



Středoškolská technika 2023

Setkání a prezentace prací středoškolských studentů na ČVUT

Dopaminová hygiena

Antonín Svoboda

Gymnázium Zikmunda Wintra Rakovník
Žižkovo náměstí 186, 269 01 Rakovník

Anotace

Tato odborná práce se zabývá definováním disciplíny, která by vhodně chránila dopaminový systém jedince v dnešní společnosti za předpokladu, že se mu dostane dostatečného souboru dat k tématu dopaminu. K tomuto cíli využívá popis funkčních vlastností neuronu, teoretické informace související s dopaminem a jeho percepcí v lidském organismu a dále pak proces a důvod sekrece dopaminu u konkrétních činností, které formují náš život. Vytvořená disciplína nese název dopaminová hygiena a funguje na podobných principech jako běžně známá hygiena zahrnující například mytí rukou. V praktické části je za pomoci záznamu subjektivní zkušenosti zkoumáno, zda může implementace dopaminové hygieny do každodenní rutiny přinést zlepšení jak v kvalitativním vnímání světa kolem sebe, tak při výběru dlouhodobě výhodnějších činností.

Klíčová slova

Dopamin; Neuron; Nervový vzruch; Ventrální tegmentální oblast (VTA); Okruh potěšení; Závislost; Dopaminová hygiena;

Annotation

This scientific paper is concerned with defining a discipline that would appropriately protect the dopamine system of the individual in today's society, provided he or she is given a sufficient data set on the topic of dopamine. For that purpose, it uses a description of the functional properties of the neuron, theoretical information related to dopamine and its perception in the human organism, and the process and reason for dopamine secretion in specific activities that shape our lives. The discipline is called dopamine hygiene and works on similar principles as the commonly known hygiene involving, for example, hand washing. In the practical part, using a record of subjective experience, it is investigated whether the implementation of dopamine hygiene in the daily routine can bring improvements both in the qualitative perception of the world around us and in the selection of more long-term beneficial activities.

Keywords

Dopamine; Neuron; Neural arousal; Ventral tegmental area (VTA); Pleasure circuit; Addiction; Dopamine hygiene;

Obsah

1	Úvod.....	4
2	Nervový systém – neurony	6
2.1	Anatomie	6
2.2	Fyziologie.....	7
2.2.1	Synapse	8
3	Dopamin.....	10
3.1	Ventrální tegmentální oblast (VTA)	11
3.1.1	Okruh potěšení („pleasure circuit“)	11
3.2	Mechanismus percepce dopaminu	12
3.2.1	Vrstvení dopaminu a závislost.....	13
3.2.2	Kompenzace libých pocitů a bolest	15
4	Příjemné činnosti	17
4.1	Dopamin z pohledu mozku	17
4.2	Lákadla potravin.....	18
4.3	Internet a sociální sítě.....	19
5	Praktická část	21
5.1	Teoretická tvorba dopaminové hygieny.....	21
5.1.1	Co omezit?	22
5.1.2	Co vyhledávat?	23
5.1.3	Formulace plánu pro d-hygienu	24
5.2	D-hygienu v praxi.....	25
5.2.1	Přijatá opatření	25
5.2.2	Průběh	25
5.2.3	Poznatky.....	27
6	Závěr	30
7	Použitá literatura	30
7.1	Další zdroje	35
8	Seznam obrázků.....	37

1 ÚVOD

Můj studentský život je prostoupen snahou pochopit vlastní tělo a procesy, které stojí za vnímáním reality. Pohybem na informačních zdrojích, kde čerpám moudrost korelující s tímto tématem, pravidelně narážím na pojem „dopamin“. Jako molekula s relativně jednoduchou strukturou je tato látka překvapivě výjimečná v procesech našeho těla a hlavně mozku. Dalo by se říci, že je přímo nepostradatelná pro jakékoli děláni věcí. Jeho význam v roli neurotransmiteru (mediátoru) mě začal skutečně fascinovat, což vyústilo v bažení po dalším zkoumání jeho vlastností a vlivu na organismus.

Po relativním pochopení základů však vyšlo na povrch, že dopamin nemá jen světlé stránky. Pokud jste o něm již slyšeli, tak pravděpodobně v kontextu motivace či odměny. To je společně s jeho vlivem na fyzický pohyb skvělé, kromě toho však hraje obrovskou roli ve vzniku závislostí nebo vyhoření. Jak později vysvětlím, dopamin se v mozku vyplavuje hlavně tehdy, pokud je pro organismus výhodné odměnit nás příjemným pocitem za činnosti, jež nám měly ve vývoji zajistit přežití. Pokud se tedy věnujeme například vyhledávání potravy nebo sexu, vyšle skupina neuronů uprostřed mozku signál do dalších mozkových center, která ručí za paměť, učení, emoce či plánování, a ta si tento impuls interpretují jako příjemný a spojí ho s právě provozovanou činností[1]. S příchodem sociálních sítí však převzala podobu sexu jednodušeji dosažitelná porno videa a potravu v jistém smyslu nahradily drogy, ale i zábavná videa s kočičkami nebo lajky u námi poslané fotky. Člověku to může zprvu přijít neintuitivní, avšak po objasnění dosti pochopitelné.

Dnes je až děsivě jednoduché zajistit si několikanásobně větší dávky dopaminu a následného potěšení, než si člověk (a ostatní organismy disponující dopaminovými neurony) kdy v průběhu vývoje mohl představit. Naval Ravikant napsal v tomto kontextu zajímavou a trefnou myšlenku: „Moderní ďábel je levný dopamin“[2]. Jak si tedy má člověk maximálně užívat svět a internet plný lákadel, aby se nedostal do stavu přehlcení?

Za tímto účelem se lidé začali před několika lety¹ zabývat technikou s názvem „dopaminový půst“ (dále jen d-půst). Jak lze poznat z názvu, jedná se o formu půstu, která odpovídá přenesené definici podle Slovníku současné češtiny, a to: záměrné odepírání si něčeho, obvykle příjemné činnosti[4]. To zní slibně, člověk si tedy odepře aktivity přehnaně odměňované dopaminovým systémem a dočká se kvalitnějšího prožívání světa. Podle mnoha internetových zdrojů, na kterých člověk hledá oporu pro praktikování d-půstu, se však jedná o nijak nepodložený výmysl stavějící na chybném pochopení principů dopaminových receptorů. Z mého pohledu došlo, i přes množství studií s podporujícími argumenty pro účinnost d-půstu, k jasnému upravení směru dalšího průzkumu, neboť vzhledem k nedávnému vzniku této disciplíny se jednotlivci dostává na tenký led, pokud chce okolo tak kontroverzního tématu psát odbornou práci. To byl současně hlavní impuls pro nápad vytvoření a následné definování nové disciplíny, která by

¹ První zmínky jsou známé ze Silicon Valley a na platformě Reddit, ale největší popularizace proběhla v říjnu 2019, kdy Dr. Cameron Sepah napsal článek „Dopaminový půst 2.0“ a podložil tuto techniku důkazy.[3]

mohla člověku pomoci s regulací přehnaného potěšení, avšak nevytvářela by pochybné prostředí pro jednoduché zpochybnění.

Jak název práce napovídá, jedná se o dopaminovou hygienu (dále jen d-hygiena), jistý kompromis mezi radikálním d-půstem a poměrně běžným rodičovským zabavením mobilního telefonu. Mým cílem je vytvořit přehledné vysvětlení principů fungování dopaminu, na kterých by bylo možné založit disciplínu d-hygieny, aby čtenář mohl sám posoudit, zda i jemu může přispět ke zlepšení vlastní zkušenosti s prožíváním světa a existence v něm.

Pro definování fundamentálních pilířů je nejdůležitější pochopit, jak funguje náš nervový systém. Tím se zabývá první část textu rozebírající nervovou soustavu z pohledu jejích funkčních jednotek, neuronů, se zaměřením také na synaptický přenos. Popsanou teorii využívá další kapitola s dopaminem na prvním místě a popisem jeho role v okruhu potěšení. Chronologicky se přesunu k rozboru konkrétních aktivit, které mají jistou souvislost s vyplavováním dopaminu, především toho snadno dosažitelného.

S vysvětlenými principy na paměti se v rámci praktické části pokusím, díky vyzdvižení ideálních metod, zvyků či zavrženíhodných činností, o jistý druh návodu pro optimalizaci dlouhodobě udržitelné sekrece dopaminu. Za pomoci deníku a rafinovaných otázek, zaznamenávajících mou subjektivní zkušenost při d-hygieně, zkusím popsat, jakých oblastí se omezení dopaminové sekrece týká a nakolik může člověku přispět ke zlepšení kvality pohybu ve světě a na sociálních sítích ve vodách snadného potěšení.

K informacím o světě neurovědy a biohackingu² mě přivedl podcast Brain We Are[7], který také vytvořil impuls pro vznik této práce. Hlavně díky němu jsem se začal aktivně zajímat o svůj organismus a vnímání světa, kde se nacházím, což současně podpořilo i snahu o vykročení na cestu medicíny. Informovanost o tématu dopaminu mě přiměla k významným změnám v každodenním životě a dovoluji si poznamenat, že jediné k lepšímu.

² Biohacking by se dal volně přeložit jako „programování těla“. Je to disciplína stavějící na zkoumání sebe sama a za pomoci technik jako meditace, otužování, půst či suplementace bylinek se snaží „vylepšit“ organismus, aby byl dlouhodobě výkonnější a zdravější.[6]

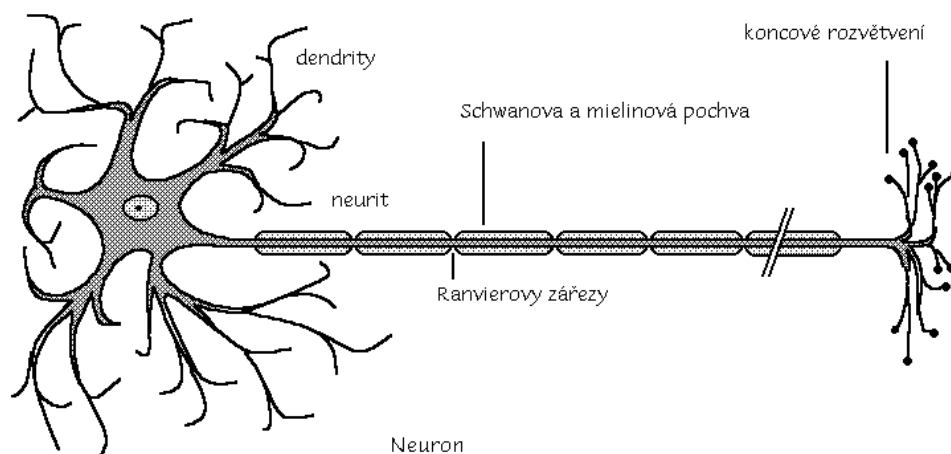
2 NERVOVÝ SYSTÉM – NEURONY

Co se děje uvnitř našeho mozku a jaké místo v něm dopamin v roli neurotransmiteru zastává? Tuto otázku probírají následující odstavce. Na prvním místě je důležité pochopit, jak funguje základní kámen nervového systému – neuron (neurocyt).

Jedná se opět o buňku jako ve zbytku organismu, jenže tentokrát nabývá mírně odlišného tvaru, než jsme zvyklí. Od buněk tkání epitelů, kostí nebo svalů se neuron v mnohém liší, a právě tyto odlišnosti mu umožňují, ve spolupráci s dalšími cca 15 miliardami³ jemu podobných, něco tak fascinujícího jako myšlení – proces, jenž je nám stále do jisté míry záhadou⁴. Detailnímu popisu celé nervové soustavy se však vyhnu i přesto, že se jedná o nadmíru zajímavé téma. Nejde mi totiž o celkové pochopení její funkce, nýbrž jen o vysvětlení procesu potěšení. K tomuto účelu stačí obecnější pohled, ale přesto je nutné základní informace zmínit.

2.1 Anatomie

Jako každá jiná buňka má neuron membránu, která obklopuje cytoplazmu s jádrem. Zajímavý je však tvar a hlavně funkce. Tvar lze zjednodušeně ilustrovat jako pavouka, ale s mnohonásobně větším počtem nohou, které se dotýkají dalších buněk kolem sebe. Tělo buňky perikaryon obsahuje jádro a nese na svém povrchu dva druhy výběžků.



Obr. 1 Neuron; Buňka s popisem částí[61]

Prvním je neurit (axon), který je v drtivé většině případů pouze jeden⁵ a vede vzruch od těla pryč. Jeho povrch je kryt myelinovou pochvou, která je vytvářena gliovými buňkami a je nepostradatelná při vedení vzruchu, aby byl rychlejší a izolovaný od okolního prostoru s dalšími neurony. Význam myelinu je v praxi vidět na příkladu roztroušené sklerózy, kde

³ Pro centrální nervový systém (mozek a mícha) je uváděno číslo 10 až 20 miliard (10^{10} až $2 \cdot 10^{10}$)[7].

⁴ K tomu má trefnou poznámku Jostein Gaarder: „Kdyby byl náš mozek tak jednoduchý, že bychom mu mohli rozumět, byli bychom tak hloupí, že bychom mu stejně nerozuměli.“[8]

⁵ Výjimkou jsou zrnčkové buňky v sítnici oka, ty mají jen perikaryon a větší počet dendritů.

imunitní systém napadá právě zmíněný obal a nervový vzruch kvůli tomu ne vždy dorazí na místo určení. Po své délce se může kdekoli větvit, ale hlavní místo pro vytvoření menších výběžků se uskutečňuje na jeho koci.

Druhým typem jsou dendrity. Tyto výběžky jsou menší a je jich zpravidla mnoho⁶. Na rozdíl od axonu signály přijímají z okolí a vedou je směrem k tělu neuronu. Pokud se nacházejí uvnitř šedé hmoty centrální nervové soustavy, tak nedisponují ani myelinovou pochvou. Zajímavé je, že z povrchu dendritů vystupují malé trnovité výběžky (*spinae*), které významně zvětšují recepční plochu pro přijímání signálů[7].

Pro představu velikosti doposud jmenovaných struktur se většina parametrů pohybuje v řádech mikrometrů (10^{-6} m). Tělo nervové buňky se velikostí přiblíží maximálně k průměru lidského vlasu, většinou však dosahuje pouhých desítek mikrometrů. Axon může končit hned u těla buňky, ale též je reálné, aby pokračoval až 1 metr do organismu[9]. Dendrity jsou pak významné pro svůj povrch neboli recepční plochu, která v určitých případech činí až 90 % celkové plochy buňky. U motorických neuronů to odpovídá přibližně $200\,000\ \mu\text{m}^2$ (čtverec o straně 0,45 mm). Celkově se jedná o poměrně malá čísla, ale v měřítku lidského organismu jde o normu. Nyní je na řadě dříve zmíněná funkce, kde je možné informace z této části využít ve prospěch lepší orientace.

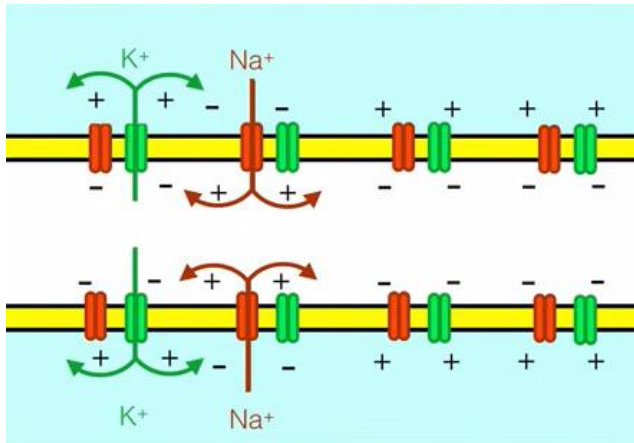
2.2 Fyziologie

Funkce neuronu byla již naznačena výše. Jeho hlavním účelem je přijmout podnět a pomocí změny elektrického napětí, společně s přenosem chemických látek – neurotransmiterů, ho vést dál v podobě elektrochemického signálu neboli nervového vzruchu. Tento děj je tak funkčně specializovaný, že i mimořádně důležité záležitosti pro život buňky, jako výživa, tvorba nervových obalů nebo čištění od odpadních produktů, musí zajišťovat jiné buňky nervové soustavy nesoucí název neuroglie.

Celý proces vedení vzruchu je pro účely této ročníkové práce zbytečně složitý, z toho důvodu vytvořím pouze krátké shrnutí čítající jeden odstavec. V kostce jde o to, že intracelulárně disponuje neuron silnější elektrickou negativitou. Oproti tomu vně buňky vládne slabší elektrická pozitivita. Tato polarizace buněčné membrány je vytvářena nerovnoměrným pozicováním iontů draslíku K^+ , sodíku Na^+ a částečně i chloru Cl^- . Tyto ionty se pasivní difuzí pohybují vně a dovnitř buňky za pomoci iontových kanálků. Kromě kanálků se na membráně nacházejí i sodno-draselné pumpy, které využitím energie vytvářejí uvnitř neuronu tzv. klidový potenciál roven -70 mV. Pokud dostane neuron elektrický signál z okolí, který dosáhne hodnoty -55 mV, otevře kanálky reagující na změnu napětí. Tímto krokem je zahájena v jistém smyslu řetězová reakce vpouštějící dovnitř buňky sodíkové ionty, což má za důsledek přeměnu klidového potenciálu na tzv. akční potenciál. Sodíkové ionty vnikají do buňky až do momentu, kdy zvýší náboj na +30 mV. V ten moment se otevřou kanálky vypouštějící z neuronu draselné

⁶ Výjimku zde tvoří bipolární neurony v sítnici oka, které mají dendrit jeden, a unipolární neurony, jimž dendrit zanikl úplně a přeměnil se v recepční výběžek.

ionty, díky čemuž hodnota napětí klesne až pod -70 mV, ale v následujícím čase čítající milisekundy se iontovými kanály opět ustálí na klidovém potenciálu. Tento proces se opakuje na dalších segmentech dendritu či axonu, čímž vede napětí neboli signál. Přesnější a detailnější vysvětlení vedení vzruchu můžete nalézt ve výborně zpracovaném videu (z kterého jsem informace k této problematice čerpal), opírající se o solidní zdroje na YouTube kanálu: Bozeman Science[12].



Obr. 2 Vedení vzruchu po neuronu výměnou iontů[62]

Nepostradatelný, pro další postup tvorby ideálního přístupu k dopaminu, je ovšem přechod signálu mezi synapsemi, kde na scénu vstupují neurotransmitery (mediátory).

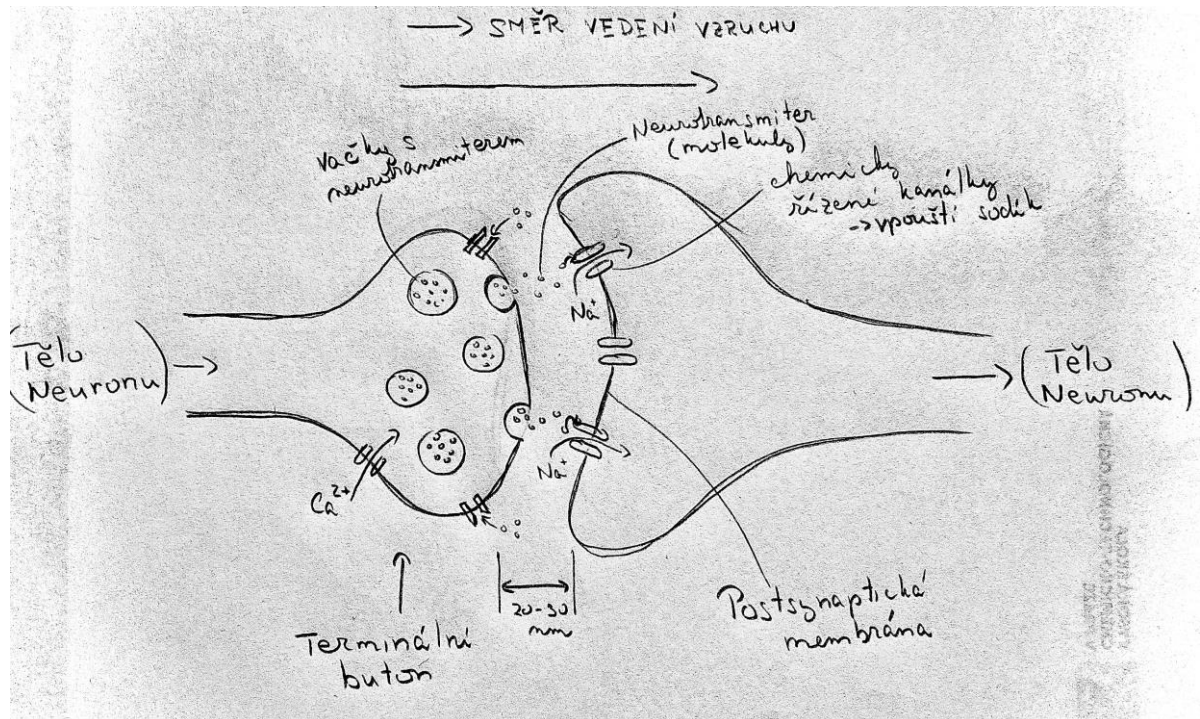
2.2.1 Synapse

Do tohoto bodu byl popsán přesun impulsu po jednom neuronu, avšak synapse umožňují přechod signálu z jednoho neuronu na druhý (případně na orgán). Jedná se o rozšířenou knoflíkovitou část na konci výše zmíněných výběžků perikaryonu. Tato oblast se obvykle označuje jako terminální buton (volně přeloženo jako „konečný knoflík“). V další části budou figurovat tři termíny (chronologicky, podle směru přenosu vzruchu): presynaptická membrána, synaptická štěrbina a postsynaptická membrána.

V moment, co napětí vedené po neuronu dorazí k synaptickému zakončení (presynaptické membráně), způsobí vstup vápenatých kationtů Ca^{2+} do cytoplazmy, které se naváží na váčky s neurotransmiterem⁷ a aktivují protein, který jim umožní prostoupit membránou buňky. Po překonání presynaptické membrány je obsah váčku uvolněn do synaptické štěrbiny, mezery o běžné šířce 20–30 nm. Difuzí se molekuly neurotransmiteru dostanou až k postsynaptické membráně dalšího neuronu, kde se navázáním na chemicky řízené kanálky postarají o lavinovité vpuštění sodíkových iontů do intracelulárního prostoru. Touto změnou pozice iontů je napětí zvýšeno na přibližně -50 mV, což jak bylo uvedeno v předchozí části, překročí zmiňovaný klidový potenciál. V případě přenosu vzruchu přes synapsi je však tato depolarizace

⁷ Neurotransmitter je chemická látka se schopností vázat se na receptory neuronů a umožnit vstup/blokaci iontů do buňky.

nazývána tzv. postsynaptický potenciál, který, je-li dostatečně velký, se změní v akční potenciál a celý proces s vedením vzruchu a následným přenosem přes synapsi se opakuje na dalším neuronu. Tento mechanismus je spuštěn v případech neurotransmiterů, které mají excitační (budivý) efekt, jako je například glutamát. Opačný scénář nastává v rámci neurotransmiterů inhibičních (utlumujících – např. serotonin) jimiž je napětí snižováno a je tudíž případnou excitací obtížnější překročit hranici pro vytvoření akčního potenciálu[7].



Obr. 3 Nákres synaptického spojení s uvolněním neurotransmiteru (vlastní tvorba, inspirace v [1])

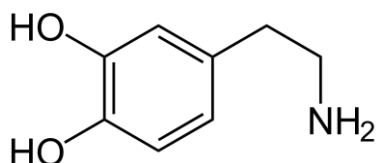
Synaptický přenos je esenciální pro komunikaci mezi nervovými buňkami. Hlavní výhodou je jednosměrnost vedení vzruchu. Neurotransmitter se totiž dostane vždy pouze z presynaptické membrány na postsynaptickou, nikoli naopak, díky čemuž můžeme hovořit o ventilové funkci. Naproti tomu existují také elektrické synapse, kde se synaptická štěrbiná zúžila natolik (2 nm), že elektrický signál může přeskočit bez přítomnosti neurotransmiteru, tyto spoje umožňují přenos velice rychlý, ale obousměrný a prakticky nekontrolovatelný, kvůli čemuž nejsou ani zdaleka tak běžné jako chemické synapse s neurotransmitery⁸.

Tímto je ukončena informativní část s popisem neuronu, nepostradatelná pro pochopení nadcházející kapitoly, kdy se do systému přidá dopamin.

⁸ Původně se mělo za to, že tyto spoje jsou přítomny pouze v nervovém systému nižších obratlovců, novější výzkumy však ukazují na jejich přítomnost i u savců[7].

3 DOPAMIN

Nyní se přesunu k vysvětlení a popisu funkčních účinků této látky na lidský organismus za pomoci doposud vysvětlených procesů. Dopamin (také DA) se chemicky řadí ke katecholaminům⁹, monoaminovým neurotransmiterům, což znamená, že je složen z katecholu (benzenové jádro s dvěma hydroxylovými skupinami) a aminoskupiny (-NH₂)[16]. Jak je vidět na obrázku, je relativně jednoduchý. O jeho syntézu se starají nadledviny z prekursoru L-DOPA, kterému předchází tyrosin.



Obr. 4 Molekula dopaminu; Strukturní vzorec[63]

Je jedním z nejméně 100 do této doby popsáných neurotransmiterů, stará se tudíž o přenos signálu mezi neurony, ale i přesto, že je mu zde věnováno tolik prostoru, není v lidském mozku ani zdaleka tak běžný jako například glutamát, GABA (kyselina γ -aminomáselná) nebo acetylcholin. Mimo běžné vlastnosti ostatních mediátorů má však umožněno pár speciálních schopností. Kromě toho, že v těle nachází uplatnění v roli hormonu, nebo jako regulátor sekrece látek v hypofýze (a mnoho dalšího[17]), dokáže rovněž působit jako neuromodulátor. V této funkci se projevuje podobně jako neurotransmiter, jen s tím rozdílem, že místo aktivace jednoho neuronu přiléhajícího synapsí (lokální synaptické působení), přiměje k aktivaci celé skupiny neuronů čítající desítky, stovky a v některých případech dokonce tisíce. Tento děj se anglicky označuje jako volume transmission, což čeština nedokonale překládá jako objemová transmise a příhodnější je proto označení extrasynaptický přenos. Tato komunikace analogicky přibližně odpovídá rozhlasu, díky čemuž je v aktivaci mozkových center vysoce efektivní[18].

V kontrastu s glutamátem (hlavním excitačním neurotransmiterem), který se nachází zhruba v 50 % nervové tkáně, je dopamin významně prezentován pouze ve dvou centrech hluboko v našem mozku: 1. Ve skupině neuronů s názvem ventrální tegmentální oblast („VTA-ventral tegmental area“) umístěné kolem středové linie dna středního mozku. Název je odvozen od její polohy dole (ventrální) a tegmentum – pokrytí, či v tomto případě podlaha/dno. 2. Substantia nigra, která je rovněž ve středním mozku a ručí hlavně za lokomotorickou aktivitu (pohyb z místa na místo). Název je odvozen od nahromadění melaninu, který činí místní buňky tmavšími od okolí.¹⁰

Zaměřím se však pouze na první zmíněnou oblast, neboť právě výzkum VTA přinesl hlavní pokrok v rozuzlení záhady motivace, předvídaní odměny a vzniku závislosti.

⁹ Mezi další katecholaminy patří epinefrin a norepinefrin (adrenalin a noradrenalin), známé pro své stresové účinky v situacích útoku, útek.

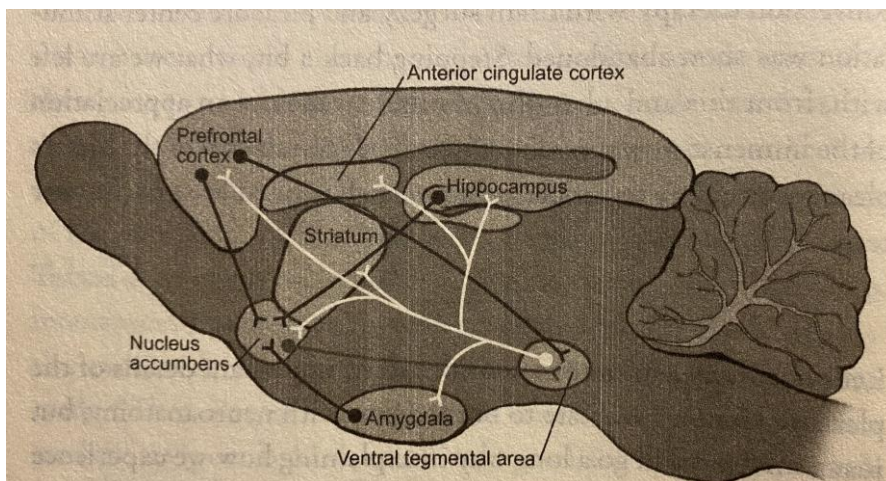
¹⁰ V malém množství se nachází také v hypotalamu, odkud ovlivňuje sekreci látek v hypofýze[19].

3.1 Ventrální tegmentální oblast (VTA)

Toto mozkové centrum čítá u člověka přibližně 690 000 neuronů¹¹, přičemž dvě třetiny tvoří neurony s dopamin-obsahujícími synapsi. Zbytek jsou neurony s glutamátovými a GABA neurotransmitery. Každý váček dopaminu může obsahovat až 30 000 molekul této látky[20], což je ovšem k ničemu, pokud není dopravena na správné místo, konkrétně do správných mozkových center. Jednoduše řečeno, z VTA vybíhají axony dopaminových neuronů do dalších částí mozku, kde ovlivňují aktivaci místních buněk s dopaminovými receptory. Tato propojení se označují jako okruh potěšení (též okruh odměny).

3.1.1 Okruh potěšení („pleasure circuit“)

Tvorba vazby mezi podnětem a následným příjemným pocitem je bez zabíhání do detailů, relativně jednoduše popsatelný proces, problém je pouze ve větším množství odborných názvů mozkových center. Ta ovšem v dalších kapitolách nebudou nijak zvlášť zmiňovaná, a tudíž není třeba jim věnovat zvláštní pozornost. Neurony VTA jsou obvykle aktivovány přes skupinu axonů nesoucí název mediální svazek předního mozku („medial forebrain bundle“). Tyto axony vybíhají z prefrontálního kortexu, septa a významně z thalamu, který zprostředkovává převod informací z periferií (zrak, čich, chuť atd.). Poté, co mozek zaznamená určitý podnět, vyšle excitační impuls do VTA. Místní dopamin-vyplavující neurony následně přes své axony rozesílají signál do dalších částí mozku, bez kterých by příjemné pocity defacto neměly význam. Tato mozková centra zahrnují, kromě jiných, například amygdalu – část mozku označovanou jako emoční centrum. V moment, co je aktivována, vytvoří se emoční vazba s právě zaznamenaným podnětem, který přiměl k aktivaci VTA.



Obr. 5 Krysí mozek (řez po mediální rovině; nos vlevo) se znázorněným okruhem potěšení; Vazby dopaminových neuronů s dalšími mozkovými centry – bíle[64]

¹¹Oproti krysám s 30 000 se jedná o značný pokrok.

S ostatními mozkovými centry to funguje podobně. Dorsální striatum je pro změnu zahrnuto ve formách učení se zvykům (Lze si všimnout souvislost se vznikem závislosti). Hypokampus se podílí na paměti pro fakta. Signál je ovšem z VTA také vyslán zpět do prefrontálního kortexu kontrolujícího rozhodování a plánování. Oboustranná komunikace probíhá rovněž s centrem zvaným nucleus accumbens, které po aktivaci vyšle do VTA inhibiční signál, pro účel deaktivace vyplavování dalšího dopaminu do zmíněných center[1].

Tato propojení s VTA mají tedy za účel pomoci organismu spojit si jisté podněty s příjemnými pocity a díky tomu je s větší šancí znovu vyhledávat a opakovat. Není náhodou, že po konzumaci nezávadné potravy má organismus v převažujícím vzorku případů znatelně lepší náladu než předtím. Ale proč se tomu děje právě tímto způsobem?

3.2 Mechanismus percepce dopaminu

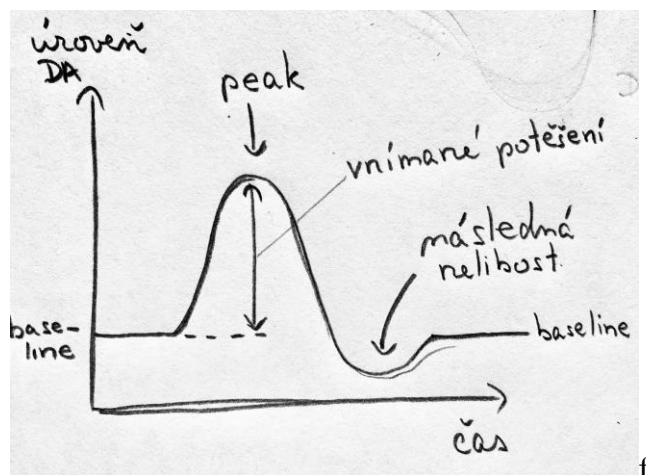
Interpretace dopaminu navázaného na příslušné receptory neuronů je pravděpodobně vnímána jako příjemná díky dlouhé historii presence DA v živých organismech. Již půdní červi s 302[21] neurony mají jistou formu okruhu potěšení a ani zde není princip fungování založen na ničem jiném než DA. Také s mouchou sdílíme dopaminergní neurony a u obratlovců je okruh potěšení dokonalou samozřejmostí[1].

Fakt, že činnosti vzbuzující příjemné pocity máme potřebu opakovat, by se dal z pohledu evoluce vyhodnotit tak, že muselo být jistým způsobem důležité interpretovat aktivity výhodné pro další pokračování života jako příjemné, aby je organismus opakoval a díky tomu dál přežíval. Vzhledem k tomu, že se principy spojené s vnímáním dopaminu zakonzervovaly až k člověku, ukazuje na výhodu mít v mozku látku působící jako měřítko toho, zda a v jaké míře je provozovaná činnost důležitá pro přežití, a tudíž příjemná.

Prozatím byly jako dopamin-vyplavující aktivity označeny vyhledávání potravy a sexu. To je pro pokračování existence a předání genetického materiálu do další generace naprosto nezbytné. DA ovšem stojí za většinou¹² činností, které vnímáme jako příjemné. Donedávna stačily vědecké sféře tyto účinky. Dnes je známo, že kromě působení v roli odměny, je jeho neopomenutelný účel zajišťovat organismu motivaci a vůli na dosažení čehokoli, ať už se jedná o potravu, nebo pomyslnou cílovou pásku při závodech. Pokud nám chybí DA, dochází také k přímo úměrnému omezení motivace. Je to univerzální měna, která nás hýbe k našim cílům. Také se nám po jeho vyplavení mění percepce času, schopnost se učit a pamatovat si události[22]. Například háďátko obecné (jeden z nejjednodušších laboratorních živočichů) a jeho nervový systém mají praxi v uvolňování dopaminu v moment, co jeho primitivní smyslové orgány zachytí podněty již intuitivně spojené s hojností potravy. Háďátko má pak zdroj motivace a touhy, aby mělo vůli vynaložit snahu a energii se k potravě dostat[31].

¹² Dopamin není jedinou látkou navozující v organismu příjemné pocity. Mimo jiné nelze opomenout serotonin, endokanabinoidní látky a opioidy, ale také s láskou spojený oxytocin a od bolesti ulevující endorfiny[31].

Velice zajímavý mechanismus vnímání dopaminu je jeho relativita. To že se při čtení této práce cítíte příjemně nezávisí pouze na hladině DA cirkulující ve Vaší nervové soustavě právě teď, nýbrž i na hladině dopaminu, která již byla v mozku vyplavená 20 minut, či hodinu zpět. Tento neabsolutní aspekt potěšení je založen na existenci tzv. základní hladiny, anglicky baseline. Tato hladina popisuje úroveň DA, jakou disponoval mozek před určitým bodem v čase, než byl zaznamenán potěšení vyvolávající podnět, který pomocí doposud vysvětlených vztahů zapříčinil excitaci VTA a následnou záplavu konkrétních mozkových center dopaminem. Tímto dějem se hladina DA zvýší a na grafu (viz obrázek) by byl vidět tzv. peak – vrchol znázorňující nárůst v množství vyplaveného DA. To, co zajímá náš mozek, je pak rozdíl mezi předchozí úrovní a tou následující v podobě peaku[22].



Obr. 6 Znárodnění vyplavení dopaminu v grafu a relativní vnímání potěšení (vlastní tvorba, inspirace v [31])

Kvůli relativnímu mechanismu vnímání potěšení je pak pochopitelné, proč nás stejné aktivity uspokojují pokaždé trochu jinak. Rozdíly to nemusí být na první pohled signifikantní, ale jistě si jich lze, například při pravidelném zapisování hodnocení od 1 do 10, všimnout. S tím také souvisí dobře popsany úkaz vrstvení dopaminu.

3.2.1 Vrstvení dopaminu a závislost

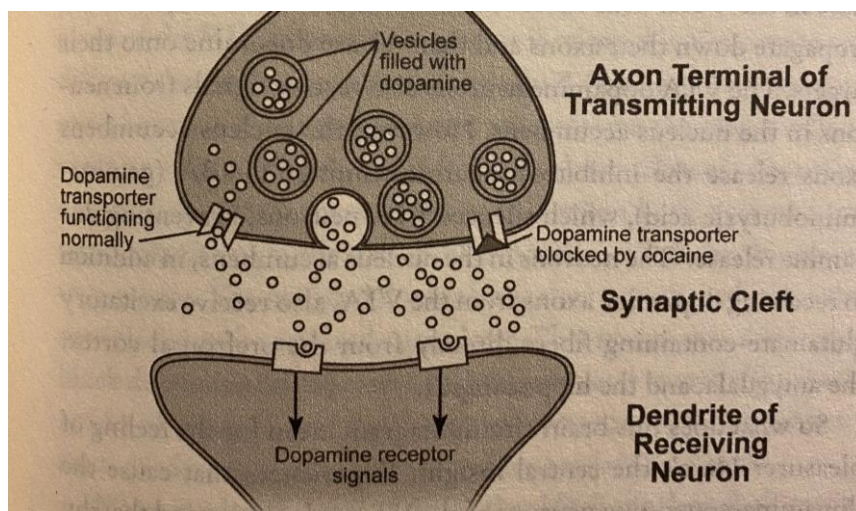
Jedná se o jeden ze „syndromů moderního světa“[23], který zažíváme v každém událostmi nabitým dni. Vzhledem k funkci baseline je zřejmé, že pokud si náš program naplníme po okraj aktivitami, které nás baví a uspokojují, bude v průběhu dne stále obtížnější dosahovat stejné úrovně potěšení jako na začátku. Pokud si chceme udržet stejně intenzivní pocity z každé následující činnosti, je logicky nutné, aby provozované děje stupňovaly svou intenzitu. Nebo se také lze podílet na něčem, co velmi dobře znají například drogově závislí – navyšovat dávku, tím znásobovat množství vyplavovaného DA a následně vzbuzované intenzivní pocity.

Drogové závislosti rovněž souvisí s dopaminem a okruhem potěšení. Na první pohled se může zdát neintuitivní, že by dopaminový systém zajišťující nám přežití a vyhledávání aktivit, jež jsou pro nás výhodné, podporoval něco tak dlouhodobě zdravotně negativního, jako je závislost. Je tomu ale tak. Drogy jsou nástrojem, který velmi efektivně ovlivňuje právě vyplavování DA. Ve skutečnosti ne všechny mozek ovlivňující látky působí právě na DA. Některé psychedelické

substance spíše ovlivňují uvolňování serotoninu, dalšího důležitého neurotransmiteru, co se dobré nálady týče. Také kanabinoidy¹³ ovlivňují jiné systémy v mozku a těle.

Jednoduše lze poznat dopamin regulující drogu tak, že na ni velmi rychle vzniká závislost. Mezi nejsilnější látky v tomto směru patří mimo jiné heroin, kokain, amfetamin nebo nikotin. Princip popisovaného euforického prožitku spojovaného s požitím například kokainu je velmi jednoduchý. Když se vrátíme do první kapitoly s funkcí synaptického přenosu, vidíme, že neurotransmitter se po excitaci terminálního butonu uvolní do synaptické štěrbině a část se ho naváže na receptory postsynaptické membrány. Co se ale následně děje s molekulami neurotransmiteru, který nebyl navázán na receptory a zůstal v prostoru někde mezi neurony? V této fázi vstupují na scénu transportéry presynaptického neuronu, které efektivně vyčistí synaptickou štěrbinu a dopraví nevyužité molekuly neurotransmiteru zpátky do buňky k recyklaci a příštímu použití, čímž zároveň připraví synaptický spoj pro další přenos signálu.

Pokud je v mozku přítomen kokain, nastává scénář jiného rázu. Stejně jako amfetamin, blokuje kokain zmíněné transportéry a sabotuje celý proces zpětného vstřebávání dopaminu. Následkem toho bude stále přítomný DA znovu a znovu excitovat postsynaptický neuron a vzbuzovat příjemné pocity. Heroin a souvisejí látky jako morfin a OxyContin působí pro změnu na neurony VTA nepřímou. Vnikají do axonů zmíněného mozkového centra nucleus accumbens, který má za normálních okolností tlumit aktivaci DA vyplavujících neuronů tím, že vypustí inhibující neurotransmitter GABA, ale kvůli přítomnosti heroinu jsou tyto neurony samy inhibovány a VTA vysílá vesele dál. Nikotin působí nepřímou vesměs přesně naopak. Aktivuje svou přítomností neurony s excitačním neurotransmiterem glutamátem, následkem čehož je VTA přehnaně stimulovaná a systém je opět narušen[1].



Obr. 7 Synaptický spoj s blokováním zpětným vstřebáváním dopaminu kvůli přítomnosti kokainu[64]

¹³ Mezi nejznámější patří THC (tetrahydrokanabinol) a CBD (kanabidiol), které jsou přítomny v konopí (lat. *Cannabis*). Ty se váží na kanabinoidní receptory, které jsou v našem těle součástí endokanabinoidního systému[27].

Není tedy divu, že po užití podobné látky je mozek vysoce náchylný k tomu, aby uvěřil, že právě objevil věc, zajišťující mu intenzivní a snadno dostupné potěšení, které mu pomůže při přežívání, a tudíž je nadměru výhodné tuto věc v budoucnu aktivně vyhledávat a opakovat. Když k tomu připočteme vznik tzv. tolerance – schopnosti vzdorovat účinkům nebo je lépe snášet[26], kteroužto vlastnost si vytváříme, jakmile jsme podnětu vystaveni opakovaně, tak se stáváme svědky ukázkového příkladu vzniku závislosti. Ta se projevuje redukcí senzitivity vůči tomuto podnětu, a tudíž musíme pro stejnou odezvu organismu navyšovat dávku. Teoreticky vše, do čeho je začleněn DA může přerůst v závislost. Jedná se v jistém smyslu o začarovaný kruh, neboť to, co podporuje vyplavování dopaminu, bude dopamin podporovat, aby to bylo opakováno[28].

3.2.2 Kompenzace libých pocitů a bolest

Existuje ještě jeden z hlavních mechanismů vnímání dopaminu. Méně známý, ale stejně významný. Mimořádně přínosné zjištění neurovědčů pro další výzkum je informace, že pocity libosti a nelibosti jsou zpracovávány v překrývajících se oblastech mozku a kvůli tomu zde funguje mechanismus tzv. oponentního procesu. Tento mechanismus velice úzce souvisí s předchozí částí o vzniku tolerance a závislosti[37]. Anna Lembke ve své knize Dopamin[31] používá analogii s rovnoramennými vahami, kde při převážení na jednu stranu pocítujeme potěšení a při opačném scénáři bolest. Překlopení ramene vah na stranu libosti je uskutečněno na základě vyplavení dopaminu, jenže přirozené homeostatické procesy těla zahájí autoregulační kaskádu převažující rameno vah zpět do rovnovážné polohy a následně i na opačný pól k bolesti/nelibosti. Každé potěšení je vykoupeno bolestí[23].

Když se však na tento princip zaměříme z opačné strany, vyjde najevo rovněž jistá kauzalita. Nelibé pocity, či dokonce bolest budou podobnými mechanismy, jako předtím ty k nepříjemným pocitům, kompenzovány potěšením a někdy dokonce euforií. Opět připojím podporující důkazy ze studií a tentokrát přímo z území Čech, konkrétně z Karlovy univerzity v Praze. Vědci zde jako nepříjemný stimul použili studenou vodu (14 °C), do které se deset dobrovolníků ponořilo na dobu celé jedné hodiny. Po uběhnutí času odebrali účastníkům vzorky krve, načež analýza ukázala obrovský nárůst jak dopaminu, tak noradrenalinu (včetně několika dalších neurotransmiterů). Koncentrace DA v krevní plazmě stoupla až na 250 % (pozor, jedná se o koncentraci v krvi, ne v mozku. Další studie však potvrdily podobný nárůst hladin také v mozku, viz další kapitola) a noradrenalin zvyšující tělesnou aktivitu se posunul za hranici 500 % [45].

To nejzajímavější na takto navozeném „nabuzení“ organismu je fakt, že se dobrá nálada udržela i dlouho po skončení experimentu. Půl hodiny beze změny a s třetinovým poklesem po hodině. Naznačuje to, že dříve zmíněné „přetížení vah na stranu bolesti“ může přinést trvalejší zdroj potěšení[31]. Každopádně to je třeba brát s rezervou, neboť i prokázané benefity hormeze (adaptivní reakce organismu na náročné/bolestivé podněty) velmi záleží na dávce. Nic se jednoduše nesmí přehánět a zátěž organismu by měla být přiměřená jeho schopnostem[31].

Dalším příkladem snadno přístupného hormetického stresoru je sport nebo jakýkoli pohyb. Ten je v krátkém měřítku paradoxně velmi toxický kvůli zvýšení teploty a vyčerpání těla po stránce

kyslíku a glukózy, ale přesto je nepostradatelný pro zdravý život a jeho absence vede prokazatelně k řadě fyzických, ale rovněž psychických problémů. Stejně jako u vystavení chladu se za jeho provozování zvyšuje hladina neurotransmiterů zodpovědných za pozitivní náladu. Kromě dopaminu je tomu tak u již zmiňovaného serotoninu, noradrenalinu a endorfinu[46].

Tímto by byly shrnuty nejdůležitější mechanismy, kterými se vyplavování a percepce DA řídí. Je tedy příhodné navázat krátkou kapitolou vyzdvihující některé konkrétní činnosti s dopaminem významně spojené.

4 PŘÍJEMNÉ ČINNOSTI

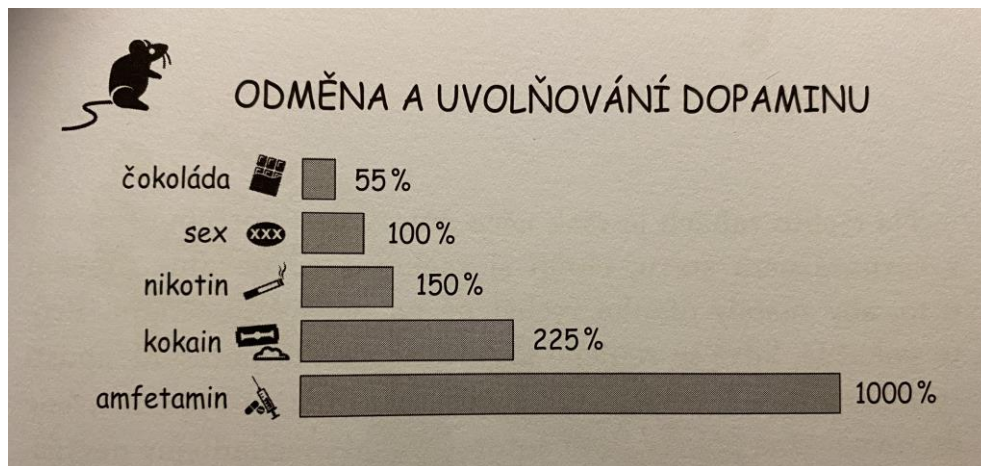
Co by byla nejlibější věc, které se můžete dopustit? Byl by to poslech kvalitní vážné hudby a osvěžující procházka lesem? Nebo snad pár hodin hraní online her s přáteli? Každý máme v tomto směru preference posunuté k odlišnému pólu. Pravdou zůstává, že ač se jedná o diametrálně odlišné aktivity, jedno pravidlo je stejné. Pokud nás to bude uspokojovat, naše VTA již dávno přešla do aktivnějšího stavu a množství molekul DA v centrální nervové soustavě je znatelně četnější. Pro představu, jaké hodnocení se některým činnostem dostává z pohledu mozku, uvedu, o kolik se procentuálně zvýší hladina DA, když si některou z nich dopřejí.

4.1 Dopamin z pohledu mozku

Když pomíneme všechna vysvětlení duše člověka zahrnující vyšší moc, lze říci, že to, jak se cítíme, je výsledkem poměru mezi množstvím chemických látek v záhybech naší nervové soustavy, především pak té centrální. Pokud nám nějaký vnější činitel (např. alkohol nebo jiná omamná látka) ovlivní jinak stálou koncentraci neurotransmiterů, hormonů a jiných komunikačních prostředků v mozku, dochází k znatelnému odklonu od námi běžně provozovaného chování, a rovněž vnímání svobodné vůle může být v závislosti na síle látky účinně potlačeno. Dopamin má v tomto ohledu kvůli schopnosti volumetrické transmise (a ostatním viz část „Mechanismus percepce dopaminu“) dost velký vliv. Jak se nám hladina DA může změnit po kousku čokolády či po extrémní droze?

Pro běžně dostupnou čokoládu, která má značný účinek na dopaminergní systém (a také serotonin), zvednutí nálady a motivaci, se uvádí, že oproti baseline se hladina DA zvýší o 55 % [1]. Když se tedy, laicky řečeno, „cítíme pod psa“, může pár gramů čokolády přijít vhod jako prostředek k nabuzení. Oproti tomu nikotin, jakožto legální droga, nám při inhalaci, již po desítkách sekund, zvýší DA hladinu až o 150 % [31][23]. Když to porovnáme s provozováním sexuálního styku, zjistíme, že činnost tak esenciální pro přežití dosahuje podobné hladiny, jaká se dostaví po potáhnutí z cigarety. Sex navýší baseline přibližně dvakrát neboli na 200 % (o 100 % oproti baseline)[31]. Je podivuhodné, jak jednoduché je dostat se k nikotinu (a to i jako dítě) a přitom se jedná o tak silný zážitek.

Objektivně jsou ovšem tato čísla drasticky méně závažná než například při intravenózním podání kokainu, který dosahuje od 250 % [31], ovšem až do 900 % [32] normální hladiny dopaminu, nebo u amfetaminu zprostředkovávajícího i 1000 % [31] baseline. Každopádně se velikosti těchto údajů mohou v různých studiích lišit, ale je jednoznačně vidět jejich nadprůměrnost oproti běžně provozovaným činnostem, která vyúsťuje v extrémní zážitky. Je však možné dosáhnout takto extatických stavů, a přitom nechat návykové látky stranou?



Obr. 8 Procentuální navýšení dopaminu nad baseline po konkrétních činnostech[65]

Dalo by se říci, že ano. Sice ne až v desetinásobných dimenzích, ale náš svět extrémně příjemnými předměty a činnostmi překypuje. Dokonce lze tvrdit, že jsme schválně zvolili design, který v jednom kuse „znásilňuje“ náš dopamin[25]. Celý internet, každé obchodní centrum, ale také potravinářský průmysl mají za svými službami a produkty více či méně důmyslné efekty působící na naše pravěké vzorce. De facto se nacházíme jako jedinec v pozici strategicky nevýhodné. Stojíme sami proti „armádě“ psychologických efektů, marketingových strategií a pastí upoutávajících naši pozornost. Demonstruji to na příkladu občerstvení, kde se mísí cukr a tuk.

4.2 Lákadla potravin

Za normálních okolností jsme v přírodě měli tuk, nepostradatelný pro dlouhodobé přežití, například v mase nebo oříšcích a cukr v ovoci. Cukr je skvělá surovina a dodá organismu rychlou energii, ale ovoce byla relativně vzácná komodita, takže pokud v éře lovců a sběračů najde člověk ovoce, je výhodné ho co nejdříve pozřít. Zajímavé je, že neexistovala volně rostoucí/běhající potravina, kde by se tuk mísil s cukrem. Tento teoretický pokrm by byl jistě vyhledávaný a pro přežití výhodný. S příchodem průmyslově zpracovaných potravin si lze všimnout, že ty nejlákavější v sobě obsahují právě kombinaci cukru a tuku. Sladké pečivo (koblihy, donuty), sušenky, fast food a mnoho dalšího. Jsme tedy pod neustálou podvědomou potřebou, dopřát si některý z podobných pokrmů a dalo by se to považovat za naprosto přirozené. Tento aspekt „moderních“ jídelniček by mohl být jednou z potenciálních příčin nadbytku hmotnosti u členů rozvinutých společností[1]. Ještě je namístě dodat, že potřeba zakoupení je umocňována lákavou reklamou působící na další podvědomé pudy, které nebudou rozebírat, a porce se sladkým nápojem obsahujícím až 11 g čistého cukru na 100 g[33] má rovněž svůj vliv.

Co se v děje mozku, když ústy přijmeme potravu? VTA na jídlo reaguje přímo neuronální bouří. Pokud krysa se záznamovou elektrodou v mozku začne jíst, VTA vykazuje vysokou aktivitu, která do určité míry přetrvává i po zbytek krmící doby. U lidí byly tyto experimenty potvrzeny, a navíc bylo zjištěno, že obézní účastníci oplývají signifikantně menší aktivací VTA při jezení než jedinci štíhlé postavy, proto potřebují jíst více za účelem dosažení stejného potěšení[1].

Dalším okruhem činností, o jejichž vlivu na dopamin je důležité mít informace, jsou ty, spojené se sociálními sítěmi a případně s displeji mobilních zařízení.

4.3 Internet a sociální síť

Jestliže máte čas číst tuto práci, lze předpokládat, že zrovna nebojujete o přežití a Vaše základní životní potřeby jako teplo, potrava a voda jsou naplněny. Navíc je pravděpodobné, že jste rovněž vlastníkem mobilního telefonu či notebooku s připojením k internetu a skýtajícího alespoň jednu z aplikací typu Facebook, Instagram, TikTok, Twitter nebo Messenger[34]. S přístupem k internetu se člověku dostává nepřehledného množství informací, vjemů, a kromě jiného i potěšení. Co nás může na internetu těšit? Opět bude záležet na subjektivním vnímání odlišných typů lidí, ale lze najít jisté množiny, čítající průnik většiny uživatelů.

Za předpokladu, že bychom využili souvislost mezi dopaminem a sexuálním vzrušením, které může být vyvoláno pornografií, dnes na internetu tak snadno dostupnou, byl by zdroj případných libých pocitů jasný. Ze studií vyplývá nepochybná souvislost mezi sexuálním vzrušením a aktivací VTA včetně okruhu potěšení[35][36]. Pokud je lidské vnímání vystaveno stimulu v podobě pornografie (podle orientace se může lišit obsah), je nevyhnutelné, aby byla současně navýšena baseline ovlivňující náš celkový prožitek. Takto nabýt potěšení je snadné a vyplavený dopamin tzv. levný – nebylo nutné vynaložit téměř žádné úsilí na jeho dosažení. Rozbor internetové pornografie, včetně jejího negativního vlivu na zdraví mladých jedinců nebo vzniku závislosti, je kapitola sama pro sebe. Lze dohledat, jak neslavně působí její jednoduchá dostupnost na snahu o vyhledávání kontaktů v realitě[38], ale co se týče dopaminu, spadá v každém případě do kategorie aktivit silně ovlivňujících náš DA systém.

Pokud nechám pornografii stranou, zůstává stále široká škála věcí, na které může uživatel na internetu narazit. Jednou z nich jsou například počítačové hry. Hra jako nástroj pro zprostředkování zábavy je rovněž s VTA pevně propojena. Zprvu je zvláštní, že tak abstraktní věc povětšinou jen s imaginární odměnou může mít na dopamin vliv, ovšem i na to byly zorganizovány studie. Bylo ku příkladu zjištěno, že odlišné herní žánry vyplavují různé množství dopaminu podle toho, zda mají nějaké společné aspekty s realitou (například získávání území) a také je častější, že muži jsou za hraní her odměňováni dopaminem více než ženy[39]. Pakliže má hra navíc hazardní prvky, přichází na scénu další velmi sofistikovaná strategie, jak udržet hráčskou pozornost. Zde můžeme jednoduše demonstrovat, jakou má jednotlivec proti psychologickým a dalším efektům nevýhodu. Ze studií a statistik je vidět, že pokud má hra prvek náhody, je pro mozek lukrativnější ji hrát¹⁴, ještě lákavější pak je, když má hráč alespoň pomyslnou kontrolu nad průběhem náhodných událostí (například otočení „kolem štěstí“), nebo když hráč výhru mine jen těsně. Za tímto účelem je dokonce manipulována a zvyšována procentuální pravděpodobnost výsledků, které jsou těsně vedle (near-miss), aby se „nevýhra“ jevila jako těsnější[41]. Závěrem tedy lze říci, že hry jsou uzpůsobeny na vytváření

¹⁴ Jedna studie byla provedena na opicích. Na obrazovce se rozsvěcovaly barvy, které byly spojeny s opožděným dodáním/nedodáním sladké odměny. Jedna z barev měla 50% šanci na doručení odměny a graf zachycující aktivitu VTA vykazoval malý nárůst po rozsvícení barvy a následný graduální nárůst, který se dostavil v obou případech, ať už odměna doručena byla, či nikoli[40].

zábavného a libého prostředí. Rovněž by se z definice mělo jednat o levný dopamin, který máme snadno dostupný z herního prostředí s designem zaměřeným na co možná nejefektivnější DA excitaci.

Kromě her tráví ovšem velká část populace čas na platformách s pasivní konzumací obsahu. Pro představu popíšu souvislost s dopaminem na aplikaci TikTok. Tuto světově známou platformu primárně určenou pro sledování a sdílení krátkých videí (kterýžto koncept, pro svůj velký úspěch, do svých možností začlenily i další firmy), si na celém světě stáhly nejméně dvě miliardy lidí[42]. Uživatel nemusí vynaložit kromě letmého pohybu prstem žádné úsilí, aby se mu přehrávala videa, podle algoritmu vybraná přesně tak, aby udržela pozornost diváka co nejdéle. Je obtížné se bránit proti algoritmu, který přesně ví, co chceme. Podobné to je například s titulky článků. Nevybereme si, co na nás kde vyskočí a pokud nějaký nadpis rezonuje s naší současnou potřebou, je velká pravděpodobnost, že na něj vzápětí klikneme. Každá taková akce každopádně není nikdy zadarmo. Přicházíme o důležitou schopnost – vůli dělat něco jiného někde jinde. Ztrácíme pozornost a motivaci pro věci vyžadující více úsilí než bezcílné procházení de facto nekonečné zásoby zábavného, chytlavého a na míru vybraného obsahu. Chceme skutečně investovat dopamin tímhle směrem? Kam směřuji svou pozornost? Právě tyto otázky mohou pomoci s optimalizací našeho digitálního prostoru (s čímž velmi úzce souvisí disciplína digitální hygieny[43]). Internet a sociální sítě lze využít prakticky k čemukoli nás napadne. To, zda si tím otevřeme prostor pro rozšíření obzorů, nebo k závislosti, je přímo na uživateli.

Teoretická část je tímto vystavěna se všemi potřebnými částmi. Nyní je na řadě aplikovat nabyté znalosti do praxe a vytvořit disciplínu obsahující principy, kterých se může člověk držet, aby se v souvislosti s vyplavováním dopaminu vyvaroval dlouhodobě nevýhodným strategiím.

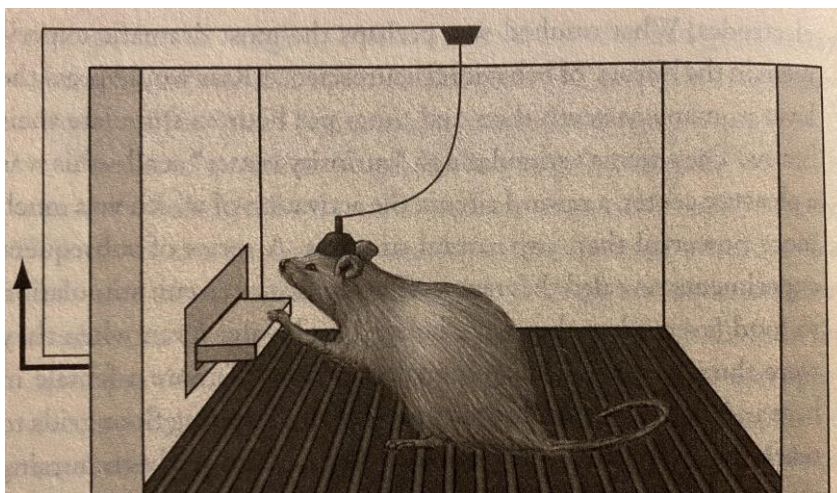
5 PRAKTICKÁ ČÁST

5.1 Teoretická tvorba dopaminové hygieny

V průběhu každého dne bereme za vlastní, umýt si po příchodu do vnitřních prostorů ruce nebo si večer vyčistit zuby. Jako dětem se nám to mohlo zdát obtěžující a zabíjející čas, ale nakonec valná většina členů společnosti dospěla k závěru, že tato a ostatní hygienická opatření mohou významně přispět k našemu dlouhodobému zdraví. Nakolik se od toho liší péče o náš mozek a o věci, kterým věnujeme pozornost? Z definice, že hygiena je věda o uchování zdraví, nevyhnutelně vyplývá, že by jisté základní zvyky související s mozkem měly být implementovány do každodenní rutiny v zájmu zlepšení kvality života stejně jako v případě mytí rukou.

Jenže tento aspekt hygieny není pro většinu tak intuitivní, neboť přímo nejsou vidět následky její případné nedostatečnosti. Zaneseme-li si do těla infekci či dávku bakterií, pocítíme změnu téměř okamžitě a snadno si odvodíme vztah mezi mytím rukou a například snížením incidence střevních potíží. Navíc je informovanost o fyzické hygieně vštěpována lidem již od útlého věku, ale k informacím o dopaminu se student střední školy přiblíží jen letmo v kontextu učiva o nervové soustavě a katecholaminech, což neumožňuje pokrýt ani základní principy související s praktickým využitím v realitě.

Jako problém se omezené znalosti o našem okruhu potěšení/odměny začaly ve větší míře projevat až s příchodem snadno dosažitelného a levného dopaminu. Potěšení je ze základu nepostradatelné pro všeobecné fungování a vyhledávání výhodných strategií, rozdíl je však v procesu jeho dosažení[47]. To, jaké úsilí na dosažení odměny vynaložíme/nevynaložíme má hlavní vliv na následný vznik závislosti či prázdných pocitů po neudržení a odeznění euforických účinků. Nejhorší scénář nastává právě v moment, kdy má jedinec k dispozici nástroj pro navýšení hladiny DA, aniž by potřeboval zapojit jiný okruh v mozku než ten pro vyhledávání dopamin-navyšující látky/činnosti[48]. Hlavním cílem d-hygieny tedy bude tyto snadné a přehnaně odměňované aktivity zavrhnout, a naopak podporovat činnosti vyžadující zapojení dalších mozkových center a nejlépe obsahující i prvek krátkodobě náročných momentů a výzev.



Obr. 9 Skinnerova klec; Ukázkový příklad aktivace pouze okruhu pro potěšení. Krysa zmáčkne tlačítko a elektroda v mozku jí aktivací VTA navodí příjemné pocity. Přístupnost k tak jednoduchému potěšení ji přiměje ignorovat potravu, partnera i mláďata.[64][63]

5.1.1 Co omezit?

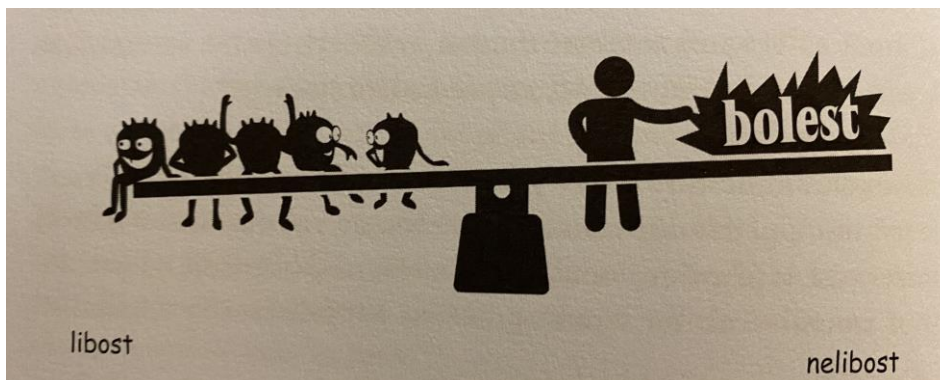
Z kapitoly o konkrétních příjemných činnostech vyplývá několik základních, které budou téměř vždy vyplavovat z definice nevýhodný levný dopamin. Mezi ty se řadí jakákoli návyková látka k účelu vyplavení dopaminu přímo stvořená (samozřejmě se nejedná o látky, na kterých závisí naše přežití a vznik závislosti je pouze vedlejší efekt). Na první příčky patří nikotin, kokain, morfin, heroin, ale také alkohol má svůj účinek a marihuana rovněž disponuje dopamin stimulačním efektem[1]. Pomineme-li přímo návykové látky, padla zmínka o jídle kombinujícím ve velkých dávkách cukr a tuk. Zde bych se na chvíli zastavil, neboť jídlo sladké a tučné současně, má potenciál dodat organismu velké množství energie dále využitelné pro efektivnější vykonávání životně důležitých činností. Je-li tedy požití za účelem doplnění energie po vykonané aktivitě, před úmyslem konat energeticky náročnou aktivitu či jen výjimečně, tak je omezení neopodstatněné, neboť dosažení látky zahrnuje více mozkových okruhů než jen ten pro vyhledávání odměny.

Kapitola internetu a sociálních sítí si zde zaslouží větší a obsáhlejší rozbor. Ohledně sledování pornografie je potvrzeno, že se jedná o velmi snadný způsob dosažení dopaminu a pokud chceme fungovat co nejefektivněji, je namísto ho rovněž vynechat z naší denní rutiny. Sociální sítě mají o něco složitější princip. Jejich teoretická možnost přístupu k obsáhlému množství informací a inspirace je výjimečně výhodná a měla by být využita ve prospěch vzdělávání a rozšiřování obzorů. Je zde ale také velké riziko skluzu do zmiňovaného nekontrolovaného projíždění obsahu za účelem zabít čas, pokud nemáme jasný cíl. Nastavení si ideálního prostoru pro nerušivé a nerozptylující prostředí by měla být průřezová prioritou všech uživatelů chránících si svůj okruh potěšení před nepřiměřeným množstvím vjemů a excitací VTA. Je na zvážení, kolik nám která aplikace či stránka přináší dlouhodobě výhodného obsahu, nebo naopak rozptylujícího a krátkodobého potěšení, a podle toho rozhodnout o konkrétních z nich, zda si nezlepší svůj digitální prostor jejich odstraněním z dosahu.

Pro hry platí podobné pravidlo. Pokud jsou nám zdrojem odpočinku po náročných týdnech nebo obsahují umělecky inspirativní a obohacující prvky, pak je příhodné je za těmito či podobnými úmysly zapínat a hrát. Lze snadno poznat, že u konkrétní hry sedíme hlavně pro její schopnost upoutání pozornosti a zaujetí systému odměny po náhodných až hazardních událostech, abychom si mohli uvědomit její dlouhodobější nevýhodnost v každodenním fungování. Finální rozhodnutí závisí opět přímo na uživateli. Je příhodné ho upozornit na nelogické adiktivní chování a poskytnout mu pomoc s návrhem změny ve zdrojích potěšení, ale v odkazu na svobodu volby je na něm, zda tuto pomoc přijme, nebo bude pokračovat v doposud nastavených zvycích¹⁵.

5.1.2 Co vyhledávat?

V kontrastu s jednoduchým přístupem k dopaminu přes právě rozebrané cesty jsou činnosti zahrnující faktor náročnosti nebo vyžadující vynaložení úsilí pro jejich dosažení. Ideálním příkladem je pohyb. Právě ten sloužil k vyhledávání potravy a přesunu za příhodnějšími podmínkami, a je tudíž významně spojený s dopaminem[31] (v tomto případě je hlavním centrem ručícím za motivaci k pohybu Substantia nigra[22]). Jak bylo řečeno v kapitole částečně rozebírající bolest, má pohyb/sport schopnost navodit příjemné pocity přes spuštění homeostatických procesů vyvažujících „utrpení“ z proběhlé fyzické aktivity. Dobrovolné cvičení má pro dopamin a celkovou psychickou stabilitu vysoký přínos[1]. Pro zkvalitnění libých pocitů je například procházka po venkovních prostorách nebo dvacetiminutové cvičení jógy skvělé. Hluběji se přínosu cvičení pro psychické zdraví věnuje ve své studii z roku 1985 například Dr. Taylor a kolektiv[49], pro účely d-hygiene stačí fakt, že cvičení napomáhá k celkově lepšímu zdravotnímu stavu a má pozitivní vliv na dopamin.



Obr. 10 Analogie s rovnoramennými vahami Anny Lembke; Bolest (nelibé pocity) spustí homeostatické procesy (panáčky vlevo), které převáží váhy na stranu potěšení[65]

Další příhodnou činností je chladová terapie, pro zúžení, sprcha studenou vodou. Stejná kapitola rozebírající pohyb se rovněž věnovala vlivu studené vody na vyplavení DA a trvalejšímu navýšení baseline bez rychle pomíjejících excitací. Přínos studených sprch se řeší

¹⁵ Zde by se dalo polemizovat o míře svobody volby o trávení času hraním počítačových her, pokud se jedná o děti ve věku do 18 let, které jsou stále vychovávány svými rodiči. Spíše se přikláním k názoru, že je na místě čas trávený u počítače záměrně omezit, aby docházelo k vyváženému pohybu venku a získávání společenských dovedností.

poměrně často v souvislosti se zlepšením imunity, kardiovaskulárního systému, hubnutím (tvorbou hnědého tuku) a dalšími. DA by se zde dal brát i jako bonus za řadou těchto benefitů. Pokud nám ovšem jde právě o něj, je studená sprcha jistou formou snadno dostupného zdroje, avšak s tím rozdílem od drog, že zde musí člověk vynaložit notnou dávku vůle, překonat bolest, a navíc je dopamin vyplavován nepřímo a přetrvává déle. V každém případě platí i zde rozumná volba frekventovanosti, při problémech se srdcem je vhodné poradit se s lékařem a probrat případná rizika. Také zde může při extrémním nadužívání dojít až ke vzniku závislosti[31].

5.1.3 Formulace plánu pro d-hygienu

Jak bylo zmíněno v úvodu, na světě existuje technika s názvem Dopaminový půst, která se primárně nesnaží o redukci DA, ale o omezení impulsivního jednání[50][50][51] (jednání iracionální, motivované převážně pudy, emocemi a instinkty[51][51]), vyplavující nepřiměřené množství tohoto neurotransmiteru. Přes zkoumání konkrétních příjemných činností ve čtvrté kapitole jsem došel ke stejnému závěru a to, že člověk využívající d-hygienu by měl na prvním místě omezit popsané extrémně libé činnosti, neboť podle mého předpokladu, že i zde platí Paretovo pravidlo, by vyvarování se 20 % činností, které nesou zodpovědnost za vyplavování největšího množství DA, zajistilo ušetření 80 % DA na smysluplnější využití.

Tento dopamin „navíc“ je následně možné investovat do dlouhodobě přínosných aktivit, jako je například pohyb a podle Dopaminového půstu 2.0. také budování vztahů a socializování s ostatními lidmi[52]. Mimo to lze využít kauzální spojitost mezi dopaminem a motivací, což umožňuje větší vůli například ke vzdělávání, nebo k činnostem obecně považovaným za ušlechtilé, jako je čtení knih, malování, hra na hudební nástroj apod. Navíc není nutné se všem nadmíru příjemným věcem vyhýbat, je ovšem užitečné přemýšlet o jejich dlouhodobých vlivech na náš mozek a následně posoudit, zda a v jaké míře je vhodné jim věnovat čas. Lehce nápomocné v tomto ohledu může být také české přísloví: „Dobrého pomálu“ aneb „Všeho moc škodí“.

V souvislosti s nelibými pocity uvádí profesorka Lembkeová, na konci své knihy o dopaminu[31], deset bodů pro shrnutí jejích poznatků. O ty se podle mého názoru případný uživatel d-hygienu může opřít ve vybírání si náročnějších úkonů: „1. Vytrvalé úsilí oddávat se potěšení (a vyhýbat se bolesti) přináší nakonec bolest.“ ... „6. Zatížíme-li rameno vah na straně bolesti, poslouží to k vyvážení na straně potěšení. 7. Nezapomeňte, že se člověk může stát závislým i na bolesti.“ [31].

V praxi bude d-hygienu vypadat velmi podobně jako klasická hygiena zahrnující mytí rukou. Bude se tedy snažit o časovou i místní náročnost. Poskytne organismu prevenci před nemocemi (zvláště psychickými), přičemž pozitivně ovlivní i další aspekty našeho života. V každém případě přináší možnost se o sebe starat a díky tomu být v pořádku a zlepšovat společenské interakce.

K těmto benefitům se potenciálně lze dostat přes pochopení principů a mechanismů souvisejících s dopaminem, popsaných v této práci. V rámci pokračování praktické části začlením pátou kapitolu obsahující shrnutí nejvýhodnějších strategií spojených s vyplavováním

dopaminu do své každodenní rutiny a díky hodnocení od 1 do 10 a deníku zaznamenám svou subjektivní zkušenost z praktikování d-hygieny, díky čemuž se pokusím zjistit, zda, a do jaké míry, můžou aplikované znalosti o DA zlepšit prožitek z vnímání světa.

5.2 D-hygiena v praxi

Pro experiment jsem vybral týden v zimním měsíci od 28. 11. do 4. 12. 2022, obsahující minimum abnormalit oproti většině dnů. Počínaje pondělím se pokusím vyzdvihnout nejdůležitější kroky, změny a zjištění, ke kterým jsem v průběhu zkoumání došel. Použitými technikami je bodovací tabulka k nalezení na konci části o průběhu experimentu, digitální forma deníku pro stručné zápisy a záznam HRV¹⁶ z chytrých hodinek Apple Watch Series 7 GPS, 41 mm.

5.2.1 Přijatá opatření

Největší vliv na úpravu denních zvyků mi přinesl úsek teoretické části, detailně popisující konkrétní mechanismy percepce dopaminu. Další zlomové uvědomění přišlo z pojednání o příjemných činnostech a sociálních sítích, načež jsem odstranil z plochy aplikace typu Instagram a YouTube. Ty mi totiž braly nejvíce pozornosti, přičemž docházelo i ke konání reflexivního otevírání těchto aplikací, a to bez zvláštního cíle. Odstranění z plochy (ne ze zařízení) přineslo obtížnější přístup a časovou mezeru pro uvědomění si záměru, ale na druhou stranu tím byl stále umožněn opěvovaný dosah k inspiraci a případnému sběru informací, pokud to bylo potřeba. Omezení užívání návykových látek není problém, kterým bych se musel zabývat, a k tučným a přeslazeným pokrmům rovněž nechovám sympatie.

Dále jsem se zaměřil na vyhledávání dopaminu přes náročnější cesty a začlenil do večerních hodin 30minutová cvičení jógy střední náročnosti, kterým předcházela v průběhu dne úmyslná chůze průměrně 3 km (pasivní přesuny zajistí 7-10 km/den). Již delší dobu se věnuji studeným sprchám a v nepravidelných intervalech (většinou o víkendech) si podle úrovně stresu několik minut dobrovolně „vytrpím“.

5.2.2 Průběh

Začátek prvního dne nebyl nijak přelomový. Spánek odpovídal průměru a probuzení stejně tak. Absolvoval jsem obyčejný školní den bez zvláštních událostí a vrátil se autobusem domů v pět hodin odpoledne. Nyní se projevila prozřetelnost v znemožnění obvyklého přístupu k sociálním sítím, kdy jsem automaticky považoval za potřebné jednu z nich zapnout, jenže nebyla na místě, kde jsem ji očekával, což mi dalo čas k uvědomění si svého záměru. Místo toho jsem si šel číst a učit se. Slunce již zapadlo, ale i přesto jsem šel na vycházkový okruh po přilehlém parku, kterýžto krok přispěl k celkově lepšímu stavu mysli a usměrnění myšlenek. Po návratu jsem šel

¹⁶ Variabilita srdečního rytmu (HRV – Heart Rate Variability) je výstižný ukazatel celkového zdravotního stavu organismu. Měří odchylku v úderech srdce, kdy větší čísla jsou považována za lepší, neboť ukazují na schopnost organismu reagovat pomocí sympatiku a parasympatiku[53].

pln energie poprvé vyzkoušet jógu a moje očekávání byla naprosto překonána. Soustředěnost na pohyb, ač náročný, měla za následek dobití energie v kombinaci s klidnějším naladěním. Zbytek večera jsem využil k dopisování ročníkové práce a meditaci. Usínání bylo znatelně příjemnější než den předtím.

Úterý začalo mnohem akčněji. Spánek měl hlubší charakter a probuzení se odehrálo s větší energií. Hlavní rozdíl ve školním dni byl v absenci mobilního telefonu, který se nezhmotnil v mojí tašce a přetrval v prostorách domova. Bylo skutečně zajímavé pozorovat, kolikrát jsem ho chtěl vyhledat, než jsem si uvědomil jeho nepřítomnost. Předpokládám, že následkem této náhody byl zbytek dne mnohem smysluplnější. Bez mobilního telefonu a lákadel sociálních sítí jsem měl pozorovatelně více vůle, času a energie na aktivity jako cvičení, čtení, psaní deníku a pomoc při domácích pracích. Nechyběla jóga a meditace. Usínání proběhlo nadprůměrně snadno.

Třetí den jsem mobilní telefon nechal doma úmyslně pro dosažení stejných efektů jako den předtím. Motivace narůstá a s ní i vůle. Také je jednodušší se soustředit na úpravy ročníkové práce a podobné záležitosti. Cvičení jógy se stává vyhledávanou činností a přináší více benefitů než na začátku. Mimo dalších pozitiv se jinak často přítomné ruminační myšlenky¹⁷ ztratily z vědomí.

Čtvrtek a pátek stále stupňují kvalitu spánku a vůli věnovat energii náročnějším aktivitám. Bohužel jsem si neodpustil vzít si s sebou mobilní telefon a nevěnoval jsem dostatečné úsilí vynechání Instagramu ze své pozornosti. Stále jsem dopamin obětovaný na projíždění zábavného obsahu omezil, jenže ne tak, jako první 3 dny a mělo to za následek méně motivace pro jiné věci. Na jógu jsem si ovšem čas našel a opět mi pomohla se zlepšením nálady a koncentrace.

Sobota byla hranicí, kde se projevila únava po celém týdnu a nesla si pravděpodobně i následky za čas strávený na sociálních sítích z předchozích dnů. Měl jsem kromě horšího spánku i méně motivace k vybírání si náročnějších úkonů. Chůze po venkovním vzduchu a jóga ovšem stejně jako v předchozích dnech změnila celý náhled na den k lepšímu a připravily prostor pro lepší náladu, usínání i spánek.

Neděle pak propad ze soboty nahradila ve své plné intenzitě. Od rána jsem měl pocit, že je všechno možné, což vyústilo v brzké cvičení a přípravu na den. Ten byl protkán střídavou intenzivní prací a učením, po čemž následovaly přestávky na pohyb a čerstvý vzduch. Celkový stav myslí bych popsal jako odpočatý a připravený vzít si na sebe více či méně každý úkol, který se naskytl. V rámci experimentu jsem kolem třetí hodiny zařadil do programu i studenou sprchu, která se setkala přesně s tím, co popisuje kapitola o bolesti. Vyšší hladina dopaminu a noradrenalinu nabudí organismus, kterýžto stav myslí přetrvává více než následující hodinu.

¹⁷ Stále se opakující myšlenky například na neúspěch nebo nadcházející problém, které nám nijak nepomáhají v řešení, nýbrž mohou navozovat pocit beznaděje a jiných úzkostných stavů.

Tab. 1 Záznam hodnocení od 1 do 10 aspektů dnů, měnících se v průběhu týdne

28.11.- 4.12. 2022	Spánek	Hodnocení dne	Relativní vnímání dne oproti předchozímu	Motivace	Usínání
Po	7	7	NA	6	6
Út	8	8	+2	8	8
St	9	8	-1	8	9
Čt	9	10	+3	9	10
Pá	10	9	+1	9	9
So	10	8	-3	7	9
Ne	8	10	+5	10	8

5.2.3 Poznatky

Retrospektivní zkoumání celého průběhu d-hygiény mi přineslo zjištění, že větší část pravidel, pro lepší práci s okruhem potěšení a odměny, mě naučila už výchova mých rodičů, kterážto sice nenabízela hlubší porozumění všem mechanismům stojícím za percepcí dopaminu, i přesto však měla kýžený účinek, a to neoddávat se impulsivnímu chování, kteréžto přináší neudržitelné a krátkodobé extrémní stavy. Nyní, když jsem podrobnější informace za většinou procesů měl k dispozici, přidal se do celého vnímání i placebo efekt, který tyto pozitivní účinky předem očekával a umocnil.

Hlavní zlepšení prožívání mělo na svědomí omezení přístupnosti k sociálním sítím, které mi braly většinu energie a motivace pro jiné věci. Zbavení se rozptýlení z mobilního telefonu bylo v tomto směru nejučinnější změnou. Dalo by se polemizovat, zda nezapadá omezení mobilního telefonu spíše do digitální hygieny. K tomuto tématu se vyjadřuji odpovědět, že ano, redukce času stráveného u obrazovky mobilního telefonu spadá pod digitální hygienu, ovšem tento krok má současně efekt i na vyšší hladiny dopaminu při provozování jiných činností. Digitální hygiena je tedy současně prostředkem pro provoz a zlepšení dopaminové hygieny.

Neopomenutelným poznatkem v rámci zkvalitnění všech dnů bylo pravidelné cvičení. I když se mozek cítil přehlcen a unaven, stačilo pár desítek minut cvičení a v celém těle zavládl přesně opačný stav. V reakci na tyto výsledky zastávám názor, že by mělo být ve školním rozvrhu dedikováno více hodin na vzdělávání o benefity účincích pohybu na nejen fyzický, nýbrž i psychický stav organismu, neboť o nich jsem podle mých dosavadních vzpomínek

nezaznamenal jediné slovo ani v hodinách tělesné výchovy, ani v biologii. Beru v potaz výhody dobrovolného cvičení, kterým by za nuceného navýšení hodin tělesné výchovy nebylo možné dostat. Proto by měli být studenti primárně edukováni o výhodách a nevýhodách pohybu/sportu, aby si mohli dobrovolně zvolit více aktivních hodin.

U grafu HRV (viz obrázek) se objevila dokonalá korelace mezi mnou popsanými pocity z jednotlivých dnů a nárůstem/poklesem milisekund odchylky. Vzhledem k dobře prozkoumané souvislosti mezi vyššími hodnotami HRV a úrovní zdravotního stavu organismu to spolu s velkou pravděpodobností souvisí. Pokud k tomuto stavu dopomohla d-hygiena, objevila by se pak kauzalita mezi praktikováním d-hygieny a nárůstem HRV, avšak abychom mohli tuto souvislost považovat za relevantní, musely by mé výsledky být replikovány v mnohem profesionálnějších podmínkách.



Variabilita tepové frekvence

Obr. 11 Záznam HRV z chytrých hodinek v průběhu experimentu (Foto z aplikace Zdraví na iPhone)

Na druhou stranu tento subjektivní způsob záznamu pocitů a dojmů podává sice důležitý obraz o tom, zda d-hygiena potenciálně zlepšuje stav mysli, ale je zkreslen mým zapálením do procesu a rovněž zmiňovaný placebo efekt má vliv na konečný výsledek. Proto by za předpokladu finančního zabezpečení bylo namísto otestovat moje předpoklady v laboratorních podmínkách na širším spektru lidí, které zahrnuje i okrajovou část populace s problémy s nadužíváním tučného jídla či návykových látek. Zajímavé by také bylo sledovat změnu výsledků při dvojité slepé studii kontrolované placebem.

Další zkreslení může pramenit z mojí obecně kvalitní životosprávy, která disponuje prvky d-hygieny prakticky pasivně, což sice ubírá na váze závěrům z tohoto jednoho týdne, ale na druhou stranu by se dalo hovořit o pozitivních dlouhodobých benefitech d-hygieny, avšak opět je na místě výsledky replikovat na širším spektru lidí. Dále jsem kvůli absenci závislosti na drogách, počítačových hrách a sladkém jídle nemohl vyzkoušet efekt d-hygieny v těchto směrech, přičemž by jistě bylo obtížné takto jednoduše omezit vybudovanou závislost.

5.2.4 Současnost (dodatek s 3měsíčním odstupem)

V moment minoritních úprav pro účely adaptace této práce na aktuální požadavky již uběhly bezmála 3 měsíce od mého týdenního experimentu, který bych zpětně označil za velmi omezený, co se času týče. Princip byl přitom dle mého názoru poměrně vydařený a věnoval se výhradně relevantnímu zkoumání. Proto bych chtěl nyní dodat zjištění z pokračování tohoto experimentu až do současnosti. V závěru jsem zmínil, že dopsáním této práce pro mě dopaminová hygiena nekončí, kterýmžto tvrzením jsem se čtvrt roku odhodlaně řídil a zde jsou výsledky:

Skutečně se mi podařilo začlenit d-hygienou do každodenního života stejně, jako například mytí zubů. Udržel jsem si vytrvalost v oblasti limitace přehnaně dopaminem odměňovaných činností, a naopak vyhledával aktivity náročnější. Dokonce jsem kompletně odstranil aplikace typu Instagram z mobilního zařízení, což bylo zprvu velmi obtížné kvůli strachu že o něco přicházím, ale nakonec se dostavil doslovný únik z informačního přehlcení, za který jsem bezmezně vděčný.

Pokračuji v aktivním cvičení jógy, které s sebou kromě benefitů uklidnění rozjitřené mysli přineslo i výhody v oblasti tělesného komfortu a zdatnosti. Díky viditelným dlouhodobým pozitivním vlivům jsem si obstaral také profesionální podložku pro cvičení na vyšších úrovních. Závěr, že cvičení je jedna z nejpozitivněji dopamin ovlivňujících věcí mi pomohl nalézt jakýsi ideál denní rutiny označující právě fyzickou aktivitu jako průřezovou prioritu pro všechny případy existenciálních propadů či vrcholů v naladění mysli.

Toto téma jsem mimo jiné rozšířil i do své sociální bubliny, kde se stále setkává s aktivní diskusí o případných praktických aplikacích prvků péče o dopamin do života spolužáků majících různorodé problémy související s přetěžováním DA systému. Už jen informace o tom, že změna je možná, má potenciál pravděpodobnějšího zlepšení těch nejkritičtějších návyků. Tyto dialogy mají také za následek zvažování dalších forem nástaveb na d-hygienou, jako je například apel na změnu životosprávy ve prospěch konzistence a udržitelnosti.

Celkově bych momentální stav mého života a mozku zhodnotil jako nadmíru uspokojivý. Nacházím potěšení v náročných úkonech odměňovaných „pomalým“ dopaminem v delších cyklech, které na první pohled nejsou téměř znatelné, ale v kontextu celého života mají nevyčísitelnou hodnotu. Kvůli pozitivním viditelným změnám ve vnímání světa mám silnou motivaci pro pokračování v započatých zvycích souvisejících s d-hygienou a doufám, že nadcházející týdny si udrží podobný nádech udržitelného seberozvoje jako ty v posledních měsících.

Mohu tedy s čistým svědomím d-hygienou z vlastní zkušenosti doporučit každému, kdo hledá alternativní možnosti dlouhodobě výhodného využívání své dopaminové hnací síly. Jedná se disciplínu, která má sice pro plošné šíření stále své mezery ve vyhovění odlišnostem každého z nás, avšak její základ postavený na odborných studiích může mít pro člověka odhodlaného ke vzdělání v tématu dopaminu všestranně pozitivní hodnotu.

6 ZÁVĚR

V úvodu této práce jsem si stanovil poměrně ambiciózní cíl vytvořit novou disciplínu pro péči o dopaminový systém v mozku, který je v dnešním světě velmi zranitelný. Původně jsem chtěl postupovat přes pochopení neuronu a jeho funkce v centrální nervové soustavě. Tuto problematiku jsem načal hned v první kapitole, avšak zabývat se dopodrobna pouze buňkami a přenosem vzruchu mezi nimi, a následně z toho vyvozovat závěry týkající se vnímání potěšení, je záležitost vyžadující mnohonásobně více prostředků a času, než mám k dispozici. Proto jsem u anatomie a fyziologie neuronu zvolil popis krátký a výstižný, abych mohl přejít k lépe využitelným informacím o samotném dopaminu a mechanismech jeho percepce v lidském organismu. Tato část se v zásadě setkala s úspěchem, neboť se mi přesně podařilo vystihnout, co dopamin je a současně s tím bylo vyzdvihnuto mnoho důležitých principů, na kterých je vnímání DA založeno. Pro hlubší porozumění těmto teoretickým informacím, jakož i pro nastavení směru, kterým se bude ubírat praktická část, jsem na konkrétních případech vyplavování dopaminu demonstroval, co v praxi znamená levný dopamin.

Když podstoupím přesun ke zhodnocení praktické části, soudím, že cíl stanoven v úvodu, byl splněn precizně a pregnantně. Celkově jsem vytvořil shrnutí vysvětlených principů fungování DA a na nich následně založil disciplínu d-hygiény. Díky tomu může čtenář sám posoudit, zda i jemu může přispět ke zkvalitnění každodenních prožitků, zahrnujících dopamin. S tím souvisí i zodpovězení otázky, zda bylo nutné tvořit další soubor technik pro práci s dopaminem, když v současnosti již existuje například zmiňovaný d-půst nebo dopaminový detox? Po absolvování procesu průzkumu literatury na toto téma zastávám názor, že tvorba dalšího souhrnného přehledu pravidel pro práci s DA a okruhem odměny/potěšení byl v zásadě krok správným směrem. Je totiž nadmíru výhodné, aby si člověk dnešní společnosti nastavil intenzitu d-půstu/hygiény přesně tak, aby to vyhovovalo jeho momentálním nárokům na životní úroveň. Za tímto účelem dokonce podporuji názor, že by za výzkum stál algoritmus, který by podle potřeby jedince nakombinoval konkrétní prvky omezování/vyhledávání dopaminu a stvořil na míru definovaný program d-hygiény, aby bylo dosaženo maximální efektivity v omezení absurdně dopaminem odměňovaných činností, ale na druhou stranu byl zachován zápal do radostí ze života případně i s dávkou neřestí. K mým potřebám kupříkladu postačilo omezení jednoduchého potěšení ze sociálních sítí a aktivnější vyhledávání dopaminu přes náročnější činnosti. Na druhou stranu jsem nepotřeboval věnovat zvláštní úsilí vyhýbání se návykovým látkám či extrémně tučnému jídlu.

Když jsem pro sebe navolená pravidla d-hygiény na jeden týden aplikoval do praxe, dospěl jsem k závěru, že takováto záměrná střídmost v konkrétních oblastech života má značný potenciál pro větší volnost v investování dopaminu do náročnějších cílů vyžadujících vůli a motivaci. V každém případě mi d-hygiény přinesla na konci týdne pocit zadostiučinění, neboť jí přisuzuji lepší pocit ze života na konci každého jednoho dne a na 70 % díky omezení sociálních sítí i lepší spánek. Navíc to pro mě tím jedním týdnem nekončí, naopak je nyní čas pro vylepšování a tvorbu případných variací na dny se změněnými podmínkami.

Na úplný závěr považuji za důležité navrhnout možná navázání na tuto práci. Potenciálně se lze zabývat rozbořem co nejvýhodnějšího investování dopaminu, aby byl využit na maximum. K tomuto účelu by bylo vhodné použít běžně známé ekonomické principy, které se užívají v souvislosti s penězi. Mimo to by jistě stála za otestování má premisa, že by po vytvoření algoritmu na výběr konkrétních aspektů d-hygieny na základě momentálních potřeb určitého člověka došlo k většímu zkvalitnění prožívání, než kdyby se řídil obecně stanovenými pravidly naplňujícími dopaminové potřeby většiny.

7 POUŽITÁ LITERATURA

- [1] Linden, D. J. (2012, April 24). *The Compass of Pleasure: How Our Brains Make Fatty Foods, Orgasm, Exercise, Marijuana, Generosity, Vodka, Learning, and Gambling Feel So Good* (Illustrated). Penguin Books. ISBN 978-0-670-02258-8.
- [2] Naval Ravikant: "People are fed with cheap dopamine" - YouTube. YouTube [online]. Copyright © 2022 Google LLC [cit. 29.09.2022]. Dostupné z: <https://www.youtube.com/watch?v=OGwefB-Gz0A>
- [3] Dopamine Detox: What Is It, How To Do It And Does It Work? [online]. Copyright © 2022 Atlas Blog [cit. 25.10.2022]. Dostupné z: <https://atlasbiomed.com/blog/dopamine-detox-what-is-it-how-do-you-do-it-and-does-it-work/>
- [4] *Slovník současné češtiny*. V Brně: Lingea, 2011. ISBN 978-80-87471-27-2. Dostupné z: <https://www.nechybujte.cz/slovník-soucasne-cestiny/p%C5%AFst?>
- [5] Co je to biohacking? - Code of Life. Biohacking a vše okolo něj – Code of Life [online]. Copyright © 2022 Code Of Life s.r.o. [cit. 25.10.2022]. Dostupné z: <https://codeoflife.cz/biohacking/co-je-to-biohacking/>
- [6] Podcasty – Brain We Are. Brain We Are – Brain We are [online]. Dostupné z: <https://brainya.org/podcasty>
- [7] ČIHÁK, Radomír. *Anatomie 3. Třetí, upravené a doplněné vydání*. Ilustroval Ivan HELEKAL, ilustroval Jan KACVINSKÝ, ilustroval Stanislav MACHÁČEK. Praha: Grada Publishing, 2016. ISBN 978-80-247-5636-3.
- [8] Jostein Gaarder citát: Kdyby byl náš mozek tak jednoduchý, že bychom mu mohli ... | Citáty slavných osobností. Citáty slavných osobností: Největší sbírka citátů, myšlenek a aforismů [online]. Dostupné z: <https://citaty.net/citaty/276405-jostein-gaarder-kdyby-byl-nas-mozek-tak-jednoduchy-ze-bychom-mu-m/>
- [9] The Scale of the Universe 2. HTwins.net [online]. Dostupné z: <https://htwins.net/scale2/?bordercolor=white>
- [10] *Lidské tělo: srozumitelný a zevrubný průvodce po strukturách a funkcích lidského organismu*. 2. vyd. Bratislava: Gemini, 1992. ISBN 80-85265-59-1.
- [11] The Neuron – YouTube. YouTube [online]. Copyright © 2022 Google LLC [cit. 23.10.2022]. Dostupné z: <https://www.youtube.com/watch?v=HZh0A-IWSmY>
- [12] The Action Potential – YouTube. YouTube [online]. Copyright © 2022 Google LLC [cit. 23.10.2022]. Dostupné z: <https://www.youtube.com/watch?v=HYLyhXRp298>
- [13] The Synapse – YouTube. YouTube [online]. Copyright © 2022 Google LLC [cit. 23.10.2022]. Dostupné z: <https://www.youtube.com/watch?v=L41TYxYUqq8>
- [14] neurotransmitery. Vydavatelství VŠCHT Praha [online]. Dostupné z: https://vydavatelstvi-old.vscht.cz/knihy/uid_es-002_v1/hesla/neurotransmitery.html
- [15] Neurotransmitter anatomy | Organ Systems | MCAT | Khan Academy – YouTube. YouTube [online]. Copyright © 2022 Google LLC [cit. 24.10.2022]. Dostupné z: <https://www.youtube.com/watch?v=fYUpLvM5X7A>
- [16] Dopamin – WikiSkripta. 301 Moved Permanently [online]. Dostupné z: <https://www.wikiskripta.eu/w/Dopamin>

- [17] Dopamine – Wikipedia. [online]. Dostupné z: <https://en.wikipedia.org/wiki/Dopamine>
- [18] Průlincitý mozek – Časopis Vesmír. [online]. Copyright © VESMÍR, spol. s [cit. 25.10.2022]. Dostupné z: <https://vesmir.cz/cz/casopis/archiv-casopisu/1999/cislo-9/prulincity-mozek.html>
- [19] [Dopamine and pituitary hormones. Physiology and pathology (author's transl)] - PubMed. PubMed [online]. Dostupné z: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/6285797/>
- [20] Substantia Nigra, Ventral Tegmental Area, and Retrorubral Fields, Halliday G., Reyes S., Double K. (2012) The Human Nervous System, pp. 439-455. Dostupné z: <https://www.sciencedirect.com/topics/neuroscience/ventral-tegmental-area>
- [21] Scientists succeed in mapping every neuron in a worm, a breakthrough in neuroscience – Technology News, Firstpost. LIVE updates, Latest News, Breaking News, Bollywood, Business and Political News – Firstpost [online]. Copyright © 2022. [cit. 07.11.2022]. Dostupné z: <https://www.firstpost.com/tech/science/scientists-succeed-in-mapping-every-neuron-in-a-worm-a-breakthrough-in-neuroscience-6934301.html>
- [22] Controlling Your Dopamine For Motivation, Focus & Satisfaction – Huberman Lab. Huberman Lab [online]. Copyright © 2022 [cit. 25.10.2022]. Dostupné z: <https://hubermanlab.com/controlling-your-dopamine-for-motivation-focus-and-satisfaction/>
- [23] 132: Dopamin – Jak na motivaci a výkon? Brain We Are – Brain We are [online]. Dostupné z: <https://brainya.org/132-dopamin-jak-na-motivaci-a-vykon/>
- [24] dlouhodobá potenciace (LTP) | Velký lékařský slovník On-Line. Výrazy od a | Velký lékařský slovník On-Line [online]. Copyright © Maxdorf 1998 [cit. 19.11.2022]. Dostupné z: <https://lekarske.slovniky.cz/lexikon-pojem/dlouhodobopotenciace-ltp>
- [25] Levný Dopamin, Vzrušení a Psychologie Vztahů – Brain We Are. Brain We Are – Brain We are [online]. Dostupné z: <https://brainya.org/163-levny-dopamin-vzruseni-psychologie-vztahu-a-existencialni-stesti%ef%bf%bc/>
- [26] tolerance - ABZ.cz: slovník cizích slov. ABZ.cz: slovník cizích slov – online hledání [online]. Copyright © [cit. 19.11.2022]. Dostupné z: <https://slovník-cizich-slov.abz.cz/web.php/slovo/tolerance>
- [27] Konopí pro léčebné použití, Státní ústav pro kontrolu léčiv. Státní ústav pro kontrolu léčiv [online]. Copyright © 2001 [cit. 19.11.2022]. Dostupné z: <https://www.sukl.cz/konopi-pro-lecebne-pouziti>
- [28] Vrstvení dopaminu: Proč je těžší prožívat potěšení dlouhodobě? - Code of Life. Biohacking a vše okolo něj – Code of Life [online]. Copyright © 2022 Code Of Life s.r.o. [cit. 19.11.2022]. Dostupné z: <https://codeoflife.cz/vykonnost/vrstveni-dopaminu-proc-je-tezsi-prozivati-poteseni-dlouhodobem/>
- [29] BRUINSMA, Kristen; TAREN, Douglas L. Chocolate: food or drug?. Journal of the American Dietetic Association, 1999, 99.10: 1249-1256. Dostupné z: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0002822399003077>
- [30] Chocolate & Dopamine | Healthy Eating | SF Gate. Healthy Eating | SF Gate [online]. Copyright © 2021 Hearst [cit. 19.11.2022]. Dostupné z: <https://healthyeating.sfgate.com/chocolate-dopamine-3660.html>

- [31] LEMBKE, Anna. Dopamin: jak přežít blahobyt a neubavit se k smrti. Přeložil Václav PETR. Praha: Stanislav Juhaňák – Triton, 2022. ISBN 978-80-7684-008-9.
- [32] Walker, Q. D., & Kuhn, C. M. (2008). Cocaine increases stimulated dopamine release more in periadolescent than adult rats. *Neurotoxicology and teratology*, 30(5), 412–418. <https://doi.org/10.1016/j.ntt.2008.04.002>
- [33] Coca-Cola – kalorie, kJ a nutriční hodnoty | KalorickéTabulky.cz. KalorickéTabulky.cz - kalorické hodnoty potravin, kj, kalorie [online]. Dostupné z: <https://www.kaloricketabulky.cz/potraviny/coca-cola>
- [34] Sociální síť: Přehled, seznam a žebříček největších a nejoblíbenějších. Sociální síť: Rozcestník pro správu a marketing na sociálních sítích [online]. Copyright © 2022. Všechna práva vyhrazena. Icons made by [cit. 23.11.2022]. Dostupné z: <https://sitevhrsti.cz/socialni-site/>
- [35] Chivers, M. L., Rieger, G., Latty, E., & Bailey, J. M. (2004). A sex difference in the specificity of sexual arousal. *Psychological science*, 15(11), 736–744. <https://doi.org/10.1111/j.0956-7976.2004.00750.x>
- [36] Safron, A., Barch, B., Bailey, J. M., Gitelman, D. R., Parrish, T. B., & Reber, P. J. (2007). Neural correlates of sexual arousal in homosexual and heterosexual men. *Behavioral neuroscience*, 121(2), 237–248. <https://doi.org/10.1037/0735-7044.121.2.237>
- [37] OKRUHLICOVÁ, Šárka. Systém odměny a jeho role při vzniku závislosti. 2012. Bakalářská práce. Univerzita Karlova, Přírodovědecká fakulta, Katedra fyziologie. Vedoucí práce Hejnová, Lucie. Dostupné z: https://dspace.cuni.cz/bitstream/handle/20.500.11956/44848/BPTX_2011_1_11310_0_260813_0_117169.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- [38] Neuroscientist Reveals Why Every Attractive Man Should do NoFap! — Scientific Advice – YouTube. YouTube [online]. Copyright © 2022 Google LLC [cit. 27.11.2022]. Dostupné z: https://www.youtube.com/watch?v=3P-bZHoZ_mo
- [39] Hoefl, F., Watson, C. L., Kesler, S. R., Bettinger, K. E., & Reiss, A. L. (2008). Gender differences in the mesocorticolimbic system during computer game-play. *Journal of psychiatric research*, 42(4), 253–258. <https://doi.org/10.1016/j.jpsychires.2007.11.010>
- [40] Schultz W. (2016). Dopamine reward prediction-error signalling: a two-component response. *Nature reviews. Neuroscience*, 17(3), 183–195. <https://doi.org/10.1038/nrn.2015.26>
- [41] Clark, L., Lawrence, A. J., Astley-Jones, F., & Gray, N. (2009). Gambling near-misses enhance motivation to gamble and recruit win-related brain circuitry. *Neuron*, 61(3), 481–490. <https://doi.org/10.1016/j.neuron.2008.12.031>
- [42] 10 TikTok Statistics You Need to Know in 2022 [New data]. Oberlo | Where Self Made is Made [online]. Copyright © 2015 [cit. 27.11.2022]. Dostupné z: <https://www.oberlo.com/blog/tiktok-statistics>
- [43] O digitální hygieně | Digitální hygiena.cz. Kam toužíme doscrollovat? | Digitální hygiena [online]. Copyright © 2020 by Digit [cit. 27.11.2022]. Dostupné z: <https://www.digitalnihygiena.cz/digitalni-hygiena>

- [44] Válka o tvoji pozornost a energii – Code of Life. Biohacking a vše okolo něj – Code of Life [online]. Copyright © 2022 Code Of Life s.r.o. [cit. 27.11.2022]. Dostupné z: <https://codeoflife.cz/mysl/pozornost/valka-o-tvoji-pozornost-a-energii/>
- [45] Šrámek, Petr, Marie Šimečková, Ladislav Janský, J. Šavlíková and Stanislav Vybíral. “Human physiological responses to immersion into water of different temperatures.” *European Journal of Applied Physiology* 81 (2000): 436-442.
- [46] Lembke, A., Raheemullah, A. Addiction and Exercise. In Noordsy DL, (editor). *Lifestyle Psychiatry: Using Exercise, Diet and Mindfulness to Manage Psychiatric Disorders*. Washington DC: American Psychiatric Publishing, 2019.
- [47] Fap or Nofap? Life advice from experts | Jordan Peterson & Andrew Huberman | #addiction #fap #nofap – YouTube. YouTube [online]. Copyright © 2022 Google LLC [cit. 30.11.2022]. Dostupné z: https://www.youtube.com/watch?v=_57S5sA1wsM
- [48] THIS Is How To Boost Your Testosterone – Jordan Peterson & Andrew Huberman – YouTube. YouTube [online]. Copyright © 2022 Google LLC [cit. 30.11.2022]. Dostupné z: <https://www.youtube.com/watch?v=S2HuSbkgdz8>
- [49] Taylor, C. B., Sallis, J. F., & Needle, R. (1985). The relation of physical activity and exercise to mental health. *Public health reports (Washington, D.C.: 1974)*, 100(2), 195–202.
- [50] Dopamine fasting (Dr. Cameron Sepah) from NeuroQuotient®. La neuro herramienta y el modelo Neuroquotient [online]. Copyright © 2022 NeuroQuotient [cit. 03.12.2022]. Dostupné z: <https://neuroquotient.com/en/dopamine-fasting-technique-seen-from-neuroquotient/>
- [51] impulzivní, impulzivní, impulsivní - ABZ.cz: slovník cizích slov. ABZ.cz: slovník cizích slov – online hledání [online]. Copyright © [cit. 03.12.2022]. Dostupné z: <https://slovník-cizich-slov.abz.cz/web.php/slovo/impulzivni-impulzivni-impulsivni>
- [52] The Definitive Guide to Dopamine Fasting 2.0: The Hot Silicon Valley Trend | by Dr. Cameron Sepah | The Startup | Medium. Medium – Where good ideas find you. [online]. Dostupné z: <https://medium.com/swlh/dopamine-fasting-2-0-the-hot-silicon-valley-trend-7c4dc3ba2213>
- [53] Co je to Variabilita srdečního rytmu (HRV)? - www.oberonic.cz. Úvod - www.oberonic.cz [online]. Dostupné z: <https://www.oberonic.cz/co-je-to-variabilita-srdecniho-rytmu-hrv/>

7.1 Vedlejší zdroje

- [54] N. Dafny, G.C. Rosenfeld, Chapter 33 - Neurobiology of Drugs of Abuse, Editor(s): P. Michael Conn, Conn's Translational Neuroscience, Academic Press, 2017, Pages 715-722, ISBN 9780128023815, <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-802381-5.00052-X>.
- [55] Liu, C., Goel, P. & Kaeser, P.S. Spatial and temporal scales of dopamine transmission. *Nat Rev Neurosci* 22, 345–358 (2021). Dostupné z: <https://doi.org/10.1038/s41583-021-00455-7>
- [56] Dopamine: What It Is, Function & Symptoms. Cleveland Clinic: Every Life Deserves World Class Care [online]. Copyright © 2022 Cleveland Clinic. All Rights

- Reserved. [cit. 25.10.2022]. Dostupné z: <https://my.clevelandclinic.org/health/articles/22581-dopamine>
- [57] The chemical tools for imaging dopamine release: Cell Chemical Biology. Home: Cell Press [online]. Copyright © 2021 Elsevier Ltd. [cit. 25.10.2022]. Dostupné z: [https://www.cell.com/cell-chemical-biology/fulltext/S2451-9456\(21\)00160-4?_returnURL=https%3A%2F%2Flinkinghub.elsevier.com%2Fretrieve%2Fpii%2FS2451945621001604%3Fshowall%3Dtrue](https://www.cell.com/cell-chemical-biology/fulltext/S2451-9456(21)00160-4?_returnURL=https%3A%2F%2Flinkinghub.elsevier.com%2Fretrieve%2Fpii%2FS2451945621001604%3Fshowall%3Dtrue)
- [58] Dopamine as a Multifunctional Neurotransmitter in Gastropod Molluscs: An Evolutionary Hypothesis – PubMed. PubMed [online]. Dostupné z: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/33347799/>
- [59] Generátor online citací – citace webových stránek podle ISO 960-2011. Generátor online citací – citace webových stránek podle ISO 960-2011 [online]. Copyright © Generování citací online 2015 [cit. 11.12.2022]. Dostupné z: <http://generator-citaci.cz/>
- [60] Vytvořte si citaci | Generátor Citace.com. Vytvořte si citaci | Generátor Citace.com [online]. Dostupné z: <https://www.citace.com/>

7.2 Zdroje obrázků

- [61] Home | Computer Graphics Group [online]. Dostupné z: <https://cgg.mff.cuni.cz/~pepca/prg022/mucha/>
- [62] The Action Potential – YouTube. YouTube [online]. Copyright © 2022 Google LLC [cit. 23.10.2022]. Dostupné z: <https://www.youtube.com/watch?v=HYLYhXRp298>
- [63] Dopamin – Wikipedie. [online]. Dostupné z: <https://cs.wikipedia.org/wiki/Dopamin>
- [64] Linden, D. J. (2012, April 24). The Compass of Pleasure: How Our Brains Make Fatty Foods, Orgasm, Exercise, Marijuana, Generosity, Vodka, Learning, and Gambling Feel So Good (Illustrated). Penguin Books. ISBN 978-0-670-02258-8.
- [65] LEMBKE, Anna. Dopamin: jak přežít blahobyt a neubavit se k smrti. Přeložil Václav PETR. Praha: Stanislav Juhaňák – Triton, 2022. ISBN 978-80-7684-008-9.

8 SEZNAM OBRÁZKŮ A TABULEK

Obr. 1 Neuron; Buňka s popisem částí[61].....	6
Obr. 2 Vedení vzruchu po neuronu výměnou iontů[62].....	8
Obr. 3 Nákres synaptického spojení s uvolněním neurotransmiteru (vlastní tvorba).....	9
Obr. 4 Molekula dopaminu; Strukturní vzorec[63]	10
Obr. 5 Krysí mozek (řez po mediální rovině; nos vlevo)[64].....	11
Obr. 6 Znárodnění vyplavení dopaminu v grafu a relativní vnímání potěšení (vlastní tvorba)	13
Obr. 7 Synaptický spoj s blokováným zpětným vstřebáváním dopaminu[64]	14
Obr. 8 Procentuální navýšení dopaminu nad baseline po konkrétních činnostech[65]	18
Obr. 9 Skinnerova klec; Ukázkový příklad aktivace pouze okruhu pro potěšení[64]	22
Obr. 10 Analogie s rovnoramennými vahami Anny Lembke[65]	23
Obr. 11 Záznam HRV z chytrých hodinek v průběhu experimentu (vlastní foto)	28
Tab. 1 Záznam hodnocení od 1 do 10 aspektů dnů, měnících se v průběhu týdne.....	27