

Errata k popisu výzkumného souboru a diskusi

1. Popis výzkumného souboru

Výzkumný soubor tvořilo 21 probandů ve věku 19,90 let ($\pm 1,85$), výšky 190,71 cm ($\pm 7,28$), hmotnosti 86,57 kg ($\pm 7,96$), kteří mají platnou zdravotnickou prohlídku.

Kontraindikací pro vstup do studie byly osoby s akutním, nebo infekčním onemocněním, či jiným onemocněním pohybového aparátu. Kontraindikováni jsou účastníci v rekonvalescenci po onemocnění, úrazu, operaci či vadou sluchu, které by mohly limitovat účastníky během měření, či poslechu hudby. Všichni probandi byli členi basketbalového klubu TJ Sokol Pražský. Porovnání průměrných údajů všech probandů, kontrolní a experimentální skupiny je uvedeno v následující tabulce.

	MOZART	VLASTNÍ	WHITE NOISE (KONTROLNÍ)	Celkem
Počet probandů	8	7	6	21
Počet mužů	8	7	6	21
Počet žen	0	0	0	0
Ø Věk (roky)	20,63 ($\pm 2,60$)	19,57 ($\pm 0,9$)	19,33 ($\pm 0,94$)	19,90 ($\pm 1,85$)
Ø Váha (kg)	90,75 ($\pm 3,49$)	87,14 ($\pm 7,14$)	80,33 ($\pm 9,12$)	86,57 ($\pm 7,96$)
Ø Výška (cm)	189,63 ($\pm 4,55$)	196,57 ($\pm 5,583$)	185,33 ($\pm 7,20$)	190,71 ($\pm 7,28$)
Ø BMI	25,27 ($\pm 1,38$)	22,57 ($\pm 1,84$)	23,32 ($\pm 1,53$)	23,81 ($\pm 1,98$)

Tabulka 1: Popis výzkumného souboru. Zdroj: vlastní zpracování

2. Diskuse

H1: „Předpokládáme, že prvoligový basketbalisté budou konzistentně vykazovat lepší procento proměněných trestných hodů při poslechu Mozartovy Sonáty K448, v porovnání se střelbou bez hudby.“

Pokud budeme předpokládat, že se procento proměněných trestných hodů po poslechu právě Mozartovy Sonáty pro dva klavíry navýší, musí být pro studii vybrán validní mechanismus účinku. Vzhledem k přímému vlivu dopaminu na pohyb, byla vybrána dopaminová teorie. Dle teoretických poznatků bude hudba navyšovat sekrece dopaminu, který bude stimulovat sportovce k lepšímu výkonu.

Dopamin se podílí na regulaci pohybu, a to včetně kontroly nad opakovanými pohybovými vzory. Studie ukázaly, že dopamin hraje důležitou roli při vykonávání

mimovolného pohybu, do kterého patří i velmi konkrétní motorické učení. Jeho nárůst můžeme očekávat v úkonech jako je hraní na hudební nástroj, psaní na stroji, nebo ve sportovní činnosti (Diederer et al. 2017). Námí vybraný pohyb jsou trestné hody. Studie zveřejněná v Journal of Neuroscience potvrzuje, že subjekty, které denně trénovali sekvenci repetitivních pohybů s prsty (vytřukávání melodie) zaznamenaly zvýšené vylučování dopaminu z bazálních ganglií (Lehéricy et al. 2005). Další studie zveřejněná v PLOS ONE zkoumala roli dopaminu ve stejném pohybovém vzoru. Dle výsledků měli účastníci s vyšší sekrecí dopaminu lepší výsledky a motorický úkon si lépe pamatovali (Moisello et al. 2015).

I přes zdánlivě vhodný výběr pohybového úkonu (trestné hody), na kterém by mělo být dobře vidět, zda specifická hudba ovlivňuje procento proměněných hodů, nebyly výsledky přesvědčivé.

Důvod, který se jeví jako pravděpodobný je možný úbytek podílení dopaminu na repetitivních pohybových vzorcích, které jsou už příliš zautomatizované. Tato možnost se jeví velmi pravděpodobná, neboť vylučování dopaminu je úzce spjato s „odměnou,“ kterou za vykonaný pohyb získáme (Floyer-Lea and Matthews 2004). V moment, kdy motorický úkon opakujeme příliš často se dopamin, který získáváme jako odměnu vytrácí (Voorn et al. 2004). Je tedy možné, že u basketbalistů, kteří vystřelili za svůj život tisíce trestných hodů nebude dopamin hrát tak významnou roli, aby na ně měl Mozartův efekt významný vliv.

Dalším důvodem může být, že při takto vysokém počtu trestných hodů za kariéru je sportovec velmi dobře trénovaný k odstranění zevních vlivů a bude se proto snažit zevní podmínky eliminovat (Pates et al. 2002). Jednodušeji se eliminují podněty, které jsou dobře předvídatelné (Chen and Cave 2013). Hypotéza č. 1 je tedy vyvrácena.

Diskuse k výzkumné otázce č. 2

H2: *„Předpokládáme, že procento proměněných trestných hodů bude statisticky významnější v Mozartově skupině než ve skupině s možností selekce preferované skladby, i než ve skupině vystavené white noise.“*

Jednou z hypotéz, proč může mít Mozartova hudba zvláštní dopad na kognitivní a motorické funkce, je ta, že obsahuje unikátní strukturu rytmů a harmonií, které jedinečným způsobem stimulují mozek k aktivitě. Jinými slovy jde o unikátní akustické vlastnosti Mozartovy hudby, které mají za následek benefity pro náš výkon. Teorie, o které se tyto předpoklady opírají, jsou teorie neurologického primingu neboli „sdužování.“ V této teorii se vychází z modelu trionu navrženého Vermontem Mountcastlem. Mountcastle věří, že se

mozková kůra skládá ze základních procesních jednotek nazývaných „triony“, které jsou uspořádány do sloupců a plní specifickou funkci, jako je zpracování sensorických informací, nebo řízení pohybu.

Jedním z možných vysvětlení toho, jak Mozartův efekt funguje prostřednictvím modelu trionu je, že poslech Mozartovy hudby aktivuje díky svým fyzikálním vlastnostem specifickou skupinu trionů, které se podílejí na kognitivním a motorickém zpracování informací (Rauscher, Shaw, Levine, Wright, Dennis and Newcomb 1997).

Mountcastlův výzkum položil teoretický základ pro teorie, že poslech Mozartovy hudby může zvýšit schopnost řešit úlohy, které jsou na časově-prostorové bázi (vytřukávání rytmu, skládání papíru podle 2D obrázkových instrukcí). Řešení úloh na této bázi má centrum v parietálním laloku mozku. Podle teorie primingu je parietální lalok složen z neurálních sloupců, které zpracovávají prostorové informace, jsou-li facilitovány správně. Poslech Mozartovy hudby vyvolává v parietálním laloku aktivitu ve stejném frekvenčním rozsahu, jako řešení úloh vyžadujících prostorové uvažování (Mountcastle 1979).

Proti ní stojí teorie preferenčních rozdílů, kterou na bázi svých dlouholetých výzkumů představil Kenneth M. Steele.

Ve své studii *An Artefact of preference: The Mozart Effect Revised* si dali Kristian Nantais a Glenn Shellenberg za cíl provést metaanalýzu veškerého výzkumu vykonaného do té doby ohledně Mozartova efektu. Velkou roli hrál i dosavadní výzkum Kennetha Steela. Jejich zjištění byla následující:

- účinky poslechu Mozartovy hudby na kognitivní výkon byly malé a napříč studii nekonzistentní,
- pozorované efekty byly pravděpodobně způsobeny individuálními preferencemi pro hudbu nežli „Mozartovým efektem“,
- studie, které se přikláněly k efektům Mozartovy hudby měly metodologické nedostatky a neobjektivní opatření,
- studie, které k řešení kognitivních, ale i motorických úloh užívaly kromě Mozartovy hudby také jinou hudbu, hlásily podobné účinky, což naznačuje, že účinky nejsou specifické pro Mozartovu hudbu (Nantais and Schellenberg 1999).

Důvodem, že teorie ze sedmdesátých let zůstává do dnes validní v rámci zkoumání Mozartova efektu, je nová studie z roku 2021, která zkoumá vliv Mozartovy hudby, konkrétně Sonáty pro dva klavíry D dur, ve srovnání s Haydenovou Symfonií č. 94 G dur.

Nejčastěji citovanou teorií v poli Mozartovy hudby a epilepsie je dopaminová teorie, neboť dopaminu jsou přiřazeny antiepileptické vlastnosti (Maguire 2017). Vylučování dopaminu zahrnuje smyčku kortexu a bazálních ganglií a je spjata s poslechem hudby (Salimpoor et al. 2011). Smyčka kortex-bazální ganglia patří k systému odměn, ve kterém je dopamin hlavním neurotransmiterem (Stillova, Kiska, Koritakova, Strycek, Mekyska, Chrastina and Rektor 2021). Neexistuje však přímý spoj mezi poslechem hudby a aktivací bazálních ganglií s následným uvolňováním dopaminu a supresí epilepsie. Antiepileptický vliv hudby byl navíc prokázán i u pacientů s vegetativními stavy vědomí a u zvířat, což značně snižuje možnost, že se jedná o vylučování dopaminu na bázi preference, která vyžaduje bdělost a jistý smysl pro vnímání hudby. Tímto je na poli neurorehabilitace potlačena i možnost vylučování dopaminu na bázi hudební preference.

Autoři se proto domnívají, že nejpravděpodobnějším mechanismem účinku budou akustické vlastnosti hudby, se kterými pracoval už Mountcastle.

V tomto experimentu je preferenční teorie zkoumána pomocí možnosti selekce vlastní hudby. Výsledky sice ukazují vyšší procento proměněných trestných hodů při poslechu vlastní nahrávky, ale jedná se bohužel o statisticky bezvýznamné hodnoty. Mozartův efekt se tedy neprojevil ani u jiné skladby než u Mozartovy Sonáty pro dva klavíry. Nelze zde tedy uplatnit dopaminovou teorii, teorii primingu, ani teorii preferenčních rozdílů. Hypotéza 2 je tedy pro neprůkaznost Mozartova efektu vyvrácena.

Diskuse k výzkumné otázce č. 3

H3: „Předpokládejme, že Mozartův efekt napomáhá při exekuci dobře zautomatizovaných motorických vzorců a je touto cestou aplikovatelný ve sportu.“

Cesta, která byla zvolena pro aplikaci Mozartova efektu ve sportu, je spjata s dopaminovou teorií. Dopaminová teorie slouží podle mnohých autorů jako optimální vysvětlivka pro Mozartův efekt, jak na poli řešení časově-prostorových úloh, tak na poli neurorehabilitace (Thompson, Schellenberg and Ilie 2001).

Dopamin se podílí na učení a provádění opakujících se motorických úkolů. Zejména uvolňování dopaminu v bazálních gangliích bylo spojeno se získáváním nových motorických dovedností a vytvářením motorických návyků (Petzinger et al. 2015).

Dopamin je neurotransmiter, který hraje klíčovou roli v motorické kontrole a pohybu. Je uvolňován neurony v bazálních gangliích mozku, což je oblast zapojená do plánování, provádění a kontroly pohybu. Hladina dopaminu v bazálních gangliích se zvyšuje, když se

člověk stává kvalifikovanějším v určitém úkolu, což naznačuje, že dopamin hraje roli ve zjemňování a automatizaci motorických pohybů (Karlsson et al. 2011).

Mozartův efekt je teorie, ve které platí, že poslech klasické hudby může zlepšit kognitivní schopnosti, jako je časově-prostorové uvažování a řešení kognitivních problémů. I když existují určité důkazy, které naznačují, že poslech hudby může zlepšit výkon v určitých pohybových úkonech, včetně sportu, neexistují v současné době žádné nezvratné důkazy, že by Mozartův efekt mohl být konkrétně použit k navýšení výkonu, nebo přesnosti střelby u basketbalových hráčů (Salimpoor, Benovoy, Larcher, Dagher and Zatorre 2011).

Vztah mezi motivací, dopaminem a výkonem motorického úkolu je však složitý a může být ovlivněn mnoha faktory, jako jsou individuální rozdíly v regulaci dopaminu, složitost úkolu a povaha odměny nebo zpětné vazby spojené s úkolem (Moustafa and Gluck 2011).

Existují důkazy naznačující, že snížená motivace během opakujících se motorických úkolů může vést ke snížení uvolňování dopaminu v mozku. Dopamin je často označován jako „neurotransmitter odměny“, protože je zapojen do mozkových cest odměny a motivace. Když se jednotlivci zabývají úkolem, který je pro ně odměňující nebo motivující, dochází ke zvýšení uvolňování dopaminu v mozku. Naopak, když jsou jedinci neangažovaní nebo nemotivovaní, dochází k poklesu uvolňování dopaminu. Pokud tedy u člověka dojde během opakujícího se motorického úkolu ke snížení motivace, je možné, že by to mohlo vést ke snížení uvolňování dopaminu. To by mohlo mít negativní dopad na výkon osoby a její schopnost učit se a zdokonalovat motorický úkol. Je dokázáno, že poslech hudby zvyšuje vyplavování dopaminu, jelikož se však při provádění zautomatizovaných motorických aktivit produkuje dopaminu méně, zůstává poslech hudby u provádění opakovaných motorických vzorců neefektivní. Hypotéza č. 3 může být z tohoto důvodu neprůkazná.