

UNIVERZITA KARLOVA  
FAKULTA TĚLESNÉ VÝCHOVY A SPORTU

Rozdíly reakční rychlosti u dětí s ADHD a běžnou populací  
stejného věku

Diplomová práce

Praha 2021

Vedoucí diplomové práce: PhDr. Tereza Nováková Ph.D.

Konzultant: Mgr. Hana Fechtnerová Vypracoval: Bc. Vojtěch Kovařovic

Prohlašuji, že jsem závěrečnou diplomovou práci zpracoval samostatně a že jsem uvedl všechny použité informační zdroje a literaturu. Tato práce ani její podstatná část nebyla předložena k získání jiného nebo stejného akademického titulu.

V Praze, dne

.....

podpis autora práce

## **Poděkování**

Chtěl bych vřele poděkovat Dr. Novákové Ph.D. a Mgr. Fechtnerové, že mi umožnily zpracovat tuto diplomovou práci a poskytovaly mi cenné rady při zpracování. Dále bych chtěl poděkovat své rodině, že mi vytvořili prostředí pro plnění studijních i pracovních povinností.

## **Abstrakt**

### **Název práce**

Rozdíly reakční rychlosti u dětí s ADHD a běžnou populací stejného věku

### **Vymezení problému**

ADHD je neuropsychologická porucha vyskytující se u části dětské populace (5-8 %). Vědecká veřejnost se zmiňuje o existenci tzv. hyperfokusu, tedy schopnosti výrazného soustředění u dětí s diagnózou ADHD, zejména v případě zaujetí těchto dětí pro daný úkon či úkol. Metodicky správně sestavené a provedené testování reakční rychlosti těchto dětí, by mohlo tento předpoklad potvrdit či vyvrátit.

### **Cíl práce**

Cílem práce je zjistit, zda a případně jaký vliv má diagnóza ADHD u dětí na reakční rychlost.

### **Hypotézy**

**H1:** Reakční rychlost u jedinců s ADHD bude v průměru stejná, nebo vyšší než u jedinců stejného věku zdravé populace.

**H2:** Rozdíl mezi jednotlivými pokusy bude u dětí s ADHD větší než u jedinců stejného věku zdravé populace.

**H3:** Jedinec s nejlepší reakční schopností s ADHD bude mít stejný nebo lepší výsledek jako nejlepší jedinec stejného věku zdravé populace.

**Metody:** Testování pro účely této diplomové práce proběhlo v centru ROSA. Testování se zúčastnilo 12 probandů v testované (ADHD) a 7 probandů v kontrolní skupině. Pro testování reakční rychlosti byl použit software a hardware Vienna test system, který byl pro účely testování reakční rychlosti vyvinut firmou Schuhfried. Pro statistické zpracování dat byl použit software MS Excel.

### **Výsledky:**

**Klíčová slova:** ADHD, Reakční rychlost, reakční schopnost, reakční čas, Vienna test system, porucha pozornosti, hyperaktivita

## **Abstract**

**Title:** Differences in reaction rate in children with ADHD and the general population of the same age.

**Problem definition:** ADHD is a neuropsychological disorder occurring in part of the pediatric population (5-8%). The scientific public mentions the existence of the so-called hyperfocus, ie the ability to significantly concentrate in children diagnosed with ADHD, especially in the case of these children being interested in the task. Methodologically correctly compiled and performed testing of the reaction rate of these children could confirm or refute this assumption.

**Aims:** The aim of the work is to find out whether and possibly what effect the diagnosis of ADHD in children has on the reaction rate.

### **Hypotheses:**

**H1:** The reaction rate in individuals with ADHD will be on average the same or higher than in individuals of the same age of the healthy population.

**H2:** The difference between the individual experiments will be greater in children with ADHD than in individuals of the same age of the healthy population.

**H3:** The individual with fastest reaction ability with ADHD will have the same or better result as the individual with the fastest reaction of the same aged healthy population.

**Methods:** Testing for the purposes of this diploma thesis took place in the ROSA center. 12 probands in the tested group and 7 probands in the control group took part in the testing. The Vienna test system software and hardware, developed by Schuhfried for reaction rate testing, was used to test the reaction rate. MS Excel software was used for statistical data processing.

### **Results:**

**Key words:** ADHD, Reaction rate, reaction ability, reaction time, Vienna test system, attention deficit hyperactivity disorder

## Seznam zkratek

ADHD - Attention Deficit Hyperactivity Disorder - Porucha pozornosti s hyperaktivitou

AG - Agility – dovednostní

Aj – Anglický jazyk

ANOVA - analysis of variance - analýza rozptylu

CNS - Centrální nervový systém

CT – Počítačová tomografie

DSM - Diagnostický a statistický materiál

Et al. - a další

FTVS - Fakulta tělesné výchovy a sportu

H1 - Hypotéza 1

HF - Hyperfocus - hyper soustředění

LDE - Lehká dětská encefalopatie

LMD - Lehká mozková dysfunkce

log - Logaritmus

m - metry

MICE - Multivariate imputation by chained equations - Statistická funkce

MKN - Mezinárodní klasifikace nemocí

MRI – Magnetická rezonance

ms - milisekundy

MT - Motor time - motorický čas

NAG - Non-agility - nedovednostní

NEG - Negativní

PC - osobní počítač

POZ - Pozitivní

RS - Reakční rychlost

RT - Reakční čas

S1 - Specifický test

VTS - Vienna Test System

## Obsah

1. Úvod.....	1
2. Teoretická východiska práce.....	4
2.1. Úvod do neurofyziologie pohybu.....	4
2.2. Reakční doba a rychlost .....	10
2.2.1. Analýza dat reakční rychlosti.....	14
2.3. Hyperkinetická porucha (ADHD).....	15
2.3.1. Historie a klasifikace.....	15
2.3.2 ADHD z pohledu neurověd.....	21
2.4. Hyperfocus u ADHD .....	26
2.5. Vienna test systém .....	30
3. Cíle a hypotézy práce.....	34
3.1. Cíle práce .....	34
3.2. Výzkumná otázka.....	34
3.3. Hypotézy práce .....	34
3.4. Zdůvodnění hypotéz.....	34
4. Metodika práce.....	36
4.1. Výzkumný soubor .....	36
4.2. Použité metody testování .....	38
4.3. Průběh a organizace měření .....	38
4.4. Sběr dat a informací pro teoretickou část práce .....	38
4.5. Analýza dat .....	39
5. Výsledky .....	40
5.1. Hodnoty provedených testů.....	40
5.1.1. Charakteristika souboru .....	40
5.1.2. Výzkumná skupina.....	42
5.1.3. Kontrolní skupina .....	45
5.1.4. Průměrný průběh pokusu reakční rychlosti.....	48
5.2. Syntéza dat.....	49
6. Diskuse.....	51
7. Závěry .....	55
8. Zdroje.....	58
8.1. Literatura.....	58
8.2. Obrázky.....	68
9. Seznam příloh .....	70

## 1. Úvod

Pohyb je jedním ze základních projevů člověka, jedná o projev, za nímž stojí buďto pasivní, nebo aktivní odpověď na změnu vnějšího či vnitřního prostředí těla. Je to situace, kdy pohybový systém pracuje jako ucelený maximálně efektivní systém, řízený nervovou soustavou. Pohyb je bazálním komunikačním a výrazovým činitelem člověka, jehož prostřednictvím je schopen vyjadřovat emoce a komunikovat. Již společný kořen slov emoce a lokomoce je tedy motio – pohyb ukazuje, jak úzce spolu emoce a pohyb jako takový souvisí. Další a dost možná hlavní funkcí pohybu u člověka a většiny organismů, kteří jsou schopni pohyb vykonávat, je přesun z místa na místo. Právě tato touha postupně donutila mořské plazy vystoupit z vod na souš, a postupem času pomáhala cizelovat a brousit pohybová aparát člověka, až k dnešnímu stavu, kdy je pohyb a tělo v rukách trénovaných sportovců nástrojem pro běžnou populaci nedosažitelných a někdy i nepředstavitelných možností. Když bychom se vydali pomyslnou cestou od výsledného pohybu zpět, dostali bychom se až k jedné z významných schopností nervové soustavy, která se vyskytuje spíše v reflexních oblastech centrální nervové soustavy a to je reakční rychlost. Respektive reakční rychlost, je výsledkem koordinace reflexů, nervového přenosu, přenosu mezi nervovým vláknem a efektozem – tedy svalovou ploténkou, koordinací svalového stahu, iradiací do okolních svalových vláken a následně provedeným pohybem. Schopnost celého tohoto komplexu až po výsledný pohyb v co nejkratší době se napříč literaturou pojmenovává reakční rychlost. (Véle, 1997)

Diagnózou současné doby je fakt, že vše musí mít svou nálepkou, své vysvětlení, své místo. Tato tendence bezezbytku vše pojmenovávat a vše usazovat do pevných kolonek má za následek, že se snažíme udělit pojmenování či v horším případě diagnózu všemu, co ji v dřívějších dobách nikdy nepotřebovalo a i v současné době bychom se bez ní velmi dobře obešli. Vzorovým projevem této nemoci doby, je neuvěřitelný nárůst dětí, u kterých je diagnostikována porucha s anglickou zkratkou ADHD (attention hyperactivity disorder) v češtině tedy porucha pozornosti s hyperaktivitou. Dříve se u této diagnózy používala zkratka LMD (lehká mozková dysfunkce) či LDE (lehká dětská encefalopatie). Podle mého názoru, spadá do škály dle projevů této poruchy až příliš dětí, které by systém v letech minulých nezachytil a tedy nestigmatizoval touto nálepkou. Více



než 60% správně diagnostikovaných dětí s ADHD v dospělosti nemá žádné příznaky. Tato porucha se podle mého názoru stala pomyslnou černou dírou, do které se kromě dětí s opravdovou ADHD zabalí děti živé, děti z problémového sociálního prostředí a v některých případech i děti vyspělé, které se při výuce nudí. O těchto dětech, se často říká, že jsou nepozorné, nevychované nebo dokonce mentálně zpomalené. Má zkušenost v průběhu celého mého sportovního života je taková, že právě děti zdánlivě spadající do skupiny příznaků této diagnózy, jsou děti sportovně nadané a motoricky zdatné. Velmi často je právě tato „živost“ a zvýšená dynamika jedince právě prostředkem k výrazně vyšší sportovní výkonnosti a to zejména v nižších žákovských kategoriích. Myslím, že by měla být dostatečná pohybová aktivita jedním z primárních terapeutických přístupů u léčby dětí s ADHD. Problémem je, že tyto děti poměrně často pocházejí ze sociálně slabých rodin a prostředí, které jim nedokáží vytvořit zázemí pro to, aby na nějakou sportovní aktivitu pravidelně docházeli. Přitom z odborných publikací posledních deseti let je známo, že dostatečné množství a forma pohybové aktivity u dětí s ADHD vede jednoznačně ke zlepšení pozornosti nejen ve škole. Také vede k celkovému utlumení projevů hyperaktivity. Tato forma terapie by možná dokázala vytvořit takové podmínky, v kterých by nebylo potřeba dětí s ADHD medikovat farmaky na zklidnění. Zároveň se myslím setkáváme s tím, že je diagnóza ADHD velmi často používána v komunikaci rodič-pedagog jako omluva z jedné a alibi z druhé strany. Někteří rodiče používají označení svého dítěte jako hyperaktivního jedince jako prostředek k omluvení problémového chování, které může mít ale celou řadu naprosto jiných, někdy spíše sociálních než neurologických příčin. Tito rodiče si často neuvědomují, že tato nálepka jejich dětem v současné době pravděpodobně zůstane a že je to něco, co mohou nést poměrně úkorně, nebo za ni dle vzoru svých rodičů schovávat své problémové chování. Na druhou stranu, v praxi se setkáváme i s tím, že pedagog označí svého žáka za hyperaktivního, bez provedení jakéhokoliv diagnostického testu či neurologického vyšetření, pouze odhadem. Bohužel se poměrně často jedná o velmi inteligentní děti, které jsou (zejména v začátcích povinné školní docházky) o notný kus vývojově dále a ve výuce se nudí. Jejich kreativita se v tomto případě může projevovat vymyšlením „lumpáren“ a jiných činností, které vyučování narušují. Cestou ke zlepšení je ale samozřejmě adekvátní diagnostika a případné adekvátní výukové zatížení dětí, které jsou z nějakého důvodu zralejší, než jejich vrstevníci.

Jedním z bazálních prvků této diplomové práce, bude kombinací zdrojů a jednotlivých definic ozřejmit, jestli děti, které mají opravdu diagnózu ADHD (proto volba prostředí renomované pedagogicko-psychologické poradny s velkou zkušeností) po řádném zaučení a vysvětlení testu vykazují rozdíly v reakční rychlosti, oproti dětem ze stejné věkové skupiny avšak bez této diagnózy. (Hutyrová, 2019), (American Psychiatric Publishing, 2013)

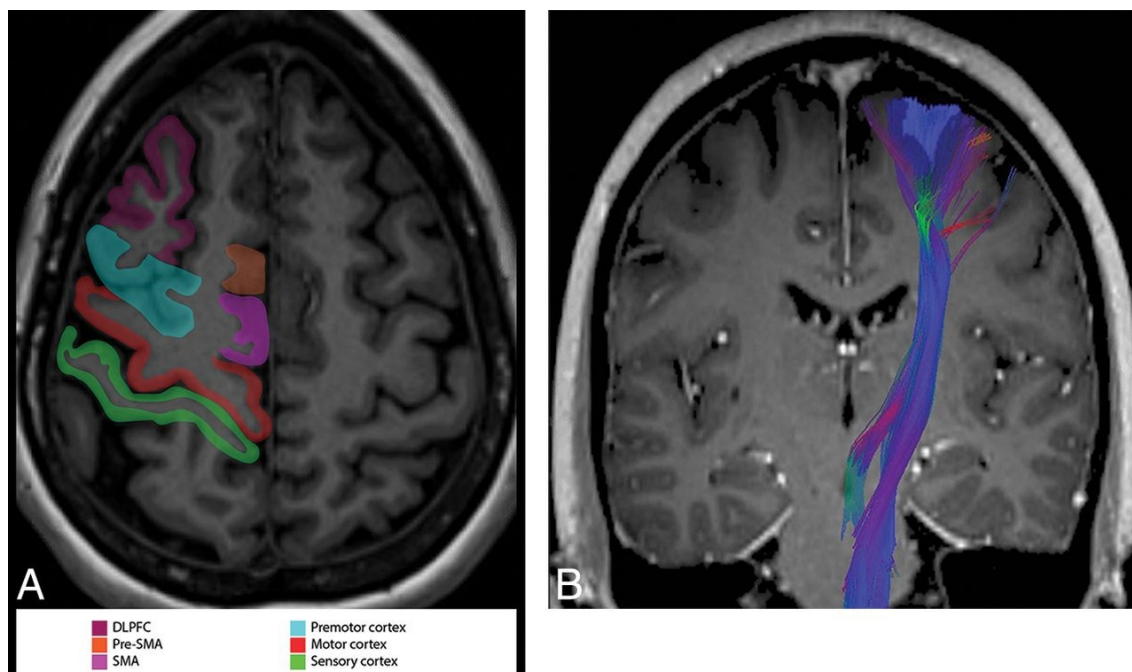
## 2. Teoretická východiska práce

### 2.1. Úvod do neurofyzologie pohybu

Pohyb, jako základní projev myoskeletálního komplexu je řízen a prováděn prostřednictvím centrálního a periferního nervového systému a myoskeletálního aparátu. Neodmyslitelným podstavcem pro dílo volní motoriky jsou mimovolní pohyby, které v dětství tvarují skelet a svou funkcí vytváří myoskeletální systém jako takový, posléze se uplatňují v udržování postury a tím pádem i základu (puncta fixa) pro provedení volního pohybu. Svaly jako efekторы pohybu jsou na skelet navázány šlachami a vazy, které svými strukturálními a reologickými vlastnostmi umožňují pohyb takový, jak ho u lidí známe, tedy účelný, přesný a ekonomický. Významnou a nepostradatelnou roli v řízení a kvalitě provedení pohybu, zastávají proprioceptivní receptory, které neustále informují vyšší etáže nervové soustavy o poloze, rychlosti pohybu, napětí atd., což má za následek vysokou míru přesnosti a specifčnosti pohybu i v poměrně velkých rychlostech. Právě svalové napětí (tonus) je jedním ze základních předpokladů, pro provedení veškerého pohybu i setrvání ve vzpřímené poloze. Veškerý pohyb je produktem buď volní motoriky, automatizované motoriky, nebo produktem vyvolání spinálního reflexu. Liší se od sebe místem řízení pohybu, způsobem vyvolání a přirozeně i rychlostí. Reflexní oblouk je nervová dráha, prostřednictvím které se realizuje průběh reflexu. Vzhledem k množství informací, které získáváme každou vteřinu z celého povrchu těla i jeho vnitřních receptorů a vzhledem k potřebě aby reflexní pohyb byl co nejrychlejší, vede u člověka většina sensorických neuronů do míšního centra. V prostoru daného segmentu se v rámci reflexního oblouku přepojují na motorické dráhy předních rohů míšních a vykonává se reflexní pohyb. Vyšší etáže CNS si samozřejmě pohyb uvědomují, k tomuto uvědomění však dochází až zpětně. V případě automatických pohybových reakcí, se jedná o pohybové situace, kdy je specifický pohybový vzor hluboce uložen v motorických etážích, že dojde k jeho automatizaci. Když je následně třeba pohybový vzor provést například v časové tísni, je schopen CNS tento zautomatizovaný pohybový vzorec vyvolat a není třeba ho po částech tvořit, což umožňuje ponechat pozornost vědomí na náročnější či nezautomatizované pohyby. Volní pohyb, je produktem řízení všech oddílů CNS. Startérem tvorby cíleného pohybu jsou zpravidla asociační oblasti mozkové kůry, které ale pro správné, přesné a účelné provedení pohybu potřebují základních a méně specifických pohybových vzorců, které jsou zpravidla uloženy

v subkortikálních strukturách CNS, nejčastěji v mozečku a bazálních gangliích. Provedení pohybu jako takového je iniciováno prostřednictvím řízení z primárních motorických oblastí, nejčastěji z oblasti gyrus praecentralis. Podnět k pohybu směřuje descendními motorickými drahami k alfa a gama motoneuronům a interoneuronům předních rohů míšních. Zde jsou podněty přes synapse děleny na jednotlivé motorické nervy, které se postupně dělí až na jednotlivá vlákna inervující daný počet motorických vláken. Tento komplex se nazývá motorická jednotka. (Druga et al., 2011)

U člověka mezi motorické korové oblasti řadíme primární motorickou oblast (gyrus praecentralis – aktivuje se přímo při řízení volního pohybu), premotorickou oblast (gyri frontales – spouští se již při představě o pohybu tzv. ideomotorika, dále při plánování pohybu a u náročných pohybových vzorců) a suplementární motorickou oblast (střed gyrus frontalis superior – hraje roli v následování svalů krku za pohybem očí, aktivuje posturální svalstvo čímž vytváří půdu pro provedení složitých pohybů). Struktury těchto oblastí, jsou v rámci hmoty zastoupeny v závislosti na funkci řízení a její náročnosti. Motorickým oblastem, které ovládají nejjemnější motoriku (řeč, pohyb ruky, mimika, pohyb očí apod.) náleží nepoměrně větší korová plocha. Tento nepoměr je velmi často zobrazován v podobě motorického homunkula. Podobný mechanismus strukturování funguje i v případě sensorických center, tedy čím lepším čítím oblast disponuje, tím větší je její zastoupení v sensorické kůře mozku.



Obrázek 1- Zobrazení motorických center a kortikospinálního traktu (Hill et al., 2019)

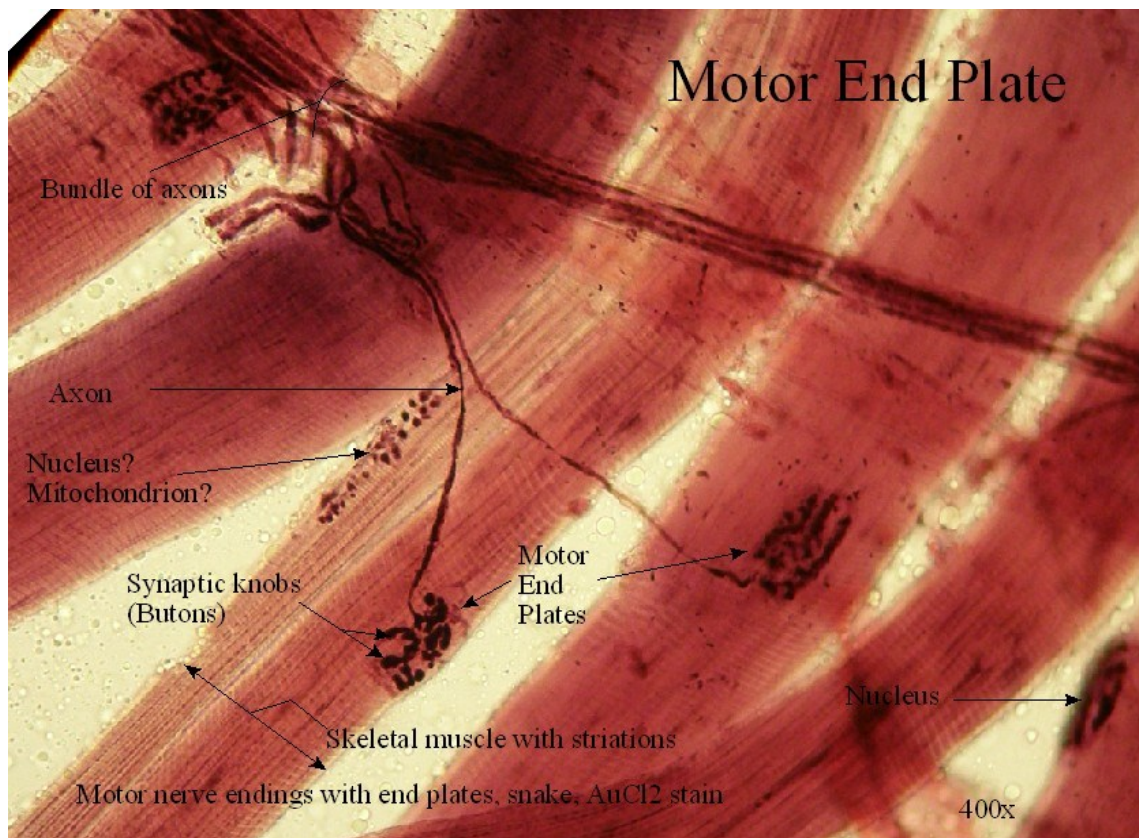
Dané oblasti motorické kůry jsou zřídka kdy uspořádány podle jednotlivých svalů, ale spíše celých složitých pohybů. Tento fakt shrnul docent Vele ve své slavné větě která říká, že tělo nemyslí ve svalech, ale v pohybech. Nervové buňky, jako základní stavební jednotky nervové soustavy, jsou uspořádány do tubulóznic struktur, které svým propojením fungují pro daný pohyb či sval jako funkční neurojedinoty (pyramidové buňky). V závislosti na velikosti svalu, typu nervového vlákna, počtu svalových vláken v rámci jedné motorické jednotky atd. se liší počet pyramidových buněk, které musí být stimulovány, aby došlo k realizaci kontrakce. Řádově se toto rozmezí pohybuje mezi 30 až 130 pyramidovými buňkami. (Ganong, 2005)

Pohyb, který je naplánován ve vyšších strukturách CNS je přenášen a realizován v největší míře hlavní motorickou drahou, kterou je tractus corticospinalis, tedy dráha vedoucí z kůry do míšních segmentů. Až 85% vláken kortikospinálního traktu se kříží v decussatio pyramidorum (z toho také název pyramidová dráha) v dolní části prodloužené míchy a dále běží v postranních provazcích míšních, ale po překřížení v opačné straně (což vysvětluje kontralaterální symptomatiku léze na trupu a končetinách při unilaterálním traumatu mozkových struktur nad překřížením). Následně končí na Alfa motoneuronech a interoneuronech v předních rozích míšních, nezkřížená část

pyramidové dráhy je v míše vedena jako tractus corticospinalis anterior a končí hlavně na interoneuronech. Tato dráha se také překříží, avšak až v míšním segmentu.

Vedle této hlavní motorické dráhy jsou v těle i motorické dráhy vedlejší, ty vedou informaci o nastavení polohy, tedy informace zajišťující hrubou motoriku. Další funkcí těchto drah je císelování provedení pohybu v jeho trvání. Nejčastěji se tak děje pomocí korekce z mozečkových struktur. Základním prvkem (jak strukturálním, tak hlavně funkčním) nervosvalového systému je motorická jednotka. Tato je definována, jako jeden motoneuron, spolu se všemi svalovými vlákny, které daný motoneuron inervuje. Z hlediska funkčnosti, se jedná o základní funkční jednotku zejména proto, že je to nejmenší struktura, kterou lze samostatně aktivovat. V závislosti na funkci svalu se mění i počet svalových vláken na jeden motoneuron. U svalů, které mají jednoduchou a v podstatě nediferencovanou funkci, se vyskytují motorické jednotky, ve kterých jeden motoneuron inervuje řádově stovky svalových vláken (m. gluteus maximus, m. biceps femoris, m. erector spinae apod.) Oproti tomu u svalů, u kterých vyžadujeme velmi přesnou a diferencovanou funkci, inervuje jeden motoneuron velmi málo svalových vláken. (Nejmenší známý počet jsou 4 svalová vlákna v rámci jedné motorické jednotky u okohybných svalů). Axon motorického nervu se za hranicí svalu bohatě větví na tzv. terminální neuron. Tato struktura – někdy také nazývaná terminální větev inervuje právě jedno svalové vlákno. Struktura, která tvoří prostor mezi tímto vláknem a inervovaným

svalovým vláknem je specifická synapse, kterou nazýváme nervosvalová ploténka.



Obrázek 2- Motor end plate (Frankhauser, 1992)

Motoneuron je propojen se sousedními motoneurony pomocí dendritů, jejichž prostřednictvím dochází k synchronizaci svalového stahu. (Kittnar, 2011)

Pro optimální funkci pohybového aparátu ve smyslu přesnosti, efektivity a účelnosti je zapotřebí velmi dobrá souhra agonistů, antagonistů a synergistů. Zásadní roli v kontrole provedení mají senzory na periférii (propriocepce) a mozeček, který zastává funkci kontrolního centra. V rámci proprioceptivní kontroly jsou využívány tzv. proprioceptivní reflexy a reciproční inhibice. Za hlavní proprioceptivní receptory starající se o hladký průběh pohybu považujeme svalová vřeténka a Golgiho šlachová tělíska. Protážením intrafusálního vlákna uvnitř svalového vřeténka při protažení svalu, dochází k modulaci svalového napětí, facilitaci agonistů a inhibici antagonistů (zároveň facilitaci antagonistů a inhibici agonistů kontralaterálně díky reciproční inhibici v rámci lokomočních reflexů). Golgiho šlachová tělíska mají výrazně vyšší aktivační práh, proto se zapojují až při výrazném zvýšení sil působících v podélné ose šlachu. Tato aktivace má opačný důsledek než aktivace svalových vřetének, tedy facilitaci antagonisty a inhibici agonisty. Touto funkcí je ochráněna šlacho-svalová tkáň před fyzikálním

poškozením ve smyslu natržení či přetržení. Tato a další (proprioceptory v obalech kloubních pouzder atd.) senzory neustále vysílají nepřerušovaný tok informací o poloze a pohybu daného segmentu. Tyto informace následně mozeček zpracovává a descendentní drahou extrapyramidového systému vysílá podněty k úpravě provedení pohybu či výchozí polohy. Tento neustálý tok vzruchů oběma směry je podstatou provedení cíleného a efektivního pohybu. Při jakémkoliv poškození periferních sensorů, drah, nebo mozečku se měrou, závislou na druhu a rozsahu poškození, změní kvalita provedení pohybu (ataxie, porucha pohybo/poloho citu, neúměrná svalová síla pro zamýšlený pohyb atd.)

Základní (a z očividných důvodů také nejrychlejší) regulační motorickou jednotkou, je spinální motorický okruh, jehož produktem je základní míšní reflex. Těla alfa motoneuronů, která jsou umístěna v předních rozích míšních, vysílají své axony do periferie, kde končí na svalových vláknech. (motorická jednotka, viz výše). Vedle těchto alfa motoneuronů, jsou v předních rozích míšních umístěna také značně menší těla gama motoneuronů, které inervují intrafusální vlákna svalových vřetének. Svalová vřeténka vysílají senzitivní drahou informace do zadních rohů míšních. Přímou drahou jsou při podráždění schopna facilitovat vlastní agonisty a přepojením přes vmezeřený interoneuron inhibovat antagonisty. Golgiho šlachová tělíska fungují na stejném principu, jen vzhledem k přepojení obráceně, viz výše.

(Ambler, 2011)



## 2.2. Reakční doba a rychlost

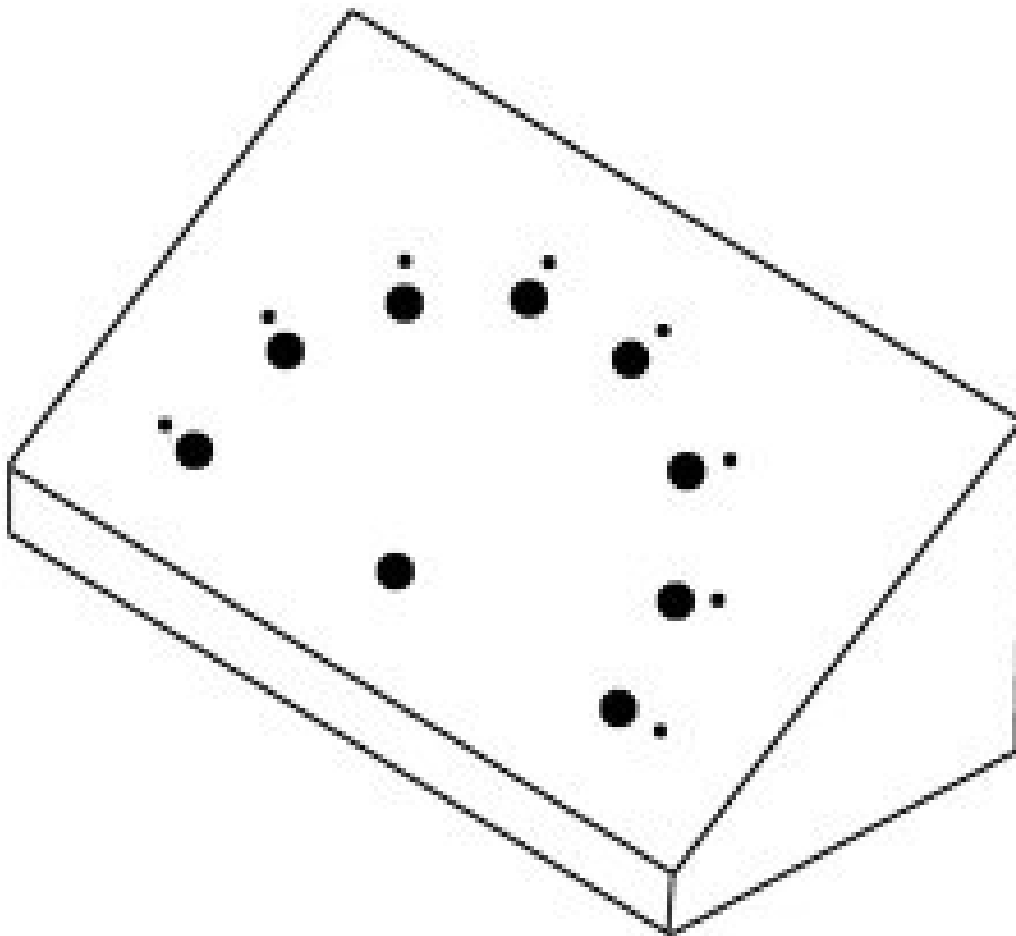
Důležitou částí této diplomové práce je identifikovat, co přesně je myšleno reakční dobou, či reakční rychlostí. Reakční rychlost, jinak také reakční čas (v aj, též „response time“). Dle dostupných definic, které máme k dispozici z řad neuropsychologie a neurofyziologie, je reakční čas doba, která uplyne mezi okamžikem, kdy je tělo jedince vystaveno stimulu, a mezi okamžikem, kdy na ni jedinec zahájí motorickou reakci. (Grosser, 1991). Přesněji se vymezení pojmu reakční schopnost věnoval Keslo, který z této definice vyňal motorickou odpověď v makroskopickém náhledu a definici prohloubil jako dobu mezi vystavení jedince stimulu a první změnou v bioelektrickém prostředí svalu. Pro účel testování této bioelektrické změny je však zapotřebí intervenční elektromyografie jako invazivní metody, což není pro účely diplomové práce, ve které jsou testovanými nezletilí z etického hlediska přípustné. (Kelso, 1995) Důležité doplnění této definice je snaha jedince, učinit motorickou odpověď na stimul v co nejkratší možné době. Běžně se tato doba pohybuje okolo 200 ms. Pro příklad, proband dostane instrukci, aby stiskl tlačítko na klávesnici co nejrychleji po tom, co se na obrazovce objeví barevný kruh. Reakční doba, je prostředkem reakčních schopností. V případě současného testování se setkáváme s tím, že reakční čas (response time) bývá v některých případech uváděn jako motor time (MT) jedná se o stejnou veličinu, jen se touto změnou předchází záměně reakční rychlosti a reakční doby.

Jak uvádí Kuang, reakční rychlost se zdá být optimálním ukazatelem obecné rychlosti procesů v rámci aktivity mozku. Dle studií které uvádí, se zdá být trénink reakční rychlosti příčinou pozitivních změn plasticity v bílé hmotě mozkové a šedé hmotě kortexu. V rámci své studie také uvádí, že by se měla v budoucnosti neurověda zaměřit také na hlubší studování vlivu tréninku reakční rychlosti individuálně na bílou a šedou hmotu mozkovou. (Kuang, 2017) Yotsumoto již dříve ve své studii zabývající se změnami mozkové hmoty v závislosti na učení uvádí, že vizuální učení v kombinaci s tréninkem reakční rychlosti produkuje signifikantní změny v oblastech V1, které přímo sousedí se zrakovými centry, které byly učením stimulovány. Tyto změny byly opakovaně prokázány na funkční magnetické rezonanci. (Yotsumoto, 2014)

Reakční dobu (rychlost) můžeme rozdělit do čtyř základních skupin. První skupinou, které je nejčastějším objektem testování (důvodem je snadná testovatelnost, validita a reliabilita dostupných testů) je jednoduchá reakční rychlost. (aj. *simple reaction time*) Reakční doba se vzhledem k délce dráhy a složitosti zpracování stimulu liší, v závislosti na typu zvolené stimulace. Jain (Jain et al., 2015) ve své studii uvádí, že při testování 160 jedinců obou pohlaví, z řad prvního ročníku lékařské fakulty se ukázal signifikantní rozdíl, mezi reakční rychlostí na podnět zrakový a podnět sluchový. Ukázalo se, že jednoduchá reakční doba u vizuálního stimulu byla u 120 testovaných  $247.60\text{ms} \pm 18.54 \text{ms}$  a u sluchového stimulu  $228.01\text{ms} \pm 16.49\text{ms}$ . Reakční rychlost je veličinou, která se dá za určitých předpokladů dobře trénovat, tedy zkracovat dobu, mezi stimulem a motorickou (bioelektrickou) odpovědí. Tento fakt se nejlépe ukazuje na porovnávání reakční rychlosti běžné populace s vrcholovými sportovci, kteří reagují na startovní povely. Lipps ve své studii uvádí reakční rychlost sprinterů a sprinterek v běhu na 100m, 200m, 400m a 100/110m překážek na letních olympijských hrách v Pekingu. Data byla sebrána u 439 mužských a 387 ženských startů. Zajímavostí je, že na základě několika studií z minulosti světová atletická federace ustanovila minimální možný reakční čas na 100ms. V případě, že startovní bloky zaznamenají odraz při startu v kratším čase, vykážou předčasný start a sportovci přiřadí penalizaci. Sebraná data ukazují, že reakční rychlost u těchto sportovců byla v průměru 166ms mezi muži a 189ms mezi ženami. To je v průměru o 40ms rychlejší reakce, než u průměrné populace stejného věku. (Lipps et al., 2011)

Dalším druhem reakční rychlosti je rozpoznávací reakční rychlost (v aj. *go/no-go reaction time*). V tomto případě má proband za úkol kliknout testovací tlačítko v případě, že se ukáže specifický obrazec. V případě objevení jiných obrazců tlačítko stisknout nesmí. Nejčastěji se pro účely testování volí rozdílnost zobrazených barev. V případě složitějších kognitivně orientovaných testů na go/no-go reakční rychlost se používají nejrůznější slova na která má proband reagovat. Ukazuje se, že reakční doba u go/no-go testů je dvou až trojnásobně delší, než u testů jednoduché reakční doby. V případě go/no-go testování za použití málo používaných slov je reakční doba až čtyřnásobně delší. (Gomez, 2007)

Třetím druhem reakční rychlosti je výběrová reakční rychlost. V rámci testování této veličiny chceme po testovaném, aby na různé varianty stimulu reagoval různou motorickou odpovědí. Nejčastěji se jedná o testy, při kterých má proband za úkol při zobrazení například zeleného světla stisknout levé tlačítko a při zobrazení například červeného světla pravé tlačítko. Pro testování tohoto druhu reakční rychlosti byl například na univerzitě v Berkeley vyvinut psychologem Arthurem Jensenem experimentální Jensenova krabice. Tato krabice obsahuje 8 tlačítek vytvářející půlkruh a jedno tlačítko v jeho středu. Testování probíhá tak, že testovaný proband stiskne a drží středové tlačítko, následně se rozsvítí dioda nad jedním z osmi tlačítek a proband se snaží v co nejkratším čase příslušné tlačítko stisknout. Doebler ve své meta analýze uvádí, že průměrná reakční doba v rámci 27 jednotlivých studií a 3968 testovaných probandů 950 ms. Hlavním cílem této meta analýzy bylo ukázat spojitost, mezi reakční rychlostí (dobou) a inteligencí, která se prokázala pouze u velmi složitých testů testujících výběrovou reakční rychlost. (Doebler, 2015)



Obrázek 3- Jensen box (Doebler, 2015)

Čtvrtým a posledním druhem reakční rychlosti je rozlišovací reakční rychlost. Tato veličina je testována pomocí testů, kdy jsou testovanému probandovi prezentovány páry dvou stimulů, ten se musí rozhodnout a stisknout pravé či levé tlačítko v závislosti na to, který ze stimulů je odlišný v závislosti na druhu testu. Jedná se například o stisknutí tlačítka náležící stimulu, který je větší, světlejší, širší, ostřejší a podobně. (Grigore et al., 2015)

V rámci všech těchto druhů reakčních rychlostí je aplikován zákon, který byl pojmenován po americkém psychologovi Wiliamu E. Hickovi. Tento zákon přesně definuje čas, který potřebuje jedinec k tomu, aby se dokázal rozhodnout v závislosti na tom, kolika možností se mu dostává. Tento zákon se zabývá kognitivní odpovědí systému na n-možností při testování reakční rychlosti. Dle zákona zvýšení počtu možností logaritmičticky prodlouží dobu potřebnou pro rozhodnutí testovaného. Množství času, které testovaný potřebuje k rozhodnutí se v rámci Hickova zákona nazývá „stupeň získání informací“. Hick začal experimentovat s touto teorií již kolem roku 1951, kdy k potvrzení své teorie využíval náhodné pořadí rozsvěcování deseti lamp, které vysílaly písmena Morseovy abecedy. Nejprve bylo cílem zaznamenat vysílaná písmena co nejpřesněji, při dalších pokusech v co nejkratším čase.

Hickův zákon ukazuje, že člověk při nabídce vícero možností nehodnotí každou zvláště, ale na základě zkušenosti hodnotí nabízené možnosti jako celek. Existují případy, na které se Hickův zákon nevztahuje, jako například výběr správné kategorie v náhodném seznamu, kdy je nutné, aby testovaný přečetl každou položku nabídky. V tomto případě se totiž čas prodlužuje v závislosti na počtu možností lineárně. Hickův zákon může být aplikován v případě, že je seznam abecedně seřazen a testovaný zná podobu vyhledávané položky v tomto seznamu. Hickův zákon vyjádřen matematicky zní:  $T=b*\log_2(n+1)$  kde b je konstanta jednoduché reakční rychlosti jednotlivce,  $\log_2(n+1)$  uvádí binární prodloužení času potřebného k rozhodnutí s přibývajícím možností volby.

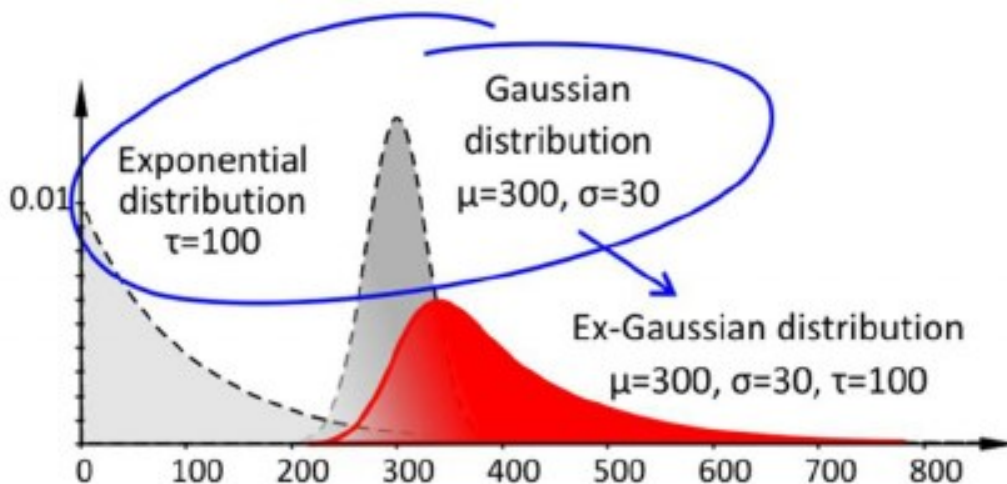
Dalšímu prohloubení této teorie a komplementaci poznatků se věnoval neurovědec E. Roth, který následně v roce 1964 prokázal vztah mezi reakční rychlostí a inteligencí. Matematické zobrazení jeho zákona zní:

$$\text{Reakční doba} = \text{čas pohybu} + \log_2(n)/\text{rychlost zpracování informací.}$$

(Schneider, 2011)

### 2.2.1. Analýza dat reakční rychlosti

Efektivní analýzou zpracování dat týkajících se mentální chronometrie a reakční rychlosti se zabývá ve své práci z roku 2008 i Whelan, který uvádí nesrovnalosti v dříve používaných matematických postupech při detekci a řazení dat získaných při testování reakční rychlosti. K práci se získanými daty bylo dříve používáno metody ANOVA, tedy analýzou rozptylu. Tato metoda matematické statistiky umožňuje řešiteli zjistit, zdali má na naměřené hodnoty v rámci měření náhodné veličiny (tedy například reakční rychlosti) statistický vliv hodnota některého ze statistických znaků. Který se u jedince vyskytuje. Tato metoda může být například použita pro zjištění, zda má na rychlost běhu či úspěšnost hodu na koš vliv některý ze znaků, kterým disponuje testovaná osoba. Tento znak musí být přítomný u všech testovaných, avšak přirozeně se jeho hodnota může lišit. (všichni testovaní musí uvést například pohlaví, ale přirozeně se bude lišit.) Whelan uvádí, že tato statistická metoda pro zpracování dat není plně vhodná, protože bere průměrné hodnoty reakčních rychlostí z jednotlivých měření u stejných osob jako neměnná. To ale vzhledem k vlivu různých aspektů (edukace k testu, únava, nálada, apod.) na reakční rychlost není úplně správný náhled. Whelan dále uvádí, že v rámci metody ANOVA, jsou data sebraná při testování reakční schopnosti brána jako data v gaussovském rozdělení. Dle jeho názoru spadají data sebraná v rámci těchto měření spíše do mimo gaussovského rozdělení a proto pro ně statistická metoda ANOVA není příliš vhodná.



Obrázek 4- Statistické řazení (Dodonova, 2011)

Z výsledků a diskuse této publikace vyplývá, že je nutné statistické metody vybírat citlivě, vzhledem k množství získaných dat a Gaussovskému/ mimogaussovskému

rozložení. Jeho doporučením je volit komplexnější statistické metody jako například Vincentizing. (Whelan, 2008)

Kofeler et al. Uvádí ve své rozsáhlé meta analýze, že variabilita výsledků různých studií zabývajících se měřením reakční rychlosti u osob s ADHD ukazuje na dva poznatky. Prvním významným zjištěním je fakt, že testovaní jedinci s touto diagnózou prokazují velkou proměnlivost reakční rychlosti i v rámci stejného vícečetného testování. Z tohoto poznatku vyplývá, buď že testující nebyl schopen testovaného udržet soustředěného ve všech pokusech, nebo že delšího soustředění nejsou testovaní s ADHD schopni. Druhé zjištění, kterého si Kofeler všímá, je velká variabilita průměrných reakčních rychlostí mezi celými analyzovanými studiemi. Je tedy otázka, co je příčinou těchto nesrovnalostí. Rozdíly se ukazují i u zdánlivě podobných studií, které používaly stejné formy testovacích baterií. (Kofler et al., 2013) Tyto nesrovnalosti přisuzují nevhodně zvolené statistické metodě, což je častým jevem při výzkumech týkajících se reakční rychlosti, jak to ve své publikaci uvádí Whelan (Whelan, 2008)

### 2.3. Hyperkinetická porucha (ADHD)

ADHD, tedy Attention Deficit Hyperactivity Disorders, nebo také poruchy hyperkinetického charakteru, spadají mezi neurovývojové poruchy. Epidemiologicky se jedná o jedno z nejčastějších dětských neuropsychiatrických onemocnění. Vyskytuje se u 4-12 % dětí a mladistvých. Prevalence u dospělých není oficiálně publikována, dle odhadu neurologů půjde cca o 3-5 % dospělých.

#### 2.3.1. Historie a klasifikace

První záznamy o diagnostice ADHD v podobném měřítku jako ji známe dnes, přichází kolem roku 1900, když ve své práci britský pediatr Sir George Still přichází s poznatkem, že se ve své praxi setkává s podobným spektrem psychomotorických příznaků u určité části dětí. Tyto příznaky popisuje jako „abnormal defect of moral control in children“, tedy porucha morální kontroly u dětí. Vzhledem k tomu, že se tyto příznaky vyskytovaly napříč spektrem sociálních skupin i výchovné aktivity rodičů a navíc se často projevovaly jen u některého ze sourozenců, doktor Still uvedl, že se jedná

pravděpodobně o poruchu na úrovni neurologické. (Lange et al., 2010) V šedesátých letech minulého století se začala používat nová definice, která měla více obsáhnout podstatu poruchy a to lehká mozková disfunkce. (v aj. literatuře někdy také *minimal brain damage or disfunction*) Předpokládanou příčinou onemocnění bylo neprogredující a trvalé poškození funkce mozku, na úrovni porušení difuzní funkce. Příčina tohoto onemocnění byla předpokládána v období intrauterinního vývoje či v důsledku porodního či krátce poporodního traumatu. Z klinického hlediska tak byla skupina příznaků sjednocených pod diagnózu ADHD chápána podobně, jako dětská mozková obrna. Dlouhou dobu poté byla také považována, za její lehčí formu a řada odborníků ji tak i uváděla. (Lesný; Dittrich, 1975)

Běžně se tato porucha diagnostikuje na základě příznaků, jako jsou nepozornost, impulzivita v některých případech spojena s agresivitou, nadměrnou aktivitou a roztěkaností. Dle některých zdrojů mohou jedinci s ADHD vykazovat i poruchy zvládnutí emocí a poruchy úsudku. Pacienti s neléčenou poruchou pozornosti s hyperaktivitou, mají v dospělosti zvýšené riziko výskytu dalších psychiatrických poruch, jako jsou například poruchy osobnosti či chování, deprese apod. Dále mají vyšší riziko delikventního chování a větší afinitu k drogovým závislostem. (Bierdman; Faraone, 2005) Napříč odbornou veřejností se vedou spory ohledně diagnostiky této poruchy, nejčastěji se však diagnostikuje na podkladě následujících kritérií. Příznaky by se měli ukázat kolem desátého roku věku, (některé zdroje uvádí až 12) měl by být přítomný déle než půl roku, mělo by se vyloučit, že je způsoben sociální nebo emociální situací rodiny a měl by způsobit zhoršení fungování či výsledků doma, ve škole či při mimoškolních aktivitách. Jak uvádí například Kooij, Velmi často se ADHD projeví právě zhoršením školních výsledků. Často je ADHD přidruženým symptomem k dalším neurologickým poruchám či užívání návykových látek. Ačkoliv je ADHD bráno jako stigmatizující diagnóza, velká část osob trpící ADHD disponuje schopností zvýšeného soustředění v případech a úkolech, které jim přijdou zajímavé, nebo za které mají být odměněni. Tento jev je znám jako hyperfocus, tedy hypersoustředění (následující kapitola)

Vznik před sedmým rokem života, trvání symptomů nejméně šest měsíců.

**Porucha pozornosti (přítomno 6 příznaků z 9)**

- obtížně koncentruje pozornost
- nedokáže udržet pozornost
- neposlouchá
- nedokončuje úkoly
- vyhýbá se úkolům vyžadujícím mentální úsilí
- nepořádný, dezorganizovaný
- ztrácí věci
- roztržitý
- zapomnětlivý

**Hyperaktivita (přítomny 3 příznaky z 5)**

- neposedný, vrtí se
- nevydrží sedět na místě
- pobíhá kolem
- vyrušuje, je hlučný, obtížně zachovává klid a ticho
- je v neustálém pohybu

**Impulzivita (přítomen 1 příznak ze 4)**

- nezdrženlivě mnohomluvný
- vyhrkne odpověď bez přemýšlení
- nedokáže čekat
- přerušuje ostatní

Obrázek 5- Mezinrodní klasifikace nemocí, MKN - 10



**Kritéria AI. Šest nebo více příznaků trvajících minimálně šest měsíců.**

#### **Porucha pozornosti**

- nepozornost při školních úkolech, opomíjení detailů, chyby z nepozornosti
- neudrží pozornost při hře
- zdá se, že neposlouchá během rozhovoru
- neposlouchá instrukce a nedokončuje úkoly
- má organizační problémy
- nesnáší úkoly vyžadující mentální úsilí a vyhýbá se jim
- ztrácí věci (hračky, školní potřeby...)
- vnější podněty snadno přeruší soustředění
- zapomnětlivost při denních aktivitách

**Kritéria AII. Šest nebo více příznaků hyperaktivity a impulzivity trvajících minimálně šest měsíců, nepřiměřených vývojovému stupni.**

#### **Hyperaktivita**

- často neúčelně pohybuje rukama nebo se vrtí na židli
- často opouští lavici ve třídě
- často pobíhá nebo přelézá v nepřiměřených situacích (adolescenti a dospělí mají pocit subjektivního neklidu)
- obtížně při hrách zachovává klid a ticho
- je stále v pohybu, „jakoby měl v sobě motor“
- nadměrně mnohomluvný

#### **Impulzivita**

- často vyhrkne odpověď před dokončením otázky
- dělá mu obtíže čekat v pořadí
- často přerušuje ostatní (při hrách, v hovoru...)

#### **Podtypy ADHD**

ADHD typ s převahou poruch pozornosti – kritéria AI alespoň šest měsíců

ADHD typ hyperaktivně- impulzivní – kritéria AII alespoň šest měsíců

ADHD typ kombinovaný – kritéria AI a AII alespoň šest měsíců

ADHD typ nespecifický – výrazné příznaky nepozornosti, hyperaktivity a impulzivity, které však nesplňují kritéria ADHD

ADHD v částečné remisi – současné symptomy již nesplňují všechna kritéria

Obrázek 6 - Příhodová, 2011, diagnostika ADHD podle DSM - IV

Přesná příčina této poruchy stále není známa a to i přes to, že se jedná o jednu z nejstudovanějších duševních poruch u dětí a mladistvých. Jen ve zlomku případů jde o produkt organické poruchy mozku či novotvaru. Vzhledem k datům získaným v minulosti uvádějí Kooij a Demontis, že 70-80 procent případů má pravděpodobně genetický podtext. (Demontis et al., 2019),(Kooij et al., 2019) Na základě těchto studií se

odhaduje, že na celém světě existuje cca 51-52 miliónů lidí s diagnostikovanou ADHD. Celosvětově je tato diagnóza diagnostikována dvakrát častěji u chlapců než u dívek, odborníci se ale shodují na tom, že se pravděpodobně bude jednat o chybnou diagnostiku, protože dívky mají větší variabilitu příznaků a často nejsou testováním zachyceni, nebo k němu vůbec nedojde. (Diagnostic and statistical manual of mental disorders, 2013) Zhruba 70 procent pacientů se v dospělosti zkompenzuje, nebo se jejich příznaky přetransformují z vnější hyperaktivity na hyperaktivitu vnitřní, která se projevuje spíše nerozhodností a neklidem. Také je v dospělosti velice těžké odlišit energičnost a zanícení pro věc a práci od projevů pozdní ADHD. (Masopust, 2015)

Napříč zeměmi nejsou přístupy k léčbě osob s ADHD nijak mezioborově sjednocené, přesto ve vyspělých zemích nacházíme určitý kolorit léčby. Velmi často to jsou nejrůznější způsoby terapie ve formě intervence psychologa nebo výchovného poradce. Dalším často viděným prvkem v rámci terapie tohoto spektra poruch je změna životního stylu. Ta je velmi často poměrně účinná a tak se nemusí přistupovat k dalším krokům. Změna životního stylu u dětí obsahuje nejčastěji zapojení sportovních aktivit, kdy by mohli děti přebytek své energie využít. Velice významné z hlediska dalšího řešení terapie je sportovní prostředí proto, že nutí dítě soustředit se na pravidla daného sportu a okolní prostředí, čímž je učí potřebu soustředění pro úspěch i v běžném, tedy mimosportovním životě. Tomuto jevu napomáhá i fakt, že velká část dětí s ADHD je velmi soutěživá. (Attention Deficit Hyperactivity Disorder, 2016) Špičkou, co se týče terapie dětí s touto poruchou, je Velká Británie. Směrnice britské komory neurologů doporučují farmakoterapii u dětí pouze jako záchytnou terapii v případě, že z různých důvodů není možné využít konzultací a psychoterapie. U dospělých je léčba první volby právě farmakoterapie a to ve formě stimulantů. (Wolraich et al., 2019) V současné době se nejvíce používají methylfenidát a dextroamfetamin. U těchto dvou látek se setkáváme s velmi vysokou mírou účinnosti a pozitivním výsledkem pro pacienta u drtivě většiny pacientů, kteří tyto stimulanty užívali. V posledních letech se však stále více vyskytují obavy podložené pilotními studiemi, které ukazují na riziko neurologických změn a snížení akceptace těchto stimulantů u dlouho léčených dětí s ADHD. Friedmanová a Rapoportová ve svém článku z roku 2013 uvádějí tato rizika, na druhou stranu staví fakt, že při použití těchto stimulantů dochází v mozku k úpravě jak funkční, tak strukturální. (Friedman; Rapoport, 2013) Dle provedených studií se ukazuje, že použití výše zmíněných stimulantů pozitivně ovlivňuje mozkovou aktivitu u dětí s ADHD směrem k

normálu. Výrazně zajímavější zjištění je to, že u skupiny jedinců, která byla farmakologicky léčena těmito látkami, došlo k značné úpravě mozkových struktur směrem k morfologii zdravého jedince. Existují dvě teorie, první, že stimulancia sama podněcuje přestavbu hypofunkčních, nebo zmenšených mozkových center. Druhá, výrazně pravděpodobnější teorie říká, že pravděpodobně prozatím neznámým způsobem podněcuje autokorekční; sebeléčivou schopnost mozku, která změnu struktury podněcuje. V budoucnu by se měla odborná veřejnost zaměřit jednak na potenciál vznikajících patologií při dlouhotrvajícím užívání a na vliv stimulantů na strukturální změny mozku. Zajímavé zjištění bude, jestli je změna morfologie mozku trvalá, či ne. (Rubia, et al., 2014)

Odborná literatura pracuje s příznaky, které nyní uvádíme v kombinaci jako příznaky ADHD již od začátku 18. století. Tyto poruchy, jejich diagnostikování a léčba jsou diskutovány jako kontroverzní téma od sedmdesátých let minulého století. Hlavní příčinou, proč je tato diagnóza tak sledována a proč ji považujeme za problematické téma, je nejasná hranice diagnostikování této poruchy, zaměňování s jinými poruchami, nebo s projevy nedostatečné výchovy. Další velmi diskutovanou částí je právě léčba stimulanty u dětí i dospělých. (Mayes et al., 2008)

Novou oblastí zkoumání v rámci vědeckých prací zabývajících se tématem ADHD, je oblast pozitivních aspektů této skupiny poruch. Vzhledem k tomu, že se jedná o novou oblast bádání, jsme v současné době limitováni malým množstvím provedených výzkumů. I tak bylo ale v rámci provedených studií pozorováno několik fenoménů, ve kterých se zdají být pacienti s ADHD úspěšnější, než zdravý srovnatelný populační průměr. Často zmiňovanou silnou stránkou u dospělých osob s ADHD je zvýšená dynamika myšlení. Vzhledem k tomu, že je mozek osoby s ADHD po celou dobu působení této poruchy „bombardován“ neustávajícími proudy impulzů, je takový mozek schopen lépe odolávat zvýšené potřebě mozkové aktivity trvající delší časový úsek. Další silnou stránkou vyplývající s téže skutečnosti, tedy zvýšené klidové aktivity mozku, je schopnost odolávat nežádoucím podnětům, které běžně oslabují pozornost jedince. Pravděpodobně tomu bude proto, že je na takový způsob odvádění pozornosti tento jedinec zvyklý a nesnižuje to proto jeho efektivitu při vykonávání nejrůznějších úkolů. Tento aspekt byl nicméně sledován převážně u osob s nadprůměrnou inteligencí a nelze ho proto v rámci skupiny pacientů s ADHD paušalizovat. Jistě není náhoda, že jsou všeobecně na pracovním trhu na pozicích týmových leaderů nečastěji vyhledáváni právě

osoby, které nesou určité rysy poruchy ADHD, jako jsou energičnost, neúnavnost, zvědavost, otevřenost vůči neznámému, risk taking, (Hatak et al., 2020)

ADHD je úzce spojeno s kreativitou člověka. V rámci několika prací zkoumajících genetické pozadí kreativity bylo určeno, že je nesena na stejných sekvencích genu, jako ADHD. Také se projevy této poruchy vyskytují ve stejných oblastech mozku, ve kterých jsou dle všeho přítomna i mozková centra zodpovídající za schopnost kreativity. V minulém roce vyšly vědecké práce, které ukazují na úzkou souvislost, mezi ADHD a schopností kritického myšlení, spolu s nahlížením na problém (motor or mental task) z více úhlů. Dalším pozitivním aspektem je fakt, že je jedinec schopen přijít s velmi rozlišnými způsoby řešení. Tato silná stránka pravděpodobně koreluje s faktem, že pacienti s ADHD mají sklon k obecně rozptýlené pozornosti, což v tomto případě umožňuje rychlé přepínání mezi různými stránkami problému. Ve většině případů samozřejmě tyto osoby zaostávají v konvergentním myšlení, tedy v myšlení, které vyžaduje dlouhodobé soustavné soustředění na daný problém. (Hoogman et al., 2020)

V rámci krátkodobého soustředění, se však vyskytuje fenomén hyper – soustředění, které je zdrojem mých hypotéz a o kterém se zmiňuji v následující kapitole.

### 2.3.2 ADHD z pohledu neurověd

Klinické projevy této poruchy jsou podle dostupných informací důsledkem jednak změn mozkových struktur, ale také změn zapojení a funkce v oblasti prefrontální kůry a podkorových strukturách v této oblasti mozku. Ve zmíněných částech mozku probíhá plánování, iniciace, řazení a kontrola, tedy exekutivní funkce mozku. Jak udává Barkley ve své významné publikaci, předpokládá se, že klinické projevy mají svůj strukturální kontext v oblasti fronto-striato-thalamo-kortikálních okruhů, jejichž funkcí je, mimo jiné, distribuování pozornosti a reaktivity. (Barkley, 1997)

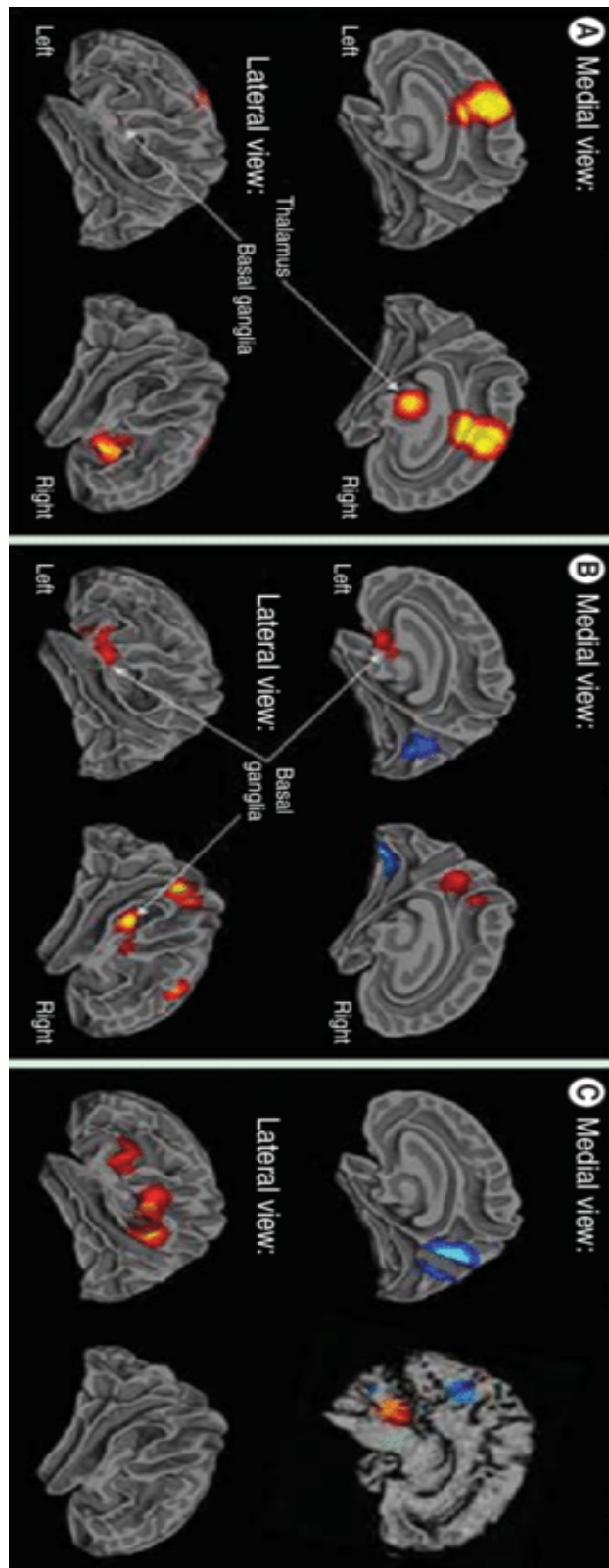
Z publikací zabývajících se biochemickými pochody v oblasti mozku je známo, že látkami, které přenášejí informace na synapsích (neurotransmitery) v těchto oblastech jsou noradrenalin a dopamin. Předpokládá se, že právě hypoprodukce těchto hlavních neurotransmiterů a možná spíše porucha jejich vaznosti na receptory, jsou hlavními příčinami hyperaktivity s poruchou pozornosti. Dle teorie ze sedmdesátých let minulého

století předpokládáme, že právě nedostatek těchto hormonů nadledvin, které fungují de facto jako neurotransmitery, způsobuje ve svém důsledku snížení aktivity dopaminového aparátu v oblasti mozkové kůry, čímž způsobuje tzv. reaktivní hyperaktivitu v oblasti dopaminového systému v bazálních gangliích, konkrétně v corpus striatus. Tuto hypotézu podporuje i fakt, že se klinické příznaky provázející tuto poruchu značně kompenzovaly, když byly pacientům nasazeny látky, které podněcují dopaminový a noradrenalinový přenos. (stimulancia apod.) (Curatolo et al., 2010) Dalším vodítkem, které se přiklání k této teorii, jsou výsledky studie Erika Palssona z roku 2017 (Palsson et al., 2017), která uvádí, že u dětí s diagnózou ADHD, nebo jinou formou poruchy u které se vyskytují příznaky jako impulzivita a hyperaktivita, jsou značně sníženy hodnoty metabolitů dopaminu v likvoru. Zajímavou perspektivu v rámci zobrazování odlišností mozku jedince s ADHD je DTI (diffusion tensor imaging), což je specifický typ funkční magnetické rezonance, který využívá anizotropní difúze. V podstatě počítač pomocí změn v magnetickém poli měří difúzi molekul vody. Tento typ funkční magnetické rezonance výborně zobrazuje bílou hmotu mozkovou. Studie využívající této metody zjistili sníženou anizotropní difúzi vody zejména v asociačních drahách, které spojují centra kognitivní kontroly a korové sítě zabezpečující udržení pozornosti, jako například pravý superiorní longitudinální fasciculus. Tento svazek propojuje spodní temenní lalok a laterální prefrontální korovou oblast, což odpovídá snížené schopnosti udržení pozornosti. V rámci několika posledních studií se ukazuje, že u jedinců, kteří mají výraznější změny v oblasti tohoto fasciculu i v jiných strukturách bílé hmoty mozkové, dochází jen velmi málo ke kompenzaci příznaků ADHD v dospělosti. (Friedman; L'Rapoport, 2015)

Odborná veřejnost se snaží nalézt způsob, jak bezpečně a přitom úspěšně diagnostikovat ADHD. Ukazuje se, že jedním ze slibných, i když dosti nákladných způsobů diagnostiky ADHD jsou radiologické vyšetření centrální nervové soustavy. V současnosti se největší důraz klade na výsledky studií, které porovnávali rozdíly výsledků zobrazovacích vyšetření mezi CNS s ADHD a zdravou populací. Při těchto studiích bylo využito funkční magnetické rezonance, která ukázala na celou škálu rozdílných znaků při porovnání mozku hyperaktivního dítěte a mozku zdravé, tedy kontrolní skupiny. Výzkumy již z devadesátých let ukazovali na kvantitativní rozdíly v strukturách mozku. Jak uvádí Castellanos ve své studii (Castellanos et al., 1996) v rámci

které prováděl vyšetření magnetickou rezonancí u 57 chlapců s diagnózou ADHD v rozmezí od pěti do osmnácti let a 55 zdravých chlapců v rámci kontrolní skupiny, výsledky ukázaly menší objem hned několika struktur mozku u dětí s ADHD. Celkový objem mozku byl u těchto dětí v průměru o 5 % menší, než u kontrolní skupiny. Další kvantitativní rozdíly vykazovali například bazální ganglia a mozečkové struktury. Vzhledem k tomu, že většina doposud publikovaných studií byla provedena na poměrně malém vzorku, všechny studie shodně ukazují na menší množství hmoty ve zmíněných oblastech. Toto zjištění koreluje s obecnou teorií o hypofunkci těchto oblastí u dětí s klinickými projevy ADHD.(Castellanos, 2002) Další světlo do problematiky anatomické a neurologické odlišnosti CNS mezi zdravou CNS a nervovou soustavou osoby s poruchou pozornosti s hyperaktivitou vnesly studie, které používali pro objasnění problematiky funkční magnetickou rezonancí. Tyto studie i jejich metaanalýzy ukazují, že u pacientů s ADHD existuje významná hypofunkce v rozsáhlých oblastech mozku. Například se jedná o oblasti levého horního čelního gyru, (Brodmanova area 6) což koreluje se sníženou funkcí v oblasti mediálního čelního gyru (Brodmanova area 32), pravého horního gyru (Brodmanova area 9 a 6) levého gyrus praecentralis jako hlavního korového motorického centra (Brodmanova area 44) a celé řady dalších struktur. Vesměs se jedná o oblasti, které mají na starosti motorickou inhibici. Vzhledem k porovnání nálezů dětských a dospělých pacientů s ADHD se zdá, že trvání změn ve vyšetřovaných oblastech má vliv na to, zda se ADHD samo zkompenzuje, nebo jestli přetrvává do dospělosti. (Lei, 2015)





Obrázek 7- Rubia et al., 2014, horní zobrazení zdravý mozek, dolní zobrazení mozek pacienta s ADHD  
 A – Zapojení center při inhibičních funkcích; B- Zapojení center při pozornostních testech; C- Zapojení center při testech načasování

Jak uvádí Rubia ve své metaanalýze která se zabývá zobrazení ADHD na funkční magnetické rezonanci a převedení poznatků do praxe, úspěšnost zlatého standardu v oblasti diagnostikování ADHD, tedy DSM-IV škály, je 70-90%. Z toho vyplývá, že mylná diagnóza ADHD se vyskytuje v 10-30 % případů. Problémem diagnostiky tohoto onemocnění na základě vyšetření funkční magnetické rezonance nebo jiné radiodiagnostické metody je fakt, že rozdíly ve funkčním obrazu mozku s diagnózou ADHD jsou poměrně malé a vzhledem k rozdílům v morfologii mozku každého jedince je tak využití této metody jako diagnostického standartu dosti problematické. Na druhou stranu se tato metoda včasné diagnostiky prokázala například u autismu, depresí či Alzheimerovy choroby. Rubia v závěru metaanalýzy uvádí, že využití funkčních neurologických zobrazovacích metod bude mít v následujících letech značný význam v kontextu terapie různých neurologických poruch. Nespornou roli budou hrát tyto metody v oblasti biofeedbacku právě aplikované, nebo ukončené terapie. K tomuto posunu by značně pomohlo zlepšení screeningových technologií směrem k zlevnění jednotlivých vyšetření a tím i rozšíření indikovanosti. V současné době je trend spíše zvětšovat ostrost a kvalitu zobrazované tkáně, což vede spíše k vývoji magnetických rezonancí se silnějším magnetickým polem, což vyšetření samozřejmě ještě zdražuje. (Rubia et al., 2014)

Zajímavým objektem zkoumání jsou rozdíly v projevech ADHD mezi chlapci a dívkami. Dle dostupných informací se u dívek ve výrazně nižší míře než u chlapců vykytují tzv. Externalizované poruchy, které jsou s ADHD úzce spjaty, jako například agrese, lhaní, vyhrožování, podvádění atd. Na druhou stranu, se u nich s výrazně vyšší incidencí vyskytují poruchy internalizované, jako například depresivní poruchy, úzkostné poruchy, psychogenní poruchy ovlivňující somatické funkce. Významný rozdíl ve výskytu specifických internalizovaných poruch je způsoben variabilitou v osobnostních typech jedinců s ADHD.

(Skogli, et al., 2013)

Další zajímavou možností v oblasti terapie ADHD je hemoencefalografie. Jedná se o kortikální detekční oběhovou metodu, která používá lom světla. Intenzita světla je nastavena tak, aby docházelo k lomu tohoto světla na okysličeném hemoglobinu. Tímto lomem se signál červeného světla naváže na chromofor v hemoglobinu. Toto světlo je emitováno do oblasti lebky a pomocí fotoelektrického článku dochází k jeho detekci přes



vlasovou pokožku hlavy. Jako sonda je používána dioda emitující červené světlo o vlnové délce 660 nm. Změny v detekovaném světle představují změnu v cirkulaci okysličeného hemoglobinu v oblasti mozkové kůry. Na základě těchto změn můžeme velmi přesně sledovat změny v krevním toku uvnitř lebky. Terapeuticky, je hemoencefalografie používána jako biofeedback. Vzhledem k neinvazivnosti tohoto vstupu a rychlosti vyhodnocení (několikrát za vteřinu) se ukázalo, že je možné v průběhu terapeutického sezení pozorovat, jak variuje krevní průtok frontálním lalokem. Krevní průtok v oblasti frontálního laloku variuje v průběhu dne v rozsahu cca 10%. Terapie probíhá tak, že pacient s ADHD obdrží v terapii návrh s emitorem a receptorem záření a je psychologem vyzván k tomu, aby se snažil soustředit na jedno téma a pokoušet se o to, vyvinout velmi silnou mentální aktivitu k jednomu tématu. V případě, že se mu to podaří a dojde ke zvýšení průtoku krve frontálním lalokem (což je znak zvýšené kognitivní aktivity) ozve se zvuk. Pokaždé, když se pacientovi povede předchozí hodnoty překonat, zvuk se opakuje. Touto formou biofeedbacku je schopen pacient velmi dobře identifikovat, jaký „způsob“ mentální aktivity je žádoucí. Na základě toho vyšetření, je pacient schopen dostávat pozitivní zpětnou vazbu na tuto „správnou“ formu soustředění, což mu dle publikovaných výsledků umožňuje vytvářet podobnou míru a podobný typ mozkové aktivity i v období mezi jednotlivými terapeutickými sezeními. V této oblasti pravděpodobně leží budoucnost terapeutických přístupů v oblasti terapie ADHD, protože se jedná o neinvazivní metodu, která podle všeho funguje i u těžších forem této diagnózy. (Mize, 2005)

## 2.4. Hyperfocus u ADHD

Zvláštním fenoménem (příznakem) společným pro ADHD a například ASD (autism spectrum disorder) je přítomnost tzv. hyperfocusu, tj. hypersoustředění. Na jednu stranu mohou osoby s ADHD trpět neschopností soustředit se na školní test, či považovat za prakticky nemožné udržet pozornost při plnění nejrůznějších zadání, na stranu druhou mohou ty samé osoby trávit dlouhé hodiny bez přerušení u komponování hudby, psaní kódu, hraní logických her, či malování obrazu. Tento stav, pro který se od devadesátých let používá termín hyperfocus (HF), je ze strany pacientů s poruchou autistického spektra či ADHD velmi hojně popisován. I přes značnou četnost výskytu tohoto symptomu u zmíněných pacientů, stále není tento fenomén zařazen do oficiálních diagnostických kritérií pro ADHD. Nad touto skutečností se řada odborníků v nejrůznějších publikacích

pozastavuje, protože je tento jev hojně popisován v nejrůznějších kazuistikách již od počátku zkoumání této skupiny poruch. Studium „hypersoustředění“ je proto v současnosti mezi neurovědci značně populárním tématem. Hlavně vzhledem k tomu, že existuje obrovské množství klinických popisů tohoto fenoménu v průběhu posledních několika desítek let. (Fitzimons et al., 2016)

Nanejvýš překvapujícím zjištěním je tedy fakt, že existuje jen velmi málo validních publikací, které by se snažili metodologicky správně prokázat a zaznamenat procento výskytu a specifika hyperfocusu u jedinců s ADHD. Zdroje, které jsou k dispozici, jsou jen velmi málo kvalitní a to jak po stránce jazykové (publikační) tak po stránce metodologické. Například pracovní skupina kolem profesora Ozel-kizila z Ankarské univerzity. (Ozel-Kizil et al., 2016)

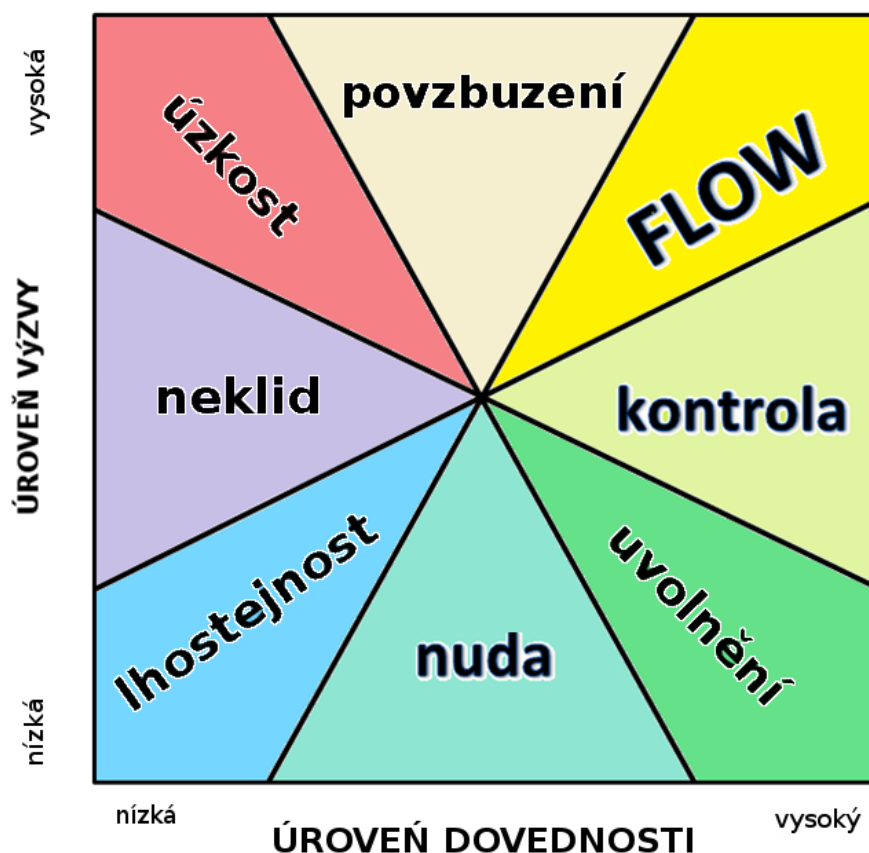
Podle dostupných klinických záznamů a studií, se u pacientů s ADHD nebo poruchou autistického spektra vyskytuje hyperfocus nejčastěji při aktivitách, které mají vysokou emocionální účast, tedy zvýšenou aktivitu limbických center. Velmi často se jedná o tvorbu hudby, sledování televize, nebo v současnosti nejčastěji hraní počítačových her. Ačkoliv lze dle publikací navodit hyperfocus i v laboratorních podmínkách, vzhledem k potřebě emocionálního zapojení pro hluboké navození tohoto jevu, více informací je k dispozici spíše empiricky získaných, z dotazníků a výzkumných rozhovorů s pacienty. (Oades; Christiansen, 2008)

Hlubší porozumění spouštěčů navozujících tento stav se ukazuje býti kauzálním pro terapeutické působení na tyto pacienty. V případě hlubšího porozumění všem konotacím by se dalo v terapii instruovat pacienta k tomu, aby předcházel situacím, které vedou k nastavení negativního hyperfocusu (například hodiny hraní počítačových her apod.) a naopak, by se dali stimulovat tyto spouštěče v případě, kde je hyperfocus žádoucí (školní práce, testy, pracovní úkoly, atd.) V případě zjištění vztahu mezi hyperfocusem a určitými formami ADHD, by tento fakt mohl napomoci snazší diagnostice této poruchy, případně by se dal vylepšit odhad prognózy léčby. Výrazně by se tak zjednodušila diagnostika zejména dospělých pacientů, u kterých je ADHD podle dostupných dat výrazně poddiagnostikováno. Dalším kladným aspektem výzkumu nejen četnosti ale i podstaty hyperfocusu, by mohlo upřesnit znalost přesného zasazení těchto poruch v rámci topografie mozku a následně tedy také širší možnost pozorování, porozumění a případně terapie. (Aherson et al., 2012)

Dr. Hupfeldová si ve své práci, která má za cíl zjistit četnost výskytu hypersoustředění jako příznaku u osob s ADHD, stanovuje na základě průsečíku definic dostupných z literatury a kazuistik pacientů s ADHD následující pracovní definici hyperfocusu (hypersoustředění):

*„Hyperfocus, je stav zvýšeného, intenzivního zaměření jakéhokoli trvání, ke kterému s největší pravděpodobností dochází během činností souvisejících se školou, koníčky nebo „časem stráveným u obrazovky“ (tj. sledování televize, používání počítače atd.); tento stav může zahrnovat tyto vlastnosti: nadčasovost (bezčasovost), odpojení se od běžného světa, ignorace osobních potřeb, obtížné zastavení jednoho a přeskočení k jinému úkolu, pocity úplného pohlcení činností a pocit „zaseknutí“ na malých detailech.“* (Hupfeld et al., 2019, s. 1.)

Dle výsledků této rozsáhlé studie se jasně ukazuje, že se přítomnost příznaku hypersoustředění u dětských i dospělých jedinců s ADHD, nejčastěji vyskytuje zejména u jedinců s těžšími formami této poruchy. (Hupfeld et al., 2019) Podle nových zjištění, nebo spíše potvrzení dříve vyslovených teorií, souvisí fenomén hypersoustředění u dětí s



Obrázek 8- Flow, (Csíkszentmihályi, 1997)

ADHD se stavem, kterému se v rámci psychologie říká „flow“ nebo také „in the zone“. Jedná se o stav mysli, kterého je pravděpodobně schopen každý jedinec, při kterém je člověk kompletně „vtažen“ do činnosti kterou vykonává. Subjektivně se změní vnímání času a jedinec se v podstatě izoluje od okolního světa a utlumí vnímání a zpracovávání všech informací až na specifickou činnost, do které je vtažen. Nakamura ve Snyderově publikaci popisuje prvky tohoto stavu, některé z těchto specifíků jsou společná i pro problematiku hyperfocusu. U člověka, který se nachází ve stavu „flow“ dochází k intenzivnímu soustředění na vykonávanou činnost, dochází ke sloučení konání a uvědomění, následně dochází k utlumení reflexního vědomí si sebe sama, dalším znakem tohoto jevu je to, že člověk ve stavu flow získává pocit zvýšené kontroly nad vykonávanou činností. V další fázi tohoto stavu takový jedinec pociťuje již zmíněné zkrácení vnímání času a útlum ostatních potřeb, v poslední fázi se dostavuje výrazný pocit uspokojení a pozitivních emocí spojených s vykonávanou činností. Všechny tyto aspekty se mohou v různých konáních člověka vyskytovat izolovaně, ale pouze v případě, že se objeví kombinovaně, je označujeme jako „flow“. (Snyder et al., 2002)

Tímto fenoménem se dále zabývala celá řada psychologů. Schaffer například zpřesnil podmínky, které musí být splněny, aby byla naplněna podstata tohoto jevu. Schaffer a mnoho dalších kriticky nahlíželi na Csikszentmihalyiho graf z roku 1997 nahlíželi přinejmenším kriticky. Nejčastěji diskutovaným problémem tohoto grafu byla absence korelace, mezi výzvou a dovedností. U jedinců, kteří se například potýkají s poměrně nízkou mírou dovednosti a naopak vysokou obtížností úkolu ke stavu flow nedochází. Stejně tomu je i v případech opačných kauzalit. Schaffer dále sestavuje vlastní podmínky, které při splnění vedou k navození stavu „flow“ :

1. Vědět, co děláme
2. Vědět, jak na to
3. Vědět, jak dobře to děláme
4. Vědět, kam se obrátit (je-li nápověda přípustná)
5. Vysoká úroveň vnímání problému
6. Vysoká úroveň vnímání schopnosti
7. Osvobození od rozptýlení

(Schaffer, 2013)

Flow sdílí poměrně značnou část charakteristik jako hyperfocus; hypersoustředění. Tyto dvě množiny klinických příznaků se dosti překrývají, rozdíl je v tom, že hyperfocus je vnímán spíše negativně, a flow spíše pozitivně. Ve chvíli, kdy je jedinec schopen tento stav využít vědomě pro dosažení cílů, jedná se o flow. V případě, že dochází prostřednictvím tohoto stavu k omezení rozhodovacích schopností ve smyslu přerušování činnosti, jedná se o hyperfocus. Napříč odbornou literaturou jsou však tyto definice jen velmi těžko odlišitelné. Přirozená tendence jedinců s ADHD k nevědomému navození hyperfocusu, spolu s dovednostmi vědomého navození flow, by mohli být klíčem pro výrazně lepší řešení task-related problémů u pacientů s ADHD.

(Ashinoff et al., 2019)

## 2.5. Vienna test systém

Důležitost reakční rychlosti v nejrůznějších sportech je všeobecně známa. Jak udávají Pojskic s kolektivem ve své studii, (Pojskic et al., 2019) existuje evidentní nedostatek validních a odpovídajících měřících testů, které by se dali úspěšně používat s velkou přesností u testování trénovaných sportovců. Zmíněná studie se snaží dokázat, že čtyři nově vytvořené způsoby testování reakční doby se dají použít stejně kvalitně u AG i u NAG sportovců (agility-saturated: fotbal, basketbal; non-agility-saturated: běh, cyklistika). Jak udává například Fiorilli, (Fiorilli et al., 2017) Základem pro úspěch v různých sportech je kromě dobře vytvořených psychických schopností a fyzické připravenosti také schopnost velmi rychlého rozhodování. Jedním z těchto parametrů je také reakční rychlost. Jak si již dříve všimá Carling, (Carling et al., 2009) ačkoliv je rozhodovací schopnost sportovce stimulována různými audiovizuálními, exteroceptivními, interoceptivními a dalšími specifickými stimuly, je reakční rychlost často testována způsobem, který těmto sportovním podmínkám neodpovídá.

Nejčastěji používané testy, jako například stlačování tlačítka na podkladě změny barvy obrazovky, nebo rychlost úchopu v závislosti na bliknutí světla (např. „ruler drop test“) neodpovídá skutečnému sportovnímu prostředí, protože se zde jedná o jednoduchý pohyb s dlouhou přípravou, bez rušivých elementů a pouze v jedné rovině. V případě reálných sportovních situací, při kterých probíhá rozhodovací či reakční fáze se většinou jedná o komplexní více rovinný pohyb v několika kloubech a pro které je třeba využít

velkého množství svalových skupin. Toto testování je přinejmenším diskutabilní. (Spiteri et al., 2013) Každopádně nelze přejít, že tyto testové baterie testující pouze čistou reakční dobu, neberou v potaz ve sportu neopomenutelné faktory, jako například rychlost pohybu při provedení testu, působení nejrůznějších sil, které v pohybu ovlivňují tělo, komplexnost pohybu, apod. Z toho vyplývá, že bylo třeba vytvořit baterii testů, které budou specifikovány a prováděny takovým způsobem, že jejich testování bude relevantně porovnatelné s prostředím přímo při sportovní činnosti. Tyto testy musí být schopny netestovat pouze prostou reakční schopnost, ale také schopnost reakce za použití příslušných svalových skupin, kloubů a obecně těla v daném pohybu. V současné době je však Vienna testing systém jedním z nejkompexnějších rychlostně – kognitivním testem. (Pojskic et al., 2019)

I když založení společnosti Schuhfried datujeme do roku 1947, začala se tato společnost založená Dr. Felixem Schuhfriedem zabývat psychologickým a psychomotorickým hodnocením v osmdesátých letech minulého století. Vzali si za cíl, vytvořit funkční způsob, kterým by šlo testovat mimo jiné i reakční rychlost. Tato společnost byla jedna z prvních, která přišla s nápadem, že bude pro zvýšení kvality měření nejideálnější nahradit lidský potenciálně chybový faktor předkladatele a že ideálním náhradníkem bude počítač. Tento podnět vedl k tomu, že v první polovině osmdesátých let přišla firma s první verzí Viena test systém, který disponoval vlastním hardwarem přizpůsobeným pro baterii testů, který tento systém obsahoval a obsahuje dodnes. Postupně bylo vytvořeno vícero variabilních testovacího hardwaru, v závislosti na tom, které z testovaných baterií byl určen. V Roce 1986 byl do světa vypuštěn první kompletní Vienna test system, byl to první testovací systém, který jako hardware používal PC. (Schuhfried, 2012)

Teoretické podklady a pozadí tohoto testování musíme hledat již v myšlenkách a spisech Francise Galtona, tedy již v 19. století. Prvním, kdo laboratorně začal měřit reakční rychlost, byl Franciscus Donders již v roce 1869. Ten definuje reakční dobu, jako čas, který uplyne od spuštění signálu až po motorický projev, za předpokladu, že jsme instruovali testovaného člověka o tom, že se má snažit provést motorický projev v co nejkratším čase. Je třeba, aby bylo systémové testovací zařízení co nejjednodušší a s přesností měření na milisekundy. Je možné používat buď jednotlivý a izolovaný test, kdy testuje právě pouze reakční rychlost, či v kombinaci s jednoduchými úkony a s nutností jednoduchého rozhodování, nebo například se složitější motorickou reakcí (jako

například pohyby ve více kloubech, více rovinách a se zapojením více svalových skupin),(Young et al., 2018) Vienna test system disponuje rozmanitou volbou stimulačních možností a okolností, takže můžeme testovat rozličnou reakční dobu v závislosti na tom, zdali se jedná například o zvukový, světelný, nebo motorický stimul. Vzhledem k technickým specifikům Viena test systém (vodivé tlačítko) jsme po správné instruktáži testovat i dobu svalové kontrakce. Tato testovací baterie je poměrně odolná vůči chybám. Vzhledem k opakované instruktáži a zácvikovému módu by nemělo docházet k špatnému pochopení instrukcí, což je jedna z oblastí, kde jiné testovací baterie za Vienna test system zaostávají. Ve chvíli, kdy by nebyl testovaný člověk schopen opakovaně splnit v zácviku instrukce systému, program ho nepustí do další – tedy testovací – fáze, ale instruuje jej zavolat administrátora a opakovat instruktáž k provedení testování. Vienna test systém se skládá z několika více i méně složitých samostatných testů. Celkem je v dnešní době v rámci tohoto systému k dispozici až 120 jednotlivých testů. V rámci tohoto konceptu lze testovat i celou řadu jiných oblastí, jako například: inteligenci, kognitivní schopnosti, pozornost, paměť a další (Amado et al., 2015) V rámci testování reakčního času (RT testing) existuje prvních pět testů (S1-S5), které hodnotí reakční čas hodnocený jako dvě složky, a to rychlost reakce a motorický čas. Měří se ve vztahu k jednoduchým a složitým vizuálním, nebo sluchovým stimulům. Také můžeme prostřednictvím této první testové skupiny hodnotit poruchy pozornosti.

Prvním specifickým testem je test S1, který hodnotí reakci na vizuální stimul žlutou barvou. Při dalším testu S2 se jedná o izolovanou reakci na zvukový podnět. Část S3 je již výběrovým reakčním testem s volbou mezi žlutým vizuálním stimulem a zvukovým stimulem. S4 testuje reakční rychlost při volbě mezi červeným a žlutým vizuálním stimulem. S5 je kombinovaným testem kdy si testovaný vybírá mezi žlutým vizuálním stimulem spolu s akustickým stimulem a červeným vizuálním stimulem spolu s akustickým stimulem. Občas se do testování zařazuje i speciální test S6, který se používá pro testování bdělosti. Jde o reakční rychlost po delším časovém úseku monotónní stimulace. Další část testu – konkrétně testy značení S7 a S8 testují opět reakční dobu i s motorickým provedením – tedy jednoduchý vizuální stimul a jednoduchý zvukový stimul. Oproti předchozím testům je vždy v krátké době před signalizací buď varovný tón, nebo varovný nápis. Následující testová část – testy S9 a S10 fungují na bázi varovného odpočtu před samotným stimulem, testují tedy specializovaně reakční

rychlost, nikoliv motorické provedení. Znovu se jedná o reakci na vizuální (S9) a zvukový (S10) signál.

Tyto testy jsou vyhodnocovány složitým algoritmem, ve kterém je různým testům přiřazována různá výsledková váha. Dále se průměrují reakční časy a odečítají se odchylky od výkonu, které jsou brány jako chyby. (Vienna test system, 2009)



## 3. Cíle a hypotézy práce

### 3.1. Cíle práce

Tato práce si klade za cíl zjistit, zda existuje rozdíl v reakční době (rychlosti) mezi dětmi s diagnózou ADHD ve věku 6-12 let a stejně starými jedinci zdravé populace.

### 3.2. Výzkumná otázka

1. Jaká bude reakční rychlost dětí s ADHD v porovnání se zdravou populací stejného věku?
2. Jak velká bude variabilita reakční rychlosti v jednotlivých pokusech u dětí s ADHD?

### 3.3. Hypotézy práce

**H1:** Reakční rychlost u jedinců s ADHD bude stejná, nebo vyšší než u jedinců stejného věku zdravé populace.

**H2:** Rozdíl mezi jednotlivými pokusy bude u dětí s ADHD větší než u jedinců stejného věku zdravé populace.

**H3:** Jedinec s nejlepší reakční schopností s ADHD bude mít stejný nebo lepší výsledek jako nejlepší jedinec stejného věku zdravé populace.

### 3.4. Zdůvodnění hypotéz

Vzhledem ke svým zkušenostem se sportujícími dětmi si myslím, že ty, které byli diagnostikovány jako jedinci s poruchou pozornosti ADHD (v případě, že byli dobře instruováni o náplni úkolů) mohou být úspěšnější, než děti stejného věku zdravé populace. Kofler ve své rozsáhlé meta analýze 319 studií zabývajících se reakční rychlostí u dětí s ADHD, (Kofler et al., 2013) uvádí, že variabilita reakčních rychlostí u dětí a dospělých s diagnózou ADHD je výrazně větší, než u kontrolní skupiny. Vzhledem k tomu, co je nám známo o neurofyzologii a biochemii mozku u jedinců s ADHD si myslím, že nepozornost způsobená výrazně větší minutovou aktivitou mozku je

v některých případech (oblastech konání) a při správném vedení výhodou. Myslím si, že nepozornost a následná stigmatizace jedinců s ADHD je způsobena nesouladem v tempu a náplni výuky či aktivit oproti možnostem a nárokům hyperaktivního mozku. Dále oproti Koflerovi předpokládám, že variabilita reakčních rychlostí se nebude ukazovat jen mezi testovanými jedinci s ADHD, ale i mezi jednotlivými pokusy u stejného jedince. Předpokládám, že tato variabilita je způsobena příliš dlouhou dobou mezi jednotlivými testovacími úlohami, což způsobí ztrátu pozornosti. Vzhledem k tomu, že mozek jedince s ADHD je výrazně více stimulován, oproti mozku zdravého jedince, předpokládám, že bude tedy následkem častější stimulace vyspělejší a tedy schopen lepších výsledků při testování reakční rychlosti. Otázkou je, jak bude vypadat komplexní reakční čas, tedy nejen fáze podráždění reflexního oblouku ale také nervosvalový přenos a následná motorická odpověď. Třetí hypotéza byla stanovena z toho důvodu, že by se v menším testovacím vzorku mohlo stát, že bude součástí jeden nebo dva nadstandardně rychlí jedinci. Tito jedinci by mohli disponovat výrazně vyšší reakční rychlostí a tato hypotéza by měla ukázat rozdíl mezi nejrychlejším jedincem s ADHD a nejrychlejším jedincem z kontrolní skupiny bez ohledu na střední hodnoty naměřených pokusů.

## 4. Metodika práce

Vzhledem k nařízení vědecké rady UK a kolegia děkana FTVS UK je u prací, které zahrnují výzkum, kterého se účastní lidé, zvířata či biologické materiály potřeba schválení Etické komise FTVS UK. Tato diplomová práce právě takový výzkum obsahuje, proto byla před realizací samotného měření Etické komisi podána žádost o schválení tohoto výzkumného měření. Etická komise FTVS UK tento výzkumný projekt schválila dne: 20. 10. 2020 pod číslem jednací: 194/2020. Provedené měření bylo provedeno výhradně na základě informací uvedených ve zmíněné žádosti. Každý z účastníků souhlasil s dobrovolnou účastí na tomto měření, což dokládám podpisem informovaného souhlasu, který po vysvětlení všech okolností měření podepsali zákonní zástupci každého z testovaných osob. Tento informovaný souhlas byl taktéž součástí schvalovacího procesu Etické komise FTVS UK. Stejně jako schválená žádost (Příloha č. 1) je v přílohách uveden i vzor tohoto informovaného souhlasu (Příloha č. 2)

### 4.1. Výzkumný soubor

Záměrný výběr probandů s ADHD byl tvořen skupinou 12 osob, jejichž věkové rozhraní v okamžiku měření činilo 6-14 let. Průměrný věk testovaných osob byl v době měření 9,8 let. Pro tuto studii byl vzhledem ke specifičnosti výzkumné otázky vybrán záměrný výběr probandů, kvůli záměru této práce porovnávat jedince s ADHD se zdravou populací. Probandi testované skupiny byli klienti centra ROSA z.s.

Kritéria pro vstup do testovací skupiny:

- Diagnóza ADHD
- Věk 6-15 let
- Schopnost splnění testu reakční rychlosti na PC
- Nepřítomnost mentální retardace či jiných závažných poruch intelektu
- informovaný souhlas rodičů

Po zhodnocení všech uvedených pravidel pro výběr, byl celkový počet probandů 12. Tito probandi se stali testovací skupinou.

Probandi kontrolní skupiny byli klienti tréninkového centra Hrubý sport.

Kritéria pro vstup do kontrolní skupiny:

- Nepřítomnost diagnózy ADHD
- Věk 6-15 let
- Schopnost splnění testu reakční rychlosti na PC
- Nepřítomnost mentální retardace či jiných závažných poruch intelektu
- informovaný souhlas rodičů.

**Kontrolní skupina** osahovala 7 probandů a byla sestavena z klientů tréninkového centra Hrubý sport. Průměrný věk testovací skupiny byl 9,8 let, průměrný věk kontrolní skupiny byl 10,3 let. Žádný z účastníků výzkumu nebyl v průběhu měření z jakéhokoliv důvodu vyřazen. Testovací a kontrolní skupiny jsou z hlediska věku i pohlaví srovnatelné, což je významné pro validitu porovnání výsledků na konci práce. Kontrolní skupina byla menší než skupina testovací, tato diskrepance byla dopočítána pomocí statistické funkce MICE tak, aby byly výpočty prováděny na stejně velkém vzorku kontrolní i testovací skupiny.

## 4.2. Použité metody testování

Metodou testování, bylo použítí testovacího systému Vienna Test System, který je celosvětově označován za jeden z nejpřesnějších a uživatelsky nejprívětivějších strojových psychodiagnostických systémů. Vybrán byl test SRT – simple reaction time. Testovaný sedí u stolu před PC s dominantní rukou položenou na testovacím tlačítku. Po změně obrazu se testovaný snaží v co nejkratší době stisknout testovací tlačítko. Po provedení celého testu, který se skládá z deseti reakčních testů Vienna Test System vyhodnotí výsledek a vygeneruje průměrnou reakční dobu/rychlost za použití filtru spodní propustnosti dat, tedy očištěn od výrazných odchylek mimo Gaussovu výsledkovou křivku. Data se následně vyexportují do programů MS Excel a Rstudio

## 4.3. Průběh a organizace měření

Praktické testování testovací skupiny pro účely této diplomové práce probíhalo v rámci Střediska ROSA, z.s. na adrese Římská 2846, 272 04 Kladno. Měření proběhlo v rámci konzultace u klinického psychologa v rozmezí únor-duben 2021.

## 4.4. Sběr dat a informací pro teoretickou část práce

Získávání informací pro tvorbu teoretické části diplomové práce, jsem využil největší elektronické databáze pro vyhledávání vědeckých textů. Hledání jsem prováděl v databázích: Scopus, Web of Science, PubMed a Science direct. Klíčovými slovy pro vyhledávání v těchto databázích byla slova: „Reaction speed“, „Vienna test system“, „Motor control“, „Coordination“, „Reflexes“, „ADHD“, „ADHD neurophysiology“, „ADHD Neurobiology“,

## 4.5. Analýza dat

Data byla sebrána pomocí Vienna test system byla vyexportována do MS Excel 2016, kde byla zpracována pomocí statistických funkcí tohoto softwaru. Tyto funkce z vygenerovaných výsledků reakčních testů vytvoří množinové reakční rychlosti, které následně porovná s kontrolní skupinou. Sebraná data byla zpracována do tabulek pro lepší přehlednost. Vizualizace těchto výsledků a hloubková analýza byla provedena pomocí software Rstudio. Proběhlo porovnání naměřených dat včetně chybových pokusů. Na místa v datasetu, kdy se tyto missingy vyskytovaly, bylo pomocí funkce MICE na místo chybných pokusů doplněna data odpovídající trendu. Tato funkce byla použita i pro dopočítání kontrolní skupiny tak, aby bylo množství výsledků v obou skupinách stejné.

(Buuren; Groothuis-Oudshoorn, 2010).

## 5. Výsledky

### 5.1. Hodnoty provedených testů

#### 5.1.1. Charakteristika souboru

Skupina	Počet jedinců	Průměrný věk	Chlapci	Dívky
Testovací skupina (ADHD)	12	9,8 let	9	4
Kontrolní skupina (běžná populace)	7	10,2 let	5	2

Tabulka 1- Charakteristika souboru viz příloha č. 5

Testovací skupina (ADHD)	Průměr času všech probandů RT (ms)	Průměrný věk	Průměr času všech probandů MT (ms)
		9,8 let	
RT 1	385	MT 1	385
RT 2	329	MT 2	329
RT 3	372	MT 3	372
RT 4	371	MT 4	371
RT 5	390	MT 5	390
RT 6	374	MT 6	374
RT 7	353	MT 7	353
RT 8	346	MT 8	346
RT 9	364	MT 9	364
RT 10	370	MT 10	370
RT 11	385	MT 11	385
RT 12	354	MT 12	354
RT 13	373	MT 13	373
RT 14	384	MT 14	384
RT 15	418	MT 15	418
RT 16	392	MT 16	392
RT 17	387	MT 17	387
RT 18	423	MT 18	423
RT 19	402	MT 19	402
RT 20	427	MT 20	427
RT 21	382	MT 21	382
RT 22	355	MT 22	355
RT 23	408	MT 23	408
RT 24	413	MT 24	413
RT 25	440	MT 25	440
RT 26	370	MT 26	370
RT 27	373	MT 27	373
RT 28	387	MT 28	387

Tabulka 2- Souhrnná průměrná data ADHD

Kontrolní skupina (Běžná populace)	Průměr času všech probandů RT (ms)	Průměrný věk	Průměr času všech probandů MT (ms)
		10,2 let	
RT 1	385	MT 1	385
RT 2	329	MT 2	329
RT 3	372	MT 3	372
RT 4	371	MT 4	371
RT 5	390	MT 5	390
RT 6	374	MT 6	374
RT 7	353	MT 7	353
RT 8	346	MT 8	346
RT 9	364	MT 9	364
RT 10	370	MT 10	370
RT 11	385	MT 11	385
RT 12	354	MT 12	354
RT 13	373	MT 13	373
RT 14	384	MT 14	384
RT 15	418	MT 15	418
RT 16	392	MT 16	392
RT 17	387	MT 17	387
RT 18	423	MT 18	423
RT 19	402	MT 19	402
RT 20	427	MT 20	427
RT 21	382	MT 21	382
RT 22	355	MT 22	355
RT 23	408	MT 23	408
RT 24	413	MT 24	413
RT 25	440	MT 25	440
RT 26	370	MT 26	370
RT 27	373	MT 27	373
RT 28	387	MT 28	387

Tabulka 3- Souhrnná průměrná data běžná populace

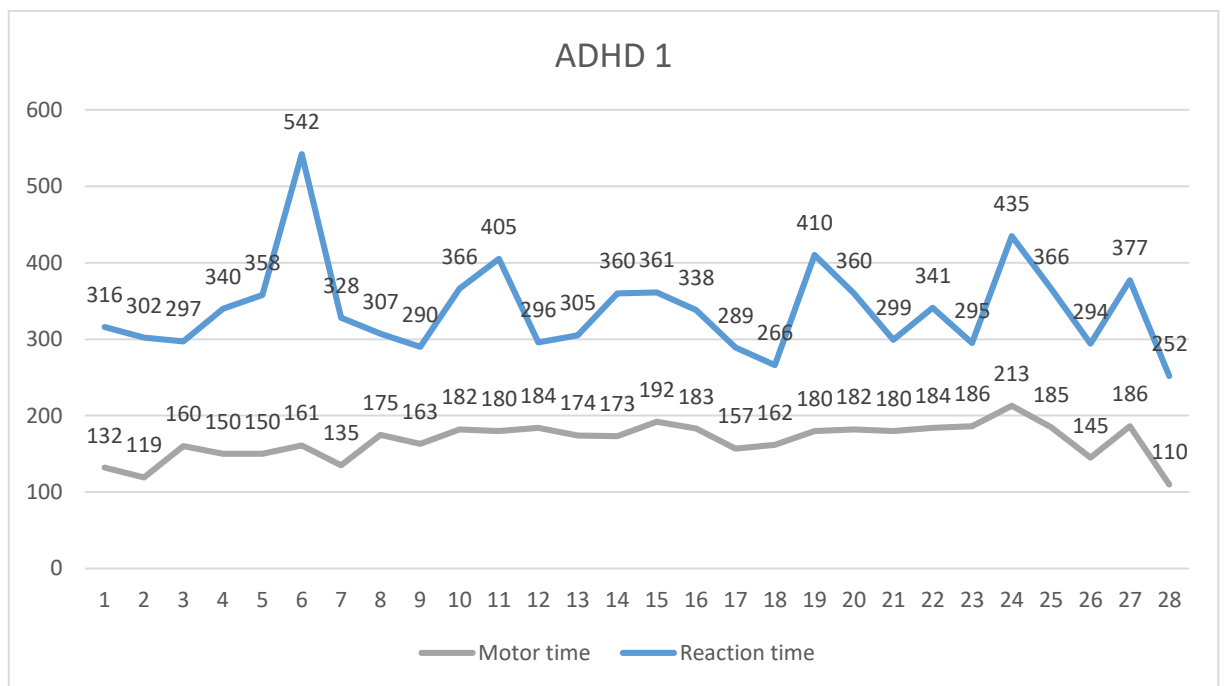


### 5.1.2. Výzkumná skupina

Tato kapitola obsahuje ukázkou pěti grafů průběhu testu reakčních schopností u osob s ADHD, pro ilustraci průběhu jednotlivých testů. Tyto grafy byly vybrány z toho důvodu, že se jejich průběhy liší. Další grafy jsou svým trendem podobné těmto vybraným reprezentantům. Veškerá data všech jedinců s ADHD jsou přiloženy v přílohách této diplomové práce. Viz příloha č. 6

Proband 1, RT=Reakční čas; *Reaction time* (ms); MT= Motorický čas; *Motor time* (ms)

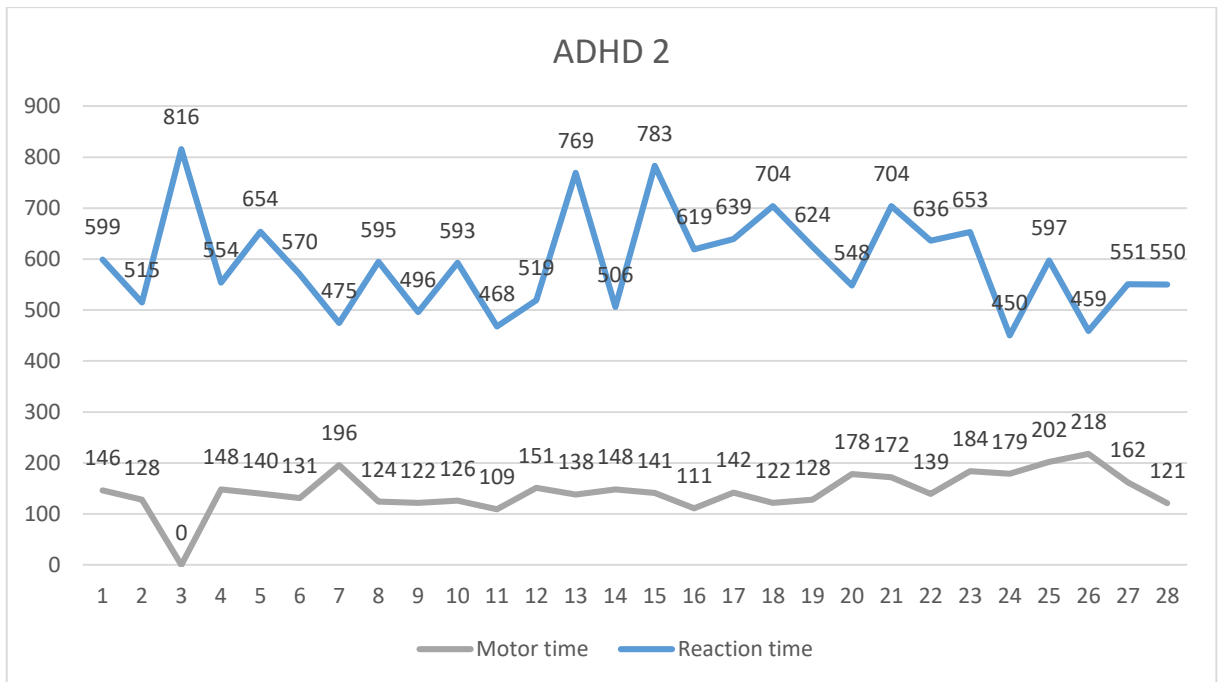
Osa x= číslo pokusu, osa y= čas (ms)



Graf1- ADHD1

Proband 2, RT=Reakční čas; *Reaction time* (ms); MT= Motorický čas; *Motor time* (ms)

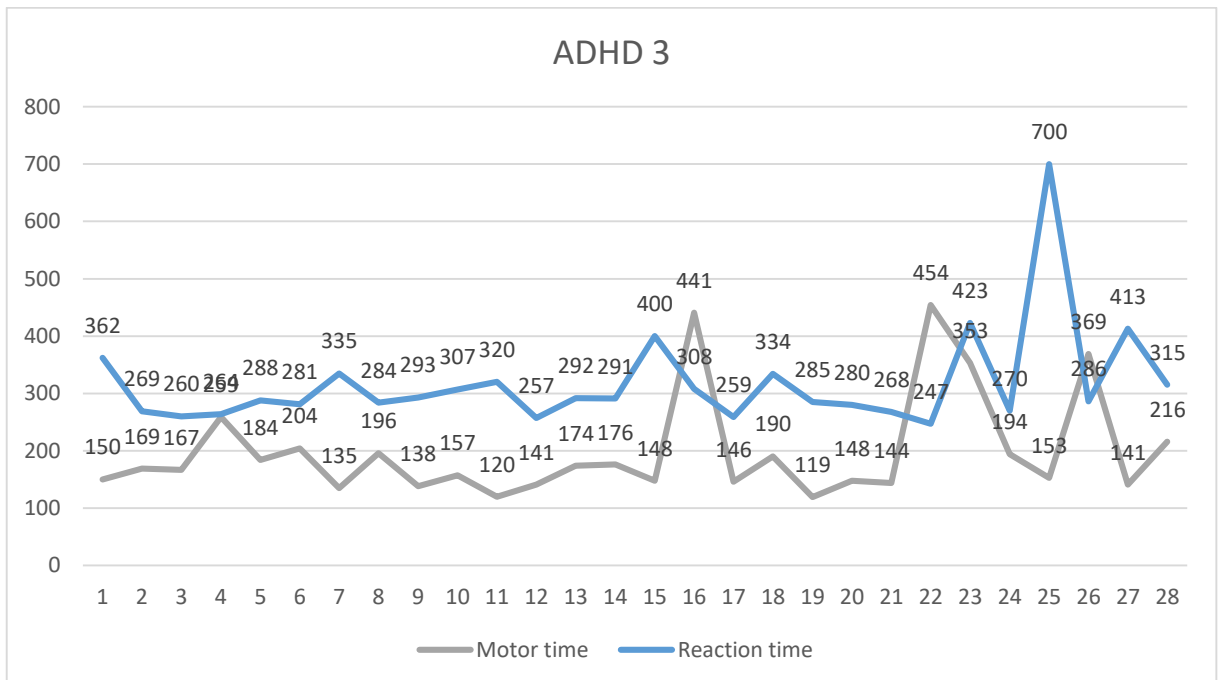
Osa x= číslo pokusu, osa y= čas (ms)



Graf 2- ADHD 2

Proband 3, RT=Reakční čas; *Reaction time* (ms); MT= Motorický čas; *Motor time* (ms)

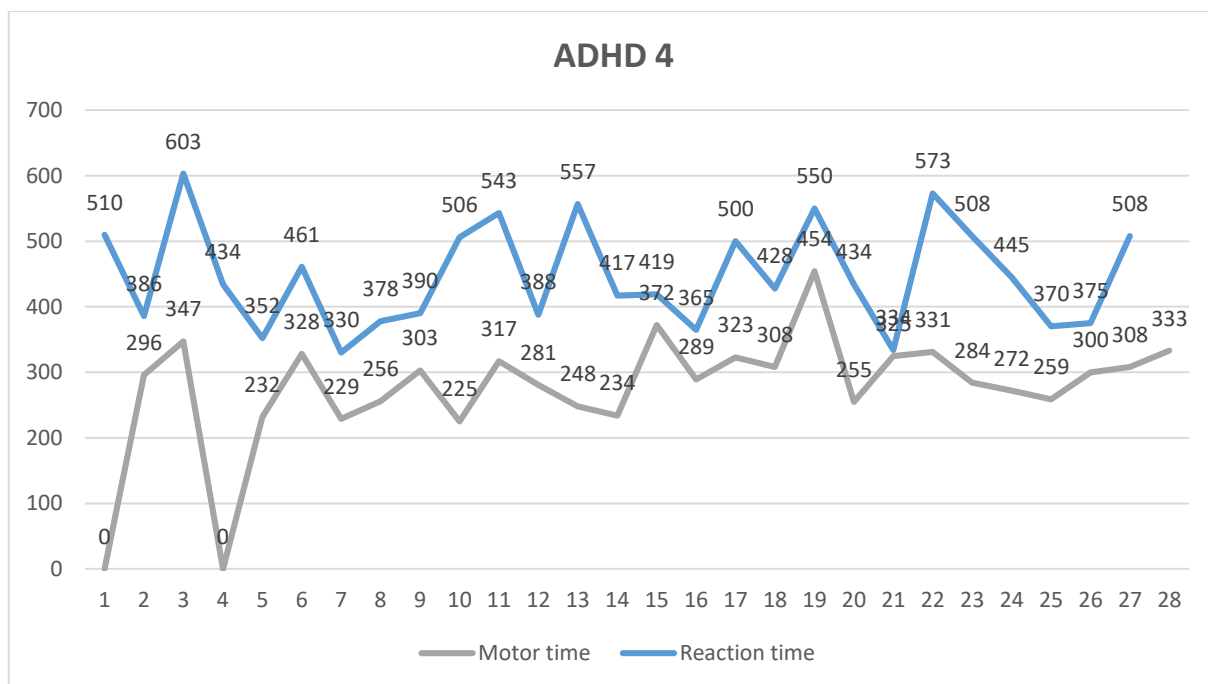
Osa x= číslo pokusu, osa y= čas (ms)



Graf 3- ADHD 3

Proband 4, RT=Reakční čas; *Reaction time* (ms); MT= Motorický čas; *Motor time* (ms)

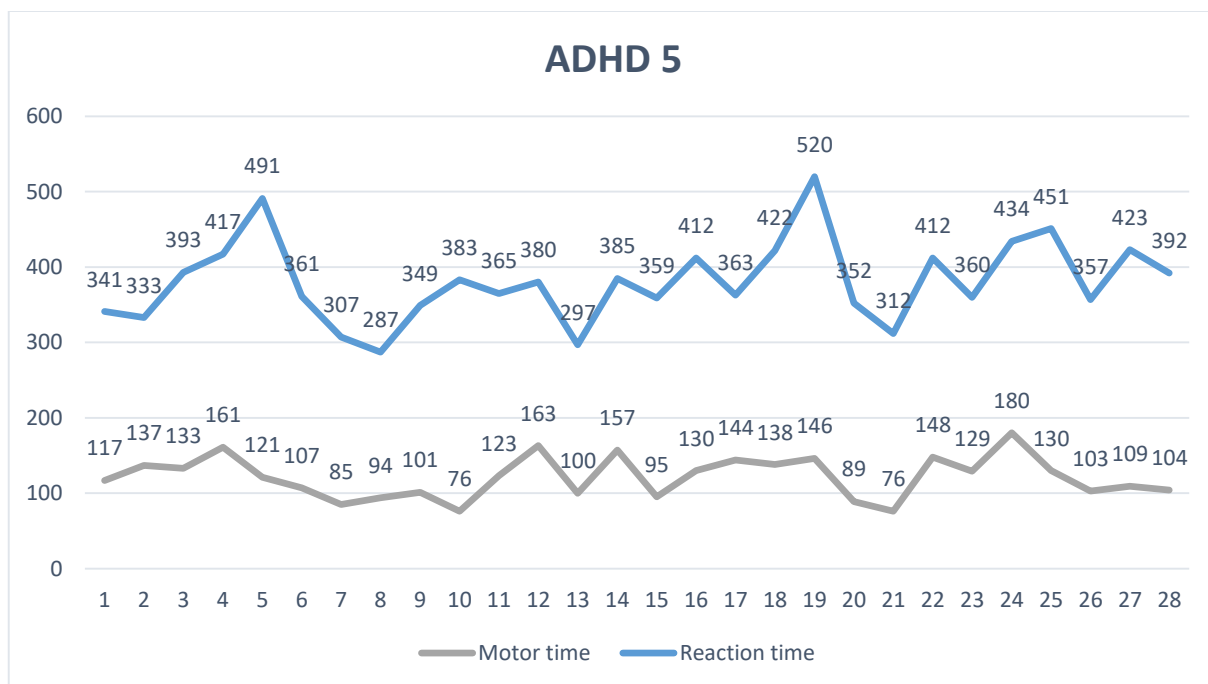
Osa x= číslo pokusu, osa y= čas (ms)



Graf 4- ADHD 4

Proband 5, RT=Reakční čas; *Reaction time* (ms); MT= Motorický čas; *Motor time* (ms)

Osa x= číslo pokusu, osa y= čas (ms)

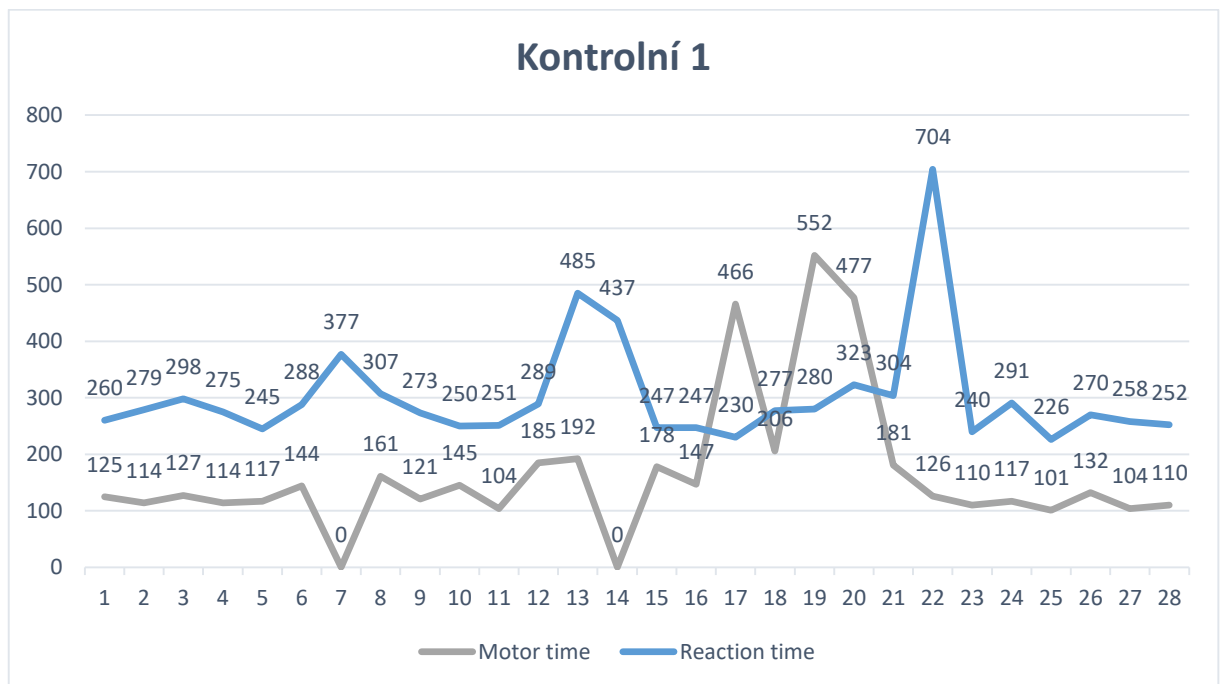


Graf 5- ADHD 5

### 5.1.3. Kontrolní skupina

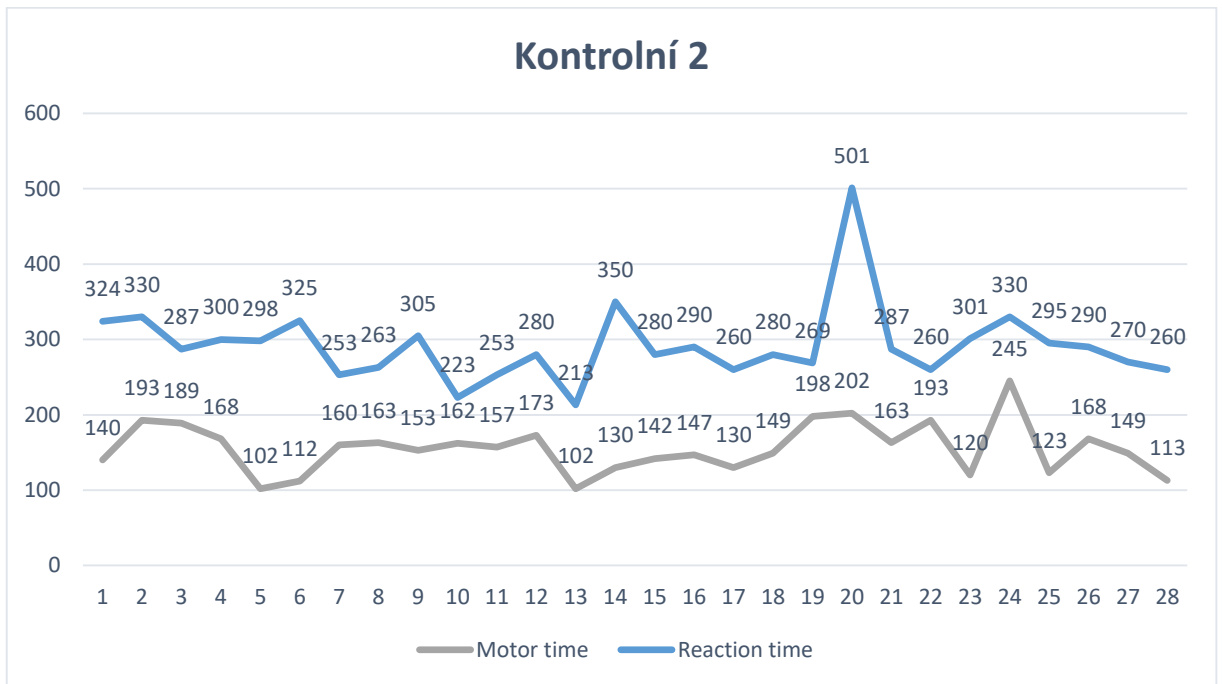
Tato kapitola obsahuje ukázkou pěti grafů průběhu testu reakčních schopností u osob z kontrolní skupiny, tedy zdravé populace, pro ilustraci průběhu jednotlivých testů. Veškerá data všech jedinců z kontrolní skupiny jsou přiložena v přílohách této diplomové práce.

Kontrolní skupina 1, RT=Reakční čas; *Reaction time* (ms); MT= Motorický čas; *Motor time* (ms) Osa x= číslo pokusu, osa y= čas (ms)



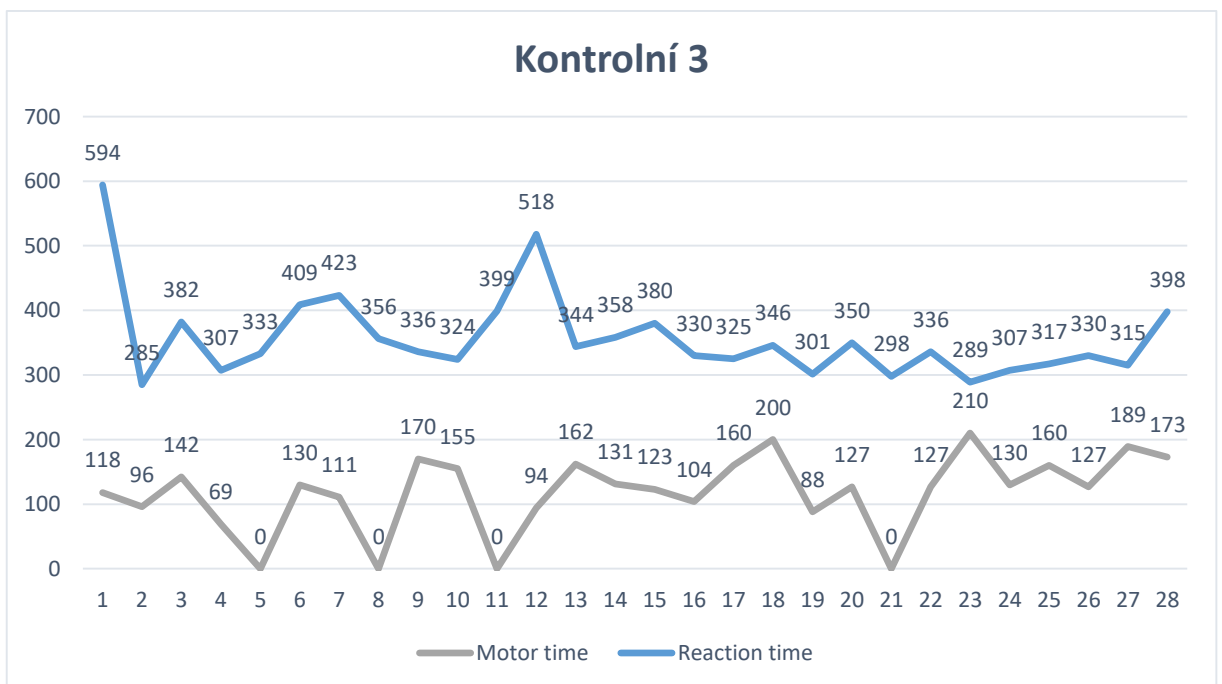
Graf 6 - Kontrolní skupina 1

Kontrolní skupina 2, RT=Reakční čas; *Reaction time* (ms); MT= Motorický čas; *Motor time* (ms) Osa x= číslo pokusu, osa y= čas (ms)



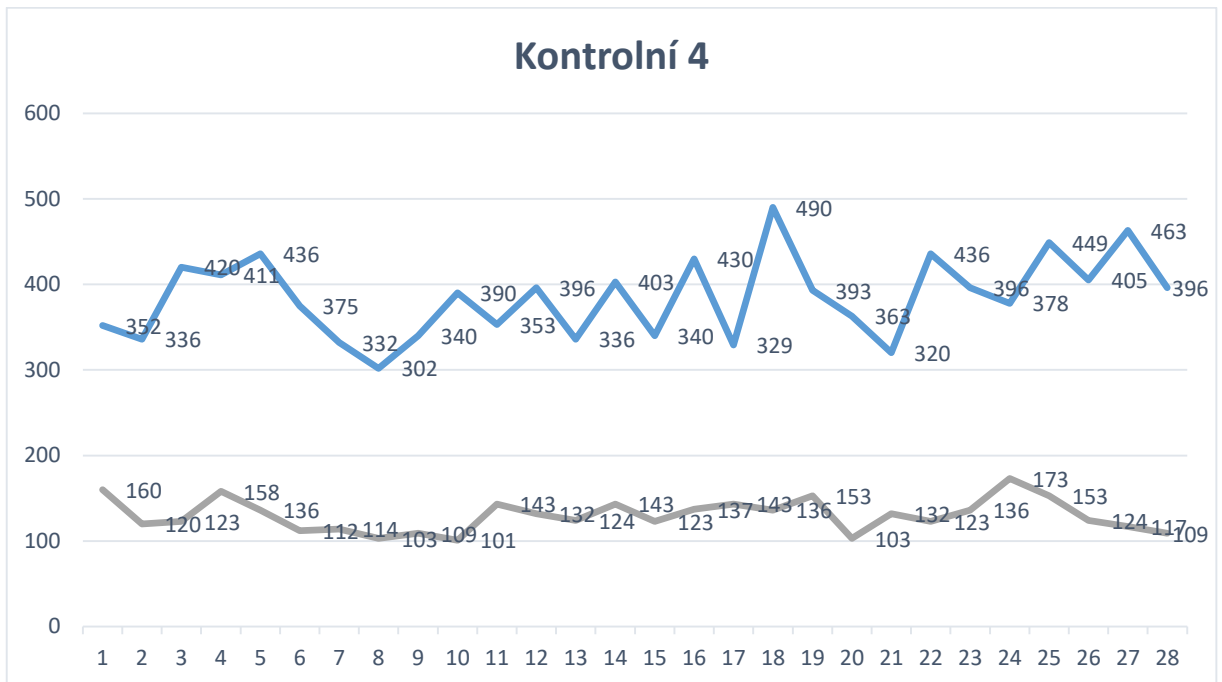
Graf 7- Kontrolní skupina 2

Kontrolní skupina 3, RT=Reakční čas; *Reaction time* (ms); MT= Motorický čas; *Motor time* (ms) Osa x= číslo pokusu, osa y= čas (ms)



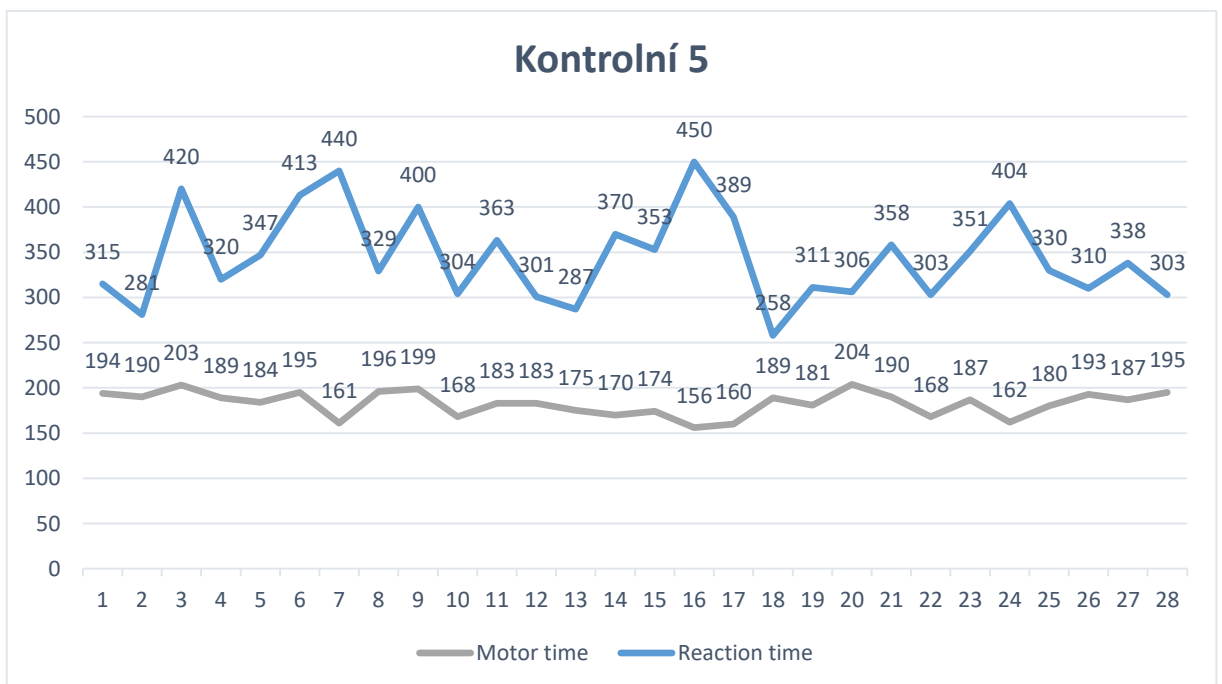
Graf 8- Kontrolní skupina 3

Kontrolní skupina 4, RT=Reakční čas; *Reaction time* (ms); MT= Motorický čas; *Motor time* (ms) Osa x= číslo pokusu, osa y= čas (ms)



Graf 9- Kontrolní skupina 4

Kontrolní skupina 5, RT=Reakční čas; *Reaction time* (ms); MT= Motorický čas; *Motor time* (ms) Osa x= číslo pokusu, osa y= čas (ms)

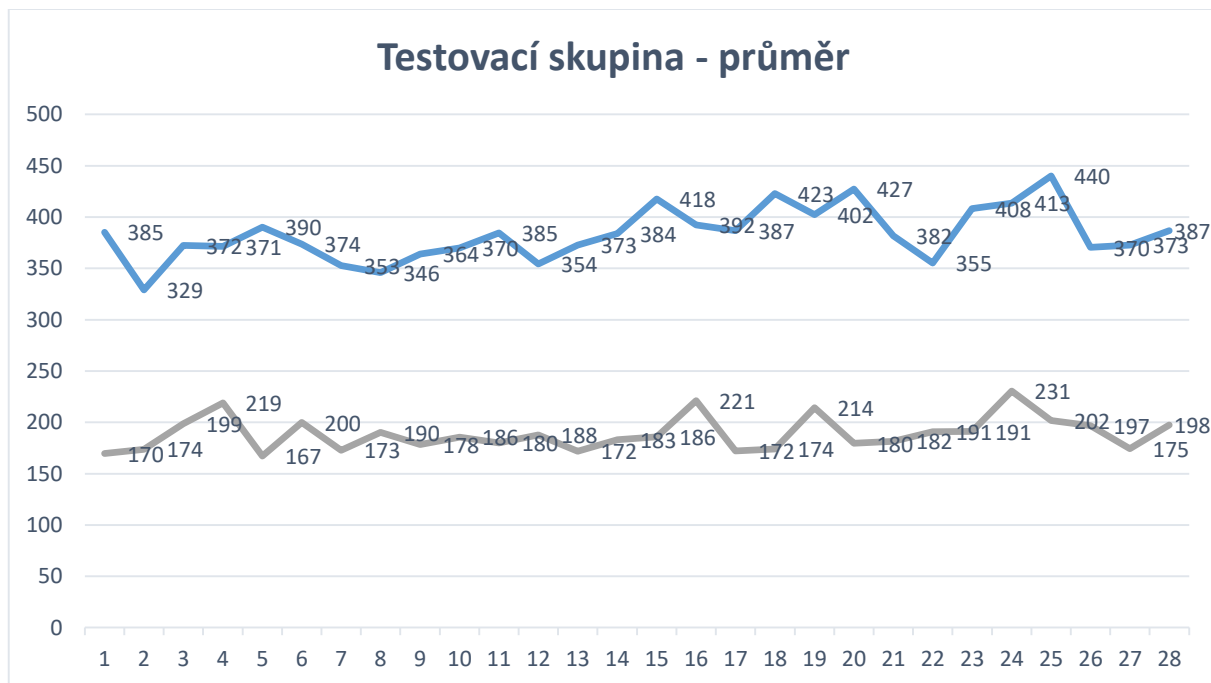


Graf 10- Kontrolní skupina 5

#### 5.1.4. Průměrný průběh pokusu reakční rychlosti

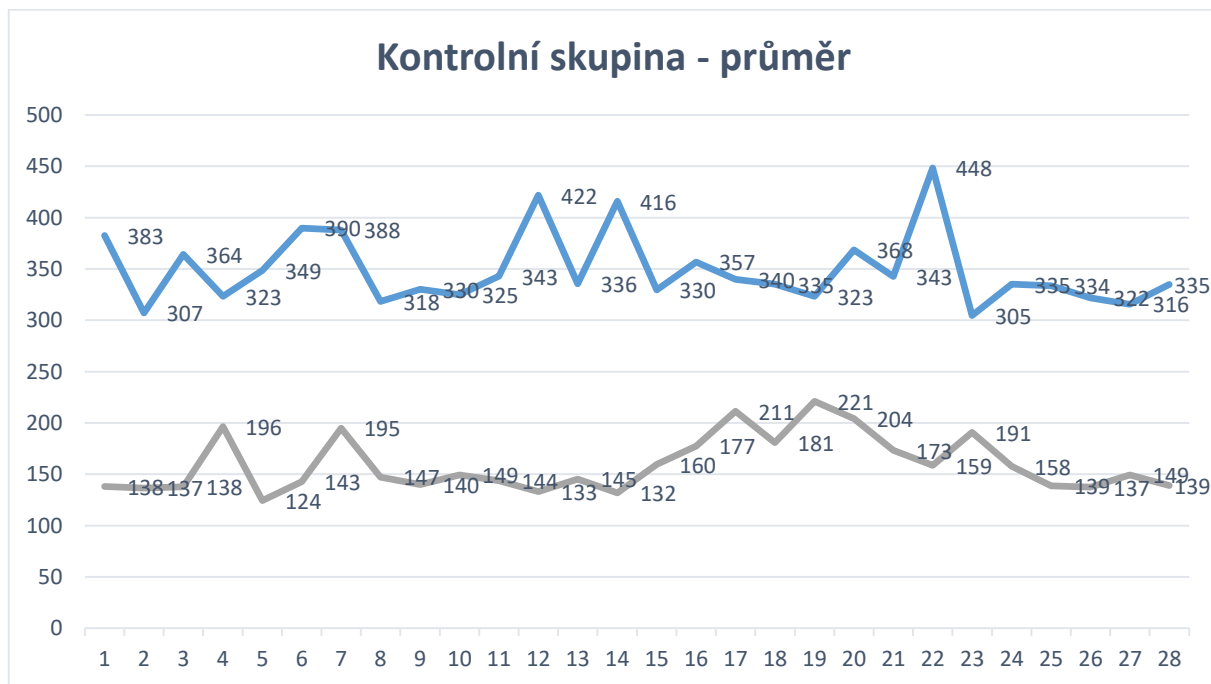
Tato kapitola obsahuje graf průměrného průběhu testu reakční rychlosti testovací, i kontrolní skupiny.

Testovací skupina průměr – x=pokus č., y=čas (ms)



Graf 11- Testovací skupina - Průměr

Kontrolní skupina průměr – x=pokus č., y=čas (ms)



Graf 12- Kontrolní skupina - Průměr

## 5.2. Syntéza dat

Data bez použití regresní imputace MICE (Multivariate imputation by chained equations)

<b>Střední hodnota součtu RT kontrolní skupina (ms)</b>	<b>349,67</b>
<b>Střední hodnota součtu RT testovací skupina (ms)</b>	<b>383,15</b>
<b>Střední hodnota součtu MT kontrolní skupina (ms)</b>	<b>160,09</b>
<b>Střední hodnota součtu MT testovací skupina (ms)</b>	<b>188,95</b>

Tabulka 4 - Data bez použití funkce MICE

Data s použitím regresní imputace MICE (Multivariate imputation by chained equations)

Použitím této datové funkce došlo k doplnění obou skupin, do stejně rozsáhlých množin. V trendu sebraných dat byla použitím funkce MICE dopočítána jak chybějící data způsobena chybami v exekuci testu (netrefení se na tlačítko) tak i nestejná velikost testovací a kontrolní skupiny.

<b>Střední hodnota součtu RT kontrolní skupina (ms)</b>	<b>352,89</b>
<b>Střední hodnota součtu RT testovací skupina (ms)</b>	<b>383,15</b>
<b>Střední hodnota součtu MT kontrolní skupina (ms)</b>	<b>155,03</b>
<b>Střední hodnota součtu MT testovací skupina (ms)</b>	<b>188,79</b>

Tabulka 4- Data po použití funkce MICE

Směrodatná odchylka byla vypočítána z dat (viz příloha č. 5) pomocí vzorce:

$$[\sigma = \sqrt{\text{Var}(X)}, \text{ kdy } \text{Var}(X) = \frac{1}{N} ((x_1 - \bar{x})^2 + (x_2 - \bar{x})^2 + \dots + (x_N - \bar{x})^2)]$$

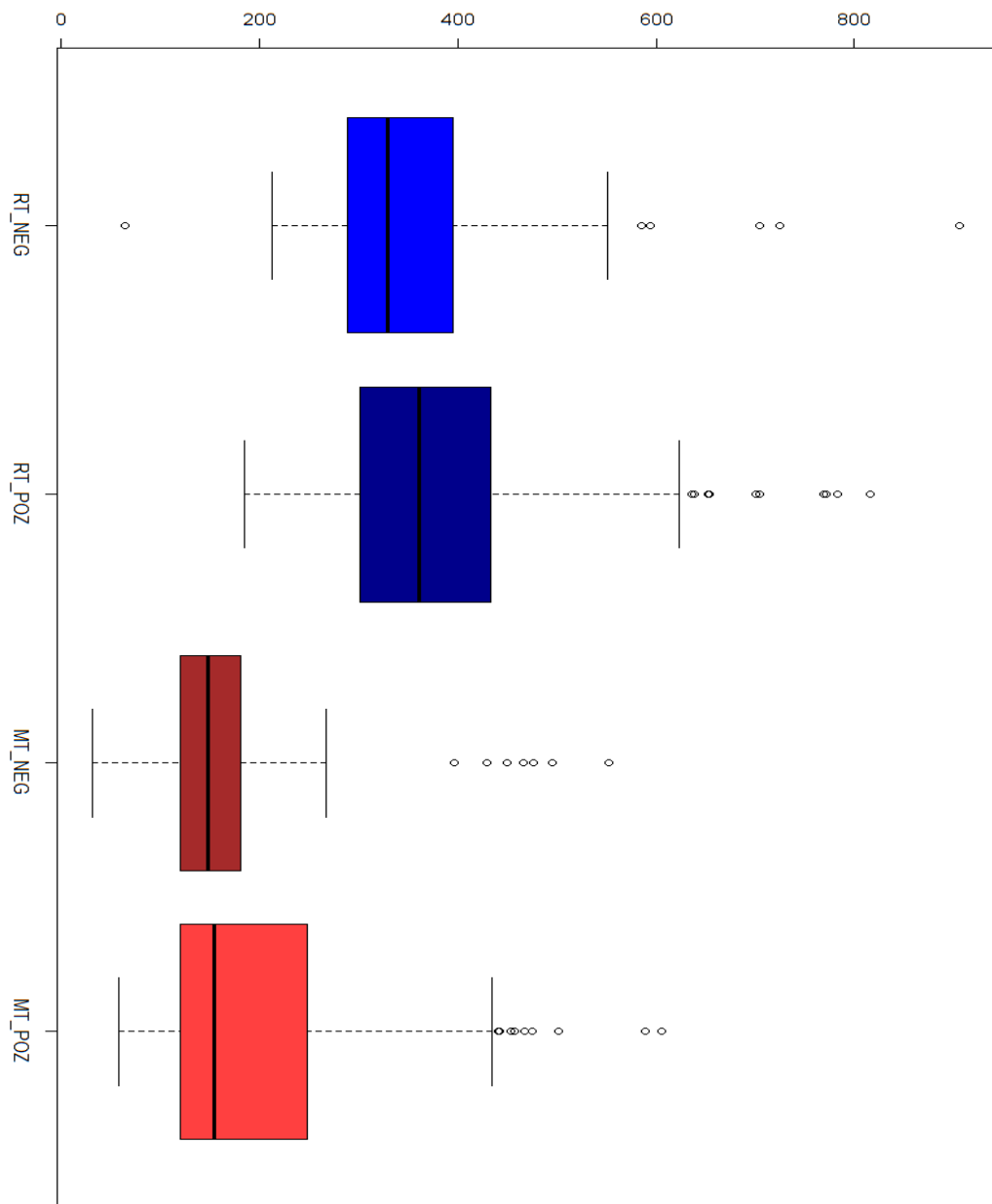
<b>Směrodatná odchylka reakčních rychlostí u jedinců s ADHD</b>	<b>72,68</b>
<b>Směrodatná odchylka reakčních rychlostí u běžné populace</b>	<b>70,73</b>

Tabulka 6 – Směrodatné odchylky viz příloha č. 5



RT_NEG=Reakční čas testovací skupina (ms)	MT_NEG=Motorický čas testovací skupina (ms)
RT_POZ=Reakční čas kontrolní skupina (ms)	MT_POZ=Motorický čas kontrolní skupina (ms)

Tabulka 7 - legenda k Boxplot grafu



Graf 13- Boxplot množiny pokusů RT a MT x=skupiny, y= čas (ms)

## 6. Diskuse

Z výše publikovaných výsledků bez doplnění missingů pomocí funkce MICE je zřejmé, že kontrolní skupina, tedy zdraví jedinci, jsou jak v oblasti reakční rychlosti (RT), tak v oblasti motorické rychlosti (MT) rychlejší. Zajímavostí ale je, že jsou rychlejší jen o velmi malý časový úsek, který je v kontextu průměrného času jedné reakce obou skupin prakticky zanedbatelný. Současný trend ukazuje, že při adekvátním nastavení úkolu a motivaci, mohou jedinci s ADHD dosahovat srovnatelných, nebo vyšších výsledků než běžná populace srovnatelného věku. V posledních patnácti letech se napříč datasey publikovaných prací souvisejících s reakční rychlostí jedinců s ADHD ukazuje, že má evidentně adekvátní motivace u těchto jedinců evidentně výrazně větší vliv než u zdravé populace. (Andreou et al., 2007) Předpokládá se, že ačkoliv jednoznačně prokazatelně existují jak funkční, tak strukturální rozdíly, mezi mozkem jedince s ADHD a jedince ze zdravé populace, tyto rozdíly pravděpodobně umožňují jedincům s ADHD výrazně snazší přechod no stavu hyper-soustředění neboli flow.

Hypotéza číslo 1: ***Reakční rychlost u jedinců s ADHD bude v průměru stejná, nebo vyšší než u jedinců stejného věku zdravé populace.***

Tato hypotéza byla provedeným měřením potvrzena. V kontextu trvání jedné reakce, je rozdíl ve střední hodnotě množiny výsledků reakčních rychlostí mezi kontrolní skupinou (zdravá populace) a testovací skupinou (jedinci s ADHD) stejná. Rozdíl mezi těmito souhrnnými hodnotami činí v případě reakční rychlosti 33,5 (ms) Vzhledem k tomu, že se reakční čas v rámci jednotlivých pokusů pohyboval v intervalu <65;906> (ms), je tento rozdíl sice na hranici statistické významnosti ( $p=0,46$ ) při hodnotě  $\alpha=0,05$ , ale vzhledem k průměrné době reakce, rychlosti šíření vzruchu nervovou tkání a samotnou motorickou exekucí testu, klinicky nevýznamný. (Jain et al., 2015) Proto platí, že reakční rychlost kontrolní a testovací skupiny u jedinců stejného věku stejná (srovnatelná). Výsledek tohoto zkoumání je odlišný od výzkumu, který provedl Klotz v roce 2012. Ten ve své studii měřil také jednoduchou reakční dobu a motorický čas. Z jeho zjištění vyplývá, že jsou děti s ADHD signifikantně pomalejší jak v reakční rychlosti, tak v motorickém čase. Rozdílem v měření bylo použití jiného testovacího zařízení, které využívalo pro stisknutí tlačítka pouze jeden určitý prst. Z tohoto důvodu předpokládám, že mohla být data dětí s ADHD zatížena vyšší mírou chybovosti, což při použití určitých statistických metod může zkreslit výsledky. Překvapujícím zjištěním v rámci této publikace je to, že Klotz naměřil výrazně pomalejší motorický čas (rychlost) u dětí s ADHD. Toto zjištění

neodpovídá výsledkům této diplomové práce. Předpokládám, že důvodem této diskrepance by mohl být fakt, že testovaná skupina dětí s ADHD v Klotzově výzkumu měla vysazenou veškerou medikaci. To přirozeně v prostředí diplomové práce nebylo možné z etického hlediska realizovat. (Klotz et al., 2012) Dalším důvodem, který by mohl v případě Klotzova výzkumu způsobit rozdílná zjištění v oblasti reakční rychlosti je fakt, že při zpracování statistiky podle popisu metod nepoužil ex-Gaussovské metody, což znamená, že pokusy s extrémním výsledky (extra-slow; extra-fast) byly započítány do statistiky. Z provedeného měření této diplomové práce vyplývá, že takových pokusů je u dětí s ADHD více, než u kontrolní skupiny.

**Hypotéza číslo 2: *Rozdíl mezi jednotlivými pokusy bude u dětí s ADHD větší než u jedinců stejného věku zdravé populace.***

Tuto hypotézu se podařilo potvrdit ze statistického hlediska. Průměrná směrodatná odchylka u reakční doby testovací skupiny (jedinci s ADHD) byla 72,68. Průměrná směrodatná odchylka reakčních rychlostí u kontrolní skupiny (běžná populace) byla 70,73. Z těchto dat tedy vyplývá, že rozdíl v reakční rychlosti byl mezi jednotlivými pokusy větší u jedinců s ADHD než u zdravých jedinců stejného věku. I když je rozdíl měřitelný a statisticky zaznamenanatelný, v kontextu tohoto měření je rozdíl mezi pokusy u dětí s ADHD a zdravou populací zanedbatelný. Tato hypotéza je zároveň jednou z výzkumných otázek rozsáhlé meta-analýzy (312 finálních studií), kterou se svým týmem provedl Kofler. Ten v této práci uvádí, že napříč analyzovanými studii je míra rozptylu u dětí s ADHD různá, ačkoliv větší část analyzovaných studií ukazuje na vyšší míru rozptylu u dětí s ADHD. Důvodem tohoto rozdílu mohou být Gaussovská zpracování dat. Kofler dále uvádí, že pro budoucí směřování by měl být vytvořen test čistě pro hodnocení rozptylu reakční rychlosti, tedy test s vyšším počtem pokusů krátce po sobě. (Kofler et al., 2013) Na druhou stranu, Tamm et al., uvádí ve své práci signifikantní rozptyl reakční doby v rámci jednotlivých pokusů. V případě této meta-analýzy jsou ale brána data z výzkumů, při kterých byla použita stimulancia. To by mohlo způsobit rozdíl ve výsledcích. (Tamm et al., 2012)

**Hypotéza číslo 3: *Jedinec s nejlepší reakční schopností s ADHD bude mít stejný nebo lepší výsledek jako nejlepší jedinec stejného věku zdravé populace.***

Tuto hypotézu se podařilo bezezbytku potvrdit. Průměrná hodnota reakční rychlosti jedince s nejlepší reakční schopností s diagnózou ADHD, byla 284 (ms). Průměrná hodnota

reakční rychlosti jedince s nejlepší reakční schopností ze zdravé populace stejného věku, byla 292(ms). Vzhledem ke kontextu měření a průměrné době jedné reakce je naměřený rozdíl zanedbatelný, a můžeme prohlásit, že RT jedince s nejlepší reakční schopností z testovací skupiny (ADHD) a RT jedince s nejlepší reakční schopností z kontrolní skupiny (zdravá populace stejného věku) se neliší.

Je nutno uvést, že slabinou tohoto výzkumu je poměrně malý testovací vzorek, nesouměrnost testovací a kontrolní skupiny, která byla způsobena omluvami z testování na podkladě covidové situace. Jako slabou stránku tohoto výzkumu také vidím způsob testování. Ačkoliv je vienna test systém vysoce validní standardizovaný test ověřený desítkami provedenými testováními, jistě je výrazně vhodnější na testování složité reakční rychlosti, na testování jiných způsobů reakce, kombinace různých tipů startovních stimulů apod. U dětí s ADHD, ale i u některých dětí z kontrolní skupiny dochází k častým chybám v důsledku a) ztráty pozornosti v průběhu testu b) netrefení se na testovací tlačítko c) nedostatečnému stisknutí tlačítka. Nevyhovující pro testování dětí je i obraz na PC, který při změně barvy startuje testovací pokus. Je příliš malý a kontrast barev nedostatečný. Velmi často se u dětí s ADHD stává, že během prvních pěti až osmi pokusů „vycítí“ nebo spíše odhadnou, jaká je nejkratší doba, za kterou dojde k změně barevného pole, a v tomto čase přenášejí pozornost jinam. Tímto provedením měřením v podstatě došlo k testování toho, zdali jsou děti s ADHD stejně úspěšné v plnění testu reakčních schopností, testované systémem Vienna test systém. Pokud bychom chtěli opravdu testovat čistě a jen opravdovou reakční rychlost, je toto měření poměrně nepřesné, protože drtivá většina chyb a prodlev nebyla dle mého názoru způsobena horší reakční schopností, ale spíše limitem testování a to v důsledku přiřazení dalších proměnných, jako jsou – trefit se na testovací tlačítko; stále sledovat poměrně malý barevný bod na obrazovce atd. Za nejlepší možný testovací způsob považuji napojení testovaného jedince na povrchové EMG v oblasti předloktí, v místě bříška m. flexor carpi radialis. Dalším prvkem, který by testování zpřesnil, respektive zvýšil jeho validitu a reliabilitu, by byla kombinace výrazně většího a kontrastnějšího zrakového startovacího pole a výrazného akustického signálu. Navíc bych doporučil zkrátit intervaly mezi jednotlivými pokusy, tak, aby při nich neztrácel testovaný jedinec pozornost. V ideálním případě by mělo jít o takový způsob testování, který by byl schopen testovat čas od kombinovaného signálu (zvukového, vizuálního, taktilního?) po zaznamenání změny elektrického potenciálu a tedy počínající svalov-

vou aktivitu v oblasti svalů ruky. V tomto případě bychom mohli mluvit o konkrétní reakční době, tedy době, která uplyne od příjmu senzorycké informace po provedení první fáze motorického projevu. Samozřejmě je v tomto případě kromě schopnosti CNS testována i rychlost vedení částí PNS až po inervační část n. medianus.

Nejlepším možným provedením testu na reakční rychlost by mohlo být spojení funkční magnetické rezonance, v kombinaci se sledováním magnetického pole generované aktivitou míšních nervů. Tuto metodu popsal v roce 2009 Sato. Pomocí low resolution brain electromagnetic tomography (sLORETA) je možné sledovat změny magnetického pole, které působí aktivita míšních nervů. Tato metoda se dá využít pro objektivizaci míry hojení u poranění míchy, stejně tak se dá ale využít i pro sledování aktivity například v brachiálním plexu při testování reakční rychlosti. (Sato et al., 2009)

Dalším podstatným limitem této studie, je absence sportovní anamnézy jak testované, tak kontrolní skupiny. Je přitom jasné, že rozdíly ve sportovní historii mají na reakční rychlost výrazný dopad. Například reakční rychlost u hráčů baseballu se pohybuje v průměru okolo 130ms. To je samozřejmě reakční schopnost, které se některé sporty zdaleka neblíží. O to větší rozdíl bude mezi reakční rychlostí (například) hráčů baseballu a mezi běžnou, tedy nespportovní populací. (Yamashiro et al., 2017)

V průběhu testování, bylo na jedincích s ADHD patrné, jak v průběhu testu pomalu začínají aktivovat stav „flow“ nebo hyper-soustředění. Bylo to patrné jak na výrazu, tak zejména na postuře, na vymizení nestability pozornosti a jejích různých pohybových projevu. Pro budoucí směřování a zvýšení validity a reliability testování reakčních schopností u jedinců s ADHD by bylo jistě výhodnější test zkrátit, ze stávajících cca 4 minut a cca 28 pokusů na test o trvání do dvou minut. Pro co nejpřesnější testování reakční rychlosti u jedinců s ADHD by bylo dle mého názoru a průběhu toho výzkumu:

- Kratší doba trvání testu
- Snímání svalové aktivity pomocí EMG na ventrální části předloktí
- Kombinace zvukového, obrazového a taktilního stimulu
- Do datasetu brát v potaz pokusy až po určité době od začátku testu, kdy již proběhne u jedinců s ADHD stav „flow“ neboli hypersoustředění.

Motorický čas, tedy čas samotné exekuce testovacího pohybu, byl měřen jako doplňková veličina. Tato veličina byla měřena z toho důvodu, že se v literatuře hojně vyskytují teorie o tom, že jedinci s ADHD mají deficitní exekutivní funkce a motorické reakce. (Doyle, 2006)

Pro získání přesnější představy o zkoumaných jevech bylo na sebraná data aplikováno statistické doplnění missingů pomocí funkce MICE (Multivariate Imputation by Chained Equations). Využitím této funkce došlo k dopočítání jak missingů způsobených v důsledku chyby v exekuci testu (minut testovacího tlačítka) tak i nestejně velikosti testované a kontrolní skupiny. Díky této statistické funkci bylo možné dodat výsledkům potřebnou statistickou váhu. Po dopočítání a porovnání výsledků se znovu ukázalo, že reakční, ani motorická rychlost se mezi dětmi s ADHD a zdravou populací stejného věku příliš neliší. Vzhledem k průměrné velikosti reakční rychlosti a při adekvátní volbě míry citlivosti je rozdíl zanedbatelný.

## 7. Závěry

Na základě měření se ukázalo, že reakční schopnost/rychlost je u dětí s ADHD velmi podobná, jako u zdravé populace stejného věku. Toto zjištění mě osobně nepřekvapilo, vzhledem k osobní zkušenosti ze sportovního prostředí, kde měli děti s ADHD většinou výrazně lepší výsledky. Tento trend se začne měnit v okamžiku, kdy začne vzhledem k věkové kategorii v daném sportu získávat navrch technika nad fyzickou připraveností a v okamžiku, kdy se začnou jedinci s ADHD na podkladě neuro-humorálních změn spontánně kompenzovat. Primární důvod pro volbu tohoto tématu, byl fakt, že se v současnosti velmi často setkáváme s tím, že je diagnóza ADHD čím dál více brána jako omluva pro závadné chování dětí a na druhou stranu je označení dítěte za ADHD bráno ze strany systému (pedagogové, sportovní trenéři, vychovatelé) jako důvod, proč dítěti, které vykazuje známky ADHD nevěnovat pozornost, protože „nechápe to, protože nedává pozor, s tím se nedá nic dělat“. Děti s ADHD, nebo s některými znaky chování, které tomuto syndromu odpovídají velmi často svou tendencí velmi často měnit pozornost mezi jednotlivými tématy a činnostmi zaostávají v probíraných tématech a neodpovídají adekvátně na otázky okolí. Cestou ale není stigmatizace diagnózou ADHD a mávnutí rukou nad těmito dětmi, protože „se s tím nedá nic dělat.“ Cestou je jednoznačně upravit tempo výuky takovým způsobem, aby se dítě nemělo čas nudit a tedy přepínat svou pozornost

mezi vícero okolními tématy. Tento výzkum měl potvrdit, že reakční schopnost dětí s ADHD není nikterak odlišná od zdravé populace stejného věku. To, že se tento fakt podařilo prokázat i s limity měření, které v tomto případě zasahují více dětí s ADHD než zdravou populaci stejného věku, napovídá, že by v případě co nejvíce vyhovujícího testování mohly být potvrzeny mé předpoklady, že při vyřazení motorického prvku měření bude čistá reakční schopnost u dětí s ADHD lepší, než u zdravé populace stejného věku a to bez ohledu na pohlaví či věk měřených jedinců. Vzhledem k tomu, že u jedince s ADHD probíhají některé přenosy ve frontálním laloku rychleji než u zdravých jedinců, nepozornost při výuce může být způsobena jednoduše tím, že prodlevy v jednotlivých fázích vyučovací hodiny jsou na tyto jedince příliš dlouhé a tak ztrácí pozornost, stejně jako tomu bylo u tohoto testování, v případě že byla prodleva mezi jednotlivými reakčními pokusy příliš dlouhá. Z této a dalších prací vyplývá, že by se tato nepozornost a problémy se soustředěním dali velmi dobře vyřešit pomocí navození „flow“, čehož se dá u těchto jedinců evidentně prostřednictvím adekvátní motivace dosáhnout. Správným didaktickým postupem by podle mého názoru mělo být nalezení silných stránek dětí s ADHD, v kterých by se měli podporovat nejen na úrovni rodin a škol, ale i na úrovni zdravotnické – lékařské péče. Tak, jako se v současnosti poměrně hojně předepisují dětem s diagnostikovanou ADHD farmaka, by se mělo v budoucnosti výrazně doporučovat takovým jedincům pestré sportovní vyžití. Ve chvíli, kdy je mozek a tělo unaveno, snižuje frekvenci neurologických pochodů, čímž výrazně ovlivňuje hyperaktivitu těchto jedinců. Právě hyperaktivita a nepozornost jsou velmi často důvodem pro předepsání zklidňujících léků. Z vlastní zkušenosti mohu potvrdit, že se děti s ADHD velmi často potýkají s emočními výlevy okolí, kterým nerozumí, protože je v dané situaci nepovažují za adekvátní. Zjednodušeně řečeno, když se mozek v průběhu krátkého období n-krát přepojí ze stavu soustředění do stavu „standby“ a zpět, velmi často se stane, že dítě nevnímá i opakované pokyny z okolí, což může, a hojně také podněcuje negativní emoce v těch, které tyto pokyny vydávají a očekávají jejich plnění (pedagog, trenér, rodič). Přitom je racionálně vzato jasné, že dítě s poruchou pozornosti, nebo dle provedených výzkumů řekněme spíše dítě s jinak nastavenou mozkovou aktivitou, nemá žádný zájem v účelovém neposlouchání okolí a odpojování pozornosti, že mu to nečiní žádnou radost a že se pro to samozřejmě svobodně nerozhodlo. Do budoucích studií na toto téma je kromě vytvoření adekvátního testovacího způsobu zařadit i vhodný způsob, jak děti s ADHD motivovat tak, aby byly schopny podat svůj nejlepší výkon. Snad v budoucnosti dojde k porozumění

příznakům tohoto syndromu a tito jedinci se přestanou ve svém životě setkávat s negativními emocemi, ale pouze s porozuměním a takovým prostředím, které jim umožní realizovat se v plném rozsahu a potenciálu, který mají k dispozici. Pevně doufám, že se na základě již provedených a v budoucnu proběhlých výzkumů začnou hledat silné stránky takto odlišně fungujících mozků a hlavním řešením nebude nasazení medikace, ale volba adekvátního didaktického a komunikačního přístupu. Toto by vedlo k podstatným pozitivním změnám jak v životě jedinců s ADHD, tak v životě společnosti, která se s problémy v porozumění a fungování s těmito jedinci potýká.



## 8. Zdroje

### 8.1. Literatura

1. AMBLER, Zdeněk. *Základy neurologie: [učebnice pro lékařské fakulty]*. 7. vyd. Praha: Galén, c2011. ISBN 978-80-7262-707-3.
2. ANDREOU, Penny, Ben NEALE, Wai CHEN, et al. Reaction time performance in ADHD: improvement under fast-incentive condition and familial effects. *Psychological Medicine* [online]. 2007, 37(12), 1703-1715 [cit. 2021-5-5]. ISSN 0033-2917. Dostupné z: doi:10.1017/S0033291707000815
3. ASHERSON, Philip, Ron AKEHURST, J. J. Sandra KOOIJ, Michael HUSS, Kathleen BEUSTERIEN, Rahul SASANÉ, Shadi GHOLIZADEH a Paul HODGKINS. Under Diagnosis of Adult ADHD. *Journal of Attention Disorders* [online]. 2012, 16(5\_suppl), 20S-38S [cit. 2021-01-03]. ISSN 1087-0547. Dostupné z: doi:10.1177/1087054711435360
4. ASHINOFF, Brandon K. a Ahmad ABU-AKEL. Hyperfocus: the forgotten frontier of attention. *Psychological Research* [online]. [cit. 2021-02-01]. ISSN 0340-0727. Dostupné z: doi:10.1007/s00426-019-01245-8
5. "Attention Deficit Hyperactivity Disorder". National Institute of Mental Health. Březen 2016. [cit. 2020-09-02], dostupné online z: <https://web.archive.org/web/20160723192735/http://www.nimh.nih.gov/health/topics/attention-deficit-hyperactivity-disorder-adhd/index.shtml>
6. About us: introducing SCHUHFRIED [online]. 2012 SCHUHFRIED GmbH Hyrtlstrasse 45 2340 Moedling Austria [cit. 2019-12-14]. Dostupné z: <https://www.schuhfried.com/about-us/>
7. BALÁKOVÁ, Veronika, Petr BOSCHEK a Lucie SKALÍKOVÁ. Selected Cognitive Abilities in Elite Youth Soccer Players. *Journal of Human Kinetics* [online]. 2015, 49(1), 267-276 [cit. 2019-12-11]. ISSN 16405544.

8. BARKLEY, Russell A. Behavioral inhibition, sustained attention, and executive functions: Constructing a unifying theory of ADHD. *Psychological Bulletin* [online]. 1997, 121(1), 65-94 [cit. 2020-09-08]. DOI: 10.1037/0033-2909.121.1.65. ISSN 1939-1455. Dostupné z: <http://doi.apa.org/getdoi.cfm?doi=10.1037/0033-2909.121.1.65>
  
9. BIEDERMAN, Joseph a Stephen V FARAONE. Attention-deficit hyperactivity disorder. *The Lancet* [online]. 2005, 366(9481), 237-248 [cit. 2020-09-08]. DOI: 10.1016/S0140-6736(05)66915-2. ISSN 01406736. Dostupné z: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0140673605669152>
  
10. BOLFER, Cristiana, Erasmo Barbante CASELLA, Marcus Vinícius Chrysóstomo BALDO, Amanda Manzini MOTA, Miriam Harumi TSUNEMI, Sandra Pasquali PACHECO a Umbertina C. REED. Reaction time assessment in children with ADHD. *Arquivos de Neuro-Psiquiatria* [online]. 2010, 68(2), 282-286 [cit. 2021-5-13]. ISSN 0004-282X. Dostupné z: doi:10.1590/S0004-282X2010000200025
  
11. BUUREN, Stef.; Karin GROOTHUIS-OUDSHOORN. mice: Multivariate imputation by chained equations in R. *Journal of statistical software*, 2010, 1-68. Dostupné z: <https://dspace.library.uu.nl/bitstream/handle/1874/44635/SvB-MICE%20in%20R%20-%20Draft.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
  
12. CARLING, Christopher; REILLY, Tom; WILLIAMS, A. Mark. Performance assessment for field sports. Routledge, 2008. ISBN: 978-0-415-42785-5
  
13. CASTELLANOS, Francisco. (2002). Anatomic magnetic resonance imaging studies of attention-deficit/hyperactivity disorder. *Dialogues in clinical neuroscience*. 4. 444-8.
  
14. CORTESE, Samuele. The neurobiology and genetics of Attention-Deficit/Hyperactivity Disorder (ADHD): What every clinician should know. *European Journal of Paediatric Neurology* [online]. 2012, 16(5), 422-433 [cit. 2020-08-31]. DOI: 10.1016/j.ejpn.2012.01.009. ISSN 10903798.
  
15. CURATOLO, Paolo, Elisa D'AGATI a Romina MOAVERO. The neurobiological basis of ADHD. *Italian Journal of Pediatrics* [online]. 2010, 36(1) [cit. 2020-09-08]. DOI: 10.1186/1824-7288-36-79. ISSN 1824-7288. Dostupné z:

16. DE-LA-VEGA, Ricardo, Daniel CARRASQUILLA, Enrique ORTIZ, Roberto RUIZ a Manuel ARMENTEROS. Influence of reaction time and movement in the performance of football referees / Influencia del tiempo de reacción y de movimiento en el rendimiento de árbitros de fútbol. *Acción Psicológica* [online]. 2017, 14(1), 17-26 [cit. 2019-12-11]. DOI: 10.5944/ap.14.1.19255. ISSN 22551271.
17. DEMONTIS, Ditte, Raymond K. WALTERS, Joanna MARTIN, et al. Discovery of the first genome-wide significant risk loci for attention deficit/hyperactivity disorder. *Nature Genetics* [online]. 2019, 51(1), 63-75 [cit. 2020-09-02]. DOI: 10.1038/s41588-018-0269-7. ISSN 1061-4036.
18. *Diagnostic and statistical manual of mental disorders DSM-5tm*. 5th ed. Washington, DC: American Psychiatric Publishing, c2013. ISBN isbn978-0-89042-555-8.
19. *Diagnostic and statistical manual of mental disorders DSM-5tm*. 5th ed. Washington, DC: American Psychiatric Publishing, c2013. ISBN isbn978-0-89042-555-8.
20. DOEBLER, Philipp a Barbara SCHEFFLER. The relationship of choice reaction time variability and intelligence: A meta-analysis. *Learning and Individual Differences* [online]. 2016, 52, 157-166 [cit. 2020-09-01]. DOI: 10.1016/j.lindif.2015.02.009. ISSN 10416080.
21. DOYLE, Alys E. Executive functions in attention-deficit/hyperactivity disorder. *Journal of Clinical Psychiatry*, 2006, 67: 21.
22. DRUGA, Rastislav, Miloš GRIM a Petr DUBOVÝ. *Anatomie centrálního nervového systému*. Praha: Galén, c2011. ISBN isbn978-80-7262-706-6.
23. FITZSIMONS, Michael G., Jason C. BROOKMAN, Sarah H. ARNHOLZ a Keith BAKER. Attention-Deficit/Hyperactivity Disorder and Successful Completion of Anesthesia Residency. *Academic Medicine* [online]. 2016, 91(2), 210-214 [cit.

2021-01-03]. ISSN 1040-2446. Dostupné z: doi:10.1097/ACM.0000000000000854

24. FIORILLI, Giovanni, et al. Are change of direction speed and reactive agility useful for determining the optimal field position for young soccer players?. *Journal of sports science & medicine*, 2017, 16.2: 247. PMID: 28630578
25. FOKI, Thomas, et al. Assessment of individual cognitive changes after deep brain stimulation surgery in Parkinson's disease using the Neuropsychological Test Battery Vienna short version. *Wiener klinische Wochenschrift* [online]. 2017, 129(15-16), 564-571 [cit. 2019-12-11]. DOI: 10.1007/s00508-017-1169-z. ISSN 0043-5325.
26. FÓZER-SELMENCI, Barbara, Ilona erika KOCSIS, Zoltán KISS, István CSÁKI a László TÓTH. The effects of computerized cognitive training on football academy players' performance. *Cognition, Brain, Behavior* [online]. 2019, 23(3), 209-228 [cit. 2019-12-11]. DOI: 10.24193/cbb.2019.23.12. ISSN 22479228.
27. FRIEDMAN, Lisa A a Judith L RAPOPORT. Brain development in ADHD. *Current Opinion in Neurobiology* [online]. 2015, 30, 106-111 [cit. 2021-02-08]. ISSN 09594388. Dostupné z: doi:10.1016/j.conb.2014.11.007
28. GANONG, William F. *Přehled lékařské fyziologie: dvacáté vydání*. Praha: Galén, c2005. ISBN isbn80-7262-311-7.
29. GIERCZUK, Dariusz, Zbigniew BUJAK, Jan ROWIŃSKI a Aleksey DMITRIYEV. Selected coordination motor abilities in elite wrestlers and taekwondo competitors. *Polish Journal of Sport* [online]. 2012, 19(4), 230-234 [cit. 2019-12-11]. ISSN 18991998.
30. GOMEZ, Pablo, Roger RATCLIFF a Manuel PEREA. A model of the go/no-go task. *Journal of Experimental Psychology: General* [online]. 2007, 136(3), 389-413 [cit. 2020-09-01]. DOI: 10.1037/0096-3445.136.3.389. ISSN 1939-2222.
31. GRIGORE, Vasilica, Georgeta MITRACHE, Mihaela PAUNESCU a Radu PREDOIU. The Decision Time, the Simple and the Discrimination Reaction Time in Elite Romanian Junior Tennis Players. *Procedia - Social and Behavioral*

- Sciences* [online]. 2015, **190**, 539-544 [cit. 2020-09-01]. DOI: 10.1016/j.sbspro.2015.05.040. ISSN 18770428.
32. GUTIERREZ-DAVILA, Marcos, Francisco J. ROJAS, Raquel ANTONIO a Enrique NAVARRO. Response timing in the lunge and target change in elite versus medium-level fencers. *European Journal of Sport Science* [online]. 2013, 13(4), 364-371 [cit. 2021-5-13]. ISSN 1746-1391. Dostupné z: doi:10.1080/17461391.2011.635704
33. HATAK, Isabella, Manlink CHANG. (2020) ADHD symptoms, entrepreneurial passion, and entrepreneurial performance. *Small bussiness economics*, doi:10.1007/s11187-020-00397-x. ISSN 1573-0913.
34. HINSHAW, Stephen P. Attention Deficit Hyperactivity Disorder (ADHD): Controversy, Developmental Mechanisms, and Multiple Levels of Analysis. *Annual Review of Clinical Psychology* [online]. 2018, **14**(1), 291-316 [cit. 2020-08-31]. DOI: 10.1146/annurev-clinpsy-050817-084917. ISSN 1548-5943.
35. HOOGMAN, Martine, Marije STOLTE, Matthijs BAAS a Evelyn KROESBERGEN. Creativity and ADHD: A review of behavioral studies, the effect of psychostimulants and neural underpinnings. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews* [online]. 2020, 119, 66-85 [cit. 2021-01-02]. ISSN 01497634. Dostupné z: doi:10.1016/j.neubiorev.2020.09.029
36. HUPFELD, Kathleen E., Tessa R. ABAGIS a Priti SHAH. Living “in the zone”: hyperfocus in adult ADHD. *ADHD Attention Deficit and Hyperactivity Disorders* [online]. 2019, 11(2), 191-208 [cit. 2021-01-03]. ISSN 1866-6116. Dostupné z: doi:10.1007/s12402-018-0272-y
37. HUTYROVÁ, Miluše. *Děti a problémy v chování: etopedie v praxi*. Praha: Portál, 2019. ISBN 978-80-262-1523-3.
38. CHRAIF, Mihaela, Vlad BURTĂVERDE a Cojocarua andreea ANGELA. THE EFFECTS OF MUSIC EXPOSURE IN TIME REACTION TO MULTIPLI STIMULI. *Romanian Journal of Experimental Applied Psychology* [online]. 2013, 4(4), 18-31 [cit. 2019-12-12]. ISSN 20691971.

39. JAIN, Aditya, Ramta BANSAL, Avnish KUMAR a KD SINGH. A comparative study of visual and auditory reaction times on the basis of gender and physical activity levels of medical first year students. *International Journal of Applied and Basic Medical Research* [online]. 2015, 5(2) [cit. 2020-09-01]. DOI: 10.4103/2229-516X.157168. ISSN 2229-516X.
40. JENSEN, Arthur Robert. *Clocking the mind: mental chronometry and individual differences*. London: Elsevier, 2006. ISBN 978-0-08-044939-5.
41. KELSO, Scott, J. A. (1995). *Dynamic patterns. The self-organization of brain and behavior*. Massachusetts, Cambridge: MIT Press.
42. KISS, Brigitta a László BALOGH. A study of key cognitive skills in handball using the Vienna test system. *Journal of Physical Education* [online]. 2019, 19(1), 733-741 [cit. 2019-12-11]. ISSN 22478051.
43. KITTNAR, Otomar. *Lékařská fyziologie*. Praha: Grada, 2011. ISBN 978-80-247-3068-4.
44. KLOTZ, Jenna M., Matthew D. JOHNSON, Steve W. WU, Kelly M. ISAACS a Donald L. GILBERT. Relationship between reaction time variability and motor skill development in ADHD. *Child Neuropsychology* [online]. 2012, 18(6), 576-585 [cit. 2021-5-15]. ISSN 0929-7049. Dostupné z: doi:10.1080/09297049.2011.625356
45. KOFLER, Michael J., Mark D. RAPPORT, Dustin E. SARVER, Joseph S. RAIKER, Sarah A. ORBAN, Lauren M. FRIEDMAN a Ellen G. KOLOMEYER. Reaction time variability in ADHD: A meta-analytic review of 319 studies. *Clinical Psychology Review* [online]. 2013, 33(6), 795-811 [cit. 2020-08-31]. DOI: 10.1016/j.cpr.2013.06.001. ISSN 02727358.
46. KOOIJ, Sandra J.J. et al. Updated European Consensus Statement on diagnosis and treatment of adult ADHD. *European Psychiatry* [online]. 2019, 56(1), 14-34 [cit. 2020-08-31]. DOI: 10.1016/j.eurpsy.2018.11.001. ISSN 0924-9338. Dostupné z: [https://www.cambridge.org/core/product/identifier/S092493380000910X/type/journal\\_article](https://www.cambridge.org/core/product/identifier/S092493380000910X/type/journal_article)

47. KUANG, Shenbing. Is reaction time an index of white matter connectivity during training? *Cognitive Neuroscience* [online]. 2017, **8**(2), 126-128 [cit. 2020-08-31]. DOI: 10.1080/17588928.2016.1205575. ISSN 1758-8928
48. KVERAGA, Kestutis, Leanne BOUCHER a Howard C. HUGHES. Saccades operate in violation of Hick's law. *Experimental Brain Research* [online]. 2002, **146**(3), 307-314 [cit. 2020-09-02]. DOI: 10.1007/s00221-002-1168-8. ISSN 0014-4819.
49. LANGE, Klaus W., Susanne REICHL, Katharina M. LANGE, Lara TUCHA a Oliver TUCHA. The history of attention deficit hyperactivity disorder. ADHD Attention Deficit and Hyperactivity Disorders [online]. 2010, **2**(4), 241-255 [cit. 2020-09-08]. DOI: 10.1007/s12402-010-0045-8. ISSN 1866-6116. Dostupné z: <http://link.springer.com/10.1007/s12402-010-0045-8>
50. LEI, Du, Mingying DU, Min WU, et al. Functional MRI reveals different response inhibition between adults and children with ADHD. *Neuropsychology* [online]. 2015, **29**(6), 874-881 [cit. 2020-09-08]. DOI: 10.1037/neu0000200. ISSN 1931-1559. Dostupné z: <http://doi.apa.org/getdoi.cfm?doi=10.1037/neu0000200>
51. LESNÝ, Ivan a Jan DITTRICH. Beiträge zur Entwicklung neurologischer Symptome und Syndrome im Kindesalter ; von Ivan Lesný unter Mitarbeit von Jan Dittrich ... [et al.]. Leipzig: Thieme, 1975, ASIN : B0000EGYUB
52. LIPPS, David B., Andrzej T. GALECKI, James A. ASHTON-MILLER a Ronaldo ARAUJO. On the Implications of a Sex Difference in the Reaction Times of Sprinters at the Beijing Olympics. PLoS ONE [online]. 2011, **6**(10) [cit. 2020-09-01]. DOI: 10.1371/journal.pone.0026141. ISSN 1932-6203
53. MASOPUST, Jiří. Diagnostika a farmakoterapie ADHD v dospělosti: Diagnosis and pharmacotherapy of adult ADHD. *Psychiatria pre prax.* Bratislava: SOLEN, 2015, **16**(2), 67-72. ISSN 1335-9584.
54. MAYES, Rick, Catherine BAGWELL a Jennifer ERKULWATER. ADHD and the Rise in Stimulant Use Among Children. *Harvard Review of Psychiatry* [online]. 2008, **16**(3), 151-166 [cit. 2020-09-07]. DOI: 10.1080/10673220802167782. ISSN

1067-3229. Dostupné z: <http://journals.lww.com/00023727-200805000-00001>

55. MIZE, William. Hemoencephalography—A New Therapy for Attention Deficit Hyperactivity Disorder (ADHD): Case Report. *Journal of Neurotherapy* [online]. 2005, 8(3), 77-97 [cit. 2021-5-3]. ISSN 1087-4208. Dostupné z: doi:10.1300/J184v08n03\_06
56. MUDRÁK, Jiří a Pavel SLEPIČKA. Relationship between Age Cognitive Decline and Performance of Cognitive Motor Tasks in Seniors. *Acta Universitatis Carolinae: Kinanthropologica* [online]. 2015, 50(1), 100-111 [cit. 2019-12-11]. DOI: 10.14712/23366052.2015.10. ISSN 12121428.
57. OADES, Robert a Hanna CHRISTIANSEN. Cognitive switching processes in young people with attention-deficit/hyperactivity disorder. *Archives of Clinical Neuropsychology* [online]. 2008, 23(1), 21-32 [cit. 2021-01-03]. ISSN 08876177. Dostupné z: doi:10.1016/j.acn.2007.09.002
58. ONG, Nathanael Chong Hao. Reactive stress tolerance in elite athletes: Differences in gender, sport type, and competitive level. *Cognition, Brain, Behavior. An Interdisciplinary Journal* [online]. 2017, 21(3), 189 - 202 [cit. 2019-12-12]. DOI: 10.24193/cbb.2017.21.11. ISSN 2601226X.
59. ONG, Nathanael Chong Hao. The use of the Vienna Test System in sport psychology research: A review. *International Review of Sport and Exercise Psychology* [online]. 2014, 8(1), 204-223 [cit. 2019-12-14]. DOI: 10.1080/1750984X.2015.1061581. ISSN 1750-984X
60. OZEL-KIZIL, Erguvan Tugba, Ahmet KOKURCAN, Umut Mert AKSOY, et al. Hyperfocusing as a dimension of adult attention deficit hyperactivity disorder. *Research in Developmental Disabilities* [online]. 2016, 59, 351-358 [cit. 2021-01-03]. ISSN 08914222. Dostupné z: doi:10.1016/j.ridd.2016.09.016
61. PÅLSSON, Erik, Carl SELLGREN, Eleonore RYDÉN, Ruth KIZZA, Aurimantas PELANIS, Henrik ZETTERBERG, Kaj BLENNOW a Mikael LANDÉN. Cerebrospinal fluid monoamine metabolite profiles in bipolar disorder, ADHD, and controls. *Journal of Neural Transmission* [online]. 2017, 124(9), 1135-1143 [cit.



2020-09-08]. DOI: 10.1007/s00702-017-1746-3. ISSN 0300-9564. Dostupné z:  
<http://link.springer.com/10.1007/s00702-017-1746-3>

62. POJSKIC, Haris, et al. Reliability, Validity and Usefulness of a New Response Time Test for Agility-Based Sports: A Simple vs. Complex Motor Task: Sport-specific reach and touch tests. *Journal of Sports Science and Medicine (JSSM)*, 2019, 18.4: 623-635. Based Sports: A Simple vs. Complex Motor Task. *Journal of Sports Science and Medicine* (18), 623 - 635.
63. PŘÍHODOVÁ, Iva. Porucha pozornosti s hyperaktivitou (attention deficit/hyperactivity disorder – ADHD). 2011, *Česká a slovenská neurologie a neurochirurgie*, 2011, 74/107(4) str. 408-418, dostupné z:  
<https://www.csmn.eu/casopisy/ceska-slovenska-neurologie/2011-4/porucha-pozornosti-s-hyperaktivitou-attention-deficit-hyperactivity-disorder-adhd-35776>
64. RUBIA, Katya, Analucia ALEGRIA a Helen BRINSON. Imaging the ADHD brain: disorder-specificity, medication effects and clinical translation. *Expert Review of Neurotherapeutics* [online]. 2014, 14(5), 519-538 [cit. 2020-09-08]. DOI: 10.1586/14737175.2014.907526. ISSN 1473-7175.
65. SCHAFFER, Owen. Crafting fun user experiences: A method to facilitate flow, *Human Factors International*, 2013, dostupné z:  
[https://www.researchgate.net/publication/272181532\\_Crafting\\_Fun\\_User\\_Experiences\\_A\\_Method\\_to\\_Facilitate\\_Flow](https://www.researchgate.net/publication/272181532_Crafting_Fun_User_Experiences_A_Method_to_Facilitate_Flow)
66. SCHNEIDER, Darryl W. a John R. ANDERSON. A memory-based model of Hick's law. *Cognitive Psychology* [online]. 2011, 62(3), 193-222 [cit. 2020-09-08]. DOI: 10.1016/j.cogpsych.2010.11.001. ISSN 00100285.
67. SKOGLI, Erik Winther, Martin H TEICHER, Per Normann ANDERSEN, Kjell Tore HOVIK a Merete ØIE. ADHD in girls and boys – gender differences in co-existing symptoms and executive function measures. *BMC Psychiatry* [online]. 2013, 13(1) [cit. 2021-01-26]. ISSN 1471-244X. Dostupné z: doi:10.1186/1471-244X-13-298

68. SNYDER, Charles. R. a Shane J. LOPEZ. Handbook of positive psychology. New York: Oxford University Press, 2002. ISBN 0-19-513533-4.
69. STANFORD, Clare a Rosemary TANNOCK. *Behavioral neuroscience of attention deficit hyperactivity disorder and its treatment*. New York: Springer, c2012. Current topics in behavioral neurosciences, 9. ISBN 978-3-642-24612-8.
70. SZCZYPIŃSKA, Marta. Does attention training induce any changes in the level of the selected cognitive processes in handball players. *Journal of Physical Education* [online]. 2019, 19, 1445-1452 [cit. 2019-12-11]. ISSN 22478051.
71. TAMM, Leanne, Megan E. NARAD, Tanya N. ANTONINI, Kathleen M. O'BRIEN, Larry W. HAWK a Jeffery N. EPSTEIN. Reaction Time Variability in ADHD: A Review. *Neurotherapeutics* [online]. 2012, 9(3), 500-508 [cit. 2021-5-15]. ISSN 1933-7213. Dostupné z: doi:10.1007/s13311-012-0138-5
72. THAPAR, Anita, Miriam COOPER, Rachel JEFFERIES a Evangelia STERGIAKOULI. What causes attention deficit hyperactivity disorder? *Archives of Disease in Childhood* [online]. 2012, 97(3), 260-265 [cit. 2020-08-31]. DOI: 10.1136/archdischild-2011-300482. ISSN 0003-9888
73. VÉLE, František. *Kineziologie pro klinickou praxi*. Praha: Grada, 1997. ISBN 80-7169-256-5.
74. Vienna Test System: Reaction Test: Test Review Summary [online]. The british psychological society: Schuhfried, 2009 [cit. 2019-12-9]. Dostupné z: <https://ptc.bps.org.uk/test-review/vienna-test-system-reaction-test>
75. WHELAN, Robert. Effective Analysis of Reaction Time Data. *The Psychological Record* [online]. 2008, 58(3), 475-482 [cit. 2020-08-31]. DOI: 10.1007/BF03395630. ISSN 0033-2933. Dostupné z: <http://link.springer.com/10.1007/BF03395630>
76. WILLIAMS, Jonathan a Eric TAYLOR. The evolution of hyperactivity, impulsivity and cognitive diversity. *Journal of The Royal Society Interface* [online]. 2005, 3(8), 399-413 [cit. 2020-08-31]. DOI: 10.1098/rsif.2005.0102. ISSN 1742-5689.

77. WOLRAICH, Mark L., Joseph F. HAGAN, Carla ALLAN, et al. Clinical Practice Guideline for the Diagnosis, Evaluation, and Treatment of Attention-Deficit/Hyperactivity Disorder in Children and Adolescents. *Pediatrics* [online]. 2019, 144(4) [cit. 2020-09-07]. DOI: 10.1542/peds.2019-2528. ISSN 0031-4005. Dostupné z: <http://pediatrics.aappublications.org/lookup/doi/10.1542/peds.2019-2528>
78. YAMASHIRO, Koya, Daisuke SATO, Hideaki ONISHI, Takuya YOSHIDA, Yoko HORIUCHI, Sho NAKAZAWA a Atsuo MARUYAMA. Skill-specific changes in somatosensory-evoked potentials and reaction times in baseball players. *Experimental Brain Research* [online]. 2013, 225(2), 197-203 [cit. 2021-5-6]. ISSN 0014-4819. Dostupné z: doi:10.1007/s00221-012-3361-8
79. YOTSUMUTO, Yuko, Li-Hung CHANG, Rui, Ni. et al. White matter in the older brain is more plastic than in the younger brain. *Nat Commun* 5, 5504 (2014). <https://doi.org/10.1038/ncomms6504>
80. YOUNG, Michael E. a Angela CRUMER. Reaction Time. VONK, Jennifer a Todd SHACKELFORD, ed. *Encyclopedia of Animal Cognition and Behavior* [online]. Cham: Springer International Publishing, 2018, 2018-12-18, s. 1-10 [cit. 2019-12-15]. DOI: 10.1007/978-3-319-47829-6\_731-1. ISBN 978-3-319-47829-6

## 8.2. Obrázky

1. Obrázek 1 – Functional MRI of motor cortex and corticospinal truncus. HILL, Virginia, B., Ceylan, CANKURTARAN, et al. A Practical Review of Functional MRI Anatomy of the Language and Motor Systems. *American Journal of Neuroradiology* [online]. 2019, 40(7), 1084-1090 [cit. 2021-5-15]. ISSN 0195-6108. Dostupné z: doi:10.3174/ajnr.A6089
2. Obrázek 2 – FRANKHAUSER, David. *Introduction to nervous tissue histology*. Worldpress, 1992. Dostupné z: <https://fankhauserblog.wordpress.com/1992/01/07/introduction-to-nervous-tissue-histology/>
3. Obrázek 3 - DOEBLER, Philipp a Barbara SCHEFFLER. *The Jensen box*. The relationship of choice reaction time variability and intelligence: A meta-analysis. *Learning and Individual Differences*, The Jensen box. [online].

2016, **52**, 157-166 [cit. 2020-09-01]. DOI: 10.1016/j.lindif.2015.02.009. ISSN 10416080.

4. Obrázek 4 - DODONOV, Yury a Yulia DODONOVA, (2011). Robust measures of central tendency: weighting as a possible alternative to trimming in response-time data analysis. *Psikhologicheskie Issledovaniya*. 5. 1-11. dostupné z:  
[https://www.researchgate.net/publication/235766584\\_Robust\\_measures\\_of\\_central\\_tendency\\_weighting\\_as\\_a\\_possiblealternative\\_to\\_trimming\\_in\\_response-time\\_data\\_analysis](https://www.researchgate.net/publication/235766584_Robust_measures_of_central_tendency_weighting_as_a_possiblealternative_to_trimming_in_response-time_data_analysis)
5. Obrázek 5 – Mezinárodní klasifikace nemocí MKN-10, rev. 1. 1. 2020, cit. 8. 9. 2020, dostupné z: <https://mkn10.uzis.cz/prohlizec/F90-F98>
6. Obrázek 6 - PŘÍHODOVÁ, Iva. Porucha pozornosti s hyperaktivitou (attention deficit/hyperactivity disorder – ADHD). 2011, *Česká a slovenská neurologie a neurochirurgie*, 2011, 74/107(4) str. 408-418, dostupné z:  
<https://www.csmn.eu/casopisy/ceska-slovenska-neurologie/2011-4/porucha-pozornosti-s-hyperaktivitou-attention-deficit-hyperactivity-disorder-adhd-35776>
7. Obrázek 7 - RUBIA, Katya, Analucia ALEGRIA a Helen BRINSON. Imaging the ADHD brain: disorder-specificity, medication effects and clinical translation. *Expert Review of Neurotherapeutics* [online]. 2014, **14**(5), 519-538 [cit. 2020-09-08]. DOI: 10.1586/14737175.2014.907526. ISSN 1473-7175. Dostupné z: <http://www.tandfonline.com/doi/full/10.1586/14737175.2014.907526>.
8. CSIKSZENTMIHALYI, Mihaly. Flow and education. *NAMTA journal*, 1997, 22.2: 2-35.

## 9. Seznam příloh

Příloha č. 1 – Souhlas Etické komise

Příloha č. 2 – Informovaný souhlas

Příloha č. 3 – Seznam obrázků

Příloha č. 4 – Seznam grafů

Příloha č. 5 – Seznam tabulek

Příloha č. 6 – Výstup reakčního systému Vienna Test System

Příloha č. 7 – Tabulky výsledků jednotlivých reakčních testů

## Žádost o vyjádření Etické komise UK FTVS

k projektu výzkumné, kvalifikační či seminární práce zahrnující lidské účastníky

**Název projektu:** Porovnání reakční rychlosti u dětí s diagnózou ADHD a běžnou populací stejného věku

**Forma projektu:** výzkumná práce - diplomová práce

**Období realizace:** říjen 2020 – prosinec 2020

Výzkum bude realizován v souladu s platnými epidemiologickými opatřeními Ministerstva zdravotnictví ČR.

**Předkladatel:** Bc. Vojtěch Kovařovic

**Hlavní řešitel:** Bc. Vojtěch Kovařovic

**Místo výzkumu (pracoviště):** Středisko ROSA, z.s. Římská 2846, Kladno – Rozdělov, 272 04

**Vedoucí práce (v případě studentské práce):** PhDr. Tereza Nováková, PhD.

**Popis projektu:** Diplomová práce si klade za cíl porovnat reakční schopnosti dětí s dg. ADHD a běžnou populací a zjistit validní data ozřejmující tento rozdíl. Reakční rychlost bude testována pomocí světově uznávaného testovacího software Vienna Test System od rakouské firmy Schuhfried, která je největším a nejuznávanějším tvůrcem psychodiagnostických testů na světě. Účastníci budou konat standardizovaný test reakční rychlosti, v rámci balíčku testů psychomotorických schopností. Test se bude konat na PC, pomocí hardwarové desky Vienna Test System, která je v majetku FTVS UK. Tento hardware je schopen sebrat data přesně seřadit a exportovat je do jiných programů pro zpracování statistických dat. Data sebraná z testu budou statisticky zpracována v programu MS Excel 2016.

**Charakteristika účastníků výzkumu:** 40 účastníků ve věkovém rozmezí 6-15 let, z toho 20 probandů s ADHD a 20 probandů z běžné populace. Probandy, vhodné pro tuto diplomovou práci bude vybírat klinická psycholožka Mgr. Hana Fechtnerová. Testování se nezúčastní osoby s akutním (zejména s infekčním) onemocněním či v úrazu a v rekonvalescenci po onemocnění či úrazu.

**Zajištění bezpečnosti:** Všechny použité metody jsou neinvazivní. Rizika prováděného výzkumu nebudou vyšší, než běžně očekávaná rizika v rámci tohoto typu výzkumu. Budou zajištěny adekvátní podmínky prostředí a adekvátní příprava účastníků výzkumu. V místě testování bude v průběhu celého testu přítomna klinická psycholožka a ředitelka Střediska ROSA, Mgr. Hana Fechtnerová

**Etické aspekty výzkumu:** Výzkum zahrnuje vulnerabilní skupinu nezletilých osob, protože cílem DP je prokázat, jestli diagnóza ADHD nějak ovlivňuje reakční rychlost. Tato DP má za cíl zjistit, zdali pacient (v tomto případě dítě s ADHD) může být v případě adekvátní instruktáže i poměrně náročného testu srovnatelně, méně, či více úspěšný, než běžná populace.

**Potenciální střet zájmů:** Prohlašuji, že nejsem v rámci tohoto výzkumu v potenciálním nebo skutečném střetu zájmů – nejsem v pracovněprávním vztahu k organizaci/jednotlivci, jejíž/jehož data jsou předmětem zkoumání, ani v situaci, kdy mi rodiče píšou publikaci/článek či jsou veřejně známými zastánci vědeckého postoje/názoru/metody v dané problematice. Nemám žádný pracovní ani osobní vztah ke středisku ROSA, kde bude výzkum realizován, toto pracoviště jsem zvolil z důvodu vyhovujícího prostředí pro testování a odpovídajícímu množství probandů, který splňuje kritéria pro vstup do testovací skupiny. Z mé strany neexistuje žádná skutečnost, která by mohla ovlivnit objektivitu/integritu tohoto výzkumu. Jedná se o čistě vědeckou práci, já ani žádný z tanečních souborů nemáme soukromý zájem na výsledku výzkumu, výzkum nevede k mému osobnímu prospěchu, ani k prospěchu žádného z účastníků výzkumu.

**Ochrana osobních dat:** Data budou shromažďována a zpracovávána v souladu s pravidly vymezenými nařízením Evropské Unie č. 2016/679 a zákonem č. 110/2019 Sb. – o zpracování osobních údajů. Budou získávány následující osobní údaje: věk, pohlaví a výsledky výše uvedených testů, které budou bezpečně uchovány na heslem zajištěném počítači v uzamčeném prostoru, přístup k nim bude mít hlavní řešitel. Osoby budou evidovány pod přiřazeným pořadovým číslem.

Uvědomuji si, že text je anonymizován, neobsahuje-li jakékoli informace, které jednotlivě či ve svém souhrnu mohou vést k identifikaci konkrétní osoby - budu dbát na to, aby jednotlivé osoby nebyly rozpoznatelné v textu práce. Osobní data, která by vedla k identifikaci účastníků výzkumu, budou bezprostředně do 1 dne po testování anonymizována.

Získaná data budou zpracovávána, bezpečně uchována a publikována v anonymní podobě v diplomové práci, případně v odborných časopisech, monografiích a prezentována na konferencích, případně budou využita při další výzkumné práci na UK FTVS.

**Požičování fotografií/videj/audia nahrávek účastníků:** Během výzkumu nebudou pořizovány žádné fotografie, audionahrávky ani videozáznamy.

V maximální možné míře zajistím, aby získaná data nebyla zneužita.

**Text informovaného souhlasu (IS):** přiložen

Povinností všech účastníků výzkumu na straně řešitele je chránit život, zdraví, důstojnost, integritu, právo na sebeurčení, soukromí a osobní data zkoumaných subjektů, a podniknout k tomu veškerá preventivní opatření. Odpovědnost za ochranu zkoumaných subjektů leží vždy na účastnících výzkumu na straně řešitele, nikdy na zkoumaných, byť dali svůj souhlas k účasti na výzkumu.

UNIVERZITA KARLOVA  
FAKULTA TĚLESNÉ VÝCHOVY A SPORTU  
Josef Martího 31, 162 52 Praha 6-Vešelavín

Všichni účastníci výzkumu na straně řešitele musí brát v potaz etické, právní a regulační normy a standardy výzkumu na lidských subjektech, které platí v České republice, stejně jako ty, jež platí mezinárodně. Potvrzují, že tento popis projektu odpovídá návrhu realizace projektu a že při jakékoli změně projektu, zejména použitých metod, zašlu Etické komisi UK FTVS revidovanou žádost.

V Praze dne: 12. 10. 2020

Podpis předkladatele: 

Datum a podpis odpovědného pracovníka z místa výzkumu

### Vyjádření Etické komise UK FTVS

Složení komise: **Předsedkyně:** doc. PhDr. Irena Parry Martínková, Ph.D.

**Členové:** prof. MUDr. Jan Heller, CSc.

prof. PhDr. Pavel Slepíčka, DrSc.

PhDr. Pavel Hráský, Ph.D.

Mgr. Eva Prokešová, Ph.D.

Mgr. Tomáš Ruda, Ph.D.

MUDr. Simona Majorová

Projekt práce byl schválen Etickou komisí UK FTVS pod jednacím číslem: ..... 194/2020 .....

dne: ..... 19. 10. 2020 .....

Etická komise UK FTVS zhodnotila předložený projekt a neshledala rozpory s platnými zásadami, předpisy a mezinárodními směricemi pro provádění výzkumu zahrnujícího lidské účastníky.

**Řešitel projektu splnil podmínky nutné k získání souhlasu Etické komise UK FTVS.**

UNIVERZITA KARLOVA  
Fakulta tělesné výchovy a sportu  
Josef Martího 31, 162 52, Praha 6  
razítko UK FTVS  
- 20 -

  
podpis předsedkyně EK UK FTVS

## Příloha č. 2

### INFORMOVANÝ SOUHLAS

Vážený pane, vážená paní,

v souladu se Všeobecnou deklarací lidských práv, zákonem č. 101/2000 Sb., o ochraně osobních údajů a o změně některých zákonů, ve znění pozdějších předpisů a dalšími obecně závaznými právními předpisy (jakož jsou zejména Helsinská deklarace, přijatá 18. Světovým zdravotnickým shromážděním v roce 1964 ve znění pozdějších změn (Fortaleza, Brazílie, 2013); Zákon o zdravotních službách a podmínkách jejich poskytování (zejména ustanovení § 28 odst. 1 zákona č. 372/2011 Sb.) a Úmluva o lidských právech a biomedicině č. 96/2001, jsou-li aplikovatelné), Vás žádám o souhlas s Vaší účastí/účastí Vašeho syna/dcery (nehodící se vymažte) ve výzkumném projektu na FTVS UK, v rámci diplomové práce s názvem: „Porovnání reakční rychlosti u dětí s diagnózou ADHD a běžnou populací stejného věku“ prováděné na pracovišti: Středisko ROSA, z.s., Římská 2846, Kladno – Rozdělův, 272 04, v rámci diplomové práce řešené v rámci studia na katedře fyzioterapie FTVS UK.

Měření bude probíhat v období: od října 2020 do prosince 2020.

Cílem této diplomové práce je sesbírat validní data ohledně rozdílu reakčních rychlostí mezi dětmi s ADHD a běžnou populací stejného věku.

Všechna měření jsou neinvazivní, testovaná osoba absolvuje test reakční rychlosti na PC, pomocí příslušného validovaného testového softwaru.

Testovaný jedinec usedne k PC před hardwarovou desku speciálně vytvořenou pro účely testování reakční rychlosti. Následně mu bude podrobně vysvětleno, jak bude test probíhat, jak se vlastní úlohy řeší, co je cílem testování a jak dlouho bude test trvat. Testování by mělo včetně instruktáže testu a podpisu IS zákonným zástupcem trvat 15 minut. Budou dodržena hygienická opatření rukou a ovládacího panelu přístroje.

Rizika prováděného výzkumu nebudou vyšší než běžně očekávaná rizika v rámci tohoto typu výzkumu. Budou zajištěny adekvátní podmínky prostředí a adekvátní příprava účastníků výzkumu.

U testování bude po celou dobu přítomna klinická psychologka Mgr. Hana Fechtnerová, ředitelka Střediska ROSA. Testování se nezúčastní osoby s akutním (zejména s infekčním) onemocněním či v úrazu a v rekonvalescenci po onemocnění či úrazu.

Účast Vašeho dítěte v projektu je dobrovolná a nebude finančně ohodnocená.

S celkovými výsledky a závěry výzkumného projektu se můžete seznámit v diplomové práci v studentském informačním systému (SIS), v nebo na e-mail adrese: volmer@seznam.cz



Ochrana osobních dat: Data budou shromažďována a zpracovávána v souladu s pravidly vymezenými nařízením Evropské Unie č. 2016/679 a zákonem č. 110/2019 Sb. – o zpracování osobních údajů. Budou získávány následující osobní údaje věk a výsledky výše uvedených testů, které budou bezpečně uchovány na heslem zajištěném počítači v uzamčeném prostoru, přístup k nim bude mít hlavní řešitel. Osoby budou evidovány pod přiřazeným pořadovým číslem.

Uvědomuji si, že text je anonymizován, neobsahuje-li jakékoli informace, které jednotlivě či ve svém souhrnu mohou vést k identifikaci konkrétní osoby - budu dbát na to, aby jednotlivé osoby nebyly rozpoznatelné v textu práce. Osobní data, která by vedla k identifikaci účastníků výzkumu, budou bezprostředně do 1 dne po testování anonymizována.

Získaná data budou zpracovávána, bezpečně uchována a publikována v anonymní podobě v diplomové práci, případně v odborných časopisech, monografiích a prezentována na konferencích, případně budou využita při další výzkumné práci na UK FTVS.

Pořizování fotografií/videí/audio nahrávek účastníků: Během výzkumu nebudou pořizovány žádné fotografie, audionahrávky ani videozáznam.

V maximální možné míře zajistím, aby získaná data nebyla zneužita.

Jméno a příjmení předkladatele a hlavního řešitele: Bc. Vojtěch Kovařovic

Jméno a příjmení osoby, která provedla poučení: Bc. Vojtěch Kovařovic

Podpis:.....

Prohlašuji a svým níže uvedeným vlastnoručním podpisem potvrzuji, že dobrovolně souhlasím s účastí ve výše uvedeném projektu a že jsem měl(a) možnost si řádně a v dostatečném čase zvážit všechny relevantní informace o výzkumu, zeptat se na vše podstatné týkající se účasti mého dítěte ve výzkumu a že jsem dostal(a) jasné a srozumitelné odpovědi na své dotazy. Byl(a) jsem poučen(a) o právu odmítnout účast ve výzkumném projektu nebo svůj souhlas kdykoli odvolat bez represí, a to písemně Etické komisi UK FTVS, která bude následně informovat předkladatele projektu.

Místo, datum .....

Jméno a příjmení účastníka ..... Podpis: .....

Jméno a příjmení zákonného zástupce .....

Vztah zákonného zástupce k účastníkovi ..... Podpis: .....

### **Příloha č. 3**

#### **Seznam obrázků**

Obrázek 1- Zobrazení motorických center a kortikospinálního traktu (Hill et al., 2019).....	6
Obrázek 2- Motor end plate (Frankhauser, 1992).....	8
Obrázek 3- Jensen box (Doebler, 2015).....	12
Obrázek 4- Statistické řazení (Dodonova, 2011).....	14
Obrázek 5- Klasifikace nemocí MKN-10 (ÚZIS ČR, 2020).....	17
Obrázek 6- Diagnostika ADHD podle DSM - IV (Příhodová 2011).....	18
Obrázek 7- FMRI mozku ADHD (Rubia et al., 2014).....	24
Obrázek 8- Flow, (Csíkszentmihályi, 1997).....	28

## **Příloha č. 4**

### **Seznam grafů**

Graf1- ADHD1 .....	42
Graf 2- ADHD 2 .....	43
Graf 3- ADHD 3 .....	43
Graf 4- ADHD 4 .....	44
Graf 5- ADHD 5 .....	44
Graf 6 - Kontrolní skupina 1 .....	45
Graf 7- Kontrolní skupina 2 .....	46
Graf 8- Kontrolní skupina 3 .....	46
Graf 9- Kontrolní skupina 4 .....	47
Graf 10- Kontrolní skupina 5 .....	47
Graf 11- Testovací skupina - Průměr .....	48
Graf 12- Kontrolní skupina - Průměr.....	48
Graf 13- Boxplot množiny pokusů RT a MT.....	50

## **Příloha č. 5**

### **Seznam tabulek**

Tabulka 1- Charakteristika souboru viz příloha č. 5.....	40
Tabulka 2- Souhrnná průměrná data s ADHD.....	40
Tabulka 3- Souhrnná průměrná data běžná populace .....	41
Tabulka 4- Data bez použití funkce MICE .....	49
Tabulka 5- Data po použití funkce MICE.....	49
Tabulka 6- Směrodatné odchylky.....	49
Tabulka 7- Legenda k Boxplot grafu .....	50

## Příloha č. 6

11;1 let		Stupeň vzdělání 1
<b>RT</b> Reakční test	Forma testu S1 Jednoduchá reakce žlutá	
Datum 15.04.2021	Začátek testu 14:04	Trvání 5 Min.
Jazyk zadávání testu <b>Česky</b>		

## Výsledky testů

Reprezentativní vzorek

Proměnná testu	Hrubá hodnota	PR	T
<b>HLAVNÍ PROMĚNNÁ (PROMĚNNÉ)</b>			
Reakční rychlost	276	<b>61</b> (46-76)	53 (49-57)
Motorické tempo	133	<b>66</b> (54-76)	54 (51-57)
<b>VEDLEJŠÍ PROMĚNNÁ (PROMĚNNÉ)</b>			
Míra rozptylu reakční rychlosti	33	<b>58</b> (42-73)	52 (48-56)
Míra rozptylu motorické rychlosti	22	<b>55</b> (42-66)	51 (48-54)
<b>DOPLŇKOVÉ INFORMACE</b>			
Počet správných reakcí	26		
Počet zmeškaných reakcí	0		
Počet neúplných reakcí	2		
🕒 Doba zpracování 0:02:25 <sup>1</sup>			

**Poznámka(y):** Procentuální hodnocení (PR) a Hodnota T (T) vyplývají ze srovnání s kalibrovaným vzorkem 'Reprezentativní vzorek'. Intervaly spolehlivosti uvedené v závorkách za příslušnými standardními hodnotami mají 5% -ní pravděpodobnost chyby.

<sup>1</sup>Doba zpracování v hodinách: minutách: sekundách

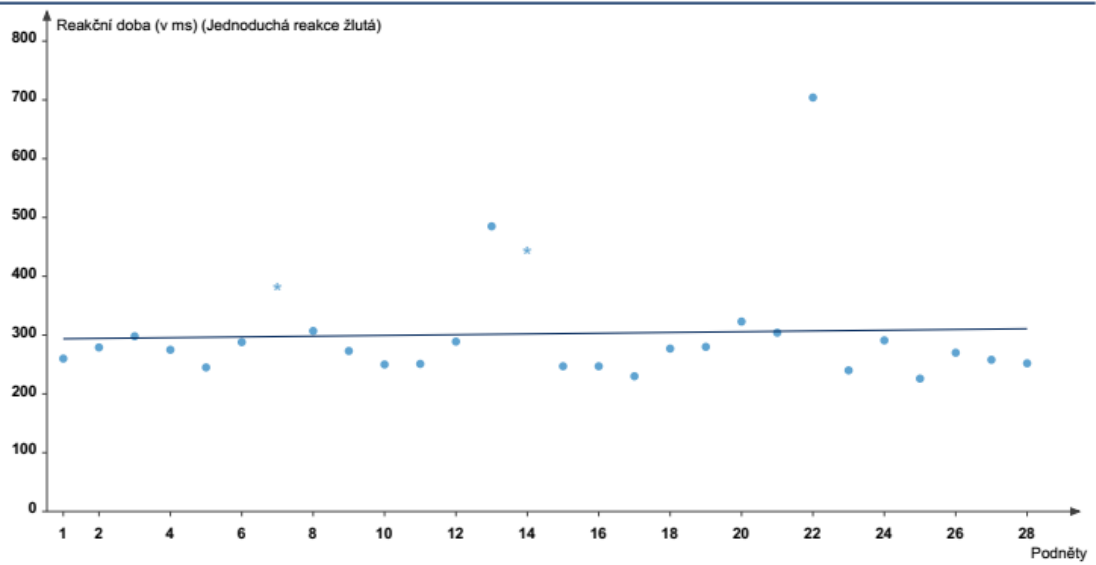
## Profil

Reprezentativní vzorek

PR	0	16	25	50	75	84	100
Reakční rychlost				61			
Motorické tempo				66			
	podprůměr		průměr		nadprůměr		

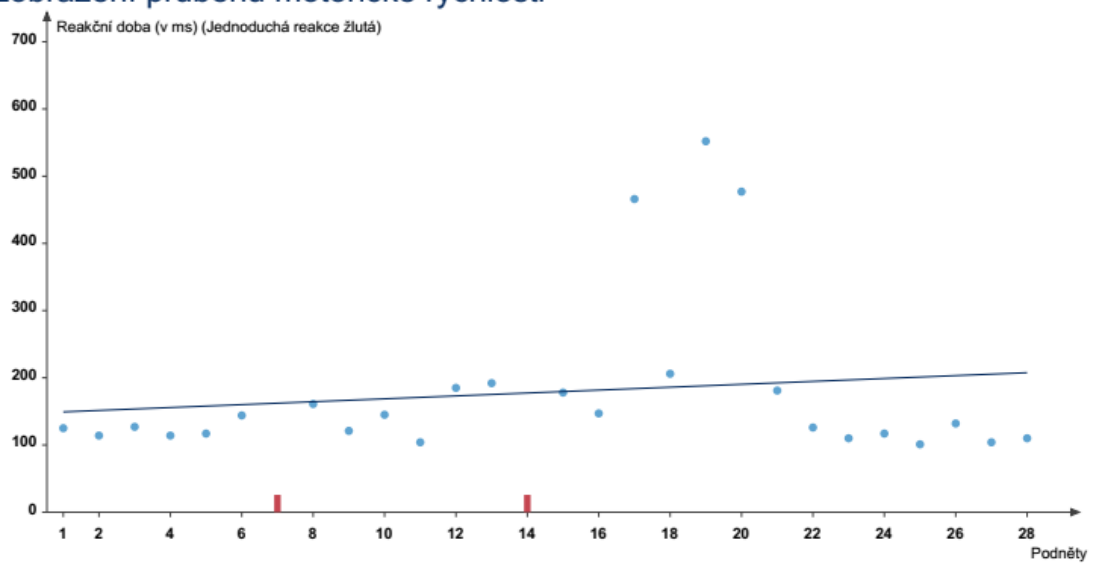
**Poznámka(y):** Zvýrazněná oblast představuje běžné průměrné oblasti normované škály.

## Zobrazení průběhu reakční rychlosti



**Poznámka(y):**  
 ● = reakční doba  
 ■ = zmeškané reakce  
 ▲ = chybný alarm  
 \* = neúplná reakce  
 — = regresní přímka

### Zobrazení průběhu motorické rychlosti



**Poznámka(y):**  
 ● = motorický čas  
 ■ = zmeškané reakce  
 ▲ = chybný alarm  
 — = regresní přímka

## Testový protokol

Č.	Stimulus	EV	RT (ms)	MT (ms)
1	žlutá	+	260	125
2	žlutá	+	279	114
3	žlutá	+	298	127
4	žlutá	+	275	114
5	žlutá	+	245	117
6	žlutá	+	288	144
7	žlutá	O	377	
8	žlutá	+	307	161
9	žlutá	+	273	121
10	žlutá	+	250	145
11	žlutá	+	251	104
12	žlutá	+	289	185
13	žlutá	+	485	192
14	žlutá	O	437	
15	žlutá	+	247	178
16	žlutá	+	247	147
17	žlutá	+	230	466
18	žlutá	+	277	206
19	žlutá	+	280	552
20	žlutá	+	323	477
21	žlutá	+	304	181
22	žlutá	+	704	126
23	žlutá	+	240	110
24	žlutá	+	291	117
25	žlutá	+	226	101
26	žlutá	+	270	132
27	žlutá	+	258	104
28	žlutá	+	252	110

**Poznámka(y):**

Záznamy v políčkách znamenají postupně:

Stimulus = Druh podnětu

EV = ohodnocení reakce: += správná reakce, - = chybná reakce, O = neúplná reakce, prázdné pole = žádná reakce

RT = reakční doba v milisekundách, žádná reakční doba = podnět nebyl zodpovězen

MT = motorická doba v milisekundách, žádná reakční doba = podnět nebyl zodpovězen

—: Podnět nebyl zadán.

## Příloha č. 7

Testovací (ADHD) 1, RT=Reakční čas (ms); MT= Motorický čas (ms)

Jméno	CHYBY	POHLAVÍ	VĚK
P.Z	1/28	Ž	8,5
RT 1	316	MT 1	132
RT 2	302	MT 2	119
RT 3	297	MT 3	160
RT 4	340	MT 4	150
RT 5	358	MT 5	150
RT 6	542	MT 6	161
RT 7	328	MT 7	135
RT 8	307	MT 8	175
RT 9	290	MT 9	163
RT 10	366	MT 10	182
RT 11	405	MT 11	180
RT 12	296	MT 12	184
RT 13	305	MT 13	174
RT 14	360	MT 14	173
RT 15	361	MT 15	192
RT 16	338	MT 16	183
RT 17	289	MT 17	157
RT 18	266	MT 18	162
RT 19	410	MT 19	180
RT 20	360	MT 20	182
RT 21	299	MT 21	180
RT 22	341	MT 22	184
RT 23	295	MT 23	186
RT 24	435	MT 24	213
RT 25	366	MT 25	185
RT 26	294	MT 26	145
RT 27	377	MT 27	186
RT 28	252	MT 28	110



Testovací (ADHD) 2, RT=Reakční čas (ms); MT= Motorický čas (ms)

Jméno	CHYBY	POHLAVÍ	VĚK
V.P.	3/28	M	6,1
RT 1	599	MT 1	146
RT 2	515	MT 2	128
RT 3	816	MT 3	
RT 4	554	MT 4	148
RT 5	654	MT 5	140
RT 6	570	MT 6	131
RT 7	475	MT 7	196
RT 8	595	MT 8	124
RT 9	496	MT 9	122
RT 10	593	MT 10	126
RT 11	468	MT 11	109
RT 12	519	MT 12	151
RT 13	769	MT 13	138
RT 14	506	MT 14	148
RT 15	783	MT 15	141
RT 16	619	MT 16	111
RT 17	639	MT 17	142
RT 18	704	MT 18	122
RT 19	624	MT 19	128
RT 20	548	MT 20	178
RT 21	704	MT 21	172
RT 22	636	MT 22	139
RT 23	653	MT 23	184
RT 24	450	MT 24	179
RT 25	597	MT 25	202
RT 26	459	MT 26	218
RT 27	551	MT 27	162
RT 28	550	MT 28	121

Testovací (ADHD) 3, RT=Reakční čas (ms); MT= Motorický čas (ms)

Jméno	CHYBY	POHLAVÍ	VĚK
V.J.	0/28	M	10,4
RT 1	362	MT 1	150
RT 2	269	MT 2	169
RT 3	260	MT 3	167
RT 4	264	MT 4	259
RT 5	288	MT 5	184
RT 6	281	MT 6	204
RT 7	335	MT 7	135
RT 8	284	MT 8	196
RT 9	293	MT 9	138
RT 10	307	MT 10	157
RT 11	320	MT 11	120
RT 12	257	MT 12	141
RT 13	292	MT 13	174
RT 14	291	MT 14	176
RT 15	400	MT 15	148
RT 16	308	MT 16	441
RT 17	259	MT 17	146
RT 18	334	MT 18	190
RT 19	285	MT 19	119
RT 20	280	MT 20	148
RT 21	268	MT 21	144
RT 22	247	MT 22	454
RT 23	423	MT 23	353
RT 24	270	MT 24	194
RT 25	700	MT 25	153
RT 26	286	MT 26	369
RT 27	413	MT 27	141
RT 28	315	MT 28	216

Testovací (ADHD) 4, RT=Reakční čas (ms); MT= Motorický čas (ms)

Jméno	CHYBY	POHLAVÍ	VĚK
B.D.	0/28	Ž	9,6
RT 1	772	MT 1	
RT 2	510	MT 2	296
RT 3	386	MT 3	347
RT 4	603	MT 4	
RT 5	434	MT 5	232
RT 6	352	MT 6	328
RT 7	461	MT 7	229
RT 8	330	MT 8	256
RT 9	378	MT 9	303
RT 10	390	MT 10	225
RT 11	506	MT 11	317
RT 12	543	MT 12	281
RT 13	388	MT 13	248
RT 14	557	MT 14	234
RT 15	417	MT 15	372
RT 16	419	MT 16	289
RT 17	365	MT 17	323
RT 18	500	MT 18	308
RT 19	428	MT 19	454
RT 20	550	MT 20	255
RT 21	434	MT 21	325
RT 22	334	MT 22	331
RT 23	573	MT 23	284
RT 24	508	MT 24	272
RT 25	445	MT 25	259
RT 26	370	MT 26	300
RT 27	375	MT 27	308
RT 28	508	MT 28	333

Testovací (ADHD) 5, RT=Reakční čas (ms); MT= Motorický čas (ms)

Jméno	CHYBY	POHLAVÍ	VĚK
S.M.	0/28	M	11,3
RT 1	250	MT 1	250
RT 2	287	MT 2	287
RT 3	282	MT 3	282
RT 4	248	MT 4	248
RT 5	230	MT 5	230
RT 6	323	MT 6	323
RT 7	301	MT 7	301
RT 8	302	MT 8	302
RT 9	379	MT 9	379
RT 10	457	MT 10	457
RT 11	379	MT 11	379
RT 12	389	MT 12	389
RT 13	281	MT 13	281
RT 14	299	MT 14	299
RT 15	265	MT 15	265
RT 16	468	MT 16	468
RT 17	277	MT 17	277
RT 18	279	MT 18	279
RT 19	282	MT 19	282
RT 20	324	MT 20	324
RT 21	309	MT 21	309
RT 22	212	MT 22	212
RT 23	398	MT 23	398
RT 24	412	MT 24	412
RT 25	308	MT 25	308
RT 26	442	MT 26	442
RT 27	280	MT 27	280
RT 28	371	MT 28	371

Testovací (ADHD) 6, RT=Reakční čas (ms); MT= Motorický čas (ms)

Jméno	CHYBY	POHLAVÍ	VĚK
M.H.	1/28	M	9,1
RT 1	341	MT 1	117
RT 2	333	MT 2	137
RT 3	393	MT 3	133
RT 4	417	MT 4	161
RT 5	491	MT 5	121
RT 6	361	MT 6	107
RT 7	307	MT 7	85
RT 8	287	MT 8	94
RT 9	349	MT 9	101
RT 10	383	MT 10	76
RT 11	365	MT 11	123
RT 12	380	MT 12	163
RT 13	297	MT 13	100
RT 14	385	MT 14	157
RT 15	359	MT 15	95
RT 16	412	MT 16	130
RT 17	363	MT 17	144
RT 18	422	MT 18	138
RT 19	520	MT 19	146
RT 20	352	MT 20	89
RT 21	312	MT 21	76
RT 22	412	MT 22	148
RT 23	360	MT 23	129
RT 24	434	MT 24	180
RT 25	451	MT 25	130
RT 26	357	MT 26	103
RT 27	423	MT 27	109
RT 28	392	MT 28	104

Testovací (ADHD) 7, RT=Reakční čas (ms); MT= Motorický čas (ms)

Jméno	CHYBY	POHLAVÍ	VĚK
B.T.	2/28	Ž	10,3
RT 1	367	MT 1	129
RT 2	246	MT 2	167
RT 3	403	MT 3	199
RT 4	290	MT 4	606
RT 5	319	MT 5	195
RT 6	365	MT 6	182
RT 7	313	MT 7	158
RT 8	295	MT 8	190
RT 9	363	MT 9	201
RT 10	334	MT 10	249
RT 11	393	MT 11	199
RT 12	265	MT 12	226
RT 13	304	MT 13	302
RT 14	335	MT 14	261
RT 15	345	MT 15	190
RT 16	288	MT 16	261
RT 17	570	MT 17	169
RT 18	546	MT 18	180
RT 19	434	MT 19	160
RT 20	521	MT 20	186
RT 21	478	MT 21	165
RT 22	434	MT 22	152
RT 23	556	MT 23	133
RT 24	528	MT 24	142
RT 25	423	MT 25	167
RT 26	409	MT 26	150
RT 27	307	MT 27	219
RT 28	531	MT 28	152

Testovací (ADHD) 8, RT=Reakční čas (ms); MT= Motorický čas (ms)

Jméno	CHYBY	POHLAVÍ	VĚK
S.M.	1/28	M	11
RT 1	397	MT 1	129
RT 2	302	MT 2	103
RT 3	369	MT 3	80
RT 4	390	MT 4	150
RT 5	360	MT 5	77
RT 6	361	MT 6	96
RT 7	330	MT 7	88
RT 8	448	MT 8	153
RT 9	377	MT 9	113
RT 10	337	MT 10	122
RT 11	328	MT 11	131
RT 12	323	MT 12	63
RT 13	543	MT 13	131
RT 14	390	MT 14	121
RT 15	497	MT 15	99
RT 16	345	MT 16	114
RT 17	420	MT 17	119
RT 18	529	MT 18	121
RT 19	358	MT 19	73
RT 20	469	MT 20	124
RT 21	343	MT 21	115
RT 22	343	MT 22	105
RT 23	385	MT 23	130
RT 24	421	MT 24	129
RT 25	398	MT 25	177
RT 26	392	MT 26	110
RT 27	378	MT 27	108
RT 28	424	MT 28	142

Testovací (ADHD) 9, RT=Reakční čas (ms); MT= Motorický čas (ms)

Jméno	CHYBY	POHLAVÍ	VĚK
K.Z.	1/28	M	12,1
RT 1	277	MT 1	94
RT 2	254	MT 2	82
RT 3	297	MT 3	
RT 4	296	MT 4	114
RT 5	295	MT 5	78
RT 6	337	MT 6	100
RT 7	353	MT 7	146
RT 8	322	MT 8	151
RT 9	294	MT 9	125
RT 10	295	MT 10	126
RT 11	300	MT 11	117
RT 12	273	MT 12	113
RT 13	346	MT 13	99
RT 14	329	MT 14	98
RT 15	491	MT 15	128
RT 16	334	MT 16	125
RT 17	308	MT 17	117
RT 18	322	MT 18	59
RT 19	404	MT 19	502
RT 20	265	MT 20	99
RT 21	258	MT 21	82
RT 22	295	MT 22	115
RT 23	317	MT 23	118
RT 24	399	MT 24	99
RT 25	316	MT 25	78
RT 26	291	MT 26	88
RT 27	370	MT 27	117
RT 28	277	MT 28	85



Testovací (ADHD) 10, RT=Reakční čas (ms); MT= Motorický čas (ms)

Jméno	CHYBY	POHLAVÍ	VĚK
Z.A.	1/28	M	10,11
RT 1	304	MT 1	127
RT 2	316	MT 2	141
RT 3	329	MT 3	121
RT 4	406	MT 4	120
RT 5	550	MT 5	
RT 6	404	MT 6	358
RT 7	385	MT 7	147
RT 8	364	MT 8	140
RT 9	440	MT 9	97
RT 10	419	MT 10	92
RT 11	539	MT 11	116
RT 12	400	MT 12	101
RT 13	398	MT 13	95
RT 14	481	MT 14	83
RT 15	512	MT 15	141
RT 16	440	MT 16	83
RT 17	441	MT 17	87
RT 18	396	MT 18	87
RT 19	473	MT 19	99
RT 20	465	MT 20	104
RT 21	408	MT 21	69
RT 22	370	MT 22	88
RT 23	450	MT 23	81
RT 24	398	MT 24	118
RT 25	562	MT 25	400
RT 26	415	MT 26	132
RT 27	407	MT 27	121
RT 28	419	MT 28	153

Testovací (ADHD) 11, RT=Reakční čas (ms); MT= Motorický čas (ms)

Jméno	CHYBY	POHLAVÍ	VĚK
B.D.	0/28	M	6,1
RT 1	328	MT 1	422
RT 2	296	MT 2	318
RT 3	393	MT 3	309
RT 4	366	MT 4	295
RT 5	450	MT 5	326
RT 6	325	MT 6	303
RT 7	354	MT 7	306
RT 8	335	MT 8	345
RT 9	405	MT 9	256
RT 10	348	MT 10	261
RT 11	334	MT 11	222
RT 12	343	MT 12	280
RT 13	318	MT 13	230
RT 14	332	MT 14	330
RT 15	341	MT 15	332
RT 16	432	MT 16	311
RT 17	460	MT 17	268
RT 18	511	MT 18	269
RT 19	344	MT 19	233
RT 20	489	MT 20	202
RT 21	470	MT 21	435
RT 22	386	MT 22	252
RT 23	185	MT 23	180
RT 24	379	MT 24	240
RT 25	455	MT 25	255
RT 26	451	MT 26	201
RT 27	324	MT 27	226
RT 28	348	MT 28	475

Testovací (ADHD) 12, RT=Reakční čas (ms); MT= Motorický čas (ms)

Jméno	CHYBY	POHLAVÍ	VĚK
U.M.	1/28	M	13,1
RT 1	311	MT 1	
RT 2	319	MT 2	139
RT 3	242	MT 3	188
RT 4	283	MT 4	156
RT 5	252	MT 5	106
RT 6	263	MT 6	105
RT 7	292	MT 7	148
RT 8	280	MT 8	157
RT 9	302	MT 9	142
RT 10	211	MT 10	154
RT 11	277	MT 11	145
RT 12	262	MT 12	162
RT 13	231	MT 13	91
RT 14	344	MT 14	118
RT 15	242	MT 15	129
RT 16	306	MT 16	138
RT 17	250	MT 17	117
RT 18	267	MT 18	174
RT 19	266	MT 19	197
RT 20	506	MT 20	263
RT 21	298	MT 21	107
RT 22	254	MT 22	109
RT 23	306	MT 23	117
RT 24	327	MT 24	589
RT 25	260	MT 25	107
RT 26	279	MT 26	105
RT 27	267	MT 27	117
RT 28	255	MT 28	108

Kontrolní 1, RT=Reakční čas (ms); MT= Motorický čas (ms)

Jméno	CHYBY	POHLAVÍ	VĚK
S.P.	4/28	Ž	8,1
RT 1	594	MT 1	118
RT 2	285	MT 2	96
RT 3	382	MT 3	142
RT 4	307	MT 4	69
RT 5	333	MT 5	
RT 6	409	MT 6	130
RT 7	423	MT 7	111
RT 8	356	MT 8	
RT 9	336	MT 9	170
RT 10	324	MT 10	155
RT 11	399	MT 11	
RT 12	518	MT 12	94
RT 13	344	MT 13	162
RT 14	358	MT 14	131
RT 15	380	MT 15	123
RT 16	330	MT 16	104
RT 17	325	MT 17	160
RT 18	346	MT 18	200
RT 19	301	MT 19	88
RT 20	350	MT 20	127
RT 21	298	MT 21	
RT 22	336	MT 22	127
RT 23	289	MT 23	210
RT 24	307	MT 24	130
RT 25	317	MT 25	160
RT 26	330	MT 26	127
RT 27	315	MT 27	189
RT 28	398	MT 28	173

Kontrolní 2, RT=Reakční čas (ms); MT= Motorický čas (ms)

Jméno	CHYBY	POHLAVÍ	VĚK
S.A.	2/28	M	11,1
RT 1	260	MT 1	125
RT 2	279	MT 2	114
RT 3	298	MT 3	127
RT 4	275	MT 4	114
RT 5	245	MT 5	117
RT 6	288	MT 6	144
RT 7	377	MT 7	
RT 8	307	MT 8	161
RT 9	273	MT 9	121
RT 10	250	MT 10	145
RT 11	251	MT 11	104
RT 12	289	MT 12	185
RT 13	485	MT 13	192
RT 14	437	MT 14	
RT 15	247	MT 15	178
RT 16	247	MT 16	147
RT 17	230	MT 17	466
RT 18	277	MT 18	206
RT 19	280	MT 19	552
RT 20	323	MT 20	477
RT 21	304	MT 21	181
RT 22	704	MT 22	126
RT 23	240	MT 23	110
RT 24	291	MT 24	117
RT 25	226	MT 25	101
RT 26	270	MT 26	132
RT 27	258	MT 27	104
RT 28	252	MT 28	110

Kontrolní 3, RT=Reakční čas (ms); MT= Motorický čas (ms)

Jméno	CHYBY	POHLAVÍ	VĚK
P.B.	7/28	Ž	6
RT 1	545	MT 1	124
RT 2	363	MT 2	
RT 3	458	MT 3	112
RT 4	403	MT 4	180
RT 5	535	MT 5	
RT 6	586	MT 6	
RT 7	433	MT 7	
RT 8	351	MT 8	152
RT 9	365	MT 9	
RT 10	494	MT 10	223
RT 11	423	MT 11	
RT 12	906	MT 12	
RT 13	377	MT 13	92
RT 14	725	MT 14	143
RT 15	387	MT 15	177
RT 16	419	MT 16	154
RT 17	506	MT 17	
RT 18		MT 18	
RT 19	395	MT 19	108
RT 20	449	MT 20	166
RT 21	481	MT 21	
RT 22	549	MT 22	216
RT 23	490	MT 23	123
RT 24	400	MT 24	119
RT 25	423	MT 25	115
RT 26	339	MT 26	80
RT 27		MT 27	
RT 28	433	MT 28	135

Kontrolní 4, RT=Reakční čas (ms); MT= Motorický čas (ms)

Jméno	CHYBY	POHLAVÍ	VĚK
T.N.	0/28	M	11,8
RT 1	324	MT 1	140
RT 2	330	MT 2	193
RT 3	287	MT 3	189
RT 4	300	MT 4	168
RT 5	298	MT 5	102
RT 6	325	MT 6	112
RT 7	253	MT 7	160
RT 8	263	MT 8	163
RT 9	305	MT 9	153
RT 10	223	MT 10	162
RT 11	253	MT 11	157
RT 12	280	MT 12	173
RT 13	213	MT 13	102
RT 14	350	MT 14	130
RT 15	280	MT 15	142
RT 16	290	MT 16	147
RT 17	260	MT 17	130
RT 18	280	MT 18	149
RT 19	269	MT 19	198
RT 20	501	MT 20	202
RT 21	287	MT 21	163
RT 22	260	MT 22	193
RT 23	301	MT 23	120
RT 24	330	MT 24	245
RT 25	295	MT 25	123
RT 26	290	MT 26	168
RT 27	270	MT 27	149
RT 28	260	MT 28	113

Kontrolní 5, RT=Reakční čas (ms); MT= Motorický čas (ms)

Jméno	CHYBY	POHLAVÍ	VĚK
S.E.	0/28	M	13
RT 1	315	MT 1	194
RT 2	281	MT 2	190
RT 3	420	MT 3	203
RT 4	320	MT 4	189
RT 5	347	MT 5	184
RT 6	413	MT 6	195
RT 7	440	MT 7	161
RT 8	329	MT 8	196
RT 9	400	MT 9	199
RT 10	304	MT 10	168
RT 11	363	MT 11	183
RT 12	301	MT 12	183
RT 13	287	MT 13	175
RT 14	370	MT 14	170
RT 15	353	MT 15	174
RT 16	450	MT 16	156
RT 17	389	MT 17	160
RT 18	258	MT 18	189
RT 19	311	MT 19	181
RT 20	306	MT 20	204
RT 21	358	MT 21	190
RT 22	303	MT 22	168
RT 23	351	MT 23	187
RT 24	404	MT 24	162
RT 25	330	MT 25	180
RT 26	310	MT 26	193
RT 27	338	MT 27	187
RT 28	303	MT 28	195



Kontrolní 6, RT=Reakční čas (ms); MT= Motorický čas (ms)

Jméno	CHYBY	POHLAVÍ	VĚK
P.U.	2/28	Ž	9,7
RT 1	352	MT 1	160
RT 2	336	MT 2	120
RT 3	420	MT 3	123
RT 4	411	MT 4	158
RT 5	436	MT 5	136
RT 6	375	MT 6	112
RT 7	332	MT 7	114
RT 8	302	MT 8	103
RT 9	340	MT 9	109
RT 10	390	MT 10	101
RT 11	353	MT 11	143
RT 12	396	MT 12	132
RT 13	336	MT 13	124
RT 14	403	MT 14	143
RT 15	340	MT 15	123
RT 16	430	MT 16	137
RT 17	329	MT 17	143
RT 18	490	MT 18	136
RT 19	393	MT 19	153
RT 20	363	MT 20	103
RT 21	320	MT 21	132
RT 22	436	MT 22	123
RT 23	396	MT 23	136
RT 24	378	MT 24	173
RT 25	449	MT 25	153
RT 26	405	MT 26	124
RT 27	463	MT 27	117
RT 28	396	MT 28	109

Kontrolní 7, RT=Reakční čas (ms); MT= Motorický čas (ms)

Jméno	CHYBY	POHLAVÍ	VĚK
S.V.	0/28	M	12,1
RT 1	289	MT 1	105
RT 2	277	MT 2	107
RT 3	285	MT 3	68
RT 4	247	MT 4	496
RT 5	247	MT 5	83
RT 6	333	MT 6	164
RT 7	457	MT 7	429
RT 8	320	MT 8	108
RT 9	292	MT 9	87
RT 10	289	MT 10	92
RT 11	358	MT 11	131
RT 12	263	MT 12	32
RT 13	307	MT 13	170
RT 14	269	MT 14	75
RT 15	320	MT 15	200
RT 16	332	MT 16	397
RT 17	340	MT 17	209
RT 18	360	MT 18	205
RT 19	315	MT 19	267
RT 20	287	MT 20	151
RT 21	351	MT 21	200
RT 22	551	MT 22	157
RT 23	65	MT 23	450
RT 24		MT 24	
RT 25		MT 25	
RT 26		MT 26	
RT 27		MT 27	
RT 28		MT 28	