

Utilizzo clinico dei campi elettromagnetici su patologie ossee: effetti legati alle forme d'onda

L'applicazione dei campi elettromagnetici per la cura di patologie ossee costituisce un argomento di grande interesse in ambito medico e clinico; il trattamento con campi elettromagnetici a bassa frequenza rappresenta infatti un valido aiuto nella cura di diversi tipi di patologie o lesioni a carico delle ossa, tra cui osteoporosi, osteonecrosi e trapianti ossei, stimolandone i processi rigenerativi. Numerosi studi hanno evidenziato che i campi ELF intervengono... [Leggi tutto l'articolo](#)

Wi-Fi: pericolosi o..?

L'utilizzo di tecnologie WiFi ha avuto negli ultimi anni una notevole diffusione: apparati per il collegamento senza fili sono presenti nei luoghi di lavoro, nelle case e spesso anche integrati in contesti urbani, quali aeroporti, stazioni ed altri luoghi di aggregazione o di interesse storico culturale. Questo ha portato non solo in Italia, ma anche in altri paesi europei (Francia, Inghilterra)... [Leggi tutto l'articolo](#)



Esposizione ai campi elettromagnetici a radiofrequenza: il panorama americano

Due nuove sezioni del sito www.elettra2000.it per approfondimenti e curiosità.... [Leggi](#)

Lo scorso 4 giugno la Federal Communication Commission (FCC), l'autorità che negli USA si occupa delle telecomunicazioni, ha pubblicato sul Registro Federale la versione definitiva... [Leggi tutto l'articolo](#)

Esposizione ai campi elettromagnetici ed insorgenza di sintomi generici nella popolazione: il punto della situazione

Il grande sviluppo della tecnologia, associato all'utilizzo sempre maggiore dei telefoni cellulari, ha portato buona parte della popolazione mondiale a manifestare non poche preoccupazioni sui potenziali effetti sanitari determinati dall'esposizione... [Leggi tutto l'articolo](#)



Da gennaio 2013 puoi rimanete in contatto con Elettra tramite i social Network Facebook e Twitter. Ci potete trovare come Consorzio Elettra 2000 su Facebook , su Twitter come @Elettra_2000.

Per informazioni consultare www.elettra2000.it o scrivere a info@elettra2000.it

Se non si desidera più ricevere questo notiziario scrivere a unsubscribe@elettra2000.it

Utilizzo clinico dei campi elettromagnetici su patologie ossee: effetti legati alle forme d'onda

L'applicazione dei campi elettromagnetici per la cura di patologie ossee costituisce un argomento di grande interesse in ambito medico e clinico; il trattamento con campi elettromagnetici a bassa frequenza rappresenta infatti un valido aiuto nella cura di diversi tipi di patologie o lesioni a carico delle ossa, tra cui osteoporosi, osteonecrosi e trapianti ossei, stimolandone i processi rigenerativi [1].

Numerosi studi hanno evidenziato che i campi ELF intervengono in vari aspetti della riparazione ossea, migliorando la densità e le proprietà biochimiche dell'osso, prevenendo l'osteoporosi o alleviando il dolore in maniera significativa in pazienti già affetti da questa patologia [2; 3].

Nonostante le indagini sperimentali in vitro, su animali e tramite simulazione numerica, stiano andando avanti da molti anni, non è ancora stato identificato un protocollo standard per l'applicazione dei campi ELF nella cura delle patologie sopra elencate; infatti, nelle indagini condotte fino ad ora, i trattamenti sono stati eseguiti variando ogni volta parametri fondamentali legati alle caratteristiche del campo quali intensità, ampiezza dell'onda, tempo di applicazione, forme d'onda e tipologie cellulari esposte, ottenendo nei singoli esperimenti risultati non completamente uniformi.

Analisi effettuate principalmente tramite simulazione numerica hanno messo in evidenza che l'efficacia terapeutica del trattamento varia in funzione dei parametri caratteristici del campo e dell'onda; sarebbe quindi estremamente importante riuscire ad identificare parametri di applicazione universali ed ottimali per ottenere la miglior efficacia nelle terapie.

Ciò costituirebbe il punto di partenza per mettere in luce anche i meccanismi biologici che stanno alla base di questi effetti e poter comprendere appieno tutte le potenzialità dell'utilizzo dei campi ELF in ambito terapeutico.

Lo scopo dell'articolo, intitolato "Different Electromagnetic Field Waveforms Have Different Effects on Proliferation, Differentiation and Mineralization of Osteoblasts In Vitro", pubblicato da Zhou e collaboratori sul numero di giugno della rivista internazionale Bioelectromagnetics, consiste nel mettere a confronto diverse tipologie di campi elettromagnetici, che si differenziano tra loro unicamente per la forma d'onda, e verificare se abbiano effetti differenti su proliferazione, differenziamento e funzionalità di osteoblasti in coltura.

Gli osteoblasti, suddivisi in diversi gruppi, sono stati esposti per 30 minuti al giorno a campi ELF con frequenza 50 Hz, intensità pari a 1.8 mT e caratterizzati da forme d'onda diverse (sinusoidale, triangolare, quadrata e a denti di sega); il gruppo di cellule non esposto è stato utilizzato come controllo.

Dall'analisi dei dati è emerso che i campi con forme d'onda quadrata agiscono stimolando la proliferazione degli osteoblasti, mentre i campi con forme d'onda sinusoidali hanno l'effetto opposto e la inibiscono. Le altre due tipologie d'onda non hanno invece mostrato effetti significativi sulla proliferazione cellulare.

Per quanto riguarda il differenziamento degli osteoblasti, è stato valutato l'effetto delle diverse tipologie di campi sull'attività della fosfatasi alcalina (ALP) ed è stato osservato che i campi con forme d'onda triangolare e sinusoidale incrementano maggiormente l'attività della fosfatasi alcalina rispetto ai campi con forme d'onda quadrata e a dente di sega.

Lo stesso risultato è stato riscontrato nel saggio di mineralizzazione, condotto valutando l'effetto dei campi ELF sui depositi di calcio intracellulari; anche in questo caso i campi con forma d'onda triangolare e sinusoidale hanno mostrato un maggior effetto sulla deposizione del calcio rispetto alle altre due tipologie di campo.

Sono stati analizzati anche gli effetti a livello genico, ed è emerso che i campi con forme d'onda triangolare e sinusoidale incrementano maggiormente l'espressione dei geni che regolano l'osteogenesi rispetto ai campi con forme d'onda quadrata e seghettata. E se comparati tra di loro, i campi con forma d'onda triangolare hanno un effetto ancora maggiore rispetto a quelli con forma sinusoidale.

Lo studio ha dimostrato quindi che gli effetti dei campi elettromagnetici (frequenza 50 Hz, intensità 1.8 mT) su proliferazione, differenziamento e mineralizzazione degli osteoblasti dipendono dalle caratteristiche specifiche dell'onda applicata.

In particolare, campi con forma d'onda quadrata promuovono la proliferazione ma non hanno effetti sul differenziamento degli osteoblasti, mentre campi con forma d'onda sinusoidale inibiscono la proliferazione ma incrementano il differenziamento. I campi con forma d'onda triangolare, infine, non influenzano la proliferazione ma hanno l'effetto maggiore sull'espressione dei geni che regolano l'osteogenesi rispetto alle altre tre tipologie di campo.

Ulteriori studi si rendono comunque necessari per avere una completa conoscenza dei meccanismi d'azione alla base della interazione, con particolare riferimento al ruolo specifico delle singole componenti elettrica e magnetica.

Glossario

Fosfatasi alcalina: enzima prodotto dagli osteoblasti che costituisce un marcatore precoce del processo di differenziamento.

Bibliografia

[1] Dallari D, Fini M, Giavaresi G, Del Piccolo N, Stagni C, Amendola L, Rani N, Gnudi S, Giardino R. 2009. Effects of pulsed electromagnetic stimulation on patients undergoing hip revision prostheses: A randomized prospective doubleblind study. *Bioelectromagnetics* 30:423–430.

[2] Chang K, Chang WH, Wu ML, Shih C. 2003. Effects of different intensities of extremely low frequency pulsed electromagnetic fields on formation of osteoclast-like cells. *Bioelectromagnetics* 24:431–439.

[3] Luo E, Jiao L, Shen G, Wu XM, Xu Q, Lu L. 2005. Effects of the PEMFs of different intensity on BMD and biomechanical properties of rabbits' femur. *Sheng Wu Yi Xue Gong Cheng Xue Za Zhi* 22:1168–1170.

Wi-Fi: pericolosi o..?

L'utilizzo di tecnologie WiFi ha avuto negli ultimi anni una notevole diffusione: apparati per il collegamento senza fili sono presenti nei luoghi di lavoro, nelle case e spesso anche integrati in contesti urbani, quali aeroporti, stazioni ed altri luoghi di aggregazione o di interesse storico culturale.

Questo ha portato non solo in Italia, ma anche in altri paesi europei (Francia, Inghilterra) ed extraeuropei (Canada), al sorgere di preoccupazioni riguardo agli effetti sulla salute umana

derivanti dalla esposizione ai campi elettromagnetici prodotti da questi apparati, con particolare riferimento alle potenziali conseguenze sulla salute di bambini ed adolescenti.

La percezione del rischio derivante dalla esposizione ai campi prodotti da apparati senza fili è tornata fortemente di attualità a valle della classificazione dei campi a radiofrequenza nel gruppo 2B (possibilmente cancerogeni) da parte della IARC, avvenuta nel maggio 2011 e confermata ad aprile 2013 attraverso la pubblicazione di una dettagliata monografia esplicativa.

Il timore diffuso è che l'esposizione ai campi elettromagnetici prodotti dagli apparati WiFi possa causare tumori, leucemie e problemi a livello riproduttivo.

La polemica ha raggiunto toni eccessivamente aspri, tanto che, in alcuni contesti l'esposizione ai campi prodotti da apparati senza fili viene paragonata in termini di effetto all'esposizione all'amianto, al fumo ed al benzene.

Con il termine WiFi si indica un protocollo di trasmissione wireless per il supporto di reti ad alta velocità. Gli apparati WiFi operano essenzialmente in due fasce di frequenza: 2.4 GHz (Standard 802.11b e 802.11g) e 5.4 GHz (Standard 802.11n)

Per gli apparati operanti alla frequenza di 2.4 GHz la potenza massima di emissione consentita è di 100 mW, sia indoor che outdoor.

Per gli apparati operanti nella fascia di frequenza a 5 GHz la potenza massima di emissione consentita in ambiente indoor è di 100 mW, esattamente la stessa che caratterizza gli apparati a 2.4 GHz, mentre in outdoor è di 1 W.

Pertanto è possibile affermare che le potenze emesse da un access point WiFi sono molto inferiori rispetto a quelle emesse dalle stazioni radiobase per telefonia mobile (UMTS, LTE, GSM) e da quelle prodotte, a stretto contatto con la testa dell'utilizzatore, dai terminali mobili di uso comune.

Da un punto di vista prettamente dosimetrico, le emissioni prodotte dagli apparati WiFi domestici o presenti in uffici e biblioteche sono state valutate in tutto il mondo, sia attraverso complesse simulazioni numeriche, sia attraverso misurazione di parametri specifici su fantocci antropomorfi, sia tramite misurazione diretta dei livelli di campo elettrico.

Per quanto riguarda la valutazione diretta dei livelli di campo elettrico prodotti da apparati WiFi, campagne di misura su larga scala sono state effettuate nel corso del 2011 e del 2012 nelle scuole primarie e secondarie in Inghilterra prendendo in considerazione le emissioni degli access point WiFi presenti in aule e biblioteche e dei laptop utilizzati dai ragazzi per le attività didattiche. Le misure hanno messo in evidenza livelli di campo elettrico estremamente bassi, confermati da valori di SAR, ottenuti tramite simulazione numerica, quasi trascurabili.

Infatti, il SAR valutato sul modello del tronco di un bambino di 10 anni per esposizione al campo elettrico prodotto da un apparato WiFi posto ad una distanza di 34 cm è risultato pari a $80 \mu\text{W kg}^{-1}$, un valore ordini di grandezza inferiore a quanto indicato come limite nelle Linee Guida redatte dall'ICNIRP.

Misure strumentali dei livelli di campo elettrico prodotti da access point WiFi presenti in uffici e biblioteche, accompagnate da simulazioni numeriche, sono state effettuate anche dal Consorzio Elettra 2000; i risultati hanno confermato quanto riportato in letteratura: già a distanze inferiori al metro dagli apparati WiFi, anche in caso di massima operatività i livelli di campo elettrico misurati sono da considerarsi trascurabili. (citare articolo elettra)

Dal punto di vista della ricerca scientifica, ad oggi l'unico effetto sanitario accertato per i campi alle frequenze di interesse è di natura acuta e consiste in un aumento della temperatura (superiore ad un grado) susseguente alla esposizione a campi elettromagnetici intensi come quelli che si possono trovare in prossimità dei riscaldatori elettrici industriali o dei grandi arrays di forni a microonde utilizzati per la cottura industriale di alimenti.

I livelli di esposizione imputabili a reti wireless (ed anche a stazioni radiobase) sono così bassi che gli aumenti di temperatura prodotti non sono assolutamente rilevabili anche con gli strumenti più sofisticati.

Da un punto di vista delle caratteristiche specifiche dei segnali utilizzati nei WiFi, una accurata revisione della letteratura scientifica fin qui prodotta non ha rilevato la presenza di un rischio legato alla modulazione dei segnali.

Nel maggio del 2006 l'Organizzazione Mondiale della Sanità ha pubblicato il Promemoria 304 "Campi Elettromagnetici e Salute Pubblica: stazioni radiobase e tecnologie senza fili" nel quale presenta la propria posizione ufficiale riguardo ai presunti effetti sulla salute imputabili alla esposizione a campi elettromagnetici a radiofrequenza prodotti da apparati WiFi e stazioni radiobase.

Tale posizione ufficiale, derivata dalla analisi della letteratura scientifica pubblicata prima del 2006, si riassume nelle seguenti conclusioni: "considerati i livelli di esposizione molto bassi, non sussiste nessuna evidenza scientifica che i deboli segnali prodotti dalle reti wireless (ed anche dalle stazioni radiobase) possano causare effetti nocivi per la salute.

Le successive revisioni della letteratura scientifica effettuate dal 2006 ad oggi non hanno portato l'OMS a modificare la propria posizione riguardo a questo specifico tema.

La ricerca scientifica in ogni caso sta andando avanti con la finalità di riempire tutte le lacune conoscitive anche se il focus è centrato più sulle conseguenze dovute ad esposizione più elevate a carico di parti determinate del corpo, come accade per l'utilizzo del telefonino.

Bibliografia

Prog Biophys Mol Biol. 2011 Dec;107(3):412-20. doi: 10.1016/j.pbiomolbio.2011.08.004. Epub 2011 Aug 16. Exposure to radio frequency electromagnetic fields from wireless computer networks: duty factors of Wi-Fi devices operating in schools.

Khalid M, Mee T, Peyman A, Addison D, Calderon C, Maslanyj M, Mann S.

Barbiroli, M. ; Carciofi, C. ; Guiducci, D. : "Assessment of Population and Occupational Exposure to Wi-Fi Systems: Measurements and Simulations", IEEE Transactions on Electromagnetic Compatibility, Volume: 53, Issue: 1 Publication Year: 2011 , Page(s): 219 - 228

Esposizione ai campi elettromagnetici a radiofrequenza: il panorama americano

Lo scorso 4 giugno la Federal Communication Commission (FCC), l'autorità che negli USA si occupa delle telecomunicazioni, ha pubblicato sul Registro Federale la versione definitiva del documento nel quale è contenuta la revisione delle norme che regolamentano le emissioni a radiofrequenza emesse dai dispositivi mobili ed in generale i limiti di esposizione per

popolazione (esposizione non controllata) e soggetti professionalmente esposti (esposizione controllata).

L'ultima revisione da parte dell'FCC dei limiti di esposizione per i campi a radiofrequenza, compresi quelli emessi dai telefoni cellulari risale a 17 anni fa, nel 1996.

Per quanto riguarda i limiti di esposizione, la grandezza dosimetrica da considerare per frequenze comprese tra 100 kHz e 6 GHz è il SAR. Il limite per i professionalmente esposti viene posto a 0.4 W/kg come media sul corpo intero con possibilità di raggiungere un valore di picco spaziale di 8 W/kg (mediato su un grammo di tessuto). Fanno eccezione le parti del corpo considerate come estremità (mani, polsi, piedi, anca, padiglione auricolare) per le quali il valore limite di picco spaziale viene posto a 20 W/kg mediato su 10 gr di tessuto. La media deve essere effettuata su un periodo della durata di 6 minuti.

Per la popolazione generale i valori sono rispettivamente 0.08 W/kg, 1.6 W/kg e 4 W/kg, mediati sui 30 minuti.

I limiti espressi in termini di grandezze fisiche (campo elettrico, campo magnetico, densità di potenza) vengono derivati dal SAR e sono espressi come funzioni della frequenza; questo vale per tutte le tipologie di esposizione, escluso le emissioni dirette dei telefoni cellulari. I limiti di esposizione possono essere superati per brevi intervalli di tempo.

Per quanto riguarda nello specifico le emissioni prodotte dai telefoni cellulari, tali livelli, fissati sulla base di indicazioni della Food and Drug Administration e di altre agenzie internazionali, tra cui l'ICNIRP, costituiscono i valori limite che i produttori sono vincolati a rispettare per poter immettere sul mercato statunitense i propri modelli di telefoni cellulari.

Tuttavia da allora, il numero di telefonini è cresciuto in maniera esponenziale ed il tempo e le modalità di utilizzo dei dispositivi mobili sono notevolmente cambiati: uno degli esempi più significativi è costituito dalla diffusione e dall'impiego degli smartphone, che hanno diminuito il numero delle chiamate, ma aumentato il tempo totale di utilizzo del telefonino nell'arco di una giornata.

Questo cambiamento nel tempo e nelle modalità di impiego dei dispositivi mobili di ultima generazione è stato analizzato anche in un rapporto dello US Government Accountability Office (GAO) nel quale, tra l'altro, sono suggerite nuove regole di esposizione e requisiti di prova per i telefoni cellulari, allo scopo di riflettere il cambiamento dei modelli ed il loro utilizzo. Questo rapporto, pubblicato nel luglio del 2012, ha perciò portato l'FCC ad iniziare un aggiornamento degli standard e a rivedere, in maniera cautelativa, i limiti di esposizione ai campi elettromagnetici emessi dai dispositivi mobili.

Nel documento sono spiegate le motivazioni che portano la Commissione a continuare a considerare la misura del tasso di assorbimento specifico (SAR) un parametro primario e sufficiente per assicurare la conformità ai limiti di esposizione, per tutti i dispositivi mobili la cui emissione non superi i 6 GHz; l'FCC, alla luce dei risultati della ricerca scientifica più avanzata e dell'opinione di organismi internazionali autorevoli quali l'ICNIRP, ha deciso di non modificare i limiti del SAR attualmente vigenti negli USA che rimangono, per la popolazione generale, pari a 1.6 W/kg di picco.

La conformità di un terminale mobile ai limiti espressi in SAR deve essere valutata in laboratori accreditati, attraverso l'utilizzo di raffinate tecniche di misura e simulazione prima che il modello in oggetto venga messo in commercio.

Quanto scritto nel documento pubblicato dalla FCC ha messo in evidenza che i limiti e la grandezza dosimetrica di riferimento non sono stati assolutamente toccati, sia per quanto riguarda le esposizioni professionali, che quelle riferite alla popolazione generale, che le

emissioni dei terminali mobili, Una variazione importante rispetto al precedente documento è invece rappresentata dalla riclassificazione della parte esterna dell'orecchio umano, che viene considerata una estremità, alla pari degli arti ; tale riclassificazione alza di conseguenza i limiti sulla quantità di segnale che la parte esterna dell'orecchio è in grado di assorbire senza superare le linee guida.

Nei prossimi sei mesi le autorità internazionali avranno la possibilità di presentare all'FCC eventuali commenti o suggerimenti in riferimento al documento che verranno analizzati dalla Commissione.

Esposizione ai campi elettromagnetici ed insorgenza di sintomi generici nella popolazione: il punto della situazione

Il grande sviluppo della tecnologia, associato all'utilizzo sempre maggiore dei telefoni cellulari, ha portato buona parte della popolazione mondiale a manifestare non poche preoccupazioni sui potenziali effetti sanitari determinati dall'esposizione ai campi elettromagnetici.

Le apprensioni riguardano soprattutto le esposizioni ai campi a radiofrequenza generati dalle stazioni radiobase per telefonia mobile ed i campi ELF generate dalle linee per trasporto dell'energia elettrica: tali esposizione vengono percepite come pericolose in quanto protratte nel tempo e non controllabili dai singoli soggetti [1].

Le preoccupazioni manifestate non riguardano solamente il potenziale aumento del rischio di insorgenza di patologie a lungo termine come tumori o leucemie, ma includono anche una grande varietà di sintomi privi di una chiara base patologica, la cui insorgenza viene spesso attribuita, senza che esista una reale evidenza scientifica, alla esposizione a bassi ma costanti livelli di campi elettromagnetici.

Tra questi sintomi, i più diffusi sono arrossamento, formicolio, sensazione di bruciore (soprattutto a livello facciale), affaticamento, stanchezza, mancanza di concentrazione, vertigini, nausea, palpitazioni e disturbi digestivi [2]. Nell'insieme, i sintomi sopracitati vengono definiti con la sigla NSPS (non-specific physical symptoms) e sono stati studiati in maniera approfondita da numerosi gruppi di ricerca in tutto il mondo, con lo scopo di comprendere più in dettaglio la natura della loro comparsa e se esista realmente una correlazione tra la loro insorgenza e l'esposizione ai campi elettromagnetici [3].

I singoli studi condotti fino ad ora non hanno evidenziato un'associazione causale consistente tra esposizione ed insorgenza dei sopracitati sintomi, ma i risultati ottenuti potrebbero non essere definitivi e richiedere ulteriori conferme, principalmente a causa dei numerosi bias tipici delle indagini epidemiologiche. Sarebbe quindi importante, ai fini di una miglior comprensione ed interpretazione dei risultati, analizzare le indagini condotte fino ad ora non solo singolarmente, ma confrontandole tra loro e conducendo anche, ove possibile, delle meta analisi per trarre conclusioni più consistenti.

Questo approccio è stato seguito da Baliatsas e collaboratori, che hanno realizzato una review sistematica confrontando i principali studi condotti negli ultimi 11 anni sulla possibile associazione causale tra esposizione ai campi elettromagnetici ed insorgenza di NSPS; nella review, intitolata "Non-specific physical symptoms and electromagnetic field exposure in the general population: Can we get more specific? A systematic review" e pubblicata sulla rivista Environment International, gli autori hanno condotto una ricerca tra i più importanti database bibliografici internazionali, prendendo in considerazione e confrontando gli studi epidemiologici di maggior rilievo pubblicati tra gennaio 2000 e aprile 2011.

Ai fini della analisi dei dati, sono state prese in considerazione due tipologie di esposizione ai campi elettromagnetici: esposizione effettiva, che si riferisce ai livelli di campo elettromagnetico valutati oggettivamente tramite ideonei strumenti di misura, ed esposizione percepita, determinata da una stima del campo elettromagnetico esclusivamente soggettiva.

Nel caso specifico, i volontari inclusi nei vari studi hanno valutato l'esposizione percepita basandosi principalmente su una stima delle ore passate utilizzando il telefono cellulare nell'arco di una giornata. Nell'ambito della ricerca specifica di Baliatsas e collaboratori, l'esposizione percepita viene considerata come un indicatore di un effetto nocebo e non di una esposizione reale.

Definite queste due modalità di esposizione, lo scopo principale della review è quello di mettere a confronto gli studi per valutare se esista una reale evidenza scientifica di una associazione tra esposizione effettiva e percepita ai campi elettromagnetici ed insorgenza di NSPS nella popolazione.

La selezione degli studi da analizzare è stata condotta seguendo criteri specifici per garantire risultati il più possibile corretti e veritieri. Sono state selezionate solamente le indagini condotte sulla popolazione generale (e non sui lavoratori), in cui l'esposizione ai campi elettromagnetici non superasse i limiti stabiliti dall'ICNIRP e nelle quali il gruppo dei volontari fosse costituito da individui di età superiore ai 12 anni ed in buono stato di salute generale.

Sono stati invece esclusi dalla selezione gli studi condotti su individui che riportavano patologie idiopatiche che loro stessi attribuivano all'esposizione ai campi elettromagnetici.

Per ottenere un quadro più chiaro dei dati a disposizione e poter quantificare le eventuali associazioni positive, le indagini selezionate sono poi state sottoposte a meta analisi.

Dal confronto degli studi non è emersa una associazione positiva significativa tra esposizione effettiva ai campi elettromagnetici ed insorgenza di NSPS, mentre i dati degli studi sull'esposizione percepita e l'insorgenza di NSPS sono risultati per lo più contraddittori.

Le meta analisi non hanno evidenziato una correlazione significativa tra esposizione, anche nei casi di livelli di campo elevati, ed insorgenza di sintomi quali affaticamento e difficoltà di concentrazione., confermando quindi quanto riportato in generale come risultato dei singoli studi.

Per quello che riguarda invece sintomi come vertigini, alterazioni della qualità del sonno e mal di testa, i risultati emersi sono contraddittori.

È stato inoltre osservato che la qualità metodologica costituisce una componente di estrema importanza nella valutazione della rilevanza delle associazioni; infatti, gli studi che presentavano un elevato rischio di bias, dovuto soprattutto alla selezione dei campioni e ai parametri dell'esposizione, hanno riportato associazioni più elevate rispetto alle indagini metodologicamente più corrette.

L'analisi condotta non ha riscontrato quindi la presenza di una associazione diretta tra esposizione ed aumento di insorgenza di NSPS, né per quanto riguarda la frequenza dei sintomi né per quel che concerne la loro gravità.

Quel che è stato evidenziato dal confronto tra gli studi analizzati è invece una lieve associazione positiva tra esposizione percepita ed insorgenza di NSPS, anche se l'evidenza scientifica è comunque molto scarsa e poco significativa a causa delle differenze tra i vari studi sia nella conduzione delle misure sia nello schema concettuale.

Ulteriori indagini epidemiologiche, condotte utilizzando metodologie e strumentazioni comparabili tra loro sarebbero quindi utili per ottenere risultati più validi e comprendere maggiormente il ruolo dell'esposizione percepita e la mediazione delle componenti psicologiche, per metterla a confronto con l'esposizione effettiva e verificare in che modalità esse influiscano sulla comparsa degli NSPS.

Glossario

Meta analisi: è uno strumento di ricerca secondario, il cui scopo è quello di riassumere i dati provenienti da strumenti di ricerca primaria, in particolare dagli studi clinici.

In dettaglio essa consiste in una serie di metodi matematico-statistici per integrare i risultati di diversi studi clinici, miranti ad ottenere un unico indice quantitativo di stima che permetta di trarre conclusioni più forti di quelle tratte sulla base di ogni singolo studio.

Bias: è un errore sistematico presente in uno studio che si ripercuote sui risultati determinando uno scarto tra risultati ottenuti e quelli che si sarebbero dovuti ottenere in assenza di bias

Bibliografia

[1] Schreier N, Huss A, Rössli M. The prevalence of symptoms attributed to electromagnetic field exposure: a cross-sectional representative survey in Switzerland. *Soz Präventivmed* 2006;51:202–9.

[2] World Health Organization. Electromagnetic fields and public health, WHO Fact Sheet No. 296. 2005. Available at http://www.emfandhealth.com/WHO_EMSSensitivity.pdf.

[3] Blettner M, Schlehofer B, Breckenkamp J, Kowall B, Schmiedel S, Reis U, Potthoff P, Schüz J, Berg-Beckhoff G. Mobile phone base stations and adverse health effects: phase 1 of a population-based, cross-sectional study in Germany. *Occup Environ Med* 2009;66:118–23.
