

EX ISPESL CENTRO RICERCHE Monte Porzio Catone

DIPARTIMENTO IGIENE DEL LAVORO

Settore per le verifiche autorizzative ed ispettive nelle R.I. e in R.M.

00040 Monte Porzio Catone (RM)

**L'utilizzo della Risonanza Magnetica per la diagnostica medica
su pazienti in regime di detenzione e per indagini in ambito autoptico:
criticità, indicazioni e proposte operative per la gestione della sicurezza**

Francesco Campanella, Massimo Mattozzi*, Rolando Milani[^]*

**INAIL, Istituto Nazionale per l'Assicurazione contro gli Infortuni sul Lavoro
Area ex ISPESL, Dipartimento Igiene del Lavoro - Laboratorio Radiazioni Ionizzanti
Settore per le Verifiche autorizzative ed ispettive nelle Radiazioni Ionizzanti ed in Risonanza Magnetica*

[^] Fisico Medico, Esperto Qualificato ed Esperto Responsabile in Risonanza Magnetica

L'utilizzo a scopo medico della Risonanza Magnetica è codificato da un quadro normativo specifico che è in vigore da più di quindici anni.

Nello schema che segue sono riassunti tutti i disposti di legge attualmente vigenti, e che certamente, anche alla luce dell'evoluzione tecnologica in continuo avanzamento nell'ultimo decennio, andrebbero rivisti ed aggiornati, onde consentire un riallineamento fra il "piano" delle norme e quello della tecnologia.

Riferimenti normativi nazionali in Risonanza Magnetica
Decreto Ministeriale 29/11/1985 Artt. 1 e 2
Sentenza n.216 della Corte Costituzionale, 11/2/1988
Decreto Ministeriale 2/8/1991 Art. 7, allegati (1-6)
Sentenza Corte Costituzionale 17/3/1992
Decreto Ministeriale 3/8/1993 Artt. 2, 4, 5 + allegati A, B
Decreto del Presidente della Repubblica n.542 8/8/1994 Tutti gli articoli

EX ISPESL CENTRO RICERCHE Monte Porzio Catone

DIPARTIMENTO IGIENE DEL LAVORO

Settore per le verifiche autorizzative ed ispettive nelle R.I. e in R.M.

00040 Monte Porzio Catone (RM)

La gestione della sicurezza relativamente all'uso per finalità mediche della tomografia RM deve conformarsi al rispetto degli standard di sicurezza di cui all'art.2 del DPR 542/94, ovvero agli allegati tecnici 1 e 4 del D.M. 2/8/1991 e gli allegati A e B del DM 8.8.93, ulteriormente ribaditi e ricircostanziati dalle "Indicazioni operative" dell'ISPESL pubblicate nel 2004.

Fermo restando quanto sopra, anche al fine di dare un ulteriore contributo, ovvero un valore aggiunto rispetto a quelle che sono conoscenze e approcci ormai consolidati, appare doveroso approfondire anche scenari particolari, soffermandosi specificatamente sulle condizioni di sicurezza ad essi correlate, come per esempio l'espletamento di esami **diagnostici su soggetti in regime di detenzione**, nel quale si ha la necessità di espletare prestazioni di risonanza magnetica disposte dall'autorità giudiziaria, sia per fini medici, sia anche per fini non medici, come la necessità di verificare la presenza all'interno del corpo di materiale fraudolentemente segregato (quale droga, preziosi, etc.) tramite involucri, in genere inghiottiti, nonché di eventuali dispositivi di spionaggio (cimici, microspie, dispositivi elettronici, etc.).

Inoltre, come già da tempo avvenuto per la Tomografia computerizzata, anche la Risonanza Magnetica viene utilizzata con finalità medico-legali, ove in alcuni casi di dimostra metodica indispensabile. In particolare, si evidenzia che, sui cadaveri per i quali si necessita appurare l'identità, la causa di morte, o anche la dinamica dell'evento delittuoso, la diagnostica per immagini sta lentamente soppiantando le tecniche autoptiche "classiche", permettendo l'esecuzione di indagini necroscopiche accurate e non invasive. In realtà, per tali finalità, la Tomografia Computerizzata (TC) svolge già da tempo un ruolo preminente, potendo garantire una alta risoluzione di immagine, e quindi delle indagini particolarmente dettagliate, mentre la Risonanza Magnetica, in virtù delle proprie peculiarità diagnostiche, viene utilizzata, ove utile, sinergicamente o alternativamente alla TC, così ulteriormente rafforzando il processo investigativo, ovvero rendendo più efficace la procedura autoptica. Per estensione di questi ultimi casi, il presente lavoro si occupa infine anche di definire gli elementi caratteristici correlati all'uso, in archeologia, della Risonanza Magnetica, in particolare per lo studio e la datazione delle mummie o di resti umani rivenuti durante le attività di scavo.

Relativamente all'ambito sopra illustrato, quando l'indagine non viene effettuata con finalità di carattere clinico o comunque riconducibile a progetti di ricerca sviluppati in ambito clinico, ma risponde ad esigenze diverse, quali quelle di verifica giudiziaria o in regime di autopsia, sulla base di quale "tessuto normativo" specifico, oltre il già richiamato D.Lgs. 81/08, è possibile tutelare i "soggetti esposti", visto che i sopra citati riferimenti di legge si riferiscono solo all'ambito clinico, ovvero alla Risonanza Magnetica utilizzata in qualità di Dispositivo Medico? Dalla difficoltà di rispondere ad una siffatta domanda nasce la riflessione che ha ispirato la stesura del presente documento, nel quale viene presentata una proposta che possa supportare l'utenza nel tentativo di operare secondo una strategia improntata comunque a criteri di sicurezza che sono il frutto delle valutazioni tecniche e degli approcci metodologici utilizzati al Settore ispettivo dell'Area ex ISPESL dell'INAIL nel corso di più di quindici anni di attività di controllo svolta in ambito medico.

EX ISPESL CENTRO RICERCHE Monte Porzio Catone

DIPARTIMENTO IGIENE DEL LAVORO

Settore per le verifiche autorizzative ed ispettive nelle R.I. e in R.M.

00040 Monte Porzio Catone (RM)



ESAMI DIAGNOSTICI SU SOGGETTI IN REGIME DI DETENZIONE

Nel 1984 J.I. Kilgour, Direttore del Servizio Sanitario Penitenziario Britannico scriveva: *“Il detenuto deve essere sottoposto soltanto alla pena privativa della libertà e non a pene supplementari quali, per esempio, una minore qualità dell’assistenza medica. In generale, ogni detenuto deve poter godere delle stesse possibilità e opportunità di un cittadino libero”*. Nel nostro paese il diritto alla salute è solo da pochi anni completamente equiparato tra i cittadini liberi e i cittadini (sia italiani che stranieri) detenuti all’interno degli Istituti Penitenziari Italiani.

In Italia la tutela del diritto alla salute dei cittadini reclusi rispetto a quella dei cittadini liberi si è raggiunto a seguito di un iter durato quasi dieci anni, cominciato con l’emanazione del D. Lgs. n. 230/1999 di riforma penitenziaria, e infine ottenuto con il DPCM di attuazione dell’art. 2 (comma 283) della legge finanziaria 2008, sottoscritto il 1 aprile 2008.

Il percorso ha visto profondamente impegnati il Ministero della Giustizia, il Ministero della Salute e le Regioni, con il fine di organizzare la gestione delle competenze e responsabilità sulla tutela della salute dei detenuti, degli internati e dei minori, sia "ospiti" e sia detenuti, presenti negli istituti penitenziari, da parte del Servizio Sanitario Nazionale.

Il decreto stabilisce il diritto all’accesso alle prestazioni di:

- prevenzione,
- diagnosi,
- cura e riabilitazione

nell’ambito del SSN. I detenuti e gli internati posti in regime di carcerazione conservano l’iscrizione al SSN, per tutte le forme di assistenza. La legge stabilisce che anche gli stranieri hanno diritto alle prestazioni del SSN per il periodo in cui sono detenuti o internati, a prescindere dal regolare permesso di soggiorno in Italia.

Ripartizione delle competenze:

- Il Ministero della Salute e le Regioni (Riforma del Titolo V della Costituzione, L. Cost. 3/2001, art.117) esercitano le competenze in materia di Tutela della Salute, nonché di programmazione, indirizzo e coordinamento del SSN.
- Alle Regioni spetta, in particolare, l’esercizio delle funzioni di organizzazione e programmazione dei servizi sanitari regionali negli Istituti Penitenziari, nonché il controllo sul funzionamento dei servizi (art.3 comma 2 D Lgs 230/1999)
- Alle Aziende Sanitarie sono affidati la gestione e il controllo dei Servizi Sanitari negli Istituti Penitenziari, nonché l’erogazione delle prestazioni sanitarie (art.3 comma 3 D Lgs 230/1999).

EX ISPESL CENTRO RICERCHE Monte Porzio Catone

DIPARTIMENTO IGIENE DEL LAVORO

Settore per le verifiche autorizzative ed ispettive nelle R.I. e in R.M.

00040 Monte Porzio Catone (RM)

Su disposizione dell'autorità giudiziaria competente, in accoglimento della richiesta avanzata dai medici che assistono i detenuti, possono essere effettuate prestazioni sanitarie sui soggetti reclusi utilizzando le strutture del SSN.

Pertanto, qualora non sia possibile l'esecuzione della prestazione direttamente presso la struttura penitenziaria, i detenuti vengono accompagnati presso le strutture del SSN per eseguire gli esami richiesti, scortati dalle forze dell'ordine nelle modalità previste per legge. Ci sono poi altri casi in cui vengono prescritti esami diagnostici su soggetti in regime di detenzione, per lo più a seguito dell'arresto, e si tratta in particolare di casi in cui si sospetta la presenza di materiale segregato all'interno del corpo del detenuto, quale droga, preziosi, dispositivi elettronici impiantati a fini di spionaggio, etc. In tali casi il supporto diagnostico è fondamentale per capire la presenza o meno di questi "corpi estranei" all'interno dei malviventi, e, tra le indagini possibili, a seconda dei casi, la Risonanza Magnetica è una delle metodologie d'imaging utilizzate.

I moderni "corrieri della droga", denominati "body packer", negli ultimi anni importano illegalmente stupefacenti attraverso la tecnica dell'ingestione di ovuli, ovvero di "capsule ermetiche", a cui associano l'assunzione di sostanze cosiddette "opacizzanti", ovvero capaci di rendere invisibili i piccoli involucri alle scansioni eseguite con i tradizionali esami diagnostici eco e radio grafici.



(ovuli di droga rinvenuti nell'apparato digerente di un "body packer")

Dal punto di vista della sicurezza, per l'esecuzione di prestazioni diagnostiche di Risonanza Magnetica su soggetti in regime di detenzione si pone un triplice problema da affrontare:

1. la necessità da parte della scorta di non poter mai lasciare il detenuto da solo, e pertanto presenziare anche all'interno della sala magnete durante l'esecuzione delle scansioni RM;
2. la problematica, da parte delle forze dell'ordine, di non poter portare con se armi e proiettili all'interno della sala magnete, in quanto generalmente aventi caratteristiche ferromagnetiche;
3. l'ulteriore problematica legata al fatto che gli agenti non possono lasciare l'arma in quanto, non solo della sua custodia sono essi responsabili, ma in aggiunta essa stessa rappresenta lo strumento necessario al controllo del soggetto in regime di detenzione.

Per quanto sopra espresso, ovvero per la particolare condizione al contorno relativa al "paziente" sul quale deve essere svolto l'esame di Risonanza Magnetica, occorre prevedere una regolamentazione specifica per le operazioni di scorta del detenuto, che, anche per fini protezionistici connessi con la tipologia di esame, deve essere attuata dalle autorità competenti.

EX ISPESL CENTRO RICERCHE Monte Porzio Catone

DIPARTIMENTO IGIENE DEL LAVORO

Settore per le verifiche autorizzative ed ispettive nelle R.I. e in R.M.

00040 Monte Porzio Catone (RM)

L'indicazione che plausibilmente si ritiene di dare come soluzione più facilmente perseguibile, e che fa salvi tutti gli aspetti connessi sia alla sicurezza intesa come "security" (sorveglianza attiva del detenuto) che come "safety" (rischi legati alla risonanza magnetica), è quella di prevedere un servizio di scorta numericamente sufficiente, ovvero che consenta di avere durante l'esecuzione dell'esame RM, agenti sia dentro e sia fuori la sala magnete, permettendo a coloro che accedono all'interno della sala di non portare con se l'arma, e a coloro che ne rimangono all'esterno di custodire le armi e sorvegliare visivamente la situazione interna attraverso la finestra della console e/o con gli ulteriori sistemi di monitoraggio del paziente eventualmente presenti (come la telecamera posteriore al gantry, molto diffusa soprattutto nelle installazioni RM più recenti). Ovviamente agli agenti che entrano in sala magnete deve essere espletata l'anamnesi per la verifica della presenza di eventuali controindicazioni all'esposizione ai campi elettromagnetici dell'apparecchiatura RM, alla stessa stregua di quanto deve essere necessariamente svolto, in quanto paziente e/o soggetto indagato per materiale segregato nel corpo, sul detenuto prima dell'esecuzione dell'esame.



UTILIZZO SINERGICO DELLA RISONANZA MAGNETICA E DELLA TOMOGRAFIA COMPUTERIZZATA IN AMBITO AUTOPTICO

Vengono qui trattati ora alcuni utilizzi particolari delle moderne metodiche di Diagnostica per Immagini che stanno prendendo sempre più piede, ovvero le indagini diagnostiche "post - mortem" nell'ambito di autopsie, effettuate per conto dei reparti di anatomia patologica o di medicina legale. L'utilizzo di strumenti diagnostici complessi come la TC e la RM si stanno ampiamente diffondendo in questo settore in quanto consentono di effettuare indagini veloci, esaustive e senza la necessità di sezionare preliminarmente i cadaveri; in molti casi le indagini TC e RM, in accoppiamento eventualmente anche alle altre metodiche autoptiche classiche, permettono oggi di ricevere facilmente un elevato numero di informazioni per elaborare un accurato ed esauriente referto medico legale, consentendo così sempre più spesso di evitare anche la successiva dissezione del cadavere. Nel caso di cui trattasi, il soggetto che viene sottoposto all'esame diagnostico è un corpo ormai privo di vita, e, in quanto tale, viene definito come salma e non come un essere umano "vivente". Il corpo privo di vita non è più catalogabile come "paziente", ne da un punto di vista naturale, ne da un punto di vista giuridico. Un cadavere non è quindi più un "soggetto di diritto" e, sotto l'aspetto giuridico, nei suoi confronti non si applicano più le leggi ordinarie dello stato che competono a tutti i soggetti "viventi", e che si configurano come tali dal momento della nascita a quello della morte.

Infatti il diritto tutela il cadavere quale "oggetto del sentimento di pietà" non in quanto soggetto di diritti o di altri legittimi interessi, perché la persona fisica cessa di essere un soggetto giuridico con la morte.

Il riscontro diagnostico, l'autopsia giudiziaria, l'iniezione conservativa, il prelievo di parti a scopo scientifico, didattico o terapeutico, l'imbalsamazione e la cremazione sono interventi per la gran parte lesivi del cadavere e resi leciti da esplicite norme.

EX ISPESL CENTRO RICERCHE Monte Porzio Catone

DIPARTIMENTO IGIENE DEL LAVORO

Settore per le verifiche autorizzative ed ispettive nelle R.I. e in R.M.

00040 Monte Porzio Catone (RM)

In particolare il riscontro diagnostico sui cadaveri è regolato dalla legge 13/2/61, n. 83 e dall'art. 37 del Regolamento di Polizia Mortuaria; è un'operazione anatomo-patologica che consente di riscontrare al tavolo anatomico la causa della morte al fine di ricondurla a un decesso naturale o a un delitto. Qualora durante l'accertamento autoptico dovessero emergere rilievi di segni certi o sospetti di un delitto perseguibile d'ufficio la legge prescrive che il medico legale incaricato sospenda la necropsia e ne dia immediata comunicazione all'autorità giudiziaria competente per avviare le procedure di denuncia del reato ed attivare il seguito delle indagini di competenza. Nell'eseguire i riscontri diagnostici autoptici devono essere evitate mutilazioni o dissezioni non necessarie a raggiungere l'accertamento della causa di morte. La Risonanza Magnetica e la TC, sotto tale aspetto, sono esami non distruttivi e consentono di effettuare indagini sulla salma tal quale e la successiva riconsegna alle competenti autorità senza che abbia ricevuto alterazioni di sorta. La legge prescrive che nessuno si può opporre al riscontro diagnostico prescritto dalle autorità giudiziarie per gli accertamenti sul decesso. Tra le "ispezioni esterne", previste nella legge n. 83 del 13/2/1961, spiccano infatti gli esami radiografici. Trattandosi di una legge emanata circa cinquanta anni orsono, ad oggi ancora vigente, non potevano essere previste allora tecniche di diagnostica per immagini alternative alla radiologia tradizionale, ma ovviamente i medici legali incaricati dell'indagine autoptica, nei casi in cui ritengono che tecniche come la TC e la RM possano essere una fonte di informazioni migliore delle tecniche necropsiche ordinarie, chiedono alla magistratura di disporre l'accertamento strumentale richiesto. La Risonanza Magnetica e la Tomografia Computerizzate sono state già ampiamente utilizzate, recentemente anche in Italia, per diagnosi sui cadaveri rinvenuti a distanza di tempo e già in fase avanzata di putrefazione e/o di essiccazione. Entrambe le metodiche hanno permesso la ricostruzione tridimensionale dei corpi o di settori di essi, nonché l'evidenziazione di ferite, lesioni, fratture delle ossa anche microscopiche che possono rappresentare atti di violenza ricevuti dal soggetto o responsabili di averne provocato il decesso; tutte queste sono informazioni difficili da reperire tramite l'indagine su un cadavere in non perfetto stato di conservazione o attraverso le classiche procedure autoptiche, ma che con i moderni approcci di diagnostica per immagini risultano facilmente acquisibili. La scelta della tecnica di indagine (TC o RM) viene fatta in modo accurato a seconda delle necessità del caso. La TC in particolare permette di acquisire immagini di spessori estremamente ridotti che, successivamente manipolati con appositi software di rendering 3D, permettono di riassemblare le varie scansioni ottenendo l'immagine dell'elemento scansionato sia esso riferito al piano osseo che tissutale. Ciò si rivela di utilità estrema in campo forense e giudiziale per svariati motivi:

- ripetibilità dell'indagine
- studio del tramite intracorporeo
- identificazione personale

L'analisi di ogni elemento facente parte di un contesto penale deve tener conto del corretto profilo giudiziario in cui deve essere svolta ogni indagine, poiché alcune mancanze possono compromettere le indagini e in casi estremi il processo stesso.

E' questo il caso delle indagini irripetibili (Art. 360 c.p.p.) : *"...Quando gli accertamenti previsti dall' art. 359 riguardano persone, cose o luoghi il cui stato è oggetto a modificazione, il pubblico ministero avvisa, senza ritardo, la persona sottoposta a indagini, la persona offesa dal reato, e i difensori del giorno, dell'ora e del luogo fissati per il conferimento dell'incarico, e della facoltà di nominare consulenti tecnici..."*. Un' autopsia tradizionale è un accertamento irripetibile poiché

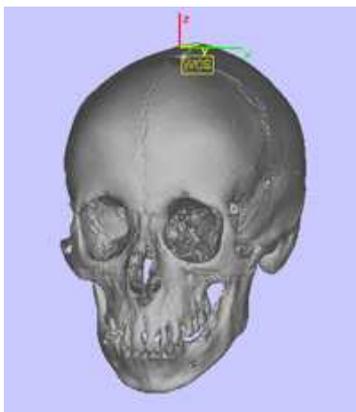
EX ISPESL CENTRO RICERCHE Monte Porzio Catone

DIPARTIMENTO IGIENE DEL LAVORO

Settore per le verifiche autorizzative ed ispettive nelle R.I. e in R.M.

00040 Monte Porzio Catone (RM)

dopo di essa il corpo non più nelle medesime condizioni di partenza, inoltre tale accertamento è improcrastinabile poiché col procedere della decomposizione si rischiano di perdere elementi importanti. Con l'ausilio della Risonanza Magnetica e soprattutto della TC, si ha a disposizione un campione tridimensionale "statico" nel tempo e perfettamente riprodotto. Ciò è di estrema utilità per il medico legale, l'antropologo e l'odontologo forense e per gli altri consulenti tecnici, permettendo così uno studio accurato e attento anche in tappe successive senza dover necessariamente avere a disposizione il cadavere. Non sono rari, infatti, i casi in cui si è ricorsi alla riesumazione del cadavere per ulteriori accertamenti la cui necessità può essere subentrata solo in un secondo tempo. Inoltre lo studio tridimensionale delle lesioni prodotte da proiettili o corpi contundenti permette di verificare il cosiddetto "tramite intracorporeo", ossia la cavità prodotta dall'arma all'interno dei tessuti. Tale informazione permette di investigare sia l'arma del delitto sia la dinamica dell'evento risalendo alle reciproche posizioni tra vittima e aggressore.



Ultima, ma non meno importante, è l'analisi dei resti umani ai fini identificativi.

Corpi in avanzato stato di decomposizione, annegati o carbonizzati non di rado vanno ad allungare la schiera dei cadaveri senza nome. Spesso in questi casi anche il DNA e le impronte digitali sono inutilizzabili, perché troppo deteriorati o perché manca un elemento di confronto. L'identificazione personale pertanto può essere eseguita soltanto accedendo al piano osseo e stilando un cosiddetto "profilo biologico" (sesso, razza, età, altezza...). E' solitamente l'antropologo forense (figura assai diversa dall'antropologo museale) l'esperto in questo settore. Grazie alle metodiche di imaging e rendering 3D si può

ottenere dal cadavere il suo scheletro completo senza compromettere i tessuti. Inoltre dopo essere risaliti a uno o più "sospetti di identità" (potenziali nominativi del deceduto), in assenza di ulteriori elementi identificativi possono essere utilizzate tecniche di "sovrapposizione" con foto fornite da parenti, radiografie passate o immagini di videosorveglianza per valutare se tale conformazione scheletrica sia compatibile con tali soggetti. (D. Austin-Smith, W.R. Maples, "The reliability of skull/photograph superimposition in individual identification," J. Forensic Sci. 39 (2) (1994) 446±455.) (P.T. Jayaprakash et al. "Cranio-facial morphanalysis: a new method for reliability while identifying skulls by photo superimposition" For Sci Int 117 (2001) 121-143)



**LE PROSPETTIVE DELLA DIAGNOSTICA PER IMMAGINI IN
AMBITO AUTOPTICO**

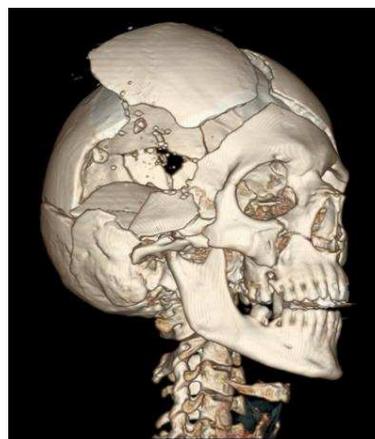
Presso l'Università di Medicina Forense di Berna è in corso di sperimentazione una sofisticatissima apparecchiatura diagnostica da destinare nel prossimo futuro all'esecuzione di indagini autoptiche virtuali, denominata per l'appunto dagli stessi studiosi "Virtopsy". I suoi elevati contenuti tecnologici uniscono una molteplicità di metodologie di indagine a degli avanzatissimi software di ricostruzione dell'immagine, all'uopo studiati.

EX ISPESL CENTRO RICERCHE Monte Porzio Catone

DIPARTIMENTO IGIENE DEL LAVORO

Settore per le verifiche autorizzative ed ispettive nelle R.I. e in R.M.

00040 Monte Porzio Catone (RM)



L'apparecchiatura coniuga in un unico sistema integrato una TC e un robot capace di effettuare molteplici funzioni. Dopo aver apposto degli adesivi in diverse zone del corpo per avere dei punti di riferimento, avviene il processo denominato come "fotogrammetria del corpo", che consentirà la successiva integrazione di tutte le altre immagini ottenute con altre tecniche. Il robot effettua una prima scansione ad alta risoluzione sulla superficie del cadavere registrando ogni piccolo dettaglio, compresi tatuaggi, lividi ed incisioni sulla pelle. Successivamente, viene effettuata la TC, e se l'anatomo-patologo ritiene di dover effettuare dei prelievi di liquidi organici, il robot è in grado di effettuare delle biopsie direttamente guidato dalle immagini, senza alcun intervento umano, operando con uno straordinario livello di precisione. Inoltre si deve considerare l'enorme vantaggio dato dal fatto che nella guida del dispositivo e nell'esame stesso non c'è necessità di contenimento dell'esposizione radiologica trattandosi di un corpo privo di vita. In un terzo tempo, viene effettuata la Risonanza Magnetica e, se il caso lo richiede, ad essa può seguire anche una angiografia post-mortem, che è, sostanzialmente, un'analisi della rete vascolare per evidenziare ad esempio cause di emorragie interne. L'integrazione per sovrapposizione al computer di tutte le immagini ottenute attraverso le diverse tecniche utilizzate (fusion imaging), consente poi di ricostruire un modello virtuale del cadavere, in tutti suoi particolari, capace di rappresentare la sintesi di tutte le informazioni raccolte. L'autopsia virtuale si pone l'obiettivo di evitare, quando possibile, la dissezione dei cadaveri, ovvero limitare l'invasività delle indagini autoptiche, sfruttando il fatto che le ricostruzioni virtuali ottenute con l'approccio della diagnostica per immagini sono ricche di dettagli, ed inoltre di semplice gestione. In aggiunta, così operando si riduce nettamente il rischio di contaminazione dei liquidi biologici durante le biopsie, ed anche quello di infezione del personale sanitario. Tali applicazioni sono diventate oramai molto frequenti negli accertamenti medico legali nei paesi occidentali evoluti, ed utilizzate sempre più frequentemente anche in Italia. Pur essendo gli esami effettuati su corpi privi di vita, i rischi di esposizione per i lavoratori sono analoghi a quelli delle altre applicazioni mediche, e in taluni casi anche più significativi, vista la non collaboratività del "soggetto indagato". Per il particolare utilizzo andrebbero senz'altro stabilite procedure specifiche di sicurezza che prevedano il trasbordo del cadavere dal contenitore entro cui è riposto a seguito del rinvenimento o della riesumazione, generalmente in metallo, ad un contenitore di plastica radiotrasparente fino al lettino del tomografo per consentirne l'introduzione asettica della salma al suo interno.

EX ISPESL CENTRO RICERCHE Monte Porzio Catone

DIPARTIMENTO IGIENE DEL LAVORO

Settore per le verifiche autorizzative ed ispettive nelle R.I. e in R.M.

00040 Monte Porzio Catone (RM)



Infatti, particolare attenzione deve essere perseguita nei confronti delle misure igieniche da intraprendere prima, durante e dopo l'esecuzione dell'esame sul cadavere, in funzione anche dello stato di degenerazione dello stesso. Ciò vale per le superfici su cui il corpo viene a contatto (lettino, eventuali bobine utilizzate, etc.) e l'aria, in merito alla quale l'opportunità di operare – in Risonanza Magnetica - con la ventilazione di emergenza attivata durante tutte le operazioni svolte in sala magnete potrebbe rappresentare un'ottimizzazione igienica da non sottovalutare. In tutti i casi, compatibilmente con la tecnica utilizzata, è possibile esaminare i cadaveri direttamente avvolti nell'involucro plastico utilizzato per il loro contenimento ove a livello superficiale il livello di degenerazione è ormai tale da non consentire più la raccolta di informazioni (ciò vale soprattutto per i corpi rinvenuti a distanza di tempo e già in avanzato stato di putrefazione).



**UN CASO PARTICOLARE: LA RISONANZA MAGNETICA
NELLO STUDIO E NELLA DATAZIONE DELLE MUMMIE**

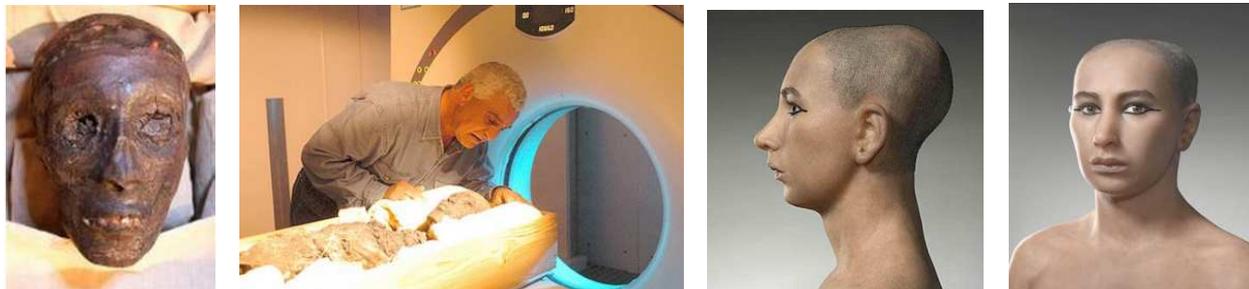
Da oramai diversi anni la Risonanza Magnetica, similmente alla TC, ha trovato ampie applicazioni nell'esame e nello studio delle mummie, in ciò ricercando una ricostruzione tridimensionale quanto più fedele dell'aspetto reale degli uomini appartenuti ad antiche civiltà. Mummie di celebri faraoni giunte fino noi grazie all'imbalsamazione, sono tuttora oggetto di studio da parte degli scienziati, che oggi utilizzano le più moderne tecniche diagnostica per immagini onde consentire indagini e ricostruzioni impensabili almeno fino a qualche anno fa. Applicazioni recenti sono state poi utilizzate su alcune mummie rinvenute all'interno di ghiacciai, ed hanno permesso di ricostruire, a distanza anche di oltre 5000 anni, le cause della morte del soggetto, le eventuali patologie di cui era affetto l'uomo quand'era in vita, la presenza di primitivi tatuaggi effettuati con incisioni sulla pelle, fino anche la sua andatura e all'aspetto fisico e morfologico sia del viso e sia del corpo intero. Nelle figure che seguono è riportata la ricostruzione, effettuata attraverso le tecniche TC ed RM, dell'aspetto originario del viso del faraone Tutankhamon. (Studio reso noto nel 2005 da Zahi Hawass, segretario generale del Supremo Consiglio Egiziano delle Antichità, insieme al National Geographic).

EX ISPESL CENTRO RICERCHE Monte Porzio Catone

DIPARTIMENTO IGIENE DEL LAVORO

Settore per le verifiche autorizzative ed ispettive nelle R.I. e in R.M.

00040 Monte Porzio Catone (RM)

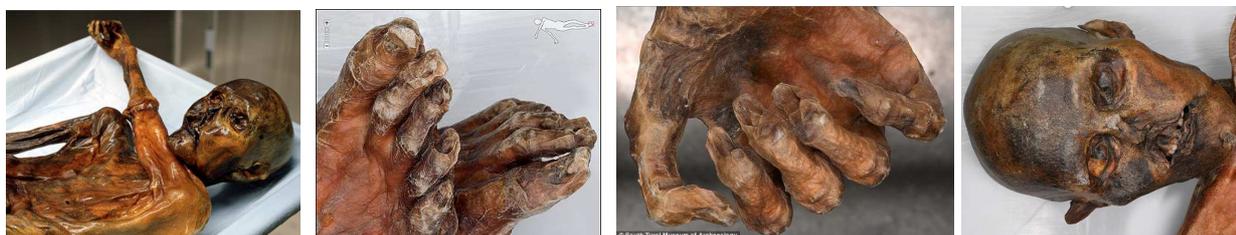


Sebbene l'imbalsamazione dei corpi sia stata una pratica in Italia utilizzata solo sporadicamente, applicazioni analoghe a quelle sopra esposte sono state effettuate anche nel nostro Paese, soprattutto nel caso di dei resti di scalatori e/o di soldati alpini rivenuti, in stato di ibernazione, ed anche a distanza di molti anni, nei ghiacciai delle nostre montagne.

Molto scalpore fece, al riguardo, il rinvenimento di Ötzi, la mummia dell'Alto Adige risalente a 5300 anni fa, ritrovata tra i ghiacciai alpini nel 1991, il cui stato di conservazione, favorito dalla bassa temperatura dei ghiacciai alpini, ha consentito di poter ancora apprezzare un corpo pressoché intatto, su cui è stato possibile effettuare numerosi esami diagnostici, tra cui la Risonanza Magnetica e la TC. (zur Nedden D, Knapp R, Wicke K, Judmaier W, Murphy WA Jr, Seidler H, Platzer W. "Skull of a 5,300-year-old mummy: reproduction and investigation with CT-guided stereolithography." Radiology. 1994 Oct;193(1):269-72).

L'ausilio di queste tecniche ha consentito di "datare" l'epoca in cui era vissuto il soggetto (età del rame), nonché di appurare che il medesimo era stato ucciso tramite il lancio di una freccia penetrata nella zona sotto scapolare fino a raggiungere il polmone.

In aggiunta, su Ötzi sono stati evidenziati anche dei rudimentali tatuaggi ottenuti con delle incisioni probabilmente effettuate con del carbone vegetale; la sua mummia è attualmente conservata presso l'Istituto per le mummie e per l'Iceman dell'Eurac di Bolzano, ove viene quotidianamente ammirata da molti turisti e curiosi.



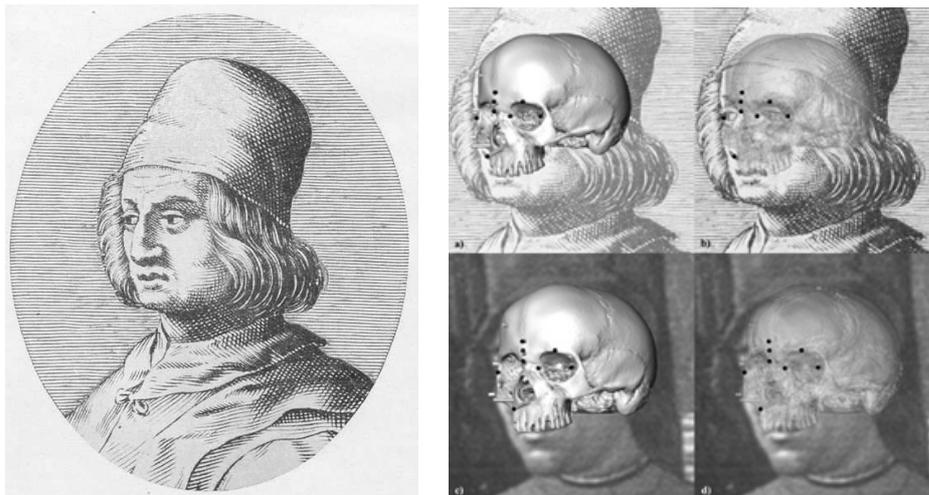
Un altro importante studio archeo - autoptico che vale la pena riportare ha riguardato alcuni resti umani che si pensava potessero appartenere all'umanista italiano Angelo Poliziano. (Benazzi S, Stansfield E, Milani C, Gruppioni G. "Geometric morphometric methods for three-dimensional virtual reconstruction of a fragmented cranium: the case of Angelo Poliziano". Int J Legal Med. 2009 Jul;123(4): 333-44). Dalle immagini ottenute per mezzo della TC, è stato possibile ricomporre virtualmente i resti umani rinvenuti, sostanzialmente operando come per l'architettura di un puzzle.

EX ISPESL CENTRO RICERCHE Monte Porzio Catone

DIPARTIMENTO IGIENE DEL LAVORO
Settore per le verifiche autorizzative ed ispettive nelle R.I. e in R.M.

00040 Monte Porzio Catone (RM)

Si sono così potute “ricostruire” le ossa del cranio, sebbene assai frammentate, integrando le numerose lacune ossee e formando un teschio pressoché integro: ciò ha consentito di poter effettuare una sovrapposizione di immagini con l’iconografia esistente al fine di giungere alla conferma dell’identificazione.



INDICAZIONI OPERATIVE PER LA PROPOSTA DI UN SISTEMA DI GESTIONE DELLA SICUREZZA CHE GARANTISCA IL RISPETTO DEI REQUISITI MINIMI NEL CASO DI APPARECCHIATURE RM UTILIZZATE PER ESAMI SU SOGGETTI IN REGIME DI DETENZIONE O IN AMBITO AUTOPTICO

Ferma restando la necessità di rispettare pedissequamente tutti i criteri e i requisiti di cui al D.Lgs. 81/08, ai fini delle problematiche di sicurezza intrinsecamente collegate alle caratteristiche dell’apparecchiatura, e quindi per la minimizzazione del rischio da campo magnetico statico e degli altri rischi eventualmente associati sulla base della tipologia del magnete, preme evidenziare che i campi di applicazione della Risonanza Magnetica di cui al presente lavoro trovano effettiva esplicitazione professionale – almeno fino ad oggi - nelle Strutture di diagnostica per immagini operanti a scopo medico, anche nel caso di diagnostica di tipo necroscopico.

In virtù di ciò, pur tenendo in considerazione, ove pertinenti, i criteri e le indicazioni in precedenza rappresentate, i requisiti di sicurezza minimi da garantire sono quelli introdotti dagli standard di cui all’art.2 del DPR 542/94, ovvero dagli allegati 1 e 4 del D.M. 2/8/1991 e A e B del DM 8.8.93, e ciò dovrebbe auspicabilmente avvenire anche per i presidi militari, ove, più di altri, vengono plausibilmente effettuati esami diagnostici con finalità “legali” disposti dall’autorità giudiziaria.

Per quanto attiene la gestione della sicurezza nel caso di esami per lo studio delle mummie, si rimanda al lavoro che verrà specificatamente pubblicato in relazione all’utilizzo della risonanza magnetica per tutti gli scopi di ricerca non clinica, e nel quale verranno ricomprese una serie di indicazioni operative che potranno essere del tutto “esportabili” anche allo scopo di cui trattasi.

EX ISPESL CENTRO RICERCHE Monte Porzio Catone

DIPARTIMENTO IGIENE DEL LAVORO**Settore per le verifiche autorizzative ed ispettive nelle R.I. e in R.M.**

00040 Monte Porzio Catone (RM)

Precisazioni

Le immagini riportate nel presente lavoro perseguono il solo scopo di esplicitare con la massima chiarezza - anche visiva - il fine scientifico e divulgativo dei concetti espressi nel testo, perseguendo il solo obiettivo di trasmettere aspetti tecnici, procedure operative e finalità che possano meglio infondere conoscenza scientifica e cultura della sicurezza nei settori trattati. Non sono perseguiti fini pubblicitari, né diffamatori, né commerciali di alcuna forma e genere.

Ringraziamenti

Si ringraziano il *Dr. Adriano Fileni*, presidente della Sezione di “Etica e Radiologia Forense” della Società Italiana di Radiologia Medica, e la *Dr.ssa Chantal Milani*, specialista in Odontologia e Antropologia Forense, per la preziosa collaborazione prestata

A tutti coloro che hanno inoltre contribuito con la propria disponibilità a poter raccogliere informazioni ed immagini per l'elaborazione della presente trattazione va un grazie sentito da parte degli autori.
