

## CAMPI ELETTROMAGNETICI E SALUTE PUBBLICA

### Proprietà fisiche ed effetti sui sistemi biologici

Le sorgenti naturali e artificiali generano energia elettromagnetica sotto forma di onde elettromagnetiche. Queste onde consistono di campi elettrici e magnetici oscillanti che interagiscono in vari modi con i **sistemi biologici**, come cellule, piante, animali o l'uomo. Per comprendere meglio queste interazioni, è essenziale avere familiarità con le proprietà fisiche delle onde che compongono lo spettro elettromagnetico.

• Le **onde elettromagnetiche** possono essere caratterizzate attraverso la loro **lunghezza d'onda**, la loro **frequenza** o la loro **energia**. I tre parametri sono legati tra loro. Ognuno influenza l'effetto che il campo può avere su un sistema biologico.

\* La **frequenza** di un'onda elettromagnetica è semplicemente il numero di oscillazioni che passano per un determinato punto nell'unità di tempo. Essa è misurata in cicli al secondo o *hertz*. Un ciclo al secondo è pari a un **hertz (Hz)**. I multipli comunemente usati per descrivere i campi a radiofrequenza (RF) comprendono il **chilohertz (kHz)** pari a mille cicli al secondo, il **megahertz (MHz)** pari a un milione di cicli al secondo e il **gigahertz (GHz)** pari a un miliardo di cicli al secondo.

\* **Tanto più corta è la lunghezza d'onda, tanto più alta è la frequenza.** Il centro della banda di trasmissione in modulazione di ampiezza (AM), per esempio, ha una frequenza di un milione di hertz (1 MHz) e una lunghezza d'onda di circa 300 metri. I forni a microonde utilizzano una frequenza di 2,45 miliardi di hertz (2,45 GHz) e una lunghezza d'onda di 12 centimetri.

\* Un'onda elettromagnetica consiste di piccolissimi pacchetti di energia chiamati **fotoni**. L'energia di ogni pacchetto, o fotone, è direttamente proporzionale alla frequenza dell'onda: **più alta è la frequenza, maggiore è la quantità di energia** di ogni fotone.

*Il modo in cui le onde elettromagnetiche influenzano i sistemi biologici è determinato in parte dall'intensità del campo ed in parte dalla quantità di energia di ogni fotone.*

• Le onde elettromagnetiche di bassa frequenza sono indicate come "**campi elettromagnetici**" e quelle a frequenza molto alta come "**radiazioni elettromagnetiche**". Secondo la loro frequenza ed energia, le onde elettromagnetiche possono essere classificate come "**radiazioni ionizzanti**" o "**radiazioni non ionizzanti**" (NIR).

\* Le **radiazioni ionizzanti** sono onde elettromagnetiche di frequenza estremamente alta (raggi X e raggi gamma), che possiedono un'energia fotonica sufficiente per

produrre la **ionizzazione** (cioè per creare atomi o parti di molecole elettricamente carichi positivamente e negativamente), rompendo i legami atomici che tengono unite le molecole nelle cellule.

\* **Radiazioni non ionizzanti (NIR)** è un termine generale per quella parte dello spettro elettromagnetico in cui l'energia fotonica è troppo bassa per rompere i legami atomici. Le NIR comprendono la **radiazione ultravioletta (UV)**, la **luce visibile**, la **radiazione infrarossa**, i **campi a radiofrequenze e microonde**, i **campi a frequenza estremamente bassa (ELF)** ed i **campi elettrici e magnetici statici**.

\* **Le NIR, anche di alta intensità, non possono provocare la ionizzazione in un sistema biologico.** Si è tuttavia dimostrato che le NIR producono altri effetti biologici, per esempio riscaldando i tessuti, alterando reazioni chimiche o inducendo correnti elettriche nei tessuti e nelle cellule.

• Le onde elettromagnetiche possono produrre **effetti biologici** che **talvolta**, ma **non sempre**, possono portare ad **effetti di danno alla salute**. E' importante comprendere la differenza tra i due effetti.

\* Un **effetto biologico** si verifica quando l'esposizione alle onde elettromagnetiche provoca qualche variazione fisiologica notevole o rilevabile in un sistema biologico.

\* Un **effetto di danno alla salute** si verifica quando l'effetto biologico è al di fuori dell'intervallo in cui l'organismo può normalmente compensarlo, e ciò porta a qualche condizione di detrimento della salute.

\* Alcuni effetti biologici possono essere innocui, come ad esempio quella reazione corporea che consiste in un aumento della circolazione sanguigna nella pelle in risposta ad un leggero aumento del riscaldamento da parte del sole. Alcuni effetti possono essere vantaggiosi, come la sensazione di calore da parte dei raggi diretti del sole in una giornata fredda, o possono addirittura portare ad effetti positivi per la salute, come nel caso del sole che aiuta la produzione di vitamina D. Tuttavia, alcuni effetti biologici conducono ad effetti nocivi per la salute, come il dolore per le ustioni solari o il cancro della pelle.

• **Il Progetto Internazionale CEM dell'Organizzazione Mondiale della Sanità vuole dare risposte alle preoccupazioni che sono sorte per l'esposizione a campi a radiofrequenza (RF) e a microonde, a campi a frequenza estremamente bassa (ELF) e a campi elettrici e magnetici statici.** Questi campi elettromagnetici sono in grado di produrre effetti biologici differenti, che possono comportare conseguenze sanitarie.

• E' noto che i campi a radiofrequenza (RF) producono **riscaldamento** e inducono **correnti elettriche**. Sono stati segnalati anche altri effetti biologici, meno documentati.

\* I **campi RF** a frequenze **al di sopra di circa 1 MHz** provocano soprattutto **riscaldamento**, facendo muovere ioni e molecole d'acqua entro il mezzo in cui questi si trovano. Anche bassi livelli di energia RF producono una piccola quantità di calore, ma questo è smaltito dai normali processi di termoregolazione del corpo senza che la persona se ne renda conto.

\* Un certo numero di studi condotti a queste frequenze suggerisce che **l'esposizione a campi RF troppo deboli per causare il riscaldamento** possano avere conseguenze negative sulla salute, compreso il cancro e la perdita della memoria. Identificare ed incoraggiare ricerche coordinate su questi temi aperti è uno degli obiettivi principali del **Progetto internazionale CEM**.

\* I **campi RF** di frequenze **al di sotto di circa 1 MHz** inducono soprattutto cariche e correnti elettriche, che possono stimolare le cellule di tessuti come nervi e muscoli. Delle correnti elettriche esistono già all'interno del corpo, come fattore normale delle reazioni chimiche che fanno parte della vita. Se i campi RF inducono correnti che superano in misura significativa il livello di fondo nel corpo, vi è la possibilità di conseguenze negative per la salute.

• **Campi elettrici e magnetici a frequenze estremamente basse (ELF)**. L'azione fondamentale di questi campi sui sistemi biologici è **l'induzione di cariche e correnti elettriche**. Questo meccanismo d'azione non può verosimilmente spiegare effetti sanitari come i tumori infantili, che sono stati segnalati in seguito all'esposizione a livelli "ambientali" di campi ELF.

\* **Campi elettrici ELF** esistono ogni volta che una carica (o una tensione) è presente, indipendentemente dal fatto che vi sia un flusso di corrente elettrica. Quasi nulla del campo elettrico penetra all'interno del corpo umano. A intensità molto elevate, i campi elettrici possono essere percepiti attraverso la vibrazione dei peli cutanei. Tuttavia, alcuni studi suggeriscono che l'esposizione a bassi livelli di questi campi sia associata ad un aumento dell'incidenza di tumori infantili o ad altri effetti nocivi per la salute. Altri studi non forniscono queste indicazioni. Il **Progetto internazionale CEM** raccomanda che si svolgano ricerche più focalizzate, per migliorare la valutazione dei rischi sanitari.

\* **Campi magnetici ELF** si creano ogni volta che vi è un flusso di corrente elettrica. Essi penetrano facilmente nel corpo umano, senza alcuna attenuazione apprezzabile. Alcuni studi epidemiologici hanno segnalato associazioni tra i campi ELF ed il cancro, specialmente nei bambini; altri studi no. Sono attualmente in corso ricerche sugli effetti dei campi ELF di basso livello (ambientali), comprese le ricerche seguite ed incoraggiate dal **Progetto internazionale CEM**.

• **Campi elettrici e magnetici statici**. Mentre l'azione fondamentale di questi campi sui sistemi biologici è **l'induzione di cariche e correnti elettriche**, è stato provato che si verificano anche altri effetti, che potrebbero portare a danni per la salute ma solo a intensità di campo molto elevate.

\* I **campi elettrici statici** non penetrano nel corpo, ma possono essere percepiti attraverso il movimento dei peli cutanei. Se si eccettuano le scariche elettriche dovute a forti campi elettrici statici, questi ultimi non sembrano avere effetti significativi sulla salute.

\* I **campi magnetici statici** hanno virtualmente la stessa intensità all'interno e all'esterno del corpo. Campi magnetici statici molto intensi possono alterare il flusso sanguigno o modificare i normali impulsi nervosi. Ma intensità così elevate non si incontrano nella vita quotidiana. Comunque, vi è insufficiente informazione sugli effetti di un'esposizione prolungata a campi magnetici statici, ai livelli che si incontrano negli ambienti di lavoro.

• **Normative di sicurezza:** Varie linee guida e normative internazionali vengono adottate per assicurare che l'esposizione ai CEM non abbia effetti nocivi sulla salute, che i dispositivi che generano CEM siano sicuri, e che il loro utilizzo non provochi interferenze elettriche con altri apparati. Queste normative vengono elaborate dopo una revisione critica di tutta la letteratura scientifica, da parte di gruppi di scienziati che cercano evidenze di effetti che siano stati riprodotti in modo consistente e che siano nocivi per la salute. Questi gruppi hanno prodotto linee guida che raccomandano le azioni da intraprendere da parte dei competenti enti nazionali ed internazionali. Un'organizzazione non governativa, formalmente accreditata dall'OMS nel campo delle NIR, è la **Commissione Internazionale per la Protezione delle Radiazioni Non Ionizzanti (ICNIRP)**. L'ICNIRP ha prodotto linee guida internazionali per la limitazione dell'esposizione umana a tutti i campi elettromagnetici, compresa la radiazione ultravioletta (UV), la luce visibile, la radiazione infrarossa e i campi a RF e microonde.

---

- Le onde elettromagnetiche sono generate da sorgenti naturali, ma soprattutto artificiali. Il loro spettro comprende sia le **radiazioni ionizzanti**, sia le **radiazioni non ionizzanti (NIR)**.
  - Le **radiazioni ionizzanti** (raggi X e raggi gamma) hanno un'energia sufficiente per creare atomi o parti di molecole elettricamente cariche positivamente o negativamente, attraverso la rottura dei legami atomici che tengono unite le molecole nelle cellule. Quest'effetto è chiamato **ionizzazione**.
  - Le **NIR**, anche di alta intensità, **non possono provocare la ionizzazione** nei sistemi biologici. E' stato tuttavia indicato che le NIR producono altri effetti biologici, ad esempio riscaldando i tessuti, alterando le normali reazioni chimiche o inducendo correnti elettriche nei tessuti.
  - Il **Progetto internazionale CEM dell'Organizzazione Mondiale della Sanità** si occupa degli effetti sulla salute dei **campi statici**, di quelli a **frequenza estremamente bassa (ELF)** e di quelli a **radiofrequenza (0 - 300 GHz)**.
  - Le onde elettromagnetiche di differenti frequenze interagiscono in modo differente con i **sistemi biologici**, come piante, animali o esseri umani. La misura in cui influenzano i sistemi biologici dipende in parte dalla loro **intensità** ed in parte della **quantità di energia** dei singoli **fotoni**.
  - Gli **effetti biologici** prodotti dalle onde elettromagnetiche possono talvolta, ma **non sempre, portare ad effetti di danno alla salute**.
- 

Per ulteriori informazioni si prega di contattare Igor Rozov, Servizio Comunicazioni sulla Salute e Relazioni Pubbliche, OMS, Ginevra. Tel.0041-22-7912532, Fax 0041-22-7914858, E-mail: [Rozovi@who.ch](mailto:Rozovi@who.ch)

Tutti i comunicati stampa e le note informative dell'OMS, come altre informazioni su questi temi, possono essere reperite su Internet alla pagina OMS: <http://www.who.ch/>

*Traduzione italiana a cura del Laboratorio di Fisica dell'Istituto Superiore di Sanità - Roma, Italia.*