

Univerzita Palackého v Olomouci

Filozofická fakulta

Katedra psychologie

EFEKT EMOČNĚ NABITÉ HUDBY NA PSYCHOFYZIOLOGICKÉ ASPEKTY A PAMĚŤ

The effect of emotionally charged music on psychophysiological aspects
and memory



Magisterská diplomová práce

Autor: Bc. Lenka Kristlová

Vedoucí práce: Mgr. Tomáš Dominik, Ph.D.

Olomouc

2021

Poděkování

Ráda bych na tomto místě poděkovala svému vedoucímu diplomové práce, Mgr. Tomáši Dominikovi, Ph.D. Za veškeré jeho rady, připomínky a konzultace jsem velmi vděčná. Děkuji za jeho ochotu a čas.

Děkuji Gymnáziu Zlín, Lesní čtvrť a všem učitelům, kteří nás vedli heslem „Jednoduchá cesta nikam nevede“. Díky jejich elánu jsem se zúčastnila Středoškolské odborné činnosti, na kterou jsem tématem navázala v diplomové práci. Dále Univerzitě Palackého za možnost studia oboru psychologie v Olomouci. V neposlední řadě děkuji také University of Groningen. Studium na této škole mě obohatilo o vědomosti, zkušenosti a především motivaci, ze které čerpám i přes pandemické období dodnes.

Děkuji všem mým probandům, bez kterých by tato práce nemohla vzniknout.

Jmenovitě bych ráda poděkovala Míši Minaříkové za konzultace v oblasti statistiky a dále Markovi Fuxovi, Dáši Vargové a Dominiku Prachařovi za vlídná slova a povzbuzení.

Největší poděkování patří mým rodičům. Za podporu děkuji mamince a tatínkovi, kteří mi byli inspirací od samého počátku mé studijní cesty a vždy při mně na této cestě stáli.

Prohlášení

Místopřísežně prohlašuji, že jsem magisterskou diplomovou práci na téma „*Efekt emočně nabité hudby na psychofyziologické aspekty a paměť*“ vypracovala samostatně pod odborným dohledem vedoucího diplomové práce a uvedla jsem všechny použité podklady a literaturu.

V Olomouci dne 30. března 2021

Podpis

Seznam použitých zkratk

ANS	Autonomní nervový systém
EEG	Elektroencefalografie
EDA	Elektrodermální aktivita
EKG	Elektrokardiogram
EMG	Elektromyografie
EOG	Elektrookulografie
ERP	Evokované potenciály
HRV	Variabilita srdečního rytmu (<i>Heart Rate Variability</i>)
HF	High frequency (frekvenční pásmo HRV)
LF	Low frequency (frekvenční pásmo HRV)
SCR	Odpověď kožní vodivosti (<i>Skin Conductance Response</i>)
SCL	Hladina kožní vodivosti (<i>Skin Conductance Level</i>)
NS-SCR	Nespecifická odpověď kožní vodivosti
TF	Tepová frekvence

Obsah

Teoretická část

Úvod.....	7
1 Emoce	9
1.1 Definice emocí	9
1.2 Emoce a mozkové procesy.....	11
1.2.1 Limbický systém.....	12
1.2.2 Hypotalamus.....	14
1.3 Emoce a fyzické projevy	14
1.4 Možnosti fyziologického měření emocí.....	15
2 Paměť	17
2.1 Dlouhodobá paměť	18
2.2 Proces podmiňování.....	19
2.2.1 Pavlovovo klasické podmiňování	20
2.2.2 Emoční podmiňování	21
2.3 Emoční paměť	21
3 Psychofyziologie	24
3.1 Definice psychofyziologie	24
3.2 Psychofyziologické koreláty emocí a paměti.....	26
3.3 Elektrodermální aktivita (EDA).....	27
3.3.1 Anatomie a fyziologie kůže, kožní žlázy.....	28
3.3.2 Stručná historie EDA	29
3.3.3 Druhy EDA	30
3.3.4 Terminologie	30
3.3.5 Princip EDA.....	32
3.3.6 Měření EDA	32

3.3.7	EDA a její využití v psychologii.....	34
3.4	Elektrokardiografie (EKG).....	35
3.4.1	Anatomie a fyziologie srdce.....	35
3.4.2	Stručná historie EKG.....	36
3.4.3	Terminologie	37
3.4.4	Princip EKG	38
3.4.5	Variabilita srdečního rytmu (HRV).....	40
3.4.6	EKG a její využití v psychologii.....	42
4	Hudba a mozkové procesy	44
4.1	Definice a počátky hudby	44
4.2	Neurologické koreláty hudebních emocí	45
4.3	Vliv hudby na emoční prožívání.....	46
4.4	Vliv hudby a emocí na paměťové procesy.....	47
4.5	Emočně nabitá hudba a psychofyziologické aspekty	48
5	Dosavadní výzkumy v oblasti hudby	49
5.1	Vliv hudby na emoční prožívání.....	49
5.2	Vliv hudby na paměť.....	50

Výzkumná část

6	Výzkumný problém a výzkumné cíle	52
6.1	Výzkumný problém	52
6.2	Cíle výzkumu.....	53
7	Metodologický rámec.....	54
7.1	Design výzkumu.....	54
7.2	Operacionalizace pojmů	55
7.3	Pilotní studie	58
7.4	Průběh výzkumu.....	60
7.5	Proměnné	62

7.6	Formulace hypotéz	63
7.7	Organizace experimentu	70
7.8	Aplikovaná metodika	71
7.9	Etické aspekty.....	74
8	Výzkumný soubor	76
9	Analýza dat	78
9.1	Analýzy v systému BIOPAC.....	78
9.2	Lineární model se smíšenými efekty	79
9.3	Přehled výsledků výzkumu	81
10	Výsledky testování hypotéz	90
11	Diskuze.....	91
11.1	Diskuze k výsledkům	91
11.2	Limity diplomové práce.....	94
11.3	Přínosy diplomové práce	95
11.4	Závěr a doporučení.....	96
12	Závěry	97
	Souhrn.....	98
	Použité zdroje a literatura.....	103
	Seznam uvedených grafů, obrázků a tabulek	117
	Seznam příloh	119

Úvod

Hudba, nádherné souznění akordů, ovlivňuje prožitky mnoha lidí. Působí na naše emoce a vzbuzuje v nás pocity, jako jsou radost, smutek, strach. Evokuje v nás vzpomínky, události, které jsme ve svém životě prožili. Melodie v nás mohou umocnit šťastné okamžiky nebo smutné vzpomínky podle toho, jakou hudbu právě posloucháme. Rádi si ji pustíme, abychom uvolnili naši mysl, odpočinuli si po každodenních starostech. Můžeme ji považovat jako mentální, ale i fyzickou očistu našeho bytí.

Zejména v posledních pěti letech přibýlo velké množství studií zabývajících se vztahem hudby a neurologických korelátů emocí a paměti. Pozorujeme enormní nárůst zájmu o vliv hudby na člověka, její léčebné účinky na psychiku. Přední neurologové konstatují, že hudba napomáhá při demencích. Účinky muzikoterapie jsou dnes již podpořeny mnoha vědeckými studiemi. Porozumění naší paměti není plné bez dostatečného pochopení hudební paměti. V oblasti psychofyziologie existují dohady kolem vztahu hudby a fyziologického prožívání.

Diplomová práce si klade za cíl zjistit, zda má emočně nabitá hudba vliv na psychofyziologické aspekty, konkrétně na elektrodermální aktivitu a srdeční činnost. Dále má prokázat vliv paměti na emoční prožívání při vystavení podmíněnému podnětu spojenému s intenzivní emocií. Práce se zaměřuje na poznatky v oblasti psychofyziologie. Je psaná nejen pro psychologickou odbornou společnost, ale také pro laickou veřejnost. Proto byla snaha psát diplomovou práci srozumitelnou formou a byl kladen důraz na vysvětlení psychologických jevů.

V roce 2015 v rámci Středoškolské odborné činnosti (SOČ) jsem se věnovala v oblasti psychologie tématu muzikoterapie. V závěru této práce jsem zmínila, že bych dále ráda studovala, jak hudba ovlivňuje člověka na fyziologické úrovni. Coby maturantka Gymnázia Zlín, Lesní čtvrť těšící se na studium psychologie jsem začala psát téma, na které jsem navázala svojí diplomovou prací. Zakončuji touto prací svoji vysokoškolskou cestu v pevném přesvědčení, že moje práce malým a skromným, přesto kreativním a originálním způsobem přispěje k pochopení mechanismu paměti na hudbu.

Teoretická část

1 Emoce

„Každé učení má emoční základ.“ (Platón)

Úvodní kapitola naší práce zavede čtenáře do světa emocí. Řecký filozof Platón, který je v úvodu kapitoly citován, tvrdil, že *„Každé učení má emoční základ.“* Emoce, jak mnohé výzkumy (Egger et al., 2019; Christianson, 1992; Minor & Herzmann, 2019; Tyng et al., 2017) dokládají, jsou nezbytné nejen pro proces učení, ale také pro proces motivace. Jak se čtenář v praktické části naší práce dozví, Platónův citát je s naším experimentem neodmyslitelně spjat. Emoce jsou základním fenoménem pro náš experiment, a to konkrétně emoce spojené s hudbou.

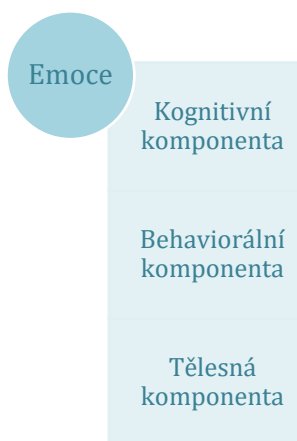
V rámci první kapitoly si přiblížíme samotný pojem emoce a jejich podstatu. Stručně popíšeme mozkové procesy spojené s emocemi a fyzické projevy s nimi souvisejícími. V neposlední řadě se zaměříme také na možnosti měření emocí.

1.1 DEFINICE EMOCÍ

Emoce, jedny z nejzákladnějších lidských charakteristik, představují pro náš život důležitou roli. Ovlivňují nás i naše okolí v chápání a jednání. Již Darwin (Darwin et al., 1872/2020) ve své knize *„Výraz emocí u člověka a u zvířat“* zdůraznil, že emoce jsou nezbytné pro přežití, a proto by je lidé měli přesně rozeznat. Původ slova „*emoce*“ vychází z latinského slovesa *emovere*, tedy vzrušovat, dát do pohybu. Emoce v sobě zahrnují jak emoční prožitky neboli city či pocity, tak výraz a fyziologický doprovod (Hartl et al., 2010; Poláčková Šolcová, 2018).

Většina autorů (Kulišťák, 2011; Mahlke & Minge, 2008) se shoduje, že emoce jsou složeny ze tří komponent, tzv. emoční triády (viz obrázek 1): kognitivní složka (subjektivní prožitky, city), behaviorální složka (exprese emocí) a tělesná složka (fyziologické změny). Jiní autoři (Reeve, 2018) uznávají spíše čtyřsložkový systém emocí (viz obrázek 2): pocity, kognitivní procesy, expresivní chování, tělesná odezva. Goleman (Goleman & Bílková, 2011, 15) doplňuje podstatu emocí slovy: *„Všechny emoce jsou ve své podstatě popudy k jednání; okamžité pokyny pro zvládání životních situací, které nám vstúpila evoluce.“*

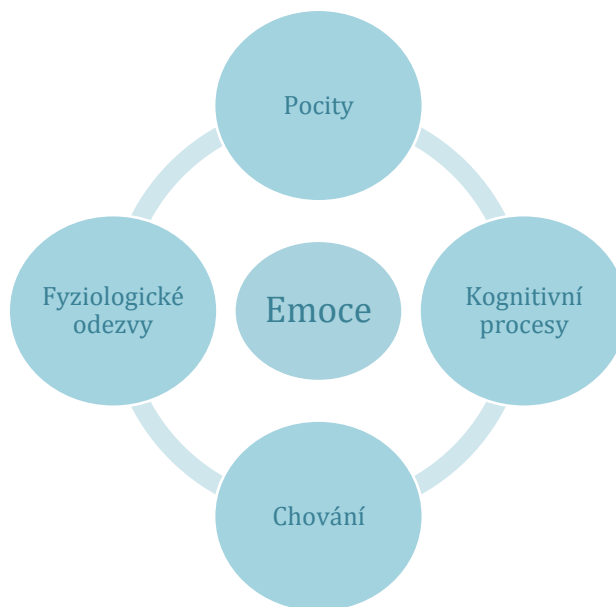
Obrázek 1: *Tři složky emocí (emoční triáda)*



Obrázek 1 zobrazuje tři základní složky emocí.

Zdroj: Kulišťák, 2011.

Obrázek 2: *Čtyři složky emocí*



Obrázek 2 znázorňuje čtyři základní složky emocí.

Zdroj: Reeve, 2018.

O některých emocích můžeme říct, že jsou univerzální a přirozené. Znamená to, že je prožívají a rozpoznávají lidé napříč všemi kulturami. Nazýváme je **primárními** neboli základními emocemi. Mezi základní emoce podle Ekmana (1969) řadíme **radost, smutek, překvapení, strach, hněv a odpor**. Ekman přidal v roce 2011 sedmou základní emoci, kterou je opovržení (Ekman & Cordaro, 2011). Vedle Paula Ekmana se řada dalších teoretiků snažila o určení základních emocí, a tak se jejich seznam buď zkrátil, nebo rozšířil. Vybrané základní emoce podle různých autorů můžeme vidět v tabulce 1 (Egger et al., 2019; Kowalska & Wróbel, 2017).

V psychologii rozlišujeme také **sekundární** emoce, které nazýváme jako komplexní, sociální či vyšší emoce. Sekundární emoce nejsou na rozdíl od emocí primárních přirozené, vznikají totiž jako reakce na vývoj společnosti. Jsou typické tím, že se vyvíjejí ve vztahu ke druhým lidem či k sobě samému. Mezi sekundární emoce můžeme řadit např. důvěru, naději, lásku, stud, obdiv, úctu a mnohé další (Poláčková Šolcová, 2018).

Tabulka 1: Základní emoce definované vybranými psychology mezi lety 1971–2011

Autor	Rok publikování	Základní emoce
Ekman & Friesen	1971	Radost, smutek, překvapení, strach, hněv, odpor + opovržení (2011)
Plutchik	1980	Radost, smutek, překvapení, strach, hněv, odpor, přijetí, očekávání
Frijda	1989	Radost, překvapení, touha, zájem, údiv, lítost
Parrot	2001	Radost, smutek, překvapení, strach, láska
Izard	2011	Radost, smutek, strach, hněv, zájem
Levenson	2011	Radost, smutek, překvapení, strach, hněv, odpor, zájem, úleva, láska
Panksepp & Watt	2011	Radost, smutek, strach, hněv, pátrání, chtíč, péče

Tabulka 1 popisuje, jak se měnilo určování základních emocí mezi lety 1971–2011 vybranými psychology. Zdroj: Egger et al., 2019; Kowalska & Wróbel, 2017 (*upraveno*).

Již antičtí filozofové si byli vědomi vlivu emocí na lidské jednání a chápání. Sokrates poukazoval na pochopení vlastních emocí ve svém citátu „*Poznej sám sebe*“ (Mühleisen & Oberhuber, 2008). Také Platón či Aristoteles považovali emoce a především překvapení (údiv) za základ přemýšlení, a tedy za podstatu filozofie. Samotný údiv představuje základní kámen lidského bytí (Honzák, 2012). Pro vědce jsou emoce záhadou, a to především co se jejich biologické podstaty týká. Chandra & Annapoorni (2019) proto trefně nazvali emoce „enigmou“.

1.2 EMOCE A MOZKOVÉ PROCESY

Zkoumání emocí z pohledu mozkových procesů a fyziologických reakcí je předmětem bádání již od starověku. Je oblíbenou činností filozofů, fyziologů, neurologů či psychologů. Po celé minulé století se mnoho vědců zabývalo otázkou, jak emoce ovlivňují autonomní reakce. Mezi slavné badatele můžeme jmenovat např. Waltera Cannona, který před více než sto lety studoval fyziologii emocí a v roce 1915 popsal syndrom **boj nebo útěk** (*fight-or-flight*), který je známý jako **poplachová reakce** (Andreassi, 2007; Plháková, 2004).

Emoce ovlivňují jak naše každodenní chování, tak naše myšlení. Abychom mohli plně porozumět naší lidské mysli či tomu, jak jednáme s okolním světem, musíme vzít do úvahy náš emoční stav a hlouběji pochopit, jak kognitivní procesy interagují s emocemi. LeDoux (2007, 1) charakterizuje emoční zážitky následovně: „*Emoční zážitky, ať už jsou dobré či špatné, zanechají v mozku silnou stopu*“.

Některé metaanalýzy, které se zaměřovaly na neurozobrazovací studie, silně podpořily myšlenku, že základní emoce mohou být spojovány s určitými specifickými vzorci nervové aktivity. Příkladem může být asociace pocitu strachu se zvýšenou aktivitou amygdaly a insuly¹ (Vytal & Hamann, 2010). V jiné studii autoři v čele s Celeghinem (Celeghin et al., 2017) provedli souhrn několika výzkumů. Poukázali na to, že koncept základních emocí je stále plodný v případě, že současná neurobiologická znalost překoná tradiční lokalizaci funkcí v mozku. Zdůrazňují, že vztah struktury a funkce mezi mozky a emocemi je lépe popsán z hlediska tzv. pluripotenciality². Dále navrhuje, aby se upustilo od zjednodušující teorie založené na lokalizaci funkcí v regionech mozku, tzv. „*one-to-one localizations*“. Sofistikovanější přístup zakládá své poznatky na přehledu neuronálních sítí, tzv. „*one-to-many relationships*“, což je podle autorů přijatelný a moderní přístup ke studiu základních emocí.

Z hlediska zpracovávání emocí jsou podle výzkumů (Deak, 2011) nejvýznamnější následující mozkové struktury: limbický systém, hypotalamus, orbitofrontální kortex, přední cingulární kortex a insulární kortex. V kontextu našeho tématu nás zajímá především limbický systém a hypotalamus.

1.2.1 Limbický systém

Limbický systém je mozková struktura, která se neodmyslitelně pojí s emočním prožitkem. Jedná se o hlavní neurofyziologické centrum emocí, motivace a paměti. Limbický systém můžeme popsat jako pás, který svou polohou shora obkružuje/obepíná jako límec (lat. *limbus*) bílé těleso³ (lat. *corpus callosum*). Je složený z komplexu několika korových a podkorových oblastí, které procházejí celým koncovým mozky. V souvislosti s naším tématem si blíže popíšeme dvě podkorové

¹ Insula (lobus insularis) = lalok ostrovní, jeden z pěti mozkových laloků (Orel, 2015).

² Pluripotencialita = jedna neurální struktura může plnit více funkcí (Anderson et al., 2018; Celeghin et al., 2017).

³ Bílé těleso neboli vazník mozkový = část mozku spojující obě mozkové hemisféry (Orel, 2015).

oblasti, kterými jsou amygdala a hipokampus (Chandra & Annapoorni, 2019; Merkunová & Orel, 2008).

Amygdala (lat. *corpus amygdaloideum*) je párová mozková struktura ve tvaru mandle (lat. *amygdalon*). Nachází se v hloubi spánkových laloků a je tvořena mnoha neuronálními skupinami. Amygdala se podílí na četných funkcích v mozku, jako je např. činnost čichového systému. Na základě emocí a paměti posoudí amygdala aktuálně prožívanou situaci a přiřadí událostem emoční náboj, čímž významně ovlivňuje tělesné funkce i chování (Orel, 2015; Steinmetz, 2010).

Amygdala rozlišuje emočně významné informace a stará se o zaznamenávání do dlouhodobé paměti. Dále zpracovává sociálně významné informace a sociální chování. Vyhodnocuje reálné či potenciální nebezpečí a zahajuje stresovou reakci (Baars & Gage, 2010; Kulišťák, 2017). Z výše popsaného můžeme vyvodit, že svojí činností hraje významnou roli v implicitní emoční paměti a emočním učení (Deak, 2011; LeDoux, 2007).

Hipokampus je párová struktura umístěná v oblasti mediálních temporálních laloků (Ogden, 2005). Svým tvarem připomíná mořského koníka (řec. *hippocampus*). Hipokampus se významně podílí na tvorbě a konsolidaci paměťových stop. Napomáhá ukládat informace z krátkodobé paměti do dlouhodobé (Merkunová & Orel, 2008; Steinmetz, 2010).

Již po celá staletí je hipokampus středobodem neurobiologických výzkumů, které studují jeho souvislosti s pamětí. V roce 1937 proslul významný americký neurolog James W. Papez svojí prací⁴, ve které upozornil, že hipokampus hraje značnou roli nejen v kognici (učení, paměť, zpracování informací, prostorová orientace), ale i v emočním procesu explicitní paměti (Poláčková Šolcová, 2018). Další studie, která způsobila převrat v pochopení organizace lidské paměti, se týkala Henryho Molaisona, známého pod iniciály „H. M.“. Henry trpěl od dětství nevladatelnými epileptickými záchvaty, a proto v roce 1953 podstoupil operaci, při které došlo k resekci⁵ částí spánkových laloků, přičemž byly odstraněny téměř dvě třetiny hipokampu. Operace byla ve své podstatě úspěšná. Epileptické záchvaty ustoupily, avšak H. M. trpěl těžkou

⁴ Práce nesla název „*A Proposed Mechanism of Emotion*“.

⁵ Resekce = odejmutí.

anterográdní amnézií a nedokázal ukládat nové informace do dlouhodobé paměti. Od roku 1957, kdy byl příběh H. M. uveden v novinách, byl případ pacienta H. M. do jeho smrti († 2008) velmi živě studován (Ogden, 2005).

1.2.2 Hypotalamus

Hypotalamus (lat. *hypothalamus*) je struktura mezimozku (lat. *diencephalon*). Kromě regulace homeostázy⁶ zastává také úlohu nadřazeného centra vnitřních (vegetativních/autonomních) funkcí organismu (např. činnost srdce, produkce tepla, spánek). Hypotalamus je úzce spojený s limbickým systémem, díky čemuž zprostředkovává tělesný doprovod všech emocí (Chandra & Annapoorni, 2019; Orel, 2015).

Hypotalamus řídí de/aktivaci autonomního nervového systému (ANS), který se dále dělí na část sympatickou a parasympatickou. Sympatikus a parasympatikus pracují ve vzájemné rovnováze. Regulují periferní fyziologické funkce, jako je např. puls, krevní tlak, pocení či kožní vodivost (Poláčková Šolcová, 2018).

1.3 EMOCE A FYZICKÉ PROJEVY

Emoce považujeme za vrozené vzorce reagování, které jsou doprovázeny fyzickými projevy. Z informací, které jsme se dozvěděli v předchozí kapitole, můžeme vyvodit, že fyziologické změny zprostředkovává autonomní nervový systém. Většina změn je způsobena buď jeho aktivací, kterou má na starost sympatikus, nebo inhibicí, kterou obstarává parasympatikus (Rüegg, 2020).

Poláčková Šolcová (2018) ve své knize „*Emoce*“ shrnuje, že emoce mohou být vyjadřovány na mnoha úrovních, a to jak výrazem ve tváři, tak vokalizací, postojem či fyziologickými změnami (zčervenání, změna kožní vodivosti, dýchání, srdeční tep). Každý z nás si během života mohl všimnout, že prožívání emocí se odráží na našem těle. Pokud jsme ve stresu, uvědomujeme si řadu tělesných změn, jako je například zrychlený srdeční tep, dýchání, pocení, zvýšené svalové napětí, sucho v ústech či stažený žaludek. Dále se nám naše emoce mohou odrazit ve změně tónu hlasu (Eckland et al., 2019), gestikulace či držení těla (Calvo et al., 2015).

⁶ Homeostáza = stálost vnitřního prostředí (Merkunová & Orel, 2008).

Významným emočním signálem je výše zmiňovaný hlas. Člověk vydává rozmanité zvuky u různých emocí. Hlas je poměrně neoblohmý a je složité z něj odstranit známky emocí. Napodobit hlasem určitou emoci je obtížný úkol. Například herci si pomáhají tak, že si vybaví takový prožitek ze svého života, díky kterému se jim podaří docílit přesvědčivosti tónu hlasu. „*Nasadit si na tvář výraz určité emoce (přestože ji nepociťujeme) je naproti tomu snadnější*“ (Paul Ekman, 2015).

Vyvolání emočního prožitku

Emoce mohou být vyvolané celou řadou rozličných podnětů. Při výčtu daných podnětů vycházíme ze souhrnu Poláčkové Šolcové (2018), která je uvádí ve své knize *Emoce*. Participantům mohou být promítány emočně zabarvená slova (např. láska, smrt, vražda), což ve výzkumu (Andreassi, 2007) způsobilo zvýšení tepové frekvence probandů. Emoce jsou často vyvolávány prostřednictvím dalších smyslů. Může se jednat o puštění akustických stimulů (Bradley & Lang, 2000), hudby (Scherer & Coutinho, 2013), čtení afektivně zabarvených příběhů či slov (Poláčková Šolcová, 2018). Podrobně zkoumán je i čichový smysl, který pomocí vůní a zápachu aktivuje autobiografické vzpomínky (tamtéž). „*V mnoha šetřeních jsou podněty kombinovány a působí zároveň na více smyslů k zesílení intenzity prožitku (např. filmový klip s hrozivými výkřiky)*“ (Poláčková Šolcová, 2018, 78.). V našem experimentu budeme podněty také kombinovat, a to využitím hudby s emočně zabarveným videoklipem.

1.4 MOŽNOSTI FYZIOLOGICKÉHO MĚŘENÍ EMOCÍ

Lidské emoce mohou být rozpoznány jak na základě mimiky, řeči či chování (gestika, postoj), tak na základě fyziologických signálů. První tři zmíněné způsoby rozpoznávání emocí nemusí být efektivní, jelikož lidé mohou vědomě či nevědomě zakrývat své skutečné emoce. Využití fyziologických signálů vede k objektivnějšímu a spolehlivějšímu rozpoznání emocí (Shu et al., 2018; Zhang et al., 2020). Mezi nejpoužívanější metody fyziologického měření emocí patří změna galvanického odporu kůže, tepu, tlaku či teploty. Na základě fyziologických změn jsme schopni identifikovat emocionální stav člověka (Shu et al., 2018).

Fyziologická měření se v souvislosti s emocemi soustředí na řadu ukazatelů. Vychází z předpokladu, že mezi psychickou a fyziologickou aktivitou organismu

existuje vztah, a tudíž se změny ve fyziologických proměnných odrazí ve změně psychických proměnných a naopak (Cacioppo et al., 2016; Poláčková Šolcová, 2018).

Měření emocí z biosignálů

Emoce informují o obecné aktivaci fyziologických funkcí, jako jsou srdeční tep, krevní tlak, dech, kožní odpor, pocení či trávicí změny. Změny fyziologických funkcí neboli informace o stavu vycházejících ze živého organismu nazýváme **biosignály**. Biosignály různých povah dělíme na mechanické, elektrické, magnetické, tepelné, optické či chemické typy (Holčík, nedat.).

Emoce z biosignálů měříme pomocí psychofyziologických metod, které si blíže vysvětlíme ve třetí kapitole. Psychofyziologické měření zahrnuje většinou neinvazivní metodu, která měří tělesné funkce se zaměřením na specifika, jež jsou relevantní pro psychology či kognitivní neurovědce. Emoce lze měřit pomocí metod, jako jsou elektrodermální aktivita (EDA), elektrokardiografie (EKG), elektroencefalografie (EEG), elektromyografie (EMG) (Egger et al., 2019; Gratton, 2007), funkční magnetická rezonance (fMRI), pozitronová emisní tomografie (PET) (Barrett & Wager, 2006; Celeghin et al., 2017; Dolcos et al., 2020; Phan et al., 2002) či pomocí měření evokovaných potenciálů (ERP) (Deak, 2011).

2 Paměť

Ve druhé kapitole seznámíme čtenáře s pamětí a jejím rozdělením. Stručně nastíníme proces učení, jelikož bez učení se paměť neobejde. V rámci podkapitoly Učení se hlouběji zaměříme na klasické podmiňování, se kterým se neodmyslitelně pojí jméno ruského fyziologa Ivana Petroviče Pavlova. V neposlední řadě se budeme věnovat emoční paměti.

Paměť definujeme jako schopnost ukládat, uchovávat a vybavovat informace z mozku získané učením (Hartl et al., 2010). Paměťové procesy probíhají ve třech krocích (Anderson et al., 2018):

1. vštípení (kódování);
2. uchování (retence);
3. vybavení (reprodukce).

Schopnost uchovávat informace v čase je jednou ze základních podmínek funkce živých systémů a základem funkce učení (Plháková, 2004). Paměť můžeme z hlediska časovosti podle intervalu mezi naučením a vybavením pamětní stopy dělit na tři typy (Camina & Güell, 2017):

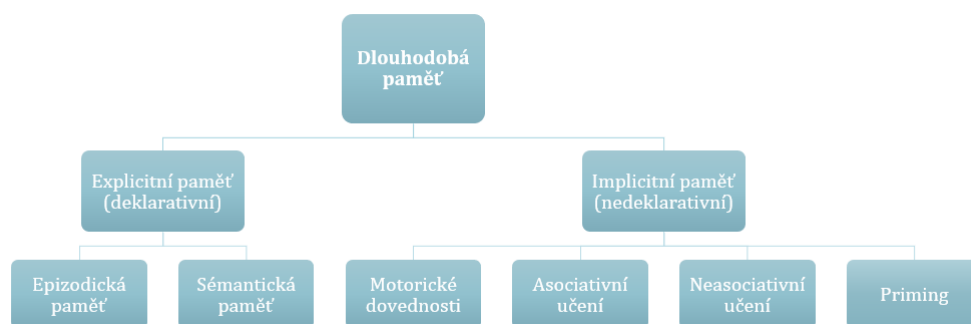
1. **ultrakrátkodobá neboli senzorická paměť** (ang. *sensory memory*): uchovává informace od jedné sekundy do pár sekund;
2. **krátkodobá paměť neboli pracovní paměť** (ang. *short-term memory*): uchovává omezené množství informací po dobu několika sekund;
3. **dlouhodobá paměť** (ang. *long-term memory*): uchovává obrovské množství informací po velmi dlouhou dobu.

V kontextu naší práce je středem zájmu dlouhodobá paměť, a proto si ji na další stránce více specifikujeme.

2.1 DLOUHODOBÁ PAMĚŤ

Dlouhodobá paměť je jednou ze tří složek paměti. Můžeme ji dále dělit na paměť **explicitní** nebo deklarativní a paměť **implicitní** neboli nedeklarativní⁷. Deklarativní paměť je tzv. paměť pro fakta. Rozlišujeme epizodickou paměť čili paměť pro osobní události a sémantickou paměť, tedy paměť pro obecné informace. Nedeklarativní paměť je tzv. paměť pro dovednosti. Subsystémy implicitní paměti jsou motorické dovednosti (tzv. procedurální paměť), asociativní učení (klasické podmiňování), neasociativní učení a priming (Camina & Güell, 2017; Kandel, 1999; Sandrini & Cohen, 2014).

Obrázek 3: Složky dlouhodobé paměti

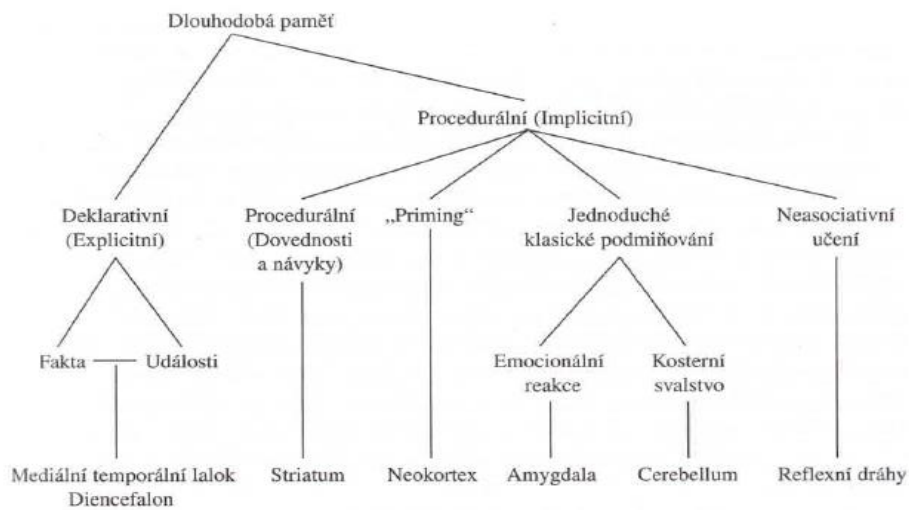


Na obrázku 3 je zobrazeno rozdělení dlouhodobé paměti. Zdroj: Camina & Güell, 2017; Kandel, 1999; Sandrini & Cohen, 2014 (*upraveno*).

Kandel (1999, 509) graficky znázornil, které nervové struktury odpovídají za jednotlivé složky dlouhodobé paměti (viz obrázek 4). Pro čtenáře je podstatné klasické podmiňování v rámci nedeklarativní paměti. Rozebereme si jej blíže v následující podkapitole. Již na obrázku si čtenář může všimnout, že na podnět, k němuž jsme si vytvořili podmíněnou reakci, můžeme odpovídat jak na úrovni svalové, tak na úrovni emoční. Ovládání svalové reakce má na starosti mozeček, kdežto za emoční odpověď stojí amygdala, kterou jsme v tomtéž kontextu popisovali v 1. kapitole. Emoční reakce v rámci klasického podmiňování očekáváme i v našem experimentu.

⁷ U některých autorů se setkáváme s názorem, že správné dělení paměti je na paměť deklarativní a nedeklarativní oproti dělení na paměť deklarativní a procedurální. Zastávají názor, že pojem „procedurální paměť“ se pojí pouze s motorickými dovednostmi jako jsou dokonale naučené, automatizované dovednosti (např. jízda na kole) (Plháková, 2004, 205).

Obrázek 4: Organizace údajů v dlouhodobé paměti



Obrázek 4 znázorňuje, která část paměti zodpovídá za určitý proces. Dále popisuje, která nervová struktura má na starosti dané procesy. Zdroj: (Kandel, 1999, 509 in Plháková, 2004, 215).

2.2 PROCES PODMIŇOVÁNÍ

Náš experiment stojí na bázi **klasického podmiňování**, a proto je důležité si pojem důkladně vysvětlit. Abychom mohli čtenáři vysvětlit proces podmiňování, pak se musíme nejprve stručně věnovat učení. **Učení** můžeme na širší úrovni definovat následovně: jedná se o veškeré behaviorální a mentální změny, které jsou důsledkem životních událostí (Plháková, 2004).

Typy učení, z nichž spousta sdílíme i s ostatními živočišnými druhy, můžeme rozdělit do pěti kategorií (tamtéž):

1. **geneticky naprogramované typy** učení, do kterých spadá např. habituace (přivykání), senzibilizace (zcitlivění), imprinting (vtiskování) či explorační chování;
2. **klasické podmiňování**;
3. **operantní (instrumentální) podmiňování**, do kterého zařazujeme pozitivní posílení (pozitivní zpevnění) a negativní posílení (negativní zpevnění);
4. **učení vhladem**;
5. **sociální učení**.

2.2.1 Pavlovovo klasické podmiňování

Klasické podmiňování (ang. *classical conditioning*) se řadí mezi formy asociačního učení, jelikož se během tohoto procesu tvoří podmíněné reflexy plynoucí z asociací. Známým učebnicovým příkladem klasického podmiňování je pokus ruského fyziologa Ivana Petroviče Pavlovova⁸ (Camina & Güell, 2017; Eelen, 2018). Níže popíšeme stručně podstatu Pavlovova experimentu.

„Při experimentech, které měly vést naučení podmíněné reakce, byli psi se zavedenými vývody slinných žláz upoutáni v jakémsi postroji, který jim znemožňoval volný pohyb. Badatelé pak spustili metronom (neutrální podnět) a prakticky vzápětí psovi předložili obvyklý pokrm. Pokus se opakoval 7krát až 9krát za den. Psi brzy začali slinit bezprostředně po spuštění metronomu. Prakticky všichni si osvojili podmíněný reflex v intervalu od dvou do deseti dnů. Při dalším experimentování se Pavlovovi podařilo spojit salivační reakci s dalšími podněty, k nimž patřily různé obrazce, rytmické doteky na kůži, rozsvícení světla, zvuk zvonku, varhanní píšťaly či telefonu“ (Frolov, 1948, 86 in Plháková, 2004, 165).

Plháková (2004, 166) doplňuje: „Při klasickém podmiňování se nevytvářejí nové formy chování, ale určité vrozené reakce jsou vyvolávány novým, původně neutrálním podnětem.“ K procesu podmiňování se řadí pojmy, které si vysvětlíme (Camina & Güell, 2017; Lavond, David & Steinmetz, Joseph, 2003; Lieberman, 2021):

- **nepodmíněný podnět** (ang. *unconditioned stimulus*): vyvolává určitou vrozenou reakci bez předchozího učení (např. navlhčené mleté maso);
- **nepodmíněná reakce** (ang. *unconditioned response*): nenaučená vrozená odezva na nepodmíněný podnět (např. slinění);
- **podmíněný podnět** (ang. *conditioned stimulus*): původně neutrální stimul (např. zvonek), který během procesu podmiňování získává schopnost vyvolávat vrozenou nenaučenou reakci (např. slinění);
- **podmíněná reakce** (ang. *conditioned response*): původně nepodmíněná reakce (např. slinění), kterou vyvolal podmíněný podnět (např. zvonek).

⁸ Termín klasické podmiňování můžeme v zahraniční literatuře najít také pod názvem „*Pavlovian conditioning*“ pojmenovaným po svém objeviteli (Eelen, 2018; Lieberman, 2021).

2.2.2 Emoční podmiňování

Představte si, že sedíte v čekárně u zubaře. Najednou uslyšíte zvuk zubní vrtačky. Jaké emoce se Vám objeví? Pravděpodobně se začnete bát. Nyní si naopak představte vůni mandarinky či posezení u krbu v obývacím pokoji. Vybavili jste si období vánočních svátků, pocit tepla a bezpečí? Dané pocity, které se pravděpodobně většině z nás vybavily, zažíváme díky tzv. emočnímu podmiňování.

Emoční podmiňování (ang. *emotional conditioning*) vychází z konceptu klasického podmiňování. Zkoumá vztah mezi smyslovými podněty a emoční odpovědí, přičemž za zprostředkováním daného vztahu stojí amygdala. (Koukolík, 2012; Steinmetz, 2010). V roce 1941 zkoumali a pojmenovali popisovanou formu podmiňování Estes a Skinner. Nazvali ji jako „**podmíněná emoční odezva**“ (ang. *conditioned emotional response*, zkratka **CER**). Výsledkem je citová, fyziologická reakce na původně neutrální objekt (Lieberman, 2021).

V naší studii se snažíme odpovědět na otázku, zda se hudba (akustický stimul), která byla dříve neutrálním podnětem, může v kombinaci s emočně nabitým klipem stát podmíněným podnětem a vyvolat reakci.

2.3 EMOČNÍ PAMĚŤ

Emoční paměť je pojem, jenž zahrnuje vzpomínky vázané na emoce, které v mozku zaujímají zvláštní postavení. Emoční paměť je nezávislý paměťový systém, na který se vážou emoční prožitky (Mokrišová et al., 2012).

Emoční paměť je zprostředkována vícero paměťovými systémy. Vědomou explicitní paměť zajišťuje hipokampus a jeho přidružené kortikální oblasti. Nevědomou implicitní vzpomínku (např. na strach) zabezpečuje amygdala a její přidružené oblasti, viz obrázek 5 (Dolcos et al., 2017; LeDoux, 2007; Mokrišová, I. et al., 2012).

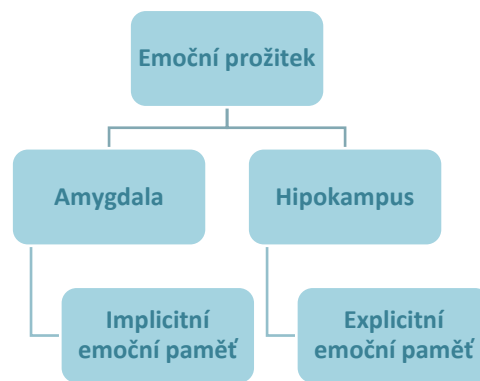
Emoce mají na člověka silný vliv. Studie prokázaly, že intenzivní autobiografické vzpomínky, ať už pozitivní či negativní, bývají nejčastěji emočně nabitě události (Holland & Kensinger, 2010; Talarico et al., 2004). Citově zabarvené prožitky jsme si schopni vybavit častěji, jasněji a detailněji než neutrální události (Adelman

& Estes, 2013; Dolcos et al., 2020; James L McGaugh, 2015; Minor & Herzmann, 2019; Ventura-Bort et al., 2020).

Některé studie naznačují, že negativní události na nás mají větší vliv než pozitivní. Představují hypotézu, že mozek odpovídá silněji na špatné události než na dobré. Také jejich uložení v paměti je podle autorů intenzivnější (Baumeister et al., 2001; Kensinger, 2009; Kensinger et al., 2007). Možným vysvětlením je, že se může jednat o adaptační mechanismus důležitý pro přizpůsobení se prostředí. Díky intenzivnějšímu uložení negativní události v paměti je organismus připraven zareagovat při příští podobné události rychleji (Hamann, 2001). Nicméně o silnějším vlivu negativních zážitků nelze tvořit jednoznačné závěry, jelikož na poli výzkumu o emoční paměti chybí větší množství studií zabývajících se pozitivními emocemi. V rámci našeho současného poznání víme, že životní momenty, ať už nejvíce bolestivé či nejradostnější, jsou pamatovány velmi živě (Minor & Herzmann, 2019).

V literatuře se princip vlivu amygdaly na posílení emoční paměti nachází pod názvem „*memory-modulation hypothesis*“ (Dolcos et al., 2004; LaBar, 2015). Autor hypotézy, James McGaugh, v roce 2000 uvedl (McGaugh, 2000), že se amygdala významně podílí na zlepšení konsolidace paměti v kontextu emocionálních zážitků. Amygdala interaguje s dalšími oblastmi mozku, které jsou zapojené do paměťových procesů, a aktivuje stresové hormony, které posilují tvorbu paměťových stop (LaBar, 2015; James L. McGaugh, 2004). Metaanalýza (Murty et al., 2010) nashromáždila množství důkazů, a to včetně neurozobrazovacích studií, podporujících McGaughovu hypotézu. Dokazuje, že amygdala interaguje s oblastmi, které se podílí na zpracování paměti, aby poskytla dlouhodobou retenci emočních vzpomínek.

Obrázek 5: *Emoční prožitek z hlediska paměťových systémů*



Obrázek 5 znázorňuje, že emoční prožitek je zprostředkován jak amygdalou, která zabezpečuje implicitní emoční paměť, tak hipokampem, který zodpovídá za explicitní emoční paměť. Zdroj: LeDoux, 2007.

3 Psychofyziologie

Třetí kapitola diplomové práce pojednává o **psychofyziologii**. Psychofyziologie je poměrně mladý obor, který se rozvíjí nebývalou rychlostí. Díky moderním technologiím přibývají v této disciplíně stále nové poznatky. Zejména neurozobrazovací metody nám umožňují nahlédnout do oblastí mozku a odhalovat, jaké oblasti mozku jsou aktivní během psychologických procesů, jako jsou percepce, kognice či prožívání emocí (Andreassi, 2007; Cacioppo et al., 2016).

V následujících stránkách poskytneme čtenáři skromný náhled na to, jak probíhají psychofyziologické procesy během emočního prožívání či v rámci paměťových pochodů. Blíže se zaměříme na charakterizování principů měření elektrodermální aktivity a elektrokardiografie. Vybrané dvě metody měření jsou využity v naší experimentální studii.

3.1 DEFINICE PSYCHOFYZIOLOGIE

Psychofyziologie je vědní obor, který zkoumá fyziologické procesy ve vztahu k chování a duševním pochodům jedince (Andreassi, 2007; Procházka et al., 2015). Doslovná citace Andreassiho (2007, 2) zní: „*Psychofyziologie je studium vztahů mezi psychologickou manipulací a výslednými fyziologickými reakcemi měřenými na živých organismech s cílem porozumět vztahům mezi mentálními a tělesnými procesy.*“ Psychofyziologie se snaží zachytit subjektivní psychické pochody, např. pomocí rozhovoru, dotazníkových metod, pozorování, a objektivní fyziologické děje pomocí moderních technologií. Díky současným metodám máme možnost využívat elektroencefalografii (EEG), elektrokardiografii (EKG), elektromyografii (EMG) a podobně (Procházka et al., 2015).

Souvislostem mezi psychickými a fyzickými fenomény se věnovali již filozofové ve starém Egyptě či antickém Řecku. Od počátku lidského bádání se lidé zabývali otázkou, jak lidská mysl souvisí s fyzickým prožíváním (Cacioppo et al., 2016). Psychofyziologie jako jednotný obor vznikla v padesátých letech dvacátého století. Její počátek do značné míry umožnil vznik polygrafu, který zaznamenává elektrofyziologické ukazatele reaktivity organismu (Hugdahl, 2001). Je úzce spojena se čtyřmi obory, a to s anatomíí, fyziologií, psychologíí a neurovědami. Své poznatky

propojuje také s neuropsychologií, psychobiologií, fyzikou a dalšími obory (Andreassi, 2007).

Zpracování mechanismů psychofyziologických projevů zajišťuje náš nervový systém, který dělíme na centrální nervový systém (CNS) a periferní nervový systém (PNS). V rámci centrálního nervového systému rozlišujeme mozek a míchu. Do periferního nervového systému řadíme somatický nervový systém, který inervuje kosterní svalstvo, a autonomní nervový systém (ANS), který ovlivňuje hladké a srdeční svalstvo vnitřních orgánů. Autonomní nervový systém se dále dělí na parasympatický nervový systém (PNS) a sympatický nervový systém (SNS). PNS a SNS pracují ve vzájemné rovnováze, přičemž PNS obecně inhibuje a stimuluje vegetativní funkce, kdežto SNS aktivuje tělo a připravuje jej na reakci „boj nebo útěk“ (Merkunová & Orel, 2008; Stern et al., 2001).

Tabulka 2: Nervový systém a jeho řízení psychofyziologických reakcí

Centrální nervový systém	Somatický nervový systém	Autonomní nervový systém
EEG	EMG	Tepová frekvence (PNS, SNS)
ERP	EOG	Tlak krve (PNS, SNS)
		EDA (pouze SNS)
		Reakce zornic (PNS, SNS)
		Průtok krve (PNS, SNS)

Tabulka 2 shrnuje, které části nervového systému řídí dané fyziologické funkce. Biosignály, které měříme pomocí EEG⁹ a ERP¹⁰, má na starosti přímo náš mozek, tedy nadřazený centrální nervový systém. Další biosignály měřené prostřednictvím EMG¹¹ a EOG¹² řídí somatický nervový systém. Tepová frekvence, tlak krve, reakce zornic a průtok krve jsou ovlivněny součinností sympatiku a parasympatiku. EDA je řízena pouze sympatikem Zdroj: Andreassi, 2007.

Psychofyziologické měření dělíme na invazivní a neinvazivní. V rámci invazivního přístupu měříme ukazatele uvnitř organismu (např. uvnitř mozku). Neinvazivní metodou měříme signály na povrchu těla (Procházka et al., 2015).

⁹ EEG = elektrická aktivita mozku.

¹⁰ ERP = evokované potenciály.

¹¹ EMG = elektrická aktivita svalů.

¹² EOG = elektrická aktivita očních pohybů.

3.2 PSYCHOFYZIOLOGICKÉ KORELÁTY EMOCÍ A PAMĚTI

V této diplomové práci nás zajímá, jak působí akustické a vizuální podněty na emoční prožívání a paměťové pochody jedince. V následující podkapitole stručně nastíníme psychofyziologické koreláty emočního stavu a paměti. Zmíníme, jaké metody jsou nejčastější pro jejich měření.

Psychofyziologické koreláty emočního prožívání

V první kapitole jsme uvedli, jakými metodami můžeme emoční prožívání na fyziologické úrovni zkoumat. Pro připomenutí, z hlediska psychofyziologie měříme emoce pomocí následujících metod: EDA, EKG, EEG, EMG (Egger et al., 2019; Gratton, 2007), fMRI a PET (Celeghin et al., 2017; Dolcos et al., 2020).

Pro posouzení intenzity emočního stavu se doporučuje měřit elektrodermální aktivita. Naše úroveň emočního vzrušení (ang. *arousal*) se mění v závislosti na prostředí, ve kterém se nacházíme. Pokud vnímáme situaci jako radostnou, děsivou či jinak emocionálně významnou, pak následná změna emoční reakce, kterou prožíváme, zvyšuje aktivitu ekrinních potních žláz (Boucsein, 2012).

Se zvyšující se intenzitou emocí se zvyšuje i elektrodermální aktivita (Braithwaite et al., 2015), přičemž lineární trend je strmější u mužů než u žen (Lang et al., 1993). Studie Bianchina & Angrilliho (2012) nenašla rozdíly ve změnách kožní vodivosti v reakci na emoční stimul, avšak studie z roku 2020 (Bari, 2020) naznačuje i přes nesignifikantní výsledky, že v elektrodermální aktivitě mezi mužem a ženou by mohl být rozdíl. Odpověď kožní vodivosti je obecně větší na negativní stimuly než na stimuly pozitivní. Negativní stimuly o vysoké intenzitě pak vyvolávají nejvyšší amplitudu v měření (Balconi et al., 2009).

Psychofyziologické koreláty paměťových pochodů

K výzkumu paměti můžeme využít nástrojů, jako jsou EEG, ERP, EDA, fMRI, PET (Onoda et al., 2009). Stručně se podíváme, jak se dá paměť zkoumat v kombinaci s elektrodermální aktivitou. Ve výzkumu paměti figuruje elektrodermální aktivita jako ukazatel pozornosti. Kožní odpověď, která je spojená s paměťovými procesy, je u starších lidí s ohledem na přirozeně sníženou kognitivní pozornost nižší než u mladších jedinců (Plouffe & Stelmack, 1984).

Plouffe & Stelmack (1984) poukazují, že zvýšená elektrodermální aktivita se váže k vybavování informací. Ke zvýšení EDA by mělo dojít také při kódování nových informací, zatímco při zpracovávání již dříve spatřeného objektu byla zpozorována nižší EDA.

V neposlední řadě byla EDA využita v zajímavém výzkumu, který se týkal pacientů s diagnostikovanou prosopagnozií¹³. Ač postižený nebyl schopný identifikovat pro něj známého druhého člověka, jeho kožní vodivost byla zvýšená. Známý výzkum tak poukazuje na fakt, že dochází k autonomní odpovědi nervové soustavy i bez zpracování v postižených centrech mozku, co se rekognice tváří týká (Tranel & Damasio, 1985).

3.3 ELEKTRODERMÁLNÍ AKTIVITA (EDA)

Elektrodermální aktivita měří **kožní vodivost**. Z fyziologického hlediska EDA funguje na principu neurologické kontroly rychlosti produkce potních žláz. K její změně dochází podle aktivity ekrinních potních žláz. Laicky si můžeme představit, že se EDA mění podle toho, jak moc člověk produkuje pot. Vylučování potu potními žlázami je reakce, kterou řídí sympatický nervový systém. Vyvozujeme tak, že elektrodermální aktivita je autonomní bezděčná odpověď. Stimulem, který vyvolá v elektrodermální aktivitě změny, může být dotyk, obraz, zvuk, vůně či chuť (Andreassi, 2007; Boucsein, 2012).

Elektrodermální aktivita je pro svoji přesnost a jednoduchost jedním z nejvíce využívaných měření v psychofyziologii (Geršak, 2020). Široká škála článků, ve kterých jsou publikovány výzkumy využívající elektrodermální aktivitu, odráží skutečnost, že byla EDA zkoumána jak v souvislosti s pozorností či procesem zpracování informací nebo emocemi, tak s mírou korelace s normálním či abnormálním chováním. Rozšířené využití EDA je určitým způsobem dané jejím relativně snadným měřením a její citlivostí na psychologické stavy a procesy (Dawson et al., 2016).

¹³ Prosopagnozie = neurologická porucha, při které postižený není schopen rozeznávat tváře jemu známých lidí (Procházka et al., 2015).

3.3.1 Anatomie a fyziologie kůže, kožní žlázy

Princip elektrodermální aktivity je založený na fyziologických projevech, ke kterým dochází v kůži. V následující podkapitole si stručně popíšeme anatomii a fyziologii kůže a potních žláz.

Kůže

Kůže (řec. *derma*) je největším orgánem lidského těla. Zaujímá plochu o velikosti 1,5 až 2 m². U dospělého člověka váží kůže až 3 kg. Společně s přídatnými útvary (tzv. kožní adnexa: vlasy, chlupy, nehty, žlázy, svaly vzpřimující chlupy, receptory, nervy) tvoří **kožní ústrojí**. Její funkce jsou velmi rozmanité. Z fyziologického hlediska má kůže význam protektivní, imunitní, termoregulační, resorpční, exkreční, metabolický a zásobní. Významnou funkcí kůže je smyslové vnímání dotyku, bolesti a teploty (Stork, 2008).

Kůže často odráží duševní stav člověka. Při studu zčervenáme, při strachu zbledneme. Úzkost vede ke zvýšení aktivity potních žláz. Víme, že psychická nepohoda může vést ke kožním problémům. Lze usoudit, že psychický stav je s kůží velmi spjatý (Narang et al., 2013).

Kůži tvoří dvě hlavní vrstvy: pokožka a škára. **Pokožka** (řec. *epidermis*) je povrchová vrstva kůže tvořená zrohovatělými buňkami. Řadíme zde keratinocyty (tvoří keratin), melanocyty (tvoří melanin určující barvu kůže a chrání před UV zářením), Langerhansovy buňky (imunitní buňky) a Merkelovy buňky (kožní mechanoreceptory sloužící k dotykovému čítí). Z pokožky vznikají chlupy, nehty a kožní žlázy (Čihák, 2016; Stork, 2008).

Škára (lat. *dermis*) je prostřední vrstva kůže, která je tvořena povrchovou vrstvou elastických vláken a hlubší vrstvou z kolagenních vláken. Škára je silně prokrvená a inervovaná. Nachází se v ní různé typy buněk, nervové receptory či vlasové váčky (tzv. folikuly), ve kterých jsou ukotveny vlasy či chlupy. Do vlasových folikulů ústí mazové a apokrinní potní žlázy (Čihák, 2016; Procházka et al., 2015).

Podkožní vazivo (řec. *hypodermis*) se nachází pod škárou. Jedná se o nejhlubší vrstvu, která se však již za součást vlastní kůže nepokládá. Tvoří jej síť kolagenních vláken a vazivových buněk. Úkolem podkožního vaziva je ukládání tuku a ochrana svalů a nervů. Tukové buňky slouží jako zásobárna energie. Z hlediska EDA je důležité

zmínit, že podkožní vazivo je ovlivněno sympatikem, na jehož podnět vazivo zvyšuje potivost (Dominik, 2018a; Stork, 2008).

Kožní žlázy

Kožní žlázy jsou uloženy v prostřední vrstvě kůže – ve škáře. Dělí se na mazové žlázy a potní žlázy, ze kterých se u žen vyvinuly mléčné žlázy. **Mazové žlázy** ústí do vlasových folikulů. Produkují maz, který zvláčňuje kůži a chrání ji před vyschnutím (Čihák, 2016). V kontextu naší práce si blíže popíšeme potní žlázy, které mají na starost proces termoregulace, a jsou tedy z hlediska EDA nejvýznamnější.

Potní žlázy dělíme na ekrinní a apokrinní potní žlázy. **Ekrinní žlázy** mají ochrannou a termoregulační funkci. Určité ekrinní žlázy vylučují při psychických podnětech pot, a tak udržují třecí plochy vlhké. Vyskytují se všude na těle kromě následujících míst: nehtová lůžka, červeň rtů, glans penis, clitoris, labia minora, prepucium. Nejvíce jich je uloženo na dlaních, chodidlech a čele. Ekrinní žlázy ústí přímo na povrch kůže. **Apokrinní žlázy** vedou do vlasového folikulu. Ochlazují kůži a udržují vlhkost jejího povrchu pomocí vylučování vody. Vyskytují se v pohlavních orgánech, podpaží, prsních bradavkách a ušních kanálcích (Čihák, 2016; Procházka et al., 2015).

Lidské tělo vyprodukuje denně cca 100 ml potu, který obsahuje vodu, NaCl, močovinu, kyselinu mléčnou a další látky. Jeho funkcí je ochlazování organismu vlivem výparu vody z těla (Čihák, 2016). Produkce potu je zvyšována aktivací sympatiku. Nejvíce potu je produkováno na periferiích těla, především na konečcích prstů, dlaních ruky a plosce nohy (BIOPAC Systems, Inc., 2015).

3.3.2 Stručná historie EDA

Elektrodermální aktivita byla dříve nazývána jako psychogalvanický reflex či kožně-galvanická odpověď (ang. *Galvanic Skin Response*, GSR) (Dawson et al., 2016). Úplným počátkem a důležitým rokem z hlediska elektrodermální aktivity můžeme označit rok 1849, kdy německý lékař a fyziolog Emil du Bois-Reymond objevil, že lidská kůže vykazuje elektrické vlastnosti (BIOPAC Systems, Inc., 2015).

Z hlediska psychologického výzkumu byl významný rok 1879, kdy francouzský vědecký pracovník Vigouroux jako první zkoumal EDA ve vztahu

k psychologickému stavu. Carl G. Jung měřil emoční citlivost vůči slovům, které užíval ve slovním asociačním testu (Andreassi, 2007).

Nejznáměji se elektrodermální aktivita proslavila užitím svého záznamu při detekování lži. Detektor lži (= polygraf) odhaluje mimo jiné za pomoci změn kožní vodivosti a odporu, zda daná osoba lže či nikoliv. V roce 1888 Charles Fere poprvé pozoroval změny kožní vodivosti v závislosti na emočních stimulech člověka (Andreassi, 2007).

3.3.3 Druhy EDA

Elektrodermální aktivita se dělí na tonickou a fázickou aktivitu. **Tonická aktivita** je bazální úroveň¹⁴ (ang. baseline) a nastává, když není přítomen žádný stimul a tělo je v klidu. **Fázická aktivita** vzniká jako reakce na určitý podnět a má obvykle latenci 1–3 sekundy (Boucsein, 2012).

Elektrodermální aktivitu můžeme rozlišovat podle toho, zda je zdroj elektrického potenciálu vnitřní, nebo vnější. Pokud je zdroj elektrického potenciálu vnitřní, označujeme ho jako **endosomatický** typ, do které patří hladina kožního potenciálu (SPL) a odezva kožního potenciálu (SPR). Ani jeden nevyžaduje zapojení proudu (Geršak, 2020).

Vnější zdroj elektrického potenciálu nazýváme jako **exosomatický typ**. Spadá do něj odezva kožního odporu (SRR), hladina kožního odporu (SRL), odezva kožní vodivosti (SCR) a hladina kožní vodivosti (SCL). Exosomatický typ EDA vyžaduje vnější zdroj proudu (Dawson et al., 2016).

3.3.4 Terminologie

Kožní potenciál, vodivost i odpor lze měřit tonicky (bazální aktivita), nebo fázicky (v reakci na podnět). V následujících tabulkách je souhrn zkratk a pojmů, které se k EDA vážou. V tabulce 3 jsou specificky znázorněny zkratky podle toho, zda jde o úroveň či odezvu elektrodermální aktivity, a dále podle jejich charakteristiky, zda jde o potenciál, vodivost či odpor.

V následné tabulce 4 jsou pro přehlednost zobrazeny údaje k jednotlivým třem typům EDA a jejich ustáleným základním hodnotám.

¹⁴ Bazální úroveň (baseline) = klidová úroveň (Geršak, 2020).

Tabulka 3: Zkratky pro elektrodermální veličiny

	Potenciál (Potential)	Vodivost (Conductance)	Odpor (Resistance)
Úroveň (Level)	SPL	SCL	SRL
Odezva (Response)	SPR	SCR	SRR

Tabulka 3 popisuje zkratky elektrodermálních veličin: úroveň kožního potenciálu (Skin Potential Level, SPL); odezva kožního potenciálu (Skin Potential Response, SPR); úroveň kožní vodivosti (Skin Conductance Level, SCL); odezva kožní vodivosti (Skin Conductance Response, SCR); úroveň kožního odporu (Skin Resistance Level, SRL); Odezva kožního odporu (Skin Resistance Response, SRR). Zdroj: Boucsein, 2012.

Tabulka 4: Informace o jednotkách EDA

Kožní vodivost (SL)			
SCL	hladina kožní vodivosti	tonická	2–20 μ S
SCR	odezva kožní vodivosti	fázická	0,05–5 μ S
Kožní potenciál (SP)			
SPL	hladina kožního potenciálu	tonická	0–60 mV
SPR	odezva kožního potenciálu	fázická	0,1–10 mV
Kožní odpor (SR)			
SRL	hladina kožního odporu	tonická	50 000–500 000 Ω
SRR	odezva kožního odporu	fázická	200 000–2 000 000 Ω

Tabulka 4 přehledně informuje o zkratkách a názvu elektrodermální veličiny. Dále vysvětluje, zda se jedná o tonickou či fázickou aktivitu, a jaké jsou typické hodnoty pro danou veličinu. Zdroj: BIOPAC Systems, Inc., 2015; Dawson et al., 2016.

Každá veličina může mít vedle specifické odpovědi také nespecifickou (neboli spontánní) odezvu. Jde o případ, kdy dojde k fázické reakci v EDA na podnět, který není sledován nebo není znám. V takovém případě se uvádí prefix¹⁵ „NS“ (např.: NS-SCR – nespecifická odpověď kožní vodivosti, ang. *nonspecific skin conductance response*)

¹⁵ Prefix = předpona.

(Boucsein, 2012). V našem experimentu se soustředíme na měření kožní vodivosti, která se měří v jednotkách **microsiemens (μS)**. Typická hladina kožní vodivosti, která je měřena z článku prstu, se u člověka pohybuje v rozmezí od 2 do 20 μS (BIOPAC Systems, Inc., 2015; Geršak, 2020).

3.3.5 Princip EDA

Elektrodermální aktivita je ovlivněna produkcí potu v našem těle. Aktivace sympatického nervového systému při určitém stimulu způsobí zvýšení potivosti ekrinních potních žláz. Na pokožce vzniká vodivé prostředí, dochází ke změnám odporu kůže, díky čemuž dochází také ke změnám elektrodermální aktivity (Boucsein, 2012).

Z hlediska centrální nervové soustavy řídí elektrodermální aktivitu tři systémy, které ji mohou různě aktivovat či inhibovat. **Kontralaterální systém** představuje nejvyšší úroveň soustav. Řadí se k němu bazální ganglia a kortex. Působí na orientaci, kognici a pohyb. Druhým systémem je **ipsilaterální systém**, který je ovlivněn hypotalamem a limbickým systémem. Má na starosti nabuzení a emoce. Nejnižší úrovní je **retikulární systém** vycházející z retikulární formace uložené v mozkovém kmeni. U lidí pravděpodobně vyvolává vodivost kůže (Boucsein, 2012; Dawson et al., 2016).

3.3.6 Měření EDA

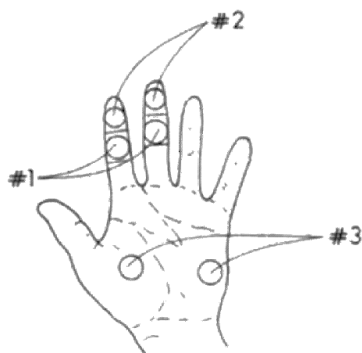
Na začátku kapitoly jsme si vysvětlili, že EDA pracuje na principu rychlosti produkce potních žláz. V rámci kapitoly o anatomii a fyziologii kůže jsme popsali, která místa na těle se nejvíce potí. Vzhledem k daným informacím je proto zřetelné, že EDA měříme zejména na člancích prstů (viz obrázek 6).

V rámci našeho experimentu jsme pro měření EDA využili zařízení BIOPAC MP150 System, ke kterému přísluší také EDA100C zesilovač, *AcqKnowledge* software, GEL101 a elektrody. Používáme elektrody vyrobené z Ag/AgCl nebo Zn/ZnSO₄. Elektrody se nejčastěji přikládají na prsty rukou, dlaně, předloktí či prsty nohou. Pro správnou přilnavost elektrod na kůži se používá speciální gel určený k měření EDA. Elektrody se dávají na nedominantní končetinu (Procházka et al., 2015).

V případě umístění elektrod na prsty je doporučeno snímat elektrodermální aktivitu tak, aby jedna z elektrod byla na prostředníčku a druhá na ukazováčku nedominantní ruky. V našem experimentu jsme probandům, kteří byli všichni praváci, měřili EDA na ukazováčku a prostředníčku levé ruky (BIOPAC Systems, Inc., 2015).

V rámci měření elektrodermální aktivity se můžeme rozhodnout mezi užitím dvou EDA elektrod, a to buď použít jednorázové elektrody nebo znovupoužitelné elektrody. My jsme se rozhodli aplikovat znovupoužitelné elektrody, které se skládají ze dvou elektrod s tzv. Velcro straps, což se dá do češtiny volně přeložit jako elektrody se suchým zipem (BIOPAC Systems, Inc., 2015).

Obrázek 6: Různé možnosti umístění EDA elektrod na ruce



Obrázek 6 zobrazuje tři možná připojení EDA elektrod na dlani a prstech ruky. Kolečka zobrazují místa, na která by se elektrody umístily. Zdroj: Braithwaite et al., 2015.

Elektrody sloužící ke snímání elektrodermální aktivity můžeme na ruce rozmístit třemi způsoby (BIOPAC Systems, Inc., 2015):

1. na mediálních člancích prstů (*medial phalanges*);
2. na distálních člancích prstů (*distal phalanges*);
3. na svalech ruky na straně palce (*thenar eminence*) a svalech malíčku (*hypothenar eminence*).

Scerbo et al. (1992 in BIOPAC Systems, Inc., 2015) porovnávali rozdíl mezi naměřenou EDA na mediálních člancích prstů a distálních člancích prstů. Zjistili, že jak vyvolaná SCR amplituda, tak SCL byly signifikantně vyšší, když byly naměřené na distálních člancích prstů. Freedman et al. (1994 in BIOPAC Systems, Inc., 2015)

dokládá, že za zvýšenou reaktivitou na distálních člancích prstů stojí fakt, že se v nich nachází i větší počet aktivních potních žláz.

Před samotným začátkem měření reakce na sledovaný podnět je doporučeno změřit bazální hladinu, tzv. baseline¹⁶. Je doporučeno, aby časová délka baseline trvala od dvou do pěti minut. (Braithwaite et al., 2015; Geršak, 2020).

V rámci výzkumu je vždy důležité zohlednit faktory, které mohou elektrodermální aktivitu ovlivňovat. Mezi hlídané faktory spadá teplota v místnosti, část dne, roční období, věk a pohlaví probanda, menstruační cyklus ženy, léky a užití alkoholu (Dawson et al., 2016). S přibývajícím věkem klesá aktivita potních žláz. Lidé nad šedesát let mohou mít oproti mladým dospělým snížené hodnoty SCR a SCL. Pohlaví ovlivňuje EDA podle vystavujícího podnětu (viz 5. kapitola). Uvádí se, že zhruba 5–25 % participantů je vůči EDA nereaktivní (tzv. *non-responders*) (Braithwaite et al., 2015; Geršak, 2020).

3.3.7 EDA a její využití v psychologii

EDA má v rámci svého využití v psychologii bohatou historii. „*Využívala se ve výzkumu pozitivních a negativních emocí, ve výzkumu zpracování informací a v rámci studia klasického a instrumentálního podmiňování*“ (Procházka et al., 2015, 30). Je jedním z nejpoblárnějších a nejužívanějších psychofyziologických indexů. Její měření je vysoce senzitivní a její variace souvisí se změnami kognitivního či emočního stavu jedince. EDA je využívána jako indikátor stresového stavu jedince, emočního nabuzení či také stavu pozornosti (Hugdahl, 2001; Moncada, 2011).

EDA se používá ke zhodnocení afektivního stimulu. Podnětem může být film nebo hudba. EDA často slouží jako objektivní ukazatel emočního nabuzení v muzikoterapii. EDA byla zkoumána také ve vztahu matka-dítě, díky čemuž bylo zjištěno, že EDA matky, která své dítě kojila, byla v reakci na plačící dítě silnější než EDA matky, která dávala dítěti mléko z lahve. EDA se užívá mimo jiné k bližšímu pochopení fóbií skrze metodu biofeedback (Andreassi, 2007).

¹⁶ Baseline je časová doba, která je určena k tomu, aby se člověk uklidnil a relaxoval (Geršak, 2020).

3.4 ELEKTROKARDIOGRAFIE (EKG)

Elektrokardiografie (EKG) představuje elektrické měření aktivity srdečního rytmu. Elektrokardiografie je základní vyšetřovací metodou v kardiologii, která se zabývá stavbou, funkcí a chorobami lidského srdce. Srdce svoji činnost vykonává nepřetržitě celý život. Za minutu udeří v průměru šedesátkrát až osmdesátkrát. Za život¹⁷ provede srdce cca dvě a půl miliardy úderů (Andreassi, 2007; Čihák, 2016).

3.4.1 Anatomie a fyziologie srdce

Lidské srdce (lat. *cor*), dutý svalový orgán kuželovitého tvaru, je umístěno na bránici v mezihrudí. Vpředu jej chrání hrudní kost, vzadu páteř. Přepážkou je rozdělené na dvě poloviny: pravé srdce a levé srdce. Každá polovina se dělí na síň a komoru, mezi kterými je vazivová destička se zakotvenou chlopní (Čihák, 2016).

Úloha chlopně spočívá v usměrňování toku krve jedním směrem, tak aby se zabránilo zpětnému návratu krve do komor a síní. Mezi pravou síní a pravou komorou je trojcípá chlopeň. Mezi levou síní a levou komorou je dvojcípá chlopeň. Chlopně poloměsíčitě se nachází mezi pravou komorou a plicním kmenem a dále mezi levou komorou a srdečnicí neboli aortou (Merkunová & Orel, 2008).

Srdce je uloženo v obalu, tzv. perikardu neboli osrdečníku. Stěna srdeční má tři vrstvy, a to vnitřní vrstvu (endokard), střední vrstvu (myokard) a zevní vrstvu (epikard). Myokard je tvořen příčně pruhovanou svalovinou srdeční a zajišťuje synchronní stah svalových vláken síní nebo komor (Čihák, 2016; Merkunová & Orel, 2008).

Převodní systém srdeční

Buňky srdečního svalu, tzv. **kardiomyocyty**, lze na základě jejich funkce rozdělit do dvou skupin: pracovní myokard a převodní systém srdeční. **Převodní systém srdeční** (PSS) je složen z buněk, které mají schopnost autonomně vytvářet vzruchy, které následně rozvádí po celém srdci. Zastává funkci „pumpy“ pro naše srdce. Vzruchy, které se vedou převodním systémem, podráždí okolní svalové buňky, a tak dojde ke změně elektrického napětí. **Pracovní myokard** je tvořen buňkami, jejichž úkolem je rytmické stahování neboli kontrakce. Odborně se tato schopnost nazývá jako

¹⁷ Délku života bereme jako průměrnou délku lidského života.

srdeční automacie. Pracovní myokard se stahuje zcela nezávisle na naší vůli (Štejfa, 2007).

Primárním centrem srdeční automacie je sinoatriální uzel (tzv. SA uzel, pacemaker¹⁸), který zajišťuje a vytváří vzruchy. Určuje základní srdeční rytmus (sinusový rytmus) o frekvenci 120 stahů za minutu. V rámci EKG se projevuje vlnou označovanou písmenem P. Rychlou frekvenci vyslanou SA uzlem inhibuje řada mechanismů – především činnost X. hlavového nervu, který nese název bloudivý nerv (lat. *nervus vagus*). Frekvence se ustálí na obvyklých cca 72 stahů za minutu. Vzruch se dále šíří do atrioventrikulárního uzlu (AV, „síňokomorový“), kterému se také říká sekundární centrum srdeční automacie. AV uzel se více projevuje pouze při přerušení převodu mezi uzly. Odtud vede informace přes Hisův svazek, který se dále rozděluje na dvě Tawarova raménka, která se v perikardu rozvětvují v Purkyňova vlákna. Vlákna předávají vzruch neboli akční potenciál srdečním svalovým buňkám (Bulava, 2017; Merkunová & Orel, 2008).

Srdce pracuje všemi svými částmi koordinovaně jako jednotka podle zákona „*vše, nebo nic*“. Ke komunikaci dochází skrze elektrické signály (Štejfa, 2007). Vegetativní nervový systém působí na srdeční frekvenci následovně: zvýšená aktivita sympatiku zrychluje srdeční frekvenci, a naopak aktivita parasympatiku srdeční frekvenci snižuje (tamtéž).

3.4.2 Stručná historie EKG

Nizozemský fyziolog **Willem Einthoven** sestrojil v roce **1901** tzv. **strunový galvanometr**, který měřil elektrickou aktivitu srdce. Einthoven jako první zavedl výraz elektrokardiograf, za jehož zkonstruování byl v roce 1924 oceněn Nobelovou cenou. S pomocí stroje byl Einthoven schopen popsat rysy mnoha kardiovaskulárních poruch. Dodnes se v elektrokardiografii využívá konceptu tzv. Einthovenova trojúhelníku (ang. *Einthoven's triangle*), jehož vrcholy tvoří elektrokardiografické svody na levém a pravém zápěstí a levé noze (AlGhatrif & Lindsay, 2012). Einthoven zjistil, že každá osoba má jedinečný elektrokardiogram (Bulíková & Míčová, 2015).

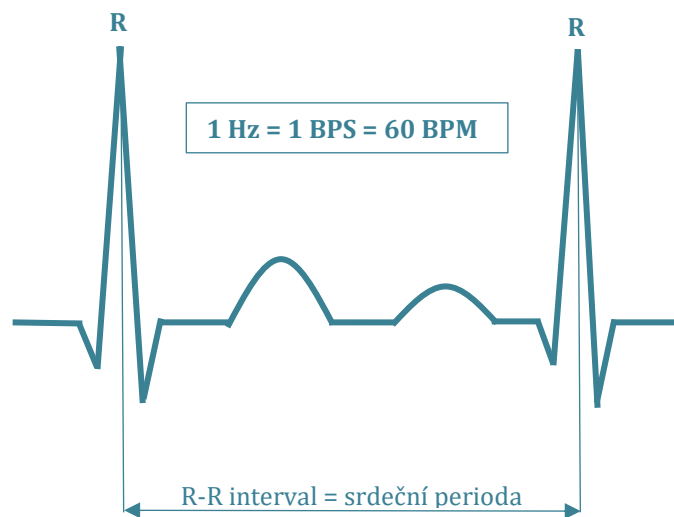
¹⁸ Pacemaker = udavatel rytmu (Merkunová & Orel, 2008).

3.4.3 Terminologie

V rámci následujících kapitol se seznámíme s několika pojmy, které se s EKG pojí. V tabulce 5 si může čtenář prohlédnout významy nejčastějších zkratk užívaných v kontextu srdeční činnosti. Nás budou zajímat především zkratky HRV, BPM a TF.

Srdeční (tepová) frekvence se uvádí v Hz (viz obrázek 7). U člověka se rovná počtu srdečních stahů za minutu, což je obvykle 60–80 úderů. V angličtině se setkáme s termínem „*beats per seconds*“, tedy „počet úderů za sekundu“. Můžeme vyvodit, že $1 \text{ Hz} = 1 \text{ BPS}$. Častěji se setkáme se zkratkou BPM, což znamená „počet úderů za minutu“ (ang. „*beats per minute*“). Zde se $1 \text{ Hz} = 60 \text{ BPM}$ (Andreassi, 2007).

Obrázek 7: Srdeční perioda



Obrázek 7 znázorňuje srdeční periodu ohraničenou dvěma hroty R. Časový úsek od jednoho R hrotu ke druhému se nazývá R-R interval. Převrácená hodnota srdeční periody je tzv. tepová frekvence uváděná v Hz (počet úderů za sekundu; *beats per seconds* = BPS) nebo v BPM (počet úderů za minutu). Zdroj: Dominik, 2018b.

Tabulka 5: Vybrané pojmy v kontextu srdeční činnosti

Zkratka	Význam
HRV	Heart Rate Variability (Variabilita srdečního rytmu)
BP	Blood Pressure (Krevní tlak – TK)
BPM	Beats per minute (Údery za minutu)
HR	Heart Rate (Tepová frekvence – TF)

Tabulka 5 popisuje vybrané zkratky používané v kontextu srdeční činnosti. Ve druhém sloupci vidíme význam v anglickém jazyce, ze kterého zkratky pochází. V závorce je český ekvivalent s případnou zkratkou v českém jazyce. Zdroj: Andreassi, 2007.

3.4.4 Princip EKG

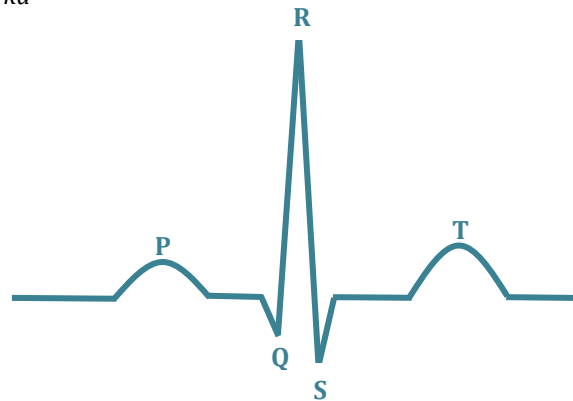
Výstupem EKG je **elektrokardiogram**, který zachycuje časové změny elektrického potenciálu způsobené srdeční aktivitou (Andreassi, 2007). EKG slouží jako základní vyšetřovací metoda pro diagnostiku arytmií a dále k rozpoznání ložiskových poškození myokardu. V neposlední řadě je využíván k interpretaci změn křivky v průběhu kardinálních a nekardinálních onemocnění¹⁹ (Čihalík, 1994).

Elektrická aktivita srdce může být neinvazivně detekována a zaznamenána připojením vodičů a elektrod k pokožce. Srdce svými stahy vytváří elektrický potenciál, který se dostává na povrch těla. Šíří se dál na periferie k horním a dolním končetinám. Potenciál, který se snímá, se zobrazuje rozdílně s ohledem na to, ve kterém směru a ve které rovině je svod umístěn. EKG měří potenciálový rozdíl na různých částech těla, díky čemuž se na elektrokardiogramu vytvoří EKG křivka (Andreassi, 2007).

EKG křivka se zapisuje buď jako průběh na obrazovce počítače, nebo ji vyobrazuje zapisovač map. Vlnovou křivku EKG lze použít ke spolehlivému určení normality nebo abnormality srdečního rytmu (BIOPAC Systems, Inc., nedat.). V EKG křivce získáváme typické výchylky – vlny, kmity a linie. Jedna EKG křivka odpovídá určité fázi elektrického srdečního cyklu.

¹⁹ Mezi nekardiální onemocnění, u kterých je ovlivněn tvar EKG křivky, patří např. hypotyreóza (Čihalík, 1994).

Obrázek 8: EKG křivka



Na obrázku 8 vidíme EKG křivku a její komponenty: vlna P, vlna Q, nejvýraznější vrchol R, vlna S a vlna T.
Zdroj: Andreassi, 2007.

Jeden srdeční cyklus EKG zahrnuje (Andreassi, 2007):

- **P vlnu** – projev depolarizace síní;
- **PQ interval** – převod vzruchu ze síní na komory;
- **QRS komplex** (kmit, vlna) – projev repolarizace síní a depolarizace komor, v rámci QRS komplexu se popisují tři typy kmitů:
 - **Q** – první negativní kmit, nemusí být přítomen;
 - **R** – každý pozitivní kmit;
 - **S** – každý negativní kmit po R;
- **vlna T** – projev repolarizace komor;
- **vlna U** – není konstantní, její původ není zřejmý.

Délka srdeční frekvence je vzdálenost dvou sousedních ostrých vln R (tzv. R-R interval).

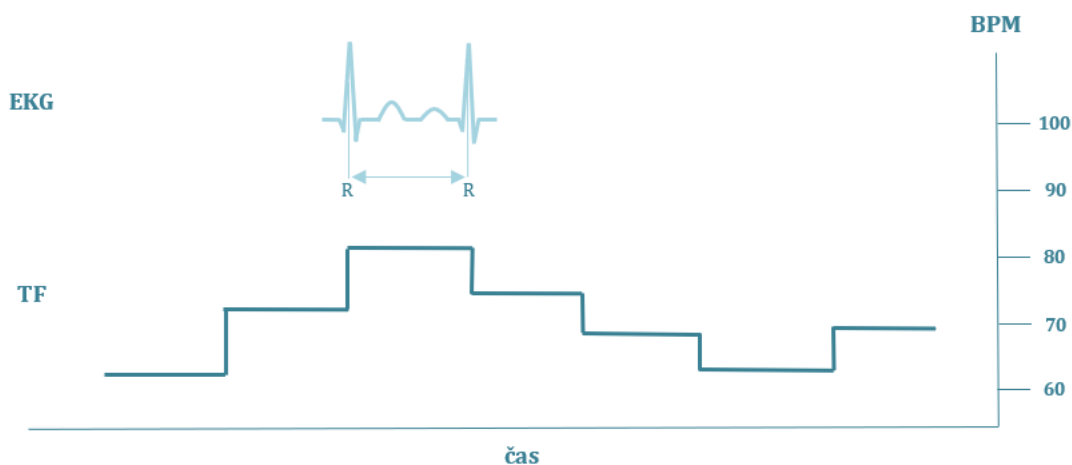
Končetinové svody zachycují elektrické potenciály ve frontální rovině, hrudní svody v horizontální rovině. Jedním ze způsobů zapojení svodů je tzv. Einthovenovo bipolární zapojení (bipolární svody I, II, III). Elektrody se zapojují na levé a pravé ruce na vnitřním zápěstí a dále nad levým vnitřním kotníkem. V našem experimentu jsme svody zapojovali podle Lead II, čili jedna měřící elektroda byla na pravém předloktí, druhá měřící elektroda na levé noze a zemní elektroda na pravé noze (BIOPAC Systems, Inc., nedat.; Procházka et al., 2015).

3.4.5 Variabilita srdečního rytmu (HRV)

Variabilita srdečního rytmu, anglicky *Heart Rate Variability* (HRV), je fyziologický jev, který „odráží kolísání R-R intervalů záznamu EKG způsobené především vlivem parasympatiku“ (Štejfa, 2007, 167). Srdeční rytmus není stále stejný. Je tzv. kvaziperiodický. Jeho periody se mění na základě toho, jaké faktory ho ovlivňují (Siciński et al., 2020). Mezi faktory, které HRV ovlivňují, patří dech, věk, parasympatický a sympatický nervový systém a denní doba. Například při nádechu srdce bije rychleji, tudíž narůstá i hodnota HRV. Naopak při výdechu srdce bije pomaleji, a proto HRV klesá (Andreassi, 2007).

HRV záznam se hodnotí pomocí metod časové analýzy či spektrální analýzy. Získáváme různé typy hodnotících parametrů, mezi které spadají i pro nás důležitá frekvenční pásma (Štejfa, 2007). Na obrázku 9 je znázorněné, jak HRV vypadá. Zkratka TF znamená „tepová frekvence“.

Obrázek 9: Modelový příklad záznamu HRV



Obrázek 9 znázorňuje modelový příklad, jak může vypadat záznam srdeční frekvence (TF). Nad srdeční frekvencí je EKG křivka. Délka schodu v křivce TF odpovídá délce R-R intervalu. Každá úroveň schodové křivky nám ukazuje, kolik úderů udělá srdce za minutu, pokud bude bít stále stejnou rychlostí. Když je křivka výše, srdce bije rychleji (typické pro nádech), když níže, srdce bije pomaleji (typické pro výdech). Vidíme, že srdeční frekvence není stále stejná, ale mírně se mění. Zdroj: Dominik, 2018b.

Frekvenční pásma (Shaffer & Ginsberg, 2017)

- **HF (High frequency)** je **pásma vysoké frekvence**, které je v bazální situaci nejvýraznější. Jeho změny ovlivňuje především dech, resp. respirační sinusová arytmie (RSA). Dále na HF působí aktivita parasymptického nervového systému, a to především X. hlavový nerv – nervus vagus. Dominance HF pásma se považuje za znak normálního uvolněného psychického stavu.
- **LF (Low frequency)** značí **pásma nízké frekvence**. Říká se mu tzv. „Mayerova vlna“. Při ovlivnění LF hraje roli sympatikus, proto je zvýšená průměrná amplituda LF pásma v porovnání s HF pásmem považována za ukazatele aktivace nebo stresu.
- **VLF (Very low frequency)**, **pásma velmi nízké frekvence**, je ovlivněno jak fyziologickými faktory (teplota a hormonální změny), tak psychickými faktory (myšlení a obsesivní myšlenky, emocionální faktory, stresující představy). Využívá se především v biofeedbacku.
- **ULF (Ultra low frequency)** označuje **pásma ultranízké frekvence**, které je obecně málo prostudováno, jelikož jeho zkoumání vyžaduje nepřetržité sledování tepu po dobu několika dní.

„Ve výzkumech se obvykle porovnávají amplitudy vybraných pásem zobrazené na výkonově-spektrálním grafu mezi různými experimentálními situacemi“ (T. Dominik, osobní sdělení, 8. listopadu 2018).

Přiblížíme si také poměr LF/HF pásma, který odhaduje rovnováhu mezi aktivitou sympatiku (odpovídá za výkon LF) a parasympatiku (odpovídá za výkon HF). Nízký poměr LF/HF odráží dominanci parasympatiku. Vysoký poměr LF/HF naznačuje dominanci sympatiku (Shaffer & Ginsberg, 2017).

Tabulka 6: Základní informace o frekvenčních pásmech HRV

Frekvenční pásma HRV		Hz
HF	High frequency	0,15–0,40
LF	Low frequency	0,04–0,15
VLF	Very low frequency	0,003–0,04
ULF	Ultra low frequency	cca 0,00001

Tabulka 6 popisuje základní frekvenční pásma, jejich zkratky a hodnoty pro ně typické. Zdroj: Shaffer & Ginsberg, 2017.

3.4.6 EKG a její využití v psychologii

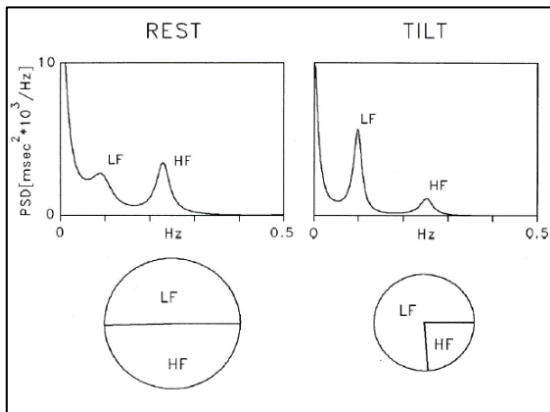
EKG zaujímá v psychofyziologii důležité místo, jelikož se řadí k nejvyužívanějším metodám zkoumání psychických stavů. Měření srdeční činnosti se využívá v oblasti výzkumů motorických dovedností, percepce, kognice, pozornosti, emocionality, motivace, osobnostních faktorů, stresu a dalších fenoménů (Andreassi, 2007).

Blíže popíšeme výzkum, kterým jsme se inspirovali v praktické části. Uvádí se, že srdeční frekvence se zvyšuje při pouhé představě emočně zabarvených slov oproti slovům bez emočního náboje. Čím emocionálnější podnět je, tím vyšší je probandova tepová frekvence (Schwartz, 1971).

Příklad, na kterém se projeví princip frekvenčních pásem HRV, popsali Malik et al. (1996) a je graficky vyobrazen níže na obrázku 10. Pokud proband leží na lehátku v klidu (REST), pak je poměr HF a LF pásma víceméně vyrovnaný. Jakmile se lehátka s probandem na určitou dobu nakloní (TILT), zvýší se amplituda LF pásma. Vyšší poměr LF pásma je zapříčiněn aktivací sympatického nervového systému, z čehož se dá usoudit, že se jedná o stresovou reakci.

Andreassi (2007) dále uvádí, že se srdeční frekvence zvyšuje při pocitu strachu. S kardioreaktivitou pozitivně koreluje pocit úzkosti či deprese. Podle studií HRV souvisí také se zvýšenými schopnostmi sebeovládání a většími sociálními schopnostmi, což dokládá výzkum Quintana et al. (2012). Z výsledků jejich studie vyplývá, že hodnota HRV pozitivně koreluje se schopností lidí poznat u druhých jedinců prožívané emoce. HRV je možné pokládat za indikátor fyziologického stresu, jelikož negativně koreluje se vzrušením (tedy čím vyšší vzrušení, tím nižší hodnota HRV a naopak) (Malik et al., 1996).

Obrázek 10: Zkouška HRV – příklad



Obrázek 10 znázorňuje dva výkonově-spektrální grafy, na kterých se porovnávají amplitudy vybraných pásem LF a HF. Pod výkonově-spektrálními grafy jsou vyobrazeny dva výsečové grafy. Slovo „REST“ označuje situace, kdy proband leží v klidu na lehátku. Amplitudy LF a HF pásma jsou přibližně stejně velké. Poměr HF a LF pásma je víceméně vyrovnaný, což naznačuje stav klidu. Slovo TILT určuje situaci, kdy se lehátko s probandem na určitou dobu nakloní. Amplituda LF pásma se výrazně zvýší a amplituda HF pásma zmenší. Nastane vyšší poměr LF pásma, který je zapříčiněn aktivací sympatického nervového systému, z čehož se dá usoudit, že se jedná o stresovou reakci. Zdroj: Malik et al., 1996.

4 Hudba a mozkové procesy

„Hudba je starší než lidská řeč.“ (Charles Darwin)

Následující kapitola je věnována hudbě a širšímu porozumění hudební psychologii a neurovědám. Hudba působí na člověka v mnoha směrech. Rádi bychom na tomto místě čtenáře požádali, aby si zkusil vzpomenout, jaká je jeho oblíbená píseň. Pokud se Vám vybavila, zkuste se zamyslet, jaké pocity a vzpomínky ve Vás píseň vyvolala.

Dále si představte situaci, kdy jste se cítili smutně. Kolikrát Vám v těchto chvílích pomohlo, že jste si šli poslechnout melodii, jejíž tóny byly spíše mollové nežli durové? Pokud jste pak onu melodii slyšeli znovu, stalo se Vám, že jste prožívali podobné emoční rozpoložení, emoce, jako tomu bylo během prvního poslechu? Spojuje se Vám podobně určitá píseň i s momentem, během kterého jste zažívali pocit plného štěstí? Pokud jste alespoň na některou z otázek odpověděli ano, pak se pojděte zhloubat do následující kapitoly, která objasní, jak hudba a prožívané emoce spolu mohou souviset.

Svět hudby a jejího působení na člověka je nesmírně poutavý. Nicméně stále je tajemný. V posledních pěti letech došlo ve vědecké oblasti k významnému rozvoji výzkumů na dané téma. Počet výzkumů každým rokem roste. Přesto porozumět, jak mozek analyzuje, ukládá a vybavuje hudbu, je jedním z největších otazníků v oblasti neurověd.

4.1 DEFINICE A POČÁTKY HUDBY

Z neurologického hlediska bychom hudbu mohli definovat jako *„komplexní, časově strukturovaný zvukový jazyk, který vzrušuje lidský mozek současně na smyslové, motorické, kognitivní a emoční úrovni, a stimuluje a integruje neuronální dráhy způsobem, který je specifický pro hudbu“* (Mishra et al., 2021, 197).

Od nepaměti je hudba součástí lidských životů. V pravěku používaly primitivní civilizace hudební doprovod při rituálních obřadech. Tento zvyk se zachovává dodnes. (Stejskalová, 2012). Již rané kultury, jako byly Mezopotámie, Egypt, Izrael či antické Řecko, poznávaly léčebné účinky hudby. Kněží či lékaři v Egyptě vozili duševně nemocné po řece Nil, kde jim hráli uklidňující melodie (Gerlichová, 2014). Starověký

Izrael léčil při užívání zpěvu a hudebních nástrojů kožní onemocnění, úzkostné stavy a těžké deprese. Starověcí Číňané kladli důraz na schopnost hudby ovlivňovat chování člověka, což dokládá i citát filozofa Konfucia, který tvrdil, že hudba zjemňuje mravy a pomáhá k harmonickému životu (Stejskalová, 2012).

Povídání o prvních objevech toho, jak silný vliv hudba na člověka má, zakončíme dvěma citáty, které pochází ze starého Říma. Spisovatel Quintus Flaccus Horatius²⁰ prohlašoval: „*Hudba je lékem na trápení duše*“ a Marcus Fabius Quintilianus²¹ konstatoval: „*Je zřejmé, že sama příroda nám dala hudbu jako dar, abychom lépe snášeli strasti*“ (Stejskalová, 2012).

Ač hudba ve středověku jako léčebný prostředek upadla, na její vliv se stále kladl důraz. Intenzita melodií v kostele zesilovala prožitky jedince. Varhany byly mocným nástrojem jak v období renesance či baroka, tak i dnes (Campbell, 2008).

V dnešní době se muzikoterapie používá zejména u neurologických poruch (Cuddy et al., 2017). Pomocí moderních zobrazovacích metod můžeme identifikovat rozličné mozkové oblasti, které jsou aktivovány během poslechu hudby či při jejím vybavení (Ding et al., 2019).

4.2 NEUROLOGICKÉ KORELÁTY HUDEBNÍCH EMOCÍ

V literatuře se dočteme o hypotéze, která tvrdí, že tzv. hudební emoce se projevují svojí univerzalitou a vrozeností, což je z neuropsychologického hlediska velmi důležité. Očekávali bychom tedy, že mozek při projevu těchto emocí aktivuje neuronální sítě, které se budou zapojovat nejen lidem stejné kultury, ale i lidem na celém světě (Juslin & Sloboda, 2010). Jak vypadá nervová dráha, která zpracovává hudební emoce?

Gerlichová (2014) upozorňuje, že hudební prožitek nelze chápat jako pouhou reakci na hudební podněty, jelikož v těle posluchače se odehrává mnoho změn na fyziologické úrovni. Dochází jak ke změně rytmu dýchání, tak ke změně krevního tlaku, elektrodermální aktivity atd. Podklady pro objektivní důkazy najdeme v moderních zobrazovacích metodách, jako jsou magnetická rezonance (MR), pozitronová emisní

²⁰ Quintus Flaccus Horatius byl římský básník v období starověku (Stejskalová, 2012).

²¹ Marcus Fabius Quintilianus byl římský řečník a učitel rétoriky ve starověku (Stejskalová, 2012).

tomografie (PET) či elektroencefalografie (EEG). Díky neurovizuálním přístrojům můžeme pozorovat fyziologické změny, které v souladu s hudbou nastanou.

Z hlediska neurologického pohledu si vysvětlíme, které hlavní části mozku jsou asociované s hudbou. Hudba aktivuje mozkové oblasti, které jsou typicky spojené s emocemi, což je zejména oblast limbického systému. Mezi aktivované části spadá amygdala, hipokampus a sluchová kůra. Dále se jedná o ventrální a dorzální striatum, přední cingulární kůru, orbitofrontální kůru a sekundární somatosenzorickou kůru, které vedou hormon dopamin (Koelsch, 2020 – metaanalýza je blíže popsána v páté kapitole).

Juslin & Sloboda (2010) zmiňují, že je zatím málo důkazů, které by potvrzovaly, že mohou být hudební emoce ztraceny po utrpení poranění mozku či neurologické chorobě. Popisují případ, kdy muzikantům po cerebro-vaskulárním incidentu zůstaly hudební dovednosti. Stěžovali si však, že ztratili zájem o hudbu. Melodie jim zněla ploše a bez emocí (Griffiths et al., 2004; Juslin & Sloboda, 2010). Chybí dostatečné množství studií pro tvrzení, že určité poškozené oblasti mozku mohou zhoršovat prožívanou emoci z hudby.

4.3 VLIV HUDBY NA EMOČNÍ PROŽÍVÁNÍ

„Hudba je těsnopis emocí.“ (Lev Nikolajevič Tolstoj)

Síla hudby spočívá v její možnosti vyvolat rozmanitou škálu intenzivně pociťovaných emocí od smutku přes agresi až po radost. Má schopnost působit na celého člověka (Gabrielsson, 2001). Dříve se na fenomén hudebních emocí nahlíželo spíše jako na produkt lidské kultury než na biologickou funkci. Během posledních let však výzkumy získaly dostatečné množství studií, které naznačují, že by hudba mohla být součástí lidské přirozenosti. Výzkumy nasvědčují tomu, že by hudební emoce mohly mít biologický základ (Juslin & Sloboda, 2010).

V první kapitole jsme popsali základní emoce, které vyjadřujeme pomocí obličeje a které jsou všem kulturám stejné. Také v hudbě se pozornost vědců začala soustředit na základní hudební emoce. Koncentrace studií přinesla značné množství důkazů, že emoční reakce v hudbě mohou být až pozoruhodně neměnné napříč posluchačům rozlišných kultur. Mnoho vědců si je jistých, že hudba může vyvolat tři

základní emoce, a to radost, smutek a strach. „Tyto základní emoce jsou obvykle cílem filmových soundtracků, zejména těch určených dětem.“ (Juslin & Sloboda, 2010, 101).

Základní emoce v hudbě jsou sice univerzální, ale to neznamená, že jsou nutně biologicky podmíněné. Jejich univerzálnost může pramenit i z tzv. „společného učení vycházejícího ze zkušeností“ (ang. „*common learning experiences*“). Na příkladu malých dětí ukážeme situaci, kdy jsou vystaveny bolesti nebo pocitu osamocení, když pečující osoba od nich odejde. Pakliže se pečující osoba vrátí, je v takových chvílích často typické napříč všemi kulturami, že začne svému dítěti zpívat nebo mu pustí nějakou melodii. Vyplývá tak myšlenka, že dotyčná osoba zřejmě intuitivně nebo instinktivně tuší, že hudba svojí silou dítě utiší (Juslin & Sloboda, 2010).

4.4 VLIV HUDBY A EMOCÍ NA PAMĚŤOVÉ PROCESY

Mnoho studií popisuje, že emoce, ať jsou pozitivní či negativní, mohou modulovat paměť. Podobný vliv můžeme pozorovat i u poslechu hudby, která se pro nás stane emočně nabitou (Samson, Dellacherie, & Platel, 2009).

Hudba, podobně jako vůně, asociuje zážitky z epizodické paměti zpět do vědomí. Doprovází mnohé naše významné události v životě jednotlivce (např. manželství, pohřeb a další obřady). Melodie pak vyvolávají emočně nabitě vzpomínky (Scherer & Coutinho, 2013), což dokazují četné studie, které potvrdily pozitivní efekt u hudbou vyvolaných autobiografických vzpomínek, tzv. MEAMs²² (Belfi et al., 2015; Cuddy et al., 2017; Janata, 2015; Janata et al., 2007).

Samson et al. (2009) popisují silný a dlouhotrvající efekt, který zvyšuje schopnost pamatovat si hudební podněty. Použití hudebních stimulů se zdá být vhodné v oblasti neurorehabilitace, a to zejména u pacientů s poškozením mozku. Ač mají pacienti jiné kognitivní problémy, tak hudební poslech, který vyvolá emocionální zážitek, jim je přístupný.

²² MEAMs = music-evoked autobiographical memories (Cuddy et al., 2017).

4.5 EMOČNĚ NABITÁ HUDBA A PSYCHOFYZIOLOGICKÉ ASPEKTY

V oblasti výzkumu hudebních emocí se často používají fyziologická měření (EDA, srdeční frekvence, dýchání, tělesná teplota) jako korelace emočního vzrušení (van den Bosch et al., 2013).

EDA

Elektrodermální aktivita jako indikátor emočního vzrušení v souvislosti s prožíváním příjemného pocitu byla během poslechu hudby prokázána několika studii. Mezi hodnotou EDA a posouzením vlastního příjemného prožitku byla během poslechu hudby potvrzena silná korelace obzvláště v případě, kdy probandi poslouchali jim známé písně (Khalifa et al., 2002; Rickard, 2004; Salimpoor et al., 2009; van den Bosch et al., 2013). Výsledky výzkumu z roku 2013 naznačují, že opakované vystavení písni významně zvýšilo hladinu EDA. Určitá míra očekávání a předvídatelnosti se mění v závislosti na tom, zda člověk slyší píseň poprvé nebo vícekrát. Na základě počtu poslechu se mění prožitek emočního vzrušení v reakci na hudbu (van den Bosch et al., 2013).

HRV

Iwanaga et al. (2005) zkoumali uklidňující efekt hudby. Probandům bylo měřené HRV, zatímco poslouchali buď nabuzující hudbu, stimulační hudbu, nebo nic neposlouchali. Z výsledků vyšlo, že hodnoty LF a LF/HF byly vyšší při nabuzující i stimulační hudbě a nižší při tichu. Hodnota HF byla vyšší během stimulační hudby než během nabuzující. Autoři vyvozují, že nabuzující hudba snižuje aktivaci parasympatického nervového systému.

5 Dosavadní výzkumy v oblasti hudby

Výzkumy, které se zabývají vztahem hudby a emocí či paměti, patří mezi velmi aktuální témata. Jak bylo poznamenáno v úvodu práce, v posledních letech přibývají studie týkající se hudby, emocí a paměti enormním tempem.

Populárním se stává především výzkum hudby v oblasti neurologie, a to obzvláště v souvislosti s Alzheimerovou chorobou. Výzkumy ukazují, že hudba, která je pro pacienty emočně nabitá (např. melodie hraná na svatbě), v nich vzbuzuje pozitivní emoce a navrácí jim reálné vzpomínky (Cuddy et al., 2017; El Haj et al., 2012). Neurolog Nikolaj svými slovy vystihuje, že spousta studií poukazuje na užitečnost muzikoterapie u Alzheimerovy choroby. Centra vnímání hudby odcházejí jako poslední (Nikolaj, 2. února 2021).

Nejen v oblasti léčby demencí zažívá muzikoterapie úspěchy. Také na poli neurorehabilitace²³ hudba pomáhá s regulací nálad u neurologických pacientů. Většina studií podporuje myšlenku, že muzikoterapie a jiné hudební intervence účinně působí na zlepšení nálady, depresivní symptomy a kvalitu života pacientů (Raglio, 2015). Závěrečná kapitola teoretické části diplomové práce si klade za cíl představit čtenáři některé ze studií, které jsou blízké naší práci.

5.1 VLIV HUDBY NA EMOČNÍ PROŽÍVÁNÍ

Metaanalýza provedená na University of Bergen (Koelsch, 2020) se soustředila na porozumění tomu, jaké mozkové struktury jsou odpovědné za emoce vyvolané hudbou. V metaanalýze se vycházelo ze 47 studií, které dohromady shromáždily 944 probandů. Ve studiích bylo užito mnoho experimentálních přístupů. Použití hudby mělo za úkol vyvolat radost, smutek, strach, napětí, překvapení, nepříjemné pocity atd. Nejvíce aktivními oblastmi mozku při poslechu hudby, která dané emoce vyvolávala, byly amygdala, přední hipokampus, sluchová kůra a struktury, které jsou zapojené do tzv. sítě odměn (ventrální a dorzální striatum, přední cingulární kůra, orbitofrontální kůra, sekundární somatosenzorická kůra). Struktury, které se do systému odměn řadí, vedou svými cestami dopamin. Výsledky jsou s předešlou metaanalýzou konzistentní (Koelsch, 2014). Studie tak podtrhují fakt, že hudba nám přináší odměnu a potěšení.

²³ Neurorehabilitace = rehabilitace, u níž je cílem zotavit pacienta po poranění nervové soustavy.

5.2 VLIV HUDBY NA PAMĚŤ

Známým výzkumem, který ověřoval vliv hudby a jejího působení využitím klasického podmiňování, se zabývají například marketingoví specialisté. V roce 1982 vznikla studie „*The Effects of Music in Advertising On Choice Behaviour: A Classical Conditioning Approach*“ (Gorn, 1982). Jak název napovídá, vědci experimentálně využili principu klasického podmiňování ke zjištění vlivu hudby na preference zákazníka. Zákazníkovi byla puštěna buď jeho oblíbená, nebo neoblíbená hudba při vystavení danému produktu. Sledovalo se, jak poslech oblíbené či neoblíbené hudby ovlivní zákaznickou volbu, zda si produkt koupit.

Studie ukázala, že doprovázení reklamy na daný produkt příjemnou hudbou zvýšilo pravděpodobnost, že si účastníci po skončení výzkumu vybrali daný produkt jako odměnu za svoji účast než produkt, kterému byli vystaveni dříve společně s neoblíbenou hudbou. Pokud byla u daného produktu hraná neoblíbená hudba, pak byla pravděpodobnost výběru daného produktu snížena (Gorn, 1982). Výsledky podpořily myšlenku, že asociace mezi produktem (podmiňovaný stimul) a příjemným stimulem, jako je např. oblíbená hudba (nepodmiňovaný stimul), může ovlivnit zákaznickou preference ve výběru zboží (Gorn, 1982; Steg, 2017).

Jak již bylo zmíněno ve 4. kapitole, četné studie prokázaly pozitivní efekt u hudbou vyvolaných autobiografických vzpomínek. Janata et al. (2007) zkoumali emoční povahu autobiografických vzpomínek, které byly vyvolané hudbou. Ve svém výzkumu vystavoval mladé lidi úryvkům z muzikálu. Výsledky ukázaly, že třicet procent prezentovaných muzikálových ukázek evokovalo autobiografickou vzpomínku s pozitivně prožitými emocemi zjištěnými z dotazníku. Belfi et al. (2015) porovnávali vzpomínky vyvolané buď hudbou, nebo pomocí známé tváře. Hudbou vyvolané vzpomínky, tzv. MEAMs byly mnohem živější, častější a detailnější než vzpomínky vyvolané s pomocí obličeje. Ve druhém případě si lidé vzpomínali více na detaily související se situací. Ze studie také vyplynulo, že ženy si vybaví vzpomínky živěji než muži.

Výzkumná část

6 Výzkumný problém a výzkumné cíle

V následující kapitole se budeme věnovat výzkumnému problému, který se opírá o výzkumy popsané v teoretické části. Dále budeme rozebírat výzkumné a dílčí cíle.

6.1 VÝZKUMNÝ PROBLÉM

Kauzálním výzkumným problémem²⁴ je zjistit, zda **má emočně nabitá hudba u daného jedince vliv na jeho fyziologické činnosti** (konkrétně na elektrodermální aktivitu a srdeční činnost) a dále zjistit, zda má **paměť vliv na emoční prožívání** při vystavení podmíněnému podnětu spojenému s intenzivní emocií.

Jak jsme si mohli v předchozích kapitolách všimnout, ze zahraničních výzkumů vyplývá, že emočně nabitě prožitky zanechávají v paměti silnější stopu než neutrální zkušenosti (LeDoux, 2007). Hudební emoce, které vznikají při poslechu písně v určité pro nás významné situaci, mají také své speciální místo v emoční paměti (Belfi et al., 2015). Z výzkumů, ve kterých se zkoumala paměť u pacientů s Alzheimerovou demencí, víme, že hudba vyvolává autobiografické vzpomínky (Cuddy et al., 2017) a že opakované vystavení známé melodii zvyšuje emoční vzrušení (van den Bosch et al., 2013). Pomocí elektrodermální aktivity dovedeme měřit emoční nabuzení (Geršák, 2020). V rámci zkoumání srdeční činnosti vyšlo najevo, že poměr LF/HF variability srdečního rytmu se zvětší, pokud je daná osoba více nabuzená (Malik et al., 1996). Díky zmíněným nabitým vědomostem usuzujeme, že bude mít emočně nabitá hudba u probanda vliv na jeho elektrodermální aktivitu, srdeční činnost a paměť, a to zvláště je-li spojena s intenzivním emočním prožitkem.

²⁴ Kauzální výzkumný problém = zjišťuje kauzální (příčinné) vztahy (Ferjenčík, 2010).

6.2 CÍLE VÝZKUMU

Na základě výše popsaného výzkumného problému jsme formulovali **hlavní cíle s následujícím dílčím cílem:**

1. Zjistit, zda má emočně nabitá hudba vliv na elektrodermální aktivitu.
2. Zjistit, zda má emočně nabitá hudba vliv na variabilitu srdečního rytmu.
3. Zjistit, zda má paměť vliv na emoční prožívání při vystavení podmíněnému podnětu spojenému s intenzivní emocí.

7 Metodologický rámec

V kontextu charakteristiky metodologického rámce se budeme nejprve věnovat popisu designu výzkumu. Popisujeme, jakým způsobem jsme využili proces podmiňování v rámci našeho výzkumu, a dále operacionalizujeme pojem emočně nabitá hudba. Uvedeme hypotézy, nastíníme pilotní studie a představíme průběh designu. Přiblížíme čtenáři, jaká metodika byla ve výzkumu aplikovaná. V neposlední řadě diskutujeme etické aspekty a rizika výzkumu.

7.1 DESIGN VÝZKUMU

V naší diplomové práci byl pro ověření hypotéz zvolen **kvantitativní výzkumný design**. V rámci výzkumné metody jsme se rozhodli provést **experiment**²⁵, který se uskutečnil v laboratoři Praktického pracoviště na Katedře psychologie Filozofické fakulty Univerzity Palackého.

O experimentu se dá říct, že je vnitřně validní, jestliže splňuje tři základní znaky (Ferjenčík, 2010):

1. manipulace s nezávislou proměnnou (předpokládanou příčinou);
2. měření závislé proměnné (předpokládaných efektů);
3. kontrola všech jiných tzv. nežádoucích proměnných²⁶ (mohly by alternativně vysvětlit změny závislé proměnné; snažíme se minimalizovat jejich vliv).

Náš experiment výše tři popsané znaky splňuje, a proto ho můžeme označit za vnitřně validní. Vedle vnitřní (interní) validity hodnotíme i vnější (externí) validitu. Vnější validita udává, zda je možné výsledky vycházející z výzkumného souboru zobecnit na širší populaci (Ferjenčík, 2010).

²⁵ Experiment = výzkumná metoda, při které výzkumník manipuluje s jednou či více nezávislými proměnnými, kontroluje další relevantní proměnné a pozoruje vliv na jednu či více závislých proměnných (Ferjenčík, 2010).

²⁶ Nežádoucí neboli vnější proměnná = ang. výstižně přeloženo jako *confounding variable*, tedy matoucí proměnná (Ferjenčík, 2010).

V experimentální studii jsme zvolili tzv. mezisubjektový design²⁷ (ang. *between subject experiment*) v kombinaci s vnitrosubjektovými²⁸ prvky. Typ experimentu představuje tzv. **pretest-posttest design s kontrolní skupinou** (ang. *pretest-posttest control group design*). Dále jsme si stanovili nezávislé a závislé proměnné. Nezávislými proměnnými²⁹ jsou emočně nabitá hudba a videoklip k ní vytvořený. Závislými proměnnými³⁰ jsou pak fyziologické změny v oblastech elektrodermální aktivity a srdeční činnosti. Proměnné jsou blíže popsány v podkapitole 7.5.

Pretest-posttest design s kontrolní skupinou je typ experimentu, ve kterém jsou probandi náhodně rozděleni do experimentální a kontrolní skupiny. Jsou kontrolovány podmínky experimentu a výběr participantů do výzkumu. Přiřazování probandů do experimentální a kontrolní skupiny je prováděno specifickými způsoby. Obě skupiny jsou měřeny před vystavením závislé proměnné a po ní. Oběma skupinám by měl být věnován stejný čas. Skupiny participantů by měly být srovnatelné ve všech proměnných, které potenciálně ovlivňují závislou proměnnou (Ferjenčík, 2010).

7.2 OPERACIONALIZACE POJMŮ

Proces podmiňování

Předpokládáme, že v našem experimentu bude hrát důležitou roli proces podmiňování, který usnadní přenos emoční zkušenosti mezi dvěma sezeními. Během prvního měření je **nepodmíněným podnětem** hudba, při které proband sleduje emočně nabitý videoklip. Soudíme, že proband bude u videoklipu prožívat určité emoce, se kterými se mu spojí hudba, která hraje na pozadí. **Nepodmíněnou reakcí** je zvýšení fyziologických projevů (elektrodermální aktivity, tepové frekvence, poměru LF/HF) a aktivace emoční paměti.

Při druhém měření se hudba samotná stává **podmíněným podnětem**. Proband v této chvíli žádné video nesleduje. Poslouchá pouze píseň, která se mu během

²⁷ Mezisubjektový design (ang. *between-subject experiment*) = typ experimentu, který je organizován tak, že každý subjekt je podroben působení pouze jedné úrovně nezávislé proměnné (Ferjenčík, 2010).

²⁸ Vnitrosubjektový design (ang. *within-subject experiment*) = typ experimentu, který je organizován tak, že každý proband podstoupí více úrovní nezávislé proměnné (Ferjenčík, 2010).

²⁹ Nezávislá proměnná (ang. *independent variable, treatment*) = proměnná, od které očekáváme, že je předpokládanou příčinou změny; manipulujeme s ní (Ferjenčík, 2010).

³⁰ Závislá proměnná (ang. *dependent variable, effect*) = proměnná, od které očekáváme, že se změní v závislosti na změně nezávislé proměnné; předpokládaný efekt; pozorujeme ji (Ferjenčík, 2010).

prvního měření měla spojit s emocemi prožívanými u videoklipu. **Podmíněnou reakcí** by pak měla být opět aktivace emoční paměti a zvýšení fyziologických projevů.

U probanda předpokládáme určitou úroveň sociální inteligence. Doufáme, že na něj bude působit vystavení smutnému videoklipu negativně a bude prožívat některou ze základních hudebních emocí (Juslin & Sloboda, 2010), kterými jsou smutek, strach a radost. Můžeme se domnívat, že vedle těchto emocí proband prožije i odpor, úlevu či překvapení.

Rádi bychom na tomto místě dodali, že v experimentu nejde o princip učení jako takový. Neučíme záměrně probandy tomu, aby měli určitou fyziologickou reakci na danou melodii. Zkoumáme pouze, zda hlouběji porozumíme a odhalíme funkci emoční paměti v kontextu hudby.

Emočně nabitá hudba

Kdy můžeme o hudbě říct, že je emočně nabitá? Pokud je pro nás daná melodie nějakým způsobem silná, vyvolává v nás pocity štěstí, smutku, strachu a pojí se nám s nějakou vzpomínkou k emoční paměti, pak můžeme říct, že daná hudba je emočně nabitá (Scherer & Coutinho, 2013).

Emočně nabitý prožitek znamená, že zažíváme silnou emoci (radost, smutek, hněv, strach, překvapení, odpor a další). Může se jednat o negativní či pozitivní emoční zážitek (American Psychological Association, nedat.).

Pro účely prezentace emočně nabité hudby v našem experimentu jsme vybrali dvě písně melodicky neutrální tak, aby byly příjemné na poslech posluchači se zájmem o pop, rock, metal či jazz. První píseň se jmenuje „*I Found*“ a pochází z pera kapely Amber Run (Amber Run, 2014). Druhá píseň se nazývá „*High Hopes*“, jejíž autory jsou členové kapely Kodaline (Kodaline, 2013). K oběma písním existují originální videoklipy, ve kterých se odehrávají emoční scény.

V prvním videoklipu skladby „*I Found*“ můžeme pozorovat dívku, která byla unesená dvěma muži. Mezi únoscí vidíme jasný rozdíl – starší z nich chce výkupné za každou cenu a na dívce mu nezáleží. U mladšího únosce však můžeme od počátku pozorovat, že váhá nad svým činem. Během únosu si všímáme drobností, podle kterých poznáme, že mu dívka není lhostejná. Postupně zjišťujeme, že dochází ke Stockholmskému syndromu, a dívka začne k mladšímu únoscí chovat city a únosce k ní. Mladý únosce dívce rozváže ruce a poté dojde k boji mezi ním a starším únoscem. Během potyčky mladý muž nakape

staršímu muži omamnou látku do očí, díky čemuž se jemu a dívce podaří utéct. Při posledních tónech se objeví nápis „... to be continued“, a klip nám tak prozradí, že kapela vytvořila v jiné písni pokračování příběhu, čímž umocní naši zvědavost.

Ve druhém videoklipu skladby „*High Hopes*“ se odehrává příběh osamělého muže, který plánuje spáchat sebevraždu. Jako blesk z čistého nebe mu však do života přijde žena, která utíká od oltáře. Tráví spolu čas a sbližují se. Můžeme si uvědomit, že pro oba se odehrává příběh s novou nadějí. Postupně se odkrývá, že žena trpěla v minulém vztahu domácím násilím. V okamžiku, kdy máme pocit, že muž a žena spolu budou šťastní, se do jejich příběhu připlete ženin bývalý partner a puškou je oba zraní. Další záběr z nemocnice, kde se setkáváme pouze s mužem, nás nechává dlouhých pár vteřin v napětí. V závěrečných tónech se muž s ženou, jeho nadějí na lepší život, znovu setká.

Campbell (2008) dokládá, že různé styly hudby lze popsat rozlišnými charakteristikami. Popová hudba, pod kterou spadají i námi vybrané dvě písně, může účinně zapojit emoce a navodit pocity spojené s melodií. Při poslechu písně a pozorování videoklipu dojde ke spojení melodie s odehranou emocionální scénou. Vznikne tak emočně nabitá hudba.

Příprava Python programu

K průběhu výzkumu bylo potřeba vytvořit program v programovacím jazyce Python, který vysílal informace o digitálních signálech do systému BIOPAC. V rámci příprav programu absolvovala autorka výzkumu společně s dalšími dvěma diplomanty během měsíců února a března 2019 tři lekce programování pod vedením Mgr. Tomáše Dominika, Ph.D.

Po absolvovaných třech lekcích jsme vytvořili program k diplomové práci, který fungoval následovně. Po spuštění programu experimentátor na počátku vybral, která varianta bude probandovi puštěna (zda se bude jednat o video či píseň) a v jakém pořadí písně budou následovat. Poté se probandovi ukázala obrazovka, na které ho program přivítal úvodním textem. Jakmile byl proband připravený, stiskl mezerník, načež se objevil fixační křížek. Po fixačním křížku se spustila první píseň (melodie/video), poté druhá píseň (melodie/video). Po skončení druhé písně proband opět sledoval fixační křížek, po jehož ukončení se program rozloučil a poděkoval participantovi za účast.

Pokud hrála pouze melodie, viděl proband na monitoru před sebou jenom černou obrazovku. Python program byl naprogramovaný tak, aby vyslal signál do

digitálních kanálů, kterých bylo celkem pět: Baseline, Music 1, Music 2, Clip 1, Clip 2. Pokud byl v rámci oblasti Song 1 spuštěn videoklip, vyslal Python signál do digitálního kanálu Clip 1 a podobně. Díky tomu jsme dostali přesný časový údaj, kdy se spustila baseline, první píseň (video/melodie), druhá píseň (video/melodie) a druhá baseline.

7.3 PILOTNÍ STUDIE

V rámci plánování výzkumu byla snaha naplánovat jeho průběh tak, aby byly co nejvíce vyloučeny nežádoucí proměnné, které by měly vliv na elektrodermální aktivitu a srdeční činnost pozorovaného jedince. Výzkum byl během pilotáží postupně zdokonalován.

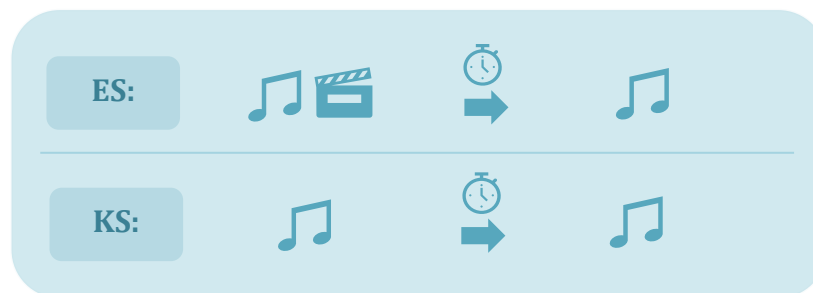
Před hlavním výzkumem byla provedena jedna předpilotní studie a dvě pilotní studie, které se uskutečnily v laboratoři Katedry psychologie FF UP. Předpilotní studie byla provedena v rámci tzv. lab meetingu³¹. Na setkání jsme vyzkoušeli zapojování techniky EDA a EKG. Plán měl podobu experimentu se dvěma skupinami – jednou experimentální a druhou kontrolní. Emočně nabitou hudbou měla být melodie Hanse Zimmera z filmu *Interstellar* či melodie ze seriálu *Band of Brothers*. Jak z filmu *Interstellar*, tak ze seriálu *Band of Brothers* by byly vybrány určité emočně silné klipy. Během předpilotní studie jsme došli k závěru, že klipy z filmu *Interstellar* či seriálu *Band of Brothers* nemusí být vhodné. Klipy jsou specifické svým tématem (vesmír, druhá světová válka), a proto by hodnoty z fyziologického měření mohly být ovlivněné tím, jak je dané téma participantovi blízké. Z předpilotní studie vyšlo, že bude změněn emočně nabitý podnět a bude vybrána jiná melodie.

V rámci první pilotní studie autorka diplomové práce vybrala píseň „*I Found*“ od kapely Amber Run jako nezávislou proměnnou. Originální videoklip, který trvá čtyři a půl minuty, byl zkrácený na dvě minuty. Pilotní studie probíhala jako zápočet do předmětu Speciální psychofyziologie. V experimentální i kontrolní skupině byl jeden proband. Probandovi zastupujícímu experimentální skupinu (dále „ES“) byl po zapojení EDA a EKG spuštěn program, ve kterém se deset sekund díval na fixační křížek. Poté poslouchal píseň „*I Found*“ dohromady s dvouminutovým videoklipem. Po časovém odstupu, který činil půl hodiny, přišel na druhé měření. Opět nejprve sledoval

³¹ Lab meeting = setkání diplomantů, kteří píšou diplomovou práci pod vedením Mgr. Tomáše Dominika, Ph.D.; slouží k probrání výzkumných designů či případným zkouškám techniky.

deset sekund fixační křížek, poté následoval poslech stejného dvouminutového úseku písně bez videoklipu. Participanta z kontrolní skupiny jsme také napojili na elektrody EDA a EKG. Po spuštění programu byl po desetivteřinovém fixačním křížku vystaven pouze písni „I Found“ bez videoklipu (opět stejný dvouminutový úsek). Po půlhodinové pauze prošel participant z kontrolní skupiny stejným procesem. Průběh pilotní studie znázorňuje obrázek 11.

Obrázek 11: Pilotní studie – infografika



Infografika na obrázku 11 znázorňuje průběh pilotní studie. Experimentální skupina (ES) byla na 1. měření vystavena písni „I Found“ s videoklipem. Po časovém odstupu byla experimentální skupině puštěna samotná píseň „I Found“ bez videoklipu. Kontrolní skupina (KS) byla vystavena pouze písni bez videoklipu. Po ukončení měření jsme porovnávali naměřené psychofyziologické hodnoty. Očekávali jsme, že psychofyziologické hodnoty budou zvýšené u ES, která viděla emočně nabitý videoklip. Zdroj: vlastní zpracování.

Během všech měření v průběhu sledování programu byly do softwaru *AcqKnowledge* odesílány signály o tom, zda participant sleduje video či poslouchá hudbu. Signály byly následně použity při zpracování dat. Po ukončení pilotní studie jsme zjistili, že nám pro výpočet p-hodnoty chybí údaj o bazální aktivitě, díky které bychom mohli určit rozdíl mezi měřeními týkající se množství NS-SCR. Doba fixačního křížku trvala pouze deset sekund, což je krátká doba pro měření baseline hodnoty. V rámci měření jsme nemohli srovnávat hodnoty naměřené během prvního poslechu s hodnotami naměřenými během druhého poslechu. Aby bylo porovnání adekvátní, bylo potřeba znát hodnotu baseline.

Z pilotního šetření vzešla následná doporučení. Doba, během které se proband díval na fixační křížek, byla prodloužena z deseti sekund na dvě minuty. Navýšení času umožní změřit probandovu hodnotu baseline. V programu Python bylo potřeba přidat port, který vyslal signální informaci o hladině baseline. Dále jsme zkrácenou verzi písně i videoklipu navýšili na originální dobu znění.

Dne 2. července 2019 se autorka práce účastnila semináře společnosti BIOPAC v Praze. Seminář zahrnul téma elektrodermální aktivity, díky čemuž byly zjištěny následující informace. Probandova hodnota baseline by se měla měřit alespoň tři minuty. Sdělení jsme vzali v potaz a prodloužili jsme dobu fixačního křížku na pět minut. Druhá zpráva se týkala materiálu potřebného k EDA měření. Pro EDA elektrody se využívá speciální „GEL101“, který jsme tímto začali používat.

Před zahájením druhé pilotní studie byla zvažována eliminace nežádoucích proměnných. Abychom nezakládali naše pozorování na výběru pouze jedné písně, rozhodli jsme se přidat druhou píseň s emočně nabitým videoklipem. Vedle písně „I Found“ zvolila autorka výzkumu jako druhou píseň „High Hopes“ od kapely Kodaline také s emočním originálním videoklipem. Jestliže má emočně nabitý klip vyvolat psychofyziologické reakce, je vhodnější mít efekt ověřený z poslechu více než jedné písně.

S ohledem na výše napsané můžeme konstatovat, že vznikl komplexní design, který blíže popíšeme v podkapitole Průběh výzkumu. Během srpna 2019 se uskutečnila druhá a poslední pilotní studie, v rámci které byl opět jeden proband v experimentální skupině a druhý v kontrolní skupině. Během druhé pilotní studie jsme pouze upravili dobu fixačního křížku, jelikož jeho sledování po dobu pěti minut se jevilo jako příliš dlouhé. Fixační křížek byl zkrácen na tři minuty. Přidali jsme také tříminutový fixační křížek po ukončení obou písní. Jakmile skončilo promítání nezávislých proměnných, proband se mohl vrátit do své bazální úrovně fyziologického prožívání. Python program byl upraven do finální podoby. Mimo jiné jsme vylepšili informovanost probanda o tom, aby se při dalším výzkumu pokud možno nehýbal.

7.4 PRŮBĚH VÝZKUMU

Experiment probíhal v laboratoři na Katedře psychologie FF UP. Experimentátorka seděla u hlavního stolu s obsluhou BIOPAC. Proband seděl naproti experimentátorce v pohodlném křesle. Před sebou měl monitor, na kterém mu byl puštěn připravený program, a reproduktory, ze kterých šel zvuk.

V experimentu jsme měli dohromady šest skupin po deseti účastnících. Z toho byly čtyři experimentální skupiny a dvě kontrolní skupiny. Experiment byl rozdělen na dvě měření, mezi nimiž činil časový odstup zpravidla dva týdny.

Všechny skupiny si po zapojení elektrod prošly v prvním i druhém měření následujícím postupem. Probandi sledovali tři minuty fixační křížek. Následně zazněla první píseň, poté druhá píseň a na konci byl opět zobrazen fixační křížek trvající tři minuty. Průběh samotného experimentu trval 15 minut³². V rámci experimentu jsme se snažili o vyvažování podmínek a kontrolu pořadí písní³³ (zda budou písně puštěny v pořadí „*I Found*“, „*High Hopes*“, či naopak) i variant (zda bude puštěno video, či hrát melodie).

Participantů z experimentální skupiny viděli v prvním měření k jedné z písní její originální videoklip. Na druhém měření slyšeli pouze písně bez videoklipu. Kontrolní skupiny poslouchaly pouze písně bez sledování videoklipu. Pokud hrála píseň bez videoklipu, viděli posluchači na monitoru před sebou jen černou obrazovku. Harmonogram je specifikován v tabulce 7.

Pokud experimentální skupina viděla k dané písni videoklip, zapisujeme písmeno v (*video*). V případě, že probandi slyšeli pouze hudbu, píšeme m (*music*). Písmeny ES označujeme experimentální skupinu, písmeny KS kontrolní skupinu.

Participantů z 1. ES a 4. ES viděli v prvním měření videoklip k písni „*I Found*“ a k písni „*High Hopes*“ slyšeli pouze píseň. Skupina 1. ES měla písně v pořadí „*I Found*“ – „*High Hopes*“, skupina 4. ES v opačném pořadí (čili „*High Hopes*“ – „*I Found*“). Probandi z 2. ES a 3. ES viděli v prvním měření videoklip k písni „*High Hopes*“ a k písni „*I Found*“ slyšeli pouze píseň. Skupina 2. ES měla písně v pořadí „*I Found*“ – „*High Hopes*“, 3. ES v opačném pořadí (čili „*High Hopes*“ – „*I Found*“). Participantů z 5. KS a 6. KS neviděli žádný videoklip. Slyšeli pouze dvě písně, a to buď pro 5. KS v pořadí „*I Found*“ – „*High Hopes*“, či pro 6. KS v pořadí „*High Hopes*“ – „*I Found*“.

³² Celý experiment i s přivítáním probanda, poskytnutím informací, zapojením elektrod, měřením a rozloučením trval cca 35–40 minut.

³³ Kontrolu pořadí písní jsme zařadili proto, abychom vyloučili nežádoucí vliv pořadí, ve kterém by měla vliv skladba, kterou jedinec slyší jako první.

Tabulka 7: Harmonogram měření

Skupina	Pořadí písní	Varianta v 1. měř.	Varianta v 2. měř.
1. ES	I Found – High Hopes	v-m	m-m
2. ES	High Hopes – I Found	v-m	m-m
3. ES	I Found – High Hopes	m-v	m-m
4. ES	High Hopes – I Found	m-v	m-m
5. KS	I Found – High Hopes	m-m	m-m
6. KS	High Hopes – I Found	m-m	m-m

Tabulka 7 popisuje harmonogram měření. Ve sloupci „Skupina“ vidíme, o kterou skupinu se jedná. V měření jsou zařazeny čtyři experimentální skupiny (1. ES–4. ES) a dvě kontrolní skupiny (5. KS–6. KS). Ve druhém sloupci zmiňujeme, v jakém pořadí jsou vybrané dvě písně, které účastníci poslouchají, puštěny. Třetí a čtvrtý sloupec vysvětluje, která varianta podnětů byla zvolena v 1. a ve 2. měření. Písmeno „v“ značí „video = videoklip“. Písmeno „m“ označuje „music = píseň/melodie“.

7.5 PROMĚNNÉ

Podstatou experimentální studie je manipulace s nezávislými proměnnými, přičemž se sleduje, jaký dopad má změna nezávislých proměnných na hodnoty závislých proměnných. Závislou proměnnou jsou hodnoty, které jsme od probandů získávali v podobě psychofyziologických reakcí. Konkrétně se jednalo o čtyři proměnné. Amplituda kožní odpovědi, označovaná jako **log_SCR_amplituda**, je metrická proměnná. Jak prefix „log“ naznačuje, model závislé proměnné byl zlogaritmován z důvodu log-normálního rozdělení této veličiny. Další závislou metrickou proměnnou tvoří počet odpovědí kožní vodivosti za minutu – **SCR_count/min**. Metrická proměnná **LF/HF** reprezentuje poměr LF/HF pásma variability srdečního rytmu. Poslední metrickou proměnnou je **HR_mean**, která značí průměr srdeční frekvence.

V rámci našeho designu pracujeme s následujícími nezávislými proměnnými. Proměnná **sezení** je dichotomická nezávislá proměnná, která zahrnuje úroveň 1. měření a 2. měření. Proměnná **video_vjem** je dichotomická proměnná specifická pro 1. měření a představuje možnost, že probandi buď byli, nebo nebyli, vystaveni videoklipu. Další dichotomickou proměnnou je **video_paměť**, která je specifická pro 2. měření. Navazuje na proměnnou **video_vjem** a určuje, zda skladba, kterou účastník poslouchá, byla v účastníkově prvním měření doprovázena klipem či nikoli.

Dichotomická proměnná **druhý poslech** určuje poslechy ve 2. měření, které tak odlišujeme od poslechů v 1. měření. **Druhá baseline** je dichotomická proměnná, která zastupuje měření druhé baseline na konci 1. i 2. setkání. **Skladba** je nominální proměnná se třemi úrovněmi, a to s písní „I Found“, písní „High Hopes“ či baseline (tedy žádná skladba). Proměnná **proband** vstupuje do modelu jako náhodný faktor s šedesáti úrovněmi, jelikož celkový výzkumný soubor čítal šedesát probandů.

7.6 FORMULACE HYPOTÉZ

V rámci kvantitativního výzkumu budeme ověřovat **osm hypotéz**, které blíže rozvedeme na následující straně:

- **H1a:** *Sledování videa při poslechu písně statisticky významně zvyšuje amplitudu SCR.*
- **H1b:** *Vybavení vzpomínky na emoční videoklip při poslechu písně statisticky významně zvyšuje amplitudu SCR.*
- **H2a:** *Sledování videa při poslechu písně statisticky významně zvyšuje počet NS/SCR za minutu.*
- **H2b:** *Vybavení vzpomínky na emoční videoklip při poslechu písně statisticky významně zvyšuje počet NS/SCR za minutu.*
- **H3a:** *Sledování videa při poslechu písně statisticky významně zvyšuje LF/HF.*
- **H3b:** *Vybavení vzpomínky na emoční videoklip při poslechu písně statisticky významně zvyšuje LF/HF.*
- **H4a:** *Sledování videa při poslechu písně statisticky významně zvyšuje tepovou frekvenci (TF).*
- **H4b:** *Vybavení vzpomínky na emoční videoklip při poslechu písně statisticky významně zvyšuje tepovou frekvenci (TF).*

Nyní čtenáři blíže vysvětlíme hypotézy tak, aby jim mohl plně porozumět, jelikož jsme si vědomi komplexnosti a složitosti jazyka v oblasti psychofyziologie. Hlavní rozdíl mezi hypotézou „Ha“ a hypotézou „Hb“ spočívá v tom, jakou nezávislou proměnnou bereme v potaz. Hypotéza „Ha“ počítá s nezávislou proměnnou **video_vjem**, která zastupuje sledování videa a které byli probandi vystaveni v 1. měření. Hypotéza „Hb“ pracuje s nezávislou proměnnou **video_paměť**, která představuje vzpomínání na video v rámci 2. měření, během kterého participanti slyšeli danou píseň bez videa.

Níže přiblížíme obecnou podstatu hypotéz H1, H2, H3, H4. Při popisu se odkazujeme na 3. kapitolu Psychofyziologie, ve které jsme se zmiňovaným principům věnovali hlouběji.

H1a + H1b

H1a: Sledování videa při poslechu písně statisticky významně zvyšuje amplitudu SCR.

Po předložení určitého podnětu očekáváme, že dojde k odpovědi kožní vodivosti, která se projeví vzrůstem vlny SCR. Každá vlna kožní odpovědi SCR má svoji amplitudu, tedy výšku vlny (její maximální hodnotu). V našem případě předpokládáme, že v průběhu doby, kdy je proband v experimentální skupině během poslechu písně vystaven videoklipu s emočním nábojem (proměnná **video_vjem**), budou amplitudy SCR vyšší. Ve videoklipech je několik podnětů, které by probanda měly emočně vybudit, a tudíž by amplituda jejich elektrodermální aktivity měla být vyšší než u probandů, kteří klip nepozorují.

H1b: Vybavení vzpomínky na emoční videoklip při poslechu písně statisticky významně zvyšuje amplitudu SCR.

Nejvíce klíčovým předpokladem v našem experimentu je, že by experimentální skupina měla mít vyšší amplitudy SCR i při druhém měření, kdy poslouchá pouze hudbu, u které v 1. měření viděla videoklip (proměnná **video_paměť**). Participant by měl mít melodii spojenou s emočním prožitkem z videa.

H2a + H2b

H2a: Sledování videa při poslechu písně statisticky významně zvyšuje počet NS/SCR za minutu.

V našem experimentu jsme stanovili, že budeme zkoumat NS-SCRs³⁴, protože nemáme specificky daný stimul, od kterého bychom čekali určitou reakci. V našem případě se jedná o tři minuty trvající píseň, během které čekáme, že se dostaví probandovy reakce.

Vzhledem k faktu, že experimentální skupina bude v 1. měření vystavena písni i s emočně nabitým videoklipem (proměnná *video_vjem*), předpokládáme, že u ní dojde také k navýšení množství nespecifických odpovědí oproti kontrolní skupině, která slyší pouze píseň.

H2b: Vybavení vzpomínky na emoční videoklip při poslechu písně statisticky významně zvyšuje počet NS/SCR za minutu.

Podobně jako u H1b očekáváme, že by experimentální skupina měla mít v rámci 2. měření u písně, u které viděla dříve videoklip, větší množství nespecifických odpovědí oproti kontrolní skupině. Daná píseň by měla být spojena s emočním prožitkem z videa (proměnná *video_paměť*).

H3a + H3b

H3a: Sledování videa při poslechu písně statisticky významně zvyšuje LF/HF.

Poměr LF/HF³⁵ pásma variability srdečního rytmu se zvětší, pokud je daná osoba více nabuzená. Předpokládáme, že experimentální skupina, která v 1. měření slyšela píseň s emočně nabitým videoklipem (proměnná *video_vjem*), bude vzhledem k většímu emočnímu nabuzení vykazovat vyšší poměr LF/HF pásma.

³⁴ NS-SCRs = Non-specific skin conductance responses (nespecifické odpovědi kožní vodivosti). Termín je blíže vysvětlen ve 3. kapitole.

³⁵ Poměr LF/HF = poměr low frequency a high frequency. Termíny jsou blíže vysvětleny ve 3. kapitole.

H3b: Vybavení vzpomínky na emoční videoklip při poslechu písně statisticky významně zvyšuje LF/HF.

Ve 2. měření bude experimentální skupina vzpomínat na emočně nabitě video při poslechu dané písně (proměnná *video_paměť*), čímž opět dojde k nabuzení, a tak i navýšení LF/HF pásma variability srdečního rytmu.

H4a + H4b

H4a: Sledování videa při poslechu písně statisticky významně zvyšuje tepovou frekvenci (TF).

Podle výzkumu od Schwartz (1971), který je blíže popsán ve třetí kapitole, usuzujeme, že čím emocionálnějšímu podnětu je proband vystaven, tím vyšší má tepovou frekvenci. V našem experimentu by tedy dávalo smysl tvrdit, že pokud je experimentální skupina vystavena písni s emočně nabitým videoklipem (proměnná *video_vjem*), bude se v ní daný jev projevovat. Probandi by tak v experimentální skupině měli dosahovat vyšší tepové frekvence oproti kontrolní skupině.

H4b: Vybavení vzpomínky na emoční videoklip při poslechu písně statisticky významně zvyšuje tepovou frekvenci (TF).

Ve výše zmíněném výzkumu participantům ke zvýšení tepové frekvence stačilo, aby na emocionálnější podněty pouze mysleli. Usuzujeme, že probandi z experimentální skupiny si budou během 2. poslechu vybavovat emocionální podněty u písně, u které viděli videoklip (proměnná *video_paměť*). Experimentální skupina by ve druhém měření měla dosahovat vyšší tepové frekvence oproti kontrolní skupině.

Obrázek 12: Infografika k měření v jednotlivých skupinách



Infografika na obrázku 12 znázorňuje průběh experimentu. Je rozdělena do tří oblastí. Má za cíl graficky zobrazit hlavní rozdíly v puštění variant nezávislých proměnných u experimentálních a kontrolních skupin. Všechny skupiny byly na počátku i konci měření vystaveny fixačnímu křížku pro naměření hodnot baseline. Tato skutečnost v infografice zobrazena není. Nezávislé proměnné jsou *píseň* (ikona osminová nota) a *videoklip* (ikona filmová klapka). Pokud mají nota a filmová klapka stejnou barvu, znamená to, že se jedná o tutéž píseň. V první oblasti vidíme infografiku průběhu výzkumu pro 1. a 4. ES. Tyto dvě skupiny viděly videoklip k písni „*I Found*“. K písni „*High Hopes*“ slyšely pouze píseň. Ve druhé oblasti vidíme průběh experimentu pro 2. a 3. ES. Participantů v těchto skupinách viděli videoklip k písni „*High Hopes*“. K písni „*I Found*“ slyšeli pouze píseň. Třetí oblast znázorňuje průběh výzkumu pro 5. a 6. KS, které byly vystaveny pouze písni.

Nábor probandů a jejich účast ve výzkumu

Autorka práce vytvořila plakát k náboru probandů (viz příloha 3) v programu Canva. Plakát spolu s popisem byl umístěn na sociální sítě Facebook a Instagram. Přes uvedený kontakt se s autorkou práce spojili uchazeči se zájmem o účast ve výzkumu. Probandovi byly zaslány podrobnější informace o průběhu výzkumu a také byl dotázán, zda zná melodie či videoklipy k písním „*I Found*“ a „*High Hopes*“. Pokud odpověděl, že melodie a videoklipy nezná, domluvili jsme se na prvním měření. Probandovi byl před prvním měřením poslán dopis 1 (viz příloha 7), ve kterém byly poskytnuty základní informace o místě a času výzkumu a také oznámení o průběhu samotného výzkumu.

Na prvním setkání byl probandovi vysvětlený průběh výzkumu a byl mu poskytnutý Informovaný souhlas (viz příloha 6). Poté autorka spolu s probandem vyplnili protokol k měření (viz příloha 5). Pokud proband se vším souhlasil, tak začala autorka s postupným zapojováním elektrod za stálého informování probanda o tom, co jej čeká. Po naměření hodnot bylo domluveno druhé setkání. Před druhým měřením obdržel proband druhý dopis (viz příloha 8) s instrukcemi. Po změření dat jsme na konci druhého měření probandovi blíže vysvětlili fungování EDA a EKG a ukázali mu různé zajímavosti z popisované oblasti psychofyziologie. Probandovi byla vysvětlena hlavní myšlenka výzkumu.

Probandi si z výzkumu odnesli zážitek, vyzkoušení psychofyziologického měření na vlastní kůži a zajímavosti z psychofyziologie. Jako bonus dostali dárkový balíček vitaminů od firmy Naturvita, a. s. (viz fotografie 1). Probandům byl zaslán v první polovině roku 2021 děkovný dopis (viz příloha 9), ve kterém bylo probandovi poděkováno za jeho účast a byl mu připomenutý a vysvětlený princip diplomové práce. Byly shrnuty probandovy výsledky z experimentu a celkové výsledky diplomové práce.

Fotografie 1: Balíček doplňků stravy od firmy Naturvita, a. s.



Na fotografii 1 vidíme připravené balíčky doplňků stravy od firmy Naturvita, a. s.

Zdroj: vlastní fotografie.

7.7 ORGANIZACE EXPERIMENTU

Harmonogram

Plánování výzkumu začalo v říjnu 2018. Během měsíců únor a březen 2019 se uskutečnily tři lekce k programování v jazyce Python. V dubnu a srpnu roku 2019 proběhly dvě pilotní studie.

Samotné měření začalo dne 28. srpna 2019, pokračovalo v měsících září, říjnu a listopadu. Poslední týden v listopadu probíhala konečná druhá měření. Dne 19. prosince 2019 bylo měření ukončeno. Realizace výzkumu v laboratoři trvala cca 130 hodin.

Autorka práce poté od ledna 2020 do června 2020 studovala na University of Groningen v Nizozemsku, kde čerpala teoretické podklady ke své práci. S ohledem na probíhající pandemii bylo analyzování naměřených dat odsunuto na leden 2021. Následně byla diplomová práce v březnu 2021 dokončena.

Checklist

Byl vytvořen tzv. checklist k zajištění úkonů pro měření reakcí probanda. Jedná se o dokument, ve kterém jsou shrnuté potřebné kroky, které experimentátor musí udělat od vkročení do laboratoře, přes sběr dat, po ukončení měření a odchod z laboratoře. Checklist je k nahlédnutí v příloze 4.

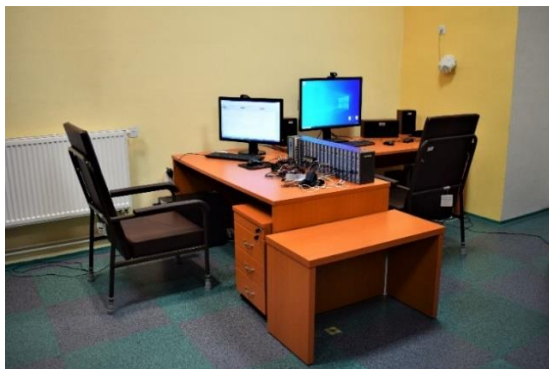
Protokol z měření

K záznamu základních informací o probandovi byl vytvořen Protokol z měření (viz příloha 5). V protokolu byly vyplněny údaje o přítomných experimentátorech v laboratoři. Dále byl protokol doplněn o informace, jako jsou pohlaví, datum narození, studijní či pracovní zaměření. Zjišťovali jsme, zda proband netrpí epilepsií a zda užívá medikaci. Ujistili jsme se, že nezná dané písně. Zaznamenali jsme si pořadí puštění hudby/klipů. V poznámkách jsme případně dopisovali navíc získané informace.

Prostory experimentu

Výzkum probíhal v laboratoři Praktického pracoviště na Katedře psychologie FF UP.

Fotografie 2: Laboratoř na Katedře psychologie FF UP



Fotografie 2 poskytuje pohled na místnost laboratoře. Vlevo sedí experimentátor, vpravo proband. Zdroj: vlastní fotografie.

Fotografie 3: Laboratoř na Katedře psychologie FF UP



Fotografie 3 ukazuje experimentátorův stůl spolu se skříní, ve které je uložený veškerý materiál potřebný v laboratoři. Zdroj: vlastní fotografie.

7.8 APLIKOVANÁ METODIKA

Tělesné reakce byly měřeny pomocí hardwarového systému MP 150 System od společnosti BIOPAC, který slouží ke snímání fyziologických aspektů člověka, jako jsou např.: elektrodermální aktivita (EDA), elektrokardiografie (EKG), elektroencefalografie (EEG), elektromyografie (EMG), elektrookulografie (EOG), dechové mechanismy a další (BIOPAC Systems, Inc., 2015). Hlavní snímací jednotka nese název MP150 a jedná se o první a největší zařízení celého systému. V řadě za sebou ji doplňují tzv. zesilovače (ang. *amplifier modules*), které zajišťují konkrétní druh měření.

Fotografie 4: BIOPAC Research System



Na fotografii 4 vidíme hardwarové zařízení MP150 BIOPAC System. Nalevo je hlavní snímací jednotka. Za ní jsou v řadě za sebou zesilovací moduly. Zdroj: vlastní fotografie.

BIOPAC MP150 System

Základní hardwarové zařízení zahrnuje: hlavní snímací jednotku (ang. *Data acquisition unit MP150*), dále modul univerzálního rozhraní UIM100C (ang. *Universal interface module*) a *AcqKnowledge* Software.

Modul univerzálního rozhraní UIM100C je rozmezí mezi MP150 a externími zařízeními. Používá se pro vstup předem digitálních signálů do akviziční jednotky MP150. Další signály (např. signály z elektrod) se připojují k různým doplňujícím modulům.

AcqKnowledge Software je interaktivní program, který dovoluje nahrávat, prohlížet, měřit, transformovat, přehrávat a analyzovat data (BIOPAC Systems, Inc., 2015). V rámci *AcqKnowledge* jsme vytvořili šablonu neboli template pro nahrávání našeho experimentu. Šablona obsahovala tři analogové kanály: EDA, EKG, srdeční frekvence. Dále v šabloně bylo pět digitálních signálů: Baseline, Music 1, Music 2, Clip 1, Clip 2.

BIOPAC modul pro EDA

BIOPAC modul pro měření EDA obsahuje následující komponenty: zesilovací modul EDA100C, EDA znovupoužitelné elektrody TSD203, GEL101. Před měřením EDA se místa pokožky, na které budou připojeny dobře očištěné elektrody, nesmí čistit. Proband by na měřených oblastech pokožky neměl mít krém. Na elektrody je potřeba nanést vodivý izotonický gel. Poté se elektrody umístí na články prstů. V *AcqKnowledge* programu se zjistí, zda jsou správně zapojeny a zda je signál v pořádku. Během měření je potřeba udržovat v místnosti konstantní teplotu a sledovat případné artefakty (BIOPAC Systems, Inc., 2015).

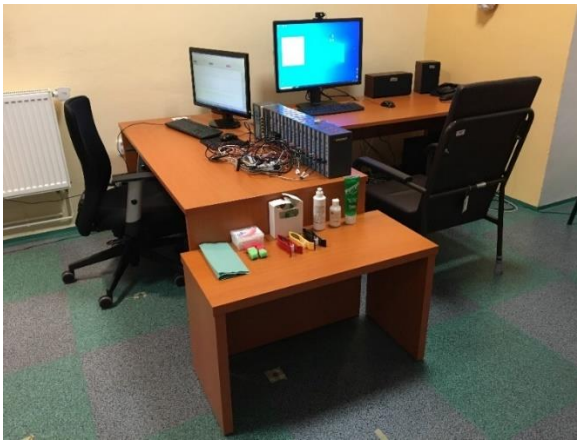
Elektrodermální aktivita měří kožní potenciál. Její popis a využití je blíže charakterizováno v kapitole o elektrodermální aktivitě (viz kapitola 3.3). V rámci naší studie jsme sledovali tonickou úroveň kožní vodivosti neboli baseline. Dále pro nás byla důležitá fázická úroveň kožní vodivosti, přesněji nespecifické odpovědi kožní vodivosti a jejich amplitudy.

BIOPAC modul pro EKG

BIOPAC modul pro měření EKG obsahuje zesilovací modul ECG100C, kabely na elektrody LEAD110-series a SignaGel. Před měřením EKG je potřeba očistit probandovi kůži od potu, což učiníme pomocí drsné strany nastříhané houby na nádobí a abrazivní pasty. Bez očištění daného místa by hrozilo, že se do záznamu EKG bude zapisovat elektrodermální aktivita. Proband by na sobě neměl mít nic kovového. Na klipsové elektrody nanese gel a připneme je podle vhodného připojení probandovi na zvolená místa podle zapojení Lead II. Černý kabel je zemnicí (vnitřní pravý kotník), červený pozitivní (vnitřní levý kotník) a bílý negativní (pravé zápěstí). Opět je potřeba zkontrolovat, zda jsou elektrody správně připojeny a zda je signál v pořádku (BIOPAC Systems, Inc., nedat.).

Elektrokardiografie měří srdeční činnost. Metoda je detailněji popsána v kapitole o EKG (viz kapitola 3.4). V našem experimentu jsme pomocí EKG měřili dva aspekty srdeční činnosti, a to srdeční frekvenci a variabilitu srdečního rytmu, respektive poměr frekvenčních pásem LF/HF.

Fotografie 5: *Laboratoř a potřebné materiály pro měření*



Fotografie 5 zobrazuje připravenou místnost spolu s materiálem pro měření. Zdroj: vlastní fotografie.

Materiály potřebné pro experiment:

- BIOPAC MP150 Systém + AcwKnowledge Software;
- EDA znovupoužitelné elektrody;
- gel pro EDA, tzv. GEL101;
- EKG klipsové elektrody;
- gel pro EKG, tzv. SignaGel;

- abrazivní pasta + nastříhaná houba;
- kabely;
- ubrousky na očištění od gelu + ušní tyčinky na očištění elektrod EDA.

Fotografie 6: *Klipsové elektrody k měření EKG*



Na fotografii 6 vidíme klipsové elektrody k měření EKG. V rámci experimentu byly použity vždy tři klipsové elektrody podle zapojení Lead II. Zdroj: vlastní fotografie.

Fotografie 7: *Židle probanda*



Na fotografii 7 vidíme židli, na které proband během experimentu seděl. Židle je uzpůsobená pro psychofyziologické měření. Zdroj: vlastní fotografie.

7.9 ETICKÉ ASPEKTY

Výzkum byl probandům představen pod stejným názvem, jako je uvedena naše práce. Bylo doplněno, že studie může přispět k pochopení mechanismu paměti na hudbu. Probandům byl utajen přesný design výzkumu. Participanti z experimentální skupiny nebyli informováni o tom, že na druhém setkání budou poslouchat pouze písně bez klipu. Před uskutečněním experimentu byl všem probandům poskytnut dokument

Informovaný souhlas, který shrnoval veškeré podstatné informace, které by účastníci měli vědět. Dokument zahrnoval oznámení o průběhu výzkumu, etice a kontakt na výzkumníka. Plné znění dokumentu uvádíme v příloze 6.

Během experimentu byl kladen důraz na dodržování veškerých etických aspektů. Byl dodržen princip dobrovolnosti. Zajistili jsme probandovu anonymitu poskytnutím individuálního kódu. Byli jsme připraveni poskytnout detailní informace v případě dotazů. S participantem bylo jednáno s respektem. Proband měl možnost kdykoliv od výzkumu odstoupit. Ujistili jsme participanty, že jim během výzkumu v laboratoři nehrozí újma na zdraví. Pro všechny účastníky jsme připravili souhrn psychofyziologických zajímavostí týkajících se EDA a EKG. Bonusem byl dárkový balíček vitaminů od firmy Naturvita, a. s. Probandi obdrželi děkovný dopis (viz příloha 9), ve kterém jsou shrnuté jejich osobní výsledky i výsledky celého experimentu.

Na základě výše uvedeného můžeme konstatovat, že experimentální studie byla provedena v souladu s etickými principy zakotvenými v Kodexu Evropské federace psychologických asociací (EFPA) (Lindsay, 2010).

Rizika

Před provedením experimentu bylo potřeba uvažovat nad možným vznikem rizik či problémů. Prvním rizikem bylo nevhodné oblečení (silonky) či použití krému na ruce. Silonky by znemožnily měření EKG a krém by zkreslil výsledky EDA. Rizikům jsme předcházeli tak, že jsme dopředu probandy informovali Úvodním dopisem (viz příloha 7), ve kterém jsme zmínili výše uvedená rizika.

Druhé riziko hrozilo epileptikům, kteří neužívali medikaci. Při vystavení probanda filmové scéně mohlo potenciálně dojít ke spuštění epileptického záchvatu. Probandy jsme na daný fakt upozornili. V rámci Protokolu z měření (viz příloha 5) byli probandi dotazováni, zda trpí či netrpí epilepsií.

8 Výzkumný soubor

V osmé kapitole se budeme věnovat výzkumnému vzorku a jeho popisu. Uvedeme deskriptivní charakteristiky výzkumného souboru.

Popis zkoumaného vzorku

Zkoumanou populací jsou **dospělí jedinci od osmnácti do třiceti let**. Věková hranice je dána z důvodu rozlišných fyziologických reakcí v různých věkových fázích (Boucsein, 2012). Výběrovým souborem jsou dospělí jedinci, kteří budou splňovat **dvě podmínky**:

1. První podmínkou je **neznalost písní „I Found“** od kapely Amber Run a **„High Hopes“** od kapely Kodaline.
2. Druhou podmínku je, že probandi **neviděli videoklipy** vytvořené k písním.

Jedná se o nepravděpodobnostní výběr, a to přesněji o:

- **příležitostný výběr** (ang. *convenience sampling*), který znamená, že do experimentu zahrneme kohokoliv, kdo je momentálně dostupný a ochotný;
- **kriteriální výběr** (ang. *criterion sampling*), který nám říká, že respondenti splňují určité kritérium.

Náš výzkumný soubor je tvořen **šedesáti probandy, kteří byli rozděleni do šesti skupin po deseti jedincích**. Experimentu se účastnilo šedesát osm participantů, kteří se přihlásili na principu dobrovolnosti a splňovali dané podmínky. Osm probandů bylo z výzkumu vyřazeno z důvodu předchozí znalosti skladeb či videoklipů a v případě jednoho participanta věku nad 30 let. V tabulce 8 vidíme, že ve výzkumu bylo třicet mužů a třicet žen. Tabulka 9 popisuje deskriptivní charakteristiky výzkumného souboru.

Tabulka 8: Zastoupení mužů a žen v jednotlivých skupinách

Pohlaví	1. ES	2. ES	3. ES	4. ES	5. KS	6. KS
M	5	5	5	5	5	5
Ž	5	5	5	5	5	5

Tabulka 8 popisuje zastoupení mužů (M) a žen (Ž) v jednotlivých experimentálních (ES) a kontrolních (KS) skupinách.

Tabulka 9: Deskriptivní charakteristiky souboru z hlediska pohlaví

Soubor	Počet	Průměrný věk	Směrodatná odchylka	Modus	Min. věk	Max. věk
muži, ženy	60	22,40	2,02	22	19	27

Tabulka 9 zobrazuje základní popisnou charakteristiku výzkumného souboru, který byl tvořen celkem šedesáti muži a ženami.

Participantů byli náhodně rozděleni do čtyř experimentálních a dvou kontrolních skupin pomocí MS Excel. Byl kladen důraz na to, aby všech šest skupin zahrnovalo deset participantů. V každé skupině bylo zastoupení pohlaví vyvážené – pět mužů a pět žen. V experimentálních skupinách bylo zahrnuto čtyřicet probandů, v kontrolních skupinách dvacet probandů.

V době našeho výzkumu realizovala svůj laboratorní diplomový projekt spolužačka Eva Šragová. Její téma bylo odlišné. Část našeho a jejího výzkumného souboru byla společná, a to nám usnadnilo koordinaci dvou současně probíhajících laboratorních výzkumů. Dbaly jsme na to, aby participantů měli časový odstup mezi společnými měřeními, pokud byli testováni tentýž den.

9 Analýza dat

Data byla získávána v softwaru **AcqKnowledge**, ve kterém byla data později i analyzována. Zanalyzovaná data byla převedena do programu **Microsoft Excel**, ve kterém byly pro účely výzkumu vytvořené dvě speciální tabulky v tzv. „wide“ či „long“ formátu. Následně byla data vyhodnocena v programu **Statistica 13** pomocí statistických metod popisné statistiky a statistických testů. V rámci statistické analýzy byl použit lineární model se smíšenými efekty.

9.1 ANALÝZY V SYSTÉMU BIOPAC

Data získaná z jednotlivých měření byla analyzována v programu **AcqKnowledge**. Jednotlivá měření byla zapsána v **analogových kanálech SCL** (hladina kožní vodivosti týkající se EDA), **EKG** a **HRV**. Před začátkem samotných analýz jsme si vytvořili zálohu naměřených dat a udělali si kopie daných záznamů. Na začátku každé analýzy jsme provedli tzv. **down-sampling**. Jedná se o metodu, která zmenší obsah souboru, čímž se zrychlí i následné analýzy.

Poté jsme pomocí funkce **Find Cycle** rozdělili záznam na tzv. **Focus Areas** neboli oblasti zájmu, které jsou celkem čtyři: Baseline 1, Song 1, Song 2, Baseline 2. Tvorba Focus Areas byla díky programu napsaném v Python jazyce časově přesná. Program během záznamu vysílal do softwaru **AcqKnowledge** digitální signály 0 či 1 a zapisoval je do tzv. **digitálních kanálů**, kterých bylo pět: Baseline, Music 1, Music 2, Clip1, Clip 2. Pokud byl v rámci oblasti Song 1 spuštěn videoklip, vyslal Python signál do digitálního kanálu Clip 1 a obdobně.

Následovaly EDA analýzy. Z analogového kanálu SCL jsme pomocí funkce **Locate SCR** vypočítali fázickou EDA. Vytvořil se nám analogový kanál „**Phasic EDA**“, ve kterém se zobrazily nspecifické odpovědi kožní odezvy neboli NS-SCR. V kanále SCL nebylo potřeba filtrovat artefakty, protože funkce „Locate SCR“ v sobě zahrnuje filtr. Není nám známo, o jaký filtr se jedná, jelikož tuto informaci se nám nepodařilo v dokumentaci dohledat. Nicméně předpokládáme, že BIOPAC pracuje s ověřenými algoritmy. Získané údaje o NS-SCR jsme překopírovali do předpřipravené Excel tabulky.

Pro lokalizaci vln jsme opět využili funkci **Locate SCR**, čímž jsme získali fázickou EDA. Tato funkce identifikuje vlny tak, že určí jejich začátek, maximální

hodnotu (čili amplitudu) a konec. Předpokládáme, že BIOPAC se řídí rigorózním postupem při určování začátku vln, a proto se na jeho algoritmy můžeme spolehnout. Amplitudy SCR jsme analyzovali na základě toho, jak začátek SCR vlny identifikoval BIOPAC. Dále pro výpočet amplitudy jsme použili funkci **Find Cycle**, která sloužila ke **hledání tzv. peak-to-peak amplitudy³⁶ mezi automaticky generovaným začátkem a koncem vlny SCR**. Získané údaje jsme přepočítali do druhé Excel tabulky.

Pro výpočet HRV jsme použili kanál s naměřeným čistým EKG. Jelikož na čistém EKG kanálu se mohou vyskytovat artefakty, musíme nechat kanál profiltrovat. EKG kanál se filtruje tzv. **Band Pass filtrem** s frekvenčním rozsahem 5–35 Hz. Jakmile je proces dokončen, vznikne nám druhý, profiltrovaný EKG kanál, se kterým dále pracujeme. V rámci funkcí pro analýzy variability srdečního rytmu program BIOPAC nabízí funkci **RSA Spectral Analysis**, tedy výpočet pomocí spektrální analýzy. Jednou z metod spektrální analýzy je tzv. rychlá Fourierova transformace (ang. *Fast Fourier Transform*, FFT), která vychází z předpokladu, že jakákoliv složitá časová řada se dá rozložit na jednoduché sinusové a cosinusové vlny s různou amplitudou a frekvencí. Jedná se o efektivní algoritmus, pomocí kterého BIOPAC zpracuje HRV. Pokud rychlou Fourierovu transformaci aplikujeme na křivku srdeční frekvence, dostaneme výkonově spektrální graf, na kterém je možné identifikovat známá frekvenční pásma (viz podkapitola 3.4.5). Pro účely tohoto výzkumu jsme se zaměřili na spektrální výkon LF a HF pásma variability srdečního rytmu. Je známo, že poměr LF/HF pásma je indexem rovnováhy mezi aktivitou sympatiku a parasympatiku (viz podkapitola 3.4.5) (Shaffer & Ginsberg, 2017). Údaje o poměru LF/HF byly programem zapsány v MS Excel a my jsme je zkopírovali do naší tabulky. Údaje o tepové frekvenci jsme získali pomocí funkce **HR Mean** (Heart Rate Mean, česky *průměr tepové frekvence*).

9.2 LINEÁRNÍ MODEL SE SMÍŠENÝMI EFEKTY

V následující podkapitole se věnujeme statistickým analýzám. Data získaná z analýz v *AcqKnowledge* jsme převedli do **dvou tabulek** v **MS Excel**. V první tabulce jsou shrnutá data pro hypotézy H1a, H1b, která se týkají amplitud kožních odpovědí. V tabulce jsme shromáždili velké množství informací od každého probanda. Tabulka je

³⁶ Peak-to-peak amplituda = vrcholy amplitudy.

obsáhlá a je v tzv. long formátu (viz příloha 10), jelikož je analyzována každá probandova odpověď kožní vodivosti.

Ve druhé tabulce najdeme data pro zbylé hypotézy H2a–H4b. Tabulka obsahuje data týkající se počtu kožních odpovědí, srdeční frekvence a poměru LF/HF. Tabulka je v tzv. wide formátu (viz příloha 10). Za pomoci vzorců jsme upravili data v Excelu tak, abychom s nimi mohli počítat v programu **Statistica 13**. V rámci statistických analýz jsme pro výpočty hypotéz zvolili cestu **lineárních modelů**.

Klasický lineární model v našem experimentu nebyl vybrán, protože u něj nebyla splněna podmínka nezávislosti pozorování. V naší studii máme k dispozici od každého participanta více pozorování. Zvolili jsme proto **lineární model se smíšenými efekty** (ang. *linear mixed-effects model*, **LME**), který bere na vědomí různorodost probandů (Pinheiro & Bates, 2000).

Model LME se řadí mezi pokročilé regresní modely, u kterých je ošetřen případ nezávislosti měření. LME zohledňuje závislost pozorování a vezme v potaz jejich rozptyl. Proband proto vstupuje do modelu jako náhodný faktor. Přidáním náhodného efektu do modelu se zpřesní výsledky měření (Pinheiro & Bates, 2000).

Předpoklady lineárního modelu jsou následující. Určujeme **normalitu reziduí**, **homoskedasticitu**³⁷ a shodu modelu s daty vyjadřovanou pomocí **koeficientu determinace R²**³⁸.

U všech následujících modelů sestavených za účelem testování hypotéz jsme nejdříve ověřili normalitu pomocí histogramu reziduí. Výsledky ukázaly, že námi naměřená data odpovídají normálnímu rozdělení, a proto jsou splněné předpoklady pro práci s parametrickými testy.

³⁷ Homoskedasticita = znamená, že rozptyl reziduí je nezávislý na parametru (Dostál, 2020).

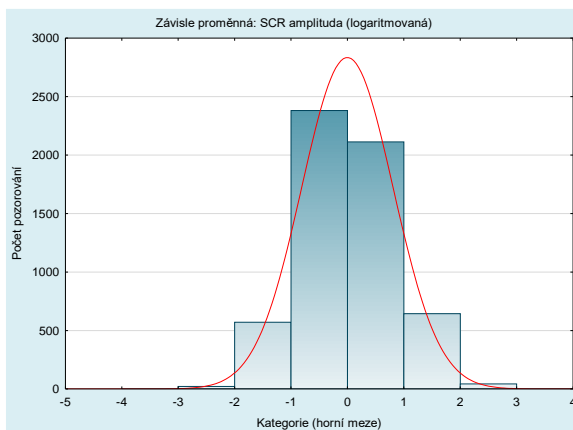
³⁸ Koeficient determinace (R kvadrát, R²) = označuje v matematické statistice míru kvality regresního modelu. Vyjadřuje, jaký podíl variability závislé proměnné model vysvětluje (Dostál, 2020).

9.3 PŘEHLED VÝSLEDKŮ VÝZKUMU

Pro posouzení efektu u hypotéz H1–H4 jsme zvolili lineární model se smíšenými efekty. Pro testování hypotéz v psychologii je zvykem volit hladinu významnosti alfa 0,05. Níže uvádíme přehled hypotéz a zjištěných měření a jejich výsledků.

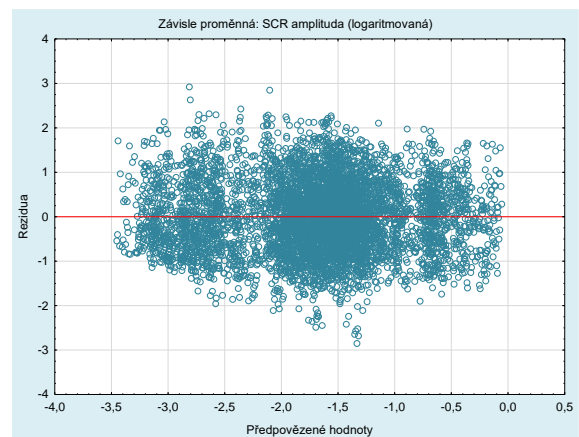
Analýza amplitud SCR (amplituda průměrné odpovědi)

U prvního modelu analyzujícího amplitudy SCR jsme kvůli log-normálnímu rozdělení použili logaritmickou transformaci závislé proměnné přirozeným logaritmem. Zlogaritmovaný model splňuje předpoklady pro model LME. Na grafu 1 vidíme histogram, který odpovídá normálnímu rozdělení reziduí. Na základě grafu 2 považujeme podmínku homoskedasticity za splněnou. Koeficient determinace R² vychází 0,43. Model vysvětluje 43 % variability.



Graf 1: Histogram reziduí u amplitudy SCR

Graf 1 zobrazuje histogram reziduí u závislé proměnné *log_SCR_amplituda*. Kvůli původnímu značnému zešikmení jsme použili logaritmickou transformaci závislé proměnné. Graf 1 odpovídá normálnímu rozdělení.

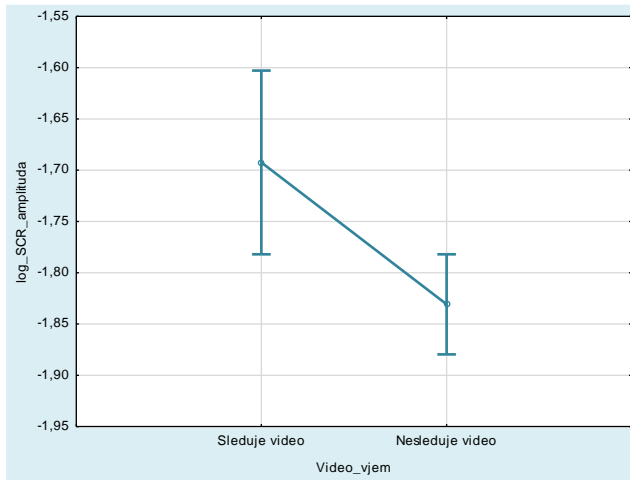


Graf 2: Bodový graf reziduí u amplitudy SCR

Bodový graf 2 zobrazuje vztah reziduí a predikcí u závislé proměnné *log_SCR_amplituda*. Z obrázku vidíme, že předpoklad homoskedasticity není porušen.

H1a: Sledování videa při poslechu písni statisticky významně zvyšuje amplitudu SCR.

Při sledování videa společně s hudbou mají probandi výrazně větší odpovědi, a to v průměru o 1,15 μ S oproti situaci, během které video nesledovali ($t(1) = 3,497$; $p < 0,001$). Nulovou hypotézu zamítáme a přijímáme alternativní hypotézu H1a.

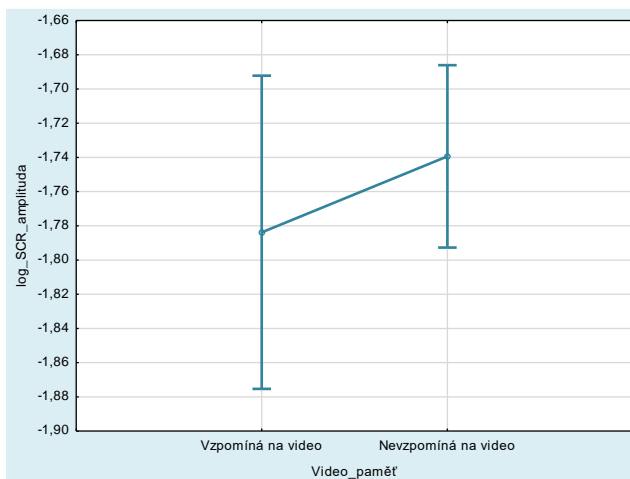


Graf 3: Graf středních hodnot a 95% konfidenčních intervalů amplitudy SCR

Graf 3 srovnává střední hodnoty logaritmované amplitudy kožní odpovědi mezi sledováním videa a nesledováním videa; úsečky označují 95% konfidenční intervaly.

H1b: Vybavení vzpomínky na emoční videoklip při poslechu písně statisticky významně zvyšuje amplitudu SCR.

Probandi, kteří ve 2. měření vzpomínali na emoční videoklip při poslechu písně, mají v průměru o 0,96 μ S nižší amplitudu kožní odpovědi oproti probandům, kteří na videoklip nevzpomínali ($t(1) = -0,994$; $p = 0,320$). Nulovou hypotézu nelze zamítnout.

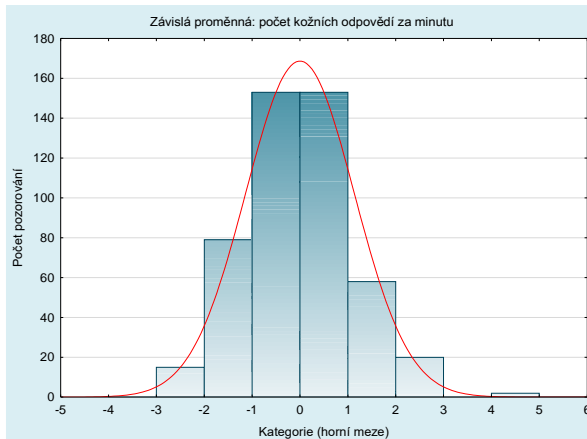


Graf 4: Graf středních hodnot a 95% konfidenčních intervalů amplitudy SCR

Graf 4 srovnává střední hodnoty logaritmované amplitudy kožní odpovědi mezi vzpomínáním na video a nevzpomínáním na video; úsečky označují 95% konfidenční intervaly.

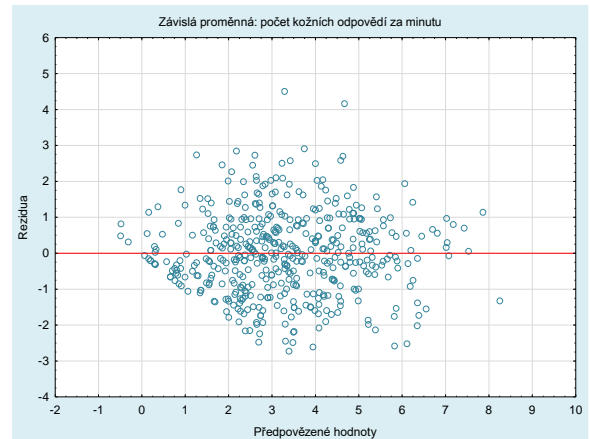
Kožní vodivost – počet nespécifických kožních odpovědí

U druhého modelu, který se týká počtu nespécifických odpovědí, jsou předpoklady pro model LME splněné. Na grafu 5 vidíme histogram, který odpovídá normálnímu rozdělení reziduí. Na grafu 6 pozorujeme mírnou heteroskedasticitu, avšak pro naše účely nepovažujeme předpoklad za porušený. Koeficient determinace R^2 vychází 0,66. Model tedy vysvětluje 66 % variability.



Graf 5: Histogram reziduí u počtu SCR/min.

Graf 5 zobrazuje histogram reziduí u závislé proměnné *SCR_count/min*. Histogram odpovídá normálnímu rozdělení s jednou odlehlou hodnotou (tzv. outlier).

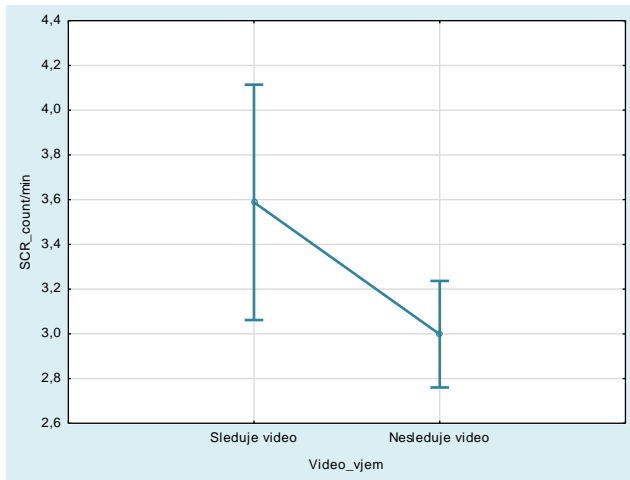


Graf 6: Bodový graf reziduí u počtu SCR/min.

Graf 6 zobrazuje rezidua a predikce v bodovém grafu. Můžeme pozorovat mírnou heteroskedasticitu reziduí u závislé proměnné *SCR_count/min*.

H2a: Sledování videa při poslechu písničky statisticky významně zvyšuje počet NS/SCR za minutu.

Při sledování videa společně s hudbou mají probandi v průměru o 0,60 odpovědi kožní vodivosti za minutu více oproti situaci, během které video nesledovali ($t(1) = 2,401$; $p = 0,017$). Nulovou hypotézu zamítáme a přijímáme alternativní hypotézu H2a.

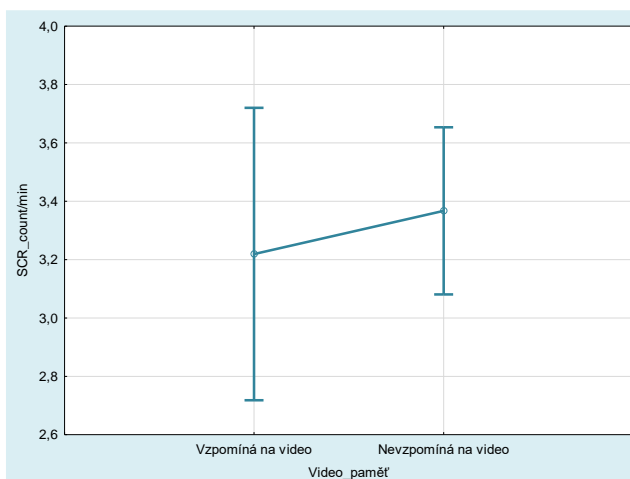


Graf 7: Graf středních hodnot a 95% konfidenčních intervalů počtu SCR/min.

Graf 7 srovnává střední hodnoty odpovědi kožní vodivosti mezi sledováním videa a nesledováním videa; úsečky označují 95% konfidenční intervaly.

H2b: Vybavení vzpomínky na emoční videoklip při poslechu písně statisticky významně zvyšuje počet NS/SCR za minutu.

Ukazuje se, že pokud proband v rámci 2. měření vzpomíná na emoční video, které viděl v 1. měření, má v průměru o 0,15 odpovědi kožní vodivosti za minutu méně než proband, který nad videem nepřemýšlí ($t(1) = -0,604$; $p = 0,546$). Nulovou hypotézu nelze zamítnout.

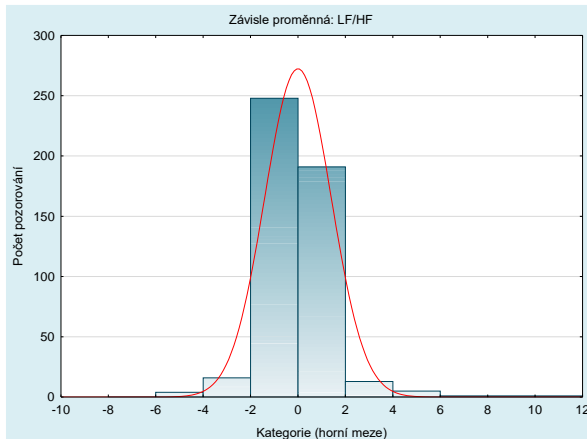


Graf 8: Graf středních hodnot a 95% konfidenčních intervalů počtu SCR/min.

Graf 8 srovnává střední hodnoty odpovědi kožní vodivosti mezi vzpomínáním na video a nevzpomínáním na video; úsečky označují 95% konfidenční intervaly.

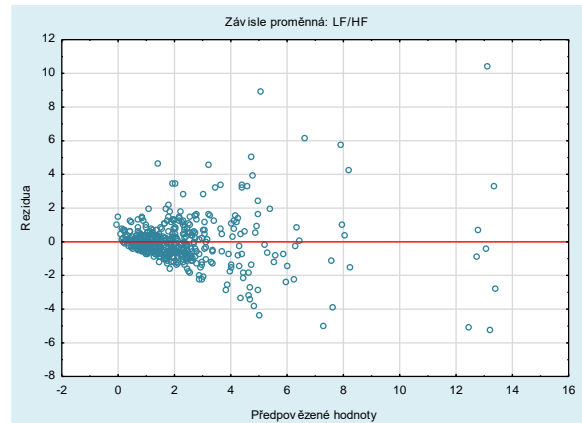
Analýza poměru LF/HF

Třetí model se zabývá analýzou poměru LF/HF. Histogram reziduí ukazuje mírně špičaté rozdělení, přesto na základě grafu 9 předpoklad normality nezamítáme. Na grafu 10 je zřetelná heteroskedasticita, tudíž je porušen předpoklad homoskedasticity. Výsledky daného modelu mohou být proto nepřesné. Koeficient determinace R^2 vychází 0,68. Model vysvětluje 68 % variability.



Graf 9: Histogram reziduí u LF/HF

Na grafu 9 vidíme histogram reziduí u závislé proměnné LF/HF. Histogram vykazuje mírnou špičatost.

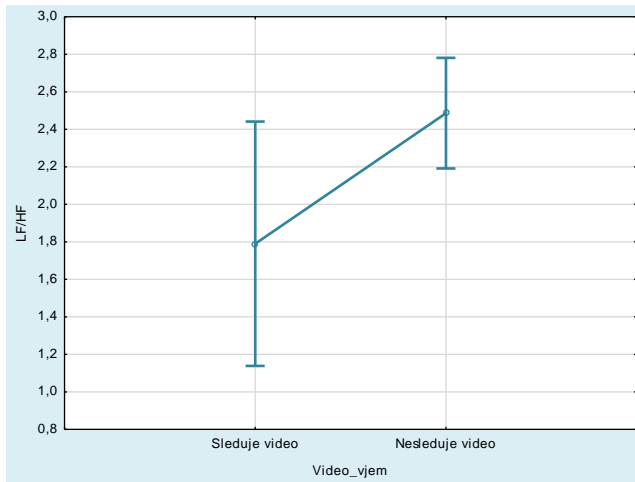


Graf 10: Bodový graf reziduí u LF/HF

Graf 10 zobrazuje porušení homoskedasticity reziduí u závislé proměnné LF/HF. Graf vykazuje zřetelnou heteroskedasticitu. Na grafu vidíme osm extrémních odlehlých hodnot (tzv. outliers).

H3a: Sledování videa při poslechu písničky statisticky významně zvyšuje počet LF/HF.

Při sledování videa společně s hudbou mají probandi v průměru o 0,70 Hz za minutu méně oproti situaci, během které video nesledovali ($t(1) = -2,288$; $p = 0,023$). Výsledná p-hodnota je nižší než stanovená hladina významnosti α . Sledování videa je signifikantní, avšak koeficient (-0,70) vyšel v opačném směru než v alternativní hypotéze námi stanovené. Nemáme tudíž dostatek důkazů k potvrzení alternativní hypotézy.

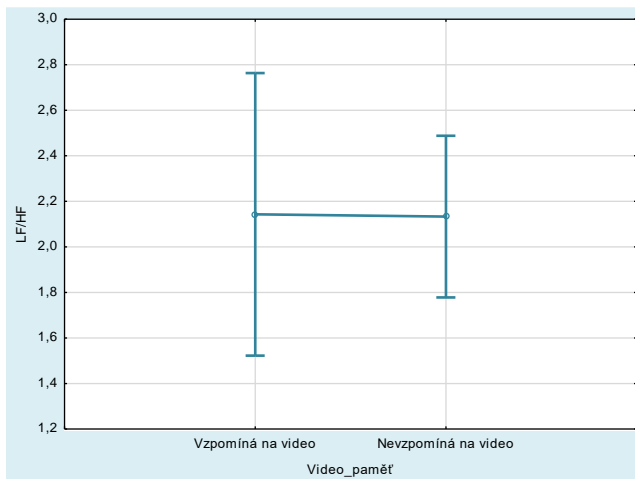


Graf 11: Graf středních hodnot a 95% konfidenčních intervalů LF/HF

Graf 11 srovnává střední hodnoty poměru LF/HF mezi sledováním videa a nesledováním videa; úsečky označují 95% konfidenční intervaly.

H3b: Vybavení vzpomínky na emoční videoklip při poslechu písně statisticky významně zvyšuje LF/HF.

Probandi, kteří ve 2. měření vzpomínali na emoční videoklip při poslechu písně, mají v průměru o 0,01 Hz za minutu více oproti probandům, kteří na videoklip nevzpomínali ($t(1) = 0,033$; $p = 0,974$). Nulovou hypotézu nelze zamítnout.

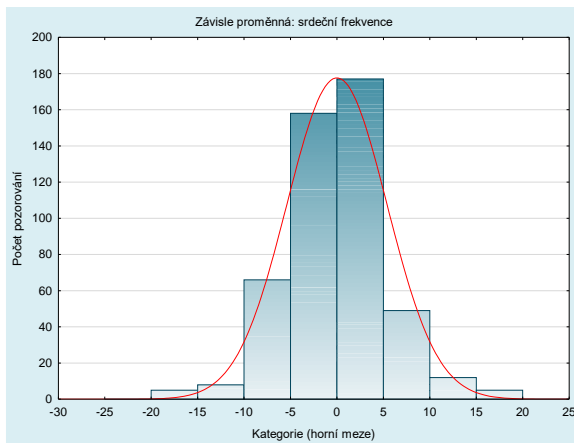


Graf 12: Graf středních hodnot a 95% konfidenčních intervalů LF/HF

Graf 12 srovnává střední hodnoty poměru LF/HF mezi vzpomínáním na video a nevzpomínáním na video; úsečky označují 95% konfidenční intervaly.

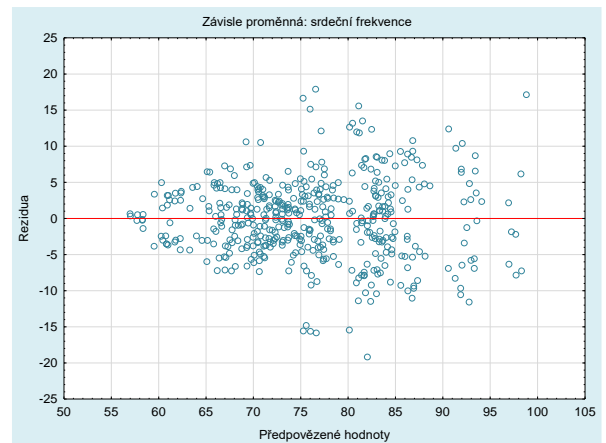
Analýza srdeční frekvence

Polední čtvrtý model analyzuje srdeční frekvenci. Na základě grafů 13 a 14 nepovažujeme předpoklady pro model LME za porušené. Graf 13 znázorňuje histogram, na jehož základě bereme předpoklad normality za splněný. Na grafu 14 můžeme pozorovat mírnou heteroskedasticitu, avšak v našem modelu máme dostatek pozorování, a proto podmínku homoskedasticity nepovažujeme za porušenou. Koeficient determinace R^2 vychází 0,72. Model vysvětluje 72 % variability.



Graf 13: Histogram reziduí u srdeční frekvence

Graf 13 zobrazuje histogram reziduí u závislé proměnné HR_mean . Histogram odpovídá normálnímu rozdělení.

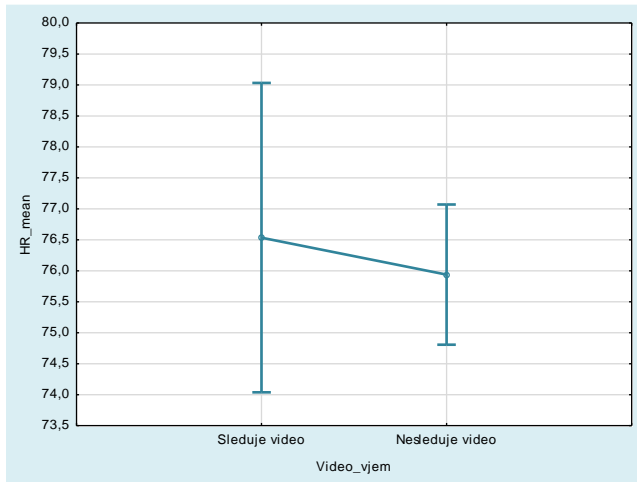


Graf 14: Bodový graf reziduí u srdeční frekvence

Na grafu 14 můžeme pozorovat mírný náznak trychtýře typický pro heteroskedasticitu, ale není to důvod, aby byl předpoklad homoskedasticity považován za porušený.

H4a: Sledování videa při poslechu písně statisticky významně zvyšuje tepovou frekvenci (TF).

Při sledování videa společně s hudbou mají probandi v průměru o 0,60 více tepů za minutu oproti situaci, během které video nesledovali ($t(1) = 0,512$; $p = 0,609$). Nulovou hypotézu nelze zamítnout.

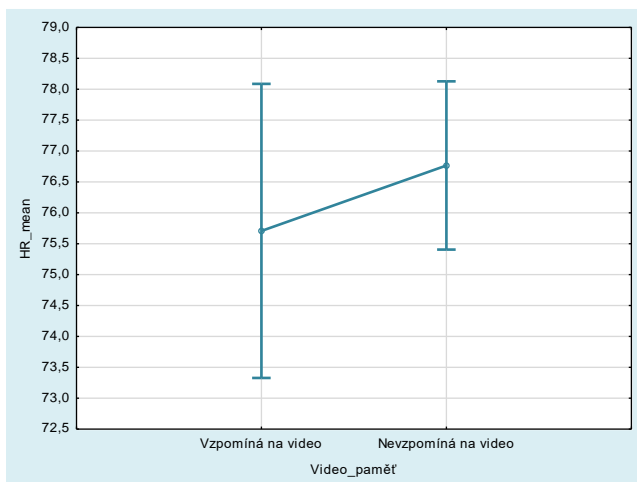


Graf 15: Graf středních hodnot a 95% konfidenčních intervalů srdeční frekvence

Graf 15 srovnává střední hodnoty srdeční frekvence mezi sledováním videa a nesledováním videa; úsečky označují 95% konfidenční intervaly.

H4b: Vybavení vzpomínky na emoční videoklip při poslechu písně statisticky významně zvyšuje tepovou frekvenci (TF).

Probandi, kteří ve 2. měření vzpomínali na emoční videoklip při poslechu písně, mají v průměru o 1,1 méně tepů za minutu oproti probandům, kteří na videoklip nevzpomínali ($t(1) = -0,909$; $p = 0,364$). Nulovou hypotézu nelze zamítnout.



Graf 16: Graf středních hodnot a 95% konfidenčních intervalů srdeční frekvence

Graf 16 srovnává střední hodnoty srdeční frekvence mezi vzpomínáním na video a nevzpomínáním na video; úsečky označují 95% konfidenční intervaly.

DALŠÍ VÝSLEDKY NAD RÁMEC HYPOTÉZ

Mimo výsledky odpovídající na naše hypotézy věnujeme pozornost také dalším závěrům, které z našeho výzkumu vzešly. Ukázalo se, že ve 2. sezení měli participanti obecně v průměru o 0,7 odpovědi kožní vodivosti za minutu (proměnná *SCR_count/min*) méně než v 1. sezení ($t(1) = -4,367$; $p < 0,001$).

Při měření proměnné *druhá baseline*, v rámci které participanti pozorují druhý fixační křížek během měření, mají probandi v průměru o 0,8 odpovědi kožní vodivosti za minutu méně oproti první baseline ($t(1) = -5,004$; $p < 0,001$).

Pokud proband ve 2. měření poslouchá hudbu, kterou slyšel v 1. měření (bez videoklipu), tak fakt, že ji slyší podruhé, nemá efekt na změnu elektrodermální aktivity. Při druhém poslechu písně měli probandi o 0,19 odpovědi kožní vodivosti za minutu více oproti prvnímu poslechu ($t(1) = 0,739$; $p = 0,460$).

U písní s absencí videa, které participanti slyšeli dvakrát, se ukazuje, že ani jedna ze skladeb není signifikantně odlišná oproti baseline, co se počtu kožních odpovědí (proměnná *SCR_count/min*) za minutu týká ($F(2, 412) = 1,294$; $p = 0,275$).

Pokud jsou však odpovědi kožní vodivosti přítomny, pak mají tyto odpovědi vyšší amplitudu (proměnná *log_amplituda_SCR*) oproti kožním odpovědím u baseline. Odpověď kožní vodivosti je u poslechu „*I Found*“ větší o 1,13 μS oproti baseline ($t(2) = 3,020$; $p = 0,003$). Při poslechu písně „*High Hopes*“ byly odpovědi kožní vodivosti větší o 1,15 μS oproti baseline ($t(2) = 3,458$; $p < 0,001$).

Dále jsme zaznamenali, že při poslechu písně „*High Hopes*“ mají probandi poměr *LF/HF* vyšší o 0,55 Hz oproti baseline ($t(2) = 2,094$; $p = 0,037$). Po odfiltrování vlivu videa efekt stále přetrvával.

10 Výsledky testování hypotéz

Shrnutí platnosti hypotéz představuje tabulka 10.

Tabulka 10: Výsledky testování hypotéz

Hypotéza	p-hodnota	Přijetí/nepřijetí
H1a: Sledování videa při poslechu písně statisticky významně zvyšuje amplitudu SCR.	< 0,001 (***)	Přijímáme.
H1b: Vybavení vzpomínky na emoční videoklip při poslechu písně statisticky významně zvyšuje amplitudu SCR.	> 0,05	Nepřijímáme.
H2a: Sledování videa při poslechu písně statisticky významně zvyšuje počet NS/SCR za minutu.	< 0,05 (*)	Přijímáme.
H2b: Vybavení vzpomínky na emoční videoklip při poslechu písně statisticky významně zvyšuje počet NS/SCR za minutu.	> 0,05	Nepřijímáme.
H3a: Sledování videa při poslechu písně statisticky významně zvyšuje počet LF/HF.	> 0,05	Nepřijímáme.
H3b: Vybavení vzpomínky na emoční videoklip při poslechu písně statisticky významně zvyšuje LF/HF.	> 0,05	Nepřijímáme.
H4a: Sledování videa při poslechu písně statisticky významně zvyšuje tepovou frekvenci (TF).	> 0,05	Nepřijímáme.
H4b: Vybavení vzpomínky na emoční videoklip při poslechu písně statisticky významně zvyšuje tepovou frekvenci (TF).	> 0,05	Nepřijímáme.

Tabulka 10 popisuje výsledky testování hypotéz. V prvním sloupci je znění hypotézy. Ve druhém sloupci je znázorněno, zda je získaná p-hodnota vyšší/nížší než stanovená hladina významnosti α . Symbol hvězdy (*) značí míru statistické významnosti.

11 Diskuze

Magisterská diplomová práce s názvem „Efekt emočně nabitě hudby na psychofyziologické aspekty a paměť jedince“ pojednává o vztahu mezi psychofyziologií, emoční pamětí a emočně nabitou hudbou. Psychofyziologie je obor, který zkoumá vztahy mezi fyziologickými procesy a psychickým stavem jedince (Andreassi, 2007). V našem případě jsme měřili elektrodermální aktivitu a srdeční činnost jedince. Sledovali jsme, zda se dané závislé proměnné budou měnit, pokud participant poslouchá emočně nabitou hudbu (nezávislá proměnná).

V rámci diskuse se zaměříme na interpretaci námi prezentovaných výsledků. Porovnáme je s výsledky studií, které se podobnému tématu věnovaly dříve. Dále se zaměříme na přínosy práce a její limity. V neposlední řadě uvádíme, jaká doporučení bychom navrhovali v budoucích studiích, které by zkoumaly podobné téma.

11.1 DISKUZE K VÝSLEDKŮM

Prvním záměrem, který jsme si kladli za cíl, bylo zjistit, zda **má emočně nabitá hudba vliv na elektrodermální aktivitu**. Zároveň jsme chtěli zjistit, zda má **paměť vliv na emoční prožívání při vystavení podmíněnému podnětu spojenému s intenzivní emocí**.

Z našich výsledků vyplývá, že na elektrodermální aktivitu má vliv spíše sledování emočně nabitého videoklipu nežli poslech emočně nabitě písni. Potvrzují to hypotézy H1a a H2a. Pokud participant sledovali v rámci 1. měření při poslechu písni i video, pak měli v průměru nejen o 0,6 odpovědi kožní vodivosti za minutu více ($\alpha = *$), ale také byly tyto odpovědi v průměru výrazně větší o 1,15 μS ($\alpha = ***$) oproti probandům, kteří video nesledovali.

Nelze však tvrdit, že by měla emočně nabitá hudba sama o sobě vliv na elektrodermální aktivitu. Podstatným předpokladem v našem experimentu bylo, že experimentální skupina měla dosahovat jak většího množství NS-SCRs, tak ideálně i vyšších amplitud SCR v době druhého měření, při kterém poslouchala píseň, ke které viděla v prvním měření emočně nabitý videoklip. Pokud by se tak stalo, pak by participant měl melodii spojenou s emočním prožitkem z videa, což by se projevilo na fyziologické úrovni. Výsledky hypotéz H1b a H2b tomu nenasvědčují. Nebyl nalezen statisticky významný rozdíl ani mezi naměřeným množstvím NS-SCRs, ani u výšek

amplitud kožních odpovědí mezi probandy, kteří na video ve 2. měření vzpomínali, a probandy, kteří na video nevzpomínali. Výsledky naopak naznačují, že kožních odpovědí bylo u probandů ve 2. měření u testované písně méně a jejich amplitudy kožních odpovědí byly nižší. Zjištění však není statisticky významné. Zde bychom rádi doplnili, že se autorka výzkumu vždy po skončení 2. měření probandů z experimentální skupiny ptala na jejich pocity z poslechu písně, u kterého viděli dříve videoklip. Probandi vždy reflektovali, že na video během písně vzpomínali, a dokonce se jim pravidelně vybavovaly také emočně nabitě momenty, které daný videoklip obsahoval. Myšlenky na emocionální zážitek se však v elektrodermální aktivitě nijak neodrazily.

Výsledky také ukázaly, že ve 2. sezení měli obecně participanti v průměru o 0,7 odpovědi kožní vodivosti ($\alpha = ***$) méně než v 1. sezení. To naznačuje, že probandi si na danou situaci mohli navyknout, a možným vysvětlením je tak efekt habituace. Vedle tohoto vysvětlení nabízíme také myšlenku, že 1. sezení mohlo být obecně více stresující, což se odrazilo v počtu kožních odpovědí. Výsledky měření amplitud SCR však ukázaly, že mezi 1. a 2. sezením není signifikantně významný rozdíl. Amplituda se nijak nesnižovala, což znamená, že se nemůžeme stoprocentně odvolat na efekt habituace.

Při měření druhé baseline vyšlo, že participanti měli v průměru o 0,8 odpovědi kožní vodivosti za minutu méně oproti první baseline ($\alpha = ***$). Ukazuje se, že probandi mají tendenci mít méně odpovědí kožní vodivosti s nabývajícím časem. Čím déle v dané situaci jsou, tím méně odpovědí kožní vodivosti budou mít. Opět se tedy jedná o možný efekt habituace.

Ve studii od van den Bosche et al. (2013) soudí, že při opakovaném vystavení písni, kterou proband již slyšel, se signifikantně zvyšuje hladina EDA. Naše výsledky jsou v rozporu se zmiňovanou studií. Pokud proband ve 2. měření poslouchal hudbu, kterou slyšel během 1. měření (bez videoklipu), tak skutečnost, že ji slyší podruhé, neměla efekt na změnu elektrodermální aktivity. Při druhém poslechu písně měli probandi o 0,19 odpovědi kožní vodivosti za minutu více oproti prvnímu poslechu. Dostáváme zhruba stejný výsledek, jako když hudbu slyšeli poprvé. Nedokážeme však říct, jak by se EDA měnila, pokud by byl proband dané písni vystaven vícekrát, ne pouze dvakrát.

Dalším cílem bylo zjistit, zda má **emočně nabitá hudba vliv na srdeční činnost**. Opět se zároveň podíváme i na **efekt paměti na emoční prožívání**. V analýzách týkajících se srdeční činnosti se také nepotvrdil efekt emočně nabitě hudby ani efekt paměti. V rámci 2. měření měli participanti z experimentální skupiny u testované písně stejný poměr LF/HF jako v 1. měření během sledování videa. Výsledky ukázaly, že během sledování videa měli probandi nižší poměr LF/HF, což je v rozporu jak s naším očekáváním, tak i teoretickým podkladem. Znamenalo by to, že participanti byli při sledování emočně nabitého videoklipu méně rozrušení. Může se jednat o falešnou pozitivitu, jelikož výsledná p-hodnota vyšla signifikantně v opačném směru.

Zjištěný výsledek je v nesouladu s příkladem, který popsali Malik et al. (1996). Vyšší poměr LF/HF pásma odráží stav, ve kterém je jedinec více nabuzený. Nižší poměr LF/HF pásma nastává, pokud je jedinec v klidu. Výsledky jsou navíc v rozporu s výsledky kožní vodivosti. Experimentální skupina během sledování videa dosahovala jak většího množství kožních odpovědí, tak zároveň vyšších amplitud SCR. Kožní odpovědi byly tedy silnější. Participanti podle výsledků EDA reagovali během videa více a byli rozrušení. Nižší LF/HF pásmo však naznačuje, že probandi byli více v klidném rozpoložení. Nedokážeme na tomto místě přesně popsat, co výsledky naznačují.

Interpretace zůstává otevřená, ale nabízíme několik možných vysvětlení. Přítomnost videa během poslechu písně mohla participanta určitým způsobem ukotvovat. Vzhledem k tomu, že probandi popisovali pocit frustrace u sledování fixačního křížku a že černá obrazovka během samotné písně jim také nedělala dobře, mohl videoklip vnést do situace jiný rozměr. Byl postavený na příběhu se smysluplnou myšlenkou, a tak přidal hudbě kontext. Možná přidaná hodnota v daný moment mohla způsobit navýšení poměru LF/HF pásma.

Co se týká tepové frekvence, nebyl zjištěný žádný vliv emočně nabitě hudby ani paměti na tepovou frekvenci, což je také v rozporu s teoretickým podkladem. Naši hypotézu jsme opírali o výzkum Schwartz (1971), který popsal, že čím většímu emocionálnějšímu podnětu je jedinec vystaven, tím vyšší má tepovou frekvenci, a to i v případě, že si emocionální obsah pouze představuje. V našem případě to mělo znamenat, že probandi ve 2. měření měli při poslechu písně, u kterého dříve viděli

videoklip, dosahovat vyšší tepové frekvence. Na tepovou frekvenci podle našich výsledků neměly vliv ani píseň, ani video. Signifikantní rozdíl v tepové frekvenci nebyl zjištěn ani při druhém poslechu písně, či při poslechu písně, u kterého byl dříve videoklip.

Dále jsme zjišťovali, zda **existuje rozdíl v elektrodermální aktivitě a variabilitě srdečního rytmu mezi písněmi „I Found“, „High Hopes“ a bazální úrovní**. Na hranici signifikance vyšel efekt LF/HF pásma u písně „High Hopes“. Participanti u poslechu písně „High Hopes“ vykazovali signifikantně vyšší poměr LF/HF ($\alpha = *$), než pokud sledovali fixační křížek, tudíž neposlouchali nic (baseline). Původně jsme daný výsledek přisuzovali videu, které je v několika momentech zneklidňující (muž chystající se spáchat sebevraždu, útěk nevěsty, krvavá scéna). Dávalo by smysl, že klip způsobil více stresu. Prozkoumali jsme blíže interakci písně s videem. Ukázalo se, že efekt videa není signifikantní. Roli hrála samotná melodie písně „High Hopes“. Pokud jsme odfiltrovali vliv videa, efekt hudby zůstal stále signifikantní. Jak mezi písněmi „I Found“ a „High Hopes“, tak mezi písní „I Found“ a baseline se nezdál být rozdíl signifikantní.

11.2 LIMITY DIPLOMOVÉ PRÁCE

Během analýz, které jsme počítali v softwaru *AcqKnowledge*, jsme se setkali s několika komplikacemi. Při výpočtu fázické EDA jsme v systému BIOPAC použili funkci „Locate SCR“, která v sobě zahrnuje filtr. Kanál SCL, z něhož jsme fázickou EDA počítali, byl automaticky filtrován od artefaktů. Nedovedeme v práci popsat, o jaký filtr se jednalo. Předpokládáme však, že BIOPAC pracuje s ověřenými algoritmy, které použijí správný filtr.

Při výpočtu amplitud vln SCR jsme pomocí funkce Find Cycle lokalizovali jednotlivé vlny SCR. Identifikace vln se nám zdála mírně nepřesná. Začátek vlny bychom určovali dříve, než jak ji identifikuje BIOPAC. Nicméně opět soudíme, že BIOPAC určuje vlny podle rigorózního postupu a ověřených algoritmů, a proto se na jeho výpočty spoléháme.

Experimentální skupina byla emočně podmíněnému podnětu vystavena pouze jednou. Nabízí se proto vysvětlení, proč můžou výsledky naznačovat, že paměť nemá vliv na emoční prožívání při vystavení podmíněnému podnětu spojenému s intenzivní

emocí. Ač probandi ve 2. měření reflektovali, že si emoční situace vybavují, podmíněná reakce nemusela být vzhledem k minimálnímu počtu vystavení podnětu dostatečně silná na to, aby se projevila na fyziologické úrovni.

Zůstává otázkou, do jaké míry je elektrodermální aktivita vhodná metoda k posouzení emočního stavu. Výpovědi probandů, kteří popisovali vybavené vzpomínky z 1. měření, nám poskytují námět k zamyšlení, zda by se daly využít jiné metody pro změření daného efektu. Podobný problém nastává u poměru LF/HF pásma i u tepové frekvence. Do výpočtů byli zařazeni také dva probandi, kteří se ukázali jako tzv. EDA nereaktivní. Pro příští výzkumy bychom doporučovali, aby se po měření fyziologických veličin zavedlo také vyplnění dotazníku, který by se týkal jak emocí, tak paměti. Probandi by napsali, jak se u daného videa či dané písně cítili, co si vybavovali.

11.3 PŘÍNOSY DIPLOMOVÉ PRÁCE

Na prvním místě bychom rádi zmínili, že se jedná o první studii v České republice, která se zabývá propojením témat emočně nabitě hudby, psychofyziologických reakcí a paměti. Přínos práce vidíme zejména v odkrytí nových poznatků. Může pomoci blíže pochopit mechanismus paměti na hudbu. Práce je obohacující pro odbornou veřejnost i psychofyziologii samotnou.

Podstatným kladem naší práce je její velký výzkumný soubor čítající šedesát probandů. Od každého participanta jsme měli k dispozici více údajů, a tudíž jsme k analýzám použili velké množství informací. V porovnání s ostatními zdroji v oblasti psychofyziologie a hudby se jednalo o znatelný rozdíl, co se počtu probandů a informací od nich získaných týká. Byl kladen důraz na vyvažování pořadí i variant písní a videoklipů. Věkové i genderové zastoupení bylo vyvážené. V rámci experimentu jsme se tak snažili eliminovat co nejvíce nežádoucích proměnných.

Pro účely prezentace emočně nabitě hudby v našem experimentu jsme vybrali dvě písně melodicky neutrální tak, aby byly příjemné na poslech posluchači se zájmem o pop, rock, metal či jazz. Všichni probandi, jak fanoušci jazzové hudby, tak fanoušci metalové hudby a další, nám potvrdili, že písně pro ně byly neutrální a příjemné.

11.4 ZÁVĚR A DOPORUČENÍ

Výsledky naší experimentální studie nepřinesly důkazy o tom, že by emočně nabitá hudba měla vliv na fyziologické aspekty jedince. Vliv paměti na emoční prožívání při vystavení podmíněnému podnětu, který byl spojený s intenzivní emocí, také nebyl potvrzen. Ukazuje se však, že sledování emočně nabitého videoklipu mělo vliv na elektrodermální aktivitu. Video tedy má určitý stresový potenciál, resp. zvyšuje určité emocionální, případně kognitivní nároky na jedince.

Poslední roky přibývají výzkumy v oblasti působení hudby na člověka v rámci psychických stavů. Tato práce přináší nové poznatky do oblasti kognitivní neuropsychologie a psychofyziologie. Umožňuje blíže pochopit mechanismy paměti na hudbu. Práce může sloužit jako základ pro budoucí, komplexnější studii.

Z hlediska doporučení pro další výzkumy se nabízí možnost navýšit počet výzkumných měření. Experimentální skupiny by tak byly emočně nabitému podnětu vystaveny vícekrát než jednou.

Autorka výzkumu by ráda podotkla, že v době realizace výzkumu slyšela písně „*I Found*“ a „*High Hopes*“ alespoň 150krát za sebou. Písně se jí přesto neoposlouchaly a s oblibou je poslouchala i v průběhu psaní této práce.

12 Závěry

Výsledky naší experimentální studie nenaznačují efekt emočně nabitě hudby na elektrodermální aktivitu ani na srdeční činnost. Vliv paměti na emoční prožívání při vystavení emočně podmíněnému podnětu také nebyl potvrzen.

K výše zmíněnému stručně uvedeme závěry vyplývající z našich hypotéz. Výsledky ukázaly, že sledování videa během hudby zvyšuje počet odpovědí kožní vodivosti. Odpovědi kožní vodivosti jsou zároveň během sledování videa silnější, jelikož amplitudy těchto odpovědí jsou větší oproti amplitudám kožních odpovědí, které vznikají při samotném poslechu skladby. Navzdory tomu, pokud člověk poslouchá tutéž hudbu o dva týdny později a video již u skladby nesleduje, rozdíly ve fyziologické úrovni nejsou přítomny. Naznačuje to, že nedochází k přenosu emočního zážitku se sledováním videa do vzpomínky na něj.

Co se týká srdeční činnosti, ani sledování videa během hudby, ani vzpomínání na něj u samotného poslechu písně nezvyšuje poměr LF/HF pásma variability srdečního rytmu. Rovněž nedochází ke zvýšení tepové frekvence.

Při zjišťování, zda existuje rozdíl v elektrodermální aktivitě a variabilitě srdečního rytmu mezi písněmi „*I Found*“ a „*High Hopes*“ a bazální úrovni (tedy žádnou skladbou), bylo pozorováno pouze zvýšení poměru LF/HF pásma variability srdečního rytmu u písně „*High Hopes*“. Efekt byl silný u melodie, nikoliv u videa.

V České republice nenalezneme mnoho článků, které by se zabývaly vztahem emočně nabitě hudby a psychofyziologických aspektů a paměti jedince. Pokud však sledujeme zahraniční zdroje, zjistíme, že badatelé v posledních letech danou oblast zkoumají čím dál častěji.

Náš výzkum přináší nové poznatky a domněnky. Předkládaná diplomová práce může sloužit jako námět k hlubšímu prozkoumání vlivu hudby v oblasti psychofyziologie. Naše experimentální studie může sloužit jako námět pro další výzkum popisovaného odvětví psychologie.

Souhrn

Předkládaná diplomová práce se zabývá vlivem emočně nabitě hudby na psychofyziologické aspekty a paměť jedince. Její součástí je experiment založený na kvantitativním designu, pomocí něhož zkoumáme efekt emočně nabitě hudby na psychofyziologické aspekty a vliv paměti na emoční prožívání při vystavení emočně podmíněnému podnětu. Práce se skládá z teoretické části, která obsahuje pět kapitol, dále z části praktické, v níž popisujeme výzkumnou součást práce.

V první kapitole se věnujeme oblasti emocí, které definujeme jako pocity zahrnující jak výraz, tak fyziologický doprovod (Hartl et al., 2010). Popisujeme neurologické koreláty emocí (Deak, 2011) a fyziologické prožívání emocí (Rüegg, 2020). V posledních letech je vybavování emocí často zkoumáno v souvislosti např. s akustickým podnětem (Poláčková Šolcová, 2018). Objektivně měříme emoce pomocí fyziologického měření (Egger et al., 2019; Dolcos et al., 2020).

Druhá kapitola pojednává o paměti. Definujeme ji jako schopnost ukládat, uchovávat a vybavovat informace z mozku získané učením (Hartl et al., 2010). V kontextu naší práce nás blíže zajímá subsystém dlouhodobé paměti, tzv. implicitní paměť, pod kterou spadá asociativní učení. Mezi formy asociativního učení řadíme tzv. klasické podmiňování, během kterého se tvoří podmíněné reflexy plynoucí z asociací (Eelen, 2018). Z konceptu klasického podmiňování vychází emoční podmiňování, kterým se zabýváme v naší experimentální studii. Emoční podmiňování zkoumá vztah mezi smyslovými podněty a emoční odpovědí (Koukolík, 2012).

Třetí kapitola se zabývá psychofyziologií. Tento obor mapuje vztahy mezi fyzickými procesy a psychickými stavy jedince (Andreassi, 2007). Zmiňujeme psychofyziologické koreláty emočního prožívání a paměti. V rámci psychofyziologických měření se detailněji zabýváme dvěma metodami: EDA a EKG. Elektrodermální aktivita (EDA) se využívá k měření kožní vodivosti. EDA se dělí na tonickou aktivitu (baseline, klidová úroveň) a fázickou aktivitu (reakce na podnět) (Boucsein, 2012). Elektrokardiografie (EKG) se používá k měření srdeční činnosti. Výsledkem EKG je elektrokardiogram, který zachycuje časové změny elektrického potenciálu způsobené srdeční aktivitou. V rámci měření srdeční činnosti se zabýváme variabilitou srdečního rytmu (ang. *Heart Rate Variability*, HRV). HRV

ukazuje, kolik tepů za minutu by srdce udělalo, pokud by bilo stejnou rychlostí v danou chvíli (Andreassi, 2007). V rámci HRV rozlišujeme čtyři frekvenční pásma (Shaffer & Ginsberg, 2017): (1) pásmo vysoké frekvence (HF); (2) pásmo nízké frekvence (LF); (3) pásmo velmi nízké frekvence (VLF); (4) pásmo ultranízké frekvence (ULF).

Čtvrtá kapitola přibližuje, jaký vliv má hudba na člověka. Hudbu definujeme jako „komplexní, časově strukturovaný zvukový jazyk, který vzrušuje lidský mozek současně na smyslové, motorické, kognitivní a emoční úrovni a stimuluje a integruje neuronální dráhy způsobem, který je specifický pro hudbu“ (Mishra et al., 2021). Hudba se odráží na fyziologické úrovni jedince. Aktivuje mozkové oblasti, které jsou typicky spojené s emocemi: amygdala, hipokampus a sluchová kůra (Koelsch, 2020). V hudebním prožitku rozlišujeme tři základní hudební emoce: radost, smutek a strach. Hudba má vliv na emoční prožívání (Juslin & Sloboda, 2010) a dále na paměťové procesy, přičemž nám melodie dokážou vyvolat emočně nabitě vzpomínky (Belfi et al., 2015; Cuddy et al., 2017; Janata, 2015; Scherer & Coutinho, 2013). Hudební emoce můžeme posoudit pomocí fyziologických měření. Využívá se k tomu EDA (van den Bosch et al., 2013) a HRV (Iwanaga et al., 2005).

Závěrečná kapitola teoretické části seznamuje čtenáře s dosavadními výzkumy, které byly na dané téma publikovány. Populárním tématem bývá emočně nabitá hudba v souvislosti s Alzheimerovou demencí. Potvrzuje se, že hudba navozuje lidem nejen emoční prožitek, ale také jim navrácí autobiografické vzpomínky (Cuddy et al., 2017; El Haj et al., 2012). Nedávno provedená metaanalýza (Koelsch, 2020) uvádí, které neurologické koreláty doprovází hudební prožitek. V kontextu paměti byla hudba zkoumána jako nepodmiňovaný stimul v rámci klasického podmiňování (Gorn, 1982) či jako emoční podnět k vyvolání autobiografických vzpomínek (Belfi et al., 2015; Janata et al., 2007).

V návaznosti na zjištěné podklady jsme stanovili výzkumný problém. Zajímalo nás, zda má emočně nabitá hudba vliv na fyziologické aspekty (konkrétně na elektrodermální aktivitu a srdeční činnost) a paměť jedince. Vymezili jsme si následující cíle výzkumu:

- „Zjistit, zda má emočně nabitá hudba vliv na elektrodermální aktivitu.“
- „Zjistit, zda má emočně nabitá hudba vliv na variabilitu srdečního rytmu.“
- „Zjistit, zda má emočně nabitá hudba vliv na emočně podmíněnou paměť.“

Výzkumné hypotézy zněly následovně:

- **H1a:** *Sledování videa při poslechu písně statisticky významně zvyšuje amplitudu SCR.*
- **H1b:** *Vybavení vzpomínky na emoční videoklip při poslechu písně statisticky významně zvyšuje amplitudu SCR.*
- **H2a:** *Sledování videa při poslechu písně statisticky významně zvyšuje počet NS/SCR za minutu.*
- **H2b:** *Vybavení vzpomínky na emoční videoklip při poslechu písně statisticky významně zvyšuje počet NS/SCR za minutu.*
- **H3a:** *Sledování videa při poslechu písně statisticky významně zvyšuje počet LF/HF.*
- **H3b:** *Vybavení vzpomínky na emoční videoklip při poslechu písně statisticky významně zvyšuje LF/HF.*
- **H4a:** *Sledování videa při poslechu písně statisticky významně zvyšuje tepovou frekvenci (TF).*
- **H4b:** *Vybavení vzpomínky na emoční videoklip při poslechu písně statisticky významně zvyšuje tepovou frekvenci (TF).*

Zvolili jsme kvantitativní výzkumný design. Konkrétně jsme se rozhodli provést experimentální studii. Byl vybrán mezisubjektový design s vnitrosubjektovými prvky. Typ experimentu představuje pretest-posttest design s kontrolní skupinou. Nezávislé proměnné jsou emočně nabitá hudba a videoklip k ní vytvořený. Závislé proměnné jsou fyziologické změny v oblastech elektrodermální aktivity a srdeční činnosti. Experiment se uskutečnil v laboratoři Praktického pracoviště na Katedře psychologie FF UP. Výzkumný vzorek (N = 60, z toho muži = 30) byl rozdělen do šesti skupin po deseti probandech. Čtyři skupiny byly experimentální, dvě skupiny kontrolní. Průměrný věk probandů činil 22,4 let.

Náš experiment stojí na bázi emočního podmiňování, během kterého se hudba, při které proband sleduje emočně nabitý klip, promění z nepodmíněného podnětu na podmíněný podnět. Podmíněnou reakcí jsou změny ve fyziologických projevech. Při poslechu písně a pozorování videoklipu dojde ke spojení melodie s odehranou emocionální scénou. Vznikne tak emočně nabitá hudba.

Průběh výzkumu byl následující. Probandi sledovali tři minuty fixační křížek. Následně zazněla první píseň, poté druhá píseň a na konci byl opět zobrazen fixační křížek trvající tři minuty. V rámci experimentu jsme se snažili o vyvažování podmínek a kontrolu pořadí písní (zda budou písně puštěny v pořadí „*I Found*“, „*High Hopes*“ či naopak) i variant (zda bude puštěno video či hrát melodie). Participanti z experimentální skupiny viděli v prvním měření k jedné z písní její originální videoklip. Na druhém měření slyšeli pouze písně bez videoklipu. Kontrolní skupiny poslouchaly pouze písně bez sledování videoklipu. Pokud hrála píseň bez videoklipu, viděli posluchači na monitoru před sebou jen černou obrazovku.

Data byla získávána za použití systému BIOPAC v softwaru *AcqKnowledge*, ve kterém byla data později i analyzována. V programu Statistica 13 jsme pomocí statistických metod popisné statistiky a statistických testů data vyhodnotili. V rámci regresních modelů jsme zvolili použití lineárního modelu se smíšenými efekty (ang. *linear mixed effect model*, LME), který bere v potaz různorodost probandů.

Výsledky naší experimentální studie nenaznačují efekt emočně nabitě hudby ani na elektrodermální aktivitu, ani na srdeční činnost. Vliv paměti na emoční prožívání při vystavení emočně podmíněnému podnětu také nebyl potvrzen. Z našich výsledků vyplývá, že na elektrodermální aktivitu má vliv spíše sledování emočně nabitého videoklipu nežli poslech emočně nabitě písně. Při zjišťování, zda existuje rozdíl v EDA a HRV mezi písněmi „*I Found*“, „*High Hopes*“ a bazální úrovní, byl pozorován pouze signifikantní rozdíl v poměru LF/HF pásma u písně „*High Hopes*“. Efekt byl silný u skladby, nikoliv u videa.

Podstatným kladem naší práce je její velký výzkumný soubor čítající šedesát probandů. K analýzám jsme použili 480 informací. Byl kladen důraz na vyvažování pohlaví, pořadí písní a videoklipů i varianty jejich pořadí.

Náš výzkum, který se zabýval vlivem paměti na emoční prožívání při vystavení emočně podmíněnému podnětu a efektem emočně nabitě hudby na psychofyziologické aspekty, se stal v České republice prvním výzkumným pokusem. Přispěl k bližšímu pochopení mechanismu paměti na hudbu. Naše experimentální studie by mohla být inspirací pro další výzkumy v oblastech psychofyziologie, hudby a paměti.

Použité zdroje a literatura

1. Adelman, J. S., & Estes, Z. (2013). Emotion and memory: A recognition advantage for positive and negative words independent of arousal. *Cognition*, 129(3), 530–535. <https://doi.org/10.1016/j.cognition.2013.08.014>
2. AlGhatrif, M., & Lindsay, J. (2012). A brief review: History to understand fundamentals of electrocardiography. *Journal of Community Hospital Internal Medicine Perspectives*, 2(1), 14383. <https://doi.org/10.3402/jchimp.v2i1.14383>
3. Amber Run. (2014). I Found [Song]. On *5am*. RCA Victor.
4. American Psychological Association. (nedat.). *APA Dictionary of Psychology*. Získáno 12.12.2020 z: <https://dictionary.apa.org/emotional-charge>
5. Anderson, V., Northam, E., & Wrennall, J. (2018). *Developmental neuropsychology* (Second edition). Routledge.
6. Andreassi, J. L. (2007). *Psychophysiology: Human behavior and physiological response* (5. ed). Psychology Press.
7. Baars, B. J., & Gage, N. M. (2010). Emotion. In *Cognition, Brain, and Consciousness* (s. 420–442). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-375070-9.00013-9>
8. Balconi, M., Falbo, L., & Brambilla, E. (2009). BIS/BAS responses to emotional cues: Self report, autonomic measure and alpha band modulation. *Personality and Individual Differences*, 47(8), 858–863. <https://doi.org/10.1016/j.paid.2009.07.004>
9. Bari, D. S. (2020). Gender Differences in Tonic and Phasic Electrodermal Activity Components. *Science Journal of University of Zakho*, 8(1), 29–33. <https://doi.org/10.25271/sjuoz.2020.8.1.670>

10. Barrett, L. F., & Wager, T. D. (2006). *Evidence From Neuroimaging Studies*. *15*(2), 5.
11. Baumeister, R. F., Bratslavsky, E., Finkenauer, C., & Vohs, K. D. (2001). Bad is Stronger than Good. *Review of General Psychology*, *5*(4), 323–370.
<https://doi.org/10.1037/1089-2680.5.4.323>
12. Belfi, A. M., Karlan, B., & Tranel, D. (2015). Music evokes vivid autobiographical memories. *Memory*, *24*(7), 979–989.
<https://doi.org/10.1080/09658211.2015.1061012>
13. Bianchin, M., & Angrilli, A. (2012). Gender differences in emotional responses: A psychophysiological study. *Physiology & Behavior*, *105*(4), 925–932.
<https://doi.org/10.1016/j.physbeh.2011.10.031>
14. BIOPAC Systems, Inc. (2015). *EDA Introductory Guide*.
<https://www.biopac.com/newsletter/eda-guide/>
15. BIOPAC Systems, Inc. (nedat.). *Introductory ECG Guide*. Získáno 1. prosince 2021 z: <https://www.biopac.com/newsletter/ecg-guide/>
16. Boucsein, W. (2012). *Electrodermal activity* (2nd ed). Springer.
17. Bradley, M. M., & Lang, P. J. (2000). Affective reactions to acoustic stimuli. *Psychophysiology*, *37*(2), 204–215. <https://doi.org/10.1111/1469-8986.3720204>
18. Braithwaite, J. J., Watson, D. G., Jones, R., & Rowe, M. (2015). *A Guide for Analysing Electrodermal Activity (EDA) & Skin Conductance Responses (SCRs for Psychological Experiments* (2. vyd.). University of Birmingham.
19. Bulava, A. (2017). *Kardiologie pro nelékařské zdravotnické obory*. Grada.
20. Bulíková, T., & Míčová, L. (2015). *EKG pro záchranáře nekardiologie*. Grada.

21. Cacioppo, J. T., Tassinary, L. G., & Berntson, G. G. (Ed.). (2016). *Handbook of Psychophysiology* (4. vyd.). Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/9781107415782>
22. Calvo, R., D'Mello, S., Gratch, J., Kappas, A., Lhommet, M., & Marsella, S. C. (2015). Expressing Emotion Through Posture and Gesture. In R. Calvo, S. D'Mello, J. Gratch, & A. Kappas (Ed.), *The Oxford Handbook of Affective Computing*. Oxford University Press. <https://doi.org/10.1093/oxfordhb/9780199942237.013.039>
23. Camina, E., & Güell, F. (2017). The Neuroanatomical, Neurophysiological and Psychological Basis of Memory: Current Models and Their Origins. *Frontiers in Pharmacology, 8*, 438. <https://doi.org/10.3389/fphar.2017.00438>
24. Campbell, D. (2008). *Mozartův efekt: Nalezňte sílu hudby, která uzdravuje tělo, posiluje mysl a rozvíjí tvořivého ducha*. Eminent.
25. Celeghin, A., Diano, M., Bagnis, A., Viola, M., & Tamietto, M. (2017). Basic Emotions in Human Neuroscience: Neuroimaging and Beyond. *Frontiers in Psychology, 8*, 1432. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2017.01432>
26. Cuddy, L. L., Sikka, R., Silveira, K., Bai, S., Vanstone, A., & Walla, P. (2017). Music-evoked autobiographical memories (MEAMs) in Alzheimer disease: Evidence for a positivity effect. *Cogent Psychology, 4*(1), 1277578. <https://doi.org/10.1080/23311908.2016.1277578>
27. Čihák, R. (2016). *Anatomie 3*. Grada
28. Čihalík, Č. (1994). *Atlas klinické elektrokardiografie*. Univerzita Palackého v Olomouci.
29. Darwin, C., Král, J., & Příhoda, V. (1872/2020). *Výraz emocí u člověka a u zvířat*. Portál.

30. Dawson, M. E., Schell, A. M., & Filion, D. L. (2016). The Electrodermal System. In J. T. Cacioppo, L. G. Tassinary, & G. G. Berntson (Ed.), *Handbook of Psychophysiology* (4. vyd., s. 217–243). Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/9781107415782.010>
31. Deak, A. (2011). Brain and emotion: Cognitive neuroscience of emotions. *Review of Psychology*, *18*(2), 10.
32. Ding, Y., Zhang, Y., Zhou, W., Ling, Z., Huang, J., Hong, B., & Wang, X. (2019). Neural Correlates of Music Listening and Recall in the Human Brain. *The Journal of Neuroscience*, *39*(41), 8112–8123. <https://doi.org/10.1523/JNEUROSCI.1468-18.2019>
33. Dolcos, F., Katsumi, Y., Moore, M., Berggren, N., de Gelder, B., Derakshan, N., Hamm, A. O., Koster, E. H. W., Ladouceur, C. D., Okon-Singer, H., Pegna, A. J., Richter, T., Schweizer, S., Van den Stock, J., Ventura-Bort, C., Weymar, M., & Dolcos, S. (2020). Neural correlates of emotion-attention interactions: From perception, learning, and memory to social cognition, individual differences, and training interventions. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews*, *108*, 559–601. <https://doi.org/10.1016/j.neubiorev.2019.08.017>
34. Dolcos, F., Katsumi, Y., Weymar, M., Moore, M., Tsukiura, T., & Dolcos, S. (2017). Emerging Directions in Emotional Episodic Memory. *Frontiers in Psychology*, *8*, 1867. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2017.01867>
35. Dolcos, F., LaBar, K. S., & Cabeza, R. (2004). Interaction between the Amygdala and the Medial Temporal Lobe Memory System Predicts Better Memory for Emotional Events. *Neuron*, *42*(5), 855–863. [https://doi.org/10.1016/S0896-6273\(04\)00289-2](https://doi.org/10.1016/S0896-6273(04)00289-2)

36. Dominik, T. (2018a). *Měření elektrodermální aktivity (EDA)* [PowerPoint slides]. Univerzita Palackého v Olomouci. <https://psych.upol.cz/>
37. Dominik, T. (2018b). *Měření srdeční aktivity (EKG)* [PowerPoint slides]. Univerzita Palackého v Olomouci. <https://psych.upol.cz/>
38. Dostál, D. (2020). *Statistické metody v psychologii, studijní opora pro rok 2020/21 k předmětům BSMP1, DSMP1, BSMP2 a DSMP2*. <https://dostal.vyzkum-psychologie.cz/>
39. Eckland, N. S., Leyro, T. M., Mendes, W. B., & Thompson, R. J. (2019). The Role of Physiology and Voice in Emotion Perception During Social Stress. *Journal of Nonverbal Behavior, 43*(4), 493–511. <https://doi.org/10.1007/s10919-019-00311-4>
40. Eelen, P. (2018). Classical Conditioning: Classical Yet Modern. *Psychologica Belgica, 58*(1), 196–211. <https://doi.org/10.5334/pb.451>
41. Egger, M., Ley, M., & Hanke, S. (2019). Emotion Recognition from Physiological Signal Analysis: A Review. *Electronic Notes in Theoretical Computer Science, 343*, 35–55. <https://doi.org/10.1016/j.entcs.2019.04.009>
42. Ekman, P., Sorenson, E. R., & Friesen, W. V. (1969). Pan-Cultural Elements in Facial Displays of Emotion. *Science, 164*(3875), 86–88. <https://doi.org/10.1126/science.164.3875.86>
43. Ekman, Paul. (2015). *Odhalené emoce: Naučte se rozpoznávat výrazy tváře a pocity druhých*. JAN MELVIL Publishing.
44. El Haj, M., Fasotti, L., & Allain, P. (2012). The involuntary nature of music-evoked autobiographical memories in Alzheimer's disease. *Consciousness and Cognition, 21*(1), 238–246. <https://doi.org/10.1016/j.concog.2011.12.005>
45. Ferjenčík, J. (2010). *Úvod do metodologie psychologického výkumu*. Portál.

46. Gabrielsson, A. (2001). Strong experiences with music. In P. N. Juslin & J. A. Sloboda (Ed.), *Music and emotion: Theory and research* (s. 431–449). Oxford University Press.
47. Gerlichová, M. (2014). *Muzikoterapie v praxi: Příběhy muzikoterapeutických cest*. Grada.
48. Geršak, G. (2020). Electrodermal activity—A beginner's guide. *Elektrotehnicki Vestnik*, 87(4), 175–182.
49. Goleman, D., & Bílková, M. (2011). *Emoční inteligence*. Metafora.
50. Gorn, G. J. (1982). The Effects of Music in Advertising on Choice Behavior: A Classical Conditioning Approach. *Journal of Marketing*, 46(1), 94–101. <https://doi.org/10.1177/002224298204600109>
51. Gratton, G. (2007). Biosignal Processing. In J. T. Cacioppo, L. G. Tassinary, & G. Berntson (Ed.), *Handbook of Psychophysiology* (3. vyd., s. 834–858). Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/CB09780511546396.035>
52. Griffiths, T. D., Warren, J. D., Dean, J. L., & Howard, D. (2004). „When the feeling's gone": A selective loss of musical emotion. *Journal of Neurology, Neurosurgery, and Psychiatry*, 75(2), 344–345.
53. Hamann, S. (2001). Cognitive and neural mechanisms of emotional memory. *Trends in Cognitive Sciences*, 5(9), 394–400. [https://doi.org/10.1016/S1364-6613\(00\)01707-1](https://doi.org/10.1016/S1364-6613(00)01707-1)
54. Hartl, P., Hartlová-Císařová, H., & Nepraš, K. (2010). *Velký psychologický slovník*. Portál.
55. Holčík, J. (nedat.). *Zpracování biosignálů*. [Elektronické učební texty]. Získáno 12. ledna 2021 z: https://is.muni.cz/el/sci/jaro2013/Bi5445/um/BLS_komplet.pdf?lang=cs

56. Holland, A. C., & Kensinger, E. A. (2010). Emotion and autobiographical memory. *Physics of Life Reviews*, 7(1), 88–131. <https://doi.org/10.1016/j.plrev.2010.01.006>
57. Hugdahl, K. (2001). *Psychophysiology: The mind-body perspective*. Harvard University Press.
58. Chandra, S. R., & Annapoorni, V. C. S. (2019). *Biology of emotion- An enigma to explain – A mystery*. 13(3), 12.
59. Christianson, S.-Å. (Ed.). (1992). *The handbook of emotion and memory*. L. Erlbaum Associates.
60. Iwanaga, M., Kobayashi, A., & Kawasaki, C. (2005). Heart rate variability with repetitive exposure to music. *Biological Psychology*, 70(1), 61–66. <https://doi.org/10.1016/j.biopsycho.2004.11.015>
61. Janata, P. (2015). Neural basis of music perception. In *Handbook of Clinical Neurology* (Roč. 129, s. 187–205). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-0-444-62630-1.00011-1>
62. Janata, P., Tomic, S. T., & Rakowski, S. K. (2007). Characterisation of music-evoked autobiographical memories. *Memory*, 15(8), 845–860. <https://doi.org/10.1080/09658210701734593>
63. Juslin, Patrik N., & Sloboda, J. A. (Ed.). (2010). *Handbook of music and emotion: Theory, research, and applications*. Oxford University Press.
64. Kandel, E. R. (1999). Biology and the Future of Psychoanalysis: A New Intellectual Framework for Psychiatry Revisited. *The Psychoanalytic Review*, 99(4), 607–644. <https://doi.org/10.1521/prev.2012.99.4.607>
65. Kensinger, E. A. (2009). Remembering the Details: Effects of Emotion. *Emotion Review*, 1(2), 99–113. <https://doi.org/10.1177/1754073908100432>

66. Kensinger, E. A., Garoff-Eaton, R. J., & Schacter, D. L. (2007). Effects of emotion on memory specificity: Memory trade-offs elicited by negative visually arousing stimuli. *Journal of Memory and Language*, 56(4), 575–591. <https://doi.org/10.1016/j.jml.2006.05.004>
67. Khalifa, S., Isabelle, P., Jean-Pierre, B., & Manon, R. (2002). Event-related skin conductance responses to musical emotions in humans. *Neuroscience Letters*, 328(2), 145–149. [https://doi.org/10.1016/S0304-3940\(02\)00462-7](https://doi.org/10.1016/S0304-3940(02)00462-7)
68. Kodaline. (2013). High Hopes [Song]. On *In a Perfect World*. B-Unique Records.
69. Koelsch, S. (2014). Brain correlates of music-evoked emotions. *Nature Reviews Neuroscience*, 15(3), 170–180. <https://doi.org/10.1038/nrn3666>
70. Koelsch, S. (2020). A coordinate-based meta-analysis of music-evoked emotions. *NeuroImage*, 223, 117350. <https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2020.117350>
71. Koukolík, F. (2012). *Lidský mozek: [Funkční systémy, norma a poruchy]*. Galén.
72. Kowalska, M., & Wróbel, M. (2017). Basic Emotions. In V. Zeigler-Hill & T. K. Shackelford (Ed.), *Encyclopedia of Personality and Individual Differences* (s. 1–6). Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-319-28099-8_495-1
73. Kulišťák, P. (2011). *Neuropsychologie*. Portál.
74. Kulišťák, P. (2017). *Klinická neuropsychologie v praxi*. Karolinum.
75. LaBar, K. S. (2015). Emotion. In *Brain Mapping* (s. 619–624). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-397025-1.00055-5>
76. Lang, P. J., Greenwald, M. K., Bradley, M. M., & Hamm, A. O. (1993). Looking at pictures: Affective, facial, visceral, and behavioral reactions. *Psychophysiology*, 30(3), 261–273. <https://doi.org/10.1111/j.1469-8986.1993.tb03352.x>

77. Lavond, David & Steinmetz, Joseph. (2003). *Handbook of Classical Conditioning*.
<https://doi.org/10.1007/978-1-4615-0263-0>
78. LeDoux, J. (2007). Emotional memory. *Scholarpedia*, 2(7), 1806.
<https://doi.org/10.4249/scholarpedia.1806>
79. Lieberman, D. A. (2021). *Learning and memory*.
<https://doi.org/10.1017/9781108553179>
80. Lindsay, G. (2010). *Etika pro evropské psychology*. Triton: Hogrefe-Testcentrum.
81. Mahlke, S., & Minge, M. (2008). Consideration of Multiple Components of Emotions in Human-Technology Interaction. In C. Peter & R. Beale (Ed.), *Affect and Emotion in Human-Computer Interaction* (Roč. 4868, s. 51–62). Springer Berlin Heidelberg. https://doi.org/10.1007/978-3-540-85099-1_5
82. Malik, M., Bigger, J. T., Camm, A. J., Kleiger, R. E., Malliani, A., Moss, A. J., & Schwartz, P. J. (1996). Heart rate variability: Standards of measurement, physiological interpretation, and clinical use. *European Heart Journal*, 17(3), 354–381. <https://doi.org/10.1093/oxfordjournals.eurheartj.a014868>
83. McGaugh, J. L. (2000). Memory—A Century of Consolidation. *Science*, 287(5451), 248–251. <https://doi.org/10.1126/science.287.5451.248>
84. McGaugh, James L. (2004). The amygdala modulates the consolidation of memories of emotionally arousing experiences. *Annual Review of Neuroscience*, 27(1), 1–28. <https://doi.org/10.1146/annurev.neuro.27.070203.144157>
85. McGaugh, James L. (2015). *Consolidating Memories*. 29.
86. Merkunová, A., & Orel, M. (2008). *Anatomie a fyziologie člověka pro humanitní obory*. Grada.

87. Minor, G., & Herzmann, G. (2019). Effects of negative emotion on neural correlates of item and source memory during encoding and retrieval. *Brain Research, 1718*, 32–45. <https://doi.org/10.1016/j.brainres.2019.05.001>
88. Mishra, R., Florez-Perdomo, W. A., Shrivatava, A., Chouksey, P., Raj, S., Moscote-Salazar, L. R., Rahman, M. M., Sutar, R., & Agrawal, A. (2021). Role of Music Therapy in Traumatic Brain Injury: A Systematic Review and Meta-analysis. *World Neurosurgery, 146*, 197–204. <https://doi.org/10.1016/j.wneu.2020.10.130>
89. Mokrišová, I., Vališ, M., & Hort, J. (2012). Emoční paměť—Patofyziologie a klinické souvislosti. *Česká a slovenská neurologie a neurochirurgie, 5*, 546–551.
90. Moncada, M. E. (2011). La actividad electrodérmica—Revisión. *Electrodermal activity, 31*(2), 9.
91. Mühleisen, S., & Oberhuber, N. (2008). *Komunikační a jiné měkké dovednosti: Soft skills v praxi*. Grada.
92. Murty, V. P., Ritchey, M., Adcock, R. A., & LaBar, K. S. (2010). fMRI studies of successful emotional memory encoding: A quantitative meta-analysis. *Neuropsychologia, 48*(12), 3459–3469. <https://doi.org/10.1016/j.neuropsychologia.2010.07.030>
93. Narang, T., Kumaran, Ms., & Yadav, S. (2013). Psychodermatology: A comprehensive review. *Indian Journal of Dermatology, Venereology, and Leprology, 79*(2), 176. <https://doi.org/10.4103/0378-6323.107632>
94. Nikolaj, T. (2021, 2. února). *Frontální syndrom a frontotemporální demence v klinické praxi neuropsychologa* [Online přednáška]. <https://cmpsy.cz/?page=onas>

95. Ogden, J. A. (2005). *Fractured minds: A case-study approach to clinical neuropsychology* (2nd ed). Oxford University Press.
96. Onoda, K., Okamoto, Y., & Yamawaki, S. (2009). Neural correlates of associative memory: The effects of negative emotion. *Neuroscience Research*, *64*(1), 50–55.
<https://doi.org/10.1016/j.neures.2009.01.008>
97. Orel, M. (2015). *Nervové buňky a jejich svět*. Grada.
98. Phan, K. L., Wager, T., Taylor, S. F., & Liberzon, I. (2002). Functional Neuroanatomy of Emotion: A Meta-Analysis of Emotion Activation Studies in PET and fMRI. *NeuroImage*, *16*(2), 331–348.
<https://doi.org/10.1006/nimg.2002.1087>
99. Pinheiro, J. C., & Bates, D. M. (2000). *Mixed-Effects Models in Sand S-PLUS*. Springer New York. <https://doi.org/10.1007/978-1-4419-0318-1>
100. Plháková, A. (2004). *Učebnice obecné psychologie*. Academia.
101. Plouffe, L., & Stelmack, R. M. (1984). The Electrodermal Orienting Response and Memory: An Analysis of Age Differences in Picture Recall. *Psychophysiology*, *21*(2), 191–198. <https://doi.org/10.1111/j.1469-8986.1984.tb00203.x>
102. Poláčková Šolcová, I. (2018). *Emoce: Regulace a vývoj v průběhu života: funkce a zákonitosti emocí, sociální a kulurní souvislosti, měření emocí*. Grada.
103. Procházka, R., & Sedláčková, Z. (2015). *Vybrané kapitoly z psychofyziologie*. Univerzita Palackého v Olomouci.
104. Quintana, D. S., Guastella, A. J., Outhred, T., Hickie, I. B., & Kemp, A. H. (2012). Heart rate variability is associated with emotion recognition: Direct evidence for a relationship between the autonomic nervous system and social cognition. *International Journal of Psychophysiology*, *86*(2), 168–172.
<https://doi.org/10.1016/j.ijpsycho.2012.08.012>

105. R. Honzák. (2012). *Zdroj všech emocí*. <https://psychologie.cz/udiv-zdroj-vsech-emoci/>
106. Raglio, A. (2015). Effects of music and music therapy on mood in neurological patients. *World Journal of Psychiatry*, 5(1), 68. <https://doi.org/10.5498/wjp.v5.i1.68>
107. Reeve, J. (2018). *Understanding motivation and emotion*. <http://www.vlebooks.com/vleweb/product/openreader?id=none&isbn=9781119367642>
108. Rickard, N. S. (2004). Intense emotional responses to music: A test of the physiological arousal hypothesis. *Psychology of Music*, 32(4), 371–388. <https://doi.org/10.1177/0305735604046096>
109. Rüegg, J. C. (2020). *Mozek, duše a tělo neurobiologie psychosomatiky a psychoterapie*. Portál.
110. Salimpoor, V. N., Benovoy, M., Longo, G., Cooperstock, J. R., & Zatorre, R. J. (2009). The Rewarding Aspects of Music Listening Are Related to Degree of Emotional Arousal. *PLoS ONE*, 4(10), e7487. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0007487>
111. Samson, S., Dellacherie, D., & Platel, H. (2009). Emotional Power of Music in Patients with Memory Disorders: Clinical Implications of Cognitive Neuroscience. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 1169(1), 245–255. <https://doi.org/10.1111/j.1749-6632.2009.04555.x>
112. Sandrini, M., & Cohen, L. G. (2014). Effects of Brain Stimulation on Declarative and Procedural Memories. In *The Stimulated Brain* (s. 237–263). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-404704-4.00009-0>

113. Shaffer, F., & Ginsberg, J. P. (2017). An Overview of Heart Rate Variability Metrics and Norms. *Frontiers in Public Health*, 5, 258. <https://doi.org/10.3389/fpubh.2017.00258>
114. Shu, L., Xie, J., Yang, M., Li, Z., Li, Z., Liao, D., Xu, X., & Yang, X. (2018). A Review of Emotion Recognition Using Physiological Signals. *Sensors*, 18(7), 2074. <https://doi.org/10.3390/s18072074>
115. Scherer, K. R., & Coutinho, E. (2013). How music creates emotion. In T. Cochrane, B. Fantini, & K. R. Scherer (Ed.), *The Emotional Power of Music* (s. 121–145). Oxford University Press. <https://doi.org/10.1093/acprof:oso/9780199654888.003.0010>
116. Schwartz, G. E. (1971). Cardiac responses to self-induced thoughts. *Psychophysiology*, 8(4), 462–467. <https://doi.org/10.1111/j.1469-8986.1971.tb00478.x>
117. Sieciński, S., Kostka, P. S., & Tkacz, E. J. (2020). Heart Rate Variability Analysis on Electrocardiograms, Seismocardiograms and Gyrocardiograms on Healthy Volunteers. *Sensors*, 20(16), 4522. <https://doi.org/10.3390/s20164522>
118. Steg, L. (Ed.). (2017). *Applied social psychology: Understanding and managing social problems* (Second edition). Cambridge University Press.
119. Steinmetz, J. E. (2010). *Neural Basis of Classical Conditioning*. 7.
120. Stejskalová, M. (2012). *Psychoterapie uměním*. Pressto Publishing.
121. Stern, R. M., Ray, W. J., & Quigley, K. S. (2001). *Psychophysiological recording* (2nd ed). Oxford University Press.
122. Stork, J. (2008). *Dermatovenerologie*. Galén.
123. Štejfa, M. (2007). *Kardiologie*. Grada.

124. Talarico, J. M., LaBar, K. S., & Rubin, D. C. (2004). Emotional intensity predicts autobiographical memory experience. *Memory & Cognition*, *32*(7), 1118–1132. <https://doi.org/10.3758/BF03196886>
125. Tranel, D., & Damasio, A. (1985). Knowledge without awareness: An autonomic index of facial recognition by prosopagnosics. *Science*, *228*(4706), 1453–1454. <https://doi.org/10.1126/science.4012303>
126. Tyng, C. M., Amin, H. U., Saad, M. N. M., & Malik, A. S. (2017). The Influences of Emotion on Learning and Memory. *Frontiers in Psychology*, *8*, 1454. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2017.01454>
127. van den Bosch, I., Salimpoor, V. N., & Zatorre, R. J. (2013). Familiarity mediates the relationship between emotional arousal and pleasure during music listening. *Frontiers in Human Neuroscience*, *7*. <https://doi.org/10.3389/fnhum.2013.00534>
128. Ventura-Bort, C., Wendt, J., Wirkner, J., König, J., Lotze, M., Hamm, A. O., Dolcos, F., & Weymar, M. (2020). Neural substrates of long-term item and source memory for emotional associates: An fMRI study. *Neuropsychologia*, *147*, 107561. <https://doi.org/10.1016/j.neuropsychologia.2020.107561>
129. Vytal, K., & Hamann, S. (2010). Neuroimaging Support for Discrete Neural Correlates of Basic Emotions: A Voxel-based Meta-analysis. *Journal of Cognitive Neuroscience*, *22*(12), 2864–2885. <https://doi.org/10.1162/jocn.2009.21366>
130. Zhang, J., Yin, Z., Chen, P., & Nichele, S. (2020). Emotion recognition using multi-modal data and machine learning techniques: A tutorial and review. *Information Fusion*, *59*, 103–126. <https://doi.org/10.1016/j.inffus.2020.01.011>

Seznam uvedených grafů, obrázků a tabulek

Seznam grafů

Graf 1: Histogram reziduí u amplitudy SCR

Graf 2: Bodový graf reziduí u amplitudy SCR

Graf 3: Graf středních hodnot a 95% konfidenčních intervalů amplitudy SCR

Graf 4: Graf středních hodnot a 95% konfidenčních intervalů amplitudy SCR

Graf 5: Histogram reziduí u počtu SCR/min.

Graf 6: Bodový graf reziduí u počtu SCR/min.

Graf 7: Graf středních hodnot a 95% konfidenčních intervalů počtu SCR/min.

Graf 8: Graf středních hodnot a 95% konfidenčních intervalů počtu SCR/min.

Graf 9: Histogram reziduí u LF/HF

Graf 10: Bodový graf reziduí u LF/HF

Graf 11: Graf středních hodnot a 95% konfidenčních intervalů LF/HF

Graf 12: Graf středních hodnot a 95% konfidenčních intervalů LF/HF

Graf 13: Histogram reziduí u srdeční frekvence

Graf 14: Bodový graf reziduí u srdeční frekvence

Graf 15: Graf středních hodnot a 95% konfidenčních intervalů srdeční frekvence

Graf 16: Graf středních hodnot a 95% konfidenčních intervalů srdeční frekvence

Seznam obrázků

Obrázek 1: Tři složky emocí (emoční triáda)

Obrázek 2: Čtyři složky emocí

Obrázek 3: Složky dlouhodobé paměti

Obrázek 4: Organizace údajů v dlouhodobé paměti

Obrázek 5: Emoční prožitek z hlediska paměťových systémů

Obrázek 6: Různé možnosti umístění EDA elektrod na ruce

Obrázek 7: Srdeční perioda

Obrázek 8: EKG křivka

Obrázek 9: Modelový příklad záznamu HRV

Obrázek 10: Zkouška HRV – příklad

Obrázek 11: Pilotní studie – infografika

Obrázek 12: Infografika k měření v jednotlivých skupinách

Seznam fotografií:

Fotografie 1: Balíček doplňků stravy od firmy Naturvita, a. s.

Fotografie 2: Laboratoř na Katedře psychologie FF UP

Fotografie 3: Laboratoř na Katedře psychologie FF UP

Fotografie 4: BIOPAC Research System

Fotografie 5: Laboratoř a potřebné materiály pro měření

Fotografie 6: Klipsové elektrody k měření EKG

Fotografie 7: Židle probanda

Seznam tabulek

Tabulka 1: Základní emoce definované vybranými psychology mezi lety 1971–2011

Tabulka 2: Nervový systém a jeho řízení psychofyziologických reakcí

Tabulka 3: Zkratky pro elektrodermální veličiny

Tabulka 4: Informace o jednotkách EDA

Tabulka 5: Vybrané pojmy v kontextu srdeční činnosti

Tabulka 6: Základní informace o frekvenčních pásmech HRV

Tabulka 7: Harmonogram měření

Tabulka 8: Zastoupení mužů a žen v jednotlivých skupinách

Tabulka 9: Deskriptivní charakteristiky souboru z hlediska pohlaví

Tabulka 10: Výsledky testování hypotéz

Seznam příloh

Příloha 1: Český abstrakt MgrDP

Příloha 2: Cizojazyčný abstrakt MgrDP

Příloha 3: Plakát k náboru probandů do výzkumu

Příloha 4: Checklist pro laboratorní sezení

Příloha 5: Protokol z měření

Příloha 6: Informovaný souhlas s účastí na výzkumu

Příloha 7: Dopis 1

Příloha 8: Dopis 2

Příloha 9: Dopis 3

Příloha 10: Ukázka datové matice

Příloha 11: Ukázka výsledků

Příloha 12: Zadání magisterské diplomové práce

Příloha 1: Český abstrakt MgrDP

ABSTRAKT DIPLOMOVÉ PRÁCE

Název práce: Efekt emočně nabitě hudby na psychofyziologické aspekty a paměť

Autor práce: Bc. Lenka Kristlová

Vedoucí práce: Mgr. Tomáš Dominik, Ph.D.

Počet stran a znaků: 116 stran (186 680 znaků)

Počet příloh: 12

Počet titulů použité literatury: 130

Abstrakt:

Diplomová práce se zabývá efektem emočně nabitě hudby na elektrodermální aktivitu, srdeční činnost a dále vlivem paměti na emoční prožívání při vystavení podmíněnému podnětu spojenému s intenzivní emocií. Práce je rozdělena do dvou základních částí: teoretické a výzkumné. Teoretická část pojednává o emocích, paměti, psychofyziologii, hudbě a jejich neurologických korelátech. Ve výzkumné části práce popisujeme realizaci experimentální studie, ve které jsou účastníci (N = 60) rozděleni do čtyř experimentálních skupin a dvou kontrolních skupin po deseti probandech. V psychofyziologickém měření byla všem probandům snímána elektrodermální aktivita (EDA) a elektrokardiografie (EKG) během poslechu dvou písní. Výzkum byl realizován ve dvou měřeních. Experimentální skupiny zhlédly navíc k jedné z písní v prvním měření emočně nabitý videoklip. Efekt emočně nabitě hudby na elektrodermální aktivitu a srdeční činnost nebyl potvrzen. Vliv paměti na emoční prožívání při vystavení emočně podmíněnému podnětu také nebyl prokázán. Z našich výsledků vyplývá, že na elektrodermální aktivitu má vliv spíše sledování emočně nabitého videoklipu než poslech emočně nabitě písni.

Klíčová slova: psychofyziologie, elektrodermální aktivita, elektrokardiografie, emočně nabitá hudba, paměť, emoční podmiňování

Příloha 2: Cizojazyčný abstrakt MgrDP

ABSTRACT OF THESIS

Title: The effect of emotionally charged music on psychophysiological aspects and memory

Author: Bc. Lenka Kristlová

Supervisor: Mgr. Tomáš Dominik, Ph.D.

Number of pages and characters: 116 pages (186 680 characters)

Number of appendices: 12

Number of references: 130

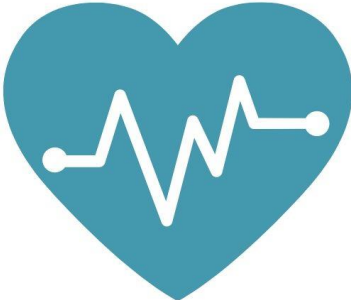

Abstract:

The purpose of this master's thesis is to investigate the effect of emotionally charged music on electrodermal activity, heart activity and the influence of memory on emotional experience when exposed to a conditioned stimulus associated with intense emotion. Presented work is divided into two parts: theoretical and research. In the theoretical part, emotions, memory, psychophysiology, music and its neurological correlated are discussed. In the empirical part, we describe the implementation of an experimental study in which participants (N = 60) are divided into four experimental groups and two control groups, each of ten probands. In psychophysiological measurements, electrodermal activity (EDA) and electrocardiography (ECG) were recorded for all probands while listening to two songs. The research was carried out in two measurements. In addition to one of the songs, the experimental groups watched an emotionally charged video clip in the first measurement. The effect of emotionally charged music on electrodermal activity and cardiac activity has not been confirmed. The effect of memory on emotional experience when exposed to an emotional stimulus has also not been demonstrated. Our results show that electrodermal activity is affected by watching an emotionally charged video clip rather than listening to an emotionally charged song.

Key words: psychophysiology, electrodermal activity, electrocardiography, emotionally charged music, memory, emotional conditioning

Příloha 3: Plakát k náboru probandů do výzkumu

CHCEŠ SE ZAPOJIT DO VÝZKUMU?
RÁD/A BY SIS VYZKOUŠEL/A
PSYCHOFYZIOLOGICKÉ MĚŘENÍ?



Výzkum bude probíhat
na Katedře psychologie FF UP
v Olomouci.


Během experimentu budeš
poslouchat příjemnou hudbu.

Měření zabere cca půl hodiny
a za týden se bude opakovat.


**Máš možnost vyzkoušet si
na vlastní kůži měření
srdeční činnosti (EKG)
a vodivosti kůže (EDA)!**

Pro více informací:

Kontakt:
Bc. Lenka Kristlová
e-mail:
lenka.kristlova01@upol.cz



Univerzita Palackého
v Olomouci



KATEDRA
PSYCHOLOGIE
UNIVERZITA PALACKÉHO V OLOMOUCI

Plakát vytvořený autorkou DP v programu Canva k účelu pro nábor probandů do výzkumu.

Příloha 4: Checklist pro laboratorní sezení

CHECKLIST K POSTUPU V LABORATOŘI A MĚŘENÍ

Při příchodu do laboratoře:

- Zapsat čas příchodu. Odemknout laboratoř.
- Rozsvítit všechna světla (hned po příchodu do laboratoře, ať se zahřeje zářivka).
- Přezout se.
- Vylít vodu z odvlhčovače vzduchu vzadu.
- Umístit cedulku „Nerušit, v laboratoři probíhá výzkum“ před dveře a cedulku „Nevstupovat“ na dveře.
- Zapnout prodlužovací kabel pod stolem experimentátora.
- Zapnout PC a PC_Acq.
- Vypnout odvětrávání (pokud je potřeba, tak i klimatizaci).
- Zapojit reproduktory (přepnout na AUX 1, nastavit hlasitost na 45, hlasitost na PC je na 50 %). Zelený kabel patří do zelené zdířky v PC_Acq.
- Zapnout BIOPAC.
- Nachystat materiály na měření:
 - EDA – připravit elektrody;
 - EKG – připravit kabely, připravit končetinové klipsové EKG elektrody;
 - nastříhaná čistící houba;
 - abrazivní pasta na očištění kůže;
 - bílý gel – GEL101 (pro EDA);
 - zelený gel – GEL100 (pro EKG);
 - ubrousky k očištění účastníka;
 - ubrousky k očištění gelu z elektrod;
 - ušní vatičky k očištění EDA elektrod.
- Počítač probanda: otevřít skript (edit with IDLE 64bit) → F5 → zadat pořadí sezení (1/2), pořadí písni (1/2; 2/1), variantu klipů (v/m; m/v; m/m), variantu druhé baseline (y/n).
- Počítač experimentátora: složka Výzkumné projekty na ploše → Otevřít AcqKnowledge → otevřít svůj template.
- V programu AcqKnowledge změnit posouvání záznamu z A (automatic) na S (semi) – vpravo dole.

Po příchodu probanda:

- Přivítat probanda. Usadit probanda na židli k PC_acq.
- Vysvětlit probandovi průběh experimentu.
- Požádat probanda, ať si ztiší svůj mobilní telefon (v případě společného měření s EEG probanda požádat, aby svůj mobilní telefon vypnul, resp. zapnul režim Letadlo).
- Odstrojit probanda (požádat o sundání šperků).
- Očistit kůži houbičkou s abrazivní pastou (místa k zapojení EKG, zápěstí pravé a levé ruky, oblast nad pravým kotníkem).
- Nečistit ukazováček a prostředníček pravé ruky (místa k zapojení EDA).
- Připojit probandovi elektrody EDA a EKG.
- Černý kabel patří k zemnicí elektrodě, červený a bílý k aktivním elektrodám. Je potřeba dbát na to, aby se kabely nepřetáčely a nekřížily („kabel management“) a aby na nich proband neměl položenou ruku. Kabely by neměly nikde viset – je vhodné položit je přes židli.
- Přeptat se, zda proband:
 - je vyspaný;
 - nepil za posledních 24 hodin alkohol ani nepožil jiné drogy;
 - nepil za poslední hodinu kávu.
- Jakékoliv potíže napsat do poznámek v Protokolu.
- Přečíst informovaný souhlas. Podepsaný výtisk si ponechat, prázdný výtisk dát probandovi.
- Předat probandovi anonymní kód. Podle daného kódu pojmenovat soubor v AcqKnowledge. Do protokolu napsat potřebné informace.

Nastavení měření:

- AcqKnowledge → Start. Zkontrolovat připojení elektrod ke kůži. Sledovat, zda záznamy vypadají, jak mají vypadat.
- Kontrola: poprosit probanda, aby se zhluboka nadechl a vydechl. Poté požádat, aby se štipl levou rukou do pravé ruky (kontrola EDA).
- Vypnout zářivky a odvětrávání (vypnout první dva vypínače vlevo a dva vpravo). Nechat svítit pouze stmívací halogenky.
- Přečíst instrukce pro probanda. Zeptat se, zda je vše srozumitelné a je pohodlně usazen.
- Spustit měření v AcqKnowledge.
- Spustit Python program.

Během experimentu

- Kontrolovat, zda jsou záznamy čisté.

Po experimentu

- Odpojit probandovi elektrody EDA + EKG.
- Poskytnout probandovi ubrousky k očištění od gelu.
- Zodpovědět probandovi dotazy. Na 2. měření vysvětlit princip experimentu, ukázat zajímavosti z oblasti psychofyziologie, předat odměnu.
- Vše vyčistit a připravit k měření dalšího probanda.

Odchod z laboratoře

- Uklidit a vyčistit veškeré vybavení.
- Vypnout BIOPAC.
- Vypnout počítače.
- Vypnout prodlužovací kabel pod stolem experimentátora.
- Vylít odvlhčovač vzduchu vzadu.
- Přezout se.
- Zhasnout světla.
- Zamknout. Zapsat čas odchodu.

Příloha 5: Protokol z měření

Psychofyziologický hudební experiment

Bc. Lenka Kristlová, 2019

PROTOKOL Z MĚŘENÍ Č.

Jména přítomných experimentátorů: _____
Datum: _____
Čas: __: __ - __: __

Jméno a příjmení probanda: _____

Potvrzení o probandově neznalosti písní: Proband neguje epileptické onemocnění:

Rok narození probanda: _____

Pohlaví probanda: Ž / M

Vzdělání a obor probanda: _____

Měření:	první	druhé		
Pořadí puštění klipů:	1-2	2-1		
Varianta video/hudba:	v/m	m/v	m/m	v/v
Varianta Second baseline:	ano	ne		

Poznámky

Legenda:

- klip 1: I Found (autor: Amber Run)
- klip 2: High Hopes (autor: Kodaline)

Katedra psychologie
Univerzita Palackého v Olomouci

Příloha 6: Informovaný souhlas s účastí na výzkumu



Filozofická
fakulta



Informovaný souhlas s účastí na výzkumu

Vážená paní/slečno, vážený pane,

byl/a jste osloven/a s nabídkou účasti na výzkumném projektu nazvaném *Efekt emočně nabitě hudby na fyziologické aspekty, emoce a paměť jedince*. Výzkum k diplomové práci je realizován Bc. Lenkou Kristlovou (dále jen jako „autorka výzkumu“ nebo „autorka“) pod vedením Mgr. Tomáše Dominika a záštitou Katedry psychologie na Filozofické fakultě Univerzity Palackého v Olomouci. Výzkumná studie přispěje k pochopení mechanismu paměti na hudbu.

Účastník bude během výzkumu **poslouchat dvě písně**. Během poslechu písní bude autorka výzkumu měřit neinvazivní metodou účastníkovi srdeční aktivitu a hladinu kožní vodivosti pomocí EKG (elektrokardiografie) a EDA (elektrodermální aktivita). Po uplynutí jednoho týdne od prvního měření bude účastník pozván na druhé kontrolní měření. **Celé výzkumné setkání bude trvat zhruba 30 minut.**

Vaše **účasť na výzkumu je dobrovolná** a máte plné právo vyjádřit svůj nesouhlas s účastí tím, že nepodepíšete tento dokument. Váš nesouhlas s účastí na výzkumu pro Vás nebude mít žádné nežádoucí důsledky.

V rámci celého výzkumu budou Vaše výsledky spojeny pouze s anonymním kódem.

Je vysoce nepravděpodobné, že účast ve výzkumu pro Vás představuje zdravotní riziko. V případě, že jste však v minulosti utrpěl/a epileptickou epizodu (záchvat) a domníváte se, že existuje riziko opětovného záchvatu při sledování obrazovky počítače, vyplněním přiloženého dotazníku vyjadřujete svůj souhlas s tím, že autorka výzkumu nenese za tuto případnou událost zodpovědnost.

Svým podpisem dále vyjadřujete souhlas se sdělením následujících informací autorce výzkumu: Vaše pohlaví, Váš rok narození, Vaše vzdělání a Váš obor, ve kterém působíte.

V případě, že se rozhodnete pro účast ve výzkumu a dokument „Informovaný souhlas“ podepíšete, máte stále **právo kontaktovat autorku výzkumu se žádostí o zpětné vymazání veškerých Vašich údajů**. To můžete provést zasláním žádosti o vymazání Vašich údajů do 30.11.2019 na e-mailovou adresu uvedenou na konci tohoto dokumentu, v níž je třeba uvést Váš anonymní kód.

(Text pokračuje na další straně.)



Filozofická
fakulta



KATEDRA
PSYCHOLOGIE
UNIVERZITA PALACKÉHO V OLOMOUCI

V případě otázek ohledně výzkumu či Vašich práv můžete rovněž kontaktovat autorku na e-mailové adrese: lenka.kristlova01@upol.cz.

Místo a datum

Vaše jméno a příjmení (čitelně)

Váš podpis

Za spolupráci Vám srdečně děkuji!

Bc. Lenka Kristlová

studentka navazujícího magisterského
programu Psychologie
Univerzita Palackého v Olomouci
Filozofická fakulta | Katedra psychologie
lenka.kristlova01@upol.cz |

Příloha 7: Dopis 1

Potvrzovací dopis o účasti a informace k 1. návštěvě laboratoře



Filozofická
fakulta



Potvrzovací dopis o účasti a informace k 1. výzkumnému setkání

Milý účastníku,

děkuji za Tvou ochotu účastnit se mé experimentální studie k diplomové práci, která nese název „*Vliv emočně nabitě hudby na psychofyziologické aspekty, emoce a paměť jedince*“. Výzkum bude realizován na **Katedře psychologie FF UP**, která sídlí na adrese **Vodární 6, 771 80 Olomouc**.

Datum a začátek našeho výzkumného setkání je ve **čtvrtek 12.12.2019 v 9:00 hodin**. Poprosím Tě, abys mě po příchodu na katedru prozvonil na mém **telefonním čísle 00420 739 xxx xxx**. Jakmile vejdeš na katedru, ocitneš se u vrátnice. Na konci chodby zahneš doprava, kde jsou prosklené dveře. U těchto dveří na Tebe budu čekat.

Před začátkem samotného experimentu spolu projdeme dva dokumenty, kterými jsou „Protokol z měření“ a „Informovaný souhlas s účastí na výzkumu“. Také tě poprosím o sundání hodinek či jiných šperků.

Co Tě v experimentu čeká:

- **Neinvazivní metodou** Ti budu měřit **rytmus Tvého srdce** a **vodivost kůže** během poslechu dvou písní.

Prosím, před experimentem nepoužívej na ruce krém. Znesnadnilo by to měření vodivosti kůže. Dále prosím o vynechání alkoholických nápojů před experimentem. Dám bych ráda požádala, aby na sobě neměly punčochové kalhoty.

Celé výzkumné setkání bude trvat zhruba **35 minut**. Po jednom týdnu od prvního měření by proběhlo druhé kontrolní měření.

V případě otázek mě neváhej kontaktovat na e-mailu, který je uveden níže.

Za spolupráci Ti srdečně děkuji!

Bc. Lenka Kristlová

studentka navazujícího magisterského
programu Psychologie
Univerzita Palackého v Olomouci
Filozofická fakulta | Katedra psychologie
lenka.kristlova01@upol.cz

Univerzita Palackého v Olomouci
Křížkovského 8 | 771 47 Olomouc
www.upol.cz

Příloha 8: Dopis 2

Informace ke 2. výzkumnému setkání



Filozofická
fakulta



Informace ke 2. výzkumnému setkání

Milý účastníku,

čeká Tě **druhé výzkumné setkání** k mé experimentální studii v rámci diplomové práce s názvem „*Vliv emočně nabitě hudby na psychofyzilogické aspekty, emoce a paměť jedince*“. Výzkum bude opět realizován v laboratoři na **Katedře psychologie FF UP**, která sídlí na adrese **Vodární 6, 771 80 Olomouc**.

Datum a začátek našeho výzkumného setkání je ve **čtvrtek 19.12.2019 v 9:30 hodin**. Po příchodu do školy Tě opět poprosím o prozvonění na telefonní číslo **00420 739 xxx xxx**. S sebou si, prosím, vezmi i svůj anonymní kód, který Ti byl přidělen v 1. setkání. Setkání bude trvat zhruba **40 minut**. Během experimentu Ti opět budu **neinvazivní metodou měřit srdeční rytmus a hladinu kožní vodivosti**, zatímco budeš poslouchat dvě písně.

Prosím, před experimentem si nenanášeš na ruce krém. Znesnadnilo by to měření vodivosti kůže. Dále prosím o vynechání alkoholických nápojů před experimentem. Dámy bych ráda požádala, aby na sobě neměly punčochové kalhoty.

V případě otázek mě neváhej kontaktovat na e-mailu, který je uveden níže.

Děkuji Ti za Tvoji spolupráci!

Bc. Lenka Kristlová

studentka navazujícího magisterského
programu Psychologie
Univerzita Palackého v Olomouci
Filozofická fakulta | Katedra psychologie
lenka.kristlova01@upol.cz |

Univerzita Palackého v Olomouci
Křížkovského 8 | 771 47 Olomouc
www.upol.cz

Příloha 9: Dopis 3

Poděkování za účast a informace k výsledkům experimentální studie



Filozofická
fakulta



Poděkování za účast a informace k výsledkům experimentální studie

Milý účastníku,

ráda bych Ti ještě jednou poděkovala za Tvou účast v mé experimentální studii k diplomové práci, která nese název „*Vliv emočně nabitě hudby na psychofyziologické funkce a paměť jedince*“.

V diplomové práci jsem si kladla za cíl zjistit, zda má emočně nabitá hudba vliv na elektrodermální aktivitu a srdeční činnost. Dále jsem chtěla zjistit, zda má paměť vliv na emoční prožívání při vystavení podmíněnému podnětu spojenému s intenzivní emocí. Výsledky diplomové práce přispěly k hlubšímu pochopení mechanismu paměti na hudbu.

Závěry:

Výsledky naší experimentální studie nenaznačují efekt emočně nabitě hudby ani na elektrodermální aktivitu ani na srdeční činnost. Vliv paměti na emoční prožívání při vystavení emočně podmíněnému podnětu také nebyl potvrzen. Z našich výsledků vyplývá, že na elektrodermální aktivitu má vliv spíše sledování emočně nabitěho videoklipu nežli poslech emočně nabitě písň.

V příloze Ti posílám PDF hotové diplomové práce a PDF se zajímavostmi ohledně EDA a EKG. Přikládám také PDF Tvých výsledků a jejich bližší popis.

V případě otázek mě neváhej kontaktovat na e-mailu, který je uveden níže.

Za spolupráci Ti srdečně děkuji!

Bc. Lenka Kristlová

studentka navazujícího magisterského
programu Psychologie
Univerzita Palackého v Olomouci
Filozofická fakulta | Katedra psychologie
lenka.kristlova01@upol.cz |

Univerzita Palackého v Olomouci
Křížkovského 8 | 771 47 Olomouc
www.upol.cz

Příloha 10: Ukázka datové matice

Excel tabulka ve formátu wide

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N
1	ID	Proband	Sezení	Video_vjem	Video_paměť	Druhý poslech	Druhá baseline	Skladba	SCR_count	SCR_delta T	SCR_count/min	HR_mean	HR_SD	LF/HF
2	1	DPEH603	1	0	0	0	0	0	18	270,58	3,99	84,63	3,68	1,43
3	2	DPEH603	1	1	0	0	0	Found	27	277,00	5,85	85,03	3,69	2,73
4	3	DPEH603	1	0	0	0	0	Hopes	18	251,00	4,30	83,75	3,07	1,87
5	4	DPEH603	1	0	0	0	1	0	20	276,41	4,34	83,55	4,59	1,16
6	5	DPEH603	2	0	0	0	0	0	6	180,00	2,00	68,76	3,46	2,00
7	6	DPEH603	2	0	1	1	0	Found	11	277,00	2,38	68,34	2,76	2,15
8	7	DPEH603	2	0	0	1	0	Hopes	9	251,00	2,15	68,00	3,60	3,01
9	8	DPEH603	2	0	0	0	1	0	12	180,00	4,00	66,88	4,24	3,43
10	9	DPEH705	1	0	0	0	0	0	1	270,00	0,22	88,70	8,56	0,56
11	10	DPEH705	1	1	0	0	0	Hopes	15	251,00	3,59	91,64	9,51	1,58
12	11	DPEH705	1	0	0	0	0	Found	10	277,00	2,17	91,52	8,22	0,81
13	12	DPEH705	1	0	0	0	1	0	4	270,00	0,89	89,24	8,39	1,62
14	13	DPEH705	2	0	0	0	0	0	1	180,00	0,33	73,86	8,08	1,08
15	14	DPEH705	2	0	1	1	0	Hopes	11	251,00	2,63	75,68	7,05	0,57
16	15	DPEH705	2	0	0	1	0	Found	9	277,00	1,95	75,95	7,25	1,23
17	16	DPEH705	2	0	0	0	1	0	8	180,00	2,67	73,24	7,22	1,08
18	17	DPEH562	1	0	0	0	0	0	13	180,05	4,33	93,66	5,12	0,70
19	18	DPEH562	1	0	0	0	0	Found	22	277,14	4,76	95,37	4,05	0,73
20	19	DPEH562	1	1	0	0	0	Hopes	12	251,19	2,87	95,20	3,63	0,37
21	20	DPEH562	1	0	0	0	1	0	11	180,34	3,66	95,19	5,12	0,47
22	21	DPEH562	2	0	0	0	0	0	1	180,00	0,33	80,74	4,13	2,04
23	22	DPEH562	2	0	0	1	0	0	5	277,00	1,08	78,74	3,80	1,41
24	23	DPEH562	2	0	1	1	0	Hopes	6	251,34	1,43	79,47	5,02	1,35

Excel tabulka ve formátu long

	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
1	participant	skupina	sezení	pořadí klipů	varianta	Baseline/Song	pořadí SCR	SCR_amplituda		Vysvětlivky sloupec G:		
2	DPEH603	exp	1	Found-Hopes	V-M	0	1	0,172424316		0	Baseline 1	
3	DPEH603	exp	1	Found-Hopes	V-M	0	2	0,141906738		1	Song 1	
4	DPEH603	exp	1	Found-Hopes	V-M	0	3	0,288391113		2	Song 2	
5	DPEH603	exp	1	Found-Hopes	V-M	0	4	0,144958496		3	Baseline 2	
6	DPEH603	exp	1	Found-Hopes	V-M	0	5	0,239562988				
7	DPEH603	exp	1	Found-Hopes	V-M	0	6	0,440979004				
8	DPEH603	exp	1	Found-Hopes	V-M	0	7	0,408935547				
9	DPEH603	exp	1	Found-Hopes	V-M	0	8	0,112915039				
10	DPEH603	exp	1	Found-Hopes	V-M	0	9	0,18157959				
11	DPEH603	exp	1	Found-Hopes	V-M	0	10	1,187133789				
12	DPEH603	exp	1	Found-Hopes	V-M	0	11	0,129699707				
13	DPEH603	exp	1	Found-Hopes	V-M	0	12	0,444030762				
14	DPEH603	exp	1	Found-Hopes	V-M	0	13	0,103759766				
15	DPEH603	exp	1	Found-Hopes	V-M	0	14	0,164794922				
16	DPEH603	exp	1	Found-Hopes	V-M	0	15	0,230407715				
17	DPEH603	exp	1	Found-Hopes	V-M	0	16	0,422668457				
18	DPEH603	exp	1	Found-Hopes	V-M	0	17	0,32043457				
19	DPEH603	exp	1	Found-Hopes	V-M	0	18	0,581359863				
20	DPEH603	exp	1	Found-Hopes	V-M	1	19	1,219177246				
21	DPEH603	exp	1	Found-Hopes	V-M	1	20	0,827026367				
22	DPEH603	exp	1	Found-Hopes	V-M	1	21	0,874328613				
23	DPEH603	exp	1	Found-Hopes	V-M	1	22	0,18157959				
24	DPEH603	exp	1	Found-Hopes	V-M	1	23	0,15411377				
25	DPEH603	exp	1	Found-Hopes	V-M	1	24	0,645446777				
26	DPEH603	exp	1	Found-Hopes	V-M	1	25	0,335693359				
27	DPEH603	exp	1	Found-Hopes	V-M	1	26	0,593566895				
28	DPEH603	exp	1	Found-Hopes	V-M	1	27	0,614929199				
29	DPEH603	exp	1	Found-Hopes	V-M	1	28	0,140380859				
30	DPEH603	exp	1	Found-Hopes	V-M	1	29	0,717163086				
31	DPEH603	exp	1	Found-Hopes	V-M	1	30	0,756835938				

Příloha 11: Ukázka výsledků

Výsledky u proměnné SCR count/min. (program Statistica 13)

Effect	SCR_count/min Param.	SCR_count/min Std.Err	SCR_count/min t	SCR_count/min p	-95.00% Cnf.Lmt	+95.00% Cnf.Lmt	SCR_count/min Beta (ß)	SCR_count/min St.Err.ß
Sezení	0,000000							
Video_vjem	0,589998	0,245687	2,40142	0,016774	0,10704	1,072954	0,084457	0,035169
Video_vjem	0,000000							
Video_pamět'	-0,148199	0,245371	-0,60398	0,546189	-0,63053	0,334136	-0,021214	0,035124
Video_pamět'	0,000000							
Druhá baseline	-0,790712	0,158018	-5,00395	0,000001	-1,10133	-0,480091	-0,177332	0,035438
Druhá baseline	0,000000							
Druhý poslech	0,185114	0,250391	0,73930	0,460145	-0,30709	0,677317	0,041515	0,056155
Druhý poslech	0,000000							
Skladba	-0,334940	0,211128	-1,58643	0,113409	-0,74996	0,080083	-0,075117	0,047349
Skladba	-0,200278	0,210330	-0,95221	0,341550	-0,61373	0,213176	-0,044916	0,047170
Skladba	0,000000							

Výsledky u proměnné LF/HF (program Statistica 13)

Effect	Level of Effect	Column	Effect (F/R)	Comment (B/Z/P)	LF/HF Param.	LF/HF Std.Err	LF/HF t	LF/HF p	-95.00% Cnf.Lmt	+95.00% Cnf.Lmt	LF/HF Beta (ß)	LF/HF St.Err.ß
Sezení	1	64	Fixed	Zeroed*	0,00000							
Video_vjem	1	65	Fixed	Biased	-0,69612	0,304291	-2,28768	0,022662	-1,29428	-0,09796	-0,077404	0,033835
Video_vjem	0	66	Fixed	Zeroed*	0,00000							
Video_pamět'	1	67	Fixed	Biased	0,00992	0,303900	0,03266	0,973963	-0,58746	0,60731	0,001104	0,033791
Video_pamět'	0	68	Fixed	Zeroed*	0,00000							
Druhá baseline	1	69	Fixed	Biased	0,30330	0,195710	1,54974	0,121971	-0,08141	0,68801	0,052836	0,034094
Druhá baseline	0	70	Fixed	Zeroed*	0,00000							
Druhý poslech	1	71	Fixed	Biased	0,12112	0,310117	0,39058	0,696313	-0,48848	0,73073	0,021100	0,054024
Druhý poslech	0	72	Fixed	Zeroed*	0,00000							
Skladba	Found	73	Fixed	Biased	0,34793	0,261489	1,33056	0,184071	-0,16609	0,86194	0,060611	0,045553
Skladba	Hopes	74	Fixed	Biased	0,54539	0,260501	2,09364	0,036903	0,03332	1,05747	0,095011	0,045381
Skladba	0	75	Fixed	Zeroed*	0,00000							

Příloha 12: Zadání magisterské diplomové práce

Zadání magisterské diplomové práce je součástí tištěné verze práce.