

Esposizione professionale ai campi magnetici statici: prospettive e problemi aperti

Simona Valbonesi, Marina Barbiroli

Il rapido sviluppo nell'industria ed in medicina di tecnologie che utilizzano i campi magnetici statici ha prodotto un aumento della esposizione professionale a questo specifico agente fisico.

I livelli più elevati di esposizione sono riscontrabili tra gli operatori impiegati in prossimità dei tomografi per risonanza magnetica nucleare; i valori di campo magnetico nominale a cui operano questi apparati, sia in caso di utilizzo diagnostico che in spettroscopia chimica variano da 0.5 T ai 10 T e oltre.

Si tratta di campi estremamente elevati, basti pensare che il campo magnetico statico naturale terrestre, all'interno del quale si è evoluta la vita è in media pari a 50 μ T, con variazioni, a seconda della posizione geografica, comprese tra 30 e 70 μ T.

Nel 2004 l'Unione Europea ha promulgato la Direttiva 2004/40/CE [1] contenente le prescrizioni minime di sicurezza per l'esposizione dei lavoratori all'agente fisico campi elettromagnetici. L'applicazione di questa direttiva e delle restrizioni in essa indicate può portare gravi limitazioni all'utilizzo delle tecniche di risonanza magnetica nucleare e comprometterne i successivi sviluppi. Considerando questi specifici fattori, il Parlamento Europeo ha successivamente rinviato il termine per il recepimento della Direttiva da parte degli stati membri al 2012, al fine di consentire una completa revisione dei limiti, da parte dell'ICNIRP [2].

Da un punto di vista fisico i meccanismi accertati mediante i quali i campi magnetici statici interagiscono con la materia vivente sono l'induzione magnetica, l'azione magnetomeccanica e le interazioni elettroniche.

Numerosi studi sono stati condotti sui potenziali effetti biologici dei campi magnetici statici analizzando diversi micro parametri tra cui l'orientamento delle cellule, la crescita cellulare, l'attività metabolica e l'espressione genica. Nel complesso queste indagini non forniscono evidenze convincenti di effetti nocivi per esposizioni a campi magnetici con densità di flusso fino a diversi Tesla.

Dal punto di vista fisiologico, studi di laboratorio sull'uomo non hanno messo in evidenza effetti degni di nota per esposizione a campi magnetici fino ad 8 T [3], ad eccezione di un lieve e transitorio aumento della pressione sistolica. Inoltre non sembra esserci nessuna evidenza di effetti su altri aspetti delle funzioni cardiovascolari, sulla temperatura corporea, sulla memoria, sul linguaggio e sui tempi di reazione motorio-uditiva [4,5]. L'unico effetto provato è la formazione di stimoli visivi, detti anche fosfeni, durante il movimento degli occhi o della testa all'interno di un forte campo statico che si può accompagnare anche a nausea, vertigini e sapore metallico in bocca [6]. Si tratta comunque di malesseri transitori con nessuna implicazione di tipo patologico.

Per quanto riguarda la protezione dei lavoratori dalla esposizione a campi magnetici statici, a fornire le linee guida recepite nei quadri regolatori attualmente vigenti a livello europeo è l'ICNIRP. Tali limiti si basano sui risultati di indagini condotte a

livello biologico su cellule o colture cellulari, a livello fisiologico sugli animali e sull'uomo e a livello epidemiologico su soggetti esposti in modo cronico per ragioni professionali.

Ancora oggi i limiti per l'esposizione ai campi magnetici statici fanno riferimento a Linee Guida pubblicate dall'ICNIRP nel 1994 nelle quali veniva raccomandato un limite per esposizione professionale pari a 200 mT mediato nel tempo su una giornata di lavoro, con un valore massimo di 2T, estendibile a 5T per le sole estremità.

Il valore limite di 200 mT/day trova giustificazione nel fatto che l'analisi dei meccanismi di interazione accertati ha messo in evidenza che l'esposizione cronica a tale livello di induzione magnetica non dovrebbe avere conseguenze negative per la salute. Si tratta comunque di una restrizione conservativa che tiene anche conto del fatto che, nel 1994, le conoscenze sui potenziali effetti a lungo termine erano piuttosto carenti.

Tale restrizione, se applicata alle strumentazioni attualmente in uso in reparti ospedalieri, laboratori chimici, aziende produttrici di cloro ed alluminio, ne comprometterebbe quasi completamente l'attività; basti pensare che per mansioni routinarie di personale medico e paramedico operante su tomografi a 1.5 T l'esposizione professionale valutata nell'arco di una giornata lavorativa di 8 ore è dell'ordine dei 200 mT [7] e la tendenza è quella di utilizzare macchine con campi statici nominali non inferiori a 3T, che produrrebbero esposizioni decisamente maggiori.

In questo contesto l'ICNIRP, a seguito di una analisi in chiave critica della letteratura scientifica prodotta nell'ultimo decennio, a fine 2009 ha pubblicato la revisione delle Linee Guida [8]; in questo nuovo documento si raccomanda che l'esposizione professionale della testa e del tronco non superi, come valore di picco spaziale dell'induzione magnetica i 2T. Tuttavia, per specifiche attività lavorative, si possono consentire esposizioni fino a 8T se l'ambiente è controllato e se vengono messe in atto adeguate procedure di lavoro atte a minimizzare gli effetti indotti dal movimento oppure se l'esposizione è limitata agli arti.

Il limite di 2T è stato posto al fine di evitare la comparsa di spiacevoli effetti transienti, di natura non patologica quali nausea e vertigini, ma, per attività specifiche, in ambiente controllato e con procedure adeguate una esposizione fino ad 8 T viene considerata accettabile, anche in funzione del fatto che studi recenti condotti sull'uomo non hanno evidenziato effetti diversi dai transienti sopra descritti per esposizione a campi fino a 8T così come negli animali da laboratorio.

Le nuove Linee Guida sono basate sulla induzione magnetica invece che sulla esposizione mediata nella giornata lavorativa in quanto l'esperienza sui tomografi a risonanza magnetica e la letteratura scientifica al momento disponibile hanno messo in evidenza che gli eventuali effetti della esposizione possono essere esclusivamente acuti.

La nuova Direttiva Europea sulle esposizioni professionali recepirà le Linee Guida ICNIRP del 2009 consentendo di fatto l'utilizzo in campo medico e chimico di apparati con campo statico nominale fino ad 8T.

La modifica dei limiti per esposizione a forte campo magnetico statico solleva questioni complesse e pressanti, che potrebbero anche portare al posticipo dell'uscita del nuovo quadro regolamentare europeo riguardante le esposizioni professionali all'agente fisico campi elettromagnetici.

Da un lato infatti l'aumento dei livelli di campo ammissibili fino ad 8T ammette implicitamente la presenza di disturbi di natura transiente che alcuni soggetti potrebbero accusare ed inoltre ancora non sono disponibili conoscenze specifiche per campi così elevati su potenziali effetti a lungo termine, dall'altro lato, una politica troppo cautelativa rischierebbe di bloccare i futuri sviluppi, soprattutto a livello diagnostico, di una tecnica non invasiva, altamente collaudata come la risonanza magnetica nucleare che ha già dimostrato di portare enormi vantaggi a tutti.

Bibliografia

- [1] Commission of the European Union. Physical Agents (Electromagnetic Fields) Directive 2004/40/EC, 2004
- [2] ICNIRP. Guidelines on Limits to Exposure to static magnetic fields. *Health Phys* 66, 100-6, 1994
- [3] Chakeres DW, Kangarlu A, Boudoulas H, Young DC. Effect of static magnetic field exposure of up to 8 tesla on sequential human vital sign measurements *J Magn Reson Imaging* 18 346-52, 2003
- [4] Chakeres DW, Bornstein R, Kangarlu A. Randomized comparison of cognitive function in humans at 0 and 8 tesla. *J Magn. Reson Imaging* 18 342-5, 2003b
- [5] Chakeres DW, de Vocht R. Static magnetic field effects on human subjects related to magnetic resonance imaging systems *Prog Biophys Mol Biol* 87 255-65, 2005
- [6] Cavin ID, Glover PM, Bowtell RW, Gowland PA. Thresholds for perceiving metallic taste at high magnetic field *J. Magn. Reson. Imaging* 26 1357-61, 2007
- [7] Valbonesi S, Barbiroli M, Frullone M, Graziosi F, Papotti E, Violante FS. Occupational exposure assessment to static magnetic field in MRI environment. *Proceedings of 32nd Annual Meeting of the Bioelectromagnetics Society 2010 (BEMS 2010)*, 154-56, 2010
- [8] ICNIRP Guidelines on Limits of Exposure to Static Magnetic Fields. *Health Physics* 96(4):504-514; 2009.



Formattato: Inglese (Regno Unito)