

Brandwonden tijdens een MRI-scan

Jeroen Vister, Leon van Erning, Stefan C. Steens en Frederick J.A. Meijer

DAMES EN HEREN,

Tegenwoordig is MRI een belangrijke beeldvormende modaliteit voor verschillende orgaangebieden. Het ontbreken van ioniserende straling is een groot voordeel ten opzichte van CT. Een MRI-scan is voor veel klinische vraagstellingen het onderzoek van eerste keuze. De evaluatie van een neurologisch beeld, het maken van een MR-angiografie of het stadiëren van mamma- of prostaatcarcinomen zijn slechts enkele voorbeelden. Toch is het verrichten van een MRI-scan niet zonder risico's, zoals we illustreren in deze klinische les.

Een MRI-scanner maakt gebruik van een zeer sterk magneetveld, waardoor metalen implantaten, intra-oculaire corpora aliena, aneurysmaclips of pacemakers verplaatst kunnen worden. Tevens worden er tijdens het scannen verschillen in veldsterkte van het magnetisch veld aangebracht, gradiënten genoemd, om een 2- of 3-dimensionaal MRI-beeld op te kunnen bouwen. Als snel geschakeld wordt tussen deze gradiënten, kunnen materialen worden opgewarmd. Daarnaast wordt tijdens het vervaardigen van een MRI-scan gebruik gemaakt van radiofrequente pulsen, waarbij inductiestroompjes in de patiënt kunnen ontstaan. Bij het maken van een MRI-scan wordt rekening gehouden met het gebruikte vermogen van radiofrequente energie en het gewicht van de patiënt. Er wordt een zogenaamde 'specific absorption rate' (SAR) berekend in watt per kilogram (W/kg). Deze SAR-waarde is een maat voor de hoeveelheid energie die door het lichaam wordt opgenomen en leidt tot een bepaalde temperatuursverhoging. Voor de SAR-waarden zijn grenzen gedefinieerd om een te sterke temperatuursverhoging in het lichaam van de patiënt te voorkomen. In de huidige MRI-scanners wordt door fabrikanten uitgegaan van de veiligheidslimieten die onder andere door de Amerikaanse 'Food and Drug Administration' (FDA) zijn opgesteld. De SAR-grenswaarden zijn gebaseerd op het principe dat de temperatuursverhoging lokaal – in een lichaamsgebied van 10 g – niet meer dan 1°C mag bedragen. Deze SAR-grenswaarden zijn voor een lichaamsdeel 2-10 W/kg, en voor het gehele lichaam 4 W/kg. Hoewel daarmee de maximale globale SAR-waarde is vastgelegd, blijft de werkelijke lokale SAR-waarde variabel en onvoorspelbaar en treden er, ondanks ruime veiligheidsmarges, toch zeer incidenteel te grote temperatuursverhogingen op.

Dit fenomeen van lokale grote temperatuursverhoging ontstaat doordat er soms specifieke elektrische 'circuits' of lussen in de patiënt aanwezig kunnen zijn, die kunnen leiden tot krachtige lokale inductiestromen, waarbij zeer

Radboudumc, afd. Radiologie, Nijmegen.

Drs. J. Vister, aios radiologie; dr.ir. L. van Erning, klinisch fysicus;

dr. S.C. Steens en drs. F.J.A. Meijer, radiologen.

Contactpersoon: drs. J. Vister (jeroen.vister@radboudumc.nl).

LEERPUNTEN

- Radiofrequente pulsen tijdens een MRI-scan kunnen tot lokale temperatuurstijging leiden, waarbij in zeldzame gevallen brandwonden kunnen optreden.
- Men vermijdt deze hoge temperaturen in principe door binnen de specifieke grenswaarde voor de 'specific absorption rate' (SAR) te blijven.
- Als de globale SAR-waarde binnen de grenswaarde ligt, kan toch op een specifieke lichaamsplek een hogere SAR-waarde ontstaan door huid-huidcontact; dit kan leiden tot een lokale brandwond.
- Bij een MRI-scan is het belangrijk de patiënt te instrueren om huid-huidcontact te voorkomen en geen elektroden of lijnen tegen de patiënt aan te leggen.

plaatselijk opwarming kan optreden.¹⁻⁴ De stroomdichtheid kan zeer groot worden wanneer er op een bepaalde plaats slechts een klein contactoppervlak is, bijvoorbeeld bij een niet goed vastzittende ecg-elektrode of bij minimaal contact tussen twee lichaamsdelen die onderdeel zijn van de elektrische lus. De temperatuur kan dan lokaal hoog oplopen en leiden tot brandwonden. Deze specifieke 'circuits' ontstaan slechts in zeldzame gevallen en de risico's, zoals het oplopen van een brandwond bij het vervaardigen van een MRI-scan, zijn nog steeds zeer gering.

Patiënt A, een 74 jarige man, onderging een 1,5 Tesla MRI-scan van de lumbale wervelkolom vanwege een klinische verdenking op neuroforaminale stenose. De patiënt had meerdere implantaten in het lichaam, te weten een 'bone-anchored hearing aid', een knieprothese en cerclagegraden in het sternum na een hartoperatie. Het gewicht van patiënt was 108 kg. Tijdens de scan werd gebruik gemaakt van een 'body coil', zonder gebruik van een oppervlaktespoel; dit zijn technische instellingen van de MRI-scanner. Het MRI-scanprotocol bestond uit sagittale en transversale T₁-gewogen turbo-spin-echosequenties (repetitietijd 450 ms, echotijd 112 ms, SAR-waarde 2,07 W/kg) en T₂-gewogen turbo-spin-echosequenties (repetitietijd 2920 ms, echotijd 117 ms, SAR-waarde 1,01 W/kg). In alle sequenties werden 2 middelingen toegepast.

10 minuten na het begin van de scan, tijdens de 2e T₁-sequentie, drukte de patiënt op de alarmknop vanwege een pijnlijke duim- en bilstreek, die tijdens het onderzoek huid-huidcontact maakten. Volgens de patiënt voelden de duim en een deel van de bil erg warm aan. De laborant waarschuwde de dienstdoende radioloog. Bij lichamelijk onderzoek zag deze een roodverkleuring van de huid van de duim links en van het bovenbeen. In de dagen erna ontstonden hier brandblaren (figuur 1). Deze plekken lagen buiten het scanbereik van de MRI-opnamen. De patiënt had gedurende de wondgenezing meerdere weken pijnklachten. Er traden geen verdere complicaties



FIGUUR 1 Brandblaren op (a) de duim en (b) de bil van patiënt A, die huid-huidcontact maakten tijdens de MRI-scan. (Afdrukt met toestemming van belanghebbende.)

op, zoals wondinfectie. Bij inspectie van de MRI-scanner door gekwalificeerd personeel werden geen technische problemen vastgesteld.

BESCHOUWING

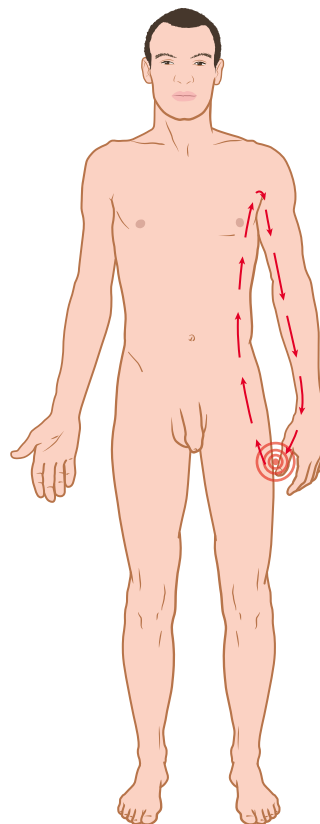
Bij deze patiënt trad huidverbranding op, ondanks het feit dat de globale SAR-grenswaarde niet werd overschreden. De patiënt was voorafgaand aan de scan goed gepositioneerd, maar heeft zelf de hand tegen het dijbeen gelegd. Er was geen contact tussen de huid en de spoel. Aangezien het thermische letsel ontstond op de plaats waar de hand tegen de linker bil was gelegen tijdens het scannen, is er waarschijnlijk een elektrisch geleidende lus in de patiënt ontstaan. Deze inductiestroom verliep vermoedelijk via het contactoppervlak tussen duim en bil. Het is niet duidelijk of de metalen implantaten in de patiënt een rol hebben gespeeld bij het veroorzaken hiervan of een bijdrage hebben geleverd.

De grootte van de inductiestroom is onder andere afhankelijk van de impedantie – dat wil zeggen de weerstand – in de gecreëerde lus. Een lokale hoge stroomdichtheid, en daarmee lokale afgifte van veel energie, kan ontstaan zijn door het kleine oppervlak tussen bil en hand. Dit heeft geresulteerd in plaatselijk sterke opwarming met de brandwond tot gevolg. Dit is weergegeven in de bijgevoegde schematische tekening (figuur 2).

Het zeer kleine risico op het ontstaan van een brandwond tijdens een MRI-scan betekent niet dat moet worden afgezien van adequaat beeldvormend onderzoek. Wel moeten radiologen en laboranten kennis nemen van dit risico. Het is belangrijk de patiënt goed te positioneren en SAR-grenswaarden aan te houden, hoewel thermisch letsel hiermee niet in alle gevallen kan worden vermeden. De exacte lokale SAR-waarde is immers onvoorspelbaar, zoals ook de ziektegeschiedenis van onze patiënt illustreert. Direct huidcontact met de radiofrequente spoel en huid-huidcontact moeten worden vermeden, bijvoorbeeld door het plaatsen van dunne stof tussen de ledematen.⁵ Tevens moet worden gelet op eventuele geleidende lijnen die contact maken met de patiënt en ecg-elektroden die gedeeltelijk los kunnen zitten.

Naar aanleiding van deze ziektegeschiedenis zijn de werkafspraken binnen onze vakgroep aangepast. Er wordt extra aandacht besteed aan de positionering van de patiënt. Ook wordt de patiënt geïnstrueerd om lichaamsdelen niet te verleggen na het positioneren.

Dames en Heren, Tijdens een MRI-scan bestaat het kleine risico op het ontstaan van een brandwond, veroorzaakt door opwarming van lichaamsvreemd materiaal of



FIGUUR 2 Schematische weergave van de inductiestroom die ontstond door het huid-huidcontact tussen duim en bil bij patiënt tijdens de MRI-scan. Door het kleine huidcontactoppervlak ontstond waarschijnlijk lokaal een hoge weerstand en daardoor een hoge stroomdichtheid. Dit had plaatselijke temperatuursverhoging en brandblaren als gevolg.

door het optreden van een inductiestroom bij huid-huidcontact. Dit kan optreden ondanks scannen binnen de gestelde globale SAR-grenswaarden en ondanks het feit dat lichaamsvreemd geïmplantieerd materiaal MRI-compatibel is verklaard. Het is belangrijk de patiënt te instrueren huid-huidcontact te voorkomen. Vermijd ook dat elektroden of lijnen tegen de patiënt aan liggen, in verband met het risico op een inductiestroom.

Belangenconflict en financiële ondersteuning: geen gemeld.

Aanvaard op 11 september 2014

Citeer als: Ned Tijdschr Geneeskd. 014 ;158:A7927

> KIJK OOK OP WWW.NTVG.NL/A7927

LITERATUUR

- 1 Formica D, Silvestri S. Biological effects of exposure to magnetic resonance imaging: an overview. *Biomed Eng Online*. 2004;3:11.
- 2 Ruschulte H, S. Piepenbrock S, Munte S, Lotz J. Severe burns during magnetic resonance examination. *Eur J Anaesthesiol*. 2005;22:319-20.
- 3 Dempsey MF, Condon B, Hadley DM. Investigation of the factors responsible for burns during MRI. *J Magn Reson Imaging*. 2001;13:627-31.
- 4 Nakamura T, Fukuda K, Hayakawa K, Aoki I, Matsumoto K, Sekine T. Mechanism of burn injury during magnetic resonance imaging (MRI)-simple loops can induce heat injury. *Front Med Biol Eng*. 2001;11:117-29.
- 5 Knopp MV, Metzner R, Brix G, van Kaick G. [Safety considerations to avoid current-induced skin burns in MRI procedures] (Duits). *Radiologe*. 1998;38:759-63.