

This is the peer reviewed version of the following article:

Aggiornamento in tema di sintomatologia soggettiva riferita da operatori di Risonanza Magnetica: principali risultati di un recente studio italiano / Modenese, Alberto; Gobba, Fabriziomaria. - In: AGGIORNAMENTI DI RADIOPROTEZIONE. - ISSN 2281-7956. - 60:1(2022), pp. 37-46.

Terms of use:

The terms and conditions for the reuse of this version of the manuscript are specified in the publishing policy. For all terms of use and more information see the publisher's website.

11/07/2024 19:22

(Article begins on next page)

Aggiornamento in tema di sintomatologia soggettiva riferita da operatori di Risonanza Magnetica: principali risultati di un recente studio italiano

Alberto Modenese¹, Fabriziomaria Gobba¹

¹Scuola di Specializzazione in Medicina del Lavoro, Dipartimento di Scienze Biomediche, Metaboliche e Neuroscienze, Università degli Studi di Modena e Reggio Emilia

1. Introduzione

Le applicazioni sia in ambito diagnostico che a scopo di ricerca delle metodiche di Risonanza Magnetica (RM) stanno rapidamente accrescendosi, ed in numerosi Paesi stanno inoltre prendendo piede anche procedure interventistiche quali la chirurgia a ultrasuoni focalizzati guidata dalla risonanza magnetica (MRgFUS). Le apparecchiature attualmente più in uso operano ad una densità di flusso magnetico che varia tra 1 e 3 Tesla (T), ma modelli più recenti arrivano a potenze ben maggiori, anche superiori a 8 T (1).

Il numero di scanner RM attualmente operativi nel mondo è aumentato sensibilmente negli ultimi anni, ed è attualmente superiore alle 50.000 unità. Conseguentemente anche il numero di operatori esposti è aumentato, e ad oggi essi rappresentano un numero potenzialmente superiore ai 2 milioni, dei quali almeno 20-25.000 in Italia (1).

Gli addetti alla RM sono esposti a significativi livelli di campi elettromagnetici, in particolare a campi magnetici statici (CMS), sempre presenti nei locali della RM, ma anche a campi a frequenza variabile che si generano nel

corso dei movimenti nel campo statico; quelli che debbono presenziare procedure di scanning, es. nel caso di pazienti che necessitano di assistenza, hanno poi una possibile ulteriore esposizione ai campi ad alta frequenza che si generano durante tali procedure (2-5).

In questi lavoratori è stata talvolta osservata la comparsa di vari sintomi soggettivi, alcuni più specifici quali sensazione di sapore metallico, vertigine, nausea ed altri più aspecifici quali cefalea, astenia, difficoltà di concentrazione, perdita di memoria e disturbi del sonno. Almeno per quanto riguarda gli effetti sensoriali, quali ad esempio vertigine e nausea, peraltro esplicitamente citati nell'ambito della normativa italiana per la prevenzione del rischio occupazionale da CEM (capo IV del Titolo VIII del D.Lgs. 81/2008), il meccanismo d'azione con cui l'esposizione a CMS ed a bassa frequenza possano indurre tali effetti è noto. Si tratta infatti della cosiddetta induzione di corrente, che può determinare alterazioni reversibili a carico di tessuti elettricamente stimolabili quali il Sistema Nervoso (SN) (5).

Le sintomatologie riferite dagli operatori sono

soventemente indagate con questionari, e pertanto si tratta di sintomi soggettivi, che possono essere influenzati da vari altri fattori, occupazionali e non. Tuttavia in alcuni studi recenti un gruppo di cinque più specifici sintomi “core” è stato identificato come potenzialmente maggiormente associato all’attività in RM: si tratta di vertigini, nausea, tinnito, sapore metallico e magnetofosfeni (6).

Recentemente è stato condotto uno studio multicentrico in diverse sedi italiane, pubblicato sulla rivista “*Frontiers in Public Health*”, che ha investigato un ampio campione di operatori di RM in riferimento alla presenza di sintomatologia soggettiva, con un focus particolare sui cinque sintomi “core” (7). Nello studio, l’occorrenza di tali sintomi, in assenza di dati oggettivi di esposizione a CEM, viene posta in relazione con diverse caratteristiche dell’attività occupazionale, quali la tipologia di lavoro, il numero di procedure RM seguite, gli anni di lavoro in RM ed altre. I dati raccolti con questionari standard possono essere utili al Medico Competente per le finalità di Sorveglianza Sanitaria degli operatori di RM. Lo studio multicentrico ha avuto come obiettivo primario la valutazione dettagliata della prevalenza di sintomi sensoriali soggettivi negli operatori di risonanza magnetica che hanno lavorato nei locali RM nei precedenti 12 mesi, comparati con un campione di soggetti non esposti impiegati negli stessi

reparti. Lo studio ha mirato a verificare quali fossero i sintomi maggiormente rappresentati in relazione alla mansione specifica, alla durata dell’esposizione lavorativa, al numero di procedure annue ed alla potenza degli scanner impiegati, valutando altresì possibili fattori associati alla comparsa ed alla risoluzione della sintomatologia, tenendo anche in considerazione il potenziale ruolo dello stress occupazionale percepito, del sesso e dell’anamnesi patologica e farmacologica (7).

2 Lo studio multicentrico italiano sugli operatori di Risonanza Magnetica e la sintomatologia soggettiva riferita

Lo studio condotto, ed al quale si rimanda per una descrizione completa (7), è di tipo osservazionale multicentrico a carattere retrospettivo. I partecipanti allo studio sono stati arruolati in diverse strutture sanitarie e di ricerca italiane in cui fosse presente almeno uno scanner di Risonanza Magnetica. Uno specifico questionario, preparato sulla base dei dati della letteratura, e descritto dettagliatamente in seguito, è stato somministrato a tutti i soggetti inclusi nella ricerca.

Il questionario è stato raccolto nel periodo compreso tra giugno 2013 e settembre 2016 nei reparti di Radiologia degli ospedali di Modena, Firenze, Siena, Bari e Roma -

Ospedale pediatrico Bambino Gesù, nonché nel Centro Ricerche CNR di Roma.

Tutto il personale sanitario, tecnico e di ricerca appartenente ai reparti/centri di ricerca muniti di scanner di Risonanza Magnetica è stato coinvolto nello studio su base volontaria.

I soggetti sono stati informati circa l'obiettivo della ricerca, sono stati messi al corrente della partecipazione volontaria e della possibilità di interrompere lo studio in qualsiasi momento. Per la totalità dei partecipanti, insieme al questionario è stato raccolto il consenso informato. Tutti gli operatori contattati hanno accettato di partecipare allo studio, e nessuno ha in seguito ritenuto opportuno ritirarsi.

Sono stati considerati criteri di esclusione dallo studio l'assunzione di terapie farmacologiche continuative in grado di interferire o causare i sintomi studiati (vedasi successiva descrizione dei sintomi indagati dal questionario), nonché la presenza di patologie in grado di spiegare gli stessi sintomi. È stato incluso nello studio personale sanitario e tecnico-sanitario, nonché ricercatori, con un'età compresa tra i 18 e i 65 anni.

Il questionario per la valutazione dei sintomi possibilmente associati ad attività in RM è stato realizzato sulla base di recenti ricerche scientifiche analoghe condotte in diverse nazioni europee, è composto da 36 items e articolato in tre sezioni:

informazioni personali, condizioni lavorative ed esposizione in attività di RM e condizioni di salute generale.

Per quanto concerne la presenza di sintomatologie più o meno specifiche che potrebbero essere ricondotte ad effetti sensoriali legati all'esposizione a campi elettromagnetici, in special modo al campo statico ed a campi a frequenza variabile indotti dal movimento durante le attività lavorative in vicinanza degli scanner di Risonanza Magnetica, i sintomi indagati sono: vertigini, nausea, tinnito, sapore metallico, magnetofosfene, cefalea, sonnolenza, difficoltà di concentrazione, sensazione di movimento/instabilità, perdita di memoria, disturbi del sonno.

Per ognuno dei sintomi è richiesta la frequenza di manifestazione, espressa come: mai/meno di 1 volta al mese, almeno 1 volta al mese, 1-4 volte a settimana, più di 4 volte a settimana. Nel caso in cui emerga la presenza di uno o più sintomi, viene inoltre chiesto se questi si aggravano durante il lavoro nei locali di Risonanza Magnetica. Se la risposta risulta nuovamente affermativa si richiede di specificare l'intervallo temporale entro il quale compaiono e scompaiono tali sintomi in relazione alla permanenza nei locali.

Infine, considerando che la sintomatologia indagata è per lo più aspecifica, presenta elevata prevalenza nella popolazione generale e può inoltre essere soggetta ad

influenze da parte di vari fattori quali sesso, uso di farmaci, presenza di patologie ed elevati livelli di stress percepito, è stato indagato in particolar modo lo stress occupazionale. Questo è stato fatto includendo una serie di items relativi alle principali dimensioni dello stress lavorativo, valutate secondo il modello del Management Standards dell'Health and Safety Executive del Regno Unito, nonché alla percezione soggettiva del proprio stato di salute ed alla soddisfazione lavorativa.

Purtroppo, nessuna misura oggettiva dell'esposizione a campi magnetici ed elettromagnetici in attività di RM è stata resa disponibile per l'analisi dei dati effettuata nello studio, e questa è probabilmente una delle principali limitazioni della ricerca. L'esposizione dei lavoratori è stata quindi stimata sulla base delle risposte soggettive al questionario, valutando anche specifiche caratteristiche dell'attività quali il numero di esami RM seguiti dall'operatore nel corso dell'ultimo anno, il numero di anni di attività in RM e la Potenza dello/degli scanner(s) con cui il lavoratore opera. Va tuttavia segnalato che anche la possibilità di lavorare all'interno di un'area ad accesso controllato per esposizione a CEM ai sensi del D.Lgs. 81/2008 non significa necessariamente avere un'esposizione significativa ai campi. Ciò premesso, l'esposizione è stata comunque stimata anche sulla base della Potenza degli scanner utilizzati (i.e. <1.5 T, 1.5 T, or ≥ 3 T), del numero medio di

ore con coinvolgimento diretto in procedure RM durante un turno di lavoro e del numero di procedure RM seguite per anno.

Per l'effettuazione delle analisi di valutazione di eventuali associazioni tra sintomi riferiti al questionario e tipologia di attività in RM, è stato considerato il numero totale di sintomi riferiti sulla base della loro frequenza, e sono state condotte analisi specifiche sui sintomi che ricorrevano con modalità di frequenza di almeno una volta a settimana. Come anticipato, in accordo alle analisi di Schaap et al. (6) sono state appositamente considerate variabili legate al gruppo dei cinque sintomi definibili come "Core symptoms", risultati più specificamente associati ad attività RM sulla base della letteratura internazionale.

3 Sintesi dei risultati ottenuti

Le analisi effettuate nello studio multicentrico hanno riguardato un totale di 240 lavoratori provenienti da reparti ospedalieri e di ricerca in cui fosse presente uno scanner RM, e sono stati classificati ex-post come "operatori RM" in 177 (i.e. il gruppo degli esposti) e non-esposti in 63 casi.

Tutti i lavoratori sono stati altresì classificati sulla base della loro attività in:

- personale medico;
- ricercatori;

- altro personale sanitario e tecnico.

L'86.4% dei lavoratori totali (esposti + non esposti) ha presentato almeno un sintomo, indipendentemente dalla frequenza di presentazione, non rivelando alcuna relazione statisticamente significativa tra possibile esposizione a RM e comparsa di almeno un sintomo ($p = 0.6661$).

Considerando specificamente i sintomi frequenti (i.e.

almeno una volta a settimana, Tabella 1), va rilevato che il 42.3% del campione ha riferito sintomi con questa frequenza, e seppur si possa notare una generale tendenza a frequenze maggiori nel gruppo degli esposti (ma va considerato anche che la numerosità degli esposti è largamente superiore a quella dei non esposti), anche in questo caso non è stata rilevata alcuna differenza statisticamente significativa.

Sintomo	Esposti	Non esposti	p
	(n=177)	(n=63)	
Vertigini	5.2% (9/172)	3.2% (2)	0.732
Nausea	1.2% (2/170)	1.6% (1)	1.000
Difficoltà di concentrazione	8.7% (15/173)	7.9% (5)	1.000
Perdita di memoria	3.5% (6/172)	7.9% (5)	0.170
Sonnolenza	24.7% (43/174)	19.0% (12)	0.390
Cefalea	20.9% (36/172)	20.6% (13)	1.000
Sapore metallico	1.2% (2/172)	0.0% (0)	1.000
Instabilità	5.9% (10/170)	4.8% (3)	1.000
Magentofosfeni	0.0% (0/111)	2.4% (1/41)	0.270
Tinniti	3.5% (6/173)	3.2% (2/62)	1.000
Disturbi del sonno	14.5% (25/173)	22.2% (14)	0.168

Tabella 1: Frequenza dei sintomi riferiti almeno una volta alla settimana, operatori RM vs lavoratori non esposti a RM.

Nell'intera popolazione, il numero medio di sintomi presentati da ciascun individuo è stato di 3.11 ± 2.52 , che si riduce a 0.88 ± 1.40 per la sintomatologia presentatasi almeno una volta a settimana. Anche in questo caso, non è stata riscontrata alcuna differenza significativa nei valori medi del numero di sintomi riferiti tra esposti e non esposti.

Alcune differenze significative sono state evidenziate

limitando le analisi al gruppo degli esposti, all'interno del quale è stato osservato un aumento statisticamente significativo del numero medio dei sintomi riferiti per persona nei soggetti che operano con scanner RM anche di potenza uguale o superiore a 3T vs. operatori RM che utilizzano esclusivamente scanner di potenza uguale o inferiore a 1.5 T (3.73 ± 2.57 vs. 2.84 ± 2.42 ; $p = 0.0238$), ma va detto che tale significatività statistica non

permane se si considerano esclusivamente i sintomi con frequenza di presentazione pari ad almeno una volta alla settimana (0.84 ± 1.30 vs. 0.89 ± 1.40 ; $p = 0.9034$). Ancora, nel gruppo degli esposti è stata condotta un'analisi per categoria lavorativa, ed anche in questo

caso i risultati non hanno dimostrato una relazione statisticamente significativa tra l'insorgenza di almeno un sintomo a frequenza settimanale e la categoria lavorativa ($p = 0.08$, Tabella 2).

Sintomo	Medici (n=101)	Personale sanitario/tecnico (n=115)	Ricercatori (n=24)	<i>p</i>
Vertigini	6.1% (6/99)	3.5% (4/113)	4.3% (1/23)	0.685
Nausea	2.0% (2/99)	0.0% (0/111)	4.3% (1/23)	0.169
Difficoltà di concentrazione	10.2% (10/98)	6.1% (7)	13.0% (3/23)	0.398
Perdita di memoria	5.1% (5/99)	4.4% (5/113)	4.3% (1/23)	0.974
Sonnolenza	23.5% (23/98)	24.3% (28)	16.7% (4)	0.718
Cefalea	20.2% (20/99)	23.0% (26/113)	20.9% (3/23)	0.551
Sapore metallico	1.0% (1/99)	0.9% (1/114)	0.0% (0/22)	0.896
Instabilità	7.2% (7/97)	5.3% (6/114)	0.0% (0/22)	0.404
Magnetofosfeni	1.5% (1/65)	0.0% (0/83)	0.0% (0/4)	0.510
Tinniti	4.1% (4/98)	3.5% (4)	0.0% (0/22)	0.633
Disturbi del sonno	14.0% (14/100)	21.1% (24/114)	4.5% (1/22)	0.108

Tabella 2: Frequenza dei sintomi riferiti almeno una volta alla settimana dai soggetti esposti, per le tre categorie lavorative.

Anche l'analisi del gruppo dei cinque "core symptoms" non ha evidenziato differenze statisticamente significative tra esposti e non esposti (8.0% vs. 6.3% ; $p = 0.788$), né, all'interno del gruppo degli esposti, tra coloro che riferivano utilizzo di scanner di potenza diversa o tra le differenti categorie lavorative.

Ciononostante, il numero di sintomi riferiti, con frequenza almeno settimanale, nel gruppo degli esposti correla positivamente con il numero di procedure RM

riportate ($p = 0.089$; $p = 0.2405$), ed andando a valutare specificamente quale dei sintomi correlasse maggiormente le relazioni significative sono state riscontrate per il sintomo "sonnolenza" ed anche per il sintomo "sapore metallico", ma in quest'ultimo caso la significatività del dato è estremamente limitata dal fatto che l'analisi ha potuto considerare solo due soggetti che avevano riportato il sintomo con frequenza settimanale (vedasi Tabella 3).

	Numero medio di procedure		p value
	Sintomi presenti	Sintomi assenti	
Vertigini	(n=9)		
<i>Tutti gli scanner</i>	628.9±518.6	607.9±712.5	0.21
<i>Scanner fino 1.5T</i>	601.1±529.9	544.1±709.7	0.38
<i>Scanner anche 3T o più</i>	27.8±53.3	63.8±186.1	0.68
Nausea	(n=2)		
<i>Tutti gli scanner</i>	580.0±28.3	609.3±706.8	0.27
<i>Scanner fino 1.5T</i>	475.0±106.1	547.8±704.5	0.66
<i>Scanner anche 3T o più</i>	105.0±77.8	61.5±182.7	0.02
Difficoltà di concentrazione	(n=1)		
<i>Tutti gli scanner</i>	671.9±1058.3	603.2±664.9	0.28
<i>Scanner fino 1.5T</i>	660.5±1061.9	536.5±661.2	0.89
<i>Scanner anche 3T o più</i>	11.3±27.5	66.7±189.3	0.50
Perdita di memoria	(n=6)		
<i>Tutti gli scanner</i>	528.3±523.4	611.8±709.1	0.46
<i>Scanner fino 1.5T</i>	523.3±521.4	547.8±707.2	0.57
<i>Scanner anche 3T o più</i>	5.0±12.2	64.0±184.7	0.52
Sonnolenza	(n=43)		
<i>Tutti gli scanner</i>	793.2±808.5	549.9±657.8	0.04
<i>Scanner fino 1.5T</i>	752.7±802.8	481.0±654.2	0.02
<i>Scanner anche 3T o più</i>	40.5±115.5	68.9±198.4	0.79
Cefalea	(n=36)		
<i>Tutti gli scanner</i>	652.5±717.4	597.9±701.2	0.22
<i>Scanner fino 1.5T</i>	633.6±721.3	524.9±696.1	0.14
<i>Scanner anche 3T o più</i>	18.9±40.1	73.0±201.4	0.78
Sapore metallico	(n=2)		
<i>Tutti gli scanner</i>	2150.0±1909.2	591.4±671.6	0.04
<i>Scanner fino 1.5T</i>	2150.0±1909.2	528.7±667.6	0.06
<i>Scanner anche 3T o più</i>	0.0±0.0	62.7±182.8	0.41
Instabilità	(n=10)		
<i>Tutti gli scanner</i>	649.0±722.8	606.6±703.7	0.47
<i>Scanner fino 1.5T</i>	623.0±734.1	542.4±700.6	0.88
<i>Scanner anche 3T o più</i>	26.0±56.6	64.2±186.6	0.70
Magnetofosfeni	(n=0)		
<i>Tutti gli scanner</i>	0.0±0.0	609.0±702.8	–
<i>Scanner fino 1.5T</i>	0.0±0.0	547.0±700.6	–
<i>Scanner anche 3T o più</i>	0.0±0.0	62.0±181.9	–
Tinniti	(n=6)		
<i>Tutti gli scanner</i>	718.3±496.0	605.2±709.7	0.17
<i>Scanner fino 1.5T</i>	691.7±510.3	541.9±706.9	0.25
<i>Scanner anche 3T o più</i>	26.7±65.3	63.3±184.6	0.64
Disturbi del sonno	(n=25)		
<i>Tutti gli scanner</i>	726.0±854.0	589.8±676.1	0.37
<i>Scanner fino 1.5T</i>	710.8±859.5	520.1±670.5	0.31
<i>Scanner anche 3T o più</i>	1502±49.0	69.7±194.3	0.09

Tabella 3: Numero medio di procedure in relazione alla presenza/assenza di sintomi suddiviso per tipologia di scanner (popolazione esposta).

Infine, i risultati dello studio hanno dimostrato che andando ad includere in un'analisi multivariata anche la variabile "stress lavorativo percepito", si è osservato come soggetti con elevato stress percepito presentavano una media di 0.6 ± 0.9 Core Symptoms per persona, mentre coloro che riferivano un livello di stress "medio" o "assente" ne riportavano un numero significativamente inferiore (rispettivamente 0.0 ± 0.2 e 0.1 ± 0.5): lo stress occupazionale è risultato quindi associato positivamente con il numero di sintomi "core" riferiti per persona ($p = 0.0002$).

4. Discussione

In questo studio italiano multicentrico su un campione di 177 operatori di RM e 63 soggetti non esposti impiegati nelle stesse strutture, l'80% della popolazione totale ha riferito la comparsa di almeno un sintomo a cadenza mensile. Ciò è in accordo con la natura aspecifica dei sintomi indagati e la conseguente elevata prevalenza nella popolazione generale. Questo fattore rappresenta un potenziale limite dello studio, per ovviare al quale è stata considerata per le analisi specifiche solo la presenza di sintomatologia con frequenza riferita almeno una volta a settimana. I sintomi più frequenti sono risultati essere: sonnolenza, cefalea e disturbi del sonno. Va considerato che alcuni di questi sintomi sono potenzialmente influenzati anche dalle abitudini individuali dei sog-

getti in esame, con particolare riferimento al consumo di bevande alcoliche, caffè, fumo di sigaretta, ma anche in generale alle abitudini alimentari osservati, in particolare apporto dietetico di glucidi e lipidi. Non tutte queste abitudini individuali sono state studiate specificamente in modo dettagliato con il questionario anamnestico utilizzato per la ricerca, ma per ridurre l'impatto di questa possibile limitazione sono stati osservati rigorosi criteri di esclusione per i partecipanti allo studio, principalmente determinati dall'assunzione cronica di farmaci e dalla presenza di patologie che potessero influenzare la presenza dei sintomi studiati.

L'osservazione della prevalenza di sintomi nel campione di soggetti esposti vs. non esposti, non ha dimostrato differenze significative. Analoghi risultati sono stati ottenuti confrontando i gruppi esposti rispetto all'utilizzo o meno anche di scanner RM con potenza uguale o superiore a 3 Tesla, che potrebbe essere indicativo di una maggior esposizione a livelli di campo statico, seppur questa dipenda soprattutto dalla distanza dal magnete e da altri fattori, rendendo le differenze tra i livelli di esposizione rispetto alla tipologia di scanner in alcuni casi trascurabili, come osservato anche dal gruppo di De Vocht nel 2015 (8).

Come anticipato, i risultati dello studio non hanno mostrato nemmeno alcuna differenza rispetto alla manifestazione dei sintomi sulla base della categoria professio-

nale considerata, mentre invece sono emerse relazioni di possibile interesse tra il numero medio di procedure annue eseguite in RM, indipendentemente dalla potenza dello scanner utilizzato, ed il numero di sintomi riferiti.

Nello studio di Schaap et al. del 2014 (6), la maggior frequenza dei sintomi negli esposti vs non-esposti era legata soprattutto ai sintomi “core”, ed in particolare al sapore metallico, significativamente aumentato anche nel campione italiano in coloro che riferivano un numero medio annuo di procedure maggiore ma riferito con frequenza almeno settimanale solo da due soggetti, ed alle vertigini, che però nello studio multicentrico italiano sono risultate aumentate solo in modo non significativo. Come detto, è invece aumentata significativamente negli esposti la frequenza di “sonnolenza”, sintomo però non riconosciuto come “core” negli studi precedenti.

5. Conclusioni

Lo studio multicentrico italiano sugli operatori di RM e presenza di sintomi soggettivi i cui risultati sono stati recentemente pubblicati non ha evidenziato associazioni significative di rilievo tra i sintomi soggettivi riferiti ed il lavoro in RM, ma va considerato che i risultati sono largamente limitati dall'assenza di una valutazione dell'esposizione a CEM basata su dati oggettivi. Questo aspetto rimane di fondamentale importanza per futuri

studi di buona qualità da condursi in futuro, per valutare la replicabilità delle associazioni significative tra esposizione occupazionale in RM e sintomatologia soggettiva, specie riferita ad alcuni sintomi “core”, evidenziata in precedenti studi condotti all'estero.

6. Ringraziamenti

Si ringraziano tutti i co-Autori dell'articolo originale pubblicato sulla rivista *Frontiers in Public Health* (7) che hanno preso parte alle attività di ricerca, senza i quali la realizzazione dello studio non sarebbe potuta avvenire: *Arcangeli Giulio, Bertoldi Chiara, Bravo Giulia, Camisa Vincenzo, Corona Gianluca, Giglioli Senio, Ligabue Guido, Moccaldi Roberto, Mucci Nicola, Muscatello Martina, Venturelli Irene, Vimercati Luigi, Zaffina Salvatore e Zanotti Giulio.*

BIBLIOGRAFIA

1. Modenese A, Gobba F. Occupational Exposure to Electromagnetic Fields and Health Surveillance According to the European Directive 2013/35/EU. *Int J Environ Res Public Health* (2021)18:1730.
2. International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection. Guidelines on limiting exposure to static magnetic fields. *Health Phys* (2009) 96:504-514.
3. International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection. Guidelines for limiting exposure to time-varying electric and magnetic fields (1HZ - 100 kHz). *Health Physics* (2010) 99: 818-836.
4. International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection. Guidelines for limiting exposure to electric fields induced by movement of the human body in a static magnetic field and by time-varying magnetic fields below 1 HZ. *Health Physics* (2014) 106:418-425.
5. Associazione Italiana di Radioprotezione Medica (AIRM), AA.VV. Linee Guida per la sorveglianza sanitaria
6. dei lavoratori esposti a campi elettromagnetici. Ed. stampa Depigraf, Caserta, 2021. ISBN: 978-88-909379-4-1
7. Schaap K, Christopher-de Vries, Y, Mason C. K, de Vocht F, Portengen L, Kromhout H. Occupational exposure of healthcare and research staff to static magnetic stray fields from 1.5-7 Tesla MRI scanners is associated with reporting of transient symptoms. *Occup Environ Med* (2014) 71:423-429.
8. Bravo G, Modenese A, Arcangeli G, Bertoldi C, Camisa V, Corona G, Giglioli S, Ligabue G, Moccaldi R, Mucci N, Muscatello M, Venturelli I, Vimercati L, Zaffina S, Zanotti G, Gobba F. Subjective Symptoms in Magnetic Resonance Imaging Personnel: A Multi-Center Study in Italy. *Front Public Health*. 2021 Oct 7;9:699675. doi: 10.3389/fpubh.2021.699675.
9. de Vocht F, Batistatou E, Mölter A, Kromhout H, Schaap K, van Tongeren M, Crozier S, Gowland P, Keevil S. Transient health symptoms of MRI staff working with 1.5 and 3.0 Tesla scanners in the UK. *Eur Radiol* (2015) 25:2718-26.