

Gli Effetti Biologici di Campi Elettromagnetici Deboli

Problemi e Soluzioni

Andrew Goldsworthy Marzo 2012

Introduzione

Sono un docente in pensione dell'Imperial College di Londra, che è tra le prime tre università del Regno Unito dopo Oxford e Cambridge ed è rinomato per la sua competenza nei campi dell'ingegneria elettrica e della salute. Ho passato molti anni a studiare il metabolismo del calcio nelle cellule viventi e anche come le cellule, i tessuti e gli organismi risentono dei campi elettrici ed elettromagnetici.

In questo articolo, cercherò di spiegare con termini semplici come i deboli campi elettromagnetici provenienti da telefoni cellulari, telefoni cordless e WiFi possono avere seri effetti sulla nostra salute. Questi effetti includono danni alle ghiandole, con conseguente obesità e disordini collegati, stanchezza cronica, autismo, aumento di allergie e sensibilità chimiche multiple, demenza precoce, danno al DNA, perdita di fertilità e cancro.

Tutto questo avviene a livelli di radiazione che le compagnie di telefoni cellulari dichiarano essere sicuri in quanto la radiazione è troppo debole per causare un significativo riscaldamento. **Questo è il solo criterio che loro usano per valutarne la sicurezza.** In realtà, l'effetto elettrico diretto sulle nostre cellule, tessuti e organi fa molto più danno a livelli di energia che possono essere centinaia o migliaia di volte inferiori di quelli che causano un riscaldamento significativo. Questi sono chiamati effetti non-termici e **i nostri governi e autorità sanitarie non stanno facendo niente per proteggerci da questi effetti.**

Questo stato di cose non deve essere necessariamente così. Attraverso la comprensione di questi effetti non termici, è possibile correggere la maggior parte di essi, come mostrerò nell'articolo seguente.

Abstract

Molti degli effetti biologici segnalati dei campi elettromagnetici non ionizzanti si verificano a livelli troppo bassi per causare un riscaldamento significativo, vale a dire che sono non termici. La maggior parte di questi possono essere associati con effetti elettrici sulle cellule viventi e sulle loro membrane. I campi alternati generano correnti elettriche alternate che fluiscono attraverso cellule e tessuti e rimuovono dalle membrane cellulari ioni calcio strutturalmente importanti, il che le rende molto più permeabili.

L'acqua trattata elettromagneticamente (come quella generata dai condizionatori d'acqua elettronici utilizzati per rimuovere il calcare dalle tubature) ha effetti simili, il che implica che gli effetti dei campi possono essere anche trasportati nel flusso sanguigno. Praticamente tutti gli effetti non termici delle radiazioni elettromagnetiche possono essere spiegati dall'aumento di permeabilità delle membrane cellulari.

La maggior parte di tali effetti implicano un flusso in entrata di ioni calcio secondo un enorme gradiente elettrochimico che influenza i sistemi enzimatici calcio-sensibili. Questo è il normale meccanismo per mezzo del quale le cellule rilevano danni meccanici alle membrane. Esse normalmente rispondono innescando meccanismi che stimolano la crescita e la riparazione, incluse le cascate MAP-kinase, che amplificano il segnale.

Se il danno non è troppo grave o prolungato, osserviamo una stimolazione della crescita e l'effetto sembra benefico, ma se l'esposizione è prolungata, questi meccanismi vengono sopraffatti e il risultato è in ultima analisi un danno. Tale fenomeno si verifica sia con radiazioni ionizzanti che non ionizzanti e viene chiamato ormesi da radiazione. Le cellule delle ghiandole sono un buon esempio di ciò, dato che esposizioni brevi stimolano la loro attività mentre esposizioni lunghe causano danni visibili e una perdita di funzionalità. Danni alla tiroide in soggetti residenti fino a 100 metri da una stazione base telefonica sono stati associati a ipotiroidismo e possono essere parzialmente responsabili per l'attuale picco di obesità e stanchezza cronica.

Gli effetti secondari dell'obesità includono diabete, cancrena, problemi cardiaci, insufficienza renale e cancro. La radiazione delle stazioni base telefoniche influenza anche le ghiandole surrenali, stimolando la produzione di adrenalina e cortisolo. L'adrenalina in eccesso causa mal di testa, aritmie cardiache, alta pressione del sangue, tremori e l'incapacità di dormire. Tutti questi sintomi sono stati riportati da persone che vivono vicino a stazioni telefoniche. La produzione di cortisolo indebolisce il sistema immunitario e potrebbe rendere le persone che vivono vicino a stazioni telefoniche più suscettibili a stati patologici e al cancro.

Il flusso in entrata di calcio nei neuroni cerebrali stimola l'iperattività e rende più difficile concentrarsi, il che risulta in un deficit di attenzione e iperattività (ADHD - Attention Deficit Hyperactivity Disorder). Quando questo accade nel cervello dei feti e dei bambini, si riduce la loro capacità di concentrarsi nell'apprendimento delle abilità sociali e può causare autismo. L'aumentata permeabilità agli ioni nelle cellule del sistema nervoso periferico negli adulti provoca l'invio di falsi segnali al cervello, che comportano i sintomi dell'intolleranza elettromagnetica (pseudonimo di ipersensibilità elettromagnetica). Alcune forme di intolleranza elettromagnetica possono essere dovute al danno prodotto dal telefono cellulare alla ghiandola paratiroidea, che controlla il livello di calcio nel sangue e rende le membrane cellulari più inclini a essere permeabili. Ulteriori esposizioni potrebbero poi valicare i limiti verso sintomi di completa intolleranza elettromagnetica.

La radiazione dei telefoni cellulari danneggia il DNA indirettamente, o attraverso la perdita di enzimi digestivi dai lisosomi [piccoli organuli cellulari] oppure dalla produzione di specie reattive all'ossigeno (ROS-Reactive Oxygen Species) dalle membrane mitocondriali e plasmatiche danneggiate. Gli effetti sono simili a quelli da esposizione a raggi gamma da un isotopo radioattivo.

Gli effetti del danneggiamento del DNA includono un aumentato rischio di cancro e una perdita di fertilità, entrambi riscontrati mediante studi epidemiologici. Gli effetti delle radiazioni del telefono cellulare e del WiFi sono anche state determinate sperimentalmente utilizzando seme eiaculato. I risultati hanno mostrato la produzione di ROS e una perdita di qualità del seme e, in alcuni casi, frammentazione del DNA.

Il flusso verso l'interno della cellula di ioni calcio, indotto dall'esposizione a campi elettromagnetici, ha un effetto anche sulla tenuta delle varie barriere di giunzione nel nostro corpo che normalmente ci proteggono da allergeni e tossine presenti nell'ambiente ed evitano che materiali tossici presenti nel flusso sanguigno entrino in parti sensibili del corpo come il cervello. E' stato dimostrato che l'apertura della barriera emato-encefalica (sangue-cervello) causa la morte di neuroni e si può prevedere che risulti in demenza precoce e morbo di Alzheimer. E' stato dimostrato che l'apertura della barriera nel nostro epitelio respiratorio causata da campi elettromagnetici aumenta il rischio di asma nei bambini, mentre quella della barriera sangue-fegato può essere parzialmente responsabile dell'attuale picco di malattie del fegato. L'apertura di altre barriere, come la barriera intestinale, permette invece a materiali estranei presenti nell'intestino di entrare nel flusso sanguigno, il che può promuovere allergie ed è stato associato a malattie autoimmuni.

Le membrane cellulari fungono anche da isolanti per le correnti elettriche continue naturali che vengono fisiologicamente usate per il trasporto di energia. Le membrane mitocondriali usano il flusso di ioni idrogeno per accoppiare l'ossidazione del cibo alla produzione di ATP. La membrana cellulare esterna utilizza il flusso di ioni sodio per accoppiare l'ATP prodotto all'assorbimento dei nutrienti. Se uno di questi sistemi di membrane perde, o è danneggiato permanentemente, entrambi i processi saranno compromessi portando a una perdita di energia disponibile, che alcuni

ritengono sia un fattore che contribuisce alla sindrome di stanchezza cronica.

Il meccanismo alla base dell'aumentata permeabilità delle membrane cellulari indotta elettromagneticamente è dovuto a deboli correnti a frequenza estremamente bassa (ELF, extremely low frequency) circolanti attraverso i tessuti, che rimuovono preferenzialmente ioni calcio strutturalmente importanti, ma hanno dimostrato di farlo solo entro certe finestre di ampiezza, sopra o sotto le quali c'è poco o nessun effetto. Questo significa che non c'è una semplice curva dose-risposta, questione che molti trovano disorientante, ma un modello teorico plausibile è descritto. Il meccanismo spiega anche perchè certe frequenze, specialmente 16 Hz, sono particolarmente efficaci.

Le cellule viventi hanno sviluppato meccanismi di difesa contro le radiazioni non ionizzanti. Questi includono il pompare all'esterno il calcio in eccesso che si è disperso nello spazio intracellulare o citosol, la chiusura dei varchi nelle giunzioni per isolare la cellula danneggiata, la produzione di enzimi (ornithine decarboxylase) per stabilizzare il DNA e la produzione di proteine "heat-shock", che agiscono nella protezione di importanti enzimi.

Tuttavia, questo è costoso in termini di energia e risorse e determina perdita di efficienza cellulare.

Se l'esposizione alla radiazione è prolungata o ripetuta frequentemente, ogni stimolazione della crescita causata dall'ingresso di calcio esaurisce le risorse e la crescita e la riparazione viene inibita. Se il processo riparativo fallisce, la cellula può morire o diventare permanentemente danneggiata.

In una certa misura, noi possiamo rendere il nostro ambiente più sicuro evitando l'esposizione ai campi elettrici e magnetici a bassa frequenza e le onde radio pulsate o modulate in ampiezza a frequenze ELF. Le frequenze ELF che danno effetti biologici dannosi, come misurato dal rilascio di calcio in sezioni cerebrali e dalla produzione di ornithine decarboxylase in colture di tessuto, sono compresi tra 6 e 600 Hz. E' deplorabile che praticamente tutti i sistemi di telecomunicazioni digitali mobili usino impulsi in questo intervallo di frequenze. L'industria chiaramente non ha fatto i suoi compiti a casa prima di rilasciare queste tecnologie al pubblico e questa omissione può già essere costata molte vite.

Anche oggi, può essere possibile invertire tali effetti nascondendo gli impulsi in rumore magnetico casuale, come proposto da Litovitz negli anni 1990 o cancellando gli impulsi con l'utilizzo di tecnologia a segnali bilanciati; attualmente però i produttori di dispositivi per la comunicazione non sembrano interessati a nessuna di queste soluzioni.

Finchè il settore delle telecomunicazioni mobili non renderà i suoi prodotti biologicamente più compatibili, abbiamo poche alternative se non ridurre la nostra esposizione personale per quanto possibile, utilizzando il telefono cellulare solo in casi di emergenza, evitando i telefoni "cordless" DECT e sostituendo il WiFi con cavi Ethernet. I soli telefoni DECT che sono solo lontanamente accettabili sono quelli che automaticamente spengono la stazione base tra le chiamate: ad esempio i Siemens Gigaset C595 operanti in modalità Eco plus. Se si è intolleranti elettromagneticamente, potrebbe essere necessario schermare la casa o quanto meno il letto da radiazioni a microonde incidenti e dormire quanto più lontano è possibile da sorgenti note di ELF.

INTRODUZIONE

Ci sono stati molti casi di effetti nocivi dei campi elettromagnetici da parte di telefoni cellulari, telefoni DECT (chiamati anche telefoni cordless), Wi-Fi, linee elettriche e cablaggi elettrici domestici. Questi includono un aumentato rischio di cancro, perdita di fertilità, effetti sul cervello e sintomi di intolleranza elettromagnetica. Molte persone credono ancora che, poiché l'energia dei campi è troppo bassa per fornire un riscaldamento significativo, non si possa avere alcun effetto biologico. Tuttavia, l'evidenza che i campi elettromagnetici alternati possono avere effetti biologici non-termici è ormai schiacciante. Vedere i siti web www.bioinitiative.org e www.neilcherry.com. La spiegazione è che non è un effetto di riscaldamento, ma principalmente un effetto elettrico sulla fine struttura delle membrane cellulari caricate elettricamente, da cui tutte le cellule viventi dipendono.

I campi elettromagnetici alternati possono indurre il fluire di *correnti alternate* attraverso le cellule e i tessuti viventi. Queste possono interferire con le normali *correnti continue* e tensioni che sono essenziali per il metabolismo della cellula. Praticamente ogni cellula vivente è una massa ribollente di correnti elettriche e di amplificatori biochimici ed elettrici che sono essenziali per la loro normale funzione. Alcune hanno una enorme capacità di amplificazione; per esempio si sostiene che un occhio umano adattato all'oscurità possa rilevare un singolo fotone (l'unità più piccola possibile di luce) e che l'orecchio umano possa sentire dei suoni con energie a partire da un milionesimo di watt. Non dobbiamo quindi essere troppo sorpresi di scoprire che le nostre cellule possono rilevare e rispondere a campi elettromagnetici che sono ordini di grandezza al di sotto dell'intensità necessaria per generare un calore significativo.

Il mio obiettivo principale qui è quello di mostrare come la maggior parte degli effetti negativi sulla salute dei campi elettromagnetici può essere attribuito a una singola causa; la quale è che essi rimuovono ioni calcio strutturalmente importanti (atomi calcio elettricamente caricati) dalle membrane cellulari, che conseguentemente rende le membrane permeabili. Spiegherò l'evidenza scientifica che porta a questa conclusione e anche come possiamo mettere le cose a posto, continuando a usare i telefoni cellulari e le comunicazioni wireless. Ho incluso riferimenti chiave che dovrebbero consentire al lettore più curioso di approfondire. In molti casi, si dovrebbe essere in grado di trovare l'abstract dell'articolo in questione, copiando in Google la voce inclusa nella lista delle referenze.

I campi elettromagnetici influenzano molte ma non tutte le persone

Molti degli esperimenti sugli effetti biologici dei campi elettromagnetici alternati sembrano dare risultati inconsistenti. Ci sono molte ragioni per questo, incluse le differenze nel patrimonio genetico, lo stato fisiologico e la storia del materiale sotto test. Negli esseri umani, gli effetti riportati includono un aumentato rischio di cancro, effetti sulla funzione cerebrale, perdita di fertilità, cambiamenti metabolici, affaticamento, interferenze sul sistema immunitario, e vari sintomi di intolleranza elettromagnetica.

Non tutti sono colpiti allo stesso modo e alcuni potrebbero non essere influenzati per niente. Tuttavia, vi è una crescente evidenza che la situazione sta peggiorando. La nostra esposizione elettromagnetica è in rapido aumento e le persone precedentemente sane si stanno sensibilizzando. In questo studio, mi sto concentrando sui casi in cui non ci sono effetti ben precisi; poiché questo è il modo più efficace con cui possiamo scoprire cosa non va e cosa si può fare per impedirlo.

La frequenza dei campi è importante

I campi che danno maggiori problemi sono nell'intervallo di frequenza estremamente bassa (ELF) e anche le frequenze radio che sono pulsate o modulate in ampiezza da ELF (la modulazione di ampiezza è quando l'intensità *dell'onda portante* trasmette informazioni aumentando e diminuendo nel tempo con una più bassa frequenza che porta le informazioni).

Perchè le frequenze delle microonde sono particolarmente dannose

La frequenza dell'onda portante è anche importante. Le frequenze più elevate come le microonde usate nei telefoni cellulari, Wi-Fi e telefoni DECT, sono le più dannose. La nostra attuale esposizione alle microonde causate dall'uomo è di circa un milione di miliardi di miliardi (uno seguito da 18 zeri) volte più grande della nostra esposizione naturale a queste frequenze. Non ci siamo evoluti in questo ambiente e non dovremmo essere troppo sorpresi nello scoprire che almeno

alcune persone possono essere geneticamente non adattate ad esso. Come con la maggior parte delle popolazioni sottoposte a un cambiamento ambientale, quei membri che non sono adatti o si ammalano o muoiono prematuramente o non riescono a riprodursi in maniera adeguata.

Paradossalmente, quelli che sono elettromagneticamente intolleranti possono essere meglio equipaggiati per sopravvivere dal momento che sono spinti a fare tutto il possibile per evitare la radiazione.

La ragione principale per cui le microonde sono particolarmente dannose è probabilmente a causa della facilità con cui le correnti che esse generano penetrano le membrane cellulari. Le membrane cellulari hanno una resistenza alle correnti continue altissima ma, poiché sono così sottili (circa 10 nm), esse si comportano come condensatori cosicché le correnti alternate le attraversano facilmente. Poiché la resistenza effettiva di un condensatore alla corrente alternata (la sua *reattanza*) è inversamente proporzionale alla sua frequenza, le correnti delle microonde passano attraverso le membrane cellulari e nei tessuti più facilmente delle radioonde di più bassa frequenza e possono quindi provocare più danni al contenuto delle cellule.

La perdita di calcio dalle membrane cellulari spiega la maggior parte di effetti negativi sulla salute

Mi sono interessato a questo argomento quando stavo lavorando sugli effetti biologici dell'acqua fisicamente (magneticamente) condizionata, che è ampiamente utilizzata per rimuovere il calcare da caldaie e impianti idraulici. Questo è realizzato consentendo all'acqua di rubinetto di fluire rapidamente tra i poli di un potente magnete o esponendola a un debole campo magnetico pulsato di un condizionatore elettronico dell'acqua. L'acqua così trattata può rimuovere gli ioni calcio (atomi di calcio elettricamente carichi) dalle superfici, e l'effetto sull'acqua può durare diversi giorni.

Stavo dando seguito a un lavoro Russo e Israeliano il quale ha dimostrato che l'acqua magneticamente condizionata poteva aumentare la crescita delle coltivazioni, ma questa ricerca si è rivelata molto più importante di quello. Il principio di fondo era anche in grado di spiegare i meccanismi attraverso i quali i campi elettromagnetici deboli possono danneggiare le cellule viventi e anche cosa può essere fatto per fermarli.

L'acqua condizionata magneticamente e i campi elettromagnetici hanno effetti simili

Probabilmente, la nostra più importante scoperta è stata che quando l'acqua corrente viene condizionata da deboli campi elettromagnetici, l'acqua trattata mostra effetti simili nel lievito a quelli di esporre ai campi elettromagnetici il lievito stesso, tra cui un' aumentata permeabilità delle membrane cellulari ai veleni (Goldsworthy et al 1999). Dal momento che era già noto dal lavoro di Bawin et al. (1975) che deboli campi elettromagnetici possono rimuovere gli ioni calcio dalla superficie delle cellule cerebrali, sembrava probabile che sia l'acqua condizionata che i campi elettromagnetici operassero allo stesso modo; cioè **attraverso la rimozione di ioni calcio strutturalmente importanti dalle membrane cellulari, le rende conseguentemente permeabili**. Ora sappiamo che la permeabilità di membrana di questo tipo può spiegare la maggior parte di effetti biologici sia dell'acqua condizionata che dell'esposizione diretta ai campi elettromagnetici.

Gli effetti sulla crescita dipendono dalla durata del trattamento di condizionamento

Abbiamo anche dimostrato che gli effetti dell'acqua condizionata sulla crescita di colture di lievito dipendono dalla durata del processo di condizionamento. Meno di 30 secondi di condizionamento stimola la crescita, ma più di questo inibisce la crescita. E' come se il processo di condizionamento stesse costantemente generando uno o più agenti chimici nell'acqua. Una bassa dose derivante da un breve periodo di condizionamento stimola la crescita, ma periodi più lunghi di condizionamento generano dosi più elevate, con effetti inibitori. Questo effetto tossico dell'acqua pesantemente

condizionata, quando l'acqua viene continuamente riciclata attraverso il condizionatore, è stato ora sfruttato commercialmente per avvelenare le erbacce nei laghetti ornamentali (www.lifescience.co.uk/domestic_blanketweed.htm). Per lo stesso motivo, il sangue che circola continuamente per periodi prolungati sotto i campi pulsati di un telefono cellulare o di un dispositivo simile potrebbe diventare tossico per il resto del corpo. Ciò significa che nessuna parte del corpo, dal cervello al fegato alle gonadi, può essere considerato al sicuro dagli effetti tossici dei campi elettromagnetici pulsati.

Ormesi da radiazione

Molte persone hanno mostrato simili effetti duali con l'esposizione sia a *radiazione ionizzante che non ionizzante*. Piccole dosi di radiazioni in altre circostanze nocive spesso stimolano la crescita e sembrano essere benefiche (un fenomeno conosciuto come *ormesi da radiazione*) ma dosi più elevate sono nocive. E spiega anche perché piccole dosi di campi magnetici pulsati sono efficaci nel trattamento di alcune condizioni mediche come ad esempio le ossa rotte (Bassett *et al.* 1974) ma esposizioni prolungate (come vedremo in seguito) sono dannose.

Le cellule hanno enormi capacità di amplificare e rispondere a segnali deboli

Sappiamo ora che la stimolazione elettromagnetica della crescita è quasi certamente dovuta ad amplificazione elettrochimica seguita dall'attivazione di una cascata di MAP kinase dagli ioni calcio liberi infiltrati nel citosol (la parte principale della cellula). L'infiltrazione verso l'interno di ioni calcio è il meccanismo normale attraverso il quale una cellula rileva di essere stata danneggiata e fa scattare i meccanismi di riparazione necessari. Ciò comporta enormi processi di amplificazione in modo che anche infiltrazioni minori (ad esempio a causa della perforazione della membrana o di campi elettromagnetici deboli) possano dare risposte rapide e spesso massicce.

Il primo stadio nell'amplificazione è dovuto allo stesso gradiente di calcio. C'è un enorme differenza (oltre mille volte) di concentrazione di calcio libero tra l'interno e l'esterno delle cellule viventi. Inoltre, vi è una differenza di potenziale di molte decine di mV che agisce nella stessa direzione. Questo significa che anche una leggera variazione della permeabilità della cellula può permettere un grandissimo flusso verso l'interno di ioni calcio. E' come un transistor, dove una piccola variazione nella carica della base può permettere il flusso di una massiccia corrente sotto l'influenza di un gradiente di tensione elevato tra emettitore e collettore.

La fase successiva nell'amplificazione è causata dalla concentrazione estremamente bassa nel citosol cosicché anche un piccolo ingresso di ioni calcio fa una grande differenza *percentuale*, alla quale molti enzimi all'interno della cellula sono sensibili.

Ancora più amplificazione deriva dalle cascate MAP-kinase. Queste sono amplificatori biochimici che permettono a piccole quantità di fattori di crescita o ormoni (forse perfino una singola molecola) di produrre effetti grandissimi. Essi consistono in catene di enzimi che agiscono in sequenza in modo che il primo enzima attiva molte molecole del secondo enzima, che a sua volta attiva ancora di più del terzo enzima etc. La fase finale poi attiva il macchinario di sintesi delle proteine necessario per la crescita e la riparazione della cellula.

Almeno alcune di queste cascate necessita di ioni calcio per funzionare (Chao *et al.* 1992) cosicché l'infiltrazione di calcio verso l'interno attraverso membrane cellulari danneggiate aumenterà la velocità di questi processi di stimolo alla crescita e alla riparazione. Tuttavia, queste riparazioni possono fare profonde breccie nell'energia e nelle risorse della cellula, e la sua capacità di riparare il danno dipenderà dalla sua condizione fisiologica e nutrizionale. Questo significa che, se il danno è

prolungato o persistente, prima o poi essa esaurisce le risorse e si arrende, che si verifica quando vediamo la fase inibitoria, magari seguita da apoptosi (morte della cellula) o la perdita di alcune delle normali funzioni della cellula. Stiamo attualmente sempre più assistendo a questa perdita di funzione dopo l'esposizione umana prolungata alle radiazioni delle stazioni radio base telefoniche; per esempio la perdita della funzione della ghiandola tiroidea dopo sei anni di esposizione (Eskander *et al.* 2012).

Effetti sulle Ghiandole

Le cellule delle ghiandole sono particolarmente sensibili alle radiazioni

Le cellule delle ghiandole possono essere particolarmente sensibili alle radiazioni perché le loro secrezioni sono normalmente prodotte in sistemi interni alla membrana, che possono essere anche danneggiati. Le loro secrezioni sono generalmente rilasciate in vescicole (bolle di membrana), che si fondono con la membrana cellulare esterna e riversano il loro contenuto al di fuori (esocitosi). La membrana della vescicola diventa quindi parte della membrana esterna. L'eccesso di membrana esterna risultante è controbilanciato dal processo inverso (endocitosi) in cui la membrana esterna fa crescere delle vescicole all'interno della cellula, che poi si fondono con le membrane interne. In questo modo, una cellula di ghiandola può internalizzare l'equivalente della sua intera superficie di membrana circa una volta ogni mezz'ora. Questo implica che se la membrana è danneggiata direttamente dai campi, o da sangue condizionato elettromagneticamente, la membrana danneggiata diventa rapidamente parte del sistema di membrana interna, dal quale la sua attività dipende. Se il danno è troppo grave, la ghiandola intera può perdere la sua normale funzione.

Effetti elettromagnetici sul sistema endocrino e obesità

Anche se i campi elettromagnetici stimolano l'attività ghiandolare nel breve periodo, l'esposizione a lungo termine è spesso dannosa in quanto la ghiandola smette di funzionare correttamente. Ciò è particolarmente grave per le ghiandole del sistema endocrino (quelle che coordinano le nostre funzioni corporee) dal momento che può influire su molti aspetti del metabolismo e mettere l'intero corpo fuori fase. Ad esempio può essere responsabile, almeno in parte, per l'attuale picco di obesità e le molte altre malattie che derivano da essa.

Un buon esempio di questo è la ghiandola tiroidea, che è in una posizione esposta nella parte anteriore del collo. Rajkovic *et al.* (2003) hanno dimostrato che dopo tre mesi di esposizione alle frequenze delle linee elettriche, le ghiandole tiroidee dei ratti hanno mostrato segni visibili di deterioramento. Inoltre esse hanno perso la loro capacità di produrre gli ormoni della tiroide, che non hanno recuperato anche dopo che i campi sono stati spenti. Esmekaya *et al.* (2010) ha trovato un analogo visibile deterioramento della ghiandola tiroidea in ratti esposti a radiazione di una cella telefonica 2G simulata per 20 minuti al giorno per tre settimane. Eskander *et al.* (2012) hanno osservato che le persone che vivono per sei anni nel raggio di 100 metri da una stazione radio base telefonica mostrano una riduzione significativa del rilascio nel sangue di una serie di ormoni, tra cui ACTH dalla ghiandola pituitaria, cortisolo dalle ghiandole surrenali, e prolattina e testosterone da altri organi. Tuttavia, la perdita più altamente significativa è stata la capacità di produrre gli ormoni della tiroide. La prevedibile conseguenza di questo è l'ipotiroidismo, i sintomi più frequenti del quale sono **stanchezza** e **obesità**. Può non essere una coincidenza che circa un quarto di milione di cittadini britannici sono attualmente affetti da ciò che viene diagnosticata come sindrome da stanchezza cronica, e circa otto su dieci sono o in sovrappeso o clinicamente obesi.

L'incidenza di obesità può essere aggravata da effetti sul rilascio degli ormoni che regolano l'appetito grelina e peptide YY. La grelina è sintetizzata nella parete dello stomaco e ci fa sentire

fame, mentre la peptide YY è prodotta nella parete dell'intestino e ci fa sentire pieni. Nelle persone normali il livello di grelina nel sangue è alto prima dei pasti e va giù dopo, mentre il peptide YY va su, in modo da andare dalla sensazione di fame a quella di pienezza, che ci impedisce di mangiare troppo.

Tuttavia, nelle persone obese il livello di entrambi gli ormoni rimane all'incirca lo stesso in ogni momento, cosicché loro non si sentono completamente pieni e mangiano in maniera non regolare (Le Roux *et al.* 2005, Le Roux *et al.* 2006). Se l'esposizione prolungata ai campi elettromagnetici limita il rilascio di questi ormoni nello stesso modo in cui influenza il rilascio di ACTH, cortisolo, prolattina, testosterone e gli ormoni della tiroide, questo può spiegare perché così tante persone hanno difficoltà a smettere di mangiare e finiscono per diventare clinicamente obesi.

Se si è affetti dalla condizione descritta, si può essere costretti a seguire una dieta per tutta la vita, sottoporsi a un intervento chirurgico di bypass gastrico per ridurre drasticamente le dimensioni del vostro stomaco o rischiare le molte gravi malattie che derivano dall'obesità e **PUO' NON ESSERE STATA COLPA VOSTRA**. Pensateci due volte prima di usare un telefono cellulare o installare un telefono cordless o un Wi-Fi. Le conseguenze cominciano a manifestarsi solo ora; né il Governo né il settore delle telecomunicazioni vi dirà quello che sono, ma non sono buone.

L'obesità può scatenare tante altre malattie

Le conseguenze dell'obesità includono **diabete, cancrena, pressione alta, problemi cardiaci, insufficienza renale e cancro**. Queste malattie causano molta sofferenza umana e costano all'economia della nazione una grande quantità di denaro. Il costo annuale dell'obesità e delle malattie collegate all'economia del Regno Unito è stato stimato essere circa 6.6-7.4 miliardi di sterline (McCormick *et al.* 2007).

Il costo annuale della sindrome da stanchezza cronica è circa 20 mila dollari per persona colpita negli USA (Reynolds *et al.* <http://www.resource-allocation.com/content/2/1/4>) e circa 14 mila sterline nel Regno Unito (McCrone *et al.* 2003), quindi una stima equa del costo annuale totale della sindrome da fatica cronica per l'economia britannica potrebbe essere intorno ai 3.5 miliardi di sterline. Il costo annuale totale di entrambe le condizioni assieme è circa di 10 miliardi di sterline. Se parte di questo quadro è causato dalle telecomunicazioni a microonde, bisogna adottare delle misure per minimizzare i loro effetti, e sarebbe giusto chiedere all'industria di pagare per questo.

Effetti elettromagnetici sulle ghiandole surrenali

Cortisolo: - Augner *et al.* (2010) in uno studio a doppio cieco (dove né il soggetto né la persona che registra i risultati è informata sul fatto che la radiazione sia presente o assente) ha mostrato che l'esposizione a breve termine alla radiazione da una stazione radio base cellulare 2G (GSM) aumenta il livello di cortisolo nella saliva dei volontari umani. Il cortisolo è un ormone da stress che è normalmente prodotto nella corteccia delle ghiandole surrenali ed è controllato dal livello di calcio nelle sue cellule (Davies *et al.* 1985), per cui le perdite delle membrane elettromagneticamente indotte che lasciano entrare più calcio nel citosol dovrebbero avere anche questo effetto.

Il cortisolo è parte di un meccanismo che mette il corpo in una modalità "lotta o fuga", in cui più zucchero viene rilasciato nel sangue, la sensibilità al dolore è ridotta e il sistema immunitario è soppresso. Infatti, il cortisolo e i suoi parenti sono usati in medicina per alleviare il dolore e anche per sopprimere il sistema immunitario dopo chirurgia di trapianto. Tuttavia, il fatto che l'esposizione a radiazioni delle stazioni radio base lo faccia aumentare non è una buona notizia poiché la soppressione del sistema immunitario aumenterà anche il rischio di infezione e di sviluppare tumori da cellule precancerose che altrimenti sarebbero state distrutte.

Adrenalina: - Buchner ed Eger (2011) hanno studiato l'effetto di una stazione radio base cellulare 2G appena installata sugli abitanti di un villaggio in Bavaria e hanno scoperto che ha causato un aumento di lunga durata nella produzione di adrenalina. Questo è un importante neurotrasmettitore che agisce sui recettori adrenergici per aumentare la concentrazione di calcio nel citosol. Viene anche sintetizzata nel midollo surrenale in risposta a segnali provenienti dal sistema nervoso simpatico. Anche l'adrenalina mette il corpo in modalità "lotta o fuga" deviando risorse dalla muscolatura liscia dell'intestino al muscolo cardiaco e ai muscoli scheletrici necessari per la fuga o il combattimento. Esso inoltre stimola la produzione di cortisolo da parte della corteccia surrenale e indirettamente riduce l'attività del sistema immunitario, la resistenza alle malattie e aumenta il rischio di cancro.

Alcune persone traggono piacere dalla "scarica di adrenalina" causata dal fare cose energetiche o pericolose, e questo potrebbe essere un fattore che contribuisce al carattere di dipendenza dai telefoni cellulari. Tuttavia, nel lato negativo, gli effetti noti di eccesso di adrenalina includono mal di testa, aritmia cardiaca, alta pressione sanguigna, tremori, ansietà e incapacità di dormire. Questi risultati confermano e spiegano alcune delle scoperte di Abdel-Rassoul *et al.* (2007) i quali hanno rilevato che le persone che vivono nei pressi di stazioni radio base cellulari (antenne) hanno avuto incrementi significativi di mal di testa, perdita di memoria, vertigini, tremori e sonno scadente.

Effetti sul Cervello

Perdita di calcio e funzione cerebrale

La normale funzione cerebrale dipende dalla trasmissione ordinata di segnali attraverso una massa di circa 100 miliardi di *neuroni*. I neuroni sono tipicamente cellule nervose altamente ramificate. Di solito hanno un lungo ramo (*l'assone*), che trasporta segnali elettrici come *potenziali d'azione* (impulsi nervosi) ad o da altre parti del corpo o fra parti relativamente distanti del cervello (un nervo contiene molti assoni riuniti assieme). I rami più corti comunicano con altri neuroni, quando le loro estremità sono adiacenti alle *sinapsi*. Essi trasmettono informazioni attraverso le sinapsi utilizzando una serie di *neurotrasmettitori*, che sono sostanze chimiche secrete da un neurone e rilevate da un altro.

Gli ioni calcio svolgono un ruolo essenziale nella funzione cerebrale poiché una piccola quantità di calcio deve entrare nel citosol del neurone prima che possa rilasciare i suoi neurotrasmettitori (Alberts *et al.* 2002). Le perdite della membrana indotte elettromagneticamente aumentano il livello di fondo del calcio nei neuroni cosicché essi rilasciano i loro neurotrasmettitori prima. Questo migliora il nostro tempo di reazione a stimoli semplici, ma può anche far scattare il rilascio spontaneo di neurotrasmettitori e inviare segnali spuri che non hanno nessun motivo di essere presenti, il che rende il cervello iperattivo e meno in grado di concentrarsi.

Autismo

Probabilmente, il danno maggiore provocato da microonde al cervello avviene quando si sta ancora sviluppando nel feto e nel neonato, danno che può condurre all'autismo. Il Dr Dietrich Klinghardt ha dimostrato una relazione tra microonde e autismo; un riassunto del suo lavoro può essere trovato a <http://electromagnetichealth.org/media-stories/#Autism>

Che cosa è l'autismo?

L'autismo è un insieme di disordini per tutta la vita (disordini a spettro autistico – Autistic Spectrum Disorders – ASD) causati dalla malfunzione del cervello ed è associato a sottili cambiamenti

nell'anatomia del cervello (vedere Amaral *et al.* 2008 per una review). I sintomi principali sono l'incapacità a comunicare adeguatamente con gli altri e comprendono un comportamento sociale anormale, scarsa comunicazione verbale e non-verbale, interessi insoliti e ristretti, e un comportamento ripetitivo persistente. Ci sono anche sintomi secondari, come ad esempio un aumento di rischio di crisi epilettiche, ansia e disturbi dell'umore. L'ASD ha una forte componente genetica, si verifica prevalentemente nei maschi e tende a ricorrere nelle famiglie.

L'ASD genetico può essere causato da calcio che si introduce nei neuroni

E' stato ipotizzato che alcune forme genetiche di ASD possano essere spiegate da note mutazioni nei geni per i canali ionici che provocano un aumento nella concentrazione di base del calcio nei neuroni. Ciò potrebbe far aumentare l'iperattività neuronale e la formazione di sinapsi superflue e inappropriate, che a loro volta possono portare all'ASD (Krey e Dolmetsch 2007).

Anche i campi elettromagnetici permettono al calcio di introdursi nei neuroni

C'è stato un aumento pari a 60 volte di ASD negli ultimi anni, che non può essere spiegato da un miglioramento nei metodi diagnostici e può essere spiegato solo da cambiamenti nell'ambiente. Questo aumento corrisponde come periodo alla proliferazione di telecomunicazioni mobili, Wi-Fi, e forni a microonde, così come pure a campi a bassissima frequenza da cablaggi elettrici domestici ed elettrodomestici. Possiamo attualmente spiegare almeno parte di ciò in termini di perdite delle membrane indotte elettromagneticamente che conducono a iperattività del cervello e sviluppo cerebrale anormale.

Come la perdita delle membrane influenza i neuroni

I neuroni trasmettono informazioni tra di loro tramite neurotrasmettitori chimici che passano attraverso le sinapsi dove avviene il contatto. Il loro rilascio viene normalmente attivato dopo un breve impulso di calcio che entra nel loro citosol. Se la membrana è resa permeabile a causa dell'esposizione elettromagnetica, avrà già un'alta concentrazione interna di calcio poiché il calcio si introduce a causa della molto più alta concentrazione presente all'esterno. Questo pone le cellule in modalità *hair-trigger* [hair-trigger mode: pronta a rispondere alla più piccola provocazione o stimolo] cosicché esse hanno molta più probabilità di rilasciare i neurotrasmettitori e il cervello nel suo insieme può diventare iperattivo (Beason e Semm 2002; Krey e Dolmetsch 2007, Volkow *et al.* 2011). Tale stato porta il cervello a diventare sovraccaricato da segnali a volte spuri, determinando una perdita di concentrazione e alla sindrome da deficit di attenzione e iperattività (ADHD – Attention Deficit/Hyperactivity Disorder).

Qual'è l'effetto sull'autismo?

Prima e subito dopo la sua nascita, il cervello di un bambino è una tela bianca, la quale passa attraverso un intenso periodo di apprendimento per diventare consapevole del significato dei suoi nuovi input sensoriali, per esempio per riconoscere la faccia della sua mamma, le sue espressioni e alla fine altre persone e le loro relazioni con il nascituro (Hawley e Gunner 2000). Durante questo processo, i neuroni nel cervello generano innumerevoli nuove connessioni, lo schema delle quali immagazzina quello che il bambino ha imparato. Comunque, nel giro di pochi mesi, le connessioni che sono usate raramente vengono automaticamente sfoltite (Huttenlocher e Dabholkar 1997) in modo che quelle che rimangono sono cablate nella psiche del bambino. La produzione di troppi segnali spuri a causa dell'esposizione elettromagnetica durante questo periodo farà generare frequenti connessioni casuali, che inoltre non verranno sfoltite, anche se possono non avere un senso. Può essere significativo il fatto che i bambini autistici tendono ad avere teste leggermente più

grandi, probabilmente per ospitare i neuroni non sfoltiti (Hill e Frith 2003).

Poiché il processo di sfoltimento in bambini esposti elettromagneticamente può essere più casuale, potrebbe lasciare il bambino con una predisposizione difettosa per le interazioni sociali, che può poi contribuire a vari disordini dello spettro autistico. Questi bambini non necessariamente sono poco intelligenti; essi possono perfino avere più cellule cerebrali della media e alcuni possono essere in realtà essere sapienti. Essi possono essere frenati dall'aver una vita normale da una deficienza nelle reti neuronali dedicate necessarie per una efficiente comunicazione.

L'autismo costa all'economia britannica più delle tasse introitate dai telefoni cellulari

L'incidenza di autismo si è verificata in parallelo con l'aumento dell'inquinamento elettromagnetico nel corso degli ultimi trent'anni. Le probabilità di avere un bambino autistico possono arrivare ora a uno su cinquanta. A parte le tragedie personali per i bambini colpiti e le loro famiglie, l'autismo è di enorme importanza economica. Solo nella nazione britannica, il costo annuale per la nazione in cure e perdita di produzione supera il gettito fiscale annuale dell'intero settore della telefonia cellulare, che è di circa 20 miliardi di sterline nel Regno Unito. Vedere

<http://www2.lse.ac.uk/newsAndMedia/news/archives/2009/05/MartinKnappAutism.aspx>

Se fosse tutto dovuto ai telefoni cellulari, il governo potrebbe chiudere l'intero settore e di fatto registrare un bilancio positivo! Ci possono essere modi con cui la modulazione dei segnali può essere modificata (vedere più avanti), ma nel frattempo dovremmo fare tutto il possibile per ridurre al minimo la nostra esposizione alle microonde che trasportano informazioni, comprese quelle proveniente dai telefoni cellulari, telefoni cordless, Wi-Fi e contatori intelligenti. Il non farlo potrebbe essere molto costoso.

Intolleranza elettromagnetica (denominata anche ipersensibilità elettromagnetica o EHS)

L'intolleranza elettromagnetica è una condizione in cui alcune persone sperimentano una vasta gamma di sintomi spiacevoli quando sono esposte a deboli radiazioni non-ionizzanti. Attualmente circa il 3 per cento della popolazione soffre di questa, anche se solo una piccola percentuale di queste sono ancora così duramente colpite da poter immediatamente dire se un dispositivo radiante è acceso o spento. All'altro capo della scala, ci sono persone che sono sensibili, ma che ancora non lo sanno perché sono cronicamente esposte ai campi elettromagnetici e accettano i loro sintomi come se fossero perfettamente normali. L'intolleranza elettromagnetica è infatti un continuum senza un chiaro punto di svolta. In alcuni casi ci possono essere solo lievi sintomi durante o dopo l'uso di un telefono cellulare, ma in casi gravi può impedire alle persone di vivere una vita normale e forzarli a vivere in quasi totale isolamento. C'è ogni ragione di credere che l'esposizione prolungata aumenti la gravità dei sintomi, per cui se si soffre di uno qualsiasi di questi si dovrebbe fare tutto il possibile per ridurre al minimo ulteriore esposizione.

Sintomi dell'intolleranza elettromagnetica

I sintomi includono eruzioni cutanee, aritmie cardiache, cefalea (a volte grave), dolore nei muscoli e articolazioni, sensazioni di caldo o di freddo, spille e aghi, tinnito[fastidiosa sensazione di ronzio alle orecchie, detto anche acufene], vertigini e nausea. Un elenco più completo è disponibile a <http://www.es-uk.info/information/2-recognising-es-and-ehs.html> . La maggior parte se non tutti questi sintomi possono essere spiegati dalle radiazioni, che rendono le cellule soggette a diventare permeabili.

Quando le cellule della pelle diventano permeabili, questo è percepito dall'organismo come un danneggiamento del tessuto. Questo evento aumenta l'afflusso di sangue nella zona in cui riparare i

danni e provoca l'eruzione cutanea.

Quando le cellule del muscolo cardiaco diventano permeabili, tale evento indebolisce i segnali elettrici che normalmente controllano la sua contrazione. Il cuore quindi va fuori controllo e si genera aritmia cardiaca. Questo può potenzialmente mettere a rischio la vita.

Quando le cellule sensoriali diventano permeabili, esse diventano iperattive e inviano falsi segnali al cervello. Noi abbiamo una grande varietà di cellule sensoriali, ma esse operano più o meno allo stesso modo. Ogni volta che esse rilevano ciò che dovrebbero sentire, esse deliberatamente diventano permeabili tramite l'apertura dei canali ionici nelle loro membrane. Tale evento riduce la loro tensione naturale attraverso queste membrane, il che provoca l'invio di impulsi nervosi al cervello. La permeabilità cellulare indotta elettromagneticamente ha lo stesso effetto, ma questa volta andrebbe a provocare falsi segnali al cervello e a produrre le false sensazioni dell'intolleranza elettromagnetica. Questa eventualità può essere anche aggravata dal fatto che le cellule nervose coinvolte potrebbero essere rese iperattive a causa dell'infiltrazione di calcio verso l'interno.

Quando le perdite si verificano nelle cellule sensoriali della pelle, le perdite possono provocare sensazioni come caldo, freddo, formicolio, pressione, etc. a seconda di quali tipi di cellule sono più sensibili nel soggetto interessato.

Quando le perdite si verificano nelle cellule ciliate della coclea dell'orecchio questo produce tinnito, che è una falsa sensazione di suono. Quando ciò accade nel sistema vestibolare (la parte dell'orecchio interno che gestisce l'equilibrio e il movimento), si traduce in vertigini e sintomi di mal di mare, tra cui la nausea.

Ipocalcemia, intolleranza elettromagnetica e ghiandola paratiroidea

I sintomi di ipocalcemia sono molto simili a quelli dell'intolleranza elettromagnetica e includono disturbi della pelle, formicolio, intorpidimento, sensazioni di bruciore, stanchezza, crampi muscolari, aritmie cardiache, problemi gastro-intestinali e molti altri. Un elenco più completo è disponibile all'indirizzo <http://www.nhs.uk/conditions/hypoparathyroidism-hyperparathyroidism/Pages/Introduction.aspx>. E' possibile che alcune forme di intolleranza elettromagnetica siano dovute a bassi livelli di calcio nel sangue. L'esposizione elettromagnetica sarebbe capace di rimuovere ancora più calcio dalle loro membrane cellulari per spingerle oltre il limite e produrre sintomi di intolleranza elettromagnetica.

La quantità di calcio nel sangue è controllata dall'ormone paratiroideo secreto dalla ghiandola paratiroidea, che è collocata nel collo, vicino a dove si tiene il telefono cellulare. E' adiacente alla ghiandola tiroidea e, se dovesse essere danneggiata dalla radiazione allo stesso modo, la produzione dell'ormone paratiroideo scenderebbe, la quantità di calcio nel sangue verrebbe ridotto e la persona interessata diventerebbe elettromagneticamente intollerante.

Effetti sul DNA

La radiazione dei telefoni cellulari può danneggiare il DNA

Lai e Singh (1995) sono stati i primi a mostrare questo in cellule di cervello di ratto in coltura, e da allora è stato confermato da molti altri scienziati. Un ampio studio su questo fu compiuto nel Progetto Reflex, sponsorizzato dalla Commissione Europea e replicato nei laboratori di diverse

nazioni Europee. Essi hanno scoperto che la radiazione come quella emessa dai telefoni cellulari GSM (2G) causa rotture sia singole che doppie di filamento nel DNA di cellule sia umane che di animali in coltura. Non tutti i tipi di cellule sono colpiti allo stesso modo e alcuni, come i linfociti, sembrano non risentirne affatto (Reflex Report 2004).

Nelle cellule sensibili, il grado di danno dipende dalla durata dell'esposizione. Con fibroblasti umani, ha raggiunto un massimo intorno a 16 ore (Diem *et al.* 2005). Comunque, sarebbe sbagliato ritenere che le esposizioni inferiori a 16 ore siano necessariamente sicure poiché il danno al DNA può dare cellule geneticamente aberranti molto prima che diventi evidente sotto il microscopio. Sarebbe anche poco saggio supporre che il danno sia limitato alle immediate vicinanze del terminale poiché, come descritto precedentemente, gli effetti delle radiazioni possono essere trasmessi nel flusso sanguigno nella forma di sangue magneticamente condizionato; quindi nessun organo è al sicuro, neanche gli organi sessuali.

Come viene danneggiato il DNA

A causa dell'elevatissima stabilità delle molecole di DNA, è improbabile che possano essere danneggiate direttamente dalla debole radiazione. Il meccanismo più plausibile è che DNase (un enzima che distrugge il DNA) e altri enzimi digestivi fuoriescano attraverso le membrane dei lisosomi (organuli che digeriscono i rifiuti) quando sono state danneggiate dalle radiazioni. Altri meccanismi comportano la perdita di specie reattive dell'ossigeno (ROS-Reactive Oxygen Species), come il perossido di idrogeno dai perissosomi danneggiati e radicali liberi superossido dalle membrane mitocondriali danneggiate e NADH ossidasi nella membrana plasmatica. Secondo Friedman *et al.* (2007), il primo a rispondere alle frequenze di telefonia cellulare è la NADH ossidasi nella membrana plasmatica, che è attivato entro pochi minuti dall'esposizione.

Comunque, tutti questi ROS possono iniziare le reazioni a catena della perossidazione dei fosfolipidi insaturi delle membrane cellulari (lo stesso processo che fa irrancidire i grassi), il che compromette ulteriormente le membrane e aggrava l'effetto. Solo una molecola di ROS è necessaria per iniziare una reazione a catena con effetto domino, nella quale ogni molecola lipidica danneggiata genera un radicale libero che danneggia la prossima. Il processo normalmente si ferma quando raggiunge una molecola anti-ossidante, che si sacrifica combinandosi con il radicale libero in modo tale che esso non ne generi uno nuovo. La maggior parte dei nostri anti-ossidanti provengono dalla nostra dieta (per esempio la vitamina E) ma il più importante che produciamo noi stessi è la *melatonina*. E' una sfortuna che la produzione di melatonina da parte della ghiandola pineale sia anche interrotta dai campi elettromagnetici (Henshaw e Reiter, 2005), il che rende la situazione peggiore.

Questi ROS sono altamente reattivi e possono anche danneggiare il DNA. Infatti, gran parte del danno arrecato alle cellule dalle *radiazioni ionizzanti* come i *raggi gamma* è causato da danni alle membrane cellulari e al DNA dai radicali liberi dalla radiolisi dell'acqua. Ci possono quindi essere poche differenze tra il tenere un telefono cellulare prossimo alla testa e tenere una sorgente radioattiva di raggi gamma. Entrambe possono danneggiare le membrane cellulari, causare la frammentazione del DNA e provocare anche considerevoli danni collaterali alle altre componenti cellulari, che può o uccidere le cellule oppure indurne la perdita delle loro funzioni normali nel tempo.

I telefoni cellulari aumentano il rischio di cancro

Se una simile frammentazione al DNA dovesse verificarsi in tutto l'organismo, ci dovremmo aspettare un aumento di rischio del cancro, in quanto i geni essenziali che controllano la divisione

cellulare possono essere o danneggiati o persi. Studi recenti sull'incidenza del cancro nel cervello stanno già cominciando a mostrare questo. Un utilizzo pesante del telefono cellulare raddoppia il rischio di contrarre un cancro al cervello negli adulti sul lato della testa usato per il telefono cellulare. Per le persone più giovani, il rischio aumenta di cinque volte (Hardell e Carlberg 2009). Poiché il cancro al cervello impiega tipicamente decenni per svilupparsi, è troppo presto per valutare l'impatto finale delle radiazioni, ma l'Organizzazione Mondiale della Sanità ha già classificato i telefoni cellulari come cancerogeni di gruppo 2B (possibilmente cancerogeni) analogamente a benzene e DDT. Anche altri tipi di cancro che colpiscono il capo sono in aumento, tra cui i tumori della ghiandola salivare parotide (vicino a dove si tiene il telefono cellulare) e la ghiandola tiroidea, che si trova nel collo.

I telefoni cellulari riducono la fertilità maschile

Potremmo aspettarci che il danno del DNA nelle cellule della linea germinale (la linea di cellule che partono nell'embrione e che infine dà origine a uova e spermatozoi) risulti in una perdita di fertilità. Un certo numero di studi epidemiologici hanno mostrato delle riduzioni significative nella motilità degli spermatozoi, nella vitalità e nella loro quantità in uomini che utilizzano i telefoni cellulari per più di un paio di ore al giorno (Fejes *et al.* 2005; Agarwal *et al.* 2006) e l'argomento è stato recensito da Desai *et al.* (2009). Una scoperta comune è che questi effetti sono stati associati alla produzione di ROS (Reactive Oxygen Species), i quali possono danneggiare molte componenti cellulari, comprese le membrane cellulari e il DNA.

Più recentemente, Agarwal *et al.* (2009) in esperimenti controllati hanno trovato che spermatozoi da donatori sani mostrano motilità ridotta e un aumento di ROS dopo un'ora di esposizione al telefono cellulare in modalità di conversazione. Ancora più recentemente, Avandano *et al.* 2012 hanno trovato che esporre sperma eiaculato a un laptop Wi-Fi per quattro ore produce una diminuzione della motilità e un aumento della frammentazione del DNA rispetto a campioni esposti ad analoghi computer con il Wi-Fi disattivato.

Una relazione simile tra qualità dello sperma ed esposizione elettromagnetica è stata trovata per campi magnetici alternati (Li *et al.* 2010). E' quindi consigliabile agli uomini di evitare forti campi magnetici, limitare al minimo le chiamate al telefono cellulare e tenerli spenti (o in modalità aerea se ha questa funzione). Altrimenti, i telefoni trasmettono periodicamente a piena potenza alla stazione radio base, anche quando non sono in uso. Se devono essere accesi per qualsiasi motivo, gli uomini dovrebbero almeno tenerli fuori dalle tasche dei loro pantaloni.

Possibili effetti sulla fertilità femminile

Noi non conosciamo ancora gli effetti di uso del telefono cellulare sulla fertilità femminile, ma Panagopoulos *et al.* (2007) hanno mostrato che esponendo esemplari adulti di *Drosophila melanogaster* (un insetto ampiamente usato in esperimenti genetici) a un segnale GSM per soli sei minuti al giorno per sei giorni ha frammentato il DNA nelle cellule che danno origine alle loro uova e metà di queste uova sono morte. Noi esseri umani dovremmo di conseguenza esercitare cautela poiché, mentre i nostri spermatozoi sono prodotti in innumerevoli miliardi e impiegano circa tre mesi a maturare, tutte le uova che una donna potrà mai avere sono nelle sue ovaie prima che lei nasca e saranno esposte alle radiazioni (e al sangue elettromagneticamente condizionato) per tutta la sua vita. Ci potrebbero quindi essere danni cumulativi considerevoli, sia alle uova che alle cellule del follicolo che le nutrono e le proteggono. E' prevedibile che danni a entrambi, a partire da quando la bambina è nell'utero materno, causino una perdita di fertilità. Una donna incinta dovrebbe evitare tutte le attuali forme di telecomunicazioni a microonde, tra cui telefoni cellulari e Wi-Fi. Il suo bambino potrebbe subire danni dalle loro radiazioni, ma lei non lo saprà fino a che non

raggiunge la pubertà il figlio o la figlia e vorrà lui o lei stessa concepire un figlio.

Effetti sulla tenuta delle giunzioni di barriera

Le barriere di giunzione sono strati di cellule in cui gli spazi intercellulari sono sigillati da *giunzioni strette* per evitare che del materiale si infiltri intorno i loro lati. Esse proteggono tutte le superfici del nostro corpo dall'ingresso di materiali indesiderati e spesso proteggono una parte del corpo dall'essere indebitamente influenzata dalle altre. Per esempio, la barriera emato-encefalica impedisce che dal flusso sanguigno delle tossine si introducano nel cervello. Normalmente, queste barriere sono chiuse ma sono programmate per aprirsi se degli ioni calcio penetrano nelle loro cellule. Questo fu dimostrato da Kan e Coleman (1988) che mostrarono come il calcio ionoforo A23187 (un antibiotico che uccide i batteri e i funghi lasciando che gli ioni calcio si infiltrino nelle loro cellule) apriva le barriere a giunzione stretta nel fegato. L'apertura elettromagnetica della barriera sangue-fegato potrebbe essere un fattore che contribuisce all'attuale epidemia di malattie del fegato nel Regno Unito tra gli under quaranta (la generazione dei telefoni cellulari), che è attualmente messa sotto accusa per abuso di alcool. Dal momento che tutte le barriere a giunzione stretta hanno fondamentalmente lo stesso design, l'ingresso di calcio non pianificato risultante dall'esposizione elettromagnetica è probabilmente in grado di aprirle tutte alla stessa maniera. L'apertura delle barriere a giunzione stretta da parte dei campi elettromagnetici può spiegare molte malattie moderne, che spaziano dall'asma alle allergie multiple e la malattia di Alzheimer.

La barriera emato-encefalica e la demenza precoce

La barriera emato-encefalica normalmente impedisce a grandi molecole possibilmente tossiche presenti nel flusso sanguigno di entrare nel cervello. La radiazione da telefoni cellulari, anche a un centesimo del valore di SAR permesso, può aprire la barriera sangue-cervello nei topi cosicché le molecole proteiche grandi quanto l'albumina possono introdursi nel cervello (Persson *et al.* 1997). Successivi esperimenti da parte di Salford *et al.* (2003) hanno mostrato che questo fenomeno è associato con la morte di neuroni. Non ci aspetteremmo un effetto immediato poiché il cervello ha una capacità di riserva, ma ci aspetteremmo che l'esposizione prolungata o ripetuta al telefono cellulare o a una radiazione simile causi una perdita progressiva di neuroni funzionali e provochi demenza precoce e malattia di Alzheimer negli umani. La sensibilità estrema della barriera emato-encefalica alle radiazioni potrebbe significare che anche il rimanere seduti vicino a qualcuno che usa il telefono cellulare sia in grado di influenzare pure voi. Non è troppo sorprendente scoprire che l'insorgenza precoce della malattia di Alzheimer è attualmente in aumento nella società moderna.

La barriera respiratoria e l'asma

Di *et al.* (2011) hanno mostrato che l'esposizione a deboli campi elettromagnetici ELF durante la gravidanza aumenta il rischio di asma nel figlio (non hanno testato le microonde). Questo può essere spiegato dalla rimozione di calcio strutturale da parte delle radiazioni dalle cellule della barriera a giunzione stretta che rivestono il tratto respiratorio, che poi si apre. Questa tesi è supportata dalle scoperte di Chu *et al.* (2001) il quale ha mostrato che sia dei bassi livelli di calcio esterno che l'aggiunta di EGTA, entrambi i quali rimuovono ioni calcio strutturali dalle superfici cellulari, causano un massiccio incremento della sua conduttanza elettrica (una misura della sua permeabilità agli ioni) e anche alla sua permeabilità a più grandi particelle virali. Noi ci dovremmo quindi aspettare che possano entrare molti allergeni attraverso lo stesso percorso e che predispongano il bambino all'asma. Ci sono circa 5.4 milioni di persone con l'asma nel Regno Unito e il costo annuale stimato solo per il Servizio sanitario Nazionale è di circa 1 miliardo di sterline. (http://www.asthma.org.uk/news_media/news/new_data_reveals_hiq.html)

La barriera cutanea, allergie e sensibilità chimiche multiple

La barriera a giunzione stretta della pelle è nello *strato granuloso*, che è lo strato più esterno delle cellule viventi della pelle appena sotto i molti strati di cellule morte (Borgens *et al.* 1989). Furuse *et al.* (2002) hanno mostrato che dei topi mutanti deficienti in Claudin-1 (un componente essenziale del meccanismo di tenuta) sono morti entro un giorno dalla nascita e le loro barriere cutanee erano permeabili a molecole grandi quanto 600D, che è sufficiente per introdurre molti materiali estranei non desiderati, inclusi potenziali allergeni. Negli umani, questo potrebbe essere la base della *sensibilità chimica multipla*, in cui le persone sono diventate allergiche a una vasta gamma di prodotti chimici, anche se questi ultimi non influenzano la maggior parte di noi. Le persone che soffrono di sensibilità chimiche multiple sono spesso anche elettromagneticamente intolleranti e molti dei loro sintomi sono molto simili.

Quasi tutte le nostre superfici corporee sono protette da cellule con giunzioni strette, compresa la mucosa nasale (Hussar *et al.* 2002), i polmoni (Weiss *et al.* 2003), e il rivestimento dell'intestino (Arrieta *et al.* 2006). Un aumento indotto elettromagneticamente nella permeabilità di qualsiasi di queste superfici permetterebbe il più rapido ingresso nel corpo di un'intera gamma di materiali estranei, tra cui allergeni, tossine e sostanze cancerogene.

La perdita della tenuta nella barriera può innescare malattie autoimmuni

Un aumento indotto elettromagneticamente nella permeabilità delle barriere a giunzione stretta è stata associata al verificarsi di malattie autoimmuni, nelle quali il sistema immunitario attacca le componenti del proprio corpo come se fossero materiali estranei o patogeni.

Il sistema immunitario è piuttosto complicato ma fondamentalmente i linfociti (un tipo di globuli bianchi) sono addestrati e selezionati prima della loro maturazione per riconoscere le cellule del proprio corpo, che sono normalmente presenti nel flusso sanguigno, per virtù di schemi chimici sulle loro superfici (i principali complessi di istocompatibilità).

I linfociti-B producono anticorpi specifici che si combinano con le cellule estranee e con sostanze che non dispongono di questo schema, evento che marca queste ultime per la definitiva ingestione e digestione da parte dei fagociti (un altro tipo di globuli bianchi). I linfociti-T uccidono le cellule del proprio corpo se sono infettate da un virus, che è normalmente evidente sulla superficie della cellula. In entrambi i casi, la presenza di materiale estraneo o di cellule infettate innesca la moltiplicazione rapida di un clone di linfociti che li riconosce. Essi poi attaccano in forze.

Tuttavia, se la sostanza in questione appartiene al corpo stesso, ma le è normalmente impedito di entrare nel flusso sanguigno da una barriera a giunzione stretta come la barriera emato-encefalica, quando la barriera si apre, si aumenta la probabilità di far infiltrare materiali non familiari nel flusso sanguigno e di innescare una risposta autoimmune. Per esempio, Grigoriev *et al.* (2010) ha mostrato che 30 giorni di esposizione a radiazione a microonde a 2450MHz non modulata innescano un piccolo ma significativo aumento di anticorpi anti-cerebrali nel sangue dei topi. In altre parole, la radiazione aveva sensibilizzato il sistema immunitario del corpo a una o più componenti del proprio cervello e/o del sistema nervoso. Un esempio di malattia autoimmune del cervello è la malattia di Graves in cui è coinvolta la ghiandola pituitaria (alla base del cervello).

Inoltre, un aumento nella permeabilità della barriera intestinale è stata collegata a diverse altre malattie autoimmuni, incluso il diabete di tipo 1, la malattia di Crohn, la malattia celiaca, la sclerosi multipla e la sindrome dell'intestino irritabile (Arrieta *et al.* 2006).

Le membrane cellulari come generatori di corrente e isolatori elettrici

Le membrane cellulari non solo tengono separate sostanze che non devono essere mescolate, esse agiscono anche come isolatori elettrici per le correnti elettriche naturali dalle quali tutte le nostre cellule dipendono.

Le correnti elettriche naturali sono importanti nel trasferimento di energia e di informazioni

Quasi ogni cellula vivente è una massa ribollente di correnti elettriche e amplificatori. Ad esempio, queste correnti sono importanti nella produzione di energia nei mitocondri (le centrali energetiche della cellula) e nella segnalazione cellulare (il trasferimento d'informazione all'interno e tra le cellule). Esse avvengono tramite il flusso di ioni, che è la modalità tipica con cui l'elettricità è trasportata attraverso l'acqua e attraverso le cellule viventi.

Queste correnti naturali sono generate dalle membrane cellulari

Le correnti elettriche naturali sono normalmente generate da pompe ioniche molecolari nelle membrane cellulari. Queste sono proteine che usano energia metabolica per trasportare ioni specifici, solitamente uno o due alla volta, da un lato della membrana a un altro. Ciò genera una tensione attraverso la membrana (*il potenziale di membrana*) e uno squilibrio chimico tra le concentrazioni di ioni nei due lati. Il loro effetto combinato produce un *gradiente elettrochimico*, che fornisce energia per altre funzioni.

I mitocondri usano i gradienti elettrochimici per trasferire energia

I mitocondri sono piccolissime strutture, circa delle dimensioni di batteri, all'interno di quasi tutte le nostre cellule. Essi si sono evolute quando un batterio aerobico, che usava l'ossigeno per metabolizzare il cibo, è stato inghiottito da un organismo anaerobico, che non poteva metabolizzare il suo, ma che era più efficiente sotto altri aspetti. Da allora in poi hanno vissuto insieme in simbiosi, ma sono ancora separati dal fatto che i mitocondri sono circondati da due membrane; quella interna appartenente al batterio e quella esterna all'organismo ospitante.

La membrana interna svolge il suo lavoro elettrico tramite un processo noto come chemiosmosi. L'interno del mitocondrio contiene enzimi che convertono sostanze provenienti dal nostro cibo in forme che possono combinarsi con l'ossigeno. Questa combinazione con l'ossigeno avviene mediante enzimi effettivamente all'interno della membrana, e l'energia rilasciata è utilizzata per espellere ioni idrogeno in modo da creare un gradiente elettrochimico tra l'interno e l'esterno del mitocondrio. Essi sono poi riammessi indietro attraverso un altro enzima nella membrana chiamato ATP sintasi che usa il gradiente per produrre ATP, la quale è la principale valuta in termini energetici della cellula. Il ciclo quindi si ripete per formare un circuito elettrico con ioni idrogeno che trasportano l'elettricità da dove è prodotta a dove è usata, con la membrana che funge da isolatore (Alberts *et al.* 2002).

Cosa succede se la membrana mitocondriale viene danneggiata?

Dei danni alla membrana mitocondriale interna possono avere due effetti principali. Se fosse resa permeabile, cortocircuiterebbe il sistema, ridurrebbe la sintesi di ATP e priverebbe la cellula di energia. Se il danno fosse esteso anche agli enzimi ossidanti, questi potrebbero rilasciare radicali liberi, che sono prodotti intermedi nel processo. Questo danneggerebbe sia l'interno del mitocondrio (compreso il suo DNA) che anche il resto della cellula. La disfunzione mitocondriale di questo genere si pensa che sia una possibile causa della sindrome da stanchezza cronica.

Anche altre membrane usano correnti ioniche per trasferire energia

La maggior parte delle altre membrane cellulari utilizzano correnti ioniche come sorgenti di energia. Per esempio, gli enzimi nella membrana esterna di ciascuna cellula (*la membrana del plasma*) utilizzano energia da ATP per pompare ioni sodio caricati positivamente fuori dalla cellula. Questo processo genera il proprio potenziale di membrana, che tipicamente rende l'interno della cellula circa 70-100mV negativo rispetto all'esterno. Ciò fornisce energia per il trasporto attivo di altri materiali attraverso la membrana contro il gradiente di concentrazione. In questo caso, gli ioni sodio che sono stati espulsi sono riammessi indietro, attraverso enzimi trasportatori, ma portano con sé nutrienti dall'esterno tramite un processo chiamato co-trasporto ionico (Alberts *et al.* 2002). Se questa membrana perde, essa cortocircuiterà la tensione attraverso sé stessa e ridurrà l'assorbimento dei nutrienti, nonché un certo numero di altri processi che utilizzano questa tensione come fonte di energia.

I canali ionici nelle membrane cellulari sono usati per la segnalazione cellulare

I canali ionici sono pori nella membrana cellulare che possono far entrare grandi quantità di ioni specifici molto rapidamente, ma solo nella direzione del minimo nel verso del gradiente elettrochimico. Essi normalmente si aprono e si chiudono in risposta a uno stimolo specifico; per esempio cambiamenti nella tensione ai capi della membrana o la presenza di altre sostanze chimiche. Possono essere pensati come amplificatori per mezzo dei quali un piccolo stimolo può causare un grande flusso di corrente quasi istantaneamente per dare un rapido effetto biologico. Un esempio di questo è l'apertura e la chiusura dei canali del sodio e del potassio che continuamente amplificano gli impulsi nervosi e consentono loro di viaggiare da un'estremità del corpo all'altra, rapidamente e senza attenuazione.

I meccanismi della perdita nella membrana cellulare.

Abbiamo saputo sin dal lavoro di Suzanne Bawin e dei suoi collaboratori (Bawin *et al.* 1975) che la radiazione elettromagnetica che è troppo debole per causare un riscaldamento significativo può ciononostante rimuovere gli ioni calcio marcati radioattivamente dalle membrane cellulari. Successivamente, Carl Blackman mostrò che questo si verifica solo con deboli radiazioni, e solo in una o più 'finestre di ampiezza', sopra e sotto le quali vi è poco o nessun effetto (Blackman *et al.* 1982; Blackman 1990).

Il raccogliitore di mele: una spiegazione per le finestre di ampiezza

Un modo semplice per spiegare la rimozione selettiva di ioni bivalenti è immaginare di provare a raccogliere mele mature scuotendo l'albero. Se non si agita abbastanza forte, nessuna mela cade, ma se si agita troppo energicamente, cadono tutte. Tuttavia, se si agita con la giusta forza, cadono e sono 'raccolte selettivamente' solo quelle mature.

Possiamo applicare la stessa logica agli ioni positivi legati alle membrane cellulari. Le tensioni alternate provano a tirare via questi ioni e poi indietro verso le membrane, ad ogni ciclo. Se la tensione è troppo bassa, non succede nulla. Se è troppo alta, tutti gli ioni volano via, ma tornano quando la tensione si inverte. Comunque, se essa è del valore giusto, essa tenderà a rimuovere solo quelli più fortemente carichi, come il calcio bivalente con la sua doppia carica. Se la frequenza è bassa, almeno alcuni di questi ioni bivalenti si diffonderanno all'esterno e saranno sostituiti a caso da altri ioni quando il campo si inverte. Ci sarà quindi una rimozione netta di ioni bivalenti con ogni ciclo successivo finché ne sono stati rimossi abbastanza per causare una perdita nella membrana

sufficientemente significativa e dare un effetto biologico, ma solo entro uno stretto intervallo d'intensità di campo che costituisce la *finestra d'ampiezza*. Gli impulsi sono più efficaci delle onde sinusoidali regolari perché la loro rapida ascesa e discesa catapulta gli ioni lontano dalla membrana e lascia più tempo per la sostituzione da parte di altri ioni prima che il campo si inverta.

Intervalli di frequenza ed effetti di risonanza

Se una molecola o una struttura ha una frequenza di risonanza naturale, può rispondere selettivamente a quella frequenza. Per esempio, se si continua a dare una leggera spinta a un pendolo al momento giusto alla fine della sua corsa, l'energia di ogni spinta si accumula e viene conservata nella crescente violenza del suo movimento. Se si volesse improvvisamente fermarlo, mettendo la mano in mezzo, l'energia combinata di ogni spinta verrebbe rilasciata tutta in una volta e potrebbe fare più danni alla mano che l'energia che si è fornita con ogni singola spinta.

Analogamente, se un atomo o molecola carica elettricamente ha una o più frequenze di risonanza naturali e si dà un impulso elettromagnetico a quella frequenza, esso può immagazzinare l'energia combinata di ogni impulso, come una qualche sorta di vibrazione. Ciò consentirebbe di realizzare una reazione chimica che non sarebbe possibile con l'energia di ogni singolo impulso, *ma solo alla sua frequenza di risonanza*. Alcune frequenze sono particolarmente efficaci nel produrre effetti biologici. Un esempio è 16 Hz, che è la frequenza di ciclotrone ionico degli ioni potassio nel campo magnetico terrestre.

La risonanza ciclotronica ionica avviene quando gli ioni si muovono in un campo magnetico costante come quello del pianeta Terra. Sono deviati lateralmente dal campo magnetico e vanno in un'orbita attorno alle sue linee di forza a una frequenza che dipende dal rapporto tra la carica e la massa dello ione e dall'intensità del campo costante (vedere Liboff *et al.* 1990). Se sono simultaneamente esposti a un campo alternato a questa frequenza, essi assorbono la sua energia e aumentano il diametro delle loro orbite, che aumenta la loro energia cinetica e di attività chimica. La risonanza del potassio è particolarmente importante perché il potassio è lo ione positivo più abbondante positivo nel citosol delle cellule viventi, nel quale supera il calcio in numero nel rapporto diecimila a uno. E' di conseguenza lo ione più probabile per il rimpiazzo di ogni ione calcio che è stato perso a causa dell'esposizione elettromagnetica. Un aumento nell'attività chimica del potassio farà quindi aumentare la sua capacità di rimpiazzare il calcio e quindi aumentare la perdita di calcio dalla membrana e ridurre ulteriormente la sua stabilità.

La perdita di calcio e le membrane permeabili sono alla base di molti effetti biologici.

Abbiamo visto come la perdita di calcio dalle membrane viene potenziata alla frequenza di risonanza del potassio di 16 Hz. Inoltre, ogni conseguenza metabolica di questa perdita di calcio può analogamente venire potenziata. Tutte le risposte bioelettromagnetiche che raggiungono un picco o un minimo a 16 Hz sono una evidenza che esse derivano dalla riduzione degli ioni bivalenti nelle membrane. In realtà, molte risposte biologiche appaiono avere un picco a 16 Hz. Queste includono stimoli della crescita del lievito (Mehedintu e Berg 1997) e delle piante superiori (Smith *et al.* 1993), cambiamenti nella velocità di locomozione nelle diatomee (McLeod *et al.* 1987), e soprattutto i gravi sintomi neurofisiologici riportati da persone elettrosensibili esposte alla radiazione di telefoni TETRA (che è pulsata a 17.6 Hz). Tutto questo supporta la nozione che un alto numero di risposte biologiche alla debole radiazione elettromagnetica derivi dalla perdita di calcio (e possibilmente di altri ioni bivalenti) dalle membrane cellulari.

Come la rimozione di calcio rende le membrane cellulari permeabili

Gli ioni positivi rafforzano le membrane cellulari perché aiutano a tenere assieme le molecole fosfolipidiche caricate negativamente che formano una gran parte della loro struttura. Gli ioni calcio sono particolarmente efficaci in questo, perché la loro doppia carica positiva permette loro di legarsi più fortemente ai fosfolipidi negativi circostanti per mezzo di mutua attrazione e tenerli insieme come la malta tiene insieme i mattoni in un muro. Comunque, gli ioni monovalenti sono meno capaci di fare questo (Steck *et al.* 1970, Lew *et al.* 1998, Ha 2001). Pertanto, quando la radiazione elettromagnetica rimpiazza il calcio con ioni monovalenti, indebolisce la membrana e la rende più soggetta allo strappo e a formare pori temporanei, specialmente sotto le sollecitazioni e gli sforzi imposti dal contenuto delle cellule in movimento. In condizioni normali, dei piccoli pori nelle membrane fosfolipidiche sono auto-riparanti (Melikov *et al.* 2001) ma, mentre rimangono aperti, la membrana avrà una maggiore tendenza a perdere. Questo può avere serie conseguenze metaboliche poiché sostanze indesiderate si diffonderanno all'interno e all'esterno delle cellule senza ostacoli, e materiali in diverse parti della cellula che dovrebbero essere tenuti separati verranno mescolati.

Demodulazione

Sia le frequenze estremamente basse (ELF – Extremely Low Frequencies) che le radio onde che sono state modulate in ampiezza a frequenze estremamente basse producono effetti biologici, mentre le radio onde non modulate sono relativamente (ma non completamente) innocue. Questo implica che le cellule viventi possono demodulare un segnale modulato per estrarre la ELF biologicamente attiva. Inoltre, per rispondere a segnali dei telefoni cellulari e del Wi-Fi, esse devono essere capaci di farlo a frequenze a microonde, ma come lo fanno?

La spiegazione più verosimile sta nelle proprietà elettriche asimmetriche dei canali ionici nelle membrane cellulari imposti dal *potenziale di membrana* tra l'interno e l'esterno della cellula. Tali canali si comportano come diodi Schottky, punti di contatto polarizzati elettricamente nei quali l'elettricità passa più facilmente in una direzione che nell'altra. Questo è tutto ciò che serve per rettificare e demodulare il segnale. Un esempio non-biologico di questo effetto è una radio che è stata realizzata da un singolo nanotubo di carbonio (vedere <http://tinyurl.com/m4u75o>). L'asimmetria indotta dall'applicare una tensione continua tra i suoi capi gli ha permesso di demodulare e perfino di amplificare i segnali radio, inclusi quelli a frequenze a microonde.

Il nanotubo ha un diametro simile a un tipico canale ionico in una membrana cellulare, così sembra probabile che i canali ionici nelle membrane cellulari possano svolgere una funzione simile, alimentati dal potenziale della membrana cellulare. La componente in bassa frequenza dovrebbe apparire attraverso la membrana, dove può fare i danni maggiori. A causa del fatto che le *barriere a giunzione stretta* hanno un potenziale trans-barriera simile (circa 70 mV per la barriera cutanea con l'interno del corpo positivo), i canali ionici dell'intera barriera potrebbero agire di concerto per demodulare il segnale; le dannose componenti a bassa frequenza del segnale demodulato potrebbero quindi essere applicate alle membrane a giunzione stretta e influenzare l'intero corpo.

Meccanismi di difesa naturale

Il corpo è in grado di rilevare la radiazione elettromagnetica e di conseguenza minimizzare il danno risultante. Queste capacità probabilmente si sono evolute nel corso di innumerevoli milioni di anni per mitigare gli effetti della radiazione ionizzante proveniente dai raggi cosmici e delle frequenze radio non ionizzanti provenienti dai fulmini durante i temporali. Alcuni di esse sono come segue:

Espulsione del calcio

La concentrazione del calcio libero nel citosol delle cellule viventi è normalmente mantenuto

estremamente basso da pompe ioniche pilotate metabolicamente nella membrana cellulare. In circostanze normali, l'ingresso di ioni calcio liberi è attentamente regolato e piccoli cambiamenti nella loro concentrazione svolgono un ruolo fondamentale nel controllare molti aspetti del metabolismo. Questi processi possono essere interrotti se la permeabilità indotta elettromagneticamente della membrana cellulare consente l'ingresso di quantità extra e non pianificate di calcio nella cellula, o dall'esterno o da depositi di calcio all'interno. Per compensare tale evento, il meccanismo che normalmente pompa il calcio in eccedenza può andare in "overdrive". Tuttavia, la sua capacità di fare questo è limitata poiché, se il pompaggio fosse troppo efficace, nasconderebbe le piccole variazioni nella concentrazione di calcio che normalmente controllano il metabolismo.

Chiusura degli interstizi a giunzione

Se l'estruzione del calcio fallisce e si verifica un grande aumento del calcio interno, viene innescato l'isolamento della cellula interessata per mezzo della chiusura delle sue giunzioni (minuscoli filamenti di citoplasma che normalmente connettono le cellule adiacenti) (Alberts *et al.* 2002). Questo limita anche il flusso di correnti elettriche attraverso il tessuto e quindi riduce gli effetti della radiazione.

Decarbossilasi (Ornithine decarboxylase - ODC)

L'attivazione dell'enzima *ornitina decarboxylase* è innescata dall'infiltrazione di calcio nella cellula attraverso le membrane danneggiate e dall'ossido nitrico prodotto dai mitocondri danneggiati. Questo enzima porta alla produzione di composti chimici chiamati *poliammine* che aiutano a proteggere il DNA e gli altri acidi nucleici necessari per la sintesi proteica. Una di queste poliammine è la spermina, che normalmente protegge il DNA dello sperma ed è anche responsabile per il caratteristico odore dello sperma.

Proteine da shock termico

Queste proteine sono state inizialmente scoperte dopo aver esposto delle cellule al calore, ma sono anche prodotte in risposta a un'ampia varietà di altri stress, inclusi i deboli campi elettromagnetici. Sono normalmente prodotte entro pochi minuti dall'insorgenza dello stress e si combinano con gli enzimi della cellula per proteggerli dal danno e disattivare il metabolismo non essenziale (l'equivalente di porre un computer in "safe-mode").

Quando la produzione di proteine da shock è innescata elettromagneticamente, necessita di un'energia 100 milioni di milioni minore di quando è innescata per calore, quindi l'effetto è veramente non termico (Blank & Goodman 2000). La loro produzione in risposta ai campi elettromagnetici è attivata da speciali sequenze di base (il motivo nCTCTn) nel DNA dei loro geni. Quando avviene l'esposizione ai campi elettromagnetici, viene iniziata la trascrizione dei geni per formare RNA, che è la prima fase della sintesi (Lin *et al.* 2001). La funzione di queste proteine da shock termico è di combinarsi con gli enzimi vitali, mettendoli in una sorta di bozzolo che li protegge dal danno. Tuttavia, questo impedisce a tali enzimi di funzionare normalmente e assorbe anche l'energia e le risorse della cellula, quindi non è una soluzione ideale.

Le nostre difese ci proteggono dalle radiazioni dei temporali ma non da quelle delle antenne telefoniche, telefoni cordless e Wi-Fi

Come possiamo vedere, i nostri meccanismi di difesa naturali cercano di limitare i danni indotti elettromagneticamente, ma non possono essere implementati senza spreco di energia e interruzione

delle normali funzioni della cellula. Essi si sono originariamente evoluti per proteggerci da deboli radiazioni naturali occasionali, come quelle provenienti dai temporali. Tuttavia, l'esposizione prolungata o ripetuta come quella da antenne di telefonia cellulare, Wi-Fi e la maggior parte di stazioni base DECT è dannosa perché tali dispositivi/impianti normalmente funzionano in continuo e disturbano il metabolismo per lunghi periodi, e questo è costoso in termini di risorse fisiche.

Queste risorse devono venire da qualche parte. Alcune possono essere tratte dalla nostra energia fisica, facendoci sentire stanchi, alcune possono venire dal nostro sistema immunitario, rendendoci meno resistenti alle malattie e al cancro. Non vi è nessuna riserva nascosta. Per così dire, i nostri corpi si destreggiano continuamente con le risorse per utilizzarle al meglio. Per esempio, durante il giorno, esse sono indirizzate verso l'attività fisica ma durante la notte, esse sono dirottate alla riparazione dei danni accumulati e al sistema immunitario. L'irradiazione giorno e notte da parte delle antenne di telefonia cellulare (che operano in continuo) interesserà entrambi i periodi, con poca o nessuna possibilità di recuperare. Nel lungo termine, questo è probabile che causi stanchezza cronica, una grave disfunzione del sistema immunitario (che porta a un aumento del rischio di malattia e di cancro) e molti dei sintomi neurologici spesso riportati da persone che vivono vicino alle stazioni per telefonia mobile (vedere Abdel-Rassoul *et al.* 2007).

Come possiamo rendere il nostro ambiente elettromagnetico sicuro?

In primo luogo, può non essere necessario rinunciare ai nostri elettrodomestici o ai telefoni cellulari. E' possibile rendere la maggior parte di essi molto più sicuri. Tutto ciò che serve con i cablaggi domestici è igiene elettromagnetica a basso contenuto tecnologico. Per quanto riguarda i telefoni cellulari, gli operatori sanno da oltre un decennio come modificare il segnale irradiato per renderlo sicuro; solo che essi hanno deciso di non farlo. Mi occuperò di questi punti uno alla volta.

Cablaggio domestico

E' semplice schermare il campo elettrico proveniente dai cavi elettrici racchiudendoli in condotti di metallo connessi a terra o utilizzando cavi schermati con uno schermo collegato a terra. Non possiamo schermare il campo magnetico in questo modo, ma con un'attenta progettazione dei circuiti, possiamo fare in modo che i campi magnetici dei cavi di fase e neutro si cancellino tra di loro. Per fare questo, tutto ciò che serve è di assicurarsi che i cavi di fase e neutro verso ogni dispositivo utilizzatore siano quanto più vicini possibile (preferibilmente intrecciati insieme) e che ogni dispositivo abbia la propria connessione al pannello di distribuzione principale. La pratica britannica meno costosa di realizzare distribuzioni ad anello (nella quale diverse prese a muro sono collegate ad anello, che inizia e termina nel pannello di distribuzione) dovrebbe essere dichiarata illegale. Questo perché le differenze nella resistenza dei conduttori implicano che l'elettricità che raggiunge una qualsiasi presa può non ritornare da dove è venuta sicché i loro campi magnetici non si cancellano e ci sarà un alto valore di campo non necessario tutto intorno all'intero anello.

Un'altra fonte di problemi è l'utilizzo di apparecchi a doppio isolamento non collegati a terra. Sebbene ci sia un basso rischio di scossa elettrica, essi emettono forti campi magnetici e campi elettrici a circa la metà della tensione di alimentazione, che alcune persone non riescono a tollerare.

Telefoni cellulari

Mentre siamo in grado di bloccare o cancellare i campi elettromagnetici associati con i cablaggi domestici, non possiamo farlo con i telefoni cellulari o con i telefoni cordless, che dipendono dalla trasmissione di radiazioni a radio frequenza per funzionare. Tuttavia, possiamo rendere questa radiazione molto meno bio-attiva. Ci sono almeno due modi per farlo. La prima è stata ideata,

testata e brevettata da Theodore Litovitz mentre lavorava alla Catholic University of America negli anni 1990. Tutto quello che dovete fare è aggiungere un rumore elettromagnetico a bassa frequenza al segnale.

La teoria dietro il metodo di Litovitz

La sua idea è stata quella di aggiungere un campo magnetico casuale ELF (rumore) ai campi ripetuti con regolarità da parte delle linee elettriche o dai telefoni cellulari. Funziona sul principio che la maggior parte di effetti biologici dei campi elettromagnetici sono dovuti alla perdita relativamente lenta ma progressiva di calcio dalle membrane cellulari, che le rende infine permeabili. Tuttavia, l'effetto su qualunque cellula avviene solo all'interno di certe finestre di ampiezza, come ho descritto in precedenza. Potremmo non essere in grado di impedire questa permeabilizzazione riducendo solo la potenza del campo. Tutto quello che questa riduzione potrebbe fare sarebbe di porre altre cellule (forse più vicine alla sorgente) nelle loro finestre di ampiezza e non ci potrebbe essere nessun vantaggio.

Tuttavia, se si aggiunge un secondo campo magnetico con un'ampiezza variabile in modo casuale, le cellule sono costantemente portate dentro e fuori le loro finestre d'ampiezza e non si trovano abbastanza a lungo nelle loro finestre per perdere una quantità significativa di calcio prima di uscire dalle loro finestre. Il calcio perduto quindi torna indietro e non c'è effetto biologico. Questa teoria è stata testata in diversi sistemi biologici ed è stato trovato che funziona.

Molto del lavoro di Litovitz ha utilizzato la produzione dell'enzima ornithine decarboxylase (ODC) da parte dei tessuti in coltura come indicatore del danno da radiazione alle cellule viventi. L'attività di questo enzima aumenta diverse volte quando si è esposti a campi elettromagnetici (Byus *et al.* 1987). L'ODC fa parte di un meccanismo di difesa contro le radiazioni e un aumento nella sua produzione è considerato una indicazione del danno che si sta verificando. Viceversa, se il segnale casuale impedisce la sua produzione, questo è un'indicazione che il danno non si sta verificando.

Il lavoro nel laboratorio di Litovitz ha principalmente riguardato la mitigazione degli effetti delle frequenze di rete elettrica a 60 Hz; egli ha trovato che l'aggiunta di un campo magnetico casuale (rumore) di circa la stessa intensità rovesciava completamente i loro effetti sulla produzione di ODC in colture di tessuto di topi (Litovitz *et al.* 1994b) e anche le deformità indotte dai campi a 60Hz negli embrioni di pulcino (Litovitz *et al.* 1994a).

Essi poi continuarono a studiare gli effetti della modulazione di frequenza della radiazione a microonde a 845 MHz sulla produzione di ODC nelle colture di tessuto di topo. Scoprirono che frequenze costanti tra 6 e 600 Hz erano dannose, come misurato dalla produzione di ODC. Un segnale di un parlato modulato in ampiezza (che è più casuale) non stimolava la produzione di ODC, né lo facevano le microonde modulate in frequenza e i segnali di un telefono analogico modulati in frequenza. Le microonde continue avevano solo un leggero effetto.

La maggior parte di impulsi alla frequenza delle microonde sono nocive

Penafiel *et al.* (1997), lavorando nel laboratorio di Litovitz ha concluso che vi sono gravi problemi di salute quando le microonde sono modulate per dare impulsi di un'altezza (ampiezza) standard generati a frequenze tra 6 e 600 Hz. Questo corrisponde alle osservazioni di Blackman *et al.* (1988) che il rilascio calcio da parte del tessuto cerebrale non si è verificato sopra 510 Hz.

Sembrerebbe che l'industria delle telecomunicazioni mobili non abbia fatto il proprio dovere prima di selezionare le frequenze degli impulsi per le loro comunicazioni digitali, dal momento che quasi

tutte rientrano entro questo intervallo biologicamente attivo; per esempio i telefoni cellulari 2G GSM (217 Hz), TETRA (17,6 Hz), i telefoni DECT (100 Hz), il Wi-Fi (10 Hz), e i segnali 3G UMTS con duplex a divisione di tempo (100 Hz e 200 Hz) che sono tutti potenzialmente nocivi. Ci potrebbero essere altri effetti nocivi delle radiazioni che non innescano la produzione di ODC o il rilascio di calcio ma, per lo meno, queste frequenze degli impulsi non avrebbero dovuto essere usate se l'industria della telefonia cellulare avesse agito con debita cura.

Comunque, Litovitz (1997) trovò che anche questi segnali potrebbero essere resi sicuri sovrapponendo un campo magnetico a bassa frequenza sul segnale. Essi hanno scoperto che tale campo previene la produzione di ornithine decarboxylase (ODC), dalle colture del tessuto di topo in risposta ai segnali di telefonia cellulare digitale. Per esempio, un campo casuale tra 30 e 100 Hz con un'intensità RMS di 5 microtesla inibisce completamente la produzione di ODC indotta dal segnale di un telefono cellulare con un SAR di circa 2.5 W/Kg. Una bobina all'interno del terminale potrebbe facilmente fornire un campo magnetico casuale di questa intensità e probabilmente proteggere l'utente dagli effetti nocivi della sua radiazione.

Anche Lai (2004) ha mostrato che un campo di rumore casuale da 6 microTesla rovescia completamente l'effetto deleterio di un'onda continua a 2450 MHz con SAR pari a 1.2 W/Kg sulla memoria del topo. Il rumore casuale non ha avuto nessun effetto in sé in nessuno degli esperimenti menzionati sopra e, sulla base di questi criteri, è completamente innocuo.

Tecnologia a segnale bilanciato

Mentre il metodo di Litovitz potrebbe proteggere l'utente dalle radiazioni, perché i campi magnetici si attenuano rapidamente quando ci si allontana dalla sorgente, esso può non proteggere le altre persone nelle vicinanze, che sono fuori dalla portata del campo casuale di protezione. Per lo stesso motivo, campi magnetici a bassa frequenza casuali emessi da una stazione radio base non sarebbero in grado di proteggere la maggior parte degli utenti. Per ottenere questo, potrebbe essere necessario qualcosa come un sistema che io stesso ho ideato, a cui ho dato il nome "Tecnologia a Segnale Bilanciato". Non pretendo nessun diritto di brevetto e chiunque voglia testarlo e utilizzarlo può farlo liberamente.

Il principio è molto semplice e prevede la trasmissione di due segnali complementari su diverse frequenze portanti; cioè quando su uno si ha un impulso, sull'altro si ha un vuoto. La stazione radio base non avrebbe problemi a gestirli poiché sarebbero considerate come due chiamate telefoniche separate. Tuttavia, per le cellule viventi sarebbe improbabile riuscire a distinguere tra le due frequenze portanti e gli impulsi su entrambi si annullerebbero e il segnale totale sarebbe simile a un'onda continua relativamente innocua. Sarebbe necessaria pochissima larghezza di banda aggiuntiva in quanto è usato solo uno dei due segnali, con l'altro che in effetti è scartato e tali segnali extra potrebbero viaggiare tutti sulla stessa frequenza. In teoria, questa tecnologia potrebbe essere applicata sia ai terminali che alla stazione radio base, ma questo non è stato ancora testato.

Le società di telefonia cellulare dovrebbero conoscere entrambi i metodi per rendere i telefoni cellulari più sicuri ma non c'è nessuna evidenza che esse siano interessate, forse perché per la loro attuazione servirebbero dei soldi senza alcun profitto per loro stesse. Sembra molto come se preferissero che molte persone diventino malate e forse muoiano, piuttosto che ammettere che le loro norme di sicurezza sono basate su false assunzioni e che le loro attuali tecnologie non sono ancora sicure.

Cosa possiamo fare per conto nostro?

Pochissime persone vorrebbero abbandonare i loro telefoni cellulari, ma se ne avete uno, per la vostra stessa sicurezza personale, mantenete le chiamate con tale dispositivo brevi e infrequenti cosicché il vostro corpo abbia la possibilità di recuperare nel frattempo. Utilizzate i messaggi (che impiegano secondi a essere trasmessi) invece delle chiamate vocali ed evitate inutili trasferimenti dati via Internet. La scelta è vostra, ma dedicate un pensiero per le persone che vivono vicino le stazioni radio base. Alcune possono essere gravemente colpite dalla loro radiazione continua ma non hanno scelta. Le vostre chiamate al cellulare contribuiranno ai loro problemi, sicché la vostra moderazione può aiutare anche loro.

Inoltre, non dimenticate le vostre sorgenti personali di radiazione continua come router Wi-Fi e stazioni base dei telefoni cordless, che possono essere ancora più nocivi in quanto sono più vicini. Evitate del tutto di usare Wi-Fi. Le connessioni Ethernet via cavo sono non solo più sicure, ma più veloci, più affidabili e offrono una maggiore sicurezza. Vari dispositivi collegabili alla rete elettrica che connettono una presa Ethernet del vostro computer al router tramite la rete elettrica domestica sono una seconda scelta. Non sono perfetti in quanto vi è un po' di radiazione emessa dai fili; in particolare quelli che offrono una maggiore velocità.

Schermatura e le sue limitazioni

Molte persone elettricamente intolleranti vorranno schermarsi dai campi, ma è necessario capire alcuni concetti per ottenere i risultati migliori.

Il campo vicino

Un campo elettromagnetico alternato consiste di un campo elettrico e di un campo magnetico. Il campo elettrico è prodotto da un gradiente di tensione ed è misurato in Volt su metro. Il campo magnetico è generato da un flusso di corrente ed è misurato in Tesla. Quando si è vicini alla sorgente (tipicamente entro una lunghezza d'onda) si è nel *campo vicino*, nel quale i campi elettrici e magnetici sono prevalentemente separati.

Alle frequenze di rete elettrica, le lunghezze d'onda arrivano a migliaia di chilometri, sicché per le linee di distribuzione elettrica si è forzati a trovarsi nel campo vicino. Per esempio, stare in piedi sotto una linea elettrica alternata vi esporrebbe a un gradiente di tensione causato dalla differenza tra la tensione della linea (prescelta dalla compagnia elettrica) e la Terra. Sareste anche esposti a un campo *magnetico* proporzionale alla corrente circolante sulla linea, che dipende dalla domanda di consumo. Sia il campo elettrico che quello magnetico possono indurre correnti elettriche nel vostro corpo e sono potenzialmente dannose, ma il campo magnetico è peggiore perché penetra più facilmente nei tessuti viventi, attraversa la maggior parte di muri e di lamine di alluminio come se non ci fossero, ed è molto difficile da schermare.

Il campo lontano

Comunque, quando ci si allontana dalla sorgente, i due campi si scambiano energia vicendevolmente e si combinano per produrre fotoni di radio onde. Questo fenomeno è tipicamente completato entro poche lunghezze d'onda, dopo le quali si è nel cosiddetto *campo lontano* dove tutta l'energia prende la forma di onde radio. L'esposizione a queste onde è normalmente misurata in unità di potenza (per esempio microwatt su metro quadro) o il suo gradiente di tensione associato (per esempio Volt su metro).

L'importanza di questo per quanto ci riguarda è che le radio onde sono come onde luminose ed è relativamente facile assorbirle o rifletterle. Questo può essere fatto, utilizzando lamine metalliche

collegate a terra o altri materiali elettricamente conduttivi come vernici a base di carbonio e tessuti metallizzati. Ai fini pratici, questo significa che è possibile schermarsi nei confronti delle radiazioni di un'antenna telefonica, router WiFi, o stazione base di telefono DECT se questi sono lontani varie lunghezze d'onda (parecchie decine di centimetri), ma non da un telefono cellulare mantenuto contro la vostra testa, dove voi siete nel campo vicino e la componente magnetica penetrerà profondamente nel vostro cervello.

Per dare un'idea del rischio, i campi magnetici inferiori a un microTesla (un milionesimo di Tesla) possono produrre effetti biologici, e utilizzare un telefono cellulare 2G (GSM) o un PDA vi espone a impulsi con picchi di varie decine di microTesla (Jokela *et al.* 2004; Sage *et al.* 2007). Questi campi provengono principalmente dai circuiti della batteria e sono ben oltre il minimo necessario per dare effetti nocivi. Quando essi sono aggiunti agli effetti dannosi dei campi a microonde, si capisce perché questi dispositivi sono potenzialmente le fonti più pericolose di campi elettromagnetici e di radiazione che la persona media possiede.

Riferimenti

- Abdel-Rassoul G, Abou El-Fateh O, Abou Salem M, Michael A, Farahat F, El-Batanouny M, Salem E (2007), 'Neurobehavioral effects among inhabitants around mobile phone base stations'. *Neurotoxicology* 28 434 - 440
- Adey WR (1990) Electromagnetic fields, cell membrane amplification, and cancer promotion. In: Wilson BW, Stevens RG, Anderson LE (eds) *Extremely Low Frequency Electromagnetic Fields: the Question of Cancer*. Battelle Press, Columbus, Ohio, pp 211-249
- Alberts B, Johnson A, Lewis J, Raff M, Roberts K, Walter P (2002) *Molecular Biology of the Cell*. (Garland Science, New York)
- Agarwal A, Prabakaran SA, Ranga G, Sundaram AT, Shama RK, Sikka SC (2006), 'Relationship between cell phone use and human fertility: an observational study'. *Fertility and Sterility* 86 (3) Supplement 1 S283. Data also available at <http://tinyurl.com/28rm6n> .
- Agarwal A, Desai NR, Makker K, Varghese A, Mouradi R, Sabanegh E, Sharma R (2009) Effects of radiofrequency electromagnetic waves (RF-EMW) from cellular phones on human ejaculated semen: an in vitro pilot study. *Fertil and Steril* 92(4): 1318-1325
- Amaral DG, Schumann CM, Nordahl CW (2008), *Neuroanatomy of Autism*, *Trends in Neurosciences* 31: 137-145
- Arrieta MC, Bistriz L, Meddings JB (2006), 'Alterations in intestinal permeability'. *Gut* 55: 1512 - 1520 .
- Augner C, Hacker GW, Oberfeld G, Florian M, Hitzl W, Hutter RG, Pauser G (2010) Effects of exposure to GSM mobile phone base station signals on salivary cortisol, alpha-amylase, and immunoglobulin A, *Biomed Environ Sci.* 23(3):199-207.
- Avendano C, Mata A, Sanchez Sarniento CA, Doncel GF (2012) Use of laptop computers connected to the internet through WiFi decreases human sperm motility and increases sperm DNA fragmentation. *Fertil and Steril* 97(1): 39-45

Bawin SM, Kaczmarek KL, Adey WR (1975) Effects of modulated VHF fields on the central nervous system. *Ann. N.Y. Acad Sci* 247: 74-81

Beason RC, Semm P (2002), Responses of neurons to an amplitude modulated microwave stimulus. *Neuroscience Letters* 333: 175-178

Bassett CA, Pawluk RJ, Pilla AA (1974). Augmentation of Bone Repair by Inductively Coupled Electromagnetic Fields. *Science*. 184:575-577

Bawin SM, Adey WR (1976) Sensitivity of calcium binding in cerebral tissue to weak environmental electric fields oscillating at low frequency. *Proc Nat Acad Sci USA* 73: 1999-2003

Blackman CF (1990) ELF effects on calcium homeostasis. In: Wilson BW, Stevens RG, Anderson LE (eds) *Extremely Low Frequency Electromagnetic Fields: the Question of Cancer*. Battelle Press, Columbus, Ohio, pp 189-208

Blackman CF, Benane SG, Kinney LS, House DE, Joines WT (1982) Effects of ELF fields on calcium-ion efflux from brain tissue in vitro. *Radiat. Res.* 92: 510-520

Blackman, C.F., S.G. Benane, D.J. Elliot, D.E. House, and M.M. Pollock (1988) Influence of electromagnetic fields on the efflux of calcium ions from brain tissue in vitro: a three-model analysis consistent with the frequency response up to 510Hz. *Bioelectromagnetics*,: 9(3) 215-227

Blank M, Goodman R (2000) Stimulation of stress response by low frequency electromagnetic fields: possibility of direct interaction with DNA. *IEEE Trans Plasma Sci* 28: 168-172

Borgens RB, Robinson, KR, Venable JW, McGinnis ME (1989) *Electric Fields in Vertebrate Repair*. Liss, New York.

Buchner K, Eger H (2011) Changes of Clinically Important Neurotransmitters under the Influence of Modulated RF Fields—A Long-term Study under Real-life Conditions Original study in German, *Umwelt - Medizin-Gesellschaft* 24(1): 44-57.

Byus CV, Pieper SE, Adey WR. (1987) The effects of low-energy 60-Hz environmental electromagnetic fields upon the growth-related enzyme ornithine decarboxylase. - *Carcinogenesis*. 1987 Oct;8(10):1385-9.

Chao T, Byron KL, Lee K, Villereal M, Rosner MR (1992) Activation of MAP kinases by calcium-dependent and calcium-independent pathways; stimulation by thapsigargin and epidermal growth factor. *J.Biol Chem* 267 (28): 19876-19883.

Chu Q, George ST, Lukason M, Cheng SH, Scheule RK, Eastman SJ (2001) EGTA enhancement of denovirus-mediated gene transfer to mouse tracheal epithelium in vivo. *Human Gene Therapy* 12: 455-467

Davies E., Keyon C.J., Fraser R. (1985). "The role of calcium ions in the mechanism of ACTH stimulation of cortisol synthesis". *Steroids* 45 (6): 551-560

Desai NR, Kesari KK, Agarwal A. (2009) Pathophysiology of cell phone radiation: oxidative stress and carcinogenesis with focus on male reproductive system. *Reprod Biol Endocrinol*. 2009 Oct 22;7:114. doi: 10.1186/1477-7827-7-114.

Diem E, Schwarz C, Aldkofer F, Jahn O, Rudiger H (2005) Non-thermal DNA breakage by mobile phone radiation (1800 MHz) in human fibroblasts and in transformed GFSH-R17 rat granulosa cells in vitro. *Mutation Research/Genetic Toxicology and Environmental Mutagenesis* 583: 178-183

Esmekaya MA, Seyhan N, Omeroglu S (2010) Pulse modulated 900 MHz radiation induces hypothyroidism and apoptosis in thyroid cells: A light, electron microscopy and immunohistochemical study. *Int J Radiat Biol*. 86 (12): 1106-1116.

Eskander EF, Estefan SF, Ahmed A, Abd-Rabou AA (2012) How does long term exposure to base stations and mobile phones affect human hormone pro-files? (2012), Clin Biochem 45: 157-161

Farrell JM, Barber, M, Krause D, Litovitz TA (1998) The superposition of temporarily incoherent magnetic fields inhibits 60 Hz-induced changes in ODC activity of developing chick embryos. Bioelectromagnetics 19: 53-56

Fejes I, Zavaczki Z, Szollosi J, Koloszar S, Daru J, Kovaks L, Pal A (2005), 'Is there a relationship between cell phone use and semen quality?' Arch Andrology 51: 381-393

Friedman J, Kraus S, Hauptman Y, et al. (2007). Mechanism of short-term ERK activation by electromagnetic fields at mobile phone frequencies. Biochemical Journal 405(3), 559-568

Furuse M, Hata M, Furuse K, Yoshida Y, Haratake A, Sugitani Y, Noda T, Kubo A, Tsukita S (2002), 'Claudin-based tight junctions are crucial for the mammalian epidermal barrier: a lesson from claudin-deficient mice'. J Cell Biol 156: 1099-1111

Goldsworthy A, Whitney H, Morris E (1999), 'Biological effects of physically conditioned water'. Water Research 33: 1618-1626.

Goldsworthy A (2006) Effects of electrical and electromagnetic fields on plants and related topics. In: Volkov AG (ed) Plant Electrophysiology – Theory & Methods . Springer-Verlag Berlin Heidelberg 2006. Pp 247-267.

Grigoriev YG, Grogoriev O, Ivanov AA, Lyaginskaya AM, Merkulov AV, Shagina NB, Maltsev VN, Leveque P, Ulanova AM, Osipov VA Shafirkin AV (2010). Confirmation studies of Soviet research on immunological effects of microwaves: Russian immunology results. Bioelectromagnetics 31 (8): 589-602

Ha B-Y (2001) Stabilization and destabilization of cell membranes by multivalent ions. Phys. Rev. E. 64: 051902 (5 pages)

Hardell L, Carlberg M (2009) Mobile phones, cordless phones and the risk of brain tumours. Int J Oncol. 35 (1): 5-17

Hawley T, Gunner M (2000), *How early experiences affect brain development*. <http://tinyurl.com/5u23ae>

Henshaw DL, Reiter RJ (2005) Do magnetic fields cause increased risk of childhood leukemia via melatonin disruption? Bioelectromagnetics Supplement 7: S86-S97

Hill EL, Frith U (2003), 'Understanding autism: insights from mind and brain'. Phil Trans R Soc Lond B 358: 281-289.

Hussar P, Tserentsoodol N, Koyama H, Yokoo-Sugawara M, Matsuzaki T, Takami S, Takata K (2002), 'The glucose transporter GLUT1 and the tight junction protein occludin in nasal olfactory mucosa'. Chem Senses 27: 2-11

Huttenlocher PR, Dabholkar AS (1997), 'Regional differences in synaptogenesis in human cerebral cortex'. J Comparative Neurology 387: 167-178.

Jokela K, Puranen L, Sihvonen A-P (2004) Assessment of the magnetic field exposure due to the battery current of digital mobile phones. Health Physics 86: 56-66.

Kan KS, Coleman R (1988) The calcium ionophore A23187 increases the tight-junctional permeability in rat liver. *Biochem J* 256: 1039-1041

Krey JF, Dolmetsch RE (2007) Molecular mechanisms of autism: a possible role for Ca²⁺ signaling. *Current Opinion in Neurobiology*. 17: 112-119

Lai H (2004) Interaction of microwaves and a temporally incoherent magnetic field on spatial learning in the rat. *Physiology & Behavior* 82: 785-789

Lai H, Singh N P (2004). Magnetic-field-induced DNA strand breaks in brain cells of the rat. *Environmental Health Perspectives* 112(6), 687-694

Le Roux CW, Patterson M, Vincent RP, Hunt C, Ghatei MA, Bloom SR (2005) Postprandial plasma ghrelin is suppressed proportional to meal calorie content in normal weight but not obese subjects. *Journal of Clinical Endocrinology and Metabolism*. 90(2): 1068-1071

Le Roux CW, Batterham RL, Aylwin SJB, Patterson M, Borg CM, Wynne KJ, Kent A, Vincent RP, Gardiner J, Ghatei MA, Bloom SR (2006). Attenuated peptide YY release in obese subjects is associated with reduced satiety. *Endocrinology* 147(1) 3-8

Lew VL, Hockaday A, Freeman CJ, Bookchin RM (1988), 'Mechanism of spontaneous Inside-out vesiculation of red cell membranes'. *J Cell Biol* 106: 1893-1901 .

Li DK, Yan B, Li Z, Gao E, Miao M, Gong D, Weng X, Ferber JR, Yuan W (2010) Exposure to magnetic fields and the risk of poor sperm quality. *Reprod Toxicol* 29(1): 86-92

Liboff AR, McLeod BR, Smith SD (1990) Ion cyclotron resonance effects of ELF fields in biological systems. In: Wilson BW, Stevens RG, Anderson LE (eds) *Extremely Low Frequency Electromagnetic Fields: the Question of Cancer*. Battelle Press, Columbus, Ohio, pp 251-289

Lin H, Blank M, Rossol-Haseroth K, Goodman R (2001) Regulating genes with electromagnetic response elements. *J Cellular Biochem* 81: 143-148

Litovitz TA, Montrose CJ, Doinov P, Brown KM, Barber M (1994a) Superimposing spatially coherent electromagnetic noise inhibits field- induced abnormalities in developing chick embryos. *Bioelectromagnetics* 15: 105-113.

Litovitz TA, Kraus D, Montrose CJ, Mullins JM (1994b) Temporally incoherent magnetic fields mitigate the response of biological systems to temporally coherent magnetic fields. *Bioelectromagnetics* 15: 399-409

Litovitz TA, Penafiel LM, Farrell JM, Krause D, Meister R, Mullins JM (1997) Bioeffects induced by exposure to microwaves are mitigated by superposition of ELF noise. *Bioelectromagnetics* 18: 422-430

Matthews EK (1986) Calcium and membrane permeability. *British Medical Bulletin* 42: 391-397

McCormick B, Stone I, and Corporate Analytical Team (2006) Economic cost of obesity and the case for government intervention. *Obesity Reviews* 8: (Suppl. 1) 161—164

McCrone P, Darbyshire L, Ridsdale L, Seed P (2003) The economic cost of chronic fatigue and chronic fatigue syndrome in UK primary care. *Pschol Med* 33 (2) 253-261

McLeod BR, Smith SD, Liboff AR (1987) Potassium and calcium cyclotron resonance curves and harmonics in diatoms (*A. coffeaeformis*). *J Bioelectr* 6: 153-168

Mehedintu M, Berg H (1997) Proliferation response of yeast *Saccharomyces cerevisiae* on electromagnetic field parameters. *Bioelectrochem Bioenerg* 43: 67-70

Melikov KC, Frolov VA, Shcherbakov A, Samsonov AV, Chizmadzhev YA, Chernomordik LV (2001) Voltage-induced nonconductive pre-pores and metastable single pores in unmodified planar lipid bilayer. *Biophys J* 80: 1829-1836

Muraji M, Asai T, Wataru T (1998) Primary root growth rate of *Zea mays* seedlings grown in an alternating magnetic field of different frequencies. *Bioelectrochem Bioenerg* 44: 271-273

Panagopoulos DJ, Chavdoula ED, Nezis IP, Margaritis LH (2007) Cell death induced by GSM 900-MHz and DCS 1800-MHz mobile telephony radiation. *Mutation Research* 626: 69-78

Penafiel LM, Litovitz T, Krause D, Desta A, Mullins JM (1997) Role of modulation on the effects of microwaves on ornithine decarboxylase activity in L929 cells. *Bioelectromagnetics* 18(2): 132-141

Persson BRR, Salford LG, Brun A (1997), 'Blood-brain barrier permeability in rats exposed to electromagnetic fields used in wireless communication'. *Wireless Networks* 3: 455-461

Rajkovic V, Matavu M, Gledic D, Lazetic B (2003) Evaluation of rat thyroid gland morphophysiological status after threemonths exposure to 50 Hz electromagnetic field. *Tissue & Cell* 35: 223- 231

Reflex Report (2004) [<http://www.itis.ethz.ch/assets/Downloads/Papers-Reports/Reports/REFLEXFinal-Report171104.pdf>].

Salford LG, Brun AE, Eberhardt JL, Malmgren K, Persson BRR (2003), 'Nerve cell damage in mammalian brain after exposure to microwaves from GSM mobile phones'. *Environmental Health Perspectives* 111: 881-883 .

Sage C, Johansson O, Sage SA (2007) Personal digital assistant (PDA) cell phone units produce elevated extremely low frequency electromagnetic field emissions. *Bioelectromagnetics*. DOI 10.1002/bem.20315
Published online in Wiley InterScience (www.interscience.wiley.com)

Schwarz C, Kratochvil E, Pilger A, et al. (2008). Radiofrequency electromagnetic fields (UMTS, 1,950 MHz) induce genotoxic effects in vitro in human fibroblasts but not in lymphocytes. *International Archives of Occupational and Environmental Health* 81(6), 755-67

Smith SD, McLeod BR, Liboff AR (1993) Effects of CR tuning 60Hz magnetic fields on sprouting and early growth of *Raphanus sativus*. *Bioelectrochem Bioenerg* 32: 67-76

Stenz H-G, Wohlwend B, Weisenseel MH (1998) Weak AC electric fields promote root growth and ER abundance of root cap cells. *Bioelectrochem Bioenerg* 44: 261-269

Steck TL, Weinstein RS, Straus, JH, Wallach DFH (1970), 'Inside-out red cell membrane vesicles: preparation and purification'. *Science* 168: 255-257 .

Volkow ND, Tomasi D, Wang G, Vaska P, Fowler JS, Telang F, Alexoff D, Logan J, Wong C (2011), Effects of Cell Phone Radiofrequency Signal Exposure on Brain Glucose Metabolism. *JAMA*. 305 (8):808-813. doi: 10.1001/jama.2011.186

Weiss DJ, Beckett T, Bonneau L, Young J, Kolls JK, Wang G (2003), 'Transient increase in lung epithelial tight junction permeability: an additional mechanism for enhancement of lung transgene expression by perfluorochemical liquids'. *Molecular Therapy* 8: 927-935.

Wilson BW, Stevens RG, Anderson LE eds (1990) Extremely low frequency electromagnetic fields: the question of cancer. Battelle Press, Columbus, Ohio

Articolo disponibile al seguente link: <http://www.elettromogsicilia.org/temi/salute/164-gli-effetti-biologici-di-campi-elettromagnetici-problemi-e-soluzioni-dr-a-goldsworthy>