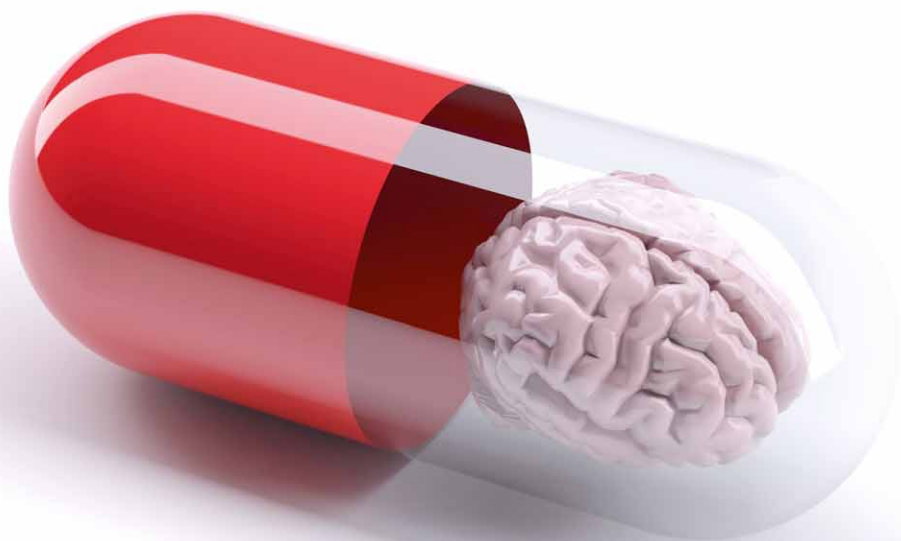


Ladislav Hess, Jiří Slíva

Mozek a farmaka

Farmakologická modifikace chování





Ladislav Hess, Jiří Slíva

Mozek a farmaka

Farmakologická modifikace chování

Upozornění pro čtenáře a uživatele této knihy

Všechna práva vyhrazena. Žádná část této tištěné či elektronické knihy nesmí být reprodukována a šířena v papírové, elektronické či jiné podobě bez předchozího písemného souhlasu nakladatele. Neoprávněné užití této knihy bude trestně stíháno.

doc. MUDr. Ladislav Hess, DrSc., MUDr. Jiří Slíva, Ph.D.

Mozek a farmaka

Farmakologická modifikace chování

Pracoviště autorů

doc. MUDr. Ladislav Hess, DrSc.

Centrum experimentální medicíny, Institut klinické a experimentální medicíny

MUDr. Jiří Slíva, Ph.D.

Ústav farmakologie 3. lékařské fakulty Univerzity Karlovy

Recenzent

doc. MUDr. Martin Votava, Ph.D.

Vydání odborné knihy schválila Vědecká redakce nakladatelství Grada Publishing, a.s.

© Grada Publishing, a.s., 2021

Cover Photo © depositphotos.com 2021

Obrázky pocházejí z následujících zdrojů:

Archiv doc. MUDr. Ladislava Hesse, DrSc.: obr. 12, 27, 33, 34, 39, 57–59, 61–65, 77, 78, 81–87, 91–97, 99–102, 105, 106, 110–113, 120–124, 143–145 (všechny fotografie byly uveřejněny se souhlasem fotografovaných osob)

Archiv prof. Theodora Stanleyho, Salt Lake City: obr. 60, 66–69

(publikováno s laskavým svolením)

Archiv firmy Hoffmann-La Roche: obr. 79, 80 (publikováno s laskavým svolením)

Archiv MVDr. Romana Vodičky, Zoo Praha: obr. 127 (publikováno s laskavým svolením)

Archiv MVDr. Vladimíra Jurka, Zoo Liberec: obr. 135–140 (publikováno s laskavým svolením)

Archiv prof. W. Erhardta, Mnichovská univerzita: obr. 128 (publikováno s laskavým svolením)

Archiv MVDr. Jiřího Váhaly, Zoo Dvůr Králové nad Labem: obr. 129–132

(publikováno s laskavým svolením)

Archiv MVDr. Jana Pokorného, Zoo Plzeň: obr. 133, 134 (publikováno s laskavým svolením)

Wikipedie: 1–11, 13, 17–19, 22, 25, 26, 31, 32, 35–38, 40–50, 54–56, 70–75, 88, 89, 103, 114–119, 125, 126, 141, 142, 147–150, 152

Obrázky číslo 14–16, 21, 23, 24, 51, 90 překreslil a upravil Jiří Hlaváček.

Obrázky číslo 28–30, 52, 53, 76, 98, 104, 107–109, 146 upravil Jaroslav Kolman

Obrázek č. 20 pochází ze Snyder SH. Chemie der Psyche – Drogenwirkung im Gehirn.

2. Auflage. Heidelberg: Spektrum Bibliothek, 1989.

Vydala Grada Publishing, a.s.
U Průhonu 22, Praha 7
jako svou 8062. publikaci
Šéfredaktorka lékařské literatury MUDr. Michaela Lízlerová
Odpovědná redaktorka Mgr. Daniela Kučmašová
Sazba a zlom Jaroslav Kolman
Počet stran 322
1. vydání, Praha 2021

Vytiskly Tiskárny Havlíčkův Brod a.s.

Názvy produktů, firem apod. použité v knize mohou být ochrannými známkami nebo registrovanými ochrannými známkami příslušných vlastníků, což není zvláštním způsobem vyznačeno.

Postupy a příklady v této knize, rovněž tak informace o lécích, jejich formách, dávkování a aplikaci jsou sestaveny s nejlepším vědomím autorů. Z jejich praktického uplatnění však pro autory ani pro nakladatelství nevyplývají žádné právní důsledky.

ISBN 978-80-271-4274-3 (ePub)

ISBN 978-80-271-4273-6 (pdf)

ISBN 978-80-271-1199-2 (print)

Obsah

Předmluva	9
-----------------	---

Úvod	11
------------	----

OBEČNÁ ČÁST

1 Historické ohlédnutí	15
-------------------------------------	-----------

1.1 Dějiny účinků farmak na psychiku	15
1.2 Historické ohlédnutí za výzkumem farmak pro vojenské a policejní účely ...	17

2 Minimum z anatomie centrálního nervového systému	28
---	-----------

2.1 Hřbetní mícha (medulla spinalis)	28
2.2 Mozkový kmen (truncus cerebri)	28
2.3 Mozeček (cerebellum)	29
2.4 Mezimozek (diencefalon)	30
2.5 Koncový mozek (telencefalon)	31
2.6 Limbický systém	34
2.7 Bazální ganglia	36

3 Minimum z histologie a fyziologie mozku.	
---	--

Vybrané mozkové funkce ve vztahu k účinkům farmak	37
--	-----------

3.1 Historické okénko	37
3.2 Neurony	38
3.3 Glie	40
3.4 Neurotransmitery	41
3.5 Hormony ovlivňující naše chování	59
3.6 Manipuluje nás střevní flóra?	74

4 Vědomí a spánek	76
--------------------------------	-----------

4.1 Vědomí	76
4.2 Spánek	77
4.3 Přirozený spánek versus celková anestezie	87
4.4 Hypnóza a hypnosedace	87

5 Paměť	93
----------------------	-----------

5.1 Druhy paměti	93
5.2 Anatomie paměti	96
5.3 Fyziologie paměti	97
5.4 Poruchy paměti	101
5.5 Farmakologické ovlivnění paměti	102

6 Emoce	106
----------------------	------------

6.1 Původ a základní charakteristika	106
6.2 Strach a úzkost	108
6.3 Romantická láska a biochemie opuštění	113

7	Lidské chování	116
7.1	Lidský mozek jako determinanta chování	116
7.2	Agresivní chování	118
7.3	Chování ovlivněné chemickými prvky	126
7.4	Chování ovlivněné běžnými poživatinami	128
8	Tradiční a netradiční způsoby aplikace farmak	142
8.1	Perorální aplikace	142
8.2	Rektální aplikace	143
8.3	Intravenózní aplikace	144
8.4	Intramuskulární aplikace	145
8.5	Subkutánní aplikace	145
8.6	Nazální aplikace	145
8.7	Transbukální aplikace	158
8.8	Transdermální aplikace	160
8.9	Epidurální a intratekální aplikace	161
8.10	Intrakardiální aplikace	161
8.11	Intraartikulární aplikace	162
8.12	Konjunktivální aplikace	162
8.13	Vaginální aplikace	162
8.14	Inhalační aplikace	163
8.15	Tympanální aplikace – via auris	164
8.16	Tracheální a endobronchiální aplikace	165
8.17	Intraoseální aplikace	165
8.18	Intraperitoneální aplikace	166
8.19	Intravezikální aplikace	167
8.20	Lokální aplikace	167

SPECIÁLNÍ ČÁST

9	Alkaloidy z lilkovitých rostlin – atropin a skopolamin	171
9.1	Historické poznámky	171
9.2	Významné alkaloidy	173
10	Benzodiazepiny	177
10.1	Mechanismus účinku	177
10.2	Farmakodynamické a farmakokinetické vlastnosti	181
10.3	Významní zástupci benzodiazepinů	182
10.4	Sedace benzodiazepiny při vědomí	184
10.5	Specifický antagonist benzodiazepinů – flumazenil	190
10.6	Gamahydroxybutyrát	197
11	Barbituráty a vybraná hypnotika	198
11.1	Barbituráty	198
11.2	Etomidat	201
11.3	Propofol	202

12	Alfa₂-agonisté	204
12.1	Historické poznámky	204
12.2	Farmakologické vlastnosti	204
12.3	Vybraní zástupci	206
13	Disociativní anestetika	216
13.1	Historické poznámky	216
13.2	Fencyklidin	217
13.3	Ketamin	218
14	Opioidy	239
14.1	Historie	239
14.2	Mechanismus účinku	243
14.3	Farmakodynamika	246
15	Vybraní zástupci opioidů	249
15.1	Morfin	249
15.2	Fentanyl a jeho deriváty	251
16	Inhalační anestetika	269
16.1	Oxid dusný	269
16.2	Dietyléter	273
17	Svalová relaxancia	276
17.1	Historické poznámky	276
17.2	Farmakologie periferních myorelaxancií aneb klíčová je ploténka	278
17.3	Netradiční způsoby aplikace svalových relaxancií	280
17.4	Kriminální zneužití svalových relaxancií	281
18	Psychedelika	286
18.1	Vliv psychedelik na lidský mozek	288
18.2	Významní zástupci psychedelik	290
18.3	Toxikomanie u zvířat	294
18.4	Současné perspektivy využití psychedelik	300
Literatura		301
Souhrn		312
Summary		313
Medailonky autorů		314
Seznam zkratk		316
Rejstřík		317

Předmluva

Bereme-li do rukou novou knihu, navíc odborně zaměřenou, položíme si často dvě otázky: Kdo knihu napsal a co od ní očekáváme. Osobnost autora či autorů určuje její zaměření, kvalitu, obsah i strukturu textu. V čase elektronické komunikace a záplavy odborných periodik nemůžeme očekávat nejaktuálnější informace. Co ale asi očekáváme, je zralý autorský názor, který obstál v čase, pohled z méně obvyklého úhlu, něco, co nás zaujme, poučí a přitom přinutí přemýšlet. Tuto knihu sepsali anesteziolog a farmakolog. Oba obory spolu historicky i věcně těsně souvisejí. Již více než jedno a půl století se navzájem ovlivňují a obohacují. Oba autoři jsou zralí odborníci s robustní publikační, ale i popularizační zkušeností. Docent Hess je v anesteziologické komunitě nepochybným solitérem. Publikuje na méně obvyklá témata. Dlouhodobě se zabývá převážně experimentální činností, anestezii zvířat a netradičními formami i způsoby zajišťování znecitlivění a sedace. Jeho činnost má výrazně mezioborový přesah. Farmakolog pak jeho pozorováním, zkušenostem i nápaditostí dodává nezbytné odborné zázemí i hloubku. Mozek a farmaka je možná až příliš zjednodušující název knihy, podtitul Farmakologická modifikace chování již napoví více a slibuje širší záběr i další souvislosti. Nervové ústrojí je nepochybně fascinující orgánový systém, který se vymyká zjednodušení. Můžeme si představit srdce jako pumpu, ledviny jako výkonný dialyzační systém s velkou mírou reabsorpce, fungování mozku ale zjednodušení nepřipouští. Právě naopak, vyděluje nás ze živočišné říše, činí z nás neopakovatelné a jedinečné lidské bytosti. Je však snadno farmakologicky ovlivnitelné – v náš prospěch i neprospěch.

Poznávání v biologických vědách je fascinující divadlo. Nové a nové poznatky se mísí s těmi již dříve v praxi potvrzenými. Objevují se nové netušené souvislosti. Další otázky se neustále nabízejí a nezřídka můžeme zpochybnit či popřít některá dřívější tvrzení. Poznání se intimně dotýká i nás samých. Dozvídáme se mnohé nejen o světě, ve kterém žijeme, ale i o nás. Není to však samoučelné. Biologické vědy jsou sice základem lékařství, ale jsou jen jeho součástí – byť podstatnou. Předmětem zájmu medicíny obecně je člověk ve své biologické, psychické, spirituální i sociální identitě, a to ve zdraví i nemoci. Samotné lékařství se vyvíjí a jeho možnosti nás ohromují – často do té míry, že si nejsme schopni připustit hranice jeho možností, svoji vlastní smrtelnost. Jsou stále stavy, které moderní medicína není schopna uspokojivě řešit. Ty budou i nadále. Často přehlízíme i svůj možný příspěvek, „zdravý životní styl“ není jen prázdná fráze. Samotný vývoj medicíny – jakožto aplikační oblasti převážně biologických věd – není prost kontroverzních prvků. Kdysi dávno, dříve, měl lékař jen omezené znalosti i možnosti. Neměl k dispozici úžasné zobrazovací a laboratorní metody či další pomocná vyšetření. Musel se spolehnout na své vzdělání, zkušenost, své smysly a na to, co mu pacient nebo jeho okolí sdělili. Nic jiného mu totiž nezbývalo. Nebyl však omezen v možnosti vnímat pacienta, subjekt svého zájmu, právě v dnes již naneštěstí tak často přehlížené složité biopsychospirituálně sociální roli. Vývoj medicíny nezbytně vedl ke stále užší a užší specializaci a vzniku dalších oborů a supraspecializací. Zaměříme-li se na určitou činnost, dosahujeme nepochybně lepších výsledků, než když těkáme od jedné činnosti k další. To ale paradoxně může mít na pacienty i neblahý dopad: je

skvělé, když se dostanete k výtečnému, úzce zaměřenému odborníkovi, který dokonale zvládá problém, který vás trápí. Problém nastává, když se dostanete k vynikajícímu odborníkovi jiného zaměření, než právě potřebujete. Stále užší oborové zaměření jen málo respektuje psychosomatiku, stejně jako ve stonání nesmírně důležité interakce mezi jednotlivými orgánovými systémy. Tato „balkanizace“ medicíny jistě přinesla více akademických postů, vedoucích míst, ambulancí i lůžkových oddělení – často ale chybí průvodce, který by pacienta všemi těmito odbornými úseky provedl a navrhl další racionální postup. Postup respektující skutečné potřeby pacienta, jak je právě on vnímá, jeho zájem a tužby. Nikoliv postup daný neosobními mantinely existujícího systému „poskytování zdravotnických služeb“.

Právě překračování nejen hranic mezi jednotlivými obory a činnostmi, ale i mezi popularizujícím a svrchovaně odborně zaměřeným textem může přinést nové a užitečné poznání – a pro čtenáře této knihy zajímavý zážitek a nečekané intelektuální dobrodružství. Kolega docent Hess je anesteziologem a je svojí oborovou příslušností nepochybně poznamenan – obor anesteziologie a intenzivní medicína se z vývoje ostatních medicínských oborů vyděluje právě svým univerzalistickým přístupem. Absorbuje a obohacuje se poznatky oborů, se kterými spolupracuje, a napomáhá jejich přenosu do praxe – ku prospěchu pacientů. Používá především, nikoliv však výlučně, farmakologické prostředky. Zatímco tradiční použití farmak jako základu znecitlivění je dobře a přehledně popsáno v mnoha standardních textech, učebnicích i monografiích existuje i použití – a bohužel i zneužití – méně obvyklé. To se týká jak účelu, volby a dávkování farmak, tak i cesty jejich podání. O tom všem kniha se svrchovanou odborností poutavě pojednává. Vše navíc doplní upřesňující historické či situační podrobnosti, vztažené ke kontextu popisovaných jevů nebo událostí. Je jen málo knih, ze kterých tak prýští zaujetí autorů či autora pro danou problematiku a kteří jsou ochotni se s námi o toto zaujetí podělit. Před desetiletími to dokázal profesor Vondráček ve své knize *Fantastické a magické z hlediska psychiatrie* (Vondráček V, Holub F. *Fantastické a magické z hlediska psychiatrie*. Praha: Státní zdravotnické nakladatelství, 1968). Autorům se to povedlo i zde. Může být lepší doporučení?

prof. MUDr. Karel Cvachovec, CSc., MBA
Fakulta zdravotnických studií Technické univerzity v Liberci
Klinika anesteziologie, resuscitace a intenzivní medicíny
2. lékařské fakulty Univerzity Karlovy a Fakultní nemocnice v Motole
Katedra anesteziologie a intenzivní medicíny
Institutu postgraduálního vzdělávání ve zdravotnictví

Úvod

Mozek je nejsložitější strukturou ve známém vesmíru. Je tvořen 80 miliardami neuronů a ještě desetkrát větším počtem buněk glií, které neslouží pouze k ochraně a výživě neuronů. Interakce mezi neurony probíhá triliony synapsí. Základem činnosti centrálního nervového systému je elektrický potenciál a komunikace mezi synapsemi probíhá chemicky – neurotransmitery. Dnes jich je známo více než šedesát. Lidské chování je velmi komplexní, ale na molekulární úrovni je ovlivněno právě těmito neurotransmitery.

Pracuji celý život jako anesteziolog. Anestetika ovlivňují především různé neurotransmitery, a tím navozují anestezii. Podobně i při sedacích dochází k ovlivnění neurotransmiterů různými hypnotiky. Snahy ovlivnit naše chování chemicky jsou velmi staré. Přírodní národy od pradávna používají různé psychotropní látky nejen rostlinného, ale i živočišného původu. Od středověku trvají snahy o použití afrodiziak k navození lásky a posílení potence. Byly míchány tzv. čarodějnické masti, které navozují mimořádné stavy vědomí. V 19. století se konaly éterové party, které používaly éter nebo oxid dusný k navození ztráty kontroly chování a euforie. Později nacházejí tyto látky použití i v anesteziologii. Na chování se kromě neurotransmiterů podílejí výrazně i hormony. Zejména jsou to pohlavní hormony, jejichž hladiny se mění v průběhu měsíčního cyklu. Testosteron má kromě ovlivnění pohlavních orgánů muže i ženy řadu účinků ovlivňujících mozkové funkce. V posledních letech se dostávají do popředí účinky oxytocinu, který má vedle hlavních účinků na prsy a dělohu také centrální účinky. Může být použit jako afrodiziakum. Některé hormony lze zneužít jako date rape drugs. V organismu je celá endogenní lékárna, z níž se některé látky podobají chemickou strukturou benzodiazepinům nebo opiátům. Přispívají k samoléčení organismu.

V obecné části knihy jsou prezentovány základní anatomické struktury ve vztahu k chování (mozkové centrum odměn, limbický systém) a vybrané funkce mozku (např. spánek, vědomí, paměť ve vztahu k účinkům farmak). Kniha přesahuje tendenční rámec použití farmak v anesteziologii. Pojednává i o použití anestetik při imobilizaci zvířat, při letálních injekcích nebo v armádě a v medicíně katastrof. Stále častěji se setkáváme s netradičními způsoby aplikace farmak (nazálně, bukalně, konjunktiválně). Je pojednáno také o možnostech zneužití.

Ve speciální části jsou popsány jednotlivé skupiny farmak používané především v anesteziologii, například benzodiazepiny, alfa₂-agonisté, disociativní anestetika, a jsou uvedeny zejména s ohledem na změny v chování. Jsou prezentovány pokusy na zvířatech i klinické studie na lidech ve vztahu k běžné klinické anesteziologické praxi.

Kniha představuje pestrý kaleidoskop účinků anestetik ze všech možných aspektů. Je určena především anesteziologům, pro které představuje netradiční farmakologii, ale také ostatním lékařům, zvláště v intenzivní medicíně. Dále i veterinárním lékařům, protože se zde setkají s fylogenetickými aspekty účinků anestetik. A konečně je určena i vzdělaným laikům, kteří se zajímají o vliv farmak i běžných léků na naše chování.

doc. MUDr. Ladislav Hess, DrSc.

OBECNÁ ČÁST

1 Historické ohlédnutí

1.1 Dějiny účinků farmak na psychiku

Lidský mozek je označován za nejdokonalejší útvar v celé sluneční soustavě. Rosolovitá hmota s průměrnou hmotností 1,5 kg obsahuje 100 miliard neuronů. Na mozek je však také možné nahlížet jako na endokrinní orgán schopný produkovat mnohé neurotransmitery – adrenalin, noradrenalin, dopamin, serotonin, antidiuretický hormon (ADH), oxytocin, acetylcholin aj.

Je známo, že různé polohy naší psýché mají svůj vlastní biochemický korelát – jiná je biochemie strachu a úzkosti, jiná zlosti nebo radosti. Pocity smutku i štěstí jsou dány zcela jednoznačnými biochemickými pochody v mozku. Z tohoto pohledu tak není překvapivé, že již odpradáva se lidé snaží najít látky schopné ovlivnit naše duševní rozpoložení, nejlépe pak látky schopné navodit pocit spokojenosti a vnitřního štěstí. Jednou z nejdéle známých látek s takovými účinky je jistě alkohol, v širším měřítku však jde obecně o řadu látek rostlinného původu, případně rovněž z těl živočichů, nejnověji jde o látky získávané synteticky. A v dějinách lidstva sehrály nejednou velmi významnou roli.

Duše zemřelých, které se napily na asfodelové louce z řeky Léthé, získaly amnézii na celý svůj pozemský život. Dcera boha slunce Héliá a jeho manželky Persy, Kirké, podávala nápoj, jímž bylo možno zapomenout na vlast. V eposu o Nibelunzích Gudrunina matka Grimhilda připravila Sigurdovi nápoj, aby zapomněl na svoji Brunhildu.

Zajímavou kapitolu kulturní historie tvoří nápoj lásky obsahující afrodiziaka a látky s údajně magickými účinky (oslí mozek, sperma, orchideje aj.). Snad také není nikdo, kdo by neslyšel o nápoji věčného mládí (mj. i conquistadoři věřili, že jeho pramen vyvěrá kdesi v nově objevené Americe). Nápoj nesmrtelnosti, aurum potabile, se těší velké pozornosti díky postavě Andrea Bacciho (1524–1600), jenž argumentoval dokonalostí zlata spočívající ve schopnosti odolat ohni i všem pokusům, a je tak prakticky nezničitelné. Odtud proto i onen latinský ekvivalent „poživatelné zlato“ s údajně mimořádně blahodárnými účinky na lidské zdraví. Zájem o aurum potabile je zřejmý ještě ve druhé polovině 17. století, kdy se mj. Johann Glauber (1604–1670) pokouší o výrobu kamene mudrců (lapis philosophorum).

Lidé rovněž odpradáva věřili (a někteří stále věří...), že některé látky jim umožní styk se zemřelými a nadpřirozenými bytostmi. Mezi původními obyvateli amerických kontinentů je odpradáva pro tyto účely využíván např. meskalin z kaktusu peyotl (*Lophophora williamsii* Coult.) nebo banisterin z liány ayahuasca (*Banisteriopsis caapi*, syn. liána mrtvých). Čarodějnické masti obsahovaly drogy z lilkovitých rostlin, např. skopolamin umožňující létat na sabat a obcovat s ďáblem.

Čiňané, staří Řekové a později i Evropané věřili v signatura rerum, tzn. že tvar rostliny naznačuje, k čemu rostlina slouží – např. vstavač májový na zlepšení potence podle tvaru svého kořene připomínajícího varle apod. Ve svých spisech o tom psal Paracelsus nebo Giovanni Battista Porta (1538–1615) v *Magia naturalis* a *Phytognomica*.

V roce 1772 byl objeven oxid dusný a jeho účinky na psychiku studoval Humphry Davy v roce 1800 v pokusech na sobě, což v té době rozhodně nebylo nikterak neobvyklé. Zejména různí umělci požívali psychedelika, aby poznali neznámé ráje a popsali tento stav. Ze starších to byl Quincey, Baudelaire nebo Aldous Huxley.

Zde musíme vzpomenout i velkého českého fyziologa Jana Evangelistu Purkyně (1787–1869), který v mladém věku experimentoval s některými drogami sám na sobě a výsledky následně publikoval německy v letech 1820–1829 a po národním obrození i česky. Při pokusech s náprstníkem pozoroval mžitky před očima a fenomén drobných hvězdiček. Po alkaloidech z lilkovitých rostlin popsal sucho v krku a poruchy vidění, po otravě terpentýnovým olejem pocit uklidnění a zlepšení spánku, po požití opia opilost, nauzeu a myšlenky na smrt. Na emetin z radix hlavěnky (*Ipecacuanha*) si vypěstoval podmíněný reflex – zvracel již při pohledu na hnědou barvu. Po kafro požitím v menších dávkách do 0,8 g se mu lépe dýchalo a pozoroval zvýšení aktivity. Celý život měl před sebou jako na dlani, rozpomněl se na věci, o kterých si myslel, že je již dávno zapomněl. Vnímání času se mu prodloužilo. Po velké dávce upadl do bezvědomí a dostal křeče. Po muškátovém ořechu (*Myristicae fragrans*) pozoroval ospalost, dezorientaci a změněné vnímání času.

Známý psychiatr profesor MUDr. Vladimír Vondráček patří k zakladatelům psychofarmakologie u nás. Ve své habilitační přednášce z roku 1932 s názvem Tři farmaka vhodná k experimentálnímu výzkumu psychiatrickému uvedl, že účinek farmak na psýché je dosud málo prozkoumán, ale že ho čeká velká budoucnost.

V té době je již znám chloralhydrát (syntetizován roku 1869) i první barbiturát Veronal (kyselina dietylbarbiturová; syntetizován roku 1901). Teprve po druhé světové válce jsou objeveny první účinné léky v psychiatrii – typické antipsychotikum chlorpromazin v roce 1950, tricyklické antidepresivum imipramin v roce 1951 či v roce 1953 karbamazepin, využívaný například u bipolární afektivní poruchy.



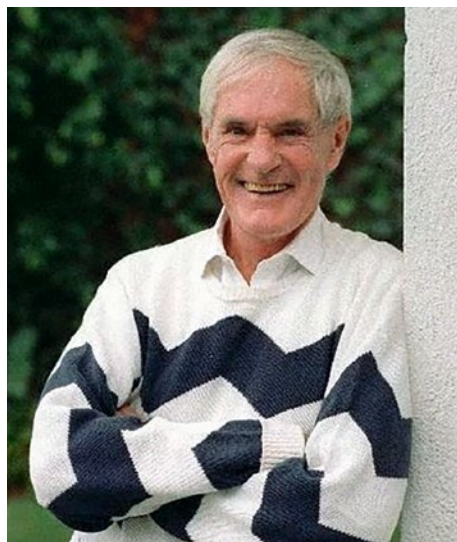
Obr. 1 Humphry Davy (1778–1829)



Obr. 2 Jan Evangelista Purkyně (1787–1869)

Významný posun psychofarmakologie je spojován se syntézou dietylamidu kyseliny lysergové, známého spíše pod zkratkou LSD, Albertem Hofmannem (1906–2008). Po něm zkoumala a dodnes zkoumá LSD řada vědců, například včetně Timothyho Learyho, jenž jej údajně požil více než dvoutisíckrát. Znamé jsou dnes výsledky testů sledujících účinky LSD pro potřeby armády v rámci výzkumů možné manipulace s lidskou psychikou.

Současný výzkum potenciálně psychoaktivních látek, realizovaný nejenom na lidech, ale i na pokusných zvířatech, velmi usnadňují moderní laboratorní a zobrazovací technologie, v čele s nukleární magnetickou rezonancí (MR) či pozitronovou emisní tomografií (PET).



Obr. 3 Timothy Leary (1920–1996)

1.2 Historické ohlédnutí za výzkumem farmak pro vojenské a policejní účely

Vojenské zájmy o centrálně působící chemické látky použitelné jako neletální zbraně mají dlouhou historii. Koncept jejich využití k dosažení dočasné neschopnosti, a nikoli smrti je starý více než sto let, ovšem větší pozornost vzbudil teprve po první světové válce. Do širšího povědomí se tak dostává až ve druhé světové válce, kdy expanze farmaceutického průmyslu vedla k objevení farmak vhodných právě pro tyto účely. Následoval zájem americké armády a Central Intelligence Agency (CIA), jenž byl stimulován syntézou a vývojem psychotropních látek. Se zvyšujícím se užitím a dostupností tranquilizérů, stimulancií a tvrdých drog stoupal i zájem o možné využití těchto nových farmak v armádě. V roce 1949 Správa americké armády dokonce zvažovala psychotropní farmaka jako alternativu ke zbráním hromadného ničení, přičemž vytipovala tři skupiny potenciálně zneschopňujících látek: LSD a podobná farmaka, tetrahydrokannabinol (THC) a analoga fenyletylaminů.

V roce 1931 si všiml J. Stephen Horsley, lékař londýnské nemocnice, že ženy, které dostaly v průběhu porodu barbiturát pentobarbital (Nembutal), zjevně ztrácely zábrany a často se začaly lékařům svěřovat s důvěrnostmi, avšak následně měly amnézii. Naproti tomu při psychoanalýze trvalo často řadu měsíců, než se pacient stal sdílným. Horsley začal proto experimentovat i s dalšími barbituráty amytalem a thiopentalem (Penthotal). Horsleyův postup spočíval ve velmi pomalém titračním způsobu podání barbiturátu intravenózně. Cílem bylo dostat pacienta do stavu mezi ospalostí, utlumeným vědomím a spánkem. Jestliže byla sedace příliš silná a pacient usnul, stačilo chvíli počkat. Frakcionovaným podáváním barbiturátů vyvolaná sedace vedla k tomu, že pacienti byli ochotni sdělit veškeré své osobní a intimní informace. Na povrch vědomí

vyplavaly i dlouho zapomenuté vzpomínky z dětství. Horsley ve své knize uvádí, že barbituráty představují nový prostředek k navázání kontaktu s podvědomím. Samotnou techniku pak pojmenoval narkoanalýzou. Horsley provedl i klinické studie na 20 zdravotních sestrách – po aplikaci již 2 ml thiopentalu (100 mg) studoval, zda se zmíní o důvěrných informacích. Před klinickou studií se sestry smály a tvrdily, že ani pod vlivem drogy neprozradí nic o svých důvěrných zážitcích. Po aplikaci injekce se však vše změnilo; 18 z 20 sester zjistilo, že nedokážou na položené otázky odepřít odpověď. Horsley tak objevil jedno z farmak tzv. séra pravdy. Objev tohoto séra je však datován již do roku 1916, kdy texaský porodník Robert House z Dallasu upozoroval, že skopolamin podávaný ženám během porodu vedl ke ztrátě psychických zábran, a rodičky tak často sdělovaly intimní informace. Právě na základě jeho sdělení použily noviny Los Angeles Record v roce 1922 poprvé výraz „sérum pravdy“.

V psychiatrii se dosud občas používá rozhovor při uměle změněném vědomí farmakologickým účinkem různých drog. Vědomí může být ovlivněno jednak sedativně vlivem hypnotik, jako jsou benzodiazepiny nebo thiopental, nebo účinkem excitancií, farmak, která stimulují duševní činnost. V prvním případě jde o narkoanalýzu, ve druhém o psychotonové interview. V narkoanalýze dochází ke znovuoživení různých zážitků a zpřístupnění takových obsahů vědomí. Při použití excitancií dochází především k uvolnění inhibičních mechanismů a osoba uvádí okolnosti, které by jinak zamlčela. Narkoanalýza se stala předmětem velkých diskusí nejen v psychiatrii, ale i v kriminalistice. Jak bylo zjištěno, jsou osoby, které se v narkoanalýze přiznávaly k činům, které bezpečně nespáchaly. Na druhé straně existují osoby, které ani v narkoanalýze neříkají pravdu a setrvávají na lži. Pro testování lži je proto v České republice narkoanalýza zakázána. Problematika zjišťování pravdy je velmi stará. Řada zahraničních pracovišť i náš kriminalistický ústav se zabývají polygrafickým vyšetřením, které se stále zdokonaluje. Ale jako samostatný soudní důkaz není povoleno.

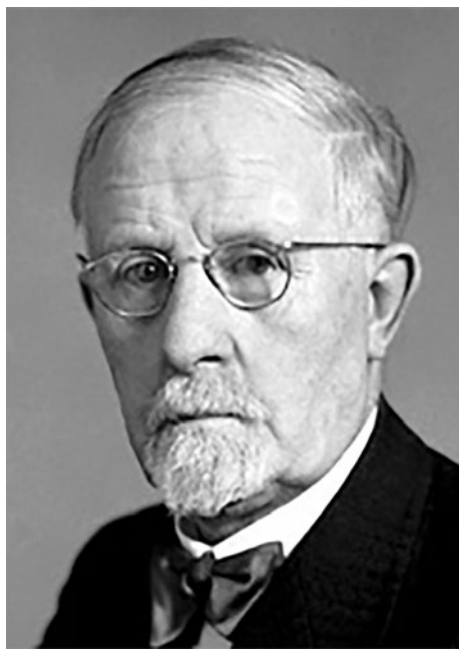
Vliv psychoaktivních látek, konkrétně střídavé užití psychostimulancia a skopolaminu, je uváděn mj. v souvislosti s doznáním kardinála Józsefa Mindszentyho v rámci rozsáhlé propagandistické kampaně komunistického režimu v poválečném Maďarsku. Pod vlivem těchto látek mohlo u něho dojít k naprostému vymizení zábran, neboť jeho chování vykazovalo regresi do infantilního stadia podřízené závislosti.

První pokusy řídit zvířecí a lidské chování elektrickým drážděním určitých oblastí mozku provedl švýcarský fyziolog Rudolf Hess (1881–1973) v roce 1924. V roce 1949 dokonce za tyto výzkumy obdržel Nobelovu cenu za medicínu. U narkotizovaných koček provedl drobné otvory do lebky a zavedl pak do určitých oblastí mozku jemné drátky, které pak sloužily jako elektrody. Vyšetřoval především oblast mezimozku. Podle toho, jakou mozkovou oblast dráždil elektrickým proudem, pozoroval změny chování. Kočky začaly rvát, čistily si srst, projevovaly hněv nebo strach bez zevního podnětu, předly nebo usnuly. Elektrický podnět působil jako neodvolatelný rozkaz. Dráždění jiných oblastí mozku pak vedlo k obrannému chování. Jestli však zvíře přešlo k útoku, nebo útěku, záviselo na vnější situaci. Hess z tohoto pozorování dospěl k závěrům, že zvířata při elektrickém dráždění nereagují jako automaty, nýbrž že elektrický podnět pouze vyvolává příslušné emoční naladění.

José Manuel Rodriguez Delgado (1915–2011) byl španělský profesor fyziologie působící na Yaleově univerzitě v USA a stal se známým svým výzkumem kontroly chování elektrickou stimulací různých oblastí mozku. Nejprve prováděl svoje pokusy na koč-

kách a později experimentoval také s opicemi a člověkem včetně mentálně postižených pacientů. Jeho nejznámější pokus je s elektrickou stimulací mozku v býčí aréně v Cordobě. Delgado čekal, až se útočící býk přiblíží, a pak stisknutím knoflíku zastavil jeho agresivní chování. Impulz uvedl v činnost elektrody implantované hluboko do býkova mozku. Elektrická stimulace specifických oblastí pak způsobila náhlou změnu agresivního náboje a býk se na místě zastavil. Méně mediálně známý byl pokus se šimpanzicí Paddy. Té namontoval na hlavu malou krabičku velikosti zapalovače obsahující přijímač a vysílač. Delgado ho pojmenoval stimoceiver (stimulatio – podněcovat, receive – přijímat). Stimoceiver byl spojen s elektrodami zavedenými hluboko do mozku šimpanzice a byl také ve spojení s počítačem. Sdělával počítači vzorce elektrických proudů (EEG) z mozku Paddy a zpětně vysílal signály do mozku. Při agresivním chování Paddy vznikaly v oblastech limbického systému zcela charakteristické křivky EEG; počítač analyzoval EEG, a jakmile zachytil známky agresivity, vyslal signál do stimoceiveru, jenž vyvolal stimulaci elektrickým proudem. Agresivní chování Paddy se okamžitě změnilo v pokojné.

Koncem 40. a začátkem 50. let analýzy CIA vedly k tomu, že existují důkazy o použití drog, hypnózy a dalších technik používaných při výsleších Rusy a Číňany. Soud s kardinálem Mindszentym či moskevské procesy v letech 1936–1938 byly jasným důkazem, že Rusové mají k dispozici techniku schopnou přimět lidi k doznání a udělat z nepřátelských vězňů spolupracovníky. Tehdejší ředitel CIA Allen Dulles v roce 1953 prohlásil, že Sověti mají k dispozici drogy a techniky, které u lidí zcela změní osobnost a pokoří je tak, že se doznají ke zločinům, které nikdy nespáchali, a stanou se zastánci sovětské propagandy.



Obr. 4 Walter Rudolf Hess (1881–1973)



Obr. 5 José Manuel Rodríguez Delgado (1915–2011)



Obr. 6 José Delgado zastavuje útok rozzuřeného býka elektrickou stimulací určitých oblastí mozku

Na základě těchto hrozeb vyvinulo CIA nový výzkumný program nazvaný Bluebird, který se měl zabývat možností manipulace chování farmaky, hypnózou a dalšími technikami. Původně to byl vysloveně defenzivní program, tedy výzkum technik výsledků coby prostředek přípravy vojáků Spojených států amerických pro případ zajetí. Brzy se však stal programem ofenzivním. Základními obecnými cíli programu se staly:

- možnost získání kontroly nad jednotlivcem aplikací zvláštních technik výslechu,
- objev prostředků, které by zabránily nedobrovolnému získávání informací od ohrožených osob, dosud známými postupy,
- syntéza farmak ke zlepšení paměti,
- zavedení preventivních opatření proti nepřátelskému ovládnutí pracovníků CIA.

V srpnu 1951 byl tento program přejmenován na Artichoke a v dubnu v roce 1953 získal svůj nejznámější název MKULTRA. Tento program měl předejdu v programu Paperclip, kterého se zúčastnili bývalí nacističtí vědci. V roce 1942 totiž Heinrich Himmler založil Institut vědeckých výzkumů pro válečné účely. Lékařské pokusy byly prováděny na věznicích, kteří byli umístěni do přetlakových komor a podchlazováni v nádržích s ledovou vodou. Cílem tohoto pokusu bylo zjistit, jak dlouho mohou přežít piloti sestřelení nad mořem. Podrobně se testoval účinek rentgenového záření na organismus, dále se testovaly první sulfonamidy v boji proti infekčním onemocněním. Samozřejmě byla na věznicích testována také farmaka pro „vymývání mozku“. Experimenty byly prováděny s barbituráty a deriváty morfinu. Jejich cílem bylo eliminovat vůli pokusných osob. Z drog byl testován meskalin, který měl vést k větší hovornosti. Někteří z těchto vědců později skončili před norimberským tribunálem.

Hlavou uvedeného projektu MKULTRA byl americký armádní psychiatr a chemik Sidney Gottlieb (1918–1999). Narodil se v Bronxu pod jménem Joseph Scheider. Velkou část své kariéry zasvětil hledání způsobů, jak ovládnout lidskou mysl. Pro účely tohoto projektu kolem sebe shromáždil tým lékařů i přední světové kapacity mimo CIA. Zabýval se kromě jiného také výzkumem psychických účinků LSD na nic netušících lidech v Evropě. Podnikal četné výpravy do deštných pralesů v Latinské Americe a Africe, stále pátral po přírodních narkotikách, po jedovatých a omamných houbách, které

by se uplatnily při manipulaci s lidskou myslí. Rozprávěl se sangomas (jihoafričtí šamani), mexickými indiány nebo s Inky. Dozvěděl se o drogách, které se používaly 1000 let před našim letopočtem k omámení panen předtím, než byly obětovány. Jeho sbírka přírodních narkotik se stala legendární.

Ve výzkumných projektech MKULTRA z roku 1955 se nacházejí tyto programy:

1. Farmaka, která zvyšují myšlení a percepce.
2. Farmaka, která působí preventivně nebo antagonizují intoxikující účinky alkoholu.
3. Farmaka, která způsobují amnézii.
4. Fyzikální metody navozující šok a konfuzi.
5. Farmaka, která navozují euforii.
6. Farmaka, která mění strukturu osobnosti.
7. Farmaka, která snižují pracovní výkon, i když jsou podána v nedekovatelných množstvích.
8. Farmaka, která navodí tělesnou slabost, přechodnou poruchu akomodace očí nebo sluchu bez trvalých následků.
9. Knock-out pilulky podávané v nápojích, jídle, cigaretách, které navodí amnézii.



Obr. 7 Sydney Gottlieb
(1918–1999)

Projekt MKULTRA sponzoroval úkoly týkající se smyslové deprivace, programování agentů v hypnóze a podprahového vnímání. Další granty byly poskytnuty na analýzy rukopisu nebo kouzelnické triky pro potřeby nenápadného dávkování drog do pití cizím agentům. Řešeny byly i projekty týkající se stimulace mozku opic elektrickým proudem nebo rádiovými vlnami, farmakologického vyvolání stresu nebo nonverbální komunikace.

Z významných vědců se na těchto projektech podílel i Donald Hebb (1904–1985) nebo John Lilly (1915–2001). První ze jmenovaných vědců se zabýval senzoricou deprivací a studie byly koordinovány CIA. Na studentech testoval, jak se chová člověk, který je doslova odříznut od zevního světa. Co dělá mozek, když je proud informací, které zpravidla nepřetržitě dostává ze smyslových orgánů, silně redukován, jak reaguje na toto drastické omezení. Senzorická deprivace má velký potenciál pro manipulační možnosti s lidským mozkem. Podnět k těmto výzkumům dostal Hebb od Canadian Defense Research Board – Výzkumného oddělení kanadského ministerstva obrany. Výzkum prováděl na studentech medicíny. Ačkoliv byl pokus dobře placen, jen málo studentů vydrželo nehybně ležet 48–96 hodin v temné komoře s významnou redukcí smyslových podnětů. Částečná senzoricá deprivace je proto využívána i v některých věznicích. Rovněž členové známé organizace RAF byli v Německu podrobeni senzoricke deprivaci.

John Lilly je pionýrem výzkumu v otázkách vědomí, senzoricke deprivace (používal ještě větší izolace od smyslového vnímání než Hebb – nahé osoby se přitom vznášely ve vodním tanku s konstantní teplotou a uši měly blokovány chrániči), komunikace delfínů (autor světoznámé knihy Člověk a delfín) a psychedelických drog. V tomto ohledu se zabýval především ketaminem, který testoval sám na sobě ve spojení se senzoricou deprivací. Zkoumal mezidruhovou komunikaci člověk–delfín. Zabýval se také stimu-



Obr. 8 Donald Hebb (1904–1985)



Obr. 9 John Lilly (1915–2001)

lací jednotlivých částí mozku elektrickým proudem. Byl lékařem, psychoanalytikem, psychonautem a filozofem.

Dalším významným vědcem v tomto programu byl americký psychiatr Louis Jolyon West (1924–1999). Podílel se na výzkumu změn chování účinkem farmak, kontrolou mysli, vymýváním mozku, mučením, posttraumatickou stresovou poruchou či výzkumem agresivního chování. Hned po skončení studia na Wisconsinské univerzitě vstoupil do služeb armády USA. Jako šéf psychiatrie na letecké základně Lackland Air Force Base v San Antoniu v Texasu studoval u amerických pilotů a veteránů následky mučení a vymývání mozku, kterým byli podrobeni jako zajatci v korejské válce. Mimo jiné byl expertem v dosud ne zcela objasněném případě Patricie Hearstové (Pozn.: Unesená vnučka amerického magnáta, indoktrinovaná levicově smýšlejícími teristy SLA, pod jejichž údajným vlivem spáchala několik trestných činů, včetně ozbrojeného přepadení banky; po odsouzení byla omilostněna bývalým americkým prezidentem Billem Clintonem.) Spolu s W. Sargentem je spoluautorem dvou publikací *Nátlakový výslech* a *Využití lidských zdrojů*, které se staly základními manuály pro zlomení odporu vyslýchaných.

Neobvyklým incidentem Westovy kariéry je smrt sloního býka jménem Tusko v Lincoln Park Zoo v Oklahoma City pod vlivem LSD. West očekával, že droga bude mít stejné účinky jako „musth“ – sloní říje. Zvíře dostalo za pět minut po aplikaci LSD v celkové dávce 300 mg křeče. Ve 20. minutě od aplikace se West a jeho kolegové rozhodli aplikovat antipsychotikum promazin v celkové dávce 2800 mg, podané v průběhu 11 minut. Promazin však nebyl účinný, a pravděpodobně dokonce i přispěl ke smrti slona, která nastala za 1 hodinu 40 minut po aplikaci LSD. Existuje řada teorií, proč slon zahynul. Později zopakoval Ronald Keith Siegel (narozený roku 1943) Westův experiment na dvou slonech. Místo intramuskulární aplikace však podal LSD v ekvivalentní dávce do vody. Ani jeden ze slonů nezahynul, chovali se však nedůvěřivě řadu hodin. West zemřel ve věku 74 let. Měl maligní nádor a spáchal sebevraždu léky, které mu pomáhal aplikovat jeho syn John West.



Obr. 10 Louis Jolyon West (1924–1999)



Obr. 11 Albert Hofmann (1906–2008)

LSD je polosyntetická psychedelická droga s velmi intenzivními účinky již od dávky 20 μg . LSD poprvé syntetizoval dr. Albert Hofmann (1906–2008) v laboratoři švýcarské farmaceutické firmy Sandoz již v roce 1938. Jeho psychomimetické účinky objevil náhodně až v roce 1943 při náhodném olíznutí konečků prstů potřísněných touto látkou. Dne 19. dubna 1943 záměrně požil dávku 250 μg LSD (z dnešního hlediska poměrně vysokou) a své zážitky poprvé publikoval 22. 4. 1943.

Těto drogy se také ihned chopila CIA a pod vedením Sidneyho Gottlieba začaly rozsáhlé experimenty. Na vojenském personálu, doktorech, agentech, prostitutkách i mentálně postižených pacientech. LSD bylo často použito (protože je bez chuti a zápachu) bez vědomí subjektu nebo jeho informovaného souhlasu. Rozsáhlé pokusy byly provedeny také na dobrovolnících. Někteří z nich dostávali drogu i 77 po sobě následujících dní.

Jedním z dobrovolníků byl i Ken Kesey (1935–2001), autor slavné knihy *Výhodme ho z kola ven*, tehdy jako student Standfordovy univerzity. V této hře zúročil své zkušenosti z doby, kdy pracoval jako ošetřovatel na psychiatrické klinice. Kromě LSD experimentoval také s dalšími četnými drogami. Byl i jedním ze zakladatelů kultury hippies.

Na konci roku 1955 bylo testováno celkem 45 různých farmak, z toho 22 na zvířatech. Během těchto časných výzkumů byly objeveny kromě psychotropních účinků i jiné mechanismy zneschopnění. Tato farmaka ovlivňovala krevní tlak, termoregulaci nebo indukovala anestezii, sedaci, svalovou paralýzu, tremor nebo zvracení. Krátce řečeno byla farmaka rozdělena do skupiny „off the rocker“ mající psychotropní účinky a do skupiny „on the floor“ způsobující zneschopnění (incapacitation) ovlivněním různých fyziologických procesů. Pokračovaly i další testy s meskalinem a jeho deriváty. Dávka požadovaná k navození zneschopnění však byla příliš vysoká. Také THC a jeho analoga měly limitované účinky.

V roce 1959 začaly testy s prvním disociativním anestetikem fencyklinidem (syn. PCP, andělský prach) nazývaným Sernyl. Klinické zkoušky u člověka prokázaly v anesteziologii vysoký výskyt nežádoucích psychomimetických příznaků a jejich dlouhé působení. Jinou látkou, která přitáhla pozornost výzkumníků, byl 3-chinuklidinyl benzilát (BZ), anticholinergní glykolát, který syntetizovala firma Hoffmann-La Roche v roce 1951. Již velmi nízké dávky této látky vyvolávaly fyzickou slabost, delirium a halucinace.

V roce 1962 syntetizoval Calvin Lee Stevens (1923–2014) další disociativní anestetikum s mírnějšími psychomimetickými účinky a lepší říditelností, než měl fencyklidin, a to byl ketamin. Ten je také halucinogenní látkou schopnou ovlivnit řadu neurotransmiterových systémů a kromě navození tzv. disociativní anestezie nachází dnes své uplatnění mj. jako rychle účinkující antidepressivum. Ketaminu se rozsáhle věnoval i John Lilly, který ho původně vyzkoušel při léčbě své migrény. Po řadu dní si intramuskulárně aplikoval subanestetické dávky ketaminu a prožíval současně svůj vnitřní iluzorní svět, zároveň byl však schopen přednášet studentům. Během tří týdnů si aplikoval celkem 42 g ketaminu! Psychomimetické účinky ketaminu také kombinoval s účinky senzorické deprivace. Později bylo zjištěno, že ketamin velmi věrně napodobuje zážitky v blízkosti smrti (near death experiences). I v současné době je ketamin předmětem rozsáhlého výzkumu.

Uprostřed 70. let byla Američany studována nová látka glykolát EA 3834, neletální chemická zbraň, testována byla mj. i ve válce ve Vietnamu.

V osmdesátých letech 20. století se podílel na farmakologickém výzkumu Theodore Stanley (1940–2017), který od roku 1972 pracoval v Ústavu anesteziologie Utažské univerzity. Byl mezinárodním expertem pro intravenózní anestezii, opioidy, pro netradiční podávání farmak, imobilizační techniky divokých zvířat a člověka. Je autorem anestezie vysokými dávkami opioidů v kardioanestezii a tzv. fentanylového lízátku, které se používá zejména k premedikaci dětí a u onkologicky nemocných. Zabýval se výukou mladých lékařů v anesteziologii – více než 40 jeho žáků lékařů se stalo docenty anesteziologie v amerických univerzitních nemocnicích. Navštívil většinu významných akademických pracovišť ve Spojených státech, Jižní Americe, Evropě a Orientu, stejně tak i veterinární školy, zoologické zahrady a parky s divokými zvířaty ve Spojených státech, Kanadě a západní Evropě. Byl konzultantem v týmu FBI Hostage Rescue a CIA.



Obr. 12 Docent Hess (vpravo) s profesorem Stanleym (vlevo) v Mnichově v roce 1998

Výzkum biochemických NLW (non-lethal weapons) byl ve Spojených státech obnoven v prosinci roku 1999 a pokračuje dosud. Cílem je vyvinout nová chemická zneschopňující farmaka pro potřeby armády a policie. Současný farmakologický výzkum dává naději na syntézu bezpečnějších imobilizujících farmak s velkou terapeutickou šíří a malým ovlivněním kardiorepiračních funkcí. V první fázi se jedná o vytipování vhodných farmak nebo jejich kombinací, včetně způsobů imobilizace, určení optimálního dávkování, nástupu účinku a jeho délky a terapeutické šíře. Ve druhé fázi pak jsou vytipovaná farmaka testována na primátech a dále v klinických studiích u člověka k určení bezpečnosti a celkových obecných charakteristik. Ve třetí fázi je pak cílem stanovit možné použití – kontrola davů, ochrana vyslanectví, použití v boji proti terorismu (rukojmí a dobývání zavřených prostor s teroristy), zastavení motoristů, při vězeňských nepokojích apod. Hlavní část tohoto projektu probíhá v Edgewood Chemical Biological Center. Hlavním výzkumným pracovníkem je C. Parker Fergusson, který je autorem výzkumu imobilizačních farmak a kalmativ. (Pozn.: Jde o vojenské označení látek s paralyzujícím/sedativním účinkem.)

V roce 2000 byly výsledky studie publikovány v dokumentu nazvaném *The advantages and limitations of calmatives for use as a non-lethal technique*. V této zprávě jsou definovány výsledky a limity použití jednotlivých farmak jako kalmativ s potenciálním účinkem jako NLW. Zároveň uvádí rozsáhlý přehled medicínské literatury z farmakologie a anesteziologie s vytipováním farmak vhodných jako kalmativa. Je založena databáze kalmativ. Provádí hloubkový rozbor vytipovaných kalmativ, identifikovaných v literatuře s vysokým potenciálem pro další využití jako NLW. Je uvedena ideální charakteristika zneschopňujících farmak pro potřeby policie a armády. Vhodná kalmativa musí být použitelná pro tradiční a netradiční způsoby podání (intramuskulární, transdermální, inhalační aj.). Mají mít rychlý nástup účinku v řádu sekund, krátkou délku účinku v řádu minut, srovnatelné účinky u jednotlivců s podobnou hmotností a stejného věku, reverzibilní účinky, s rychlým metabolismem nebo možností podání specifických antagonistů. Kalmativum přitom nesmí být toxické pro oběť a nežádoucí účinky musí být pouze krátkého trvání. Analýzou literatury byly vytipovány některé skupiny farmak vhodných pro tento účel – benzodiazepiny, agonisté dopaminových D₃ receptorů, selektivní inhibitory zpětného vychytávání serotoninu, opioidy, antagonisté cholecystokininu, alfa₂-agonisté aj. Současně je se značným zájmem sledován výzkum nových farmak v anesteziologii. Jsou syntetizována farmaka s velmi říditelným účinkem, která jsou metabolicky fragilní. Kromě opioidů remifentanilu je to metoxykarboxyl-etomidat a ultrakrátce působící benzodiazepiny. Všechna tato farmaka splňují požadavek rychlého nástupu účinku i jeho rychlého odeznění s minimálním ovlivněním kardiorepiračního systému. Zmíněná farmaka jsou tzv. soft drugs, mají přítomnou esterickou vazbu v molekule, která zaručuje rychlý metabolismus a vyloučení z organismu. Avšak i látka se středně dlouhým účinkem, jakou je např. svalové relaxans rokuronium, se stává použitím antagonisty modifikovaného gamadextrinu sugammadexu plně říditelnou.

Farmakologický výzkum pokračuje dále. V rámci boje proti terorismu použili farmaka Američané při výsleších vysokých představitelů Tálibánu a al-Káidy. Jak píše G. Thomas v roce 2006, měla CIA na výplatní listině několik lékařů z různých zemí, které mohla požádat, aby se zúčastnili výslechu, při němž byl zajatec vyslýchán pomocí drog. Při uvážlivém využití v závislosti na psychologickém profilu vyslýchávaného, při

použití vhodné dávky a správném načasování jejího podání (často titrační způsob i. v. podání) mohou farmaka úplně odstranit odpor, který se nepodařilo překonat jinými technikami, a jsou tak často nedostižným pomocníkem vyšetřovatele. Tyto vyšetřovací metody byly používány jak v Iráku a Afghánistánu, tak i ve věznicích na Guantánamu.

Jsou syntetizována stále sofistikovanější farmaka, která jsou schopna selektivně ovlivnit pouze určité mozkové funkce (navodit anxiolýzu, amnézii, ztrátu agresivity). Je studována podrobně interakce receptorů a jejich subtypů s jednotlivými farmaky. Jsou hledány nové techniky při aplikaci farmak a zdokonalovány přístroje pro jejich aplikaci. Jsou studovány „imobilizace“, které používá v přírodě hmyz, např. kutilka s ponravou nebo vosy se sklípkanem.

Skupina izraelských badatelů z Ben Gurion z univerzity v Beerševě (Izrael) se zabývá důkladně vosičkou (*Ampulex compressa*) a jejím rozmnožováním, které připomíná sci-fi thriller. Vosička (*Ampulex compressa*) z příbuzenstva kutilek udělá ze švába amerického (*Periplaneta americana*) chirurgicky přesným zásahem zombii. Samička vosičky dvěma bodnutími svého žihadla zcela paralyzuje koktejlem z dopaminu a proteinových toxinů nejprve jeho přední nohy. Pak pomalu strčí žihadlo švábovi do hlavy a s pomocí sensorických orgánů se postupně dostane k subezofageálnímu nervovému gangliu. Je to vlastně laparoskopie švábiho mozku. Šváb se v důsledku jedu stane laxním a submisivním. Vosička naklade na spodní část jeho těla vajíčko, ze kterého se vylíhne larva, prokouše se dovnitř švába a vyjídá mu vnitřní orgány. Jed švábovi kromě ovlivnění chování sníží i jeho metabolismus, takže šváb celou dobu vývoje larvy žije a vnímá a zároveň ztrácí málo vody a spotřebuje asi jen třetinu kyslíku. Osmý den se larva uvnitř švába zakuklí a přibližně za měsíc vyleze ze švába krásná vosička.

Jsou analyzovány tekutiny, které vedly k imobilizaci bez usmrcení živočicha. Jsou využívány poznatky získané z imobilizace zvířat. U některých druhů zvířat jsou stále častěji využívány různé druhy analgosedace u stojícího zvířete (typickým příkladem jsou nosorožci). To přináší inspiraci také pro imobilizační techniky u člověka.

Jedovatí hadi uštknou svoji oběť, která většinou rychle hyne a pak je pozřena. V některých případech, kdy měl had menší množství jedu, však dochází pouze k imobilizaci, a zvíře je tak pozřeno ještě živé.

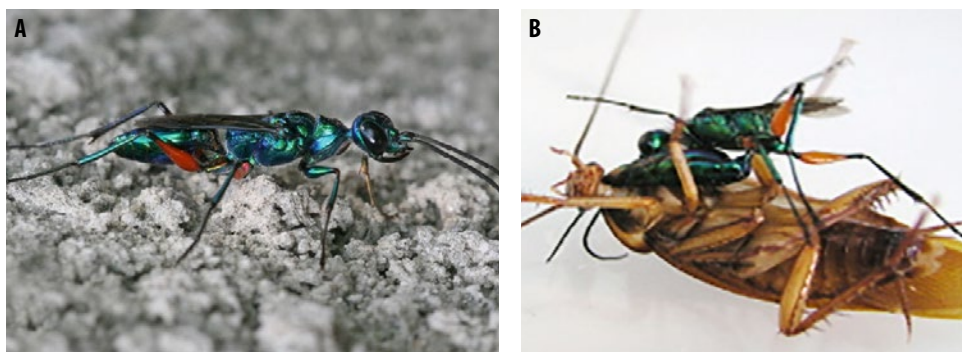
Teprve blízká budoucnost ukáže, kam dále směřuje farmakologická modifikace chování člověka.

Jim Jones a masakr v Guayaně

Testování drog stojí i za největší masovou sebevraždou v guayanské džungli v roce 1978, při níž zahynulo přes 900 osob. V roce 1964 založil Jim Jones „Křesťanskou společnost Boha“ a prohlásil se za proroka. Později se usadil s členy této sekty v San Franciscu a přejmenoval ji na sektu „Svatyně lidu“.

Tato sekta si získávala postupně významné místní postavení. Členové sekty byli pod stálým tlakem Jonese, a kdo neuposlechl, byl podrobován rituálním trestům. Veškerý majetek museli příslušníci sekty přepsat v její prospěch. V roce 1973 založil Jones pobočku této sekty v Guayaně. Postupně vznikající městečko bylo nazváno Jonestown. I z Guayany se však začaly šířit zprávy, že příslušníci sekty jsou podrobováni sexuálnímu zneužívání i vydírání. V listopadu 1978 se proto rozhodl senátor Leo Ryan spolu s novináři a příbuznými členy sekty navštívit Guayanu, aby vyvrátili zprávy o špatném

zacházení, tělesných trestech a omezování osobní svobody. V Jonestownu se konaly velké přípravy, členům sekty bylo zakázáno, aby s někým z Ryanova týmu mluvili, kromě několika vět, jak je Jonestown skvělý. V průběhu večera s hudbou se podařilo dvěma členům sekty propašovat novinářům lístek se vzkazem, že chtějí tuto osadu opustit. Následující den to oznámilo ještě dvacet členů sekty. Ryan a ostatní členové delegace se následně stali vůči Jonesovi nedůvěřiví. Chtěli urychlit odjezd, zvláště když člen sekty napadl odpoledne 18. listopadu Ryana nožem. Útok byl odražen a delegace chtěla okamžitě odletět. Po nástupu do letadla zahájili hostitelé vyzbrojení samopaly z bezprostřední blízkosti palbu. Společně s Leo Ryanem zahynulo pět členů delegace, devět členů bylo těžce zraněno a někteří se zachránili útekem do džungle. Jones, který tušil následky tohoto činu, nařídil členům své sekty hromadnou sebevraždu. Podal jim nápoj, který byl složen z benzodiazepinů, cyankáli a chlorpromazinu. Část členů nápoj opravdu vypila a zemřela. U velkého množství obětí však byly nalezeny vpichy po injekčních jehlách a minimálně u 150 lidí střelná poranění. Ti, kteří se pokusili o útek, byli zastřeleni osobami z řad Jonesovy sekty a pouze malá část utekla do okolní džungle. Celá událost si vyžádala 915 obětí včetně 276 dětí. Mezi mrtvými byl i Jim Jones, ten se však neotrávil, byl nalezen s prostřelenou hlavou.



Obr. 13A, B Vosička (*Ampulex compressa*)

2 Minimum z anatomie centrálního nervového systému

2.1 Hřbetní mícha (medulla spinalis)

Hřbetní, též páteřní mícha nebo jednoduše mícha, je ústřední struktura centrálního nervového systému, která do mozku přivádí vlákna senzorická a z mozku naopak přivádí vlákna motorická a vegetativní. Zabezpečuje funkci místních reflexních oblouků, které se podílejí na regulaci funkce řady orgánů. Zatímco hlavním inhibičním neurotransmiterem v mozku je kyselina gama-aminomáselná, u míchy tuto funkci zastává glycin. Z klinického pohledu je zcela zásadním místem zodpovědným za imobilizaci (znehýbnění) pacienta při celkové anestezii, působí na ni jak intravenózní, tak zejména inhalační anestetika. Pro nezastupitelnou roli míchy v dosažení celkové anestezie ostatně mj. svědčí i téměř trojnásobná hodnota minimální alveolární koncentrace (MAC) inhalačního anestetika působícího na samotný mozek oproti anestetiku působícímu na mozek i míchu (3,2 % vs. 1,2 %).

2.2 Mozkový kmen (truncus cerebri)

Mozkový kmen je přímým pokračováním hřbetní míchy. Jsou v něm uložena centra základních životních funkcí (např. dýchání a srdeční činnosti) a životně důležitých reflexů (polykání, kašel, kýchání, zvracení aj.). Vystupují z něj hlavové mozkové nervy, které zde ve svých jádrech začínají nebo končí. Mozkový kmen zahrnuje prodlouženou míchu (medulla oblongata), navazující široký příčný val – Varolův most (pons Varoli) a střední mozek (mezencefalon).

Takzvané čtverohrbolí na horní ploše středního mozku obsahuje centra zrakových a sluchových reflexů spojených s pohyby očí, hlavy a těla i se souhrou pohybu očí. Na zadní stranu středního mozku je přiložen mozeček a směrem dopředu a nahoru navazuje mezimozek. Varolův most a prodloužená mícha tvoří dno IV. komory mozkové, která je nad nimi rozprostřena jako stan.

Mozkovým kmenem prochází velké množství vzestupných i sestupných nervových drah; kromě toho je prostoupen sítí rozptýlených, složitě propojených neuronů, které se seskupují do četných shluků (jader) a tvoří vzestupný a sestupný systém retikulární formace (formatio reticularis), jejíž funkce je spojovací, koordinační a aktivační. Rozhodujícím způsobem se podílí na udržování bdělosti.

Costanzo Varolio

Slavný italský anatom (1543–1575) a osobní lékař papeže Řehoře XIII. se narodil v Bologni, kde také roku 1567 získal doktorát z medicíny a od roku 1569 zde vedl výuku anatomie. Posléze svému řemeslu vyučoval rovněž na Univerzitě la Sapienza v Římě, kde i poměrně velmi mlád zemřel. Tamní pamětní deska odkazuje na jeho velkou dovednost při odstraňování kamenů.

Proslavil se nicméně svými popisy hlavových (syn. kranálních) nervů a *de facto* byl prvním, kdo se na mozek začal dívat z jeho dolní strany. Díky tomu jako první popsal řadu mozkových struktur včetně mostu (pons cerebri seu Varoli) či crura cerebri. Kromě toho popsal též ileocekální chlopeň oddělující tenké střevo od tlustého a intenzivně se zabýval i výzkumem erekce, kterou mylně přisuzoval „erektorovým svalům“, stejně jako mnoho století před ním (v 2. století n. l.) Galén.

V prodloužené míše se mj. také nachází hlavní noradrenergní jádro mozku – locus coeruleus (modravé jádro) – které se významně podílí na udržování naší bdělosti, vigility. Typicky jej lze ovlivnit např. agonisty alfa₂-adrenergních receptorů (působí zde rovněž např. benzodiazepiny a antipsychotika), které navodí významný pokles noradrenalinu provázený sedací.

V prodloužené míše jsou také centra podílející se na regulaci trávení (reflexy sání, polykání, žvýkání a slinění). Je zde rovněž centrum pro zvracení, které reaguje na reflexy z gastrointestinálního traktu i na chemické podněty v prodloužené míše (tzv. chemorecepční zóna). Farmakologickým tlumením těchto center utlumíme kinetózu, nauzeu i zvracení. Prodloužená mícha se spolu s mostem účastní na regulaci mimických pohybů, fonace a řeči. Dále se středním mozkem a mozečkem udržuje tělesnou rovnováhu.

2.3 Mozeček (cerebellum)

Mozeček (cerebellum) se nachází v zadní jámě lební nad prodlouženou míchou a Varolovým mostem. Sestává ze střední nepárové části mozečkového červa (vermis cerebelli) a dvou mozečkových polokoulí (hemisfér). Povrch mozečku je tvořen kůrou, která má zvrásněný povrch o celkové ploše asi 100 cm². Je především zodpovědný za udržování stoje, rovnováhy svalového tonusu a koordinace pohybů. (Pozn.: Známe je negativní ovlivnění navozené konzumací alkoholu.)

V souladu s nejnovějšími poznatky se ukazuje, že jedinečné kognitivní schopnosti člověka jsou obvykle přisuzovány značně rozvinuté kůře mozkové (syn. neokortexu), která je uváděna jako „vyvrcholení“ evolučního vývoje a vlastní podstata lidství. Mozeček však obsahuje až čtyřikrát více neuronů, než je obsaženo v neokortexu, díky čemuž přitahuje stále větší pozornost odborné veřejnosti. Ukazuje se, že participuje i na regulaci nejvyšších psychických a kognitivních funkcí, probíhají zde procesy při získávání nových pohybových zkušeností a dovedností, které jsou ukládány v mozečkové paměti.

Mozeček hraje klíčovou roli v implicitním učení, a tedy v procedurální paměti. To znamená, že dobře vyškolené automatické pohyby lze vyvolat bez přemýšlení, protože jejich opakování vedlo k trvalým změnám v synaptických vzorcích mozečku. Příkladem je koordinace obličejových svalů při mluvení a pohyb prstů při psaní nebo hraní na hudební nástroje, ale také koordinace celého těla jako při lyžování nebo tanci.

Okřídlené úsloví „sloní paměť“ jistě může mít něco do sebe, neboť právě u slonů (stejně tak u kytovců) je proporcionálně k velikosti celého těla zjišťována největší velikost mozečku – na straně jedné jde o potřebu koordinace těla obřích rozměrů, současně je těmto tvorům společná vysoká inteligence...

2.4 Mezimozek (diencefalon)

Mezimozek se nachází ve středu mezi mozkovými polokoulemi. Jeho nejvýznamnějšími strukturami jsou thalamus a hypothalamus.

Thalamus (z řeckého θάλαμος – „komora“) je tvořen dvěma symetrickými vejčitými tělesy, mezi nimiž se nachází III. komora mozková. Přijímá, třídí, přepojuje, moduluje a integruje senzorické informace ze všech smyslových orgánů i senzitivní informace z citlivých nervových zakončení – pro teplo, chlad, bolest, polohu a tonus jednotlivých částí těla. Reguluje i některé motorické a vegetativní funkce. Také neurony thalamu se sdružují do center jader. Dnes je známo více než 50 thalamických jader seskupených do několika funkčních skupin. Pro svou přepojovací funkci je thalamus právem nazýván bránou vědomí. Skrze něj se zmíněné informace dostávají do mozkové kůry, tj. do vědomí. Navození bezvědomí účinkem čtených anestetik spočívá právě v útlumu thalamu.

Šišinka mozková – epifyza (glandula pinealis) je nepárová drobná výchlípka mezimozku. Zprostředkovává vlivy světla na organismus a podílí se na ustanovení některých biorytmů. V šišince je vysoký obsah noradrenalinu, serotoninu a z něj vznikajícího melatoninu. Melatonin je syntetizován ve tmě, má vliv na cirkadiánní biorytmy a řídí ukládání melaninu v kůži a ve vlasech.

Třetí oko

Francouzský filozof René Descartes byl přesvědčen, že šišinka je místem, kde sídlí lidská duše. Zřejmě však netušil, že se tato snadno přehlédnutelná anatomická struktura nachází téměř u všech obratlovců a u těch, kteří ji nemají jasně strukturně definovanu (např. sliznatky, kopinatci), jsou obvykle přítomné alespoň její ekvivalenty v podobě rozptýlených neuronů.

Z hlediska biologické evoluce šišinka mozková představuje jakýsi atrofovaný fotoreceptor. U některých druhů obojživelníků a plazů je spojena s vnímáním světla, a nazývá se tak parietální nebo též „třetí oko“. Nejlépe je vyvinuto u žijící fosilie novozélandské ještěrky hatérie novozélandské (*Sphenodon punctatus*), zvané také tuatara (maorsky to znamená ostnatý hřbet). Třetí oko obsahuje těleso podobné čočce a některé sítnicové elementy. Tenký nervus parietalis vede do mezimozku. Podílí se na absorpci ultrafialového záření a tvorbě vitamínu D, je v těsném vztahu k šišince mozkové, která vytváří melatonin. Například u mloků se podílí na vnímání polarizačního světla, a tím i navigaci. V tomto aspektu nabývá rovněž rozměru mystického a spirituálního: je označována za místo, prostřednictvím kterého jsme schopni komunikovat na úrovni jiných dimenzí. Ostatně symbol třetího oka lze spatřit u nejrozličnějších božstev (v čele s ničitelem Šivou) či v antické mytologii u Kyklopa.

Hypothalamus je nejvyšším centrem všech vegetativních procesů a funkcí, které řídí prostřednictvím sympatického a parasympatického nervového systému. Je to velmi malé množství mozkové tkáně o objemu pouze několika kubických milimetrů. Je integrujícím místem pro centrální vegetativní funkce a jakousi spojkou mezi duševními a tělesnými funkcemi. Rozhodujícím způsobem se tak podílí na řízení homeostázy v organismu. Pionýrské pokusy zaměřené na zjištění funkcí hypothalamu prováděl již ve 30. letech 20. století Walter Hess, švýcarský fyziolog, jenž za své objevy získal Nobelovu cenu.

Hypothalamus obsahuje asi 15 jader dělených podle funkce do tří skupin. Nejdůležitější leží v tzv. periventriculární zóně nacházející se těsně vedle třetí komory. V této oblasti jader jsou endokrinní nervové buňky, které řídí činnost hypofýzy, a dále jádra odpovědná za biorytmy. Nucleus preopticus vylučuje gonadotropin-releasing hormon (GRH), který řídí sexuální funkce. Nucleus paraventricularis vylučuje corticotropin-releasing hormon (CRH), jenž se značnou měrou podílí na zvládání stresu, i thyrotropin-releasing hormon (TRH), který zodpovídá za látkovou přeměnu. Dále zde jsou nervové buňky obsahující oxytocin a vasopresin (syn. antidiuretický hormon), tj. hormony, které jsou následně transportovány do neurohypofýzy. Oxytocin se nepodílí pouze na vylučování (ejekci) mléka, ale významně moduluje též lidské chování. Jeho účinkem se upevňuje vazba mezi sexuálními partnery a stoupá důvěřivost k ostatním lidem (viz dále). Při správně vedeném výslechu dochází u vyslýchaného ke zvýšenému uvolňování oxytocinu, a tím i narůstání důvěry k vyšetřovateli.

Na zadním okraji periventriculární zóny nacházíme dopamin obsahující neurony, které se společně s nervovými buňkami vylučujícími somatotropin-releasing hormon podílejí na řízení biorytmů. V prostřední zóně v hypothalamu se nacházejí další jádra nucleus preopticus medialis, nucleus hypothalamicus interior a corpus mamillare. Laterální zóna hypothalamu také obsahuje jednotlivá jádra. Laterální oblast jader hypothalamu reguluje stav aktivace organismu – pozornost a stupeň excitace. Důležitou součástí je také nucleus accumbens, které je důležitým cílem systému odměny a slasti v mozku. (Pojem accumbens znamená „zde ležeti“.) V laterální zóně se nachází také mediální nervový svazek a vzestupný dopaminový systém. Jeho jádra regulují činnost srdce, cév, trávicího traktu, ovlivňují krevní tlak, chuť k jídlu či pocit nasycení, růst, produkci tepla a tělesnou teplotu, spánek, sexuální aktivitu. Hypothalamus zprostředkovává tělesný doprovod emocí a sám také moduluje prožívání emocí, zejména pocity libosti a nelibosti. S hypothalamem je stopkou spojen podvěsek mozkový (hypofýza), který je žlázou s vnitřní sekrecí a svými hormony diriguje ostatní žlázy s vnitřní sekrecí – hovoříme o tzv. hypothalamo-hypofyzární ose. Hypothalamus má spojení prakticky se všemi strukturami mozku. Některými autory je hypothalamus zařazován funkčně mezi struktury limbického systému.

2.5 Koncový mozek (telencefalon)

Jde o část mozku, která je nejvýrazněji vyvinuta u čeledi *Hominidae*, zejména pak u rodu *Homo*, tedy u člověka. Koncový mozek (telencefalon) je tvořen dvěma polokoulemi (hemisférami), jejichž vzájemnou komunikaci zajišťuje široký svazek více než 200 milionů nervových vláken, tzv. kalózní těleso (corpus callosum). Šedá hmota koncového mozku tvoří 2–5 mm silnou mozkovou kůru (cortex cerebri) a podkorové struktury v hloubce mozkové tkáně – bazální ganglia a některé části limbického systému.

Povrch hemisfér je zhruba do 3. měsíce nitroděložního vývoje zcela hladký. Teprve poté se začíná zanořovat do brázd a rýh (tzv. gyrifikace) za postupného vzniku typických mozkových závitů. Povrch mozkové kůry činí asi 2500 cm² (z čehož třetina připadá na volný povrch a dvě třetiny na rýhy). Různá místa mozkové kůry se liší svou tloušťkou, počtem i typy neuronů, uspořádáním nervových vláken a funkčními vlast-

nostmi neuronů. Na více než 95 % povrchu tvoří mozkovou kůru šest vrstev neuronů, přičemž jejich celkový počet převyšuje desítky miliard.

Každá z mozkových hemisfér se dělí na pět mozkových laloků (lobi cerebri): 1. čelní – frontální (lobus frontalis), který je největší, 2. temenní – parietální (lobus parietalis), který je od čelního laloku oddělen výraznou centrální brázdou (sulcus centralis) a od spánkového laloku brázdou postranní (sulcus lateralis), 3. týlní – okcipitální (lobus occipitalis), 4. spánkový – temporální (lobus temporalis), 5. ostrovní (lobus insularis), který není na povrchu mozkových polokoulí patrný, neboť jej překrývá spánkový lalok.

Z funkčního hlediska nejsou mozkové hemisféry rovnocenné, jsou funkčně specializovány.

Levá mozková polokoule řídí pohyb pravé poloviny těla a zpracovává senzitivní a senzorické informace z pravé poloviny těla a pravé části zorného pole (vše díky zkřížení nervových drah). Umožňuje matematické, logické, technické myšlení, je spíše „intelektuální“. U naprosté většiny lidí tato polokoule mozku ovládá schopnost vyjadřovat se jazykem a rozumět řeči, schopnost psát a rozumět psanému slovu.

Pravá mozková polokoule řídí pohyb levé poloviny těla a zpracovává senzitivní a senzorické informace z levé poloviny těla a levé části zorného pole. Zpracovává složité zrakové a sluchové podněty, které mají citový doprovod – je „citová a umělecká“, vnímá krásu a harmonii, má smysl pro prostor a představivost, chápání geometrie a perspektivy.

V mozkové kůře nacházíme několik funkčních oblastí. V **čelním laloku** je to primární motorická oblast – centrum vůlí řízené hybnosti v precentrálním závitě (gyrus precentralis); v této oblasti začínají obrovské pyramidové (Becovy) neurony, ze kterých vychází pyramidová a extrapyramidová dráha. Každý kosterní sval má v motorické kůře své zastoupení – uspořádání vyjadřuje tzv. kortikální homunkulus. Oblasti s jemnou motorikou jsou zastoupeny větším počtem neuronů, například svaly pohybující prsty ruky. Neurony, které řídí pohyby a pohybovou souhru očí, hlavy a krku, tvoří rozsáhlé frontální okohybné pole. Premotorická oblast uložená před precentrálním závitěm je významná při přípravě a realizaci složitěho pohybu, u něhož je nutná kontrola zraku. Brocovo řečové centrum před základní motorickou oblastí řídí pohyby svalů při mluvení, u většiny lidí leží v levé hemisféře. Frontální asociační oblast zaujímá rozsáhlou přední část čelního laloku. Účastní se řešení problémů, vzniku pozornosti a chování. Má úzký vztah k emocím a paměti. Na spodině čelních laloků se nachází primární čichová oblast. V místě tzv. čichového trojúhelníku (trigonum olfactorium) probíhá analýza čichových podnětů. Čichová oblast má silné napojení na limbický systém, a má tedy vztah k emocím a paměti.

V **temenním laloku** leží primární korová oblast citlivosti v postcentrálním závitě (gyrus postcentralis) s hvězdčovitými neurony. Podobně jako v motorické kůře je zde korová reprezentace jednotlivých částí těla různá. Části těla s největší citlivostí (rty, konečky prstů rukou, zevní genitál) mají nejvíce senzitivních korových neuronů. Ve spodní části postcentrálního závitě leží chuťová oblast. Sekundární senzitivní oblast vytváří dotykovou představu (mapu těla). Je centrem vnímání pohybu těla (kinestetické centrum) a prostorové paměti.

V **týlním laloku** se nachází primární zraková korová oblast – ve středu vnitřní plochy týlního laloku. Sekundární zraková korová oblast na zevní straně hemisféry umožňuje podrobnější rozbor viděného, srovnávání, zařazení do souvislostí či uložení do paměti.