

613.67:613.647[:538.56]:616.831-072.7

VLIV PRÁCE S CENTIMETROVÝMI ELEKTROMAGNETICKÝMI VLNAMÍ (RADAR) NA CNS U VOJÁKŮ PODLE NAŠICH ZKUŠENOSTÍ

Podplukovník MUDr. Jaroslav SVAČINA
Neurologické oddělení Ústřední vojenské nemocnice v Praze
náčelník plk. MUDr. František PLESKOT

Ultravysokofrekvenční elektromagnetické vlny zaujímají v spektru rádiových vln rozsah o frekvenci 1000—30000 mHz, což odpovídá vlnové délce 30—1 cm. Zvýšený zájem o účinky těchto vln se datuje od dob II. světové války, kdy byl objeven radar. Protože obsluha radarových zařízení pracuje s ohromnými energetickými zdroji, vyskytovaly se již v roce 1943 mezi těmi, kteří obsluhovali v průběhu II. světové války radarové

vysílače a přijímače, domněnky o škodlivosti paprsků vysílaných těmito přístroji. Mohou přý způsobovat poruchy kožní, alopecii, potíže oční a sterilitu.

Aby prověřili oprávněnost těchto podezření, prováděli Daily⁽¹⁾ i další autoři již koncem světové války rozsáhlá zdravotnická šetření mezi personálem, který obsluhoval radarové přístroje, aniž mohli prokázat jakékoli změny, které by se

daly připsat účinku těchto vln, ať už běží o obraz krevní, změny kožní a vlasové a účinek na potomstvo. Rovněž experimentální práce prováděné na zvířatech neukázaly tehdy patologické změny. Tyto výsledky na čas uklidnily obavy radarových techniků, protože dovolovaly závěr, že nehrozí nebezpečí při práci s potenciály, tehdy používanými. Avšak počínaje rokem 1945 byla podstatně zvyšována síla vysílačů, a proto znovu vstoupil do popředí pozornosti zdravotníků a radarových techniků problém škodlivosti těchto paprsků. A tak byla zahájena celá řada výzkumných prací, které jsou v podstatě dvojího typu. Jsou to jednak experimentální práce, které zkoumají biologické účinky centimetrových vln a jednak práce, které se zabývají sledováním zdravotního stavu pracovníků s radarem.

Jaký je stav našich dnešních znalostí. Biologický účinek centimetrových vln závisí na intenzitě pole. Obecně se udává, že nejcitlivějším orgánem u člověka je nervová soustava. Pokud jde o vliv na jiné orgány, není zde jednotného názoru a výsledky si odporují. Popisuje se vliv na srdeční a cévní systém (zvýšení krevního tlaku, zvláště diastolického, změny na ekg), změny v krevním obraze, vliv na reprodukční systém, štítnou žlázu, aktivitu enzymů, ojediněle byly popsány katarakty.

Pokud jde o nervovou soustavu, jsou popisovány funkční poruchy CNS charakteru neurastennických obrazů se symptomatologií vegetativní. Lehce vyjádřené organické změny ložiskové s obrazem pseudoneurastenie jsou uváděny vzácněji, výjimečně až s přechodem v encefalopatii s příznaky pyramidovými, extrapyramidovými a vestibulocerebelárními. Na eeg se popisují útlumové projevy jako různá stadia spánkové aktivity, méně často patologické projevy, např. epizodická aktivita charakteru epilepsie nebo fokální nálezy. Názory klinických pracovníků se značně různí, někteří podceňují vliv centimetrových vln na nervový systém, jiní naopak jej zdůrazňují a nechybí ani popisy závažných organických změn CNS (Klimková-Deutšchová^(2, 3), Šercl a spol.⁽⁴⁾).

Pokud jde o mechanismus účinku centimetrových vln na živou hmotu, byl zatím shodně prokázán tepelný účinek mikrovln. Narazí-li elektromagnetické pole na tělo, které má elektrické vlastnosti jiné, změní se vlnová délka, část energie se od těla odrazí a část vniká dovnitř a při pohlcení energie v organismu vzniká teplo. Po této stránce se ukázaly nejnebezpečnější mikrovlny o vlnové délce kolem 10 cm, tzv. pásmo S, protože k maximální tvorbě tepla dochází asi 1 cm pod povrchem, kde jsou tkáně nedostatečně chlazeny krví a kde je málo nervových zakončení. V tomto případě tedy organismus není varován před nadměrnou expozicí, jako je tomu např. u třicentimetrových vln (pásmo X), kdy se energie absorbuje jen nepatrně pod povrchem těla a stimuluje kožní senzitivní receptory. Toto je jeden z účinků, který však nestačí k tomu, aby vysvětlil všechny změny organismu. Proto se předpokládá ještě jiný, a to netepelný efekt

mikrovln, o jehož mechanismu se ví velmi málo. V organismu jsou molekuly, které se chovají jako elektrický dipól. V elektrickém poli se molekuly orientují a natočí se nesouhlasnými póly k sobě. Je-li toto pole střídavé, mění stále tyto molekuly orientaci. Dále bylo zjištěno, že elektromagnetické pole ovlivňuje koloidy. V poli o určité intenzitě a kmitočtu dojde k jevu řetězení v koloidním roztoku. V živé části organismu nastává tak orientace a vynucení pohybu určitým směrem kolmo na siločáry. Jiné názory nedošly zatím obecnějšího uplatnění.

Vlastní materiál

Vyšetřili jsme celkem 50 pracovníků s radarem, z toho 40 techniků a 10 operátorů. Všichni byli vyšetřeni podrobně neurologicky, u 36 bylo provedeno vyšetření eeg (celkem 42 záznamů), věk se pohyboval od 20 do 40 let, největší počet vyšetřovaných byl ve věkové skupině 20–25 let. Doba expozice od 6 měsíců do 6 let. Z operátorů jsme hodnotili jen ty, kteří pracovali na vlnové délce v rozsahu 3–10 cm, často kombinovaně na několika délkách.

Abychom si ověřili výši rizika, provedli jsme u vojenského útvaru 8021 v Pardubicích v pojezdové laboratoři řadu měření. Na pracovních místech uvnitř laboratoře byly naměřeny hodnoty od 0,0–0,8 mW/cm². Střední hodnota byla 0,2 mW/cm². [Za poskytnutí technických údajů a cenné připomínky děkujeme pplk. dr. Jiřímu Štverákovi.] Největší intenzity elektromagnetické energie byly naměřeny na pracovním místě technika, který při práci je tudíž vystaven maximálnímu účinku. Průměrná pracovní doba techniků ve vysokofrekvenčním poli je závislá na charakteru závady radiolokační stanice a je ovlivňována intenzitou výcviku. Po dobu několika měsíců byl denně zaznamenáván pracovní čas některých techniků ve vysokofrekvenčním poli. Údaje u jednotlivých pracovníků se pohybovaly v průměru od 2,4 do 3,4 hod. denně. Intenzita záření tedy překračovala sovětské normy, které byly přijaty i u nás a které pro dvouhodinovou práci stanoví 0,1 mW/cm² a pro práci delší než 2 hodiny 0,01 mW/cm². Na ostatních pracovištích toto proměřování nebylo prováděno, je však možno předpokládat, že pracovní riziko je přibližně stejné zvláště tam, kde je používáno stejného typu radiolokačních přístrojů.

Z celkového počtu 50 pracovníků udávalo 26 vyšetřených obtíže převážně neurastennického charakteru. 9 vyšetřených udávalo různé příznaky vázané časově na dobu expozice. Ve 29 případech jsme našli neurotickou a vegetativní symptomatologii v objektivním nálezu, ve 3 případech jsme našli drobný organický nálezu neurologický (nystagmus, asymetrie reflexů břišních a šlachových, změny na zornicích).

Subjektivně udávali nejčastěji bolesti hlavy, zvláště na konci směny, únavu, ospalost, těžké sny, poruchy koncentrace, méně často poruchy sexuální, ojediněle jsme zaznamenali anxiózně

depresivní stav, dreamy states a 1× epileptický paroxysmus v anamnéze, který nebyl potvrzen elektroencefalograficky. Zajímavé jsou některé příznaky, které někteří pociťují během práce ve vysokofrekvenčním poli zvláště při větším zatížení. Jsou to pocity tepla v rukou a obličeji při práci na anténě, bolesti v kloubech vystavených záření, líčené jako bolesti revmatické, brnění prstů, bolesti hlavy a v očích, pocity ospalosti a únavy. V několika případech udávali po větší zátěži nápadnou žízeň v noci spojenou s nespavostí. Tyto obtíže přicházely po práci s radiolokačními přístroji uvnitř místnosti, kde dochází k odrazu vln a riziko je zřejmě větší, nikoli po práci s týmiž přístroji venku na volném prostranství.

Eeg. vyšetření jsme provedli u 36 osob (celkem 42 záznamů). Zcela normální záznam jsme našli 15× (v 33 %). 21×, tj. v 50 % jsme viděli spánkovou aktivitu převážně povrchní, v jednom případě až třetího stadia, v jednom případě kombinaci spánkové aktivity se zvýšenou hyperventilační odpovědí, jak to vidáme u spasmofilie. Ve zbylých čtyřech záznamech jsme našli dispersní theta vlny, převážně v předních partích hemisfér a pouze v jednom záznamu ojedinělý výboj ostrých hypersynchronních theta vln.

U pracovníků s radarem nalézáme tedy převážně změny funkční s klinickými obrazy v rámci neurastenického syndromu s převahou útlumových projevů nad projevy excitace. Převážně jde tedy o změny reversibilní. Některé drobné organické příznaky centrální, které jsme našli, zatím nemůžeme přesně klasifikovat. Neviděli jsme těžké organické poruchy charakteru encefalopatie. V eeg. obraze jsme viděli velmi časté projevy útlumu ve shodě s jinými autory. Epizodickou aktivitu, charakteristickou pro epilepsie, jsme našli jen jednou, a to ještě málo vyjádřenou. V tomto ohledu zůstává nález vysokého procenta epileptické aktivity v materiálu neurologické kliniky v Hradci Králové nálezem ojedinělým. Podrobnější srovnání našich výsledků s nálezy v písemnictví je obtížné, protože většinou chybí přesné údaje o výši rizika, např. měření intenzity elektromagnetického pole v prostředí ohrožených pracovníků se běžně neprovádí a v domácím písemnictví není uvedeno v žádném případě. Rovněž zde chybí i údaje o expozici ve vztahu v době vyšetření. Tyto faktory nepochybně mohou ovlivňovat výsledky dosažené na různých pracovištích, které se v jednotlivostech vzájemně dosti liší.

Souhrn

Provedeno neurologické a eeg. vyšetření 50 pracovníků s radarem převážně ve věku 20–25 let s dobou expozice 6 měsíců až 6 let.

Všichni byli vystaveni vlnové délce v rozsahu 3–10 cm a pracovali jako technici při opravách přístrojů za chodu. U části vyšetřených byla zjišťována intenzita elektromagnetické energie a nalezeny střední

hodnoty 0,2 mW/cm². Expozice byla v průměru od 2,4 do 3,4 hod. denně.

Z celkového počtu 50 klinických vyšetření udávalo 26 vyšetřených obtíže převážně neurastenického charakteru, 9 vyšetřovaných udávalo různé příznaky, vázané časově na dobu expozice. 29× jsem našli neurotickou a vegetativní symptomatologii v objektivním nálezu, 3× drobný organický nález neurologický.

Ze 42 eeg. záznamů bylo 15 normálních, v 21 případech různá stadia spánkové aktivity, 4× dispersní theta vlny, 1× ojedinělý výboj ostrých hypersynchronních theta vln.

Резюме

Проводилось неврологическое и электроэнцефалографическое исследование у 50 лиц, работающих на протяжении от 6 месяцев до 6 лет с радарными установками. Возраст больных колебался в пределах 20–25 лет. Все обследованные подвергались воздействию электромагнитических колебаний, длиной волн 3–10 см; эти лица работали техниками при ремонте действующих установок. У части обследованных определялась сила электромагнитической энергии; выявленная средняя величина силы энергии равнялась 0,2 мВ/см². Обследованные подвергались воздействию электромагнитической энергии в течение 2,4–3,4 часов в день.

Из общего числа 50 клинически обследованных лиц у 26 человек были выявлены жалобы главным образом неврастенического характера, причем в 9 случаях эти жалобы наблюдались только во время работы. У 29 обследованных автор выявил невротическую и вегетативную симптоматику, в 3 случаях — небольшие органические неврологические изменения.

Среди 42 электроэнцефалограмм 15 было нормальных, в 21 случае наблюдались различные стадии темпоральной активности, у 4 обследованных — дисперсные тета волны, наконец, в одном случае спорадический разряд острых гиперсинхронных тета волн.

Summary

Neurological and electroencephalographic examination of 50 radar workers aged in the majority from 20 to 25 years after an exposure lasting from 6 months to 6 years was carried out.

All examined subjects were exposed to a wavelength ranging from 3 to 10 cm and were employed as technicians performing repairs of the apparatus while in action. In one part of the examined subjects the intensity of the electromagnetic energy was determined, the found mean values amounted to 0,2 mW/cm². The exposure ranged from 2,4 to 3,4 hours daily.

Among the total number of 50 clinically investigated subjects, 26 reported symptoms of mostly neurasthenic character, 9 subjects reported various complaints occurring only during the time of the exposure. In 29 instances physical examination revealed a neurotic and vegetative symptomatology and in 3 instances minute organic neurological signs were noted.

Among 42 EEG records, 15 were normal, in 21 instances various stages of sleep activity were present, 4 records showed disperse theta waves and 1 record a single burst of sharp hypersynchronous theta waves.

Písemnictví

1. Daily L. E.: U. S. Nav. M. Bull. 41, 1050—1065, 1943.
2. Klimková-Deutschová E.: Arch. Gewerbepath. Gewerbehyg. 18, 72—85, 1957.
3. Klimková-Deutschová E.: Prakt. Lék. 38. 579—581, 1958.
4. Šercl M. a spol.: Prac. Lék. 11, 395—400, 1959.