: object-control skill development. *Research quarterly for exercise and sport*, 80(3), 533-542.
- Rodrigues, L., Saraiva, L., & Gabbard, C. (2005). Development and structural validation of an inventory for assessing affordances in the home environment for motor development. *Research Quarterly for Exercise and Sport*, 76, 140–148.
- Roeber, B. J., Tober, C. L., Bolt, D. M., & Pollak, S. D. (2012). Gross motor development in children adopted from orphanage settings. *Developmental Medicine and Child Neurology*, 54(6), 527-531.
- Roid, G. H., & Pomplun, M. (2012). *The stanford-binet intelligence scales*. The Guilford Press.
- Rolland-Cachera, M. F., Deheeger, M., Bellisle, F., Sempe, M., Guillaud-Bataille, M., & Patois, E. (1984). Adiposity rebound in children: a simple indicator for predicting obesity. *The American journal of clinical nutrition*, 39(1), 129-135.
- Romero Martínez, S. J., Ordóñez Camacho, X. G., & Gil Madrona, P. (2018). Development of the Checklist of Psychomotor Activities for 5-to 6-Year-Old Children. *Perceptual and motor skills*, 125(6), 1070-1092.
- Rowland, T. W. (1998). The biological basis of physical activity. *Medicine and science in sports and exercise*, 30(3), 392-399.

Ruisel, I. (2000). *Základy psychologie inteligence*. Překlad. P. Bakalář. (1.vyd., 183 s.) Praha: Portál.

Rychtecký, A., & Fialová, L. (2004). *Didaktika školní tělesné výchovy*. Praha: Karolinum.

Rychtecký, A., Maleňáková, Š., et al. (2006). *Monitorování účasti mládeže ve sportu a pohybové aktivitě v České republice*. Univerzita Karlova v Praze. Fakulta tělesné výchovy a sportu.

Saccani, R., Valentini, N. C., Pereira, K. R., Müller, A. B., & Gabbard, C. (2013). Associations of biological factors and affordances in the home with infant motor development. *Pediatrics International: Official Journal of the Japan Pediatric Society*, 55 (2), 197 – 203.

Sakuragi, S., Abhayaratna, K., Gravenmaker, K. J., O'Reilly, C., Srikusalanukul, W., Budge, M. M., ... & Abhayaratna, W. P. (2009). Influence of adiposity and physical activity on arterial stiffness in healthy children: the lifestyle of our kids study. *Hypertension*, 53(4), 611-616.

Sattler, J. M. (1992). *Assessment of children: Revised and updated*. Jerome M. Sattler.

Sattler, J. M. (2001). *Assessment of children: Cognitive applications*. Jerome M Sattler Publisher.

Savelsbergh, G. J. P., Davids, K., van der Kamp, J., & Bennett, S. (2003). *The development of movement coordination in children. Application in the field of sport, ergonomics and health sciences*. London: Routledge.

Schalock, R. L., Borthwick-Duffy, S. A., Bradley, V. J., Buntinx, W. H., Coulter, D. L., Craig, E. M., ... & Yeager, M. H. (2010). *Intellectual disability: Definition, classification, and systems of supports*. American Association on Intellectual and Developmental Disabilities. American Psychological Association: Washington, D.C.

Schmidt, F. L., & Hunter, J. (2004). General mental ability in the world of work: occupational attainment and job performance. *Journal of personality and social psychology*, 86(1), 162.

Schmidt, R. A., & Young, D. E. (1987). *Transfer of movement control in motor skill learning*. In *Transfer of learning: Contemporary research and applications* (pp. 47-79).

Schmidt, R. A., & Lee, T. D. (1999). *Motor control and learning: A behavioral emphasis*. Champaign, IL: Human Kinetics.

Schneider, W., & Bullock, M. (2008). *Human Development from Early Childhood to Early Adulthood: Findings from a 20 Year Longitudinal Study*. New York, NY: Psychology Press.

- Schoemaker, M. M., Hijlkema, M. G., & Kalverboer, A. F. (1994). Physiotherapy for clumsy children: an evaluation study. *Developmental Medicine & Child Neurology*, 36(2), 143-155.
- Schott, N., & Klotzbier, T. (2017). The motor–cognitive connection: Indicator of future developmental success in children and adolescents?. In *Physical Activity and Educational Achievement* (pp. 111-129). Routledge.
- Schuck, S. E., & Crinella, F. M. (2005). Why children with ADHD do not have low IQs. *Journal of learning disabilities*, 38(3), 262-280.
- 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(4), 1361–1369.
- Seashore, H. G. (1942). Some relationships of fine and gross motor abilities. *Research Quarterly. American Association for Health, Physical Education and Recreation*, 13(3), 259-274.
- Seefeldt, V. (1984). Physical fitness in preschool and elementary school-aged children. *Journal of Physical Education, Recreation & Dance*, 55(9), 33-40.
- Seligman, D. (2002). Good breeding. *National Review*, 54(1), 53-54.
- Shaw, P., Kabani, N. J., Lerch, J. P., Eckstrand, K., Lenroot, R., Gogtay, N., ... & Wise, S. P. (2008). Neurodevelopmental trajectories of the human cerebral cortex. *Journal of neuroscience*, 28(14), 3586-3594.
- Shephard, R. J. (1997). Curricular physical activity and academic performance. *Pediatric exercise science*, 9(2), 113-126.
- Shirley, M. M. (1933). *The first two years: A study of twenty-five babies, 1. Postural and Locomotor Development*. Minneapolis, MN: University of Minnesota Press.
- Shumway-Cook, A., & Woollacott, M. (2001). *Motor control: theory and practical applications* (2nd ed.). Philadelphia: Lippincott, Williams & Wilkins.
- Siddiqui N.J., (1997). *Adolescent orphan girls in Delhi: A sociological profile*. New Delhi: Regency Publications.
- Siegel, L. S. (2003). IQ-discrepancy definitions and the diagnosis of LD: Introduction to the special issue. *Journal of Learning Disabilities*, 36, 2–3.
- Siegrist, M., Lammel, C., Haller, B., Christle, J., & Halle, M. (2013). Effects of a physical education program on physical activity, fitness, and health in children: The J uven TUM project. *Scandinavian journal of medicine & science in sports*, 23(3), 323-330.

- Simons, J., Daly, D., Theodorou, F., Caron, C., Simons, J., & Andoniadou, E. (2008). Validity and reliability of the TGMD-2 in 7–10-year-old Flemish children with intellectual disability. *Adapted Physical Activity Quarterly*, 25(1), 71–82.
- Simonton, D. K. (2003). *Francis Galton's Hereditary Genius: Its place in the history and psychology of Science*. In R. J. Sternberg (Ed.), *The anatomy of impact: What makes the great works of psychology great*. American Psychological Association: Washington, D.C.
- Sjøvold, T. (2000). *Stature estimation from the skeleton*. In: Siegel J.A., Saukko P.J., Knupfer G.C., editors. *Encyclopaedia of Forensic Sciences*. London: Academic Press. 276- 284.
- Skinner, L. (1979). *Motor development in the preschool years*. Charles C. Thomas.
- Sloutsky, V. M. (1997). Institutional care and developmental outcomes of 6- and 7-year-old children: A contextualist perspective. *International Journal of Behavioral Development*, 20(1), 131-151.
- Smith, T., Earland, J., Bhatia, K., Heywood, P., & Singleton N. (1993) Linear Growth of Children in Papua New Guinea in Relation to Dietary, Environmental and Genetic Factors. *Ecology of Food and Nutrition*, 31, 1-25.
- Smith, L. B., & Thelen, E. (2003). Development as a dynamic system. *Trends in cognitive sciences*, 7(8), 343-348.
- Smits-Engelsman, B., & Hill, E. L. (2012). The relationship between motor coordination and intelligence across the IQ range. *Pediatrics*, 130(4), e950-e956.
- Smyth, M. M., & Anderson, H. I. (2000). Coping with clumsiness in the school playground: Social and physical play in children with coordination impairments. *British Journal of Developmental Psychology*, 18(3), 389-413.
- Sobotková, D., & Dittrichová, J. (2009). *Narodilo se s problémy a co bude dál?*. Praha: Triton.
- Soska, K. C., Adolph, K. E., and Johnson, S. P. (2010). Systems in development: motor skill acquisition facilitates three-dimensional object completion. *Dev. Psychol.* 46, 129–138.
- Sowell, E. R., Thompson, P. M., Leonard, C. M., Welcome, S. E., Kan, E., & Toga, A. W. (2004). Longitudinal mapping of cortical thickness and brain growth in normal children. *Journal of neuroscience*, 24(38), 8223-8231.
- Specker, B., & Binkley, T. (2003). Randomized trial of physical activity and calcium supplementation on bone mineral content in 3-to 5-year-old children. *Journal of Bone and Mineral Research*, 18(5), 885-892.

- Spessato, B. C., Gabbard, C., Valentini, N., & Rudisill, M. (2013). Gender differences in Brazilian children's fundamental movement skill performance. *Early Child Development and Care, 183*(7), 916-923.
- Spiegel, N., (1990). *The early motor profile: Correlation with the Bruininks-Oseretsky test of motor proficiency*. Perceptual and motor skills.
- Spreeen, O. (1998). *A compendium of neuropsychological tests: Administration, norms, and commentary*. Oxford University Press.
- Steele, C. M., & Aronson, J. (1995). Stereotype threat and the intellectual test performance of African Americans. *Journal of personality and social psychology, 69*(5), 797.
- Sternberg, R. J., & O'Hara, L. A. (1999). *Handbook of creativity*. Cambridge: University press.
- Sternberg, R. J. (2002). The theory of successful intelligence and its implications for language aptitude testing. *Individual differences and instructed language learning, 2*, 13-44.
- Stinear, C. M., Coxon, J. P., & Byblow, W. D. (2009). Primary motor cortex and movement prevention: where Stop meets Go. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews, 33*(5), 662-673.
- Stockmeyer, S. A. (1967). An interpretation of the approach of Rood to the treatment of neuromuscular dysfunction. *American journal of physical medicine & rehabilitation, 46*(1), 900-956.
- Stodden, D. F., Goodway, J. D., Langendorfer, S. J., Robertson, M. A., Rudisill, M. E., Garcia, C., & Garcia, L. E. (2008). A developmental perspective on the role of motor skill competence in physical activity: An emergent relationship. *Quest, 60*(2), 290-306.
- Strauss, E., E. M. Sherman, et al. (2006). *A compendium of neuropsychological tests*, New York: Oxford University Press.
- Strenze, T. (2007). Intelligence and socioeconomic success: A meta-analytic review of longitudinal research. *Intelligence, 35*, 401-426.
- Stuchlíková, I. (2002). *Základy psychologie emocí*. Praha: Portál.
- Suchomel, A. (2004). *Somatická charakteristika dětí školního věku s rozdílnou úrovní motorické výkonnosti*. Technická univerzita v Liberci.
- Sugden, D. A., Wade, M. G., & Hart, H. (2013). *Typical and atypical motor development*. Mac Keith Press.
- Suggate, S., Pufke, E., & Stoeger, H. (2019). Children's fine motor skills in kindergarten predict reading in grade 1. *Early Childhood Research Quarterly, 47*, 248-258.

Susanne C, Hauspie R, Lepage Y, Vercauteren M. (1987). Nutrition and growth. *World Rev Nutr Diet.* 53, 69-170.

Sussman, D., Leung, R. C., Chakravarty, M. M., Lerch, J. P., & Taylor, M. J. (2016). The developing human brain: age-related changes in cortical, subcortical, and cerebellar anatomy. *Brain and behavior*, 6(4), e00457.

Svoboda, M., Krejčířová, D., Vágnerová, M., Krejčířová, D., & Vágnerová, M. (2015). *Psychodiagnostika dětí a dospívajících*. Praha: Portál.

Szabová, M. (1999). *Cvičení pro rozvoj psychomotoriky: stimulační hry pro děti od 3 do 10 let*. Praha: Portál.

Šmelová, E. (2013). Zóna nejbližšího vývoje jako ukazatel rozvoje schopností dítěte předškolního věku. *Journal of Technology and Information Education*, 5(2), 20-23.

Šulová, L. (2005). *Raný psychický vývoj dítěte*. Praha: Karolinum.

Švancara, J. (1973). *Emoce, city a motivace*. Praha: Státní pedagogické nakladatelství.

Švancara, J., Vašina, L., & Kostrůň, L. (1991). *Kapitoly z kognitivní psychologie*. Brno: Masarykova univerzita.

Tan, S. K., Parker, H. E., & Larkin, D. (2001). Concurrent validity of motor tests used to identify children with motor impairment. *Adapted Physical Activity Quarterly*, 18(2), 168-182.

Tanner, J. M., & Cameron, N. (1980). Investigation of the mid-growth spurt in height, weight and limb circumferences in single-year velocity data from the London 1966-67 growth survey. *Annals of Human Biology*, 7(6), 565-577.

Tanner, J. M., & Tanner, J. M. (1990). *Foetus into man: Physical growth from conception to maturity*. Harvard University Press.

Tau, G. Z., & Peterson, B. S. (2010). Normal development of brain circuits. *Neuropsychopharmacology*, 35, 147-168.

Thach, W. T. (1998). What is the role of the cerebellum in motor learning and cognition?. *Trends in cognitive sciences*, 2(9), 331-337.

Thelen, E. (1995). Motor development: A new synthesis. *American psychologist*, 50(2), 79.

Thomas, J. R., & Chissom, B. S. (1972). Relationships as assessed by canonical correlation between perceptual-motor and intellectual abilities for pre-school and early elementary age children. *Journal of motor behavior*, 4(1), 23-29.

Thomas, J. R., & French, K. E. (1985). Gender differences across age in motor performance: A meta-analysis. *Psychological bulletin*, 98(2), 260-282.

- Thompson, J. L., & Nelson, A. J. (2011). Middle childhood and modern human origins. *Human Nature*, 22(3), 249.
- Thyssen Van Beveren, T., Little, B. B., & Spence, M. J. (2000). Effects of prenatal cocaine exposure and postnatal environment on child development. *American Journal of Human Biology: The Official Journal of the Human Biology Association*, 12(3), 417-428.
- Tiemeier, H., Lenroot, R. K., Greenstein, D. K., Tran, L., Pierson, R., & Giedd, J. N. (2010). Cerebellum development during childhood and adolescence: a longitudinal morphometric MRI study. *Neuroimage*, 49(1), 63-70.
- Tirre, W. C., & Raouf, K. K. (1998). Structural models of cognitive and perceptualmotor abilities. *Personality and Individual Differences*, 24(5), 603-614.
- Tomalski, P., Moore, D. G., Ribeiro, H., Axelsson, E. L., Murphy, E., Karmiloff-Smith, A., ..., & Kushnerenko, E. (2013). Socioeconomic status and functional brain development—Associations in early infancy. *Developmental Science*, 16 (5), 676 – 687.
- Toriola, A. L., & Igbokwe, N. U. (1986). Age and sex differences in motor performance of pre-school *Nigerian children*. *Journal of Sports Sciences*, 4(3), 219-227.
- Trowbridge, F. L., Kibbe, D. L., Dietz, W. H., Goran, M. I., Hill, J. O., & Resnicow, K. (2002). *Childhood Obesity: Partnerships for Research and Prevention*. Washington, D. C.: International Life Sciences Institute.
- Trzaskowski, M., Harlaar, N., Arden, R., Krapohl, E., Rimfeld, K., McMillan, A., ... & Plomin, R. (2014). Genetic influence on family socioeconomic status and children's intelligence. *Intelligence*, 42, 83-88.
- Turpin, H., Urben, S., Ansermet, F., Borghini, A., Murray, M. M., & Müller-Nix, C. (2019). The interplay between prematurity, maternal stress and children's intelligence quotient at age 11: A longitudinal study. *Scientific reports*, 9(1), 1-9.
- Twitchell, T. E. (1951). The restoration of motor function following hemiplegia in man. *Brain*, 74(4), 443-480.
- Ulijaszek, S. J., Johnston, F. E., & Preece, M. A. (1998). The Cambridge Encyclopedia of Human Growth and Development. *Journal Of Applied Nutrition*, 50, 134-134.
- Ulrich, A. (1985). *TGMD, Test of Gross Motor Development*. Austin, Texas: Pro-Ed.
- Ulrich, A. (2000). *Test of gross motor development-2*. Austin, TX: Pro-Ed.
- Urbánek, T. (2010). Stav české psychologické diagnostiky a evropský model recenze testu. *TESTFÓRUM*, 1(1), 2-5.

- Uszyńska-Jarmoc, J. (2007). Self-esteem and different forms of thinking in seven and nine year olds. *Early Child Development and Care*, 177(4), 337-348.
- Thorová, K. (2015). *Vývojová psychologie: proměny lidské psychiky od početí po smrt*. Praha: Portál.
- Tzuriel, D. (2000). Dynamic assessment of young children: Educational and intervention perspectives. *Educational Psychology Review*, 12(4), 385-435.
- Vágnerová, M. (2004). *Základy psychologie*. Praha: Karolinum.
- Vágnerová, M. (2005). *Vývojová psychologie I.: dětství a dospívání*. Praha: Karolinum.
- Vágnerová, M., & Klégrová, J. (2008). *Poradenská psychologická diagnostika dětí a dospívajících*. Praha: Karolinum.
- Valentini, N. C. (2012). Validity and Reliability of the TGMD-2 for Brazilian Children. *Journal of Motor Behavior*, 44(4), 275-280.
- Van der Ven, A. H. G. S., & Ellis, J. L. (2000). A Rasch analysis of Raven's standard progressive matrices. *Personality and Individual Differences*, 29(1), 45-64.
- Van der Ven, A. H. G. S., Kroesbergen, E. H., Boom, J., & Leseman, P. P. M. (2012). The development of executive functions and early mathematics: A dynamic relationship. *British Journal Of Educational Psychology*, 82(1), 100-119.
- Van IJzendoorn, M. H., & Juffer, F. (2005). Adoption is a successful natural intervention enhancing adopted children's IQ and school performance. *Current Directions in Psychological Science*, 14, 326-33
- Van IJzendoorn, M. H., Luijk, M. P., & Juffer, F. (2008). IQ of children growing up in children's homes: A meta-analysis on IQ delays in orphanages. *Merrill-Palmer Quarterly (1982-)*, 341-366.
- Vařeka, I. (2006). Alternativní pohled na původ a povahu motorických vzorů. *Sborník abstraktů: 1. absolventská koncepce Katedry fyzioterapie Fakulty tělesné kultury*.
- Veldman, S. L., Okely, A. D., & Jones, R. A. (2015). Promoting gross motor skills in toddlers: the active beginnings pilot cluster randomized trial. *Perceptual and motor skills*, 121(3), 857-872.
- Véle, F. (2006). *Kineziologie: Přehled kineziologické kinezie a patokinezie pro diagnostiku a terapii poruch pohybové soustavy*. 2 vydání. Praha: Triton.
- Venetsanou, F., Kambas, A., Ellinoudis, T., Fatouros, I., Giannakidou, D., & Kourtessis, T. (2011). Can the Movement Assessment Battery for Children Test be the "gold standard" for the motor assessment of children with Developmental Coordination Disorder?. *Research in Developmental Disabilities*, 32(1), 1-10.



- Vignerová, J., Humenikova, L., Brabec, M., Riedlová, J., & Bláha, P. (2007). Long-term changes in body weight, BMI, and adiposity rebound among children and adolescents in the Czech Republic. *Economics & Human Biology*, 5(3), 409-425.
- Visser, J., & Jongmans, M. (2004). *Extending the Movement Assessment Battery for Children to be suitable for 3-year-olds in the Netherlands*. Unpublished manuscript.
- Vojta, V. (1997). Vyjadřovací schopnost vývojové kineziologie. *Rehabilitace a fyzikální lékařství*, 1, 7-10.
- Volemanová, M. A. (2016). *Možnosti ovlivnění vybraných oblastí psychomotorického vývoje dítěte pomocí Neuro-vývojové terapie*. Diplomová práce. Pedagogická fakulta: UK
- Vorria, P., Rutter, M., Pickles, A., Wolkind, S., & Hobsbaum, A. (1998a). A comparative study of Greek children in long-term residential group care and in twoparent families: I. Social, emotional and behavioural differences. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, 39(2), 225-236
- Voyer, D., & Jansen, P. (2017). Motor expertise and performance in spatial tasks: A meta-analysis. *Human Movement Science*, 54, 110-124.
- Vygotsky, L. (1978). Interaction between learning and development. *Readings on the development of children*, 23(3), 34-41.
- Vygotskij, L. S. (2004) *Psychologie myšlení a řeči*. Výběr z díla uspořádal, úvodním slovem a komentáři opatřil Jan Průcha. Vyd. 1. Praha: Portál.
- Wall-Scheffler, C. M. (2012). Size and shape: Morphology's impact on human speed and mobility. *Journal of Anthropology*, 2012.
- Weiznam, F. a Harris, B. (2011). *Arnold Gesell: The Maturationist*. In Pickren, W., Dewsbury, D. A., Wertheimer, M. (Eds.), *Portraits of Pioneer in developmental psychology* (1-20). Oxford: Psychology Press.
- Wickstrom, R. L. (1977). *Fundamental motor patterns*. (2nd ed.). Philadelphia, PA: Lea & Febiger.
- Wechsler, D. (1991). *Manual for the Wechsler Intelligence Scale for Children* (3rd ed.). New York: Psychological Corporation.
- Wechsler, D. (2002). *The Wechsler Preschool and Primary Scale of Intelligence- Third Edition*. San Antonio, TX: The Psychological Corporation.
- Welsh, J. A., Nix, R. L., Blair, C., Bierman, K. L., & Nelson, K. E. (2010). The development of cognitive skills and gains in academic school readiness for children from low-income families. *Journal Of Educational Psychology*, 102(1), 43-53.
- Wiar, L., & Darrah, J. (2001). Review of four tests of gross motor development. *Developmental Medicine & Child Neurology*, 43(4), 279-285.

- Wijnroks, L., & van Veldhoven, N. (2003). Individual differences in postural control and cognitive development in preterm infants. *Infant behavior and Development*, 26(1), 14-26.
- Williams, H. G., Pfeiffer, K. A., Dowda, M., Jeter, C., Jones, S., & Pate, R. R. (2009). A field-based testing protocol for assessing gross motor skills in preschool children: The children's activity and movement in preschool study motor skills protocol. *Measurement in Physical Education and Exercise Science*, 13(3), 151-165.
- Wuang, Y.-P., C. Wang, C, et al. (2008). Profiles and cognitive predictors of motor functions among early school-age children with mild intellectual disabilities. *Journal of Intellectual Disability Research* 52(12): 1048-1060.
- Wuang, Y. P., Lin, Y. H., & Su, C. Y. (2009). Rasch analysis of the Bruininks-Oseretsky Test of Motor Proficiency Second Edition in intellectual disabilities. *Research in Developmental Disabilities*, 30(6), 1132-1144.
- Wuang, Y. P., Su, J. H., & Su, C. Y. (2012). Reliability and responsiveness of the Movement Assessment Battery for Children – Second edition test in children with developmental coordination disorder. *Developmental Medicine & Child Neurology*, 54(2), 160–165.
- Xu, W., Hou, Y., Hung, Y. S., & Zou, Y. (2013). A comparative analysis of Spearman's rho and Kendall's tau in normal and contaminated normal models. *Signal Processing*, 93(1), 261-276.
- Youngstrom, E. A., Glutting, J. J., & Watkins, M. W. (2003). *Stanford-Binet Intelligence Scale: (SB4): Evaluating the empirical bases for interpretations*. In C. R. Reynolds & R. W. Kamphaus (Eds.), *Handbook of psychological and educational assessment of children: Intelligence, aptitude, and achievement* (p. 217–242). The Guilford Press.
- Yu, T. Y., Chen, K. L., Chou, W., Yang, S. H., Kung, S. C., Lee, Y. C., & Tung, L. C. (2016). Intelligence quotient discrepancy indicates levels of motor competence in preschool children at risk for developmental delays. *Neuropsychiatric disease and treatment*, 12, 501.
- Zeanah, C. H., Smyke, A. T., Koga, S. R., & Carlson, E. (2005). Attachment in institutionalized and community children in Romania. *Child Development*, 76(5), 1015-1028.
- Zeng, N., Ayyub, M., Sun, H., Wen, X., Xiang, P., & Gao, Z. (2017). Effects of physical activity on motor skills and cognitive development in early childhood: a systematic review. *BioMed research international*, 2017.
- Zimbardo, P.G. , Weber, A.L. , & Johnson, R.L. (2003). *Psychology: Core concepts*. Boston: Allyn & Bacon.

Zimmer, R. (1981). *Motorik und Persönlichkeitsentwicklung bei Kindern im Vorschulalter: Eine experimentelle Untersuchung über den Zusammenhang motorischer, kognitiver, emotionaler und sozialer Variablen*. Hofmann.

Zimmer, R. (2006). *Handbuch der Psychomotorik*. 8. Ed. Freiburg im Breisgau: Herder.

Zittel, L.L. (1994). Gross motor assessment of preschool children with special needs: Instrument selection considerations. *Adapted Physical Activity Quarterly*, 11, 245-260.

## SEZNAM TABULEK

**Tabulka 1** BOT-2 – Subtesty a počet položek (Deitz, Kartin et al. 2007)

**Tabulka 2** Silné a slabé stránky testovacích baterií psychomotorické vývoje dětí mladšího školního věku

**Tabulka 3** Výsledky úrovně motorické vyspělosti BOT-2 u dětí mladšího školního věku – první měření

**Tabulka 4** RPM - četnosti dosažení hrubých skóru dle norem pro 9leté děti (Raven, 2000) - první měření

**Tabulka 5** Celkové průměrné výsledky v jednotlivých setech RPM i celém RPM – první měření

**Tabulka 6** Fit struktury celkové BOT-2 první měření

**Tabulka 7** Fit struktury vztahy mezi subtesty a jednotlivými položkami v BOT-2 - první měření

**Tabulka 8** Analýza vztahů mezi jednotlivými konstrukty BOT-2 – první měření

**Tabulka 9** Generická reliabilita BOT-2 pro každý konstrukt – první měření

**Tabulka 10** Fit celkové struktury BOT-2 multigroup modeling rozdíly mezi dívkami a chlapci – první měření

**Tabulka 11** Fit struktury vztahy mezi subtesty a jednotlivými položkami v BOT-2 se zohledněním pohlaví - první měření

**Tabulka 12** Analýza vztahů mezi jednotlivými konstrukty BOT-2 se zohledněním pohlaví – první měření

**Tabulka 13** Fit celkové struktury RPM - první měření

**Tabulka 14** Fit struktury vztahů mezi jednotlivými sety RPM-první měření

**Tabulka 15** Korelace mezi jednotlivými sety RPM– první měření

**Tabulka 16** Fit struktury multigroup modeling BOT-2 a RPM - první měření obě pohlaví

**Tabulka 17** Fit struktury multigroup modeling BOT-2 a RPM se zohledněním pohlaví - první měření

**Tabulka 18** Korelace mezi subtesty z BOT-2 a RPM dle věkových skupin – první měření

**Tabulka 19** Regresní modely s prediktory BMI, věk, standardizovaný BOT-2 výsledek, týdenní pohybová aktivita a závisle proměnnou výsledkem v RPM - první měření

**Tabulka 20** Výsledky Backwise regresních analýz s použitím pouze významných prediktorů identifikovaných v předchozích regresních modelech – první měření

**Tabulka 21** Výsledek úrovně motorické vyspělosti BOT-2 u dětí mladšího školního věku – druhé měření

**Tabulka 32** RPM - četnosti dosažení hrubých skóru dle norem pro 9,5 leté děti (Raven, 2000) - druhé měření

**Tabulka 23** Celkové průměrné výsledky v jednotlivých setech RPM i celém RPM – druhé měření

**Tabulka 24** Fit struktury celkové BOT-2 - druhé měření

**Tabulka 25** Fit struktury vztahy mezi subtesty a jednotlivými položkami v BOT-2 bez zohlednění pohlaví - druhé měření

**Tabulka 26** Analýza vztahů mezi jednotlivými konstrukty BOT-2 – druhé měření

**Tabulka 27** Generická reliabilita BOT-2 pro každý konstrukt – druhé měření

**Tabulka 28** Fit celkové struktury BOT-2 multigroup modeling rozdíly mezi dívkami a chlapci – druhé měření

**Tabulka 29** Fit struktury vztahy mezi subtesty a jednotlivými položkami v BOT-2 se zohledněním pohlaví - druhé měření

**Tabulka 30** Analýza vztahů mezi jednotlivými konstrukty BOT-2 se zohledněním pohlaví – druhé měření

**Tabulka 31** Fit celkové struktury RPM - druhé měření

**Tabulka 32** Fit struktury vztahů mezi jednotlivými sety RPM-druhé měření

**Tabulka 33** Porovnání Fit struktury vztahů mezi jednotlivými sety RPM v prvním a druhém měření

**Tabulka 34** Korelace mezi jednotlivými sety RPM – druhé měření

**Tabulka 35** Fit struktury multigroup modeling BOT-2 a RPM - druhé měření

**Tabulka 36** Fit struktury multigroup modeling BOT-2 a RPM se zohledněním pohlaví - druhé měření

- Tabulka 37** Korelace mezi subtesty z BOT-2 a RPM dle věkových skupin – druhé měření
- Tabulka 38** Regresní modely s prediktory BMI, věk, standardizovaný BOT-2 výsledek, týdenní pohybová aktivita a závisle proměnnou výsledkem v RPM
- Tabulka 39** Výsledky Backwise regresních analýz s použitím pouze významných prediktorů identifikovaných v předchozích regresních modelech
- Tabulka 40** T-testy u antropometrických parametrů a výsledků v BOT2
- Tabulka 41** T-testy první a druhé měření u RPM
- Tabulka 42** T-testy u výsledků BOT-2 rozdíly mezi školami - první měření
- Tabulka 43** T-testy výsledků BOT-2 rozdíly mezi školami – druhé měření
- Tabulka 44** T-testy výsledků RPM rozdíly mezi školami - první měření
- Tabulka 45** T-testy výsledků RPM rozdíly mezi školami - druhé měření
- Tabulka 46** T-testy výsledků BOT-2 - rozdíly mezi chlapci a dívkami – první měření
- Tabulka 47** T-testy výsledků BOT-2 - rozdíly mezi chlapci a dívkami – druhé měření
- Tabulka 48** T-testy výsledků RPM - rozdíly mezi chlapci a dívkami – první měření
- Tabulka 49** T-testy výsledků RPM - rozdíly mezi chlapci a dívkami – druhé měření

## SEZNAM OBRÁZKŮ

**Obrázek 1** Faktory ovlivňující somatický vývoj (Susanne et al., 1987)

**Obrázek 2** Fáze motorického vývoje (Goodway et al. 2011, s. 92)

**Obrázek 3** Newellova teorie omezení při motorickém vývoji (Haywood et al. 2011)

**Obrázek 4** Roční míra růstu mozkové kůry u dětí ve věku 5 – 11 let (Sowell et al., 2004)

**Obrázek 5** C-H-C (Cattell-Horn-Carroll) teorie kognitivních schopností

**Obrázek 6** Příklad úkolu z Ravenových progresivních matic

**Obrázek 7** Strukturální model BOT-2 a RPM – první měření

**Obrázek 8** Strukturální model BOT-2 a RPM u dívek – první měření

**Obrázek 9** Strukturální model BOT-2 a RPM u dívek – první měření

**Obrázek 10** Strukturální model BOT-2 a RPM bez zohlednění pohlaví – druhé měření

**Obrázek 11** Strukturální model BOT-2 a RPM u dívek – druhé měření

**Obrázek 12** Strukturální model BOT-2 a RPM u chlapců – druhé měření

## **SEZNAM PŘÍLOH**

**Příloha 1** Informovaný souhlas zákonných zástupců

**Příloha 2** Informovaný souhlas ředitele ZŠ Školní v Chodově

**Příloha 3** Informovaný souhlas ředitele ZŠ a MŠ Lyčkovo náměstí

**Příloha 4** Žádost o vyjádření etické komise UK FTVS



## **Příloha 1** Informovaný souhlas zákonných zástupců

Univerzita Karlova  
Fakulta tělesné výchovy a sportu  
José Martího 31, 162 52, Praha 6 – Veleslavín

### **Informovaný souhlas**

Vážení rodiče,

dovoluji si Vás požádat o možnost provedení výzkumného šetření na Vašem dítěti v rámci svého výzkumu, který realizuji v rámci své disertační práce v oboru Kinantropologie na Univerzitě Karlově v Praze, Fakultě tělesné výchovy a sportu. Šetření se týká zjišťování motorické docility pomocí motorických testů “Bruninks-Oseretsky Test“ a neverbální inteligence pomocí Ravenových progresivních matric.

Šetření je neinvazivní, bezbolestné a neovlivňuje lidský organismus. Měření bude uskutečněno v průběhu tělesné výchovy. Veškeré testování bude probíhat pod odborným dohledem. Nejprve děti vyplní jednoduchý obrázkový test Ravenových progresivních matric, který je velmi atraktivní. Následně děti obejdou několik stanovišť, kde bude změřena jejich motorická úroveň. Každé stanoviště zabere několik minut.

Naměřené výsledky ani další údaje dětí nebudou v žádném případě zveřejněny a slouží jen k realizaci výzkumného šetření. Rodiče (zákonní zástupci) mohou podle svého přání, dostat zpětné informace o výsledcích testu svého dítěte s odborným doporučením k úpravám pohybové a sportovní aktivity. Souhrnné výsledky výzkumné práce budou zaslány řediteli školy.

Předem děkuji za spolupráci. Mgr. Jan Jirovec

Já.....(jméno a příjmení) souhlasím s měřením dětí na naší škole  
..... (adresa) Všechny záznamové archy jsou anonymní (jméno  
dítěte se ve škole při přepisu následujících údajů do SOUBORNÉHO ARCHU neuvádí).

V Praze dne: .....

.....

Podpis rodiče  
(zákonného zástupce)

## Příloha 2 Informovaný souhlas ředitele ZŠ Školní v Chodově

### Informovaný souhlas

Vážený pane řediteli,

dovoluji si Vás požádat o možnost provedení výzkumného šetření na žácích Vaší školy v rámci svého výzkumu, který realizuji v rámci své disertační práce v oboru Kinantropologie na Univerzitě Karlově v Praze, Fakultě tělesné výchovy a sportu. Šetření se týká zjišťování motorické docility pomocí motorických testů "Bruninks-Oseretsky Test" a neverbální inteligence pomocí Ravenových progresivních matric.

Šetření je neinvazivní, bezbolestné a neovlivňuje lidský organismus. Měření bude uskutečněno v průběhu tělesné výchovy. Veškeré testování bude probíhat pod odborným dohledem. Žáci obejdou několik stanovišť, kde bude změřena jejich motorická úroveň formou soutěže. Každé stanoviště zabere několik minut. Při další hodině vyplní žáci jednoduchý obrázkový inteligenční test Ravenových progresivních matric, který je velmi atraktivní i pro velmi malé děti.

Naměřené výsledky ani další údaje žáků nebudou v žádném případě zveřejněny a slouží jen k realizaci výzkumného šetření. Výsledky výzkumné práce budou zaslány řediteli školy.

Předem děkuji za spolupráci. Mgr. Jan Jirovec

Já, Mgr. Michal Kořáněk.....(jméno a příjmení) souhlasím s měřením žáků naší školy  
ZŠ Školní Chodov..... (adresa) Všechny záznamové archy jsou anonymní (jméno  
dítěte se ve škole při přepisu následujících údajů do SOUBORNÉHO ARCHU neuvádí).

V Praze dne: 9.9.2014

  
.....  
Podpis ředitele

**Základní škola Chodov**  
Školní 697, okres Sokolov  
právní subjekt  
357 35 Chodov  
Tel.: 352 352 290-2, fax: 352 352 297  
ICO: 606 10 239, www.zschodov.cz

### Příloha 3 Informovaný souhlas ředitele ZŠ a MŠ Lyčkovo náměstí

#### Informovaný souhlas

Vážený pane řediteli,

dovoluji si Vás požádat o možnost provedení výzkumného šetření na žácích Vaší školy v rámci svého výzkumu, který realizuji v rámci své disertační práce v oboru Kinantropologie na Univerzitě Karlově v Praze, Fakultě tělesné výchovy a sportu. Šetření se týká zjišťování motorické docility pomocí motorických testů "Bruninks-Oseretsky Test" a neverbální inteligence pomocí Ravenových progresivních matric.

Šetření je neinvazivní, bezbolestné a neovlivňuje lidský organismus. Měření bude uskutečněno v průběhu tělesné výchovy. Veškeré testování bude probíhat pod odborným dohledem. Žáci obejdou několik stanovišť, kde bude změřena jejich motorická úroveň formou soutěže. Každé stanoviště zabere několik minut. Při další hodině vyplní žáci jednoduchý obrázkový inteligenční test Ravenových progresivních matric, který je velmi atraktivní i pro velmi malé děti.

Naměřené výsledky ani další údaje žáků nebudou v žádném případě zveřejněny a slouží jen k realizaci výzkumného šetření. Výsledky výzkumné práce budou zaslány řediteli školy.

Předem děkuji za spolupráci. Mgr. Jan Jirovec

Já, Mgr. Jan Korda (jméno a příjmení) souhlasím s měřením žáků naší školy ZŠ Lyčkovo náměstí (adresa) Všechny záznamové archy jsou anonymní (jméno dítěte se ve škole při prepisu následujících údajů do SOUBORNÉHO ARCHU neuvádí).

V Praze dne: 23.9.2014

  
.....  
Podpis ředitele

Základní škola a mateřská škola  
Lyčkovo náměstí 460/6  
186 00 Praha 8 - Karlín  
IČO: 604 33 230  
tel: 221 779 671, fax: 221 779 672

## Příloha 4 Žádost o vyjádření etické komise UK FTVS



UNIVERZITA KARLOVA V PRAZE  
FAKULTA TĚLESNÉ VÝCHOVY A SPORTU  
Josef Martího 31, 162 52 Praha 6 - Vevešlavín  
tel.: 220 171 111  
<http://www.ftvs.cuni.cz/>

### Žádost o vyjádření etické komise UK FTVS

k projektu doktorské práce, zahrnující lidské účastníky

**Název:** Vztah motorické docility a neverbální složky inteligence dětí mladšího školního věku

**Forma projektu:** doktorská práce

**Autor (hlavní řešitel):** Mgr. Jan Jirovec

**Školitel:** prof. PhDr. Antonín Rychtecký, DrSc.

#### Popis projektu

Cílem práce je získat data o motorické docilitě a neverbální inteligenci dětí v Praze a Karlovarském kraji. Do výzkumu budou zařazeny děti ze základních škol v Praze a v Chodově (Karlovarský kraj). Věkové rozpětí probandů bude 6 až 11 let. Ve studii bude použit psychomotorický test Bruininks-Oseretsky Test of Motor Proficiency, Second Edition (BOT-2) ke sledování motorické docility a Ravenovy progresivní matrice ke sledování neverbální inteligence. Sledovanými parametry u BOT-2 budou jemná motorika, manuální koordinace, tělesná koordinace, síla, agility a komplexní motorika. U Ravenových progresivních matric to bude dosažené hrubé skóre. Tělocvičny poskytnou základní školy. Veškeré měření bude probíhat pod dohledem hlavního řešitele projektu a proškolených examinatorů.

#### Zajištění bezpečnosti pro posouzení odborníky

Nebudou použity žádné invazivní metody.

#### Etické aspekty výzkumu

Získaných výsledků nebude zneužito.

**Informovaný souhlas (přiložen)**

V Praze dne 29.5.2014

Podpis autora:

### Vyjádření etické komise UK FTVS

**Složení komise:** Doc. MUDr. Staša Bartůňková, CSc.

Prof. Ing. Václav Bunc, CSc.

Prof. PhDr. Pavel Slepíčka, DrSc.

Doc. MUDr. Jan Heller, CSc.

Projekt práce byl schválen Etickou komisí UK FTVS pod jednacím číslem: ..... 138 / 2014 .....

dne: ..... 30.5.2014 .....

Etická komise UK FTVS zhodnotila předložený projekt a neshledala žádné rozpory s platnými zásadami, předpisy a mezinárodními směrnici pro provádění biomedicínského výzkumu, zahrnujícího lidské účastníky.

**Řešitel projektu splnil podmínky nutné k získání souhlasu etické komise.**

UNIVERZITA KARLOVA v Praze  
Fakulta tělesné výchovy a sportu  
Josef Martího 31, 162 52, Praha 6

podpis předsedy EK