

C'È UN LEGAME TRA CAMPI A RADIOFREQUENZA E TUMORI?

LA IARC HA CLASSIFICATO LE RADIOFREQUENZE NEL GRUPPO DEI POSSIBILI CANCEROGENI IN BASE A UNA LIMITATA EVIDENZA DI ASSOCIAZIONE TRA L'USO DEL CELLULARE E RISCHIO DI GLIOMI E NEURINOMI ACUSTICI. L'OMS NON CONSIDERA STABILITO CHE L'USO DEL CELLULARE COMPORTI UN INCREMENTO DEL RISCHIO DI TUMORI E RITIENE NECESSARIO PROSEGUIRE LE RICERCHE.

A tutt'oggi due terzi dei cittadini Europei sono convinti che l'esposizione a campi elettromagnetici da linee ad alta tensione, telefoni cellulari e stazioni radio-base abbia effetti negativi sulla salute [1]. In risposta a tali preoccupazioni, l'Organizzazione mondiale della sanità (Oms) ha avviato nel 1996 il *Progetto internazionale campi elettromagnetici* nell'ambito del quale sono state pianificate sistematiche valutazioni dei rischi per la salute dell'esposizione a campi statici, a bassissima frequenza (Elf) e a radiofrequenza (Rf). Il processo valutativo dei campi statici e Elf si è concluso con la pubblicazione del volume 80 delle *Monografie sul rischio cancerogeno per l'uomo* da parte dell'Agenzia internazionale per la ricerca sul cancro (Iarc) e dei volumi 232 (2006) e 238 (2007) della collana *Environmental Health Criteria* da parte dell'Oms. La valutazione dei rischi da Rf è stata posticipata in

attesa dei risultati degli studi sperimentali ed epidemiologici avviati agli inizi del 2000.

Pubblicati questi studi, nel maggio 2011 si è riunito a Lione il gruppo di lavoro per la redazione del volume 102 delle *Monografie Iarc ("Non-ionizing radiation, part II: radiofrequency electromagnetic fields"*, in corso di pubblicazione). Sono stati esaminati i risultati degli studi di cancerogenicità sull'uomo e su animali in relazione a diverse sorgenti di Rf (esposizione professionale a radar e microonde; esposizione ambientale a segnali radio, tv e telecomunicazioni wireless; esposizione personale associata all'uso di telefoni cellulari e cordless). Il panel ha classificato le Rf nel gruppo 2B (*possibly carcinogenic*) sulla base di una limitata evidenza di incrementi del rischio di glioma e di neurinoma del nervo acustico tra gli utilizzatori di telefoni cellulari e di una limitata evidenza sperimentale [2]. Nel sistema

di classificazione della Iarc si ha evidenza "limitata" di cancerogenicità in presenza di associazioni la cui causalità è considerata credibile senza tuttavia poter escludere che si tratti di artefatti dovuti al caso, a distorsioni o a confondimento. La decisione è stata adottata a maggioranza, ma alcuni membri del gruppo di lavoro ritenevano che sarebbe stata più appropriata la categoria di evidenza "inadeguata" per l'uomo, che avrebbe comportato la classificazione delle Rf nel gruppo 3 (*"agenti non classificabili riguardo alla cancerogenicità"*) [2]. Nella valutazione della Iarc hanno pesato molto i risultati dello studio internazionale Interphone (il più grande studio caso-controllo sui tumori intracranici e uso del cellulare condotto fino a oggi) e quelli di una serie di studi caso-controllo condotti da un gruppo di ricerca svedese (L. Hardell e collaboratori) dell'Università di Örebro. L'analisi combinata dei dati raccolti nei 13 paesi del mondo che hanno partecipato a Interphone non ha evidenziato alcun rischio di glioma né di meningioma associato all'uso di telefoni cellulari per dieci anni o più; vi erano indizi di un incremento del rischio di glioma tra coloro che avevano riferito il livello più elevato di ore cumulative d'uso ($\approx 10\%$ degli utilizzatori) ma, contrariamente al comportamento di agenti cancerogeni noti, non si osservava alcuna tendenza a incrementi del rischio all'aumentare sia dell'intensità, sia della durata dell'esposizione [3]. Risultati analoghi sono stati ottenuti nell'analisi combinata dello studio Interphone sul neurinoma del nervo acustico [4]. Negli studi di Hardell, invece, sono stati osservati incrementi del rischio di glioma e di neurinoma anche a breve distanza dall'inizio d'uso e per modeste intensità d'uso cumulativo [5-6]. La maggioranza dei partecipanti al panel della Iarc ha ritenuto che vi fosse una certa consistenza tra i risultati di alcune analisi, prevalentemente secondarie, dello

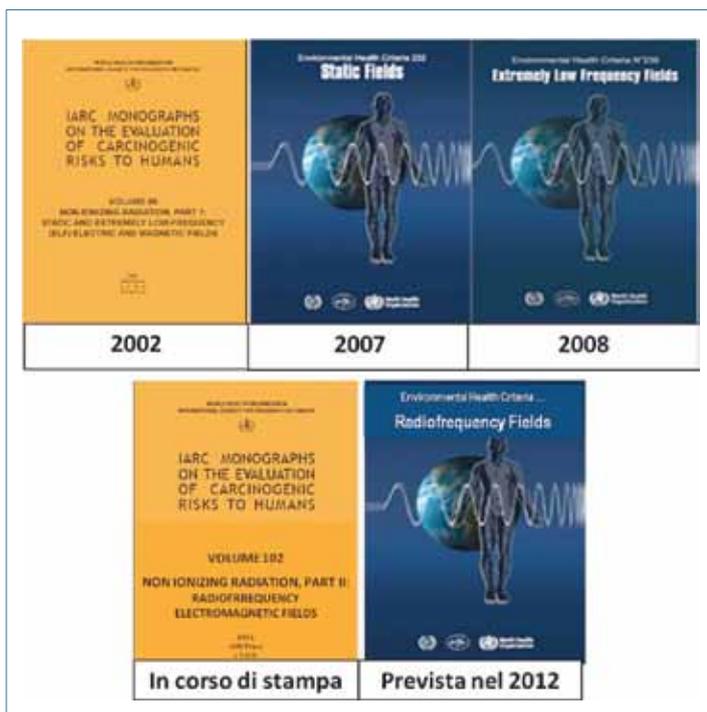


FIG. 1
STUDI OMS

Le tappe della valutazione dei rischi da esposizione a campi elettromagnetici da parte dell'Oms.

studio Interphone e quelli degli studi di Hardell. Questa opinione, tuttavia, non gode di largo consenso. Una recente meta-analisi degli studi epidemiologici su uso del cellulare e tumori [7] ha evidenziato una forte eterogeneità statistica tra i risultati degli studi pubblicati entro il 2010, mentre nessuna delle stime del rischio relativo combinato per glioma, meningioma, neurinoma del nervo acustico e tumori della parotide indicava un'associazione tra esposizione e malattia, neppure nel sottoinsieme degli utilizzatori di telefoni cellulari a lungo termine (≥ 10 anni).

Neanche l'opinione del panel della Iarc sull'evidenza di cancerogenicità proveniente dagli studi sperimentali (considerata "limitata") sembra essere largamente condivisa. Le rassegne più recenti degli studi di cancerogenicità e genotossicità delle Rf affermano che i risultati di queste indagini, in particolare quelle condotte completamente in cieco e con sistemi ottimali di esposizione e dosimetria, non indicano alcun effetto cancerogeno a livelli di esposizione rilevanti per l'uomo [7-10].

Nel giugno 2011 l'Oms ha aggiornato la sua scheda sui telefoni cellulari [11]. In apertura vengono riportati i risultati della recente classificazione delle Rf da parte della Iarc, viene sottolineata la scarsa plausibilità che le Rf abbiano effetti cancerogeni diretti e si ricorda che i numerosi studi condotti negli ultimi 20 anni non hanno accertato alcun effetto sanitario avverso attribuibile all'uso del telefono cellulare. L'Oms afferma anche che, mentre non risulta stabilito che l'uso del telefono cellulare comporti un incremento del rischio di tumori cerebrali, l'uso crescente di questo strumento di comunicazione e la mancanza di dati su durate d'uso superiori ai 15 anni, portano a ritenere che sia necessario proseguire la ricerca, in particolare sui bambini di oggi che, avendo iniziato a utilizzare precocemente il cellulare, avranno nel futuro esposizioni di durata superiore agli adulti contemporanei.

Riguardo alla regolamentazione dei livelli di esposizione, in accordo alla prassi per cui la classificazione di un agente nel gruppo 2B della Iarc non comporta di per sé l'adozione di nessuna particolare misura di sanità pubblica, l'Oms non ritiene al momento necessaria una revisione degli attuali standard di esposizione. Viene annunciata la pubblicazione nel 2012 di volume della serie "Environmental Health Criteria" dedicato alle Rf in cui verranno date indicazioni dettagliate sulle misure di

protezione della salute pubblica dagli eventuali effetti negativi (cancerogeni e non) dell'esposizione a Rf. L'Oms non suggerisce neppure l'adozione di misure precauzionali, limitandosi a informare sui fattori che influiscono sui livelli di esposizione a Rf durante l'uso dei telefoni cellulari. La potenza di emissione, e quindi l'esposizione dell'utilizzatore, diminuiscono rapidamente all'aumentare della distanza dal telefono. Pertanto l'uso di auricolari, l'invio di Sms o l'accesso a internet comportano livelli di esposizione molto inferiori rispetto all'uso a diretto contatto con la testa per comunicazioni vocali. Durante le chiamate vocali il livello di esposizione sarà tanto più basso quanto migliore è la ricezione nell'area. Infine, l'esposizione può essere ridotta limitando il numero e la durata delle chiamate. L'uso di dispositivi commerciali per ridurre l'esposizione a Rf, invece, non si è dimostrato efficace [11].

Susanna Lagorio

Primo ricercatore, reparto Epidemiologia dei tumori, Centro nazionale di epidemiologia, Istituto superiore di sanità



BIBLIOGRAFIA

1. TNS Opinion & Social, *Electromagnetic fields*, Special Eurobarometer 347/Wave 73.3, Brussels, June 2010 (http://ec.europa.eu/public_opinion/archives/ebs/ebs_347_en.pdf).
2. Baan R. et al., "Carcinogenicity of radiofrequency electromagnetic fields", in *The Lancet Oncology*, 2011; 12:624-626.
3. The Interphone Study Group, "Brain tumour risk in relation to mobile phone use: results of the Interphone international case-control study", in *Int J Epidemiol*, 2010; 39:675-694.
4. The Interphone Study Group, "Acoustic neuroma risk in relation to mobile telephone use: Results of the Interphone international case-control study", in *Cancer Epidemiol*, 2011; 35:453-464.
5. Hardell L. et al., "Pooled analysis of case-control studies on malignant brain tumours and the use of mobile and cordless phones including living and deceased subjects", in *Int J Oncol*, 2011; 38:1465-1474.
6. Hardell L. et al., "Pooled analysis of two case-control studies on the use of cellular and cordless telephones and the risk of benign brain tumours diagnosed during 1997-2003", in *Int J Oncol*, 2006; 28:509-518.
7. Repacholi M.H. et al., "Systematic review of wireless phone use and brain cancer and other head tumors", in *Bioelectromagnetics*, 2011 Oct 21; doi: 10.1002/bem.20716.
8. Juutilainen J. et al., "Experimental studies on carcinogenicity of radiofrequency radiation in animals", in *Crit Rev Environ Sci Technol*, 2011; 41:1-32.
9. Verschaeve L. et al., "In vitro and in vivo genotoxicity of radiofrequency fields", in *Mutat Res*, 2010; 705:252-268.
10. European Health Risk Assessment Network on Electromagnetic Fields Exposure (Efran), *Report on the analysis of risks associated with exposure to EMF: In vitro and in vivo (animals) studies*, Report D3 to the European Commission, July 2010, <http://efran.polimi.it>.
11. World Health Organization (Who), *Electromagnetic fields and public health: mobile phones*, June 2011, <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs193/en/index.html>.

FOCUS

NUOVI RISULTATI DALLA COORTE DANESE DI TITOLARI DI CONTRATTI DI TELEFONIA MOBILE

Sono stati recentemente pubblicati due aggiornamenti del follow-up della coorte danese di titolari di contratti di telefonia mobile, rispettivamente sull'incidenza di neurinoma del nervo acustico al 2006 [1] e di tumori del sistema nervoso centrale al 2007 [2]. Per questi update gli autori hanno apportato rilevanti modifiche al disegno dello studio. I record individuali di 420.095 titolari danesi di un contratto di telefonia mobile sono stati linkati con quelli dei circa 3 milioni di danesi inclusi nello studio Canuli su disuguaglianze sociali e tumori. Ciò ha permesso di acquisire informazioni individuali sul livello di istruzione e sul reddito (nonché di controllare nell'analisi l'effetto di queste variabili) e di guadagnare moltissimo in termini di potenza statistica. L'indicatore di esposizione a telefoni cellulari utilizzato nelle analisi consiste nella titolarità di un contratto privato con gli operatori di rete nel periodo 1982-95 con relativa data di stipula. Nel calcolo della durata di esposizione non sono stati considerati gli anni precedenti al 1987, in quanto le utenze anteriori a questa data si riferivano prevalentemente a telefoni mobili da autovettura e la storia espositiva è stata troncata a un anno prima della diagnosi per garantire un minimo di latenza. I casi dei tumori d'interesse tra i membri della coorte sono stati individuati attraverso il registro tumori nazionale e, per il neurinoma del nervo acustico, anche mediante l'archivio clinico di un centro clinico specialistico a Copenhagen. Lo studio sul neurinoma ha incluso 2,88 milioni di persone che hanno contribuito all'analisi con 23 milioni di anni-persona di osservazione e 806 casi di tumore del nervo acustico. Il rischio

relativo di neurinoma è stato calcolato come rapporto tra i tassi standardizzati d'incidenza negli utenti a lungo termine (≥ 11 anni; 15 casi su 462.430 anni-persona di osservazione) e il gruppo di riferimento composto da non utenti e utenti per durate inferiori (389 casi su 11 milioni di anni-persona), senza osservare differenze tra i due gruppi (RR = 0.88; IC 95% 0.52-1.48). Tra gli utenti a lungo termine non si notavano neppure eccessi di neurinomi localizzati sul lato destro della testa (il lato d'uso del cellulare preferito dalla maggioranza dei danesi), né incrementi nelle dimensioni del tumore alla diagnosi rispetto ai valori medi registrati nella coorte di confronto [1].

Lo studio sui tumori cerebrali ha incluso 3,21 milioni di persone (358.403 delle quali risultavano titolari privati di contratti di telefonia mobile), 23 milioni di anni-persona di osservazione (3,8 milioni tra gli esposti) e 256.015 casi di tumore cerebrale (17.257 dei quali tra gli esposti, 14.462 uomini e 2.795 donne). Il guadagno di potenza statistica rispetto alle pubblicazioni precedenti era particolarmente evidente tra gli esposti per ≥ 10 anni (1,2 milioni di anni-persona d'osservazione e 316 casi osservati). Ciò ha permesso di effettuare analisi stratificate per genere, per morfologia del tumore e per localizzazione. Tra i titolari di contratto, rispetto ai non titolari, non si sono osservati incrementi dell'incidenza di tumori cerebrali e non vi era alcuna indicazione di una relazione dose-risposta tra rischio e tempo trascorso dalla stipula del contratto. Il rischio relativo di glioma tra gli utilizzatori per ≥ 10 anni era 1.04 (0.85-1.26) tra gli uomini e 1.04 (0.56-1.95) nelle donne. Il rischio relativo di meningioma tra gli utilizzatori per ≥ 10 anni era 0.90

(0.57-1.42) tra gli uomini e 0.93 (0.46-1.87) nelle donne. Neppure l'analisi per sede della neoplasia cerebrale dava chiare indicazioni di un eccesso di rischio tra gli esposti per i tumori localizzati nelle aree a maggior assorbimento di energia a radiofrequenza durante l'uso del cellulare (soprattutto il lobo temporale) [2].

Rispetto agli studi caso-controllo basati sull'accertamento della storia d'uso del cellulare mediante intervista (come Interphone) o questionario postale (come gli studi di Hardell e collaboratori), la coorte danese - utilizzando esclusivamente procedure di *record-linkage* senza alcun contatto con le persone in studio - è immune da distorsioni dovute a partecipazione selettiva e a errori sistematici nelle informazioni sull'esposizione (*recall bias*). L'essere titolare di un'utenza di telefonia mobile, però, non equivale necessariamente a utilizzare il cellulare cui quell'utenza si riferisce e si può essere utilizzatori di telefoni cellulari senza avere un contratto a proprio nome; pertanto, un certo numero di utilizzatori saranno stati erroneamente considerati non esposti, diluendo così le stime del rischio tra gli esposti. In base ai risultati di uno studio parallelo di validazione, gli autori ritengono che il metodo di valutazione dell'esposizione adottato nella coorte danese sia appropriato per evidenziare o escludere moderati-larghi incrementi di rischio legati all'uso del cellulare [3]. Inoltre, le analisi del rischio nel sottogruppo di esposti con maggiori durate d'uso dovrebbero essere poco influenzate dalla misclassificazione dell'esposizione, poiché è verosimile che il numero di utilizzatori a lungo termine senza contratto a proprio nome (e quindi inclusi nella popolazione di riferimento) sia piccolo.

Tutti gli studi epidemiologici su uso del cellulare e tumori condotti sino a oggi risentono di limiti metodologici e sono suscettibili a distorsioni (da partecipazione differenziale allo studio e da errori nella stima dell'esposizione). Nell'ambito di Interphone e dello studio di coorte danese però, a differenza delle indagini condotte dal gruppo dell'Università di Örebro, sono stati realizzati studi collaterali dedicati all'identificazione di eventuali distorsioni e alla stima del loro impatto sulle misure di effetto [3-5]; ciò conferisce a questi studi un valore aggiunto in quanto permette un'analisi più approfondita e una migliore interpretazione dei loro risultati.

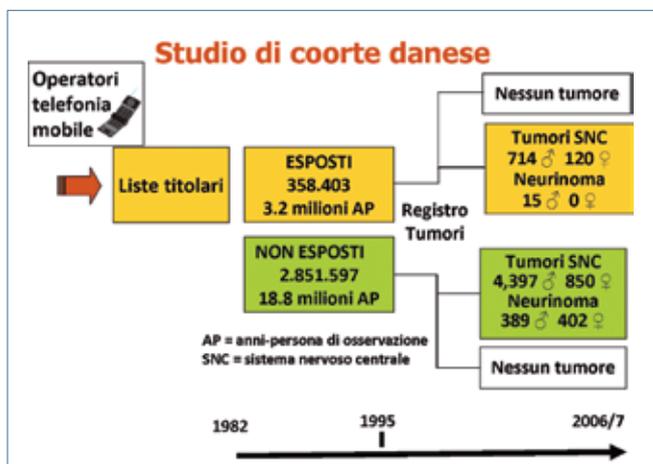


FIG. 1 Riepilogo dei risultati dello studio di coorte danese.

Da un punto di vista prettamente pragmatico, d'altra parte, se gli incrementi di rischio osservati nelle analisi secondarie di Interphone e negli studi di Hardell e collaboratori fossero reali, data l'enorme diffusione del telefono cellulare a partire dagli anni '90 nel mondo e in particolare in Europa, le statistiche nazionali sull'incidenza dei tumori cerebrali avrebbero già dovuto registrare chiari trend d'incremento, mentre non si ha traccia di questi aumenti neppure nei dati più recenti [6].

In generale l'epidemiologia fornisce l'evidenza più diretta del potenziale di cancerogenicità per gli esseri umani; benché gli studi epidemiologici non abbiano sinora prodotto evidenze convincenti riguardo a un incremento del rischio di tumori associato all'uso del cellulare, la relativa brevità del tempo d'osservazione e altri limiti metodologici (soprattutto inerenti la valutazione dell'esposizione) limitano le conclusioni che si possono trarre da questi studi. Tuttavia, quando l'evidenza epidemiologica è debole i risultati degli studi sperimentali diventano critici per la valutazione del rischio: forti evidenze

di cancerogenicità provenienti dagli studi di laboratorio aumenterebbero la credibilità anche di deboli associazioni evidenziate da studi epidemiologici, mentre un'evidenza sperimentale coerentemente negativa, quale sembra emergere dagli studi di migliore qualità pubblicati fino a oggi, diminuirebbe la plausibilità biologica della natura causale di sporadiche associazioni epidemiologiche [7].

BIBLIOGRAFIA

1. Schüz J. et al., "Long-term mobile phone use and risk of vestibular schwannoma: a Danish nationwide cohort study", in *Am J Epidemiol.* 2011; 174(4): 416-422.
2. Frei P. et al., "Use of mobile phone and brain tumours: update of Danish cohort study", in *Br Med J*, 2011; 343: d6387 doi: 10.1136/bmj.d6387 [Epub ahead of printing].
3. Schüz J., Johansen C., "A comparison

of self-reported cellular telephone use with subscriber data: agreement between the two methods and implications for risk estimation", in *Bioelectromagnetics*, 2007; 28: 130-136.

4. Vrijheid M. et al., "Quantifying the impact of selection bias caused by non-participation in a case-control study of mobile phone use", in *Ann Epidemiol*, 2009; 19:33-42.

5. Vrijheid M. et al., "Recall bias in the assessment of exposure to mobile phones", in *J Expo Sci Environ Epidemiol*, 2009; 19:369-381.

6. Swerdlow A.J. et al., "Mobile phones, brain tumours and the Interphone Study: where are we now?", in *Environ Health Perspect*, 2011; Epub ahead of printing on-line 1, July 2011 <http://dx.doi.org/10.1289/ehp.1103693>.

7. Juutilainen J. et al., "Experimental studies on carcinogenicity of radiofrequency radiation in animals", in *Crit Rev Environ Sci Technol*, 2011; 41:1-32.

S.L.

WIRELESS E SALUTE

La telefonia mobile è parte di un più ampio sistema di tecnologie senza fili, che si scambiano informazioni attraverso segnali a radiofrequenza. Le reti *wireless* per aree locali (Wlan), che permettono l'accesso ad alta velocità a internet e ad altri servizi, sono sempre più comuni nelle abitazioni, negli uffici e in molte aree pubbliche (aeroporti, aree residenziali, scuole). Lo sviluppo pervasivo della tecnologia *wireless* ha portato una diffusa preoccupazione circa le possibili conseguenze sulla salute dell'esposizione a questi nuovi campi elettromagnetici.

A oggi, l'unico effetto sanitario acuto dei campi a radiofrequenza identificato nelle rassegne critiche della letteratura scientifica è quello legato ad aumenti della temperatura (>1°C) susseguenti a esposizioni a campi molto intensi. I livelli di esposizione della popolazione imputabili a stazioni radio base e reti *wireless* sono talmente bassi che gli aumenti di temperatura sono insignificanti e senza conseguenze per la salute umana. Di fatto, a livelli di esposizione confrontabili, il corpo assorbe i segnali alle frequenze tipiche della radio Fm e della televisione in misura circa 5 volte maggiore, a causa della loro frequenza più bassa. Non è stato identificato alcun meccanismo di interazione con il corpo umano che possa far prevedere danni alla salute.

Accurate rassegne scientifiche non hanno fino ad ora rivelato alcun rischio che sia specifico delle diverse modulazioni dei segnali a radiofrequenza, nel passaggio dall'analogico al digitale. Il complesso dei dati accumulati fino ad ora non mostra alcun effetto sulla salute, a breve o a lungo termine, in conseguenza dei segnali prodotti dalle stazioni radio base e dalle reti *wireless*. Poiché queste ultime producono generalmente segnali più bassi rispetto alle stazioni radio base, non si prevede che diano luogo ad alcun effetto nocivo per la salute.

L'indicazione è dunque di tenere bassa la guardia per reti wi-fi, cuffie senza fili, telefoni *cordless* e tutti gli apparecchi domestici che si basano sulla tecnologia *wireless*.

A.D.S.

Fonti: Promemoria Oms 304/2006; Iss "Salute e campi elettromagnetici"



FOTO: M. RELESVAS



FOTO: M. COGHIAN

Riferimenti web per il rapporto campi elettromagnetici/salute:

Scheda sul rapporto Interphone a cura del Centro nazionale di epidemiologia, sorveglianza e promozione della salute: www.epicentro.iss.it/temi/tumori/interphone.asp

Agenzia internazionale per la ricerca sul cancro (Iarc): www.iarc.fr

Progetti e pubblicazioni del Centro di ricerca per l'interazione bioelettromagnetica dell'Università di Aachen (Germania): www.emf-portal.de