ANALISI DELLE EMISSIONI DI TELEFONI CELLULARI IN CONDIZIONI DI EFFETTIVO UTILIZZO

Lucia Ardoino[1,2], Enrica Barbieri[3], Paolo Vecchia[1]
1. Laboratorio di Fisica, Istituto Superiore di Sanità, Roma
2. ICEmB "A. Chiabrera", Genova
3. Consorzio Elettra2000, Roma

ardoino@iss.it

Abstract

The assessment of exposure to electromagnetic fields is of crucial importance in epidemiological studies on cellular phones and tumors. A number of such investigations have been published in the latest years. While no association has been found with the duration and frequency of use, these studies could not provide information about a possible correlation with electromagnetic fields because of the lack of adequate exposure assessment.
INTERPHONE is an international multicenter study coordinated by IARC aimed at investigating connections between radiation from cellular phones and tumors of the head and neck. A thorough assessment of exposure is included in the protocol.
Preliminary analyses have indicated that the absorption of energy in body tissues is related on one side to the way the power is radiated depending on the characteristics of the specific phone and its position relative to the head on the other one to the power actually emitted by the phone depending on the connection with the base stations. This paper deals with these issues.

INTRODUZIONE

Nel 1997 un gruppo di esperti della Unione Europea aveva raccomandato lo sviluppo di ricerche epidemiologiche mirate a verificare la possibilità di rischi sanitari associati all'uso di telefoni cellulari. Aderendo a tale raccomandazione, l'Agenzia Internazionale per la Ricerca sul Cancro (IARC) ha avviato uno studio epidemiologico internazionale finalizzato a valutare l'ipotesi che l'esposizione al campo elettromagnetico emesso dai telefoni cellulari possa promuovere lo sviluppo di tumori nelle sedi anatomiche più vicine alla sorgente di emissione: nervo acustico, parotide ed encefalo.
L'ipotesi che all'uso del cellulare si associ un incremento dell'incidenza di alcuni tumori del distretto cervico-encefalico è stata già valutata in accreditati studi epidemiologici con risultati rassicuranti (Hardell et al., 1999; Muscat et al., 2000; Inskip et al., 2001; Johansen et al., 2001). Tuttavia, lo studio internazionale coordinato dalla IARC (INTERPHONE) dovrebbe consentire analisi di maggior dettaglio sia riguardo alla sede anatomica della neoplasia, sia riguardo ai livelli effettivi dell'esposizione.
Per valutare in modo appropriato l'ipotesi di un eventuale effetto cancerogeno delle RF generate dai cellulari, occorre infatti essere in grado di produrre una stima ragionevolmente accurata dell'esposizione individuale dei soggetti in studio. Tuttavia, poiché non è possibile misurare direttamente l'esposizione complessiva a radiofrequenze che una persona ha ricevuto durante l'intero periodo in cui ha utilizzato un telefono cellulare, si cercherà di stimare tale esposizione in modo indiretto, dopo aver introdotto degli indici che definiscano i livelli di esposizione associati a diverse modalità e situazioni di utilizzo. Si sta cercando, cioè, di quantificare, in termini di

potenza emessa dal cellulare, le differenze esistenti tra diverse situazioni (per esempio, uso in area urbana o rurale, uso *indoor* o *outdoor*, etc.), attraverso particolari "***tests d'uso***", per ricavare dei parametri applicabili alle informazioni (qualitative) riportate dai soggetti in studio.
In questo lavoro vengono presentati strumenti e procedure di alcuni di questi "tests d'uso", i cui risultati possono essere utilizzati per definire una metrica generale per studi epidemiologici di questo tipo.

MATERIALI E METODI

Il SAR assorbito dalla testa durante l'uso del telefono cellulare dipende dalla potenza emessa dal telefono stesso, sia in termini d'intensità che di distribuzione (diagramma di radiazione). Tuttavia, mentre, per ovvie ragioni logistiche, il diagramma di radiazione non varia in maniera significativa tra un modello e l'altro, i livelli di potenza emessa possono variare notevolmente in quanto gli *standards* prevedono livelli diversi per diversi tipi di segnale (frequenze) e, per ciascuno di essi, ampie tolleranze (±2 dB).
Come è noto, però, la potenza emessa dal telefono nelle reali condizioni d'uso non dipende semplicemente dalle caratteristiche tecniche del dispositivo (potenza massima), ma anche dal contesto in cui è utilizzato, ovvero dalla rete, la quale, sulla base della qualità del segnale ricevuto, in funzione della distanza e di altri parametri, impone al terminale mobile di aumentare o diminuire la potenza d'emissione su un'ampia scala di livelli.
E' possibile, dunque, in prima istanza, valutare i due aspetti come due fattori indipendenti: da un lato diversi modelli di telefono producono diversi livelli e distribuzioni di SAR nella testa, valutabili attraverso convenzionali test di conformità (misure alla massima potenza d'emissione), dall'altro, diverse situazioni portano il telefono ad emettere potenza a livelli molto diversi tra loro.
Quest'analisi preliminare di tutti i fattori che concorrono a diversificare l'esposizione tra gli utenti ha portato il gruppo preposto a questo compito a definire parametri, procedure e obiettivi specifici come schematicamente riportato in Tabella 1.
Come si può evincere dalla Tabella, questo modo di procedere ha permesso di effettuare l'analisi della distribuzione di SAR nella testa secondo tecniche convenzionali e di concentrare l'attenzione su di un aspetto invece poco approfondito fino a questo momento: il ruolo della rete nei diversi livelli di emissione.
A questo scopo è stato definito un protocollo per analizzare la potenza emessa da un telefono cellulare in condizioni di effettivo utilizzo. Ciò è stato possibile grazie a telefoni cellulari appositamente modificati da alcuni produttori per questa ricerca (SMPs – Software Modified Phones). Si tratta di convenzionali modelli di telefono cellulare provvisti di un software aggiuntivo che consente di registrare, per ogni conversazione in entrata o in uscita, il momento d'inizio, la durata totale ed il tempo di emissione a ciascuno dei livelli di potenza previsti dallo standard GSM per ciascuna frequenza. I dati vengono memorizzati nel telefono (fino a 8 ore di conversazione) e possono essere successivamente scaricati ed analizzati con specifici programmi.
Dopo diversi test effettuati sugli SMPs per verificarne l'attendibilità e comprendere meglio il significato dei dati memorizzati, si è deciso di utilizzare gli SMPs principalmente in due modi: nell'ambito dello studio epidemiologico essi vengono distribuiti a gruppi di volontari di diversi paesi per un periodo sufficiente a costruire dei profili d'uso, mentre, con l'obiettivo di individuare gli elementi maggiormente discriminanti ai fini della potenza emessa, essi vengono utilizzati in test specifici.

Questi test consistono nell'utilizzare SMPs dello stesso modello, con *SIM cards* del medesimo operatore ed in conversazione tra loro, ma in diversi contesti ambientali: i dati scaricati al termine delle prove hanno permesso di convalidare l'ipotesi iniziale secondo cui alcune di queste situazioni potessero produrre significative differenze in termini di potenza emessa.
Diverse sessioni di questi test sono state effettuate per valutare le possibili differenze tra - uso in area urbana e rurale, - uso da fermi ed in movimento (a bordo di veicoli), - uso in ambiente chiuso e aperto. Il risultato di un singolo test è riportato in Figura1.

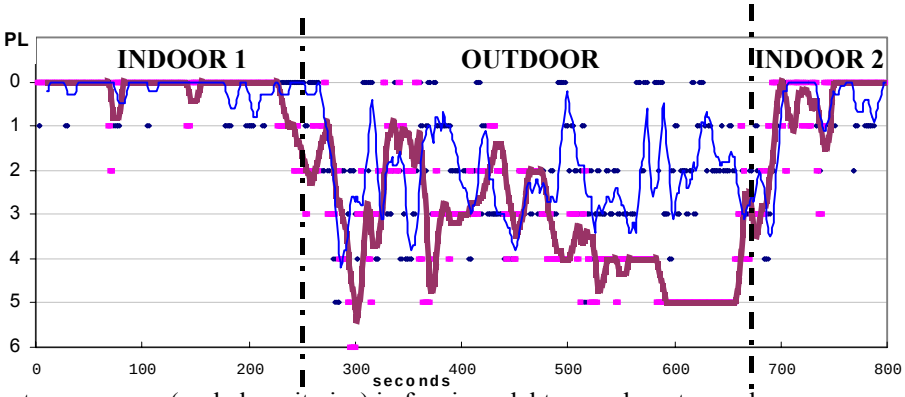
Tabella 1*: Schema d'identificazione dei parametri significativi ai fini dell'esposizione reale e delle relative procedure di valutazione (protocollo INTERPHONE).*

Elementi responsabili dei diversi livelli di esposizione	Parametri misurabili e/o stimabili	Tecniche e procedure	Obiettivi
Modello del telefono (caratteristiche fisiche, tecniche e morfologiche)	▪ SAR_{peak} ▪ SAR_{avg} (1gr or 10 gr) ▪ Distribuzione del SAR in modelli semplificati	▪ Analisi della letteratura disponibile ▪ Misure *standard* in banchi per test di conformità ▪ Uso di un modello NN per il raggruppamento dei modelli in categorie (basato sull'Analisi delle Conponenti Principali)	▪ Definire delle categorie di modelli di telefoni basate sulla distribuzione di potenza assorbita nella testa ▪ Definire un valore di SAR (e di distribuzione) per ogni categoria
	▪ Distribuzione del SAR in modelli realistici o amtropomorfi	▪ Misure in fantocci antropomorfi omogenei ▪ Analisi numerica (simulazioni) della distribuzione di SAR in un modello di testa realistico	▪ Identificare spazialmente il valore di picco del SAR e curve isolivello per i modelli dei telefoni più diffusi... ▪ Identificare un gradiente d'esposizione in funzione dei diversi tessuti e della loro distribuzione
Network operating system	▪ Andamento della potenza in funzione del tempo e distribuzione degli *handovers* ▪ Distribuzione delle occorrenze dei livelli di potenza utilizzati	▪ Uso degli SMPs (informazioni sulle frequenze e sulla potenza)	▪ Definire degli indici che quantifichino la differenza, in termini di potenza, tra diverse situazioni (aree urbana/rurale, indoor/outdoor, …)
"Quantità" d'uso	▪ Numero telefonate fatte e ricevute ▪ Durata media (a telefonata, giorno, settimana...)	▪ Uso degli SMPs (informazioni sul numero e sulla durate delle chiamate)	▪ Definire dei profili d'uso
"Modalita" d'uso (lateralità, *tilt*, estrazione dell'antenna…)	▪ Solo la lateralità è un parametro valutabile in questo contesto	▪ Misure in fantocci antropomorfi omogenei e analisi numerica della distribuzione di SAR in un modello di testa realistico	▪ Definire un parametro per la correlazione tra l'area di maggior esposizione e la localizzazione dei tumori

RISULTATI

La definizione di indici e gradienti dell'esposizione basata su questi test e sui relativi risultati è da considerarsi prematura. Tuttavia, i risultati preliminari hanno mostrato chiaramente il ruolo fondamentale della rete ai fini della potenza emessa e quanto l'evoluzione di quest'ultima, soprattutto in funzione dell'ottimizzazione del servizio, abbia modificato la scala di rilevanza dei parametri d'influenza rispetto a come ipotizzata sulla base degli *standards* (ETSI).
Per maggior completezza, in Figura 2 è riportata una parte dell'analisi dei dati raccolti attraverso l'uso degli SMPs da parte dei volontari di alcuni paesi europei.

I due istogrammi (uno per ciascuna banda) mostrano chiaramente che il telefono sfrutta, per la maggior parte del tempo di conversazione (50 - 70%), i livelli più alti di potenza che sono, poi, i soli significativi ai fini del contributo totale. Questo dato, non prevedibile a priori, è sostanzialmente comune a tutte le rilevazioni, indipendentemente dal paese, dal gestore e dal tipo di telefono.
Tenendo conto, comunque, della combinazione dei due fattori (scala logaritmica della potenza e % di tempo ai livelli significativi inferiore al 70%), risulta che, effettivamente, la potenza media emessa dal telefono nelle reali condizioni d'uso è inferiore al valore massimo (utilizzato nelle procedure standard di valutazione del SAR) di almeno il 40 %.



Averaged Power (mW)	tel 1	tel 2
indoor 1	113,63	113,63
outdoor	34,11	34,11
indoor 2	111,19	111,04

Figura 1 – Andamento della potenza emessa (scala logaritmica) in funzione del tempo durante una lunga conversazione tra due SMPs in un test indoor/outdoor. I valori di potenza media corrispondenti alle due situazioni sono riportati nella tabella adiacente al grafico.

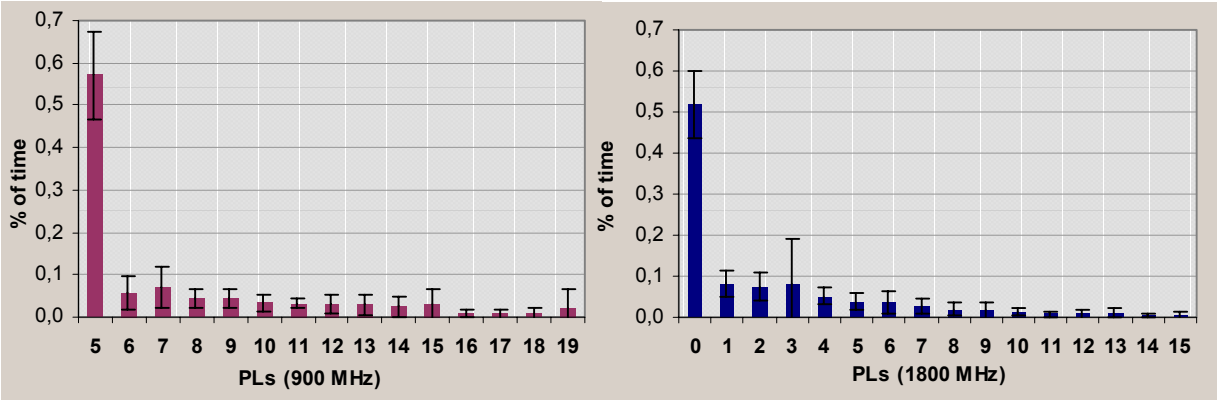


Figura 2 – Percentuali di tempo speso da diversi gruppi di utenti di alcuni paesi europei ai diversi livelli di potenza nelle due bande, in un periodo di uso tipico. Tale percentuale è stata ottenuta come distribuzione normalizzata delle occorrenze (o frequenze) a ciascun PL ed i valori riportati sono i valori medi di tutte le popolazioni considerate.

Bibliografia

1. Morrisey JJ, Swicord ML, Faraone A, Schellinger M, Dietrich A, Gessner A and Balzano Q, **Development of a Dosimeter Phone for Dose Validation in Support of Ongoing Epidemiological Studies**, *Proc. XXII Annual meeting of BEMS, Munich, 11-16 June 2000.*
2. Wiart J, Dale C, Bosisio AV, Le Cornec A, **Analysis of the Influence of Power Control and Discontinuous Transmission on RF Exposure with GSM Mobile Phones**. *IEEE Trans. on Electromagnetic Compatibility, vol. 42, No 4, pgg. 376-385, Nov 2000.*