

## Effetti biologici delle onde radar sull'organismo umano

### Parte II

Cap. Med. P. BATTARRA

(già Dirigente il Servizio Sanitario presso la SACA di Sabaudia)

In base alle considerazioni esposte nella premessa \*) sono stati controllati 45 soggetti (tra operatori e meccanici radar) in attività da un massimo di 13 anni ad un minimo di 6 mesi con esposizione giornaliera da un'ora ad otto ore.

Sei soggetti si sono lamentati di cefalea più o meno intensa e persistente, otto di irritazioni oculari con lacrimazione e senso di abbagliamento, sei di disturbi dell'apparato digerente con due casi di ulcera duodenale.

E' stato constatato che gli istruttori addetti ai vari apparati hanno in media un numero di globuli rossi diminuito rispetto alla norma e che tale diminuzione è più spiccata negli addetti agli apparati di maggior potenza.

Detta anemia da onde radar sembra sia imputabile ad una diminuita resistenza globulare degli eritrociti (L. Miro).

Vari sono stati i disturbi di natura neurovegetativa lamentati od obiettivati: astenia, insonnia, cefalea, ronzii auricolari, dermatografismo, labilità dei valori pressori. Sono state anche riferite sensazioni di scariche nei denti piombati.

Per quanto riguarda la crasi ematica altri Autori hanno constatato una trombocitopenia con alterazione della coagulazione del sangue (che resiste anche 4-6 mesi dopo l'allontanamento dai radar), una frequente leucocitosi con diminuzione degli eosinofili e dei linfociti. E' stato constatato inoltre un aumento dell'aminoaciduria.

L'importanza del fegato nel metabolismo delle proteine è legata alla sua funzione di deaminazione degli aminoacidi. Da questo processo di degradazione degli aminoacidi deriva la formazione di ammoniaca che il fegato stesso elimina combinandola prontamente con l'acido carbonico a formare urea, sostanza atossica che viene eliminata attraverso il rene.

Per alterazione di questa funzione si verifica aumento degli aminoacidi non utilizzati nel sangue e nelle urine, diminuzione dell'urea ed aumento dell'ammoniaca. In patologia umana un aumento dell'aminoaciduria si ha nel morbo di Wilson, nell'avvelenamento da metalli pesanti, nella cirrosi epatica, nell'atrofia giallo-acuta del fegato, nell'epatite virale, nel reumatismo articolare acuto.

E' difficile dare una spiegazione dell'ultimo sintomo: rinforzo dell'attività fermentativa e proteinica del fegato, alterazione dell'acido nucleico o diminuito riassorbimento dell'aminoacidità da parte degli epiteli renali. E' da tener presente inoltre che l'aumento dell'aminoaciduria è stata riscontrata in soggetti nella cui anamnesi non si ritrovano precedenti di sofferenza epatica.

L'aumento di temperatura dovuto all'esposizione alle onde elettromagnetiche crea una ipossia dei tessuti con variazioni di azione del sistema degli enzimi. Nel sangue sono stati riscontrati aumento della catalasi e della colinesterasi con diminuzione della betagluconidasi e delle transaminasi. I fattori che influiscono sull'elevazione della temperatura nei tessuti, come risultato della esposizione alle radiazioni di alta frequenza, sono: inten-

\*) Pubblicata negli Atti delle Giornate Mediche delle Forze Armate; Torino, 6-7 giugno 1961.

sità delle radiazioni, frequenza specifica delle stesse, durata dell'esposizione. Gli effetti termici vengono potenziati dalla presenza di metalli nei vestiti e nel corpo.

Imig, Keplinger, Haller ed altri Autori hanno dimostrato che le apparecchiature radar non sono nocive soltanto per gli effetti termici ma che intervengono anche altri fenomeni imputati ad « allineamento molecolare » e che provocano alterazioni biologiche ed istologiche del tutto particolari. Detti fenomeni sono stati particolarmente studiati da Autori americani, russi e jugoslavi.

Vi sono anche radiazioni ionizzanti le cui sorgenti nei radar possono trovarsi nei tubi elettronici dell'apparato ricevente e trasmittente (con emissione di particelle alfa, beta e gamma), nei raggi X prodotti dai generatori (valvole) e nelle emanazioni di materiale radioattivo. Si è esposti a queste radiazioni specie quando vengono eseguite riparazioni alle installazioni radar.

Anche gli effetti delle radiazioni sui testicoli debbono essere presi in considerazione per eventuali disturbi della spermatogenesi e danni malformativi per la discendenza (a tal proposito è interessante notare che nelle famiglie dei sottufficiali controllati a Sabaudia, meccanici radar, si sono avuti tre casi di nati-mortalità e due aborti, senza che vi fossero altre cause conosciute.

Poichè da 6-7 anni si usano apparati radar che erogano intensità di potenza veramente pericolose ed in futuro si avrà una maggiore diffusione di detti sistemi (nell'industria, in medicina, negli usi bellici, nelle comunicazioni, in meteorologia), si desume che il livello massimo ammissibile di  $10 \text{ mw/cm}^2$  sarà difficile da mantenere e che aumenterà il numero dei casi di pericolo se non verranno effettuati controlli intesi a limitare l'esposizione ai livelli consentiti.

Per combattere i disturbi causati dalle radiazioni, in mancanza di una terapia specifica, la cosa più importante è la prevenzione basata su visite preliminari e controlli periodici dei soggetti con l'istituzione di una scheda per ciascuno di essi.

Verrà posta particolare attenzione alle seguenti forme morbide: stati anemici, malattie endocrine, epilessia, sindromi asteniche, disturbi visivi, frequenti neurosi, ipertensione, distonie neurocircolatorie e cardiosclerosi.

Le misure precauzionali comprendono le seguenti azioni: frequente controllo periodico delle condizioni dei radar, della forza delle radiazioni, delle condizioni di difesa sui po-

sti di lavoro presso i radar per le persone ivi impiegate, poi controlli medici obbligatori preventivi e selezione delle persone per tal genere di lavoro, come pure il controllo medico periodico di tutto il personale impiegato in tali zone.

Per le radiazioni ionizzanti esiste un'apposita disposizione legislativa (D.P.R., n. 85 G.U. del 16-4-1964). Nel capo 8 agli articoli 59/87 è presa in considerazione la protezione sanitaria dei lavoratori indicando come debba essere attuata la sorveglianza fisica mediante esperti qualificati e la protezione medica mediante medici autorizzati.

Per quanto riguarda i mezzi di protezione, oltre a quelli elencati nella prima parte, si circondaeranno le emittenti con degli schermi; si proteggeranno gli occhi con lenti a trama metallica evitando per quanto possibile l'esposizione diretta ai fasci irradianti. Esistono dei tessuti assorbenti e riflettenti in quattro spessori, espressamente stabiliti per i vestiti di protezione antiradar. Però le tute così confezionate, per la natura delle fibre, limitano molto la ventilazione e la respirazione del corpo. Le reti metalliche a maglia corrispondente a circa  $1/4$  della lunghezza d'onda utilizzata, costituiscono una buona protezione e sono utilizzate particolarmente sulle passerelle di navigazione, colpite dal radar di bordo ed in alcune torri di controllo di aeroporti.

Per l'operatore radar sono utili occhiali protettivi quando si deve esporre alla luce dopo aver lavorato un certo tempo al buio davanti ad un quadro radar.

Guaine reticolate di rame e di bronzo poste davanti agli occhi e intorno ai testicoli, effettuano un'ottima protezione di questi organi.

Per i misuratori delle radiazioni radar, oltre a quelli segnalati nella premessa, sono da ricordare le lampade del tipo che si usano nei flash fotografici che permettono una rapida misurazione di sicurezza e che si accendono spontaneamente quando la densità di potenza delle micro-onde raggiunge  $0,001-0,002 \text{ W/cm}^2$ .

Da questa sia pur breve panoramica sugli studi degli effetti delle onde radar si rileva l'importanza dell'argomento che è stato trattato ad alto livello scientifico fin dal 1946 e sul quale si sono avuti già tre importanti simposi internazionali (nel 1955 presso la Mayo Foundation, Rochester e nel 1959 e 1961 a New York).

## BIBLIOGRAFIA

- Barron C. I., Baroff A. A.: « Medical considerations of exposure to microwaves (radar) ». J.A.M.A., 163, 1194, 1958.
- Benitte A. C.: « Les effets biologiques du radar ». 1966.
- Boiteau H.: « Les effets biologiques des ondes radar ». Revue du Corps de Santé des Armées, I, 637, 1960.
- Busco R., Comignani L.: « Nozioni attuali circa gli effetti delle onde radar sugli organismi viventi ed i relativi mezzi di protezione ». Rivista di Medicina Aeronautica e Spaziale, n. 3 e 4, 1967.
- Busco R.: « Osservazioni e ricerche effettuate su personale addetto agli apparati radar presso un centro tecnico ». Atti del VI Congresso Intern. e XII Europeo di Medicina Aeronautica e Spaziale, Roma, 11, 193, 1963.
- Cosic M., Kramer M., Gala A.: « Dejstvo radarskih uređaja na covjeciji organizam i rezultati nasih istrazivanja ». Vojnosanitetski Pregled, 3, 1963.
- D'Arthenay S.: « Ricerche sul danno dai radar ». Pages de France, 15, 689.
- « Effetti biologici del radar ». Rassegna Medica Lepetit, 43, 5, 1966.
- Garino A.: « Effetti delle onde elettromagnetiche sull'organismo umano ». Notiziario dell'Esercito, 2, 1960.
- Pacelli M.: « Sulla pericolosità delle micro-onde ». Annali di Medicina Navale e Tropicale, luglio-agosto, 64, 533, 1959.
- Parrilla M. Hermida: « Es peligroso el radar? ». Podanin R., Dordevic Z.: « Dosadasnja saznanja o biologskim efektima radarskog zracenja ». Vojnosanitetski Pregled, 2, 1966.
- Pons R.: « Moderni problemi di patologia professionale derivanti dall'impiego delle apparecchiature radar ». Annali di Medicina Navale, LXVIII, VI, novembre-dicembre 1963.