

# **LINEE GUIDA SUI LIMITI DI ESPOSIZIONE A CAMPI MAGNETICI STATICI: PROMEMORIA**

Commissione Internazionale per la Protezione dalle Radiazioni Non Ionizzanti (ICNIRP)

Il rapido sviluppo nell'industria e in medicina di tecnologie che usano campi magnetici statici ha prodotto un aumento dell'esposizione umana a questi campi. L'ICNIRP è l'istituzione, internazionalmente riconosciuta, che stabilisce linee guida per la protezione contro gli effetti nocivi delle radiazioni non ionizzanti. Essa ha recentemente pubblicato delle linee guida sui limiti di esposizione, professionale e del pubblico, a campi magnetici statici. Questo promemoria descrive tali linee guida e i loro fondamenti.

I campi magnetici esercitano forze sulle cariche elettriche, ma solo quando queste sono in moto. L'induzione magnetica, misurata in tesla (T), è accettata come la grandezza più appropriata per valutare gli effetti dei campi magnetici. Il campo magnetico statico naturale della terra è di circa 50  $\mu\text{T}$  e, secondo la posizione geografica, varia tra circa 30 e 70  $\mu\text{T}$ . Livelli di induzione magnetica dell'ordine di 20  $\mu\text{T}$  si producono sotto le linee di trasmissione ad alta tensione. I treni passeggeri ad alta velocità basati sulla levitazione magnetica producono densità di flusso magnetico relativamente alte in vicinanza del motore. Altre sorgenti di campi magnetici statici in ambienti residenziali e professionali comprendono piccoli magneti permanenti in clip e accessori (come borse, giocattoli magnetici, ecc), che generano campi statici locali superiori a 0,5 mT. La più alta esposizione professionale si presenta per pazienti sottoposti a indagini diagnostiche con risonanza magnetica, una tecnica utilizzata per ottenere informazioni diagnostiche e, sempre più spesso, per guidare interventi chirurgici all'interno del corpo. Nelle procedure di risonanza magnetica, le densità di flusso variano tipicamente da 0,15 a 3 T. Il personale impiegato nella produzione e nella manutenzione di questi sistemi di risonanza magnetica è anch'esso esposto a campi intensi. Le procedure d'intervento medico con controllo diretto e in tempo reale mediante risonanza magnetica porteranno ad un aumento delle esposizioni del personale sanitario.

La risonanza magnetica funzionale, con l'impiego di campi d'intensità fino a circa 10 T, viene oggi largamente usata in ricerche accademiche e mediche sulle funzioni del cervello umano. Intensi campi magnetici sono prodotti anche nelle tecnologie delle alte energie, tra cui reattori termonucleari, generatori superconduttivi, strumenti di ricerca come camere a bolle, e in impianti industriali che sfruttano processi elettrolitici, come per la produzione di cloro o di alluminio con picchi di esposizione fino a diverse decine di millitesla, nonché nella fabbricazione di magneti permanenti e di materiali magnetici.

I tre meccanismi fisici accertati mediante cui i campi magnetici statici interagiscono con la materia vivente sono l'induzione magnetica, l'azione magnetomeccanica e le interazioni elettroniche.

Sono stati condotti numerosi studi sui potenziali effetti biologici dei campi magnetici statici, analizzando diversi parametri tra cui l'orientamento delle cellule, la crescita cellulare, l'attività metabolica e l'espressione genica. Nel complesso, questi studi non forniscono evidenze convincenti di effetti nocivi per esposizioni a campi magnetici con densità di flusso fino a diversi tesla. Studi di laboratorio su animali indicano risposte di avversione al campo, e tendenza ad evitarlo, per intensità di circa 4 T o più; si pensa che tali risposte abbiano origine nel vestibolo.

Campi superiori a circa 0,1 T inducono potenziali di flusso specialmente nel cuore e attorno ad esso, nonché in altri grossi vasi sanguigni, ma la loro rilevanza sanitaria non è chiara, né si sono osservati effetti sulle funzioni cardiovascolari, sullo sviluppo fetale, sulla cancerogenesi e su altri parametri, in conseguenza di esposizioni fino a 8 T.

Negli studi di laboratorio sull'uomo non si sono osservati effetti notevoli sui parametri fisiologici, per esposizioni a campi magnetici fino a 8 T, ad eccezione di un piccolo aumento della pressione sistolica del sangue. Sulla base di modelli, si prevede una riduzione significativa del flusso sanguigno soltanto a livelli di campo superiori a 15 T. Non c'è nessuna evidenza di effetti di esposizioni fino a 8 T su altri aspetti delle funzioni cardiovascolari, sulla temperatura corporea, sulla memoria, sul linguaggio e sui tempi di reazione motorio-uditiva, né evidenza di altri seri effetti sanitari su volontari. Vi è qualche indicazione di effetti sulla coordinazione tra occhi e mani e sulla sensibilità al contrasto visivo. Campi superiori a 2-3 T possono provocare effetti sensoriali temporanei come nausea, vertigini, gusto metallico e fosfeni, durante il movimento degli occhi o della testa; la sensibilità varia da individuo a individuo e gli effetti si possono minimizzare o eliminare muovendosi lentamente attraverso il campo.

Vi sono pochi dati epidemiologici su effetti sanitari a lungo termine in persone esposte a campi statici, e non c'è nessuno studio su gruppi a esposizione potenzialmente alta, come gli operatori addetti a risonanza magnetica. Gli studi disponibili su lavoratori esposti fino a diverse decine di millitesla nella fusione dell'alluminio, in impianti di cloroalcali o nella saldatura soffrono di limitazioni metodologiche, ma non indicano comunque effetti importanti sull'incidenza di tumori, sulla riproduzione o su altri parametri studiati, come conseguenza di esposizioni ai livelli sopra indicati .

Sulla base della rassegna dei dati scientifici sopra sintetizzata, l'ICNIRP raccomanda i seguenti limiti di esposizione.

### Esposizioni professionali

**Limiti di esposizione:** Si raccomanda che l'esposizione professionale della testa e del tronco non superi, come valore di picco spaziale dell'induzione magnetica, i 2 T. Tuttavia, per specifiche attività lavorative, si possono consentire esposizioni fino a 8 T se l'ambiente è controllato e se vengono messe in atto adeguate procedure di lavoro che controllino gli effetti indotti dal movimento. Effetti sensoriali dovuti al movimento all'interno del campo possono essere evitati rispettando le restrizioni di base fissate nelle linee guida per i campi ELF. Se limitate alle estremità, sono accettabili esposizioni massime fino a 8 T.

### Esposizioni del pubblico

**Limiti di esposizione:** L'esposizione acuta del pubblico non dovrebbe superare i 400 mT (in qualunque parte del corpo), come risultato di un fattore di riduzione pari a 5 rispetto ai limiti professionali. L'ICNIRP riconosce però che, a causa di potenziali effetti nocivi indiretti, si debbano adottare provvedimenti pratici per prevenire sia pericolose esposizioni inconsapevoli di portatori di dispositivi impiantati a funzionamento elettronico o che contengano materiali ferromagnetici, sia ferite causate da oggetti ferromagnetici volanti. Queste considerazioni possono portare a restrizioni a livelli molto più bassi, come 0,5 mT. Fissare limiti di esposizione con riguardo a questi effetti non biologici non è però compito dell'ICNIRP.

Una descrizione completa delle basi razionali di queste linee guida può trovarsi in: "Guidelines on limits of exposure to static magnetic fields. Health Physics 96(4): 504-514; 2009."<sup>1</sup>

La tabella seguente riassume i limiti di esposizione

Caratteristiche dell'esposizione	Induzione magnetica <sup>a</sup>
Lavoratori <sup>b</sup>	
Esposizione della testa e del tronco	2 T
Esposizione delle estremità	8 T
Pubblico generico <sup>c</sup>	
Esposizione di qualunque parte del corpo	400 mT

<sup>a</sup>L'ICNIRP raccomanda che questi limiti siano operativamente considerati come limiti di esposizione di picco spaziale.

<sup>b</sup>Per specifiche applicazioni professionali può essere giustificata l'esposizione fino a 8 T, se l'ambiente è controllato e se si applicano adeguate procedure di lavoro per controllare effetti indotti dal movimento.

<sup>c</sup>A causa di potenziali effetti indiretti avversi, l'ICNIRP riconosce che si debbano adottare provvedimenti pratici per impedire sia pericolose esposizioni inconsapevoli di persone con dispositivi impiantati a funzionamento elettronico o che contengano materiale ferromagnetico, sia pericoli dovuti a oggetti volanti, che possono portare a restrizioni a livelli molto più bassi, come 0,5 mT

### Misure protettive

L'ICNIRP raccomanda che l'uso di queste linee guida sia accompagnato da appropriate misure protettive. Tali misure devono essere considerate separatamente per i posti pubblici, dove le esposizioni a campi magnetici statici sono verosimilmente molto basse e rare, e per i luoghi di lavoro, dove in alcune situazioni lavorative si possono regolarmente incontrare campi statici intensi. Per quanto riguarda i membri del pubblico, occorre

<sup>1</sup> La traduzione italiana "Linee guida sui limiti di esposizione a campi magnetici statici" è disponibile all'indirizzo: <http://www.icnirp.org>. (NdT).

proteggere i soggetti portatori di dispositivi medici impiantati contro possibili interferenze e forze esercitate su apparecchi che contengano materiali ferromagnetici. Inoltre, in alcune situazioni specifiche esistono rischi dovuti al volo di oggetti ferromagnetici, come strumenti chirurgici. In situazioni lavorative che comportino esposizioni a campi molto intensi, occorre mettere in atto una serie di specifiche azioni tese a minimizzare l'impatto di sintomi temporanei come vertigini e nausea.

Ulteriori dettagli possono trovarsi in: "Guidelines on limits of exposure to static magnetic fields. Health Physics 96(4): 504-514; 2009."

*Traduzione italiana di Paolo Vecchia, Istituto Superiore di Sanità, Roma  
La responsabilità del testo italiano è interamente del traduttore. In caso di difformità rispetto all'originale, fa fede il testo inglese.  
L'articolo originale è disponibile sul sito dell'ICNIRP: [www.icnirp.org](http://www.icnirp.org)*