

Ripetitori di telefonia mobile e alterazioni della formula leucocitaria

Luciano Caramellino¹
Emanuele Pivetta²
Angelo Tartaglia³
Tiziano Brizio⁴

Uno studio preliminare condotto da Mmg di Venaria Reale (TO) in collaborazione con il Politecnico di Torino ha tentato di verificare se all'aumentata concentrazione di ripetitori di telefonia mobile potesse corrispondere un'aumentata incidenza di alterazioni della formula leucocitaria nei propri assistiti. In un solo quartiere i due fenomeni appaiono correlati, ma rimane la necessità di ulteriori indagini su larga scala per valutare il potenziale danno delle onde elettromagnetiche sulla salute

Del tutto recentemente è notevolmente aumentato l'interesse sui potenziali effetti dannosi legati alla diffusione sul territorio di un gran numero di impianti di telefonia mobile.

Il problema è rilevante in primo luogo per la diffusione dei telefoni cellulari e per il loro impiego sempre più esteso; d'altra parte la letteratura scientifica sugli effetti biologici delle onde elettromagnetiche è decisamente povera.

L'accordo integrativo regionale per la medicina generale obbliga i medici di famiglia a formare delle équipes territoriali e a riunirsi mensilmente con il preciso intento di progettare ricerche soprattutto epidemiologiche, ma anche di farmaco-economia e cliniche, che attuate in ambiente extraospedaliero abbiano un forte impatto sociale e una valenza scientifica. È questo a nostro avviso un serio tentativo di fare uscire la medicina di famiglia dalle angustie di un ruolo di Cenerentola dell'apparato socio-sanitario in cui sino ad ora è stata relegata.

Proprio nell'ambito dei lavori di ricerca effettuati sul territorio da parte di una équipe medica che opera nel comune di Venaria Reale, nella prima cintura di Torino, particolare importanza crediamo abbia rivestito il tentativo di verificare se all'aumentata

concentrazione di ripetitori di telefonia mobile potesse corrispondere un aumento dell'incidenza di alterazioni della formula leucocitaria.

La linfocitosi assoluta consiste nell'aumento del numero totale dei linfociti al di sopra dei valori di riferimento per l'età considerata. Essa può essere di natura reattiva, come è frequente osservare in risposta a stimolazioni infettive, per lo più di natura virale, oppure può essere primitiva: è questo soprattutto il caso di malattie linfoproliferative croniche, in particolare la leucemia linfatica cronica e i linfomi a interessamento midollare ("leucemizzati").

Molto più frequente tuttavia è il riscontro di sola linfocitosi relativa, cioè di un aumento della percentuale di linfociti nella formula leucocitaria, con numero assoluto nella norma. In alcuni di questi casi, la quota percentuale dei linfociti supera quella dei granulociti neutrofili, per cui si parla di inversione della formula leucocitaria.

Salvo che nella fase del tutto precoce di malattia linfoproliferativa, la linfocitosi relativa non è quasi mai espressione di una patologia linfocitaria primitiva, essendo in genere la conseguenza di una neutropenia, spesso lieve e temporanea e priva di significato patologico.

Da queste considerazioni si evince l'importanza di un riscontro precoce di una linfocitosi e quindi l'importanza di determinare eventuali fattori implicati nella genesi di questa alterazione ematologica. Da qui è nata l'idea del nostro studio.

Le basi fisiche dell'interazione

Quelle utilizzate per la telefonia mobile sono radiazioni elettromagnetiche con frequenze comprese tra poco meno di 1 GHz e poco più di 2 GHz. In corrispondenza delle stazioni ripetitrici a terra (stazioni radio base) le potenze in gioco sono dell'ordine dei 50 W per elemento di antenna.

La densità di flusso (W/m^2) diminuisce con la distanza, all'incirca come l'inverso del quadrato di quest'ultima, e dipende dalla maggiore o minore direzionalità dell'antenna. Su queste sole basi, e riferendosi a un elemento di antenna, si può stimare il flusso di energia che interessa un essere umano che si trovi, per esempio, a 50 metri dalla sorgente, immediatamente e approssimativamente, in $1 mW$ ($6 mW/m^2$). In realtà, se si mette in conto la direzionalità dell'antenna, il flusso effettivo può essere molto minore (praticamente nullo) oppure anche una decina di volte maggiore, a seconda della posizione del soggetto.

Generalmente, per esempio, il flusso è trascurabile al di sotto dell'antenna. L'energia elettromagnetica che investe il corpo umano viene parzialmente assorbita, in modo differenziato da tessuto a tessuto: l'assorbimento è maggiore là dove il contenuto d'acqua è maggiore. A queste frequenze, l'effetto fisico associato all'assorbimento si manifesta essenzialmente come un riscaldamento: fatte le debite proporzioni, è quello che succede in un forno a microon-

¹ Ematologo, già dirigente dell'AOU San Giovanni Battista di Torino

² Epidemiologo, Torino

³ Docente di Fisica, Politecnico di Torino

⁴ Medico di medicina generale, Venaria Reale (TO)

de. Essendo, come detto, l'assorbimento differenziale si verificano innalzamenti di temperatura che dipendono anche dalle proprietà (conduttività termica) dei tessuti circostanti a quello considerato.

È bene anche precisare che l'uso del telefono cellulare comporta assorbimenti di energia elettromagnetica nettamente più elevati (anche un migliaio di volte) di quelli dovuti alla presenza di stazioni radio base. Quanto a possibili effetti biologici diversi da quelli legati al riscaldamento, si può pensare per esempio a influenze sul metabolismo cellulare, sulle proprietà della membrana cellulare, sulla trasmissione di segnali lungo le fibre nervose, ma ci sono scarsissime o nulle evidenze dirette per le intensità di cui si sta parlando.

Un'ulteriore osservazione che vale la pena segnalare è che nell'ambiente antropizzato vi sono altre forme di inquinamento elettromagnetico legate ai campi a bassissima frequenza (50 Hz) tipici delle linee di trasmissione e di tutti gli apparati elettrici. I possibili effetti qui sono molto diversi da quelli delle altissime frequenze.

I campi elettrico e magnetico in pratica si disaccoppiano e vanno considerati separatamente. Il campo elettrico produce sull'organismo effetti essenzialmente superficiali e può essere schermato dalle pareti degli edifici e da conduttori interposti rispetto alla sorgente; il campo magnetico viceversa interagisce anche con le regioni interne del corpo umano e non è generalmente schermato dalle pareti degli edifici. Peraltro, le maggiori fonti di campi elettromagnetici a bassissima frequenza sono spesso domestiche: motori elettrici (lavatrici, asciugacapelli ecc), forni elettrici, lampade.

In generale comunque, sia per le altissime sia per le bassissime frequenze, se le norme vigenti vengono rispettate gli impatti sugli esseri umani sono molto deboli, il che significa che non è possibile individuare in modo diretto eventuali rapporti causa-effetto, ma solo indirettamente per via di analisi statistiche condotte su popolazioni abbastanza estese.

Scopo della ricerca

Si è cercato di verificare se alla concentrazione di ripetitori di telefonia mobile (fonti di campi elettromagnetici) in particolari zone della città potesse corrispondere un aumento del numero di linfociti (linfocitosi assoluta) o un'alterazione della formula leucocitaria con la comparsa della cosiddetta inversione della formula (linfocitosi relativa). Questo fatto, se documentato, avrebbe di conseguenza portato alla ricerca, nei soggetti residenti in tali zone, delle anomalie della crasi ematica menzionate e susseguentemente al controllo nel tempo (previa acquisizione del consenso informato) dei soggetti portatori di tali alterazioni, in quanto considerati a potenziale rischio di sviluppo di malattie del sistema ematopoietico.

Precedenti in letteratura

La letteratura sull'argomento, oltre che povera, è di difficile valutazione, poiché i lavori disponibili sono poco numerosi, per lo più condotti su casistiche limitate e disomogenee sia per le caratteristiche fisiche dei campi considerati (frequenza, intensità), sia per la durata e le modalità di esposizione.

Sono stati riferiti aumento del rischio di disturbi ECGrafici o di disturbi aspecifici negli anziani. Per quanto riguarda i parametri ematologici, è stata riferita l'assenza di variazioni circadiane significative di eritrociti, leucociti, piastrine in soggetti giovani in seguito a esposizione acuta; più lavori attestano una diminuzione dei linfociti CD4 e CD8 e un aumento delle cellule natural killer (NK), mentre un'altra ricerca su una limitata popolazione di lavoratori esposti a campo elettromagnetico avrebbe documentato una significativa riduzione dell'attività NK e del livello sierico di γ -interferon. Anche più frammentari e contraddittori sono i dati relativi a possibili collegamenti con specifiche malattie ematologiche (leucemie, linfomi, mieloma). Altri lavori tendono a negare effetti sulle cellule ematiche, sul DNA e sui profili di espressione genica. Non manca poi chi ricordi che i campi magnetici possono indurre una varietà di effetti biologici anche benefici.

Materiali e metodi

I diciassette i medici facenti parte della suddetta équipe territoriale hanno raccolto i risultati di tutti gli esami emocromocitometrici, eseguiti per qualunque motivo, nell'arco di sei mesi, suddivisi in due periodi (trimestre febbraio, marzo e aprile 2007 e trimestre settembre, ottobre e novembre 2007).

Tutti i soggetti a cui era stato richiesto l'esame emocromocitometrico sono stati suddivisi a seconda del quartiere della città in cui abitavano.

Il dottor Massa ha richiesto al Comune di Venaria Reale (Area gestione e tutela territorio) l'elenco degli impianti di telefonia mobile (tabella 1).

Tabella 1

Elenco impianti di telefonia mobile nel territorio di Venaria Reale

Telecom

1. Viale Buridani angolo via Leonardo da Vinci
2. Via Cavallo 18
3. Via Aosta 6

Vodafone

1. Corso Mateotti 30
2. Via Cavallo 18
3. Corso Garibaldi 104
4. Corso Vercelli 25

H3G

1. Via Druento 226
2. Via C. Battisti 18

Wind

1. Via Aosta 6

Suddividendo Venaria Reale nei seguenti quartieri e assegnando a ciascuno di essi il numero di ripetitori presenti all'epoca dello studio (altri impianti erano in attesa di autorizzazione) ne risultano i seguenti dati:

➤ Centro storico	1 ripetitore
➤ Corso Mateotti - Viale Buridani	4 ripetitori
➤ Altessano	0 ripetitori
➤ Corso Macchiavelli	2 ripetitori
➤ Savonera	5 ripetitori
➤ Gallo Praille	0 ripetitori

Ottenuti questi dati, i risultati degli esami emocromocitometrici dei soggetti residenti nei diversi quartieri sono stati messi in relazione alla concentrazione dei ripetitori di telefonia mobile presenti nelle stesse zone della città.

■ Risultati

Nel complesso sono stati effettuati 944 esami emocromocitometrici completi, con formula leucocitaria. Sul totale di tali esami (figura 1), il 15%, pari a 132 riscontri, è rappresentato da formule leucocitarie invertite. La figura 2 mostra la distribuzione

per genere dei risultati ottenuti: da notare la predominanza di formule invertite nel sesso femminile, sia in termini assoluti (rispettivamente 520 tra le donne e 424 tra i maschi), sia per fasce d'età (figura 3), in cui è maggiormente rappresentata la popolazione compresa tra 26 e 75 anni.

Dal punto di vista della distribuzione geografica, mostrata in figura 4, l'87% dei casi di FI si riscontra in tre soli quartieri: corso Mateottiviale Buridani, Altessano e corso Machiavelli.

Nel primo di questi (Mateotti-Buridani) è concentrato un terzo dei ripetitori e si è osservato un terzo dei casi totali di inversione della formula leucocitaria, il che potrebbe suggerire una possibile correlazione tra i due fenomeni.

Più sfumato il quadro del quartiere Machiavelli, dove una quota quasi uguale di formule invertite corrisponde ad appena un sesto dei ripetitori.

Decisamente diversa è la situazione del quartiere Altessano, dove si è osservato il 22% delle formule invertite a fronte della totale assenza di ripetitori, e di Savonera, il più ricco di ripetitori (5 su 12 totali) con una minima quota di formule invertite (2%).

Nel complesso, pare poco probabile potere attribuire alla presenza di

ripetitori di telefonia la responsabilità dell'inversione della formula leucocitaria, così spesso riscontrata nel territorio considerato.

È stata anche presa in considerazione la possibile interferenza con altri fattori inquinanti ambientali: a questo proposito, si è osservato che nei due quartieri più vicini al tracciato della tangenziale Nord di Torino, con traffico molto denso in quel tratto, le quote di formule invertite sono risultate più basse (2% e 4%).

Per quanto riguarda il dato relativo ai medici partecipanti si nota la predominanza di due di questi su diciassette: i Dott. Brizio e Perottino, da soli, raccolgono il 27% degli esami che compongono lo studio.

■ Discussione

Lo studio ha il vantaggio di essere tra i primi (il primo?) a cercare di valutare un impatto ambientale sulla formula leucocitaria di soggetti sani, che non hanno, apparentemente, patologie tali da potere causare una inversione.

Tuttavia, questo studio può considerarsi, per ora, solamente preliminare, diversi sono gli sviluppi futuri necessari per potere valutare un'associazione di natura causale tra l'esposizione a emissioni elettro-

Figura 1

Distribuzione delle formule leucocitarie

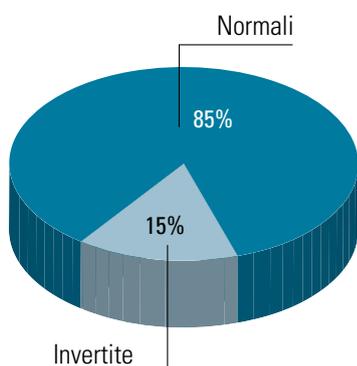


Figura 2

Distribuzione delle formule invertite per genere

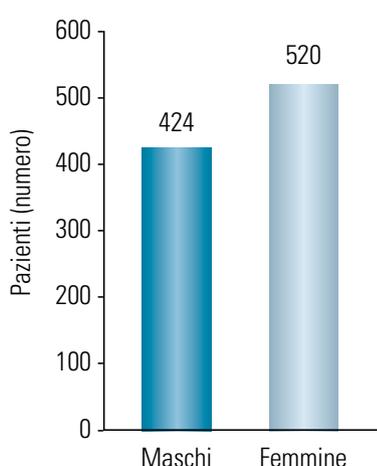


Figura 3

Distribuzione delle formule invertite per fasce d'età

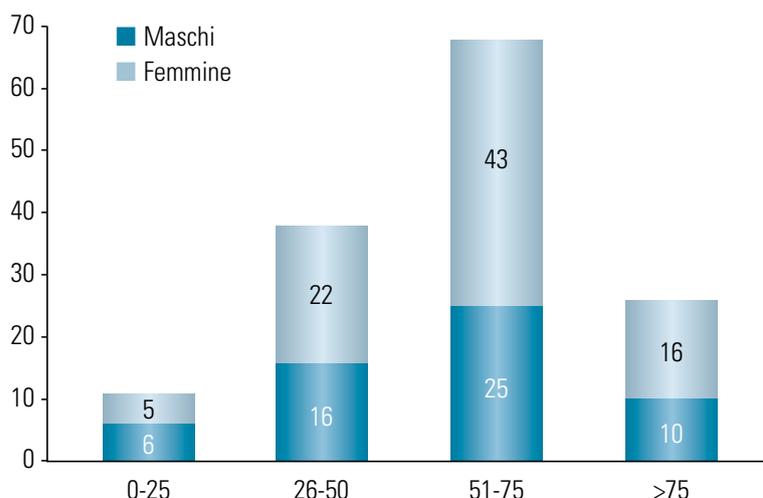
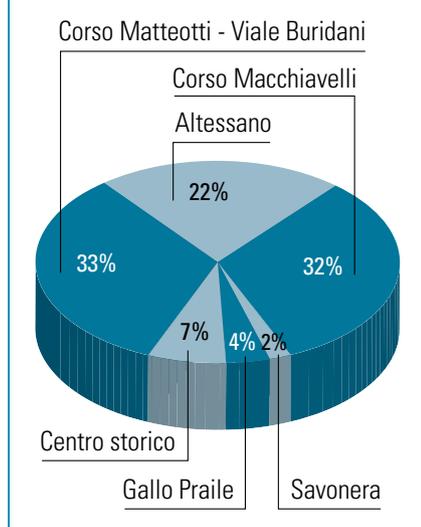


Figura 4

Distribuzione delle formule invertite per quartiere in Venaria Reale



magnetiche e la tendenza all'inversione della formula leucocitaria.

In effetti, per tale valutazione, è necessaria una mappa molto aggiornata e dettagliata (rispetto al tipo di emissioni) dei ripetitori presenti sul territorio cittadino e informazioni sulla data di installazione degli impianti stessi e sulla durata della permanenza dei soggetti considerati nelle aree in questione.

Una volta acquisite queste informazioni, si potrà intraprendere uno studio, pianificando anche dei controlli ematici dopo la prima formula invertita, per valutare se questo fenomeno possa essere causato da fattori diversi.

In ultimo sarà importante includere le informazioni legate anche alla presenza di altri tipi di ripetitori, non solo per la telefonia mobile.

Mmg componenti l'équipe che hanno partecipato allo studio

Salvatore Arancio, Marco Barbieri, Fausto Brioschi, Tiziano Brizio, Gianfranco Chiadò, Giorgio Leonello D'Ambra, Edgardo Gribaldo, Margherita Maschietto, Giacomo Massa, Graziana Mazzucchelli, Claudio Miccono, Ezio Mollo (deceduto), Laura Perottino, Chiara Pittarello, Bruno Prunelli, Vincenza Scaccia, Giampaolo Versino

BIBLIOGRAFIA

- AAVV. Possible health hazards from exposure to power-frequency electric and magnetic fields--a COMAR Technical Information Statement. *IEEE Eng Biol Mag* 2000; 19: 131-7.
- Bonhomme-Faivre L et al. Study of human neurovegetative and hematologic effects of environmental low-frequency (50-Hz) electromagnetic fields produced by transformers. *Arch Environ Health* 1998; 53: 87-92.
- Bonhomme-Faivre L et al. Effects of electromagnetic fields on the immune systems of occupationally exposed humans and mice. *Arch Environ Health* 2003; 58: 712-7.
- Boorman GA et al. Leukemia and lymphoma incidence in rodents exposed to low-frequency magnetic fields. *Radiat Res* 2000; 153: 627-36.
- Bortkiewicz A et al. Exposure to electromagnetic fields with frequencies of 50 Hz and changes in the circulatory system in workers at electrical power stations. *Med Pr* 1998; 49: 261-74.
- Boscolo P et al. Effects of low frequency electromagnetic fields on expression of lymphocyte subsets and production of cytokines of men and women employed in a museum. *Sci Total Environ* 2001; 270: 13-20.
- Dasdag S et al. Effects of extremely low frequency electromagnetic fields on hematologic and immunologic parameters in welders. *Arch Med Res* 2002; 33: 29-32.
- Luceri C et al. Extremely low-frequency electromagnetic fields do not affect DNA damage and gene expression profiles of yeast and human lymphocytes. *Radiat Res* 2005; 164: 277-85.
- Oga VB et al. Activity of natural killer cells of the spleen of mice exposed to low-intensity of extremely high frequency electromagnetic radiation. *Radiats Biol Radioecol* 2003; 43: 531-4.
- Santini R et al. Symptoms experienced by people in vicinity of base stations: II/ Incidences of age, duration of exposure, location of subjects in relation to the antennas and other electromagnetic factors. *Pathol Biol (Paris)* 2003; 51: 412-5.
- Schüz J et al. Residential magnetic fields as a risk factor for childhood acute leukaemia: results from a German population-based case-control study. *Int J Cancer* 2001; 91: 728-35.
- Selmaoui B et al. Acute exposure to 50 Hz magnetic field does not affect hematologic or immunologic functions in healthy young men: a circadian study. *Bioelectromagnetics* 1996; 17: 364-72.
- Stefanelli M. Danni provocati dalle onde elettromagnetiche. www.marco stefanelli.com/onde/danni.htm
- Touitou Y. Evaluation of the effects of electric and magnetic fields in humans. *Ann Pharm Fr* 2004; 62: 219-32.
- Tuschl H et al. Occupational exposure to high frequency electromagnetic fields and its effect on human immune parameters. *Int Occup Med Environ Health* 1999; 12: 239-51.
- Tynes T, Haldorsen T. Residential and occupational exposure to 50 Hz magnetic field and hematological cancers in Norway. *Cancer Causes Control* 2003; 14: 715-20.
- Willett EV et al. Occupational exposure to electromagnetic fields and acute leukaemia: analysis of a case-control study. *Occup Environ Med* 2003; 60: 577-83.
- www.iss.it/elet