

Olyckor och tillbud vid magnetkamera- undersökning.

En analys av fallbeskrivningar.

FÖRFATTARE	Karin Albertsson Jurga Juozapaitytė
PROGRAM/KURS	Röntgensjuksköterskeprogrammet, 180 högskolepoäng/ RA2070,Examensarbete i radiografi VT 2013
OMFATTNING	15 högskolepoäng
HANDLEDARE	Lena Ask
EXAMINATOR	Ingela Henoch

Institutionen för Vårdvetenskap och hälsa

Sahlgrenska akademien



GÖTEBORGS UNIVERSITET

Titel (svensk):	Olyckor och tillbud vid magnetkameraundersökning. En analys av fallbeskrivningar.
Titel (engelsk):	Accidents and incidents in magnetic resonance imaging environment. An analysis of case reports.
Arbetets art:	Självständigt arbete
Program/kurs/ kurskod/ kursbeteckning:	Röntgensjuksköterskeprogrammet, 180 högskolepoäng/ RA2070/Examensarbete i radiografi
Arbetets omfattning:	15 Högskolepoäng
Sidantal:	20 sidor
Författare:	Karin Albertsson Jurga Juozapaitytė
Handledare:	Lena Ask
Examinator:	Ingela Henoch

SAMMANFATTNING:

Introduktion: Magnetkameraundersökningar (MR) görs varje dag och i samband med ökande antal undersökningar händer olyckor och tillbud. MR-undersökning innebär risk för patienten och anledningen till detta är att olika metalliska magnetiska föremål används inom medicin på och i patientens kropp och även i lokalernas utrustning. Röntgensjuksköterskan som arbetar på MR-avdelning måste ha kunskap om patienternas och besökarens säkerhet för att erbjuda en säker vård och skydda patienter mot skada eller risk. **Syfte** var att beskriva säkerhetsrisker vid MR-undersökning. **Metod:** Vid litteratursökning i Cinahl, Scopus och Pubmed hittades 18 fallbeskrivningar som besvarade syftet. Som analysmetod användes kvalitativ innehållsanalys. **Resultat:** I analysen framkom fyra kategorier gällande MR-säkerhet då patienter drabbades av vårdskador på grund av olyckor och tillbud i samband med MR-undersökning. Dessa kategorier är ”skador relaterade till MR-undersökningen”, ”skador relaterade till medicinsk vårdutrustning”, ”skador relaterade till läge” och ”skador relaterade till patient och närstående”. **Slutsats:** Resultatet visade att det är väldigt viktigt att röntgensjuksköterskan följer riktlinjer och regler för att undvika olyckor och tillbud. Kommunikation mellan patient, röntgensjuksköterska och övrig sjukvårdspersonal är väsentlig och måste vara tydlig för att undvika missförstånd som kan leda till vårdskador.

Sökord: MR-säkerhet, magnetkamera, olyckor, tillbud, röntgensjuksköterska, patient

INNEHÅLL	Sid
INLEDNING	1
BAKGRUND	1
Vad är MR?	1
MR-säkerhet	2
Tidigare forskning om MR-säkerhet	6
Patientsäkerhet	7
Röntgensjuksköterskans kompetens och yrkesetiska kod	8
Problemformulering	9
SYFTE	9
METOD	9
LITTERATURSÖKNING	9
ANALYS	10
FALLBESKRIVNING	10
TROVÄRDIGHET	11
FORSKNINGSETISKA ÖVERVÄGANDEN	11
RESULTAT	11
SKADOR RELATERADE TILL MR-UNDERSÖKNINGEN	11
SKADOR RELATERADE TILL VÅRDUTRUSTNING	13
SKADOR RELATERADE TILL LÄGE	13
SKADOR RELATERADE TILL PATIENT OCH NÄRSTÅENDE	14
DISKUSSION	15
METODDISKUSSION	15
RESULTATDISKUSSION	15
SLUTSATS	17
IMPLIKATIONER FÖR RADIOGRAFI	17
REFERENSER	18
BILAGOR	

INLEDNING

Under den verksamhetsförlagda utbildningen vid magnetkameraavdelningar hann vi uppleva flera tillbud som kunde orsakat en olycka på grund av att magnetiska föremål drogs mot den stora magneten. En person gick nära magneten med en nyckelknippa i fickan, en annan var på väg att dra in en patientsäng i undersökningsrummet och en tredje var på väg in med ett rullbord på vilket det låg flera vassa instrument. Dessa tillbud kunde skadat patienter eller personal allvarligt och vi insåg vikten av god säkerhet vid magnetkameraundersökningar.

Röntgensjuksköterskeutbildningen innehåller en omfattande utbildning i magnetkameraundersökningar. Både under den teoretiska utbildningen och under den verksamhetsförlagda utbildningen lades stor vikt vid säkerhetsfrågor. Röntgensjuksköterskans arbete innefattar att ansvara för patienters omvårdnad och säkerhet i samband med magnetkameraundersökningar.

BAKGRUND

Vad är MR?

Magnetresonans (MR), magnetresonanstomografi (MRT), Magnetic Resonance Imaging (MRI) och Nuclear Magnetic Resonance (NMR) är olika benämningar på tekniken bakom magnetkameraundersökningar (MR-undersökningar) (1). Fortsättningsvis används förkortningen MR.

MR-teknikens utveckling inleddes under 1940-talet då fysikerna Felix Block och Edward Purcell upptäckte fenomenet magnetresonans vilket ledde till nobelpriset i fysik år 1952. Under 1970-talet upptäckte Paul Lauterbur att man kan göra små förändringar i magnetfältet och därigenom framställa tvådimensionella bilder. Fysikern Sir Peter Mansfield utvecklade principerna på hur de detekterade signalerna kan analyseras i dator och omvandlas till en bild. Lauterbur och Mansfield belönades med nobelpriset i fysiologi eller medicin år 2003 (1). Magnetkameran introducerades inom sjukvården i Sverige på 1980-talet och har sedan dess haft en stor betydelse inom medicinsk bilddiagnostik (2). Antalet MR-undersökningar som utfördes per år i världen ökade kontinuerligt under åren 2004-2011 (3).

En MR-kamera är konstruerad av en kraftig magnet, ett radiofrekvent (RF) sändar-och mottagarsystem, ett gradientsystem och ett datorsystem (2). Den kraftiga magneten orsakar ett starkt magnetfält som aldrig stängs av (förutom i speciella situationer, se quench sidan 3). Det radiofrekventa fältet skapar den energi som behövs för att ge en MR-bild. Gradientfältet slår på och av under bildskapandet och bidrar till bilden genom att ge information om var i kroppen en signal kommer ifrån (4).

Vid bildtagning används ingen röntgenstrålning (5). MR-bilden byggs upp med hjälp av den information som kroppens vätekärnor lämnar under påverkan av det mycket starka magnetfältet (1). MR-bilder ger mycket god kontrastupplösning, vilket gör MR särskilt lämplig för analys och karakterisering av kroppens vävnader.

Vid MR-undersökningen får patienten ligga på en bräda, med området som ska undersökas i centrum av den kraftiga magneten. En spole som kan sända och ta emot radiosignaler placeras runt kroppsdelen som ska undersökas. Radiosignaler sänds mot patientens kropp. Kroppen svarar med en signal som tas emot, bearbetas elektronisk och omvandlas till bilder på datorskärmen (5). Undersökningen tar från ca 20 minuter upp till timmar beroende på vilket organ som undersöks.

MR-säkerhet

MR-undersökning, liksom alla medicinska undersökningar, är inte riskfri.

Det starka statiska magnetfältet medför risk för att magnetiska föremål dras som projektiler till magneten och skadar människor på vägen. Det kan också orsaka att en implanterad apparat, till exempel en pacemaker, slutar fungera eller att funktionen förändras. Inopererat material kan också förflyttas eller vridas i kroppen på grund av det statiska magnetfältet. Gränsvärdet för hur starkt det statiska magnetfältet får vara vid bildtagning på patienter är 4.0 Tesla (T, enhet för magnetfältstyrka) för barn yngre än en månad och 8.0 T för vuxna och barn äldre än en månad. Övergående trötthet, huvudvärk, lågt blodtryck och irritabilitet har förekommit hos människor som utsatts för statiska magnetfält över 2.0 T (4).

Det radiofrekventa magnetfältet orsakar uppvärmning av vävnad. Gränsvärden finns för hur mycket temperaturen får öka i kroppen vid MR-undersökning. För att inte behöva använda en termometer under MR-undersökningen mäts i stället hur mycket energi per tidsenhet och kilo patienten utsätts för av det radiofrekventa fältet. Mätvärdet kallas Specific Absorption Rate (SAR) och uttrycks i Watt (W)/kilogram (kg). SAR påverkas av radiofrekvensfältets egenskaper samt patientens kropps-konstitution (4).

Om en EKG-kabel eller annat elektriskt ledande material bildar en elektriskt ledande loop med sig själv eller patienten så kan det radiofrekventa fältet ge upphov till brännskador eller till och med brand i kläder eller vävnad. Om patienten vid MR-undersökning har ledande material med in i tunneln så rekommenderas att det skall finnas isolerande material, till exempel luft eller en dyna mellan patienten och det ledande materialet. I största möjliga utsträckning ska eftersträvas att det ledande materialet inte är i direkt kontakt med patienten (4).

Gradientfältet utsätter patienten för snabba växlingar i magnetfältstyrka. Dessa växlingar orsakar perifer nervstimulering som under MR-undersökningen kan visa sig i form av förnimmelser i huden och ofrivilliga muskelryckningar. Gränsvärden finns för hur starka gradientfält en patient får utsättas för. Gränserna är satta så att patienten inte ska utsättas för stora obehag eller smärtsam nervstimulering. Gradientfältet kan också ge upphov till synrubbingar i form av stjärnor eller ljusblixtar. Gradientfältet orsakar oväsen då ström passerar genom gradientpolarna vid bildtagning. Ljudet kan orsaka bland annat irritation och hörselskador. Därför rekommenderas att alla som ska befinna sig i MR-kamerarummet under bildtagning ska erbjudas och uppmuntras att använda hörselskydd (4).

En avstängning av det statiska magnetfältet kallas quench. Detta kan ske genom att någon trycker på nödstopp eller kan hända spontant på grund av fel i magneten. Vid

quench värms flytande gas som normalt kyler ner magneten upp, omvandlas till gas och leds bort. Inom cirka två minuter försvinner det statiska magnetfältet.

Nödstoppsknappen skall endast användas i nödsituationer såsom om någon är i fara, om brand uppstått eller annan oväntad händelse där det krävs snabb tillgång till undersökningsrummet. Vid brand är det viktigt att räddningstjänsten inte går in i magnetrummet innan magnetfältet är släckt och helt borta. Deras redskap och lufttuber kan vara magnetiska och orsaka skador. Quenching orsakar flera dagars uppehåll i MR-verksamheten samt höga kostnader för reparation (4).

Sedan år 2005 används termerna MR-säker, MR-villkorlig och MR-farlig för att beteckna säkerhet hos utrustning och material i samband med MR-undersökning.

- MR-säker (MR safe på engelska) innebär ett föremål som inte medför någon känd fara i MR-miljö.
- MR-villkorlig (MR conditional) är föremål som man vet medför fara när vissa villkor är uppfyllda.
- MR-farlig (MR dangerous) är föremål som man vet medför fara i MR-miljö.

Villkoren som påverkar säkerheten är; det statiska magnetfältet, det radiofrekventa fältet och gradientfältet.

All utrustning som används i MR-miljö ska var tydligt märkt med en symbol (se bild 1) så att märkningen syns på långt håll (4).



Bild 1: Märkning av utrustning i MR-miljö.

Uppifrån: MR-säker, MR-villkorlig, MR-farlig (Källa: J Magn Reson Imaging)

ACR Guidance Document on MR Safe Practices ger rekommendationer angående utbildning i MR-säkerhet för personal vid MR-avdelningar. "Nivå 1 MR-personal" kallas personer som är utbildade i MR-säkerhet för att skydda sig själva från skador, till exempel administrativ personal. "Nivå 2 MR-personal" kallas personer som har en

grundligare utbildning i MR-säkerhetsfrågor, till exempel undersköterskor, röntgenläkare och röntgensjuksköterskor som arbetar vid MR-avdelningen. MR-personalen ska en gång om året ta del av en utbildning i form av en föreläsning eller en webbaserad utbildning. Utbildningen ska ge djupare kunskap i MR-säkerhetsfrågor såsom risk för uppvärmning, brännskador och muskelryckningar (6). Vem som ansvarar för utbildning i säkerhetsfrågor kan variera mellan länder och sjukhus. Enligt riktlinjer utgivna i Storbritannien så ligger ansvaret för säkerhetsutbildning hos en MR-ansvarig person som kan vara klinikchef, avdelningschef eller en MR-ansvarig röntgensjuksköterska (7).

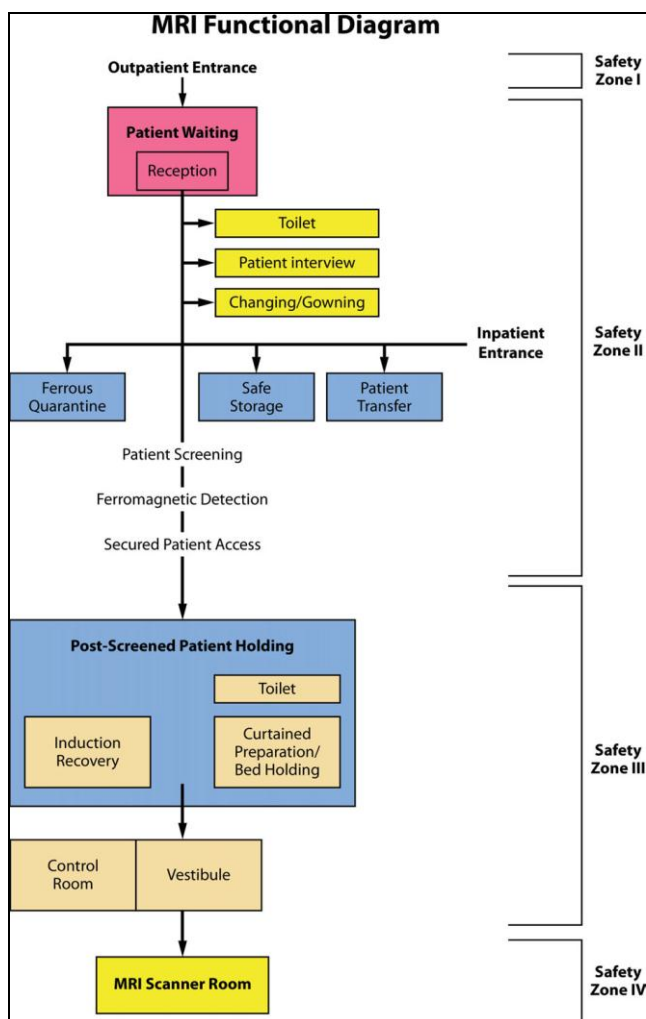


Bild 2: MR-avdelningens planering (Källa: J Magn Reson Imaging)

För att minimera risken för skador ska avdelningen delas in i zoner (se bild 2). Zon I är allmänna utrymmen dit alla har tillträde. Zon II är övergången från allmänna utrymmen till en strängt kontrollerad zon III. I zon III får bara finnas "nivå 2 MR-personal" samt patienter och andra personer som är i kontinuerlig kontakt med den utbildade personalen. I zon IV får endast finnas personer som är kontrollerade så att de inte har några föremål på eller i sig som kan orsaka skada. Personer som befinner sig i zon IV ska hela tiden vara i kontakt med "nivå 2 MR-personal". Mellan zon II och III ska det finnas lås och varningsskyltar. Varningsskyltar ska finnas vid samtliga ingångar till

magnetkameraområdet – samtliga zoner. Vid ingången till zon III rekommenderas en skylt med lysande röd text: ”Magnetfältet är på” (6).

Alla personer som ska gå in i magnetkamerarummet måste genomgå en kontroll - screening för att ta reda på om de har magnetiska föremål på eller i kroppen. Screeningen görs ofta med ett frågeformulär samt muntlig kontroll och visuell undersökning. Screeningen ska utföras av en person utbildad i MR-säkerhet (”nivå 2 MR-personal”) (4).

Metalliska implantat kan vridas eller förflyttas, värmas upp eller ge störningar i bilden. Information om ett implantat är MR-säkert, MR-farligt eller MR-villkorligt finns på MRIsafety.com (8). Där finns en uppdaterad lista på alla testade implantat och proteser. Ett implantat kan vara MR-säkert i en viss magnetstyrka, med angivna spolar (spole se sidan 2) och begränsning i SAR (SAR se sidan 2) men MR-farligt med andra inställningar eller i andra magnetfältsstyrkor. Det är viktigt att följa villkoren för implantat som är MR-villkorliga (4).

Clips i hjärnans kärl räknas som MR-farliga tills de är bevisat säkra. Vissa är tillverkade av titan och dessa är MR-säkra. Många coils (”nystan” som placeras i missbildade kärl), filter och stents i kroppens blodkärl är MR-villkorliga. Subkutana venportar är troligen MR-säkra. Hjärtklaffproteser är ofta MR-villkorliga men vissa hjärtklaffprotesers funktion kan påverkas. De flesta tandställningar och proteser är MR-säkra, men kan påverka bildkvaliteten genom störningar. De flesta penisimplantat är MR-säkra. Flera hörselimplantat är MR-farliga. Ögonimplantat kan vara MR-farliga. Metallföremål i ögat måste uteslutas med slätröntgen om patienten inte är säker på att han inte har metall i ögat. Kulor och granatsplitter kan ge störningar i bilden. De kan också skada patienten om de ligger nära känsliga områden, till exempel ryggmärgen. De flesta ortopediska implantat är MR-säkra. Kirurgiska klämmor och stift i patientens buk är generellt MR-säkra. De kan emellertid ge störningar i bilden. Klamrar eller suturer i huden som kommer att utsättas för det radiofrekventa fältet ska täckas med kalla kompresser och patienten ska informeras om att larma om det blir varmt. Det finns MR-säkra halovästar. Andra halovästar medför flera risker vid MR-undersökning såsom uppvärmning, skapande av ström och stora störningar i MR-bilderna. Metalliska implantat kan orsaka störningar i MR-bilderna som kan leda till att patienten får fel diagnos och fel behandling (4).

Implanterad medicinsk apparatur som fungerar med hjälp av magnetism eller mekanik eller är elektriskt ledande ska inte undersökas i magnetkamera utan noggrant övervägande i varje fall. Exempel på sådana apparater är pacemaker, cochleaimplantat, ögonprotes, tandimplantat, implanterad hjärtdefibrillator (ICD) och implanterad infusionspump för läkemedel. Magnetiska sfinktrar, stomiproppar, tandställningar och proteser vars funktion bygger på magnetism kan också vara MR-farliga (4).

Tills nyligen var pacemaker ett absolut hinder för att göra MR-undersökning. Magnetfältet kan ändra pacemakers programmering och göra att den slutar fungera. Även om pacemakern är borttagen kan patienten ha elektroder kvar i hjärtat som kan fungera som antenn i radiofrekvensfältet och orsaka hjärtflimmer. Elektroden kan också orsaka uppvärmning och skada hjärtmuskeln. Det förekommer att man trots allt vill undersöka patienter med pacemaker med MR-kamera. Då krävs att patienten inte är helt

beroende av sin pacemaker samt att en radiolog, en kardiolog och en representant från pacemakertillverkaren finns tillgängliga före, under och efter undersökningen. På senare år har MR-villkorliga pacemakers utvecklats. För att en patient med en sådan pacemaker ska kunna undersökas säkert med MR-teknik måste specificerade begränsningar i SAR, gradientfältstyrka och det statiska magnetfältet följas. Pacemakerns inställningar måste också observeras under bildtagningen (4).

Det finns inga data som visar att foster skadas vid MR-undersökning. Ändå rekommenderas att graviditetstesta alla fertila kvinnliga patienter som ska undersökas med MR och om möjligt vänta med undersökningen tills graviditeten är avslutad (6). Riktlinjer för gravid personal ser olika ut i olika länder och på olika arbetsplatser (4). Rekommendationer finns som säger att gravid personal kan vistas i MR-kamerarummet utan risk men ska gå ut när radiofrekvensfältet och gradientfältet är på, alltså under bildtagningen (6).

MR-avdelningen måste vara utrustad med material för medicinsk akutvård och en akutvagn. Mycket av denna utrustning är farlig i MR-miljö och därför ska patienten i en akut situation snabbt tas från magnetfältet samtidigt som intensivvård inleds (6).

Tidigare forskning om MR-säkerhet

Eftersom MR är en undersökningsmetod förknippad med risker så finns det mycket forskning gjord inom området MR-säkerhet. I detta avsnitt redogörs för en del av denna forskning.

Efter en händelse år 2001, då ett barn blev dödat av en magnetisk syrgastub som drogs in i kameran av magnetfältet (9) utarbetade American College of Radiology (ACR) med hjälp av en grupp experter "The White Paper on MRI Safety" (10). Detta dokument reviderades år 2007 och 2013 samt bytte namn till ACR Guidance Document in MR Safe Practices: 2013. Detta dokument ger rekommendationer till MR-avdelningar för att implementera och utveckla säkerhetsriktlinjer och procedurer. Dokumentet behandlar säkerhetsaspekter relaterade till;

- A. administration av säkerheten
- B. zonindelning av lokalerna samt personalens utbildning och screening av personal och patienter
- C. bemanning
- D. graviditet
- E. barn
- F. gradientfältets möjlighet att inducera spänning
- G. gradientfältets oväsen
- H. det radiofrekventa fältets värmande egenskap
- I. läkemedelsplåster
- J. superledande magneter
- K. klaustrofobi
- L. kontrastmedel
- M. intrakraniella aneurysmklämmor
- N. pacemaker och implanterad defibrillator (ICD) (6).

I England ökade antalet utförda MR-undersökningar per år kontinuerligt mellan år 1995 och 2005, från cirka 350 000 till över en miljon. Antalet rapporterade tillbud och

olyckor i samband med MR-undersökningar ökade kraftigt under samma tidsperiod. En analys av 221 rapporterade händelser visade att uppvärmning på grund av det radiofrekventa fältet var det vanligaste tillbudet. Därefter kom projektilolyckor, tillbud relaterade till helium som används för att kyla magneten, förändrad funktion av medicinska implantat, närvaro av okänd metall, händelser relaterade till oljud samt en patient som upplevde sensationer i hand och arm (11).

Association of Anaesthetics of Great Britain and Ireland sammanställde år 2010 en uppdatering av information rörande säkerhet vid magnetkameraavdelningar. Eftersom allt fler MR-undersökningar utförs så ökar även antalet tillfällen då anestesipersonal medverkar vid dessa undersökningar vilket leder till att utbildning av narkosläkare i MR-säkerhet är en viktig fråga. Artikeln behandlar uppdatering av terminologi och riktlinjer, nya högre magnetfält och ny öppen design på kameran, interventionell MR, mobila MR-kameror, MR-villkorliga pacemakers, MR-säkra medicinska implantat, ny utrustning som går att använda i MR-miljö, MR-undersökning på jourtid, ökat antal rapporter om allergiska reaktioner på MR-kontrastmedel samt risk för allvarlig njursjukdom i samband med användande av gadoliniumbaserat kontrastmedel (7).

I takt med att MR-tekniken utvecklats har magnetfältsstyrkorna som används ökat. Säkerhetsaspekter kring MR med magnetisk fältstyrka på 3 T och däröver undersöktes i en översiktsstudie. Studien utfördes av en radiograf (motsvarande röntgensjuksköterska) med kollega i ett avhandlingsarbete vid ett universitet i England. Författarna kom i studien fram till att MR-undersökning med ett statiskt magnetfält på 3T eller mer är en säker undersökningsmetod. Riskerna är desamma som vid lägre magnetfältsstyrkor (12).

Det finns inga bevis för att MR kan ge sena skadliga biologiska effekter på människor. En grupp forskare i Italien har dock sett skadliga effekter på gener som emellertid försvinner inom 48 timmar. I en översiktsstudie där biologiska effekter och säkerhet vid MR undersöks menar forskarna att trots att MR fortfarande ses som en mycket säker metod med liten risk för biologiska effekter ska onödiga undersökningar undvikas (13).

Patientsäkerhet

Patientsäkerhet innebär att skydda patienter mot vårdskada. Vårdgivaren har skyldighet att bedriva ett systematiskt patientsäkerhetsarbete vilken innebär att vidta åtgärder för att förhindra och förebygga ohälsa och främja god hälso- och sjukvård. Patienten ska ges möjlighet att delta i patientsäkerhetsarbetet. Sjukvårdspersonalen har skyldighet att bidra till att en hög patientsäkerhet upprätthålls. Trots att det finns tydliga riktlinjer för sjukvårdspersonal uppstår ändå vårdskador. Det är resultat av *negativa händelser* som utlöses av olika faktorer inom sjukvården men kunde undvikits. Några viktiga begrepp presenteras i patientssäkerhetslagen:

- Vårdskada: lidande, kroppslig eller psykisk skada eller sjukdom samt dödsfall som hade kunnat undvikas
- Allvarlig vårdskada: vårdskada som är bestående och inte ringa, eller lätt till att patienten fått ett väsentligt ökat vårdbehov eller avlidit
- Tillbud: händelse som kunnat medföra vårdskada
- Negativ händelse: händelse som medfört vårdskada (14)

Brister i rutiner, kompetens, kommunikation, information och arbetsmiljö är ofta anledningar till att negativa händelser och tillbud sker. När en allvarig händelse inträffar beror detta oftast på att en eller flera barriärer brustit, det vill säga inte fungerade eller inte finns. Kunskaper om kliniska riktlinjer och standarder är ett viktigt stöd för kvalitet och säkerhet (15).

Vårdskador är ett stort problem både i Sverige och internationellt. Flera studier om vårdskador är utförda i världen och alla visar att problemet med vårdskador är stort. Socialstyrelsen gjorde en studie i Sverige 2007 som visade att cirka nio procent av alla patienter som vårdades på sjukhus drabbades av vårdskada. För att förebygga vårdskador har vårdgivaren skyldighet att anmäla händelser enligt Lex Maria. Syftet med Lex Maria är att utreda händelsen för att kunna förebygga att liknande händelse upprepas, samt att ge den drabbade (eller närstående) information varför skadan uppstått (15). "Tidigare okända eller mindre kända skador eller risker vid tillämpningen av metoder eller rutiner som är i allmänt bruk" är ett exempel på händelser som ska anmälas enligt Lex Maria (16). Hälso- och sjukvården ska uppfylla kraven på god vård vilket bland annat innebär att den ska tillgodose patientens behov av trygghet och säkerhet i vården (17). Sjukvårdspersonalen ska medverka i systematiskt kvalitetsarbete genom att delta i bland annat risk- och avvikelshantering (18).

Enligt strålskyddslagen ska människor, djur och miljö skyddas mot skadlig verkan av strålning. Strålskyddslagen gäller såväl joniserande strålning, till exempel röntgenstrålning som icke-joniserande strålning, såsom radiofrekvent strålning och lågfrekventa magnetiska fält som används vid magnetkameraundersökningar. Den som bedriver verksamhet med strålning ska vidta åtgärder och iaktta försiktighetsmått för att hindra eller motverka skador på människor, djur och miljö. Den som arbetar i verksamheten ska ha kunskap och bli upplyst om risker med verksamheten, samt ha den utbildning som behövs (19).

Röntgensjuksköterskans kompetens och yrkesetiska kod

I kompetensbeskrivningen för röntgensjuksköterskor finns rekommendationer för den legitimerade röntgensjuksköterskans yrkeskunnande och kompetens.

Röntgensjuksköterskans huvudområde är radiografi. Radiografi involverar omvårdnad, bild- och funktionsmedicin, strålningsfysik och medicin samt relationen mellan dessa områden. Planering, genomförande och utvärdering av undersökningar avseende bildkvalitet, stråldos och strålnings säkerhet är central kunskap inom radiografin.

För att kunna skapa en säker vård måste röntgensjuksköterskor ha kunskap om vikten av säkerhetsarbete för att minimera skador för vårdtagare och personal. Kunskaper om kliniska riktlinjer och standarder är ett viktigt stöd för kvalitet och säkerhet. I kompetensområdet "handlingsberedskap" ingår att röntgensjuksköterskan ska observera och övervaka vårdtagare i samband med undersökningar och behandlingar. Hon/han ska också ta ställning till när beslut ska fattas om att avbryta eller slutföra en undersökning eller behandling. Röntgensjuksköterskan ska tillämpa kunskaper inom strålningsfysik och teknologi, relevanta för att optimera undersökningar avseende kvalitet och stråldos samt tillämpa strålskydd till vårdtagare, närstående och personal samt ansvara för att gällande strålskydds föreskrifter följs.

I kompetensområdet ”kvalitet och patientsäkerhet” ingår att röntgensjuksköterskan ska initiera till och medverka i förbättringsarbete gällande kvalitet och patientsäkerhet, göra en riskbedömning av situationer när vårdtagaren lämnas ensam i ett undersökningsrum eller väntrum och rapportera eller åtgärda riskbedömningen. Hon/han ska också dokumentera samt utföra risk- och händelseanalyser. Röntgensjuksköterskan ska främja hälsa och delaktighet genom att identifiera och aktivt förebygga hälsorisker samt motverka komplikationer i samband med undersökning och behandling. Enligt den yrkesetiska koden för röntgensjuksköterskor ska röntgensjuksköterskan lindra obehag och smärta samt ansvara för att minimera stråldoser vid undersökningar och behandlingar (20).

Problemformulering

Det finns riktlinjer för hur MR-undersökningar ska genomföras på ett säkert sätt. Trots det förekommer olyckor och tillbud då patienter skadas eller riskerar att skadas vid dessa undersökningar. För att minska risken för att sådana händelser upprepas är det viktigt att röntgensjuksköterskor tar del av beskrivningar av dessa händelser. Genom att ta del av beskrivningar av tillbud i samband med MR kan röntgensjuksköterskan bli medveten om risker och arbeta på ett adekvat sätt för att förhindra att patienter skadas eller olyckor inträffar.

SYFTE

Syftet är att beskriva säkerhetsrisker vid MR-undersökning.

METOD

LITTERATURSÖKNING

Vid en inledande sökning i databaserna PubMed, Scopus och Cinahl undersöktes vilken litteratur som fanns tillgänglig inom ämnesområdet. Lämpliga nyckelord, synonymer och alternativa begrepp söktes fram. Svensk Mesh användes för att översätta medicinska termer. Senare avgränsades forskningsområdet till vårt problemområde och syfte. Sökord som användes var MRI, MR, ”magnetic resonance imaging”, NMR, ”nuclear magnetic resonance”, safety, ”patient safety”, ”adverse effect”, accident, incident, injury, ”case report”, burn. Trunkering användes, till exempel accident*, incident* och case report* för att inkludera artiklar med olika böjning av ord i sökresultatet. Boolesk sökteknik användes också i form av AND, till exempel ”MRI” AND ”patient safety”, för att koppla ihop sökord, och OR, till exempel MRI OR MR, för att få träffar på både MR och MRI i sökningen. Kedjesökning, vilket innebär att man utgår från artiklarnas källhänvisningar och söker artiklar bakåt till de källor som författare har använt, användes (21). Sökningen av artiklar begränsades till år 2003 och framåt som var skrivna på engelska. Skälet till begränsningen i tid var att säkerhetsriktlinjer för MR-verksamhet arbetades fram år 2002 (10) och intresse fanns av att undersöka händelser då dessa riktlinjer fanns. Efter att ha granskat titlar valdes 44 artiklar ut som såg ut att relatera väl till syftet för närmare undersökning. I denna urvalsprocess exkluderades några fall som berörde kontrastmedelsbiverkningar. Av de 44 artiklarna exkluderades

26 då de visade sig vara en mycket kort beskrivning av en händelse, bl.a. ”short communication” eller ”letter to the editor”. Arton fallbeskrivningar inkluderades i studien. De inkluderade artiklarna innehåller abstract, introduktion, fallbeskrivning, diskussion och slutsats. Av de valda artiklarna kommer sju från USA, tre från Tyskland, tre från Japan och en vardera från Malaysia, Israel, Korea och Indien.

För att läsaren skall se hur vetenskapliga artiklar söktes, granskades och analyserades presenteras bilaga 1-litteratursökningen och bilaga 2-de valda artiklarna. Detta görs för att läsaren ska få förståelse och kunna se om valen av artiklar är rimliga för det valda ämnet, utifrån problem och syfte (22).

ANALYS

Innehållsanalys som utvecklats för att hantera stora mängder data (23) valdes som metod till detta arbete. Graneheim och Lundman beskriver begrepp relaterade till kvalitativ innehållsanalys (24). Manifest innehåll är det uppenbara som texten säger medan latent innehåll speglar det texten talar om, med en högre tolkningsgrad från forskaren. En analysenhet är det som ska studeras och kan vara till exempel en person, ett samhälle, en intervju eller en text. En meningsbärande enhet anses vara ord, meningar eller avsnitt som hör ihop eftersom de innehåller aspekter relaterade till varandra genom sitt innehåll och sammanhang. Kondensation innebär att texten förkortas samtidigt som huvudinnehållet bibehålls. Processen då kondenserad text framställs kallas abstraktion. Abstraktion kan innebära att skapa koder och kategorier. En kod är en etikett på en meningsbärande enhet. Genom att en meningsbärande enhet ges en kod kan data framstå på ett nytt sätt. En kategori är enligt Graneheim och Lundman ett uttryck för textens manifesta innehåll. En kategori inkluderar ofta subkategorier på olika abstraktionsnivåer (24).

Analysen fokuserade på det manifesta innehållet i fallbeskrivningarna. Artiklarna lästes flera gånger med fokus på beskrivningen av patient och händelseförlopp. Ord och meningar ur texten skrevs ner. Likheter och skillnader i texterna identifierades efter jämförelser och diskussion.

FALLBESKRIVNING

Fallbeskrivning (engelska ”case report”) är en rapport av en ovanlig händelse, biverkan, olycksfall eller sjukdom. En fallbeskrivning innehåller beskrivning av ett aktuellt fall, en förklaring till varför fallet rapporteras och en evidensbaserad analys av vad man upptäckt. Fallbeskrivningen kan påverka hur vården utförs och leda till nya studier av ett upptäckt fenomen. Den innehåller vanligen introduktion med en diskussion kring varför fallet är ovanligt, beskrivning av fallet, litteraturoversikt, diskussion, slutsats samt referenser (25). En fallbeskrivning kan fungera som en kvalitetsförbättrare - genom att beskriva en olycka eller tillbud så minskar risken att andra begår samma misstag (26).

För att en fallbeskrivning ska bli publicerad måste patienten vara informerad och ha gett sitt samtycke. All onödig information och information som gör att patienten kan

identifieras ska tas bort (26). En fördel med fallbeskrivning är att den kan förmedla information som skulle gå förlorad i en klinisk prövning eller kartläggning. Den går också snabbare att skriva och publicera. Trisha Greenhalgh anser att berättelsen, i form av en fallbeskrivning är ett mycket bra sätt att ”begripliggöra en komplex klinisk situation” (27).

TROVÄRDIGHET

Fallbeskrivningarnas trovärdighet styrks av att de är publicerade i vetenskapliga tidsskrifter och är granskade. Tillförlitligheten är även god eftersom fallen dokumenteras med fotografier samt att patientnära data används. Det förhållandevis stora antal fallbeskrivningar som analyserats i detta arbete, ökar trovärdigheten eftersom flera fall liknar varandra.

FORSKNINGSETISKA ÖVERVÄGANDEN

I artiklarna fanns ingen information angående etiskt tillstånd eller patienters samtycke. Detta är ett etiskt dilemma eftersom fallbeskrivningar beskriver ovanliga händelser och det kan vara möjligt att känna igen händelsen eller patienten. Bedömningen gjordes dock att fallbeskrivningarna inte innehöll någon känslig information som kunde medföra negativa konsekvenser för patienterna. Vid en sökning i litteraturen angående etiska ställningstagande vid publicering av fallrapporter visade det sig finnas olika åsikter om huruvida patientens samtycke skulle krävas vid publicering av fallrapporter. Flera stora tidsskrifter, bland annat British Medical Journal kräver dock patientens samtycke för publicering (28).

RESULTAT

Analysen resulterade i fyra kategorier:

- skador relaterade till MR-undersökningen
- skador relaterade till vårdutrustning
- skador relaterade till läge
- skador relaterade till patient och närstående

SKADOR RELATERADE TILL MR-UNDERSÖKNINGEN

En 24-årig man hade återkommande problem med en muskel i låret. Han hade svarta tatueringar över båda knäna samt flera tatueringar över hela kroppen som han gjort vid olika tidpunkter. Han genomgick MR höft och bäcken. Fem minuter in i undersökningen fick han en brännande smärta över båda knäna. Undersökningen avbröts och återupptogs efter att patienten fått en våt handduk över och emellan knäna. Patient blev röd och svullen runt tatueringar över båda knäna. Reaktionen försvann inom tolv timmar och patienten fick inga bestående men (29).

En 56-årig man med Parkinsons sjukdom hade en inopererad djup hjärnstimulator och genomgick MR ländrygg på grund av rygg- och bensmärta. Efter undersökningen rapporterades neurologisk förlust av känsel och patient fick en ny högersidig försvagning och afasi. Hjärnundersökningar gjordes som visade blödning och ödem i hjärnan runt vänster elektrodspets. Sju månader efter MR-undersökningen hade han grav dysartri (nedsatt talförmåga på grund av nedsatt rörlighet i musklerna som används vid tal) och högersidig försvagning (30).

En 20-årig man med allvarlig kontusion (medvetlöshet och blödningar i hjärnan) efter en trafikolycka hade en inopererad intrakraniell tryckgivare. Efter MR-undersökning av hjärna och halsrygg slutade tryckgivaren att fungera. Patienten utvecklade hjärnhinneinflammation och senare vänstersidig förlamning. Först tre veckor efter MR-undersökningen konstaterades att tryckgivaren hade smält under undersökningen och orsakat hjärnskador genom uppvärmning. Patienten förbättrades och skrevs ut till en rehabiliteringsavdelning två månader efter trafikolyckan (31).

En flicka på 16 månader med hjärtfel utan symtom sövdes inför en MR-undersökning av hjärtat. Hon fick en uppvärmd filt på sig. Under 95 minuter undersöktes hon i MR-kameran. Efter undersökningen var hon takykard och hade förhöjd kroppstemperatur. Kroppstemperaturen återgick till det normala efter 3,5 timme (32).

En kvinna, 70 år gammal, som hade ett cochleaimplantat, genomgick MR-undersökning av sitt knä utan komplikationer. Senare undersöktes hennes rygg med MR. Under undersökningen fick hon ont och obehagskänslor ovanför vänster öra där en magnet tillhörande cochleaimplantatet var inopererad. Efter undersökningen kände hon under en kort stund något knappliknande på tvären under huden. Efter detta var det inte möjligt att koppla samman cochleautrustningens yttre och inre magnet. Man undersökte implantatets läge med röntgen och kunde inte se att det flyttat på sig. Genom att vända den yttre magneten löstes problemet och patienten återfick sin hörsel. Det antogs att den inopererade magneten blivit påverkad av magnetfältet och roterat ett halvt varv (33).

En 72-årig kvinna hade ett inopererat shuntsystem som behandling efter en hjärnblödning. Hon hade haft systemet i nio år. Vid en röntgenundersökning för fem år sedan hade man sett en liten förändring i systemet, men kvinnan mårde bra och shuntsystemet fungerade som det skulle. Några timmar efter en MR-undersökning av ländryggen fick kvinnan nu huvudvärk, nackvärk och yrsel. Vid CT-undersökning såg man en minskning av ventriklarnas storlek. Delar av shuntsystemet byttes ut och patientens symtom försvann. De uttagna delarna analyserades. Systemet visade sig ha skador, som i samband med magnetfältet (3T) tros ha orsakat att det slutade fungera (34).

En 39-årig man gjorde en MR-undersökning av ryggen. MR-kameran hade en magnet med styrkan 3 T. Patienten hade hörselskydd i form av öronproppar. Direkt efter undersökningen hade patienten lock för ena örat och efter tre timmar hade han tinnitus i samma öra. Själv klagade han inte på hörselnedsättning, men han vände sig till sjukhuset dagen efter undersökningen för att få råd om sin tinnitus. Han fick genomgå undersökning av örat som visade att han hade en hörselnedsättning. Patienten lades in och fick läkemedelsbehandling som ledde till att hörseln förbättrades. Utredning gjordes utan att någon orsak till patientens hörselnedsättning kunde hittas. Hörselnedsättningen

tros ha orsakats av det höga ljudet från magnetkameran. Hørseln återgick till det normala, men tinnitusen fanns kvar efter sex månader (35).

SKADOR RELATERADE TILL VÅRDUTRUSTNING

En fem veckor gammal flicka hade missbildningar och genomgick MR-undersökning för att undersöka ryggmärgsbråck. Flickan var sövd. Runt handleden hade barnet en pulsoximeter bestående av en kabel och två elektroder. Undersökningen ledde till fjärde gradens brännskada i området. Armen behövde amputeras (36).

En man, 57 år, genomgick MR-undersökning av bäcken och ländrygg under EKG-övervakning. EKG-elektroder, kablar och övervakningsutrustning som användes var MR-säkra. En narkosläkare var i undersökningsrummet under undersökningen för att övervaka patienten. Först undersöktes bäckenet, sedan ländryggen. En stund in i undersökningen av ländryggen ropade patienten på hjälp. Narkosläkaren såg en eldsflamma i patientens skjorta som han släckte med händerna. Patienten togs ut ur tunneln och undersöktes. Han utvecklade andra- till tredje gradens brännskador där EKG-elektroderna satt. Det noterades också att han svettades och därigenom hade galvanisk kontakt (som kan leda till att ”kontaktelektricitet” uppstår) med stödkudden. Patienten hade mycket ont. Det låg smälta plastbitar på filten och patientens skjorta och det hade bränts hål i skjortan. Klämmorna på EKG-kablarna hade smält och deformerats. Patienten återhämtade sig från sin sjukdom och denna händelse och skrevs hem efter åtta veckor (37).

47-årig kvinna med bröstcancer, ryggsmärtor och konfusion gjorde MR hjärna och rygg. Hon fick lugnande medel inför undersökningen. En bit in i undersökningen fick hon sänkt syrgasmättnad och skulle tas ut ur tunneln. Patientens läkare körde in en stor syrgastub i rummet. Syrgastuben drogs plötsligt mot magneten och fastnade vid tunneln. Personalen flyttade sig snabbt och undkom med blåmärken på armen. För att få ut patienten gjordes en quench och efter två minuter kunde patienten tas ut och behandlas med syrgas. Hon återhämtade sig snabbt från händelsen och fick inga bestående skador. Olyckan orsakade stora skador på magnetkameran, dyrbar reparation och verksamhetsstopp i 34 timmar (38).

Narkospersonal förberedde utrustning för sövning av patient i samband med MR-undersökning. En MR-villkorlig ventilator placerades för nära magnetfältet med olåsta hjul. Ventilatorn drogs plötsligt till magneten, lyftes upp och fastnade. Ingen människa blev skadad, men ventilatorn fick skruvas sönder och de kraftigt magnetiska batterierna plockas bort innan det gick att ta loss ventilatorn från magneten (39).

En 7-årig pojke undersöktes för krampanfall med MR hjärna. Patienten var sövd och larynxmask användes. Radiologen som tolkade bilderna och skrev röntgensvar kände inte till att patienten hade larynxmask och tolkade artefakter från masken som möjlig missbildning. Patienten fick göra undersökning av matstrupen i onödan (40).

SKADOR RELATERADE TILL LÄGE

En 61-årig man genomgick MR ländrygg för att utreda ryggsmärtor. Han var sövd på grund av klaustrofobi. Efter undersökningen klagade han över smärta i handleden där ett

patientidentifikationsband satt. Dagen efter fick handleden opereras akut på grund av problem med nerver och muskler i handled och underarm. De inre skadorna såg ut som elektriska brännskador. Patienten utvecklade även andra- och tredje gradens brännskador i huden. Efter hemgång fick han poliklinisk behandling av handen och funktionen förbättrades gradvis (41).

31-årig man genomgick MR ländrygg för att utreda ryggsmärtor. I samband med undersökning fick patienten tredje gradens brännskada i höger hand och i bäckenområdet på grund av hud- mot hudkontakt. Patienten fick inga bestående men (42).

En 48-årig man som tidigare hade diskbråck i halsryggen skulle undersökas med MR. Hans nacke sträcktes när huvudet placerades i en huvudspole inför undersökningen. Efter 15 minuter fick undersökningen avbrytas eftersom patienten hade ont. När han skulle gå ner från bordet, kunde han inte röra sina ben. Han hade fått dubbelsidig förlamning på grund av diskbråck i halsryggen. Akut operation gjordes och efter tre veckor kunde han gå utan hjälp och skrevs ut från sjukhuset. Förlorad känsel i fotsulan kvarstod (43).

En 71-årig man som var opererad mot förträngning i ryggmärgskanalen i halsen blev behandlad med en dekompression i ländryggen och skulle genomgå MR-undersökning. Han fick avbryta första försöket på grund av smärtor i ryggen. Senare gjorde han om undersökningen under narkos. Han blev liggande på rygg i sammanlagt tre timmar under undersökningen och under efterföljande uppvaknande från narkosen. Vid uppvaknandet var han markant svagare i båda benen samt drabbades av urinretention. Hans spinala stenosis hade förvärrats i samband med MR-undersökningen och han fick genomgå akut operation med dekompression av stenosis i ländryggen (44).

SKADOR RELATERADE TILL PATIENT OCH NÄRSTÅENDE

En man på 55 år med lungcancer skulle göra MR ländrygg för att undersöka om han hade metastaser. Patientens son skulle vara med i undersökningsrummet. Sonen glömde att ta av sig sin jacka i vilken han hade en pistol. När han kände pistolen dras mot magneten tog han av sig jackan som flög till magneten och fastnade. Jackan och pistolen kunde försiktigt dras loss utan att utrustning eller människor kom till skada (45).

I en fallbeskrivning beskrivs en 49-årig man skulle genomgå MR hjärna. Några sekunder in i undersökningen upptäcktes att han hade en implanterad defibrillator (ICD) och undersökningen avbröts. Patienten noterade ingen smärta eller behandling av ICD:n. Vid utvärdering av ICD:ns funktioner konstaterades att inställningarna ändrats och dessa gick inte att återställa. Patienten fick övervakas på en intensivvårdsavdelning och ICD:n byttes mot en ny dagen efter. Vid analys av patientens borttagna ICD konstaterades att programmeringen hade återgått till fabriksinställningar samt att stora delar av minnet var förstört (46).

DISKUSSION

METODDISKUSSION

Vid den inledande sökningen kring intresseområdet MR-säkerhet hittades flera översiktsartiklar samt regler och rekommendationer kring MR-säkerhet. I samma sökningar hittades fallbeskrivningar då patienter hade blivit skadade. Intresse väcktes då av att analysera de fall där patienter blivit skadade trots att det finns tydliga regler för hur MR-undersökningar ska utföras på ett säkert sätt. Fallbeskrivningarna innehåller inga kvantitativa data i form av siffror, utan beskrivningar av en händelse, vilket ledde till valet av analysmetod. Induktiv ansats användes, men eftersom analysenheterna bestod av beskrivningar av händelser så var möjligheterna till tolkning begränsade (24).

Tillförlitligheten och överförbarheten av arbetet påverkas av att inga fallbeskrivningar från Sverige hittades under sökningen och att samtliga fall kom från universitets- och specialistsjukhus.

Vid en utförlig sökning av fallbeskrivningar kring MR-relaterade skador under tio års tid finner vi väldigt få rapporter. Detta talar för att allvarliga olyckor är ovanliga. De flesta olyckor som beskrivs har inträffat på stora institutioner med stor erfarenhet. Tillbudet har i vissa fall skett trots att rekommendationer och riktlinjer har följts. Detta medför att man ska vara medveten om att inga undersökningar är ofarliga, vilket även patienten bör informeras om och det ska alltid finnas en indikation för att genomföra undersökningen.

RESULTATDISKUSSION

Resultatet visade att det flesta fallbeskrivningar belyste skador relaterad till MR-undersökningen. Tidigare forskning visade att flest skador uppkom på grund av uppvärmning av det radiofrekventa fältet, förändrade funktioner av medicinska implantat och oljudet (11). I fyra av de beskrivna fallen finns det brister vad gäller undersökning av patienter som har inopererad medicinsk apparatur såsom ICD, inopererad djup hjärnstimulator, cochleaimplantat och shunt (30,33,34,46). Dessa fall belyser vikten av att röntgensjuksköterskan håller sig uppdaterad om nya implantat för att garantera patientsäker vård.

I fallet med den intrakraniella tryckgivaren som smälte och orsakade hjärnskador (31) följdes inte tillverkarens rekommendationer angående placering av kabeln och inställningar under MR-undersökningen. Detsamma gällde patienten med inopererad djup hjärnstimulator (30). Tillverkarens rekommendationer måste följas för patienterna som har inopererade implantat för att undvika skador och olyckor. Patienter som själva inte kan förmedla information om att det finns något inopererat implantat i kroppen kan undersökas med konventionell röntgen.

Öronproppar och hörselkåpor kan användas för att för att minimera risken för skador på patientens hörsel. Risken för hörselskador ökar med högre magnetfältstyrka. Mannen som fick bestående tinnitus (35) hade troligen sluppit lidande om han använt både öronproppar och hörselkåpor under undersökningen.

Fallet med den lilla flickan som sövdes och fick hypertermi under MR-undersökningen (36) belyser röntgensjuksköterskans viktiga roll som den som ska informera övrig vårdpersonal om MR-undersökningens effekter. Narkospersonalen hade enligt sina rutiner lagt en varm filt på barnet. Röntgensjuksköterskan måste i fall som detta upplysa eller påminna om det radiofrekventa fältets uppvärmande egenskap. Vid MR-undersökningen är det röntgensjuksköterskan som har störst kunskap kring metodens utförande och effekter. Hon/han har en viktig uppgift i att informera patienten, medföljande anhöriga samt personal som inte är MR-utbildad, till exempel narkospersonal.

All utrustning som används i MR-rummet måste vara tillverkad av icke magnetiskt material och tydligt märkt med skyltar som visar att den är MR-säker. Kontroll av all medicinsk utrustning som tas in i MR-rummet och dess lämplighet i MR-miljön är obligatorisk. MR-villkorliga apparater måste placeras på ett säkert avstånd från magnetkameran. Detta avstånd anges av tillverkaren. Om tillverkaren anger att ett implantat är säkert att använda med hög magnetfältstyrka är det inte självklart att det är säkert om man gör undersökningen med lägre magnetfältstyrka. Kablar får inte vara i direkt kontakt med patientens hud (6).

I några fall har misstag begåtts eller rekommendationer inte följts. Fyra av de analyserade fallbeskrivningarna beskriver händelser då olyckor skedde på grund av felaktig hantering av medicinsk utrustning (36,38-40). Två olyckor orsakades av personal som inte hade utbildning i MR-säkerhet (38,39). I fallet där narkospersonal förberedde sövning av en patient låstes inte hjulen på ventilatorställningen som rekommenderat (39). Det lilla barnet som blev brännskadat så att armen fick amputeras hade en MR-farlig pulsoximeter i en loop runt handleden (36). Röntgensjuksköterska ska vara vaksam och värna om patientens säkerhet (20). Beslut om en MR-undersökning ska göras tas av läkare, men röntgensjuksköterskan kan bidra till patientens säkerhet genom att ifrågasätta beslut om hon/han anser att det finns skäl till det. Utbildning i MR-säkerhet för sjukvårdspersonal som medverkar i MR-undersökningar är viktig.

Dokumentation av undersökningen är en viktig uppgift för röntgensjuksköterskan. Pojken som fick göra extra undersökningar av matstrupen eftersom radiologen inte visste att pojken hade en larynxmask (40) kanske hade sluppit detta om röntgensjuksköterskan dokumenterat larynxmasken.

Röntgensjuksköterskan ska vara noggrann och lyhörd vid positionering av patienten på MR-britsen. Eftersom undersökningen i allmänhet tar 30 minuter eller mer så är det viktigt att patienten ligger bekvämt. Den långa undersökningstiden kan medföra att patienter med tidigare ryggsador får förvärrade problem under tiden på britsen i ryggläge (43,44). Hud- mot hudkontakt ska undvikas då det kan leda till brännskador (44).

Det ovanliga fallet då en anhörig av misstag tog med en pistol in i MR-rummet (45) belyser vikten av att röntgensjuksköterskan försäkras sig om att inga MR-farliga material tas med in i undersökningsrummet. Risken för detta ökar i stressade situationer som då en patient behövde snabb syrgastillförsel och en läkare tog in en vanlig

syrgastub i MR-rummet (38). Röntgensjuksköterskan ska kontrollera patienter, besökare och vårdpersonal och checklistor ska användas för att garantera säkerheten (6). Flera fall beskrev händelser som orsakades av bristande kontroll av patienter, anhöriga och utrustning (36,38,39,45,46).

Fyra av de analyserade fallbeskrivningarna beskriver händelser då patienter varit sövda eller medvetlösa (31,36,41,44). Dessa händelser belyser vikten av extra uppmärksamhet från röntgensjuksköterskan kring elektriskt ledande kablar, implantat samt patientens läge vid undersökning av patienter som inte själva kan kommunicera. Lugnande läkemedel eller stark smärtlindring bidrar också till krav på skärpt uppmärksamhet från röntgensjuksköterskan angående patientens hälsotillstånd och eventuella bieffekter av MR-undersökningen.

Eftersom inget fall från Sverige hittades under litteratursökningen inför detta arbete så anser vi det skulle vara av intresse att forska om olyckor och tillbud som sker i Sverige, för att kartlägga hur säkerhetsrutiner och riktlinjer följs och därigenom lära mer om MR-säkerhet under svenska förhållande. I Sverige är sjukvårdspersonalen skyldig att anmäla händelser till Socialstyrelsen då patienter blivit skadade (14), så material till en sådan studie borde finnas.

Genom analysen blev vi mer medvetna om att det finns risker för patienter vid MR-undersökning. Resultat och resultatdiskussion belyste tydligt faktorer som lett till vårdskador. Röntgensjuksköterskan kan minska risken för patientskador genom att kontinuerligt tillägna sig ny kunskap inom området MR-teknik och -säkerhet, vara extra vaksam vid undersökning av sövda patienter samt informera och utbilda vårdpersonal som tillfälligt vårdar patienter i MR-miljö.

SLUTSATS

Fallbeskrivningarna påvisar risker med MR-undersökning. Resultatet visar att det är väldigt viktigt att röntgensjuksköterskan följer riktlinjer och regler för att undvika olyckor och tillbud. Röntgenpersonal har skyldighet att informera patienten om risker i samband med undersökningen och arbeta för att vården skall vara god och av bra kvalitet. Kommunikation mellan patient, röntgensjuksköterska och övrig sjukvårdspersonal är väsentlig och måste vara tydlig för att undvika missförstånd som kan leda till vårdskador.

IMPLIKATIONER FÖR RADIOGRAFI

Röntgensjuksköterskan kan minska risken för olyckor och tillbud i samband med MR-undersökningar genom att:

- Noggrant kontrollera patienter, anhöriga och personal så att inget olämpligt material kommer in i undersökningsrummet.
- Förse patienter med bra hörselskydd.
- Vara extra noggrann och vaksam vid undersökning av sövda patienter och patienter som av andra skäl har försämrade förmåga att känna och/eller förmedla smärta.

- Delta i återkommande utbildning i MR-säkerhet och därigenom hålla sig uppdaterad om ny utrustning och medicinska implantat.
- Tydligt kommunicera sina kunskaper om säkerhet och risker i samband med MR till övrig sjukvårdspersonal.
- Följa övriga riktlinjer för MR-säkerhet.

REFERENSER

1. Berglund E, Jönsson B-A. Medicinsk fysik. Lund: Studentlitteratur; 2007.
2. Aspelin P, Pettersson H. Radiologi. Lund: Studentlitteratur; 2008.
3. Oecd-ilibrary.org [Internet]. Magnetic resonance imaging units, total. Paris: Organisation for Economic Cooperation and Development (OECD); 2012 [updated 2013 Mar 16; cited 2013 Mar 16]. Available from: <http://www.oecd-ilibrary.org/sites/magresimaging-table-2012-1-en/index.html?contentType=&itemId=/content/table/magresimaging-table-2012-1-en&containerItemId=/content/table/magresimaging-table-2012-1-en&accessItemIds=&mimeType=text/html>.
4. Westbrook C, Kaut-Roth C, Talbot J. MRI in practice. Chichester, West Sussex: Wiley-Blackwell; 2011.
5. Ehrlich RA, Daly JA. Patient care in radiography : with an introduction to medical imaging. St. Louis, Mo.: Mosby Elsevier; 2009.
6. Expert Panel on MRS, Kanal E, Barkovich AJ, Bell C, Borgstede JP, Bradley WG, et al. ACR guidance document on MR safe practices: 2013. J Magn Reson Imaging. 2013;37(3):501-30.
7. Farling PA, Sury M, Thornton J, Wilson SR, Flynn PA, Darwent G, et al. Safety in magnetic resonance units: an update. Anaesthesia. 2010;65(7):766-70.
8. Mrisafety.com [Internet]. Los Angeles, CA: Institute for Magnetic Resonance Safety, Education and Research (IMRSER); 2012 [updated 2013 Mar 16; cited 2013 Mar 16]. Available from: <http://www.mrisafety.com/>.
9. ECRI.org [Internet]. Patient Death Illustrates the Importance of Adhering to Safety Precautions in Magnetic Resonance Environments. Plymouth Meeting, PA: ECRI Institute; 2001 [updated 2013 Mar 16; cited 2013 Mar 16]. Available from: http://www.ecri.org/Documents/Patient_Safety_Center/hazard_MRI_080601.pdf
10. American College of Radiology. White Paper on MR Safety. Am J Roentgenol. 2002;178(6):1335-47.
11. De Wilde JP, Grainger D, Price DL, Renaud C. Magnetic resonance imaging safety issues including an analysis of recorded incidents within the UK. Progress in Nuclear Magnetic Resonance Spectroscopy. 2007;51(1):37-48.
12. Crook N, Robinson L. A review of the safety implications of magnetic resonance imaging at field strengths of 3 Tesla and above. Radiography. 2009;15(4):351-6.
13. Hartwig V, Giovannetti G, Vanello N, Lombardi M, Landini L, Simi S. Biological effects and safety in magnetic resonance imaging: a review. Int J Environ Res Public Health. 2009;6(6):1778-98.

14. Patientsäkerhetslag (SFS 2010:659). Stockholm: Socialdepartementet.
15. Kajermo KN, Wallin L. Patientsäkerhet. In: Ehrenberg A, Wallin L, editors. Omvårdnadens grunder. Ansvar och utveckling. Lund: Studentlitteratur; 2009. p. 371-401.
16. Socialstyrelsens föreskrifter och allmänna råd om anmälningsskyldighet enligt Lex Maria (SOSFS 2005: 28). Socialstyrelsen.
17. Hälso- och sjukvårdslag (1982: 763). Stockholm: Socialdepartementet.
18. Socialstyrelsens föreskrifter om ledningssystem för kvalitet och patientsäkerhet i hälso- och sjukvården (SOSFS 2005:12). Stockholm: Socialstyrelsen.
19. Strålskyddslag (1988:220). Stockholm: Miljödepartementet.
20. Kompetensbeskrivning för legitimerad röntgensjuksköterska [Internet]. Svensk Förening För Röntgensjuksköterskor; 2011 [cited 2013 Mar 16]. Available from: <http://www.swedrad.com/images/stories/kompetensbeskrivning/20110912kompetensbeskrivning.pdf>
21. Nyberg R, Tidström A. Skriv vetenskapliga uppsatser, examensarbeten och avhandlingar. Lund: Studentlitteratur; 2012.
22. Friberg F. Dags för uppsats: vägledning för litteraturbaserade examensarbeten. Lund: Studentlitteratur; 2012.
23. Granskär M, Höglund-Nielsen B. Tillämpad kvalitativ forskning inom hälso- och sjukvård. Lund: Studentlitteratur; 2008.
24. Graneheim UH, Lundman B. Qualitative content analysis in nursing research: concepts, procedures and measures to achieve trustworthiness. *Nurse Education Today*. 2004 2//;24(2):105-12.
25. Taylor RB. Medical Writing [Elektronisk resurs] : A Guide for Clinicians, Educators, and Researchers. New York, NY: Springer New York; 2011.
26. Vandenbroucke JP. Case reports in an evidence-based world. *J R Soc Med*. 1999;92(4):159-63.
27. Greenhalgh T. Att läsa vetenskapliga artiklar och rapporter: grunden för en evidensbaserad vård. Lund: Studentlitteratur; 2012.
28. BMJ Case Reports-Instructions for authors. [homepage on the Internet]. 2011 [cited 2013 Apr 7]. Available from: <http://casereports.bmj.com/site/about/guidelines.xhtml#patientconsent>.
29. Ross. Tattoo-Induced Skin "Burn" During Magnetic Resonance Imaging in a Professional Football Player: A Case Report. *Sports Health*. 2011;3(5):431-4.

30. Henderson J, Tkach J, Phillips M, Baker K, Shellock FG, Rezai AR. Permanent Neurological Deficit Related to Magnetic Resonance Imaging in a Patient with Implanted Deep Brain Stimulation Electrodes for Parkinson's Disease: Case Report. *Neurosurgery*. 2005;57(5):E1063.
31. Tanaka R, Yumoto T, Shiba N, Okawa M, Yasuhara T, Ichikawa T, et al. Overheated and melted intracranial pressure transducer as cause of thermal brain injury during magnetic resonance imaging. *J Neurosurg*. 2012;117(6):1100-9.
32. Kussman BD, Mulkern RV, Holzman RS. Iatrogenic hyperthermia during cardiac magnetic resonance imaging. *Anesth analg*. 2004;99(4):1053-5.
33. Jeon JH, Bae MR, Chang JW, Choi JY. Reversing the polarity of a cochlear implant magnet after magnetic resonance imaging. *Auris nasus larynx*. 2012;39(4):415-7.
34. Watanabe A, Seguchi T, Hongo K. Overdrainage of cerebrospinal fluid caused by detachment of the pressure control cam in a programmable valve after 3-tesla magnetic resonance imaging. *J Neurosurg*. 2010;112(2):425-7.
35. Govindaraju R, Omar R, Rajagopalan R, Norlisah R, Kwan-Hoong N. Hearing loss after noise exposure. *Auris Nasus Larynx*. 2011;38(4):519-22.
36. Haik J, Daniel S, Tessone A, Orenstein A, Winkler E. MRI induced fourth-degree burn in an extremity, leading to amputation. *Burns*. 2009;35(2):294-6.
37. Kugel H, Bremer C, Puschel M, Fischbach R, Lenzen H, Tombach B, et al. Hazardous situation in the MR bore: induction in ECG leads causes fire. *Eur Radiol*. 2003;13(4):690-4.
38. Colletti PM. Size "H" oxygen cylinder: Accidental MR projectile at 1.5 Tesla. *J Magn Reson Imaging*. 2004;19(1):141-3.
39. Greenberg KLZ, Weinreb J, Shellock FG. "MR conditional" respiratory ventilator system incident in a 3-T MRI environment. *Magn Reson Imaging*. 2011;29(8):1150-4.
40. Schieble T, Patel A, Davidson M. Laryngeal mask airway (LMA) artefact resulting in MRI misdiagnosis. *Ped Radiol*. 2008;38(3):328-30.
41. Jacob ZC, Tito MF, Dagum AB. MR imaging-related electrical thermal injury complicated by acute carpal tunnel and compartment syndrome: case report. *Radiology*. 2010;254(3):846-50.
42. Eising EG, Hughes J, Nolte F, Jentzen W, Bockisch A. Burn injury by nuclear magnetic resonance imaging. *Clin Imaging*. 2010;34(4):293-7.
43. Kato Y, Nishida N, Taguchi T. Paraplegia caused by posture during MRI in a patient with cervical disk herniation. *Orthopedics*. 2010;33(6):448.
44. Kuramoto A, Chang L, Graham J, Holmes S. Lumbar spinal stenosis with exacerbation of back pain with extension: a potential contraindication for supine MRI with sedation. *J Neuroimaging*. 2011;21(1):92-4.

45. Mufti S, Sheikh MA, Hakim A, Mufti SA, Jan F. A "Near-Miss Lethal Accident Case" in MR Suit of a Tertiary Care Hospital. *Case Rep Radiol.* 2011;2011:4.

46. Fiek M, Remp T, Reithmann C, Steinbeck G. Complete loss of ICD programmability after magnetic resonance imaging. *Pacing Clin Electrophysiol.* 2004;27(7):1002-4.

BILAGA 1 LITTERATURSÖKNING

Databas	Datum	Sökord	Avgränsning	Antal träffar	Granskade	Slutligen valda studier	Referens
PubMed	130215	("magnetic resonance imaging/adverse effects") AND burn injury	full text available, 10 år, engelska	57	2	2	Jacob Z et al. (2010), Kuramoto A et al. (2011)
Cinahl		MRI AND burns	peer reviewed, 10 år	7	1	1	Haik J et al. (2009)
Pub-Med	130218	("magnetic resonance imaging/adverse effects") AND case report*	10 år, engelska, human	63	35	8	Fiek M et al. (2004), Govindaraju R et al. (2011), Jeon JH et al. (2012), Kato Y et al. (2010), Kugel H et al. (2003), Kussman BD et al. (2004), Tanaka R et al. (2012), Watanabe A et al. (2010)
Pub-Med		magnetic resonance imaging AND burn injury	full text available, 10 år	20	1	1	Eising EG et al. (2010)
Scopus		"magnetic resonance imaging" AND projectil*	10 år, engelska	68	5	2	Colletti PM (2004), Greenberg KZ et al. (2011)
Sekundär-sökning						4	Ross J et al. (2011), Schieble T et al. (2008), Mufti S et al. (2011), Henderson JM et al. (2005)

BILAGA 2

ANALYSERADE ARTIKLAR

Författare: Colletti PM

År: 2004

Titel: Size "H" Oxygen Cylinder: Accidental MR Projectile at 1.5 Tesla

Tidskrift: J Magn Reson Imaging

Land: USA

Fallbeskrivning: Patient skulle göra MR-undersökning där syrgastillförsel behövdes. Läkare körde in syrgastub i rummet och den drogs plötsligt mot magneten och fastnade vid tunneln. Olyckan orsakade stora skador på magnetkameran, dyrbar reparation och verksamhetsstopp i 34 timmar.

Författare: Eising EG, Hughes J, Nolte F, et al.

År: 2010

Titel: Burn injury by nuclear magnetic resonance imaging

Tidskrift: Clin Imaging

Land: Tyskland

Resultat: 31-årig man genomgick MR ländrygg. I samband med undersökningen fick patienten brännskada i höger hand och i bäckenområdet på grund av hud mot hudkontakt.

Författare: Fiek M, Remp T, Reithmann C, et al.

År: 2004

Titel: Complete Loss of ICD Programmability After Magnetic Resonance Imaging

Tidskrift: Pacing Clin Electrophysiol

Land: Tyskland

Fallbeskrivning: En 49-årig man genomgick MR hjärna utan att personalen visste att han hade en implanterad defibrillator (ICD). Vid utvärdering av ICD:ns funktioner konstaterades att inställningarna ändrats och ICD:ns minne var förstört.

Författare: Govindaraju R, Omar R, Rajagopalan R, et al.

År: 2011

Titel: Hearing loss after noise exposure

Tidskrift: Auris Nasus Larynx

Land: Malaysia

Fallbeskrivning: En 39-årig man gjorde en 3-T MR-undersökning av ryggen. Patienten fick en hörselnedsättning orsakad av högt ljud.

Författare: Greenberg KLZ, Weinreb J, Shellock FG

År: 2011

Titel: "MR conditional" respiratory ventilator system incident in a 3-T MRI environment

Tidskrift: Magn Reson Imaging

Land: USA

Fallbeskrivning: Narkospersonal hämtade in MR-villkorlig ventilator och placerade för nära magnetfältet med olåsta hjul. Ventilatorn drogs till magneten, lyftes upp och fastnade. Ingen människa blev skadad, men ventilatorn fick skruvas sönder.

Författare: Haik J, Daniel S, Tessone A, et al.

År: 2009

Titel: MRI induced fourth-degree burn in an extremity, leading to amputation

Tidskrift: Burns

Land: Israel

Fallbeskrivning: Ett spädbarn genomgick MR-undersökning för att undersöka ryggmärgsbråck. Barnet var sövt. Runt handleden hade barnet en kabel och två elektroder. Undersökningen orsakade fjärde gradens brännskada i området. Armen behövde amputeras.

Författare: Henderson JM, Tkach J, Phillips M, et al.

År: 2005

Titel: Permanent Neurological Deficit Related to Magnetic Resonance Imaging in a Patient with Implanted Deep Brain Stimulation Electrodes for Parkinson's Disease: Case Report

Tidskrift: Neurosurgery

Land: USA

Fallbeskrivning: En 56-årig man hade en inopererad djup hjärnstimulator och genomgick MR ländrygg. Efter undersökningen rapporterades förlust av känsel och patienten fick en högersidig försvagning och afasi.

Författare: Jacob ZC, Tito MF, Dagum AB

År: 2010

Titel: MR Imaging-related Electrical Thermal Injury Complicated by Acute Carpal Tunnel and Compartment Syndrome

Tidskrift: Radiology

Land: USA

Fallbeskrivning: En 61-årig man genomgick MR ländrygg. Han var sövd på grund av klaustrofobi. Efter undersökningen klagade han över smärta i handleden där ett patientidentifikationsband satt. Patienten fick andra- och tredje gradens brännskador i huden och behövde akut operation.

Författare: Jeon JH, Bae MR, Chang JW, et al.

År: 2012

Titel: Reversing the polarity of a cochlear implant magnet after magnetic resonance imaging

Tidskrift: Auris Nasus Larynx

Land: Korea

Fallbeskrivning: En kvinna hade inopererat cochleaimplantat (hörselhjälpmedel) och genomgick MR-undersökning av ryggen. Under undersökningen fick hon ont och obehagskänslor. Magnetfältet orsakade att implantatet vände sig.

Författare: Kato Y, Nishida N, Taguchi T.

År: 2010

Titel: Paraplegia Caused By Posture During MRI in a Patient With Cervical Disk Herniation

Tidskrift: Orthopedics

Land: Japan

Fallbeskrivning: En 48-årig man hade diskbråck i halsryggen och skulle undersökas med MR. Hans nacke sträcktes när huvudet placerades i en huvudspole inför undersökningen. Efteråt kunde patienten inte gå ner från bordet eller röra sina ben. Han hade fått dubbelsidig förlamning på grund av diskbråck i halsryggen.

Författare: Kugel H, Bremer C, Püschel M, et al.

År: 2003

Titel: Hazardous situation in the MR bore: induction in ECG leads causes fire

Tidskrift: Eur Radiol

Land: Tyskland

Fallbeskrivning: En man genomgick MR-undersökning av bäcken och ländrygg under EKG-övervakning. EKG-elektroder, kablar och övervakningsutrustning som användes var MR-säkra. Klämmorna fattade eld och patient fick andra- till tredje gradens brännskador där EKG-elektroderna satt.

Författare: Kuramoto A, Chang L, Graham J et al.

År: 2009

Titel: Lumbar Spinal Stenosis with Exacerbation of Back Pain with Extension: A Potential Contraindication for Supine MRI with Sedation

Tidskrift: J Neuroimaging

Land: USA

Fallbeskrivning: En 71-årig man skulle genomgå MR-undersökning i narkos. Efteråt blev patienten markant svagare i båda benen samt drabbades av urinretention. Hans spinala stenos hade förvärrats i samband med undersökningen och han fick genomgå akut operation med dekompression av stenos i ländryggen.

Författare: Kussman BD, Mulkern RV, Holzman RS

År: 2004

Titel: Iatrogenic Hyperthermia During Cardiac Magnetic Resonance Imaging

Tidskrift: Anesth Analg

Land: USA

Fallbeskrivning: En flicka på 16 månader sövdes inför en MR-undersökning av hjärtat. Efter undersökningen var hon takykard och hade förhöjd kroppstemperatur.

Författare: Mufti S, Sheik MA, Hakim A, et al.

År: 2011

Titel: A "Near-Miss Lethal Accident Case" in MR Suit of at Tertiary Care Hospital

Tidskrift: Case Rep Radiol

Land: Indien

Fallbeskrivning: En man på 55 år skulle göra MR ländrygg och hans son skulle vara med. Sonen glömde en pistol i jackfickan. Pistolen drogs mot magnetfältet. Ingen skadades.

Författare: Ross JR, Matava MJ

År: 2011

Titel: Tattoo-Induced Skin "Burn" During Magnetic Resonance Imaging in a Professional Football Player: A Case Report

Tidskrift: Sports Health

Land: USA

Fallbeskrivning: En 24-årig man genomgick MR höft och bäcken. Patienten fick ont samt blev röd och svullen runt svarta tatueringar över båda knäna.

Författare: Schieble T, Patel A, Davidsson M.

År: 2007

Titel: Laryngeal mask airway (LMA) artefact resulting in MRI misdiagnosis

Tidskrift: Ped Radiol

Land: USA

Fallbeskrivning: En 7-årig pojke undersöktes med MR hjärna. Patienten var sövd och larynxmask användes. Radiologen kände inte till att patienten hade larynxmask och tolkade artefakter från masken som möjlig missbildning. Onödiga matstrupsundersökningar gjordes.

Författare: Tanaka R, Yumoto T, Shiba N, et al.

År: 2012

Titel: Overheated and melted intracranial pressure transducer as cause of thermal brain injury during magnetic resonance imaging

Tidskrift: J Neurosurg

Land: Japan

Fallbeskrivning: En 20-årig man fick hjärnskada på grund av överhettad och smält intrakraniell tryckgivare under MR-undersökning. Skadan orsakades av radiofrekvent strålning och uppvärmning i hjärnan.

Författare: Watanabe A, Seguchi T, Hongo K.

År: 2010

Titel: Overdrainage of cerebrospinal fluid caused by detachment of the pressure control cam in a programmable valve after 3-tesla magnetic resonance imaging

Tidskrift: J Neurosurg

Land: Japan

Fallbeskrivning: En 72-årig kvinna hade ett inopererat shuntsystem. Efter en MR-undersökning av ländryggen fick kvinnan huvudvärk, nackvärk och yrsel. Shuntsystemet blev skadat i samband med undersökningen och slutade fungera.
