

PARTICULARITĂȚI ALE MEDIULUI IRM. RISCURI ASOCIATE:

Arhitectura scannerului IRM

Scannerul IRM poate avea două variante constructive pentru incinta de examinare a pacientului: *scanner* „inchis”, in forma de tunel („*gantry*”) cum este si aparatul CEFORATEN sau *scanner* „deschis”.

a) *Gantry*-ul este o incintă cilindrică, îngustă, mai lungă decat in CT, care cuprinde aproape in intregime corpul pacientului. Pacientul este așezat in decubit dorsal, cu mainile pe langă corp, imobil și respiră liniștit sau controlat, pe durata examinării. Tunelul este ventilat și supravegheat video. Temperatura in tunel și in camera de examinare este controlată, in general scăzută, sub nivelul de confort chiar și pentru un om sănătos.

Riscuri asociate arhitecturii scannerului:

- risc de **claustrofobie**, cu cat scannerul este mai îngust;

- **acces dificil** pentru personalul ATI (supraveghere dificilă, adeseori de ladistanță, cu vizualizare limitată a pacientului, acces imposibil in cursul examinarii, monitorizare cu restricții dictate de îngustimea și lungimea tunelului);

- **risc de accident** generat de prezența in *gantry*, in contact cu pacientul, a conductorilor electrici ai antenelor de examinare și ai aparatului de monitorizare;

- **risc de hipotermie** pentru pacientul imobilizat pentru un timp relativ lung (examinarea uzuala durează de obicei intre 30 și 60 de minute).

O variantă constructivă este cea a *gantry*-ului deschis parțial doar pe o latură, pentru accesul chirurgului. Pentru pacient și anesteziștii prezintă aceleași inconveniente ca și *gantry*-ul clasic.

b) Scannerele deschise, încă puțin răspandite in prezent, asigură accesul larg la pacient și sunt utile in examinarea claustrofobilor, a copiilor in general precum și in radiologia intervențională, chirurgia ghidată IRM.

Câmpul magnetic static

Magnetul *scanner*-ului IRM generează un camp magnetic static, puternic și permanent. Aplicațiile medicale cele mai obișnuite se desfășoară in scannere cu campuri de la 0,5T până la 4T (1T = 10.000 gauss), iar aplicațiile din spectroscopie in campuri de până la 9T. Prin comparație, intensitatea magnetismului terestru nu depășește 0,5 gauss.

Prezența permanentă a campului magnetic static și intensitatea sa impun restricții de acces in serviciul de IRM pentru pacienți, precum și pentru personalul medical, diferențiat pe zone, in funcție de apropierea de camera magnetului, respectiv in funcție de descreșterea proporțională a intensității campului cu distanța.

Riscurile asociate prezenței campului magnetic static constau in:

- **atracția magnetică a corpurilor ferometallice implantate** in corp incidental sau in scop medical sau a obiecte admise in incinta de examinare odată cu pacientul sau cu personalul medical. Corpii străini (de ex. intraoculari sau subcutanați), clipurile vasculare feromagnetice se vor deplasa de la locul lor, putand rupe vasele sau deveni veritabile proiectile.

Obiectele feromagnetice confecționate din fier, nichel, cobalt pot fi rotate sau translate in camp, deplasate de la locul lor („efect de proiectil”).

Acest inconvenient se referă și la funcționarea aparatului, care poate conține astfel de piese metalice (supape, regulatoare de debit) care pot funcționa defectuos sau deloc.

- **efectul negativ asupra funcționării unor dispozitive medicale implantate in corp** (pacemaker, stimulator neural, implant cohlear, pompe implantate, defibrilatoare automate interne) sau folosite la monitorizarea pacientului (baterii, ceasuri, dispozitive metalice de dozare sau direcționare a gazelor și anestezicelor, memorii magnetice).

Toate situațiile enumerate mai sus constituie contraindicații absolute pentru admiterea pacientului și a instrumentarului/echipamentelor neconforme IRM in camera de examinare. Personalul se va supune aceluiași restricții ca și pacientul. Dispozitivele medicale metalice, folosite in camera magnetului, trebuie să fie confecționate din materiale non-feromagnetice (oțel inoxidabil, titan, tantal). Orice obiect metalic, instrument sau echipament medical destinat a fi admis in camera de examinare trebuie construit special și etichetat relativ

la siguranța folosirii lui in camp („compatibil IRM”). Se mai admite folosirea instrumentelor care nu sunt construite special, dar au fost testate și etichetate corespunzător. Toate celelalte instrumente care nu sunt construite special sau nu trec testul de conformitate nu vor fi admise in camera de examinare. Recomandarea generală este de a obține informații exacte de la pacient cu privire la situația sa particulară și de a consulta listele de compatibilitate IRM pentru fiecare dispozitiv implantabil (vezi www.MRIsafety.com).

Multe din dispozitivele implantate sunt contraindicații pentru examinarea IRM pentru că nu există studii care să ateste securitatea pacientului. Unele din contraindicații sunt in curs de reevaluare (M).

Descreșterea la distanță a intensității campului determină constituirea in interiorul serviciului IRM a unor zone de securitate. Agenția americană *Food and Drug Administration* impune accesul controlat dincolo de curba de 5

gauss. In practică aceste zone sunt desemnate prin măsurarea intensității și studiul distribuției campului sau de la început, prin proiectarea clădirii in funcție de geometria campului magnetic generat de *scanner*-ul care urmează

să fie instalat. Această ultimă situație, presupune ca anesteziștii să participe la proiectarea spațiilor serviciului de IRM, oferind soluția optimă pentru configurarea zonelor din punctul lor de vedere.

Undele de radiofrecvență (RF)

Sunt emise și recepționate de către o antenă plasată in peretele tunelului. In prezent cele mai multe aplicații clinice utilizează antene aplicate in contact cu corpul pacientului, conectate la scanner prin fire conductoare. Pulsurile de unde RF transmit energie corpului intreg sau regiunii examinate, iar absorbția acestei energii poate determina încălzirea țesuturilor sau chiar dezechilibru termic, in cazul pacienților cu probleme de termoreglare (prematuri, copii, bolnavi critici) . Transferul de energie este definit ca rată de absorbție specifică și se măsoară in wați per kilogram (W/kg corp). Cantitățile maxime de energie care pot fi transmise corpului uman sunt limitate de normele de protecție ale pacientului. Tehnicianul imagist este responsabil de configurarea protocolului de examinare, care trebuie să realizeze un raport optim intre calitatea imaginii și cantitatea energiei transmise („cea mai bună imagine obținută cu cea mai scăzută energie transmisă”). Rezultă importanța cântăririi exacte a pacientului inainte de examinare, urmand ca softul aparatului și tehnicianul IRM să configureze programul de examinare in limitele de siguranță. Orice abatere de

la regulă poate fi acceptată numai în niște limite, apropierea de aceste limite fiind comunicată anestezistului, pentru măsuri corespunzătoare.

Riscuri asociate acțiunii undelor de RF:

- transferul de energie, cu risc de supraîncălzire a țesuturilor/corpului, risc de dezechilibru termic;
- risc de arsură cutanată acolo unde firele conductoare ale antenelor sau echipamentului de monitorizare ating pielea, mai ales dacă realizează bucle, care acționează ele însele, suplimentar, ca niște antene;
- prin extensie, riscul de arsură cutanată poate fi prezent în cazul oricărui obiect metalic aflat în contact cu pielea, ascuns în haine sau aflat în materialele de protecție termică ale pacientului (de exemplu, agrafa care fixează un tub de dren).
- risc de arsură internă generat de dispozitivele implantate sau introduse în cord, vase, trahee, etc. și care nu sunt conforme IRM.
- risc de funcționare deficitară a aparaturii de monitorizare sau tratament, care se utilizează în cursul examinării (debite generate sau măsurate incorect, semnale culese incorect, etc.)
- risc interferență a undelor RF emise de aparatura de monitorizare și tratament cu procesul de emisie și recepție a undelor de RF specific formării imaginii. Ecranarea aparatelor și conductorilor cu cupru poate elimina acest tip de interferență.

Câmpurile magnetice variabile

Gradienții de câmp magnetic pot induce curenți electrice în țesuturile corpului, rezultând stimularea nervoasă și musculară periferică, durere sau, în condiții extreme, chiar stimularea cardiacă. Deși nu poate fi ignorat, acest risc este mai mult teoretic pentru că aplicațiile clinice IRM sunt proiectate să se desfășoare în limitele de siguranță, iar măsurarea exactă a greutateii pacientului asigură eliminarea riscurilor.

Zgomotul

Este produs de prezența gradientilor de câmp și interacțiunea acestora cu câmpul magnetic static. Riscurile generate de zgomot privesc atât pacientul cât și pe cei ce sunt nevoiți să asiste de aproape pacientul examinat. Toți cei ce staționează în camera de examinare în cursul secvențelor imagistice vor purta antifoane. În aceste condiții comunicarea este imposibilă chiar și în cazul examinării pacienților conștienți. Singura posibilitate este comunicarea prin căștile purtate de pacient peste antifoane, microfonul fiind plasat în consola de examinare.

Nivelul de zgomot este particular fiecărei secvențe imagistice, situându-se în general până la 93 dB, cu valori extreme de 110 dB doar în unele aplicații.

Nivelul maxim de expunere acceptat, evaluat în condițiile utilizării antifoanelor este de 99dB. Protecția împotriva zgomotului este cu atât mai importantă cu cât nu se poate preciza cu siguranță cine este susceptibil la efectul zgomotului, cei aflați în această situație putând ajunge la pierderea definitivă a auzului.

Riscurile asociate “quenching-ului”

Scannerele moderne generează câmpul magnetic cu ajutorul unei bobine electrice confecționată din metale speciale, care devin superconductoare atunci când sunt plasate într-un mediu cu

temperatură apropiată de zero absolut (-273,15 o C). Temperatura redusă este obținută prin plasarea bobinei într-un cryogen, de obicei heliu lichid, ansamblul bobină-criogen fiind conținut într-un “termos” de oțel. Evaporarea rapidă a criogenului, care poate interveni în anumite situații, se numește “quenching”. Volumul imens de gaz rezultat prin evaporare trebuie preluat de un sistem de evacuare și dirijat către exteriorul clădirii. Nu este exclus ca tubulatura sistemului de evacuare să cedeze, iar gazele să fie evacuate în camera de examinare, realizând hiperpresiune, înlocuirea aerului din încăpere sau răcirea extremă a metalelor, la care se adaugă efectele fizico-biologice directe asupra pacientului sau personalului.

Riscuri asociate eliminării criogenului în camera de examinare:

- criogenul lichid sau vaporii săi reci pot determina leziuni similare arsurilor termice sau degerăturilor;
- gazele reci respirate pot leza plămânilor, iar în condițiile în care în camera magnetului nu există aer sau oxigen suficient pot provoca asfixia și chiar moartea pacientului
- pielea neprotejată aderă la metalele răcite prin eliberarea helium-ului, rezultând plăgi prin detașarea țesuturilor aderente la metal.
- risc de leziuni prin hiperpresiune, dacă ușa camerei de examinare nu se deschide.

Fiecare serviciu IRM trebuie să aibă implementată o procedură de evacuare a celor din camera magnetului.