

CAPITOLO 7. RISCHIO FISICO E PROCEDURE DI SICUREZZA

Nell'ambito dei rischi fisici descritti nel Capitolo 3, le radiazioni ionizzanti, i raggi ultravioletti e le fonti elettromagnetiche, ma anche l'utilizzo di materiali criogenici e gas tecnici, rappresentano argomenti particolarmente rilevanti per le attività cliniche veterinarie, sia sui pazienti in OVUD che nei laboratori del DMV.

7.3 Radiazioni elettromagnetiche

Nel contesto medico, l'interesse principale si concentra su specifiche bande dello spettro delle radiazioni elettromagnetiche (REM), come microonde, infrarossi, UV (vedi Paragrafo 7.2) e luce visibile, per le loro applicazioni diagnostiche, come la Risonanza Magnetica (RM). A differenza delle radiazioni ionizzanti, le REM non sono in grado di ionizzare direttamente gli atomi, e quindi non provocano la rimozione di elettroni dagli atomi danneggiando direttamente il DNA, o le molecole, ma possono causare effetti biologici significativi attraverso interazioni termiche e non termiche. L'ingresso dei locali dove sussiste il rischio di un campo magnetico statico è contrassegnato dall'apposito pittogramma (Figura 65).



Figura 65. Pittogramma che avverte della presenza di pericolo di esposizione a campo magnetico.

7.3.1 Sorgenti delle radiazioni elettromagnetiche

Le REM utilizzate in RM appartengono alla categoria delle onde non ionizzanti. Queste radiazioni comprendono onde radio a frequenze specifiche che, interagendo con un forte campo magnetico statico e con campi magnetici variabili, permettono di ottenere immagini dettagliate dei tessuti interni del corpo. La tecnologia RM utilizza tre componenti principali:

- Campo magnetico statico: genera un allineamento iniziale dei nuclei di idrogeno presenti nei tessuti.
- Campi magnetici variabili (gradienti): localizzano spazialmente il segnale.
- Onde radio a radiofrequenza (RF): eccitano i nuclei di idrogeno, che emettono segnali elettromagnetici utilizzati per creare l'immagine.

Nell'ambito medico, le sorgenti di radiazioni elettromagnetiche nella RM non rappresentano un rischio diretto per i tessuti in termini di ionizzazione, ma richiedono attenzione per gli effetti indotti, come il riscaldamento dei tessuti legato al livello specifico di assorbimento. Questo parametro è misurato in watt per chilogrammo (W/kg) e rappresenta l'energia elettromagnetica assorbita dal corpo del paziente.

7.3.2 Effetti delle radiazioni elettromagnetiche

L'esposizione alle radiazioni elettromagnetiche utilizzate nella RM è generalmente sicura, ma può comportare rischi legati ai campi magnetici statici, ai gradienti variabili e alle onde a RF. Gli effetti sull'uomo sono classificabili in tre categorie principali:

- Effetti del campo magnetico statico: l'intenso campo magnetico statico (di solito da 1,5 a 7 Tesla) può indurre sensazioni transitorie, come vertigini o nausea, in soggetti sensibili durante il movimento all'interno del campo. L'intensità del campo magnetico dell'apparecchiatura installata nel Sito RM del DMV è pari a 0,31 T: ai sensi della tabella A1 del D.Lgs. 159/2016, non vi sono rischi di effetti sensoriali e sanitari per il personale.
- Attrazione di oggetti ferromagnetici, con rischio di lesioni per effetto proiettile.
- Effetti dei campi magnetici variabili (gradienti): i gradienti variabili generano correnti elettriche indotte nei tessuti che possono causare contrazioni muscolari, formicolii e, in casi estremi, aritmie cardiache. Questi effetti sono generalmente limitati da norme tecniche e protocolli di sicurezza.

Le onde radio possono causare il riscaldamento dei tessuti del paziente. Un eccesso di riscaldamento può comportare:

- Bruciature cutanee.
- Incremento della temperatura corporea, che deve essere attentamente monitorata per evitare danni.

Le tematiche relative alla sicurezza da considerare riguardo il campo magnetico statico sono gli effetti biologici, l'effetto proiettile, la sicurezza e compatibilità dei dispositivi medicali impiantati e la compatibilità delle apparecchiature periferiche.

- Effetti biologici: non esiste una prova definitiva che relazioni l'esposizione breve ed acuta a campi magnetici statici - fino ad una intensità pari a 2,0 T - e l'insorgere in una persona di un effetto biologico irreversibile o rischioso.
- Effetto proiettile: il rischio potenziale dell'effetto proiettile di un oggetto di materiale ferromagnetico, all'interno di un campo magnetico. Per questo motivo, è assolutamente vietato introdurre nella sala RM materiali ferromagnetici.
- Dispositivi medicali impiantati: un campo magnetico elevato può influire sui dispositivi medicali impiantati nel corpo di persone ad esso esposte. È vietato l'ingresso nel sito RM a persone dotate di sistemi impiantati, attivi o passivi.
- Apparecchiature periferiche: Il campo statico può interferire con le apparecchiature periferiche che hanno componenti ferromagnetici. Verificare l'adeguatezza di eventuali strumenti elettromedicali ad operare in campo magnetico (RM SAFE), se il loro utilizzo è strettamente necessario.

L'esposizione al campo magnetico statico può essere minimizzata stando lontano dal magnete ed evitando movimenti rapidi della testa quando si è all'interno del campo magnetico statico. È appurato che non esiste alcuna prova pubblicata a sostegno del verificarsi di effetti cumulativi e/o a lungo termine a seguito dell'esposizione a campi elettromagnetici emessi da sistemi RM.

7.3.3 Principi di protezione elettromagnetica

Il sistema di protezione nella RM si basa su tre principi fondamentali: giustificazione, ottimizzazione e limitazione delle esposizioni.

- Giustificazione: ogni esame RM deve essere giustificato da un beneficio clinico superiore ai rischi potenziali legati all'esposizione ai campi elettromagnetici.

- Ottimizzazione: le esposizioni devono essere mantenute al livello più basso ragionevolmente ottenibile, assicurandosi che i parametri operativi della RM siano configurati in modo da minimizzare il tasso di assorbimento specifico.

Il D.Lgs. 159/2016 e s.m.i. definisce le disposizioni minime di sicurezza e di salute relative all'esposizione dei lavoratori ai rischi derivanti dagli agenti fisici (campi elettromagnetici) e che abroga la Direttiva 2004/40/CE.

Le normative stabiliscono limiti specifici per i parametri di esposizione, come il tasso di assorbimento specifico e i valori di campo magnetico, per proteggere pazienti e operatori.

In Italia, l'utilizzo della RM è regolato da normative che definiscono i limiti di esposizione e le misure di sicurezza, tra cui le linee guida dell'INAIL e gli standard tecnici internazionali (IEC 60601-2-33). Le figure coinvolte nella protezione elettromagnetica includono:

- Autorità competenti: Ministero della Salute, Regioni e ASL, responsabili del controllo e dell'applicazione delle normative.
- Datore di lavoro: responsabile della sicurezza del personale e della manutenzione delle apparecchiature RM.
- Responsabile dell'Impianto di Risonanza Magnetica e della relativa procedura di utilizzo: responsabile dell'Impianto RM individuato tra il personale strutturato dal Direttore del DMV.
- Esperto di sicurezza elettromagnetica: figura incaricata di valutare i rischi associati ai campi elettromagnetici e di garantire il rispetto dei limiti di esposizione.
- Medico competente: responsabile della sorveglianza sanitaria dei lavoratori esposti.
- Lavoratore esposto: operatore sanitario che lavora in prossimità delle apparecchiature RM, soggetto a controlli periodici.

7.3.4 Procedure nell'utilizzo di campi magnetici

Per ciò che concerne il rischio nell'utilizzo dei campi magnetici, in Medicina Veterinaria non è presente una legislazione vigente specifica, ma solo linee guida redatte nel Documento INAIL "L'utilizzo della Risonanza Magnetica in medicina veterinaria: criticità, indicazioni e proposte operative per la gestione della sicurezza" (Allegato 4). Le norme di protezione e sicurezza del locale RM devono essere disponibili nei luoghi di lavoro, all'ingresso della sala RM e sintetizzate in quanto segue:

- Screening pre-esame: tutti i pazienti e gli operatori devono essere sottoposti a screening per identificare la presenza di dispositivi metallici o impianti incompatibili con il campo magnetico, utilizzando un detettore ferromagnetico dedicato, quando necessario.
- Accesso controllato: solo il personale autorizzato può accedere alla sala RM, e devono essere seguite procedure rigorose per evitare l'introduzione di oggetti ferromagnetici.

7.3.4.1 Norme generali nell'utilizzo dei campi magnetici

Tutto il personale deve essere formato per gestire situazioni di emergenza, come il malfunzionamento dell'apparecchiatura o il malessere di un paziente durante la scansione. Gli operatori possono utilizzare cuffie o tappi auricolari per proteggersi dal rumore generato dai gradienti e devono rispettare le distanze di sicurezza dai campi magnetici (rimanere sempre al di fuori delle linee blu in corso dell'esame) (Figura 66).



Figura 66. Sala RM dell'OVUD di Perugia. Notare le linee blu sul pavimento che delimitano la zona dove è obbligatorio non permanere durante l'acquisizione dell'esame di RM.

Per accedere alla SALA RM occorre rimuovere - apparecchi per l'udito - dentiera - corone temporanee mobili - cinta erniaria - fermagli per capelli - mollette - occhiali - gioielli - orologi - carte di credito o altre schede magnetiche - coltelli tascabili - ferma soldi - monete - chiavi - ganci - automatici - bottoni metallici - spille - vestiti con lampo - calze di nylon – indumenti in acrilico - pinzette metalliche - punti metallici - limette - forbici - altri eventuali oggetti metallici.

All'interno della SALA RM non possono essere portati oggetti o dispositivi elettrici se non espressamente autorizzati dal personale presente nel sito RM deputato all'accompagnamento del soggetto durante la sua presenza.

All'esterno della sala RM sono applicati i pittogrammi di divieto specifici per l'ingresso in locale con campo magnetico permanente (Figura 67).



Figura 67. Pittogrammi di divieto applicati all'ingresso della sala RM.

Il tempo di permanenza all'interno delle zone di rischio deve essere limitato allo stretto necessario per compiere le attività per le quali ne è stato consentito l'accesso e comunque nelle massime condizioni di ottimizzazione della sua sicurezza.

7.3.4.2 Norme specifiche per i locali ove sussiste il rischio di fonti elettromagnetiche
Le classi sensibili dei lavoratori individuate sono donne in stato di gravidanza, lavoratori con dispositivi medici impiantati attivi e passivi: a questi soggetti è fatto

divieto di operare nel sito RM. In ogni caso il Medico competente che valuterà l'idoneità alla mansione segnalerà opportune restrizioni o vincoli all'esposizione/accesso ai locali.

In ogni caso si raccomanda ai lavoratori l'esecuzione di movimenti lineari e rotazionali non veloci o bruschi, e si ricorda di rimanere il meno tempo possibile in sala magnete, con particolare riferimento all'area più immediatamente vicina al magnete, delimitata dalle linee blu poste sul pavimento.

Resta inteso il divieto di presenza in sala magnete nel corso dell'esame RM, a meno di eccezioni che vanno preventivamente codificate e autorizzate dal Responsabile dell'Impianto di Risonanza Magnetica e della relativa procedura di utilizzo, delle quali saranno garantite tracciabilità e che devono comunque prevedere lo stazionamento in sala magnete nella posizione più lontana possibile dal centro del magnete e al di fuori delle linee blu.

Gli esami RM vengono eseguiti dal lunedì al venerdì previo appuntamento telefonico con il Responsabile del Servizio su richiesta del Veterinario curante (casi di referenza esterni) o dopo visita del Medico Competente (casi afferenti all'OVUD). Nel primo caso si richiede l'invio dei dati sanitari recenti e un dettagliato rapporto anamnestico. In caso di urgenza il Medico Competente può richiedere un esame RM compatibilmente con la disponibilità di erogazione del servizio. Il paziente viene condotto tramite barella all'interno della sala RM. Il paziente viene posizionato al di sopra del lettino porta-paziente per l'esecuzione dell'esame RM. Gli animali sottoposti ad esame tomografico vengono contenuti farmacologicamente; è pertanto necessario che il richiedente si accerti delle condizioni cliniche del soggetto in esame indicandone la classe di rischio anestesilogico. Gli studenti coinvolti nell'esecuzione della procedura devono attenersi alle disposizioni del medico responsabile rimanendo costantemente al di fuori delle linee blu durante l'esecuzione dell'esame.

Per il paziente equino, questo viene condotto in sala RM su apposito letto porta-paziente in anestesia generale indotta secondo le norme riportate per l'anestesia degli equini (Paragrafo 9.6.3).

Una volta introdotto il paziente in sala RM, la regione di interesse viene inserita, con adeguato posizionamento all'interno dell'apparecchio; quando il paziente è correttamente posizionato ed adeguatamente anestetizzato, tutto il personale coinvolto nell'esecuzione dell'esame (medici, tecnici e studenti) o che ne assistono all'esecuzione (medici, tecnici e studenti) devono procedere verso la sala di controllo e chiudere tutte le porte della stanza RM.

Il responsabile, o chi in sua vece, procederà all'acquisizione delle immagini e all'eventuale somministrazione di contrasto.

Terminato l'esame, il paziente equino viene riportato nel box di risveglio secondo le norme riportate per l'anestesia degli equini (Paragrafo 9.6.3), mentre i piccoli animali vengono condotti presso le degenze piccoli animali o affidati al proprietario.

Il caso potrà essere discusso e le immagini commentate al termine dell'esame.

Per tutte le specie di pazienti valgono le medesime procedure di somministrazione di contrasto:

- Somministrazione di contrasto endovenoso: la dose di contrasto endovenoso viene somministrata attraverso cannula endovenosa posta in accesso venoso dal responsabile o chi in sua vece.

Grandi animali

È necessario eseguire la rimozione dei ferri nei pazienti equini ferrati, e prima dell'esecuzione dell'esame RM procedere ad esame radiografico dei piedi per verificare l'assenza dei residui della ferratura (porzione dei chiodi che costituiscono materiale ferromagnetico). Verificare l'assenza di impianti chirurgici, punti cutanei metallici o qualsiasi altra fonte metallica in grado di inficiare l'esame o costituire un rischio per l'effetto proiettile.

Animali da compagnia e animali non convenzionali

Per gli animali da compagnia di piccola taglia:

- è vietato l'ingresso nei locali della RM ad animali con pacemaker e con dispositivi protesici di tipo metallico
- potrebbe essere necessario rimuovere il microchip identificativo per studi del tratto cervicale se l'artefatto da corpo metallico interferisse con la lettura delle immagini; questo viene eseguito attraverso una piccola incisione cutanea quando il paziente è già in anestesia generale gassosa o endovenosa.

7.3.5 Procedure e gestione dell'emergenza

Le emergenze che possono verificarsi nei locali ove presenti radiazioni elettromagnetiche sono:

- Contatto con materiale infetto o potenzialmente infetto
- Spargimento di materiale biologico su superfici o pavimenti
- Manifestazioni allergiche acute
- Esposizione a sostanze chimiche
- Ferite da taglio o punture accidentali
- Traumi o contusioni da urti, morsi, scivolamenti, inciampi
- Traumi da calci o testate (sale visita GA)
- Esposizione accidentale a campi elettromagnetici per soggetti portatori di pacemaker, protesi, dispositivi ferromagnetici o con circuiti elettronici, clips metalliche post-chirurgiche.

Per le procedure da attuare in caso di rischio chimico, fisico o biologico fare riferimento al Capitolo 8.

MANUALE DI BIOSICUREZZA E ANALISI E PREVENZIONE DEI RISCHI

Versione 01/2025 - Aprile 2025

Università degli Studi di Perugia
Dipartimento di Medicina Veterinaria

Redazione a cura della Commissione Sicurezza sui luoghi di Lavoro e Biosicurezza



Membri della Commissione Coinvolti nella Stesura

F. Beccati (Delegato Dipartimentale)

S. Businelli (Addetto del Servizio di Prevenzione e Protezione dell'Ateneo di Perugia), M.B. Conti,
M. Diaferia, D. Miraglia, M. Sforza, V. Stefanetti, L. Terracina, M. Gatti (studentessa), A. Quartesan
(studentessa)

Revisionato da:

Servizio di Prevenzione e Protezione dell'Ateneo di Perugia, Esperto di Radioprotezione e Esperto
responsabile della sicurezza in Risonanza Magnetica (Dr. A. Chiappiniello) dell'Ateneo di Perugia,
Personale strutturato docente e tecnico-amministrativo del Dipartimento di Medicina Veterinaria,
Contrattisti dell'Ospedale Veterinario Universitario Didattico di Perugia

Approvato da:

Consiglio di Dipartimento di Medicina Veterinaria Allargato