Časopis výzkumu a aplikací v profesionální bezpečnosti (JOSRA). JOSRA Nové trendy v BOZP 2019, roč. 12.

Rizika pracovní expozice mikrodávkou metamfetaminu

21.11.2019

RISKS OF occupational EXPOSURE TO Microdose of METAMPHETAMINE

Karel Lehmert[1,2,3], Nikola Hamplová[1], Martin Röhrich[2], Roman Štědrý[2], Martin Zvonař[2], Martin Doležal[2], Kamil Polák[2,3]

[1]*Odběrová laboratoř CBRNe – VAKOS XT*

[2]*Odd. specializovaných metodik OPTIMA, Zařízení služeb MVČR*

[3]*Centrum kognitivních studií, Ústav humanitních věd, Newton College*

metamfetamin zdravotní následky expozice

Abstrakt

Mikrodávkování je málo známý fenomén. Studie popisuje průběh výzkumných projektů zaměřených na různé aspekty dlouhodobé intoxikace ultramalými dávkami metamfetaminových par a jemného aerosolu z nelegálních varen v České republice. Postupy byly opakovaně testovány k zjištění a průkazu akutních a chronických symptomů fyzických i psychických stavů intoxikovaných osob. Kontaminační screening metamfetaminových varen poukázal na rozsah rozptylu metamfetaminových par a aerosolů včetně průkazu koncentrací ovlivňujících zdraví zasažených osob.

Klíčová slova: metamfetamin, chronická expozice, zdravotní následky

Abstract

Microdosing is little known phenomenon of intoxication. The research study describes health effects of long-lasting intoxication by ultra-low doses of methamphetamine vapours and fine aerosol from illegal meth cook labs in the Czech Republic. Developed processes were several times operationally tested to recognize both chronic and acute intoxication symptoms of physical and mental state of intoxicated forensic operators, police officers and others. Contamination screening of the meth clan labs and dispersion of meth aerosol was completed, and important figures of concentrations and range cited.

Keywords: methamphetamine, chronic exposition, health effects

Teorie a praxe výroby metamfetaminu

Metamfetamin a jeho výroba je globální problém, avšak v České republice dosahuje extrémních hodnot i v celosvětovém měřítku. Původně léčivá látka, masivně produkovaná v 30. a 40. letech zejména v Německu a Japonsku, byla pro své negativní účinky vyškrtnuta ze seznamu povolených léčiv (kromě USA) v roce 1959. Původní patent Temmler Werke byl založen na hydrogenaci 1-chloreferdrinhydrochloridu na (S)-metamfetamin v ethylalkoholu s platinovým katalyzátorem za zvýšeného tlaku. Později bylo registrováno více než 40 patentů přípravy, které český chemik Jan Malý formuloval do čtyř receptur pro domácí přípravu. Následné zjednodušení vedlo ke kodifikaci "české cesty" na bázi Ogatovy syntézy, kdy je použit červený fosfor a jod v prostředí kyseliny fosforečné s efedrinem či jeho deriváty jako prekurzory. Používány jsou i odlišné postupy, např. "moskevská cesta" (angl. "Red P"), kdy je efedrinový prekurzor redukován ve vodním prostředí při použití červeného fosforu a jodu. Oba technologické postupy se používají zejména ve střední Evropě, zatímco ostatní (originální Nagaiho syntéza používající kyselinu jodovodíkovou, vodíková redukce, amoniaková redukce – Birchova reakce, Emdeho reakce, redukce kyselinou fosfornou atd.) jsou běžné v jiný částech světa. Oba nejčastější domácí postupy ("česká" a "moskevská" cesta) finálně produkují hydrochlorid metamfetaminu reakcí metamfetaminové báze s kyselinou chlorovodíkovou. Roztok se následně odpařuje a dochází ke krystalizaci hydrochloridu metamfetaminu. A zde je skryta podstata problému.

Při zahřívání skleněných odparných nádob s vodným roztokem hydrochloridu metamfetaminu použití ventilátorů způsobuje masivní rozptyl par a jemných aerosolů metamfetaminu, které pronikají hluboko do stavebních konstrukcí i na velkou vzdálenost (i 130 metrů). Metamfetamin se rozpouští ve vodě až do poměru 1:1 a při odparu snadno krystalizuje. Částice o velikosti ≤ 2,5 µm jsou okem neviditelné, avšak při vstupu do dýchacích cest se rychle rozpouští. Jemné částice ≤ 0,1 µm prochází přes alveokapilární membránu v plicních sklípcích přímo do krevního oběhu. V průběhu 0,3 sekundy jsou plicním oběhem stále ještě v krystalické podobě transportovány do srdečního svalu a následně přepumpovány karotidami přímo do mozku. V průběhu dochází k rozpouštění krystalků a ty následně penetrují zejména III. mozkovou komoru, která není chráněná hematoencefalickou bariérou. Zde a v dalších mozkových okrscích (např. substantia nigra, frontální kortex apod.) ovlivňuje chemismus neurotransmiterů, zejména dopaminu, serotoninu, adrenalinu a noradrenalinu. Působení metamfetaminu na citlivé mozkové struktury je při inhalaci par a jemných aerosolů velice rychlá – někdy i řádech desítek sekund – a přetrvává řadu dní.

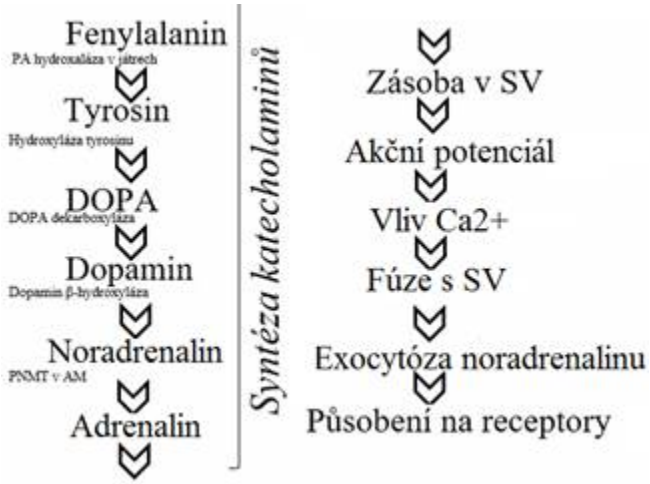
Co je to vlastně „microdosing" neboli mikrodávkování metamfetaminu? Jedná se o dávku nižší, než je dávka vyvolávající za běžných okolností reakci organismu. Typicky se jedná o dávku v řádu nanogramů, inhalovanou i po krátkou dobu (např. z rozvířeného prachu při prohlídce bytu). Neprojevuje se klasickým raušem, ale pouze zvýšením aktivity a výkonu, sníženou potřebou spánku, zrychlením reakcí a zostřením myšlení. Pro porovnání, cílený uživatel pervitinu kouřením inhaluje dávku ~50 mg či vyšší. Pokud však dojde i v jediném případě k překročení jednorázově návykové dávky 500 µg (Lehmert, Hrachovec, 2017), vytváří se psychická závislost propagovaná touhou po další dávce.

Problém mikrokontaminace metamfetaminem se ukazuje jako relativně nový ve spojení s velkoobjemovými varnami. Zatímco malé komunitní varny kontaminují relativně malý prostor, střední a velké varny (objemově nebo produkcí) již obvykle používají nucenou ventilaci a tím se rozsah kontaminace výrazně zvětšuje. Aerosol a páry metamfetaminu jsou běžně větrány mimo varnu už jen pro bezpečnost a pohodlí vařičů, obvykle za užití domácích větráků nebo průmyslových ventilátorů při použití filtrační soustavy kondenzorů, absorpční uhlíkových a průmyslových filtrů. Ale při použití jakýchkoliv filtrů se stejně kontaminace dostane do okolí, byť až jednorázově při realizaci zákroku. V jednom případě varna produkující cca 100 kg metamfetaminu kontaminovala strop ve varné místnosti (s krystaly metamfetaminu viditelnými na omítce) hodnotou 516.178 ng/dm2 metamfetaminu. Sousední dům byl kontaminován v místnosti směrem k 18 m vzdálené varně do hodnoty 37.216 ng/dm2. Absolutním rekordmanem je však zatím varna v

obytném domě (6. NP) s hodnotami kontaminace 270.000 ng/dm2 metamfetaminu na povrchu a 16.507 ng/g omítky. Kontaminace metamfetaminem z této varny byla nalezena až ve vzdálenosti 127 m, kde i několik měsíců po uzavření varny bylo možné uvnitř budovy najít 225 ng/dm2 v místnosti vzdálené cca 120 m od zdroje a 825 ng/dm2 ve vzdálenosti 75 m.

Fyziologie účinku metamfetaminu

První objektivní účinky metamfetaminu na zdraví lze pozorovat krátce po intoxikaci (tj. ještě v průběhu zákroku), kdy dochází k enormnímu nárůstu tepové frekvence (i trojnásobek obvyklých hodnot, zvýšení systolického tlaku při zachování hodnot diastolického tlaku, nárůst glykemického indexu či snížení hodnot draslíku pod fyziologickou úroveň (K≤ 3,5 mmol/l). Subjektivně se intoxikace mikrodávkou často projevuje pocitem staženého hrdla s obtížemi při polykání (mnohdy až nemožnosti polknout pevnou stravu), který přetrvává i několik dní. To je způsobeno otokem štítné žlázy, který se manifestuje nejen viditelně na krku, ale zejména útlakem hrtanu a hltanu. S tím souvisí i změna barvy a hloubky hlasu. V případě varen metamfetaminu (pro odlišení od prostor metamfetaminem pouze kontaminovaných) se k působení na štítnou žlázu ještě může přidružit intoxikace jodem, neboť ten se nalézá v aktivních varnách až v hodnotách 1 % hm. Klinicky lze v obou případech zaznamenat zvýšenou produkci tyrosinu, neboť při intoxikaci metamfetaminem nadprodukce tyrosinu slouží jako zdroj dopaminu a následně adrenalinu.



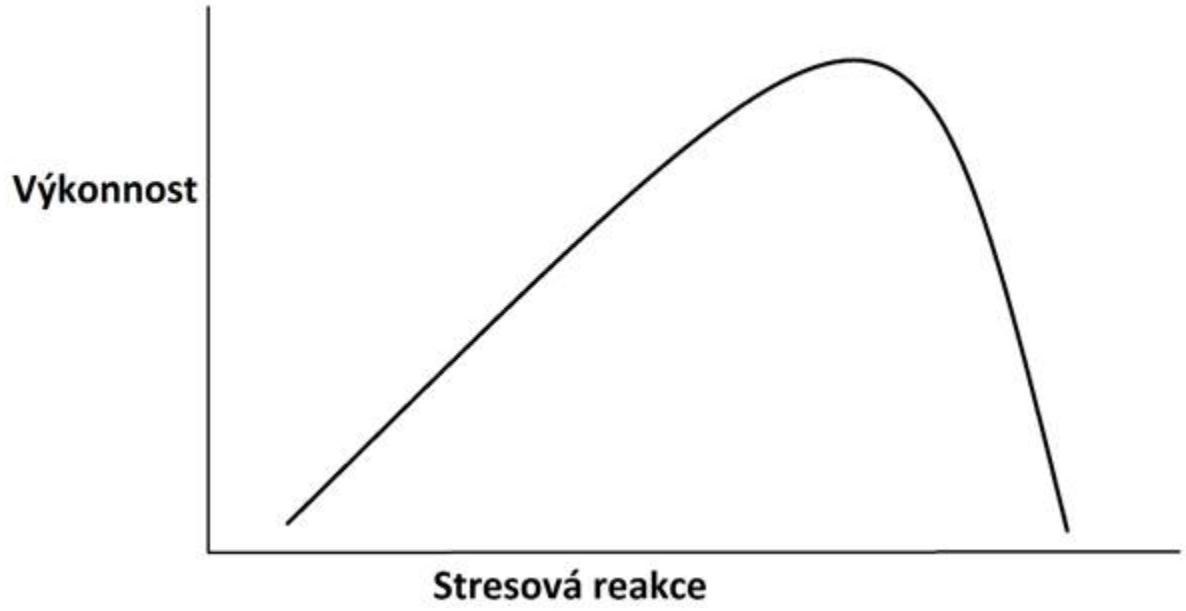
Graf č. 1: Znázornění kaskádovitého působení neurotransmiterů na autonomní nervový systém (upraveno podle Lippincott´s Pharmacology, 4th ed.)

Zejména v počátcích fyzické fáze účinku mikrodávky metamfetaminu je různě výrazně pozorováno nabuzení sympatiku, kdy ještě není překryto nastupujícími negativními vedlejšími efekty. Únava spojená s dlouhotrvajícím zásahem je lépe snášena nebo se subjektivně vůbec nedostaví, a to bývá též důvod, proč bezpečnostní personál (vědomě či mnohdy i podvědomě) podstupuje cílenou mikrointoxikaci. Avšak s ohledem na nedostatečnou detekci přímo na místě je příliš snadné a nikoliv občasné, že cílová osoba je vystavena hodnotám metamfetaminu překračujícím jednorázově návykovou dávku 500 µg. Pak je rozvoj fyzické závislosti již zaručen – ne snad tím, že by exponovaná osoba vyrazila shánět dávku na ulici, avšak při nejbližší možné příležitosti (např. realizace další varny) již cíleně bude vyhledávat možnost se znovu nadýchat. Odůvodnění pro sebe i jiné bývá založeno právě na snazším zvládání dlouhotrvajícího zákroku. To je již typický *craving* neboli bažení po droze.

Nabuzení sympatiku má různě výrazné projevy. Jeden z pravidelně mikrodávkou intoxikovaných forenzních pracovníků udává, že pokud běží maraton do dvou dnů po realizaci střední či větší varny, má výrazně lepší časy než bez této formy dopingu. Typické příznaky zvýšení aktivity sympatiku při podráždění organismu mikrodávkou metamfetaminu ve výrazném (až extrémním) pojetí jsou:

- neschopnost zůstat v klidu (demonstruje se nutností neustálé zátěže) až nucení k neúčelnému pohybu, kdy se při přerušení pohybu dostavují subjektivně nepříjemné pocity až charakteru bolesti či srdečních atak a kolapsových stavů
- srdeční obtíže – bušení srdce, nespecifické bolesti v krajině srdeční různého charakteru a intenzity, tachykardie
- zhoršení funkce gastrointestinálního traktu (zejména střev)
- výrazné pocení
- neurotické chování – bruxismus, hraní si s předměty apod.
- snížení až ztráta libida spojená se sexuálními dysfunkcemi
- zhoršené prokrvení periferií
- posunutí prahu bolestivosti extrémně vysoko
- emoční změny – kromě propagované emoční nestability až přecitlivělosti se (obvykle skrytě) manifestuje i neschopnost emoce vnímat u jiných

Výše uvedené příznaky nikoliv náhodou připomínají typické znaky stresové fyziologické reakce na ohrožení „útok/útěk“, která je v psychologické rovině spojena s úzkostí a vysokou ostražitostí. Avšak zatímco při běžné stresové reakci je možné vůlí rozvoj stresu ovládat přinejmenším pomocí relaxačních technik (dýchání a svalové napětí), při mikrointoxikaci metamfetaminem tělo „jede“ samo. V lepším případě si intoxikovaná osoba uvědomí, co se děje a že je to děj na vůli nezávislý. Horší variantou vývoje situace je možnost, kdy si intoxikovaný vůbec intoxikaci nepřipouští a jeho okolí mu dává najevo, že se mění a je obtížné s ním vydržet. To je zejména v rodinném prostředí významný stresor, umocňující psychickou zátěž a tím i násobící stresovou reakci organismu. Vzniká začarovaný kruh, kdy intoxikovaný se těší do práce, která ho uspokojuje (= přísunem drogy) a zároveň kde není cílem výčitek.



Graf č. 2: Závislost výkonu na stresové reakci

To ovšem trvá jen do doby, než dojde ke kolapsu obranných funkcí organismu vyčerpáním. Obvykle se ukázalo, že toto

trvá cca 3 týdny od posledního masivního kontaktu s drogou. Pokud reakce „útok/útěk“ neskončí po vymizení reálného nebezpečí a stále přetrvává, fyzická připravenost na krizovou událost výrazněji ovlivní myšlenkové pochody a následně se vymyká kontrole.

Výrazně ovlivnění je i centrální nervový systém. Zvýšená produkce tyrozinu má za následek přebytek dopaminu, jehož produkce je ovlivňována hladinou vápníku v organismu. Hořčíkovápníková pumpa má také vliv na srdeční frekvenci a krevní tlak, zejména systolický. Dopaminergní systém se pokouší omezit excitaci neuronů a přenos informací z oblasti thalamu do předních laloků. Tyto oblasti mozku jsou mikrodávkou metamfetaminu postiženy nejvíce – a zároveň kontrolují významné funkce. Přední laloky jsou odpovědné za úmyslné chování a společně s dalšími oblastmi regulují pozornost, plánování a krátkodobou paměť společně s odměnově motivovaným chováním – potěšením, orgasmem, závislostí, agresí, strachem nebo placebo efektem. Tím se také demonstruje typické chování intoxikovaného člověka: zvýšená aktivita, potlačená únava, euforie, snížená chuť k jídlu a vliv na libido. Dlouhodobé užívání mikrodávek metamfetaminu vede až ke ztrátě libida a snížené až vymizené schopnosti dosažení orgasmu a ejakulace.

Metodika

V neznámém a potenciálně nebezpečném prostředí s vysokým výskytem psychoaktivních látek, prekurzorů a různých chemických látek a jejich směsí vznikajících jako produkty či meziprodukty výroby pracuje řada profesí. Řemeslníci přichází do bytových i nebytových prostor provádět opravy a rekonstrukce, pracovníci DDD se starají o čistotu, zaměstnanci bytové správy dochází jednotlivé byty kontrolovat, uklízeči denně víří prach v kancelářských prostorách – ti všichni a mnoho dalších jsou vystaveni pracovní expozici aerosolem metamfetaminu. Ovšem v první řadě jsou pracovníci bezpečnostních složek – policisté a celníci.

Tato problematika je v současné době zkoumána dvěma projekty, kdy jeden je zaměřený na způsoby šíření a jeho omezení včetně dekontaminace prostor, a druhý je zaměřen na preventivní a proaktivní činnosti vedoucí k minimalizaci zdravotních následků působení psychoaktivních látek. Cílem studie v rámci projektu Detoxicon je vybrat a ověřit relevantní způsoby monitoringu biometrických veličin lidského těla, pomocí kterých by bylo možné identifikovat příznaky nebo konkrétní projevy intoxikace nebezpečnými látkami nebo vlivu residuální kontaminace po nelegální výrobě psychoaktivních látek na zdraví příslušníků bezpečnostních složek, kteří se s těmito látkami mohou při výkonu služby dostávat do styku. Současné praktické zkušenosti a výsledky zahraničních studií poukazují taktéž na rizika chronické intoxikace, subakutních dávek a senzibilizace mikrodávkami, které mohou zvláště u citlivých osob vyvolat intoxikaci obdobnou jako u uživatelů z drogové scény.

Intoxikace mikrodávkami psychoaktivních látek se jen obtížně diagnostikuje konvenčními lékařskými postupy. Většinou se vlivy těchto látek na organismus projevují podle citlivosti jednotlivých kontaminovaných osob jako soubor nespecifických, špatně diagnostikovatelných obtíží, obvykle přisouzených skupině nespecifických civilizačních chorob. Bývají též klasifikovány podle specifických symptomů jako úplně jiné onemocnění. K diagnostice nespecifických symptomů jsou využity neinvazivní diagnostické metody, které umožňují pomocí relativně jednoduchých a snadno opakovatelných měření sledovat stav subjektů a na základě zpracování a vyhodnocení výsledků měření stanovit závěry a možné další postupy.

BioFeedback je původně anglický, mezinárodně používaný termín pro biologickou zpětnou vazbu, která umožňuje sledování, kontrolu a přímou nebo nepřímou zpětnou vazbu pro řízení biologických funkcí v reálném čase. Vlastní princip metody se opírá o čistě vědecké způsoby sledování činností a projevů jednotlivých orgánů a částí lidského těla a jejich vzájemných souher – koherencí, které jsou lidskému tělu naprosto přirozené. V současné době je BioFeedback používán jak v diagnostické praxi, tak i k ke stimulaci činnosti určitých orgánů nebo částí těla a terapii řady obtíží, a to jak v oblasti vědy, výzkumu, vědecké medicíny, tak i alternativní medicíny. Měření, stimulace a trénink pomocí metody BioFeedback je neinvazivní a nemá v současnosti žádné známé vedlejší účinky a indikace.

V souvislosti s nejnovějšími vědeckými poznatky je možné BioFeedback technologie využít právě ke zkoumání řady nespecifických projevů chování těla a tělesných struktur. S výhodou lze technologie použít především ke sledování vzájemných vazeb chování mozku a nervové soustavy, tělesných struktur, svalů, srdeční činnosti, dechové činnosti atd. Pomocí naměřených informací a analýzou diagnostických dat tak můžeme sledovat např. odezvy těla na signály mozku a zpětně odezvy mozku na chování například svalových nebo podkožních struktur, dechu, srdeční činnosti, funkčnost a výkonnost autonomní nervové soustavy apod.

Metoda BioFeedbacku byla vhodně doplněna měřením odporu a přenosu řídících pulzů pro nervovou soustavu. Tato metoda se začala provádět začátkem 70. let minulého století při zdokonalení citlivosti přístrojů na měření mozkové aktivity, které umožnily snímat pulzy, přes které mozek komunikuje po nervové soustavě s celým tělem. Tyto pulzy jsou obousměrné. Příkazové pulzy vydává mozek pro realizaci cílové reakce svalu, orgánu apod., a reakčními pulzy mozek zpětně přijímá zpětně informace vyhodnocující kvalitu plnění příkazu. Samotný pulz je nízkofrekvenčním elektrickým výbojem, jehož hodnotu lze změřit. Podle těchto měření můžeme zaznamenat intenzitu určité aktivity v daném nervu, a tudíž i v dané oblasti těla, a tak získat podklady pro analýzu citlivosti v dané oblasti těla. Protože nervové dráhy se vždy pojí s určitými orgány, zobrazí se poruchy těchto orgánů zpětně na odpovídajících reakčních liniích. Pokud máme k dispozici nervový systém zasažený psychoaktivní látkou, nervový systém vykazuje nestálost.

Analýza a intepretace dat

U sledované skupiny osob přicházející v rámci výkonu povolání do styku s mikrokontaminací psychoaktivních látek, jejich prekurzorů a vedlejších produktů, nebo které jsou dlouhodobě pod možným vlivem residuální kontaminace výše zmíněných látek, bylo v období 02/2018-09/2019 prováděno měření a diagnostika s cílem ověřit použitý soubor měřících a diagnostických metod a stanovit souvislosti mezi sledovanými symptomatickými projevy a provedenými diagnostickými nálezy.

Měřená data sledované skupiny osob byla následně porovnávána jak vzájemně mezi sebou, tak i s daty kontrolní skupiny zahrnující více jak 300 sledovaných subjektů různého pohlaví, věkového rozpětí a fyzické zdatnosti.

Pro analýzu a interpretaci získaných diagnostických dat byl vytvořen matematický model, pomocí kterého je možné měřená data lépe interpretovat, eliminovat případné chyby měření a následně lépe sledovat požadované souvislosti mezi symptomatickými projevy a provedenými diagnostickými nálezy u jednotlivých sledovaných subjektů. Časový snímek diagnostických dat a měřených údajů sledovaného subjektu nebo sledované skupiny je pak interpretován matematicky pomocí takzvaného komplexního výkonového modelu. Pomocí nastaveného modelu porovnáváme konkrétní informace a data získaná měřením u sledovaného subjektu s daty standardů nebo norem stanovených pro jednotlivé sledované veličiny, u kterých je následně prováděna korekce vůči datům získaným od kontrolní skupiny osob. V rámci sledované skupiny byl zvláště sledován vybraný subjekt, u nějž byly sledovány výraznější symptomatické projevy a diagnostické příznaky stavu vzniklého mikrokontaminací nebezpečných psychoaktivních látek nebo různých chemických látek a jejich směsí. U sledovaného subjektu se objevovaly následující symptomatické projevy:

- kolísání výkonnosti organismu od pocitu únavy po pocit nevyčerpatelnosti zdrojů
- svalový tonus přecházející v hypertonické kontrakce
- krátkodobé výpadky a ztráty vědomí v souvislosti se křečovými stavy srdeční činnosti a krevního tlaku
- nestabilita srdečního rytmu, srdeční arytmie a kolísání krevního tlaku
- respirační nedostatečnost
- psychická nestabilita a vedoucí až k disociacím
- kolísání optické rekognice a snížená schopnosti orientace v prostoru

Rizika zdravotních následků

V současnosti je nejzásadnější otázkou, zdali je možné škody způsobené metamfetaminem na nervové soustavě napravit či nikoliv. Odpověď je nejistá a lze kalkulovat pouze s nutností absolutní abstinence, neboť v průběhu vlivu metamfetaminu na mozek byl organismus ovlivněn jak biochemicky, tak fyziologicky. Mozek se přizpůsobil vyššímu stupni aktivity během chemické stimulace a zrychlení a znásobení biochemických reakcí bude potřebovat čas na návrat do normálních hodnot. Ale v principu lze očekávat úspěch. Z fyziologického pohledu už pravděpodobnost návratu k původním hodnotám nemusí být tak vysoká. Ačkoliv mikrodávka není takovým rizikem pro nervovou soustavu z důvodu buněčné smrti jako běžné „pouliční“ dávky, stále záleží na místě postižení. Pokud dojde k poškození nervových buněk mozku tam, kde lze toto poškození kompenzovat z jiných zdrojů, lze předpokládat možnost návratu k původnímu stavu v řádu měsíců. Pokud ale byly poškozeny specializované nervové buňky bez možnosti zastoupení, bude návrat k původnímu stavu obtížný či nemožný.

Zatím byly identifikovány tři možné cesty poškození mozkové činnosti při dlouhodobém užívání metamfetaminu a není důvod předpokládat, že by neplatily i pro mikrodávky:

- akutní změny výměny neurotransmiterů
- přeprogramování odměnového systému
- přímá buněčná smrt

Ve výše popsaném případě byly pozorovány první dva způsoby ovlivnění postiženého a lze proto očekávat i výskyt důvodu třetího, i když pravděpodobně v menší míře než u běžného uživatele gramových dávek metamfetaminu.

Dlouhodobá expozice organismu metamfetaminem vede k přizpůsobení nervových přenašečů i receptorů. Protože právě tento systém přenosu informací uvnitř mozku je odpovědný za tvorbu nálad či emocí, chronické předráždění vede k popsaným symptomům jako je nespavost, deprese, podrážděnost, zlost, apatie, úzkost apod. Pro následnou terapii je podstatné, že metamfetamin nezasahuje neurony jako takové – ty zůstávají neporušené. Výrazným

způsobem je však zasažen přenos informací mezi nimi. U některých postižených to trvá týdny, u jiných až 18 měsíců, než dojde k nápravě stavu (Buddy, Fogoros, 2018).

Asi nejvýznamnější je poškození odměnového systému mozku, který se nachází ve frontálních lalocích, nucleus accumbens a ventrální tagmentalní oblasti. Chronická otrava metamfetaminem způsobuje nárůst hladiny cytokinů v mozku. Ty, kromě jiného, způsobují i nárůst počtu nervových synapsí v mozku. Platí přímá úměra – čím častěji metamfetamin působí na mozek, tím více cytokiny podporují vznik dalších synapsí, které přenášejí vzruchy zvýšené mozkové aktivity. Tyto změny zůstávají obvykle permanentní. Narušený odměnový systém je zodpovědný za sníženou sexualitu, problémy se soustředěním na pracovní nebo sportovní výkon, bažením po droze (*cravingem*) apod. To se po přerušení přísunu metamfetaminu může projevit zvýšením touhy po náhradním uspokojení – touze po alkoholu, cukru, kofeinu, zvýšené sexualitě atd. Posledním významným následkem je přímá buněčná smrt v postižených oblastech mozku zodpovědných za sebekontrolu, zejména čelní lalok, nucleus caudatus a hipokampus. Poškození těchto oblastí se manifestuje zejména psychózami, schizofrenií až demencí u přímých „pouličních“ uživatelů gramových dávek. Bohužel tyto mozkové buňky nemají náhradu a jejich poškození je obvykle permanentní. U motivovaných postižených toto lze korigovat úmyslnou změnou vzorců chování při dobré spolupráci zejména s blízkými osobami, pokud budou postiženému ukazovat nové vzorce chování a pomáhat mu je fixovat. To si však vyžaduje obrovskou trpělivost z obou stran, která už však po tak dlouhé době intoxikace i následné terapie bývá obvykle vyčerpána.

Epizody hypertonických kontrakcí u sledovaného subjektu vedly výzkumný tým ke kauzálnímu spojení s technikou *Tension & Trauma Release Exercise*, kdy skrz přirozený třes těla lze zklidnit předrážděný nervový systém a navodit opět vyváženost organismu. Tím lze efektivně eliminovat primární, fyzickou, fázi intoxikace. Jako vhodný způsob zpracování následné mentální fáze se ukázala hypnoterapie, kdy usnadněním komunikace mezi vědomím a podvědomým sledovaného subjektu došlo nejen k definitivnímu odstranění hypertonických epizod, ale i zlepšení psychického stavu. Následná medikace antipsychotiky v různých dávkách stabilizuje psychiku sledovaných subjektů, avšak o vyléčení se nedá v žádném případě mluvit. Vhodným fyzickým cvičením se podařilo u sledovaných subjektů stabilizovat tělesný stav, kdy v některých momentech docházelo k rozvoji nechutenství až neochoty přijímat potravu (metamfetamin je používán jako léčivo snižující chuť k jídlo) a zároveň masivnímu úbytku tělesné hmotnosti díky řadu dní přetrvávajícímu tremoru. Zároveň umožňovalo i stabilizaci psychiky nutností soustředit se na provedení jednotlivých cviků. V neposlední řadě se projevil i pozitivní vliv na celkovou detoxikaci organismu.

Přirozený pohyb je nedílnou součástí všech fyziologických funkcí lidského organismu. Optimální činnost svalového aparátu pomáhá především krevnímu i lymfatickému oběhu a kvalitnímu trávení, resp. vylučování. Zvýšená fyzická zátěž navyšuje intenzitu metabolismu a tím i výměnu látek v těle. Prohlubuje se a zrychluje dýchání, narůstá tělesná teplota, a proto se výrazně zvyšuje pocení. Vhodný pohyb tedy intenzivně podporuje všechny přirozené očistné funkce lidského těla.

Pro optimální činnost svalového aparátu lze jednoznačně doporučit funkční cvičení. Pro tělo správné pohyby, resp. cviky jsou dané funkční anatomií. Pro každodenní zdravotně kondiční cvičení se ukázal jako vhodný minimalistický program s využitím vlastní váhy a jednoduché zátěže v podobě malých činek nebo odporových gum.

Z hlediska nápravy poškozených mozkových struktur je zajímavá studie katedry psychologie Centrem pro výzkum závislosti Temple University (2010), zaměřené na nápravu mozkových struktur u uživatelů běžných rekreačních drog (marihuana, MDMA, metamfetamin). Uživatelé metamfetaminu, abstinující 6 měsíců, vykazovali nízké skóre v motorických dovednostech, verbálním vyjadřování i psychologických testech ve srovnání s osobami, které nikdy metamfetamin nepožili. Po 12-17 měsících se jejich schopnosti zejména v oblasti motorické a verbální zlepšili na úroveň shodnou s referenční skupinou. Stále však byli vystaveni většímu riziku psychických obtíží v podobě depresí, apatie nebo agrese (NIDA, 2013).

Závěr

Můžeme tedy konstatovat, že schopnost nápravy škod na fyzickém i psychickém zdraví se liší případ od případu. U obdobného případu jako je výše uvedená případová studie lze v období
6-12 měsíců od posledního významného kontaktu s metamfetaminem očekávat:

- zlepšení aktivity neurotransmiterů v oblastech mozku odpovědných za vytváření osobnosti
- normalizace funkce neuroreceptorů a přenašečů
- zlepšování stavů deprese a podrážděnosti
- stabilizace emočních výkyvů a změn nálad
- zlepšení pozornosti a soustředění
- zlepšování stavů nočních můr a děsů
- zmírnění neuróz

Jako problém lze předpokládat porušení odměnového chování, zejména díky poškození fasciculus retroflexus a ventrální tegmentální oblasti. U konkrétního sledovaného subjektu lze sledovat volní procesy podporující neurogenezi a stimulaci postižených oblastí, kdy silná sebekontrola sledovaného subjektu drží postiženého dál od všech známých zdrojů psychoaktivních látek. Narušené centrum odměnového chování se však projevuje obtížně zvladatelným zvýšením aktivity v jiných oblastech.

Závěrem lze říct, že jakkoliv perfektní je práce s osobními ochrannými prostředky, i jen nanogramy metamfetaminu mohou ovlivnit mozek přítomných ve vzdálenosti dosud považované za bezpečnou. Postupná senzibilizace přináší plíživé problémy, které si ovlivněný uvědomí, až když je pozdě. Proto je důležité omezit kontakt s psychoaktivními látkami na minimum (tj. max. 1x měsíčně) a dbát striktně na bezpečnost dopravy a skladování. Dokonce i nanodávky vyskytující se na oblečení nebo v prostředí uživatelů jsou vysoce rizikovým místem při dlouhodobém styku.

Literatura

BUDDY, T.; FOGOROS, N. T. *Brain Recovery After Stopping Metamphetamine* [online]. 2018 [cit. 2019-01-17]. Dostupný z: https://www.verywellmind.com/brain-recovery-possiblefor-meth-users-67583.

LEHMERT, K.; HAMPLOVÁ, N. Copping a Meth. *CBRNe World*. 2018, issue October. ISSN 2040-2724

LEHMERT, K.; HRACHOVEC, M. Kontaminace obcí po nelegální výrobě metamfetaminu. In: *Sborník konference "Quo Vadis, bezpečnost měst a obcí v ČR?*". Praha: IVS, 2017. ISBN 978-80-86976-47-1.

NATIONAL INSTITUTE ON DRUG ABUSE. *What are the long-term effects of methamphetamine abuse?* [online]. Bethesda, Maryland, updated September 2013 [cit. 2019-01-17]. Dostupný z: https://www.drugabuse.gov/publications/researchreports/methamphetamine/what-are-long-term-effects-methamphetamine-abuse.

ZÍKA, J. *Fenomén hypnóza*. Praha: Nakladatelství XYZ, 2011.

Corresponding author

Karel Lehmert, Ph.D.; CBRNe Forensic Sampling Laboratory – VAKOS XT, Pernerova 28a, 186 00 Prague, Czech Republic; e-mail: lehmert@cbrn.cz

Dedikace

Předběžné výsledky publikované výše byly zjištěny v průběhu řešení projektů financovaných Ministerstvem vnitra ČR (projekt VH20182019031 „Omezení zdravotních následků v místech nelegální výroby narkotik“ a Ministerstva průmyslu a obchodu ČR (projekt FV TRIO 30483 “Minimalizace vlivu residuální kontaminace po nelegální výrobě narkotik na zdraví člověka“.

Vzorová citace

LEHMERT, Karel ...[et al.]. Rizika pracovní expozice mikrodávkou metamfetaminu. *Časopis výzkumu a aplikací v profesionální bezpečnosti* [online]. 2019, roč. 12, speciální č. Nové trendy v BOZP 2019. Dostupný z: https://www.bozpinfo.cz/josra/rizika-pracovni-expozice-mikrodavkou-metamfetaminu. ISSN 1803-3687.

Autor článku:
Ing. Karel Lehmert, Ph.D.
Nikola Hamplová
Ing. Martin Röhrich
Roman Štědrý
Martin Zvonař
Martin Doležal
Kamil Polák