

612.0171.018:159.944:612.766.1:355.713:355.58

HORMONÁLNÍ ODEZVA PŘI MODELOVÉ ZÁTĚŽI NA REŽIMOVÉM VELITELSKÉM STANOVIŠTI CO

Pplk. MUDr. Peter BEDNARČÍK, CSc., MUDr. Miloslava HORSKÁ, CSc.,
plk. prof. MUDr. Karel MARTINÍK, DrSc., mjr. MUDr. Jiří CHALOUPKA, CSc.
Vojenská lékařská akademie J. E. Purkyně, Hradec Králové
(rektor: plk. prof. MUDr. Josef Fusek, DrSc.)

Úvod

Sledování bylo zaměřeno na hodnocení biochemických, psychologických a fyziologických ukazatelů reakcí organismu při dlouhodobém plnění úkolů na velitelských stanovištích civilní obrany (dále CO).

Znalost souvislostí zdravotního stavu a výkonnosti s životními podmínkami je jedním z předpokladů úspěšného zvládnutí činnosti v extrémních podmínkách (12). Na základě současných znalostí lze konstatovat, že jak krátkodobý, tak zejména dlouhodobý pobyt (dny, týdny) člověka ve stavbách, typu krytů CO patří k náročným životním situacím vyvolávajícím řadu specifických i nespecifických reakcí organismu (14). Ty mohou narušit vnitřní integritu organismu do té míry, že se jejich patofyziologické působení může projevit změnami biochemických, psychologických i fyziologických ukazatelů.

Pobyt a práce člověka v zařízeních krytů CO nutí člověka k mimořádnému vypětí sil, k maximální aktivizaci psychických funkcí. Radikální změna způsobu života vede k vyhocení rozporů mezi jeho subjektivními předpoklady a objektivními požadavky na interakci s nově vzniklým "životním prostředím". Vedle vlastního působení katastrofické situace, pobytu a práce ve specifickém prostředí krytů se za těchto situací mohou uplatňovat i vlivy zevních faktorů a nox, jaké představuje např. ionizující záření, změny teploty, chemické noxy, hluk.

Hormonální a metabolická podstata změn probíhajících v organismu za akutní zátěžové situace je v současné době již relativně dobře známá. Nej přesnějším indikátorem

akutního stresu je hladina ACTH. Druhým indikátorem je hladina glukokortikoidů, u člověka kortizolu.

Poměrně méně jsou prozkoumány změny, které vznikají při chronickém nebo opakovaném účinku, změny, které vedou ke stavu adaptovanosti. Stupeň adrenokortikální i adrenomedulární odpovědi i čas potřebný k dosažení adaptace závisí nejen na intenzitě a charakteru stresu, ale i na tom, jak se organismus vyrovná s emocionální komponentou (17, 14).

Základní charakteristikou adaptace v hypofyzo-adrenální systém je podle klasické koncepce snižování sekrece ACTH a kortikoidů při opakovaném působení stresu (17). Tato adaptace však nenastává vždy a při různých formách stresu má různou intenzitu, někdy vede opakované působení stresu k úplnému vymizení reakce, jindy jen k jejímu oslabení a jindy nedojde k adaptaci vůbec. V některých experimentálních uspořádáních je endokrinní a metabolická adaptace evidentní již po třetím opakování stresu. Metabolická reakce na stres také výrazně závisí na denní době, ve které stres působí (6, 16). Podstatné je to, že denní rytmus intenzity stresové odpovědi má stejný průběh jako reaktivita na ACTH, nastává tedy adaptace patrně na adrenální úrovni. Při opakování stresu závisí metabolická a hormonální reakce výrazně na době, která mezi jednotlivými stresy uběhla (12); je-li kratší než 60 minut, reakce se na superponovaný stres oslabuje, nikoliv však při intervalech delších. Po určitou dobu po působení prvního stresu zřejmě nastává jistý stupeň adrenokortikální refrakternosti, který není závislý na ACTH.

Klasickou koncepcí oslabování stresové reakce hormonální i metabolické při opakovaném působení stresu je tedy třeba podle novějších nálezů modifikovat. Rozhodně není jediným možným průběhem reakcí na opakovaný stres. Při mírných formách psychologického stresu lze dokonce pozorovat zvýšení hladin ACTH a glukokortikoidů při opakovaných stresech a mluví se o facilitačním působení prvního stresu na další stresové reakce hypofýzy a kůry nadledvin (13, 15). Mezi první a nejcharakterističtější z fyziologických neuroendokrinních změn, ke kterým dochází v organismu za stresového vlivu zevních faktorů, je zvýšení aktivity sympatického nervového systému a tím i sekundární zvýšení sekreční aktivity dřeně nadledvin. Hodnocení hladin katecholaminů v tělních tekutinách je základním parametrem hodnocení nejen vlastní aktivity sympatoadrenálního systému, ale odezvy organismu na stresovou zátěž, ať již z hlediska stresu akutního, chronického či opakovaného (2, 17).

Mimo literaturou klasicky uváděných změn sekrece a uvolňování adrenalinu a noradrenalinu dochází dále ke zvýšené sekreci dopaminu. V počátečních fázích stresu je vzrůst hladiny dopaminu v plazmě ovlivněn především dřeně nadledvin, v pozdějších fázích pak periferním sympatikem. Cirkulující dopamin je převážně ve formě transportního sulfátu, reprezentujícího přímý prekurzor noradrenalinu (4).

Aktuální hladina katecholaminů v plazmě a moči může být za stresu odrazem změn v syntéze katecholaminů, v jejich sekreci a uvolňování, změn chemicko-fyzikálních kvalit receptorů, ale mimo to i odrazem změn degradace katecholaminů. Ve vzájemné interakci biogenních aminů a glukokortikoidů participují glukokortikoidy významně na regulaci dlouhodobé produkce katecholaminů.

Vzestup hladin katecholaminů, zejména během počáteční poplachové fáze stresu, má svůj odraz i v periferním metabolismu.

Cílem experimentu bylo ucelené sledování simulující náročnou mentální a psychomotorickou zátěž na režimovém pracovišti v podmínkách časového stresu i částečné spánkové deprivace a expozice hluku s nutností rychlého a správného rozhodování.

Při řešení této práce byly experimentálně vytvořeny simulované podmínky pobytu a práce skupiny osob v krytu CO při působení hlukového faktoru s cílem monitorovat základní ukazatele specifické i nespecifické odezvy organismu, exkreci dopaminu, adrenalinu a noradrenalinu močí.

Metodika a výsledky

Sledování bylo prováděno u 6 mužů, absolventů medicíny, ve věku 24 let. Jako experimentální modelová simulace podmínek krytu CO byla užitá klimatizovaná komora s odhlučněním.

V průběhu experimentu se pravidelně šestnáctkrát opakovaly 4hodinové cykly A a B systémem 1A, 2B, 3B, 4A, 5B, 6B...tak, že závěrečný 16. cyklus byl A. První cyklus začínal ve 22. hodin. Od 10. cyklu, mimo dobu odpočinku, byly sledované osoby exponovány hluku 75

dB(A). Pravidelný stravovací režim byl zabezpečen základními stravovacími dávkami.

Cyklus A

5 min - test struktury psychického stavu
5 min - taping test
20 min - test představitosti a pozornosti
1 h - psychotesty
10 min - příprava na měření EEG a R-R
10 min - EEG a R-R
10 min - ortoklinostatické vyšetření
10 min - tremorometrie, stabilografie
5 min - test struktury psychického stavu
1 h 45 min - odpočinek

Cyklus B

5 min - test struktury psychického stavu
5 min - taping test
20 min - test představitosti a pozornosti
1 h 25 min - psychotesty
5 min - test struktury psychického stavu
2 h - odpočinek

Stanovení katecholaminů

Moč k vyhodnocení exkrece katecholaminů byla sbírána ve 4hodinových intervalech odpovídajících cyklům A a B. Hladina dopaminu a společná hladina adrenalinu a noradrenalinu byly stanovovány radioenzymaticky, soupravou REA-CATECHOLA výrobce ÚV VVR Praha.

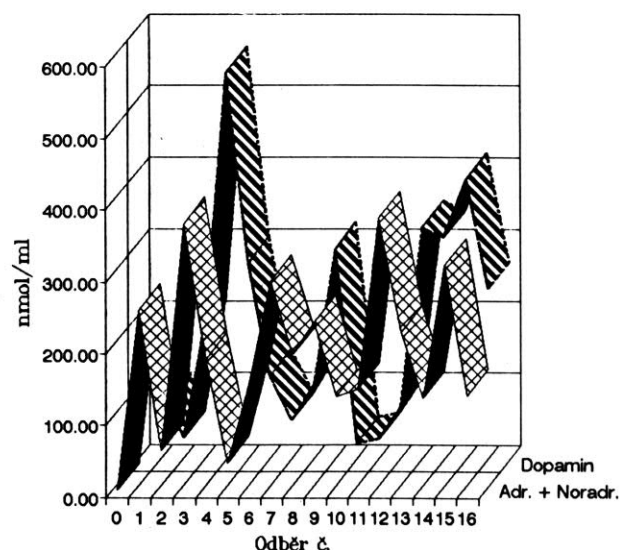
Množství dopaminu vylučovaného v jednotlivých cyklech sledování se pohybovalo při horní hranici fyziologického rozmezí.

Nad tuto hranici vystoupilo ve 4. a 13. - 16. cyklu. K maximální exkreci došlo ve 4. cyklu, pokles exkrece dopaminu se projevil zejména mezi 10. - 12. cyklem.

Exkrece adrenalinu a noradrenalinu probíhala v pulzních rytmech s maximy vlnových vrcholů v 1., 3., 7., 9., 12. a 15. cyklu.

Minimální hladina v průběhu expozice byla zjištěna v 5. cyklu (tab. I, graf I).

Exkrece katecholaminů



Graf I

Tabulka 1

Exkrece dopaminu, adrenalinu a noradrenalinu před sledováním a v jeho průběhu (nmol/ml)

Odběr č.	Adrenalin+ Noradrenalin		Dopamin	
	prům.	STD	prům.	STD
0	10.6	4.13	105.4	79.77
1	261	212.14	127	92.66
2	65.7	50.76	46.2	76.15
3	380.8	631.63	205.6	237.18
4	193	272.74	554.5	908.59
5	49	35.69	289.2	533.46
6	161	64.72	131.2	59.74
7	300.4	146.32	71.4	36.96
8	199.4	208.23	120.2	193.9
9	244	193.79	309.2	194.1
10	141.6	98.2	38	45.35
11	151.2	175.47	44.5	43.72
12	389.2	348.45	89.8	59.59
13	229.8	200.48	339.3	396.52
14	138.6	82.28	326	192.13
15	324	280.8	406.5	316.5
16	142.6	74.48	254	227.35

Diskuse

Stres je chápán jako odpověď organismu vyvinutá v průběhu fylogeneze na fyzické nebo psychické vlivy, jež skutečně, nebo zdánlivě ohrožují jeho intenzitu. K psychickému, emocionálnímu stresu může docházet vlivem různých typů situací. Jako stresující faktor může působit například přemíra informací, které člověk má v limitovaném časovém termínu zpracovat při současném požadavku na zvýšenou pozornost. Stejně tak může působit i monotónní práce. Reakce jednotlivých osob na takovéto situace může být různá, výrazně se uplatňuje interindividuální variabilita. Situace, na kterou jeden člověk reaguje stresově, může být jiným pociťována jako indiferentní (8, 10).

K negativnímu vlivu emocí může docházet zvýšenou intenzitou emočních stimulů, ale i naopak nedostatečnou stimulací. Účinek psychické zátěže na organismus koresponduje se změnami v tvorbě a metabolismu látek zprostředkujících interneuronální přenos nervového vzruchu. Na prvním místě mezi ně patří katecholaminy. Katecholaminergní mechanismy se sekundárně zapojují do regulačních neuroendokrinních vztahů a podílejí se na řízení sekrece dalších hormonů. Je známo, že stresové situace spojené se stavem úzkosti a strachu vedou převážně k vzestupu hladin adrenalinu (2, 5, 16, 18).

Za fyziologických, klidových podmínek probíhá sekrece katecholaminů v průběhu dne i noci v četných nepravidelných sekrečních pulzech s rozdílnou amplitudou. Vlny jsou vyvolávány, podobně jako u jiných hormonů,

spontánní periodickou neurogení aktivitou na úrovni extrahypotalamické i hypotalamické. Plazmatické i močové hladiny jednotlivých katecholaminů jsou v průběhu noci i spánku nižší. Spánkem podmíněné sekreční vlny jsou ploché a jejich vztah k REM a nonREM fázím je dosud nejasný. Nejnížší hladiny katecholaminů byly zjištěny těsně před probuzením. V průběhu bdění dochází k četným sekrečním vlnám. Intenzita a frekvence těchto epizod je nejvyšší mezi 9-11 a mezi 15-19 hodinou. Vlivem různých patofyziologických stresových situací dochází k poruchám fyziologického cirkadiálního rytmu katecholaminů, se změnami v četnosti i výši sekrečních amplitud (6, 20, 19).

Při psychické i fyzické zátěži jsou hormonální odpovědi, jejich vliv na energetický metabolismus a konečný efekt ve využití získané energie závislé na řadě faktorů (7, 9). Mezi primární faktory patří intenzita zátěže a doba jejího trvání. Rozhodující vliv má však i stav organismu před zátěží, jako je výživa a stupeň adaptace. U sledované skupiny byly tyto vedlejší faktory téměř eliminovány, věkový rozdíl probandů byl jeden rok a podléhali průběžně stejnému pracovnímu a nutričnímu režimu.

V tomto modelovém sledování došlo k podstatně výraznější reakci v exkreci katecholaminů u dopaminu než adrenalinu a noradrenalinu. Dopamin v moči za 4 hodiny (celkově i za 24 hodin) se pohyboval při horní hranici fyziologického rozmezí, v některých cyklech tato norma byla překročena. Odpovídá to celkové psychické náročnosti a zátěži v průběhu sledování.

Při porovnání exkrece adrenalinu a noradrenalinu v jednotlivých cyklech docházelo k většímu vylučování těchto hormonů v cyklech denních než v nočních hodinách. Patrně se zde jako faktor uplatnil mírný pohyb a příjem stravy v průběhu odpočinku, zatímco v nočních cyklech využívaly pokusné osoby dobu odpočinku ke spánku. Naopak u dopaminu docházelo k vyššímu vylučování v nočních cyklech. Tento výsledek lze považovat za odraz větší psychické zátěže způsobené nejen danou režimovou psychicko-pracovní zátěží, ale i za projev vlivu spánkové deprivace v rámci cirkadiálních poměrů. Výraznost těchto změn dopaminu je především v porovnání s fyziologickým cirkadiálním rytmem sekrece, pro který je typická nižší sekreční aktivita v průběhu noci (6, 11).

Zvýšení sekrece dopaminu mezi 4.-6. cyklem a kompenzace vylučování dopaminu v následujících cyklech představují pravděpodobně projev adaptace sekrece katecholaminů na vícehodinový psychický zátěžový test.

Na náročnou mentální a psychomotorickou zátěž režimové práce na modelovém velitelském stanovišti v simulovaných podmínkách krytu CO reagovala sekrece katecholaminů především na své dopaminergní složce. Tento výsledek dokumentuje, že i přes zvýšenou fyzickou náročnost na organismus při pobytu v extrémních podmínkách převažuje vliv psychického zatížení.

Závěr

V hormonální odezvě organismu charakterizující stresové působení došlo k podstatně výraznější reakci

v exkreci katecholaminu a dopaminu než adrenalinu a noradrenalinu. Dopamin v moči se pohyboval při horní hranici fyziologického rozmezí a v některých cyklech byla tato norma překročena. U dopaminu docházelo k vyššímu vylučování v nočních cyklech. Tyto změny považujeme za odraz psychické zátěže s podílem vlivu spánkové deprivace. Od II. cyklu pozorujeme určitou kompenzaci ve vylučování dopaminu jako projev adaptace na zátěž. Tyto výsledky dokumentují, že hlavní převládající vliv na organismus v modelových podmínkách krytu CO je vliv psychického zatížení.

Souhrn

Cílem práce bylo sledovat hormonální odezvu organismu v podmínkách činnosti řídicího štábu na velitelském stanovišti CO. V našem modelovém sledování jsme simulovali u 6 osob uzavřených v přesně určeném prostoru náročnou mentální a psychomotorickou práci, která měla nahradit velitelsko-organizační práci štábu. Současně jsme uzpůsobili režim práce sledovaných osob tak, jak jej lze předpokládat ve skutečných podmínkách, tj. s částečnou spánkovou deprivací a v druhé půli sledování s přidáním dalšího rušícího a stresujícího faktoru - hluku. V průběhu celého sledování jsme hodnotili exkreci katecholaminů v moči.

Literatura

1. DAUGHADAY, W. H. - HERINGTON, A. C. - PHILIPS, L. S.: The regulation of growth by endocrines. *Ann. Rev. Physiol.*, 37, 1975, s. 211-244.
2. JOHANSSON, G.: Examination stress affects plasma levels of hormones, differently in females and males. *Psychosom. Med.*, 49, 1987, č. 3, s. 313-396.
3. KAWAY, T.: Clinical aspects of the plasma proteins. Igaku Shoin Tokyo - Springer, Berlín 1973. 112 s.
4. KOJ, A.: Hormonal regulation of synthesis of acute phase reactant in the liver. Bratislava 1973, 93 s.
5. KROHN, H. W.: Achievement, stress and anxiety. New York, McGraw Hill 1982. 217 s.
6. KUCHEL, O. - BUU, N.T.: Circadian variations of free and sulfo-conjugated catecholamines in normal subjects. *Endocrine Res.*, 11, 1985, č. 1, s. 17-25.
7. MARTINÍK, K. - OPLTOVÁ, L. - VOPLATEK, V.: Změny vybraných biochemických ukazatelů při krátkodobé hlukové zátěži. In: Sbor. věd. prací VLVDÚ JEP Hradec Králové. 93. Hradec Králové. 1983, s. 239.
8. MARTINÍK, K. - VOPLATEK, V. - OPLTOVÁ, L.: Nespecifická odpověď organismu na zvukovou zátěž. *Čs. Hyg.*, 30, 1985, č. 6, s. 321-333.
9. MARTINÍK, K. - OPLTOVÁ, L.: Human nonspecific response to sound stimulation. *J. Hyg. Epidem. Microbiol. Immunol.*, 30, 1986, č. 2, s. 139-144.
10. Martiník, K. et al.: Nespecifická odpověď organismu na zvukovou stimulaci. Sborník věd. prací VLVDÚ JEP Hradec Králové. 106. Hradec Králové 1988, 5 s.
11. MARTINÍK, K. - OPLTOVÁ, L. - VOPLATEK, V.: Nespecifické působení hluku na organismus. *Acta hyg. epid. microbiol.*, 1988, příl. č. 19, s. 14-15.
12. NEŠPOR, K.: Zátěžové životní události. Prevence možných negativních důsledků. *Čas. Lék. čes.*, 124, 1985, s. 1537 - 1541.
13. NICOLLOFF, J. T. - FISHER, D. A. - APPLEMAN, M. D.: The role of glucocorticoids in the regulation of thyroid function in man. *J. clin. Invest.*, 49, 1970, s. 1922-1929.
14. PARY, R. et al.: Post-traumatic stress disorder in Vietnam veterans. *AFB*, 1988, č. 2, s. 145-150.
15. PETRYKOWSKI, W. et al.: Urinary free T4 and T3 in healthy infants and during noise exposure. *Hormone Res.*, 16, 1982, s. 56-60.
16. PLUTO, R. - BURGER, P.: Die physiologische Variabilität der plasma - catecholamine. *Klin. Wochenschr.*, 64, 1986, č. 5, s. 625-632.
17. SCHREIBER, V.: Stres. Praha, Avicenum 1985. 383 s.
18. ŠPERLINGOVÁ, I. - DABROVSKÁ, L. - FUCHS, A.: Biochemické hodnocení mentální zátěže u různých profesí. *Pracov. Lék.*, 40, 1988, č. 6, s. 262-264.
19. VESELKOVÁ, A. - BRODAN, V. - HONZÁK, R.: Účinek psychologického stresu na hladiny plasmatických katecholaminů a vliv působení betablokátorů. *Čas. Lék. čes.*, 122, 1983, č. 40, s. 1227-1229.
20. Weitzman, E. D. - Boyar, R. M.: The relationship of sleep and sleep stages to neuroendocrine secretion and biological rhythms in man. *J. hum. Stress*, 5, 1979, č. 1, s. 44-49.

Klíčová slova: Psychická zátěž; Hluk; Hormony.

Do redakce došlo 8. 3. 1993