

Organizzazione Mondiale della Sanità

CAMPI ELETTROMAGNETICI E SALUTE PUBBLICA

Effetti sanitari dei campi a radiofrequenza

(Promemoria n. 183, Maggio 1998)

I **campi a radiofrequenza (RF)** costituiscono una parte dello spettro elettromagnetico. Nell'ambito del Progetto Internazionale CEM, questi campi sono definiti come quelli la cui frequenza è compresa tra **300 Hz** e **300 GHz**. Le sorgenti naturali e artificiali generano campi RF di diverse frequenze.

Le comuni sorgenti di campi RF comprendono: monitor e apparecchi con schermo video (3 - 30 kHz), radio AM (30 kHz - 3 MHz), riscaldatori industriali ad induzione (0,3 - 3 MHz), termoincollatrici a radiofrequenza, marconiterapia (3-30 MHz), radio FM (30 - 300 MHz), telefonia mobile, emittenza televisiva, forni a microonde, radarterapia (0,3 - 3 GHz), radar, collegamenti satellitari, (3 - 30 GHz) e il sole (3 - 300 GHz).

I campi RF sono **radiazioni non ionizzanti (NIR)**. A differenza dei raggi X e dei raggi gamma, sono troppo deboli per rompere i legami che tengono unite le molecole nelle cellule e produrre quindi la ionizzazione. I campi RF possono, tuttavia, produrre diversi effetti sui sistemi biologici, come piante, animali o esseri umani. Questi effetti dipendono dalla **frequenza** e dall'**intensità** del campo RF. Non è assolutamente detto che tutti questi effetti si traducano in danni per la salute.

I **campi RF al di sopra di 10 GHz** vengono assorbiti dalla superficie della pelle, e pochissima energia penetra nei tessuti sottostanti.

- La grandezza dosimetrica fondamentale per i campi RF al di sopra di 10 GHz è l'**intensità** del campo, misurata come **densità di potenza** in watt al metro quadro (**W/m²**) o, nel caso di campi deboli, in milliwatt al metro quadro (**mW/m²**) o in microwatt al metro quadro (**μW/m²**).
- Affinché si verifichino effetti di danno alla salute, come cataratte oculari e ustioni della pelle, per effetto dell'esposizione a campi RF al di sopra di 10 GHz, occorrono densità di potenza **superiori a 1000 W/m²**. Questi livelli non si riscontrano nella vita quotidiana. Essi esistono invece nelle immediate vicinanze di radar di potenza. Le attuali normative di esposizione impediscono la presenza dell'uomo in queste aree.

I **campi RF tra 1 MHz e 10 GHz** penetrano nei tessuti esposti e producono **calore** a seguito dell'**assorbimento di energia** in questi tessuti. La profondità di penetrazione dei campi RF nel tessuto dipende dalla frequenza del campo ed è maggiore alle frequenze più basse.

- L'**assorbimento di energia** a campi RF da parte dei tessuti è misurato come **tasso di assorbimento specifico (SAR)** entro una data massa di tessuto. L'unità del **SAR** è il **watt al chilogrammo (W/kg)**. Il **SAR** è la grandezza dosimetrica fondamentale per i campi RF **tra circa 1 MHz e 10 GHz**.
- Occorre un **SAR** di almeno **4 W/kg** per produrre effetti nocivi per la salute, come cataratte oculari e ustioni della pelle, in persone esposte a campi RF entro questo intervallo di frequenza. Energie simili si riscontrano a decine di metri di distanza da potenti antenne FM, che sono installate in cima a torri elevate, rendendo queste aree inaccessibili.
- **La maggior parte degli effetti nocivi** che possono verificarsi a seguito di esposizioni a campi RF **tra 1 MHz e 10 GHz possono essere spiegati come risposta ad un riscaldamento indotto, che a sua volta dà luogo ad un aumento della temperatura dei tessuti o del corpo superiore a 1 °C**.
- Il **riscaldamento indotto** nei tessuti corporei può provocare varie **risposte fisiologiche e risposte legate alla termoregolazione**, compresa una ridotta capacità di svolgere attività mentali o fisiche quando la temperatura del corpo aumenta. Effetti del genere sono stati segnalati in

persone soggette a stress termici, come, ad esempio, persone che lavoravano in ambienti surriscaldati o che soffrivano di una febbre prolungata.

- Il riscaldamento indotto può influenzare lo **sviluppo fetale**. **Difetti alla nascita** possono verificarsi soltanto se la temperatura del feto aumenta di **2-3 °C** all'ora. Il riscaldamento indotto può anche influenzare la **fertilità maschile** e portare all'induzione di **opacità oculari** (cataratta).
- ***E' importante sottolineare che la maggior parte degli studi condotti a frequenze superiori a 1 MHz hanno analizzato i risultati di esposizioni acute ad alti livelli di campi RF, cioè ad esposizioni che non si riscontrano nella vita quotidiana.***

I campi RF al di sotto di 1 MHz non producono un riscaldamento significativo. Essi inducono piuttosto **correnti e campi elettrici** nei tessuti, misurati in termini di **densità di corrente**, in **ampere al metro quadro (A/m²)**. La densità di corrente è la grandezza dosimetrica fondamentale per campi RF di frequenza **inferiore a circa 1 MHz**.

- Le numerose reazioni chimiche implicate nei processi di vita sono associate a normali correnti "di fondo" di circa **10 mA/m²**.
- Densità di corrente indotta al di sopra di almeno **100 mA/m²** possono interferire con il normale funzionamento del corpo e provocare contrazioni muscolari involontarie.

Sono stati segnalati altri effetti sul corpo dovuti a esposizioni a **campi RF di bassa intensità** presenti negli ambienti di vita. Tuttavia, questi effetti non sono stati confermati da altri studi di laboratorio, oppure le loro implicazioni per la salute sono sconosciute. Comunque, questi studi hanno destato notevoli preoccupazioni circa un aumento del rischio di cancro. E' per questa ragione che essi sono seguiti e valutati nell'ambito del **Progetto internazionale CEM**.

Esposizione a campi RF e cancro: Le attuali evidenze scientifiche indicano come improbabile che i campi RF inducano o promuovano tumori.

- **Gli studi di cancerogenesi su animali non hanno fornito evidenze convincenti di un effetto sull'incidenza di tumori.** Uno studio recente ha trovato che campi RF, simili a quelli usati nelle telecomunicazioni mobili, aumentavano l'incidenza di cancro in topi geneticamente modificati esposti in vicinanza (0,65 m) di un'antenna trasmittente RF. Verranno condotti ulteriori studi per determinare quanto questi studi siano rilevanti per il cancro nell'uomo.
- Molti studi epidemiologici **sull'uomo** hanno considerato possibili connessioni tra l'esposizione a campi RF ed un aumento del rischio di cancro. Al momento attuale questi studi non forniscono un'informazione sufficiente per un'appropriata valutazione del rischio di cancro nell'uomo in conseguenza dell'esposizione a campi RF, perché i loro risultati sono incoerenti. Ciò può essere spiegato da differenze nel progetto, nell'esecuzione e nell'interpretazione degli studi, comprese differenze nell'identificazione dei soggetti esposti in misura significativa e nella ricostruzione retrospettiva delle esposizioni. Il Progetto internazionale CEM incoraggia ricerche coordinate in questo settore.

Esposizione a bassi livelli di campi RF: E' stato segnalato che l'esposizione a livelli troppo bassi per produrre un riscaldamento altererebbe l'attività elettrica cerebrale nei gatti e nei conigli, attraverso variazioni di mobilità degli ioni calcio. Questo effetto è stato segnalato anche in tessuti e cellule isolati. Altri studi hanno suggerito che i campi RF modifichino il tasso di proliferazione delle cellule, alterino l'attività enzimatica, o agiscano sui geni del DNA delle cellule. Tuttavia, questi effetti non sono ben accertati e le loro implicazioni per la salute umana non sono comprese abbastanza bene da poter fornire una base per limitazioni dell'esposizione umana.

Interferenza elettromagnetica ed altri effetti: I telefoni mobili, come molti altri dispositivi elettronici di uso comune, possono provocare interferenze elettromagnetiche in altri apparati elettrici. Si deve quindi esercitare cautela quando si usano telefoni mobili in prossimità di dispositivi elettromedicali sensibili, utilizzati in unità ospedaliere di terapia intensiva. I telefoni mobili possono, in rari casi, provocare interferenze anche in certi altri apparati medicali, come i pacemaker cardiaci e gli apparecchi acustici. Le persone che usano questi dispositivi dovrebbero consultare il proprio medico per stabilire quanto i loro dispositivi siano sensibili a questi effetti.

I campi RF prodotti da **sorgenti naturali** hanno densità di potenza molto basse. L'intensità delle radiofrequenze prodotte dal **sole** - la principale sorgente naturale - è **inferiore a 0,01 mW/m²**. Le **sorgenti artificiali**, che emettono la maggior parte dei campi RF nell'ambiente che immediatamente ci circonda, possono essere suddivise tra quelle che interessano **l'ambiente, la casa e i posti di lavoro**.

- **Sorgenti che interessano l'ambiente:** La maggior parte dei campi RF che si riscontrano nell'ambiente sono dovuti all'**emittenza radiotelevisiva** e agli **impianti di telecomunicazione**. L'esposizione a RF dovuta a impianti di telecomunicazione è generalmente inferiore a quella dovuta all'emittenza radio o TV. Uno studio condotto negli Stati Uniti ha trovato che, nelle **grandi città**, i **livelli medi di fondo** erano di circa **50 mW/m²**. Circa l'1% delle persone che vivono in grandi città sono esposte a campi RF che **superano i 10 mW/m²**. Campi RF più elevati possono presentarsi in aree situate vicino a trasmettitori o a sistemi radar.
- **Sorgenti in casa:** Le sorgenti RF in casa comprendono forni a microonde, telefoni mobili, sistemi di allarme, unità con schermo video ed apparecchi televisivi. I forni a microonde, che potrebbero potenzialmente essere sorgenti di RF a livelli molto elevati, sono assoggettati a standard di prodotto che limitano le perdite di microonde. Nel complesso, il livello di fondo dei campi RF dovuti agli elettrodomestici è basso, dell'ordine di **poche decine di mW/m²**.
- **Sorgenti nei posti di lavoro:** vi sono diversi processi industriali che utilizzano campi RF: riscaldatori dielettrici per laminare il legno e incollare la plastica; riscaldatori industriali ad induzione e forni a microonde; sistemi di diatermia in campo medico per la cura del dolore e delle infiammazioni dei tessuti corporei; apparecchi elettrochirurgici per tagliare e saldare i tessuti. Sono potenzialmente possibili esposizioni eccessive del personale addetto a questi sistemi, specialmente in industrie che sfruttano processi di riscaldamento o incollaggio con microonde, o nelle unità di diatermia in campo medico. I campi RF vicino agli apparati nei posti di lavoro possono superare le **decine di W/ m²**. Tutti questi livelli di esposizione sono normati a livello nazionale e internazionale.
- Livelli relativamente alti di esposizione a campi RF possono presentarsi nel caso di operatori del settore delle **trasmissioni**, dei **trasporti** e delle **comunicazioni**, quando questi lavorano nelle **immediate vicinanze** di antenne trasmettenti a RF e di sistemi radar. Un sottoinsieme importante di questi lavoratori è costituito dal **personale militare**. Nella maggior parte delle nazioni esistono normative stringenti per il controllo dell'uso civile e militare dei campi RF.

Normative di sicurezza: per assicurare che i dispositivi che emettono RF siano sicuri, e che il loro uso non interferisca con altri apparati, vengono adottate norme internazionali. Limiti di esposizione a campi RF sono stati stabiliti dalla **Commissione Internazionale per la Protezione dalle Radiazioni Non Ionizzanti (ICNIRP)**, un'organizzazione non governativa formalmente riconosciuta dall'OMS. Le linee guida dell'ICNIRP sono state sviluppate dopo revisioni critiche dell'intera letteratura scientifica accreditata, comprendente effetti termici e non termici. **I limiti per i campi RF sono molto superiori ai livelli che si incontrano negli ambienti di vita**. Le normative sono basate su una valutazione di quegli effetti biologici le cui conseguenze per la salute siano state dimostrate. L'obiettivo del Progetto internazionale CEM è di stabilire se gli effetti biologici che sono stati segnalati in relazione all'esposizione a campi RF di bassa intensità possano avere conseguenze sanitarie. Se tali conseguenze venissero scoperte, ciò potrebbe comportare una revisione dei limiti di esposizione.

L'esposizione a campi RF può causare riscaldamento o indurre correnti elettriche nei tessuti corporei. Il riscaldamento costituisce la principale interazione dei campi RF ad alta frequenza. al di sopra di circa 1 MHz. Al di sotto di circa 1 MHz, l'azione dominante dell'esposizione a RF è l'induzione di correnti elettriche nel corpo.

Una revisione dei dati scientifici svolta dall'OMS nell'ambito del Progetto internazionale CEM (Monaco, Novembre 1996) ha concluso che, sulla base della letteratura attuale, non c'è nessuna evidenza convincente che l'esposizione a RF abbrevi la durata della vita umana, né che induca o favorisca il cancro.

Comunque, la stessa revisione ha anche evidenziato che sono necessari ulteriori studi, per delineare un quadro più completo dei rischi sanitari, specialmente per quanto concerne un possibile rischio di cancro connesso all'esposizione a bassi livelli di campi RF.

(Traduzione italiana di Paolo Vecchia)

Questo Promemoria, pubblicato a cura del progetto "Salute e campi elettromagnetici" del Ministero della Salute – Centro Controllo Malattie (www.ccm-network.it), costituisce la traduzione italiana del documento originale in inglese "Electromagnetic Fields and Public Health – Health Effects of Radiofrequency Fields", pubblicato dall'Organizzazione Mondiale della Sanità (OMS) nella serie "Fact Sheets".

La responsabilità del testo italiano è interamente del traduttore. In caso di difformità rispetto all'originale, fa fede il testo inglese.

Sia il Fact Sheet originale sia questa traduzione sono disponibili sul sito del progetto Internazionale Campi Elettromagnetici dell'OMS: www.who.int/emf