



Mahidol University
Faculty of Medicine Ramathibodi Hospital

แนวทางการความปลอดภัย
การใช้เครื่องตรวจด้วยสนามแม่เหล็กไฟฟ้าแรงสูง (MRI Safety)

PATOMPONG POLHARN

Department of Radiology, Faculty of Medicine Ramathibodi Hospital

Mahidol University, Bangkok Thailand



CONTENTS

MRI Safety

1. หลักการทำงานพื้นฐานของเครื่องเอ็มอาร์ไอ
2. หลักความปลอดภัยในการใช้เครื่องเอ็มอาร์ไอ
 - สนามแม่เหล็กหลัก (Main magnetic field, B_0)
 - สนามแม่เหล็กเกรเดียนท์ (Gradient magnetic field)
 - คลื่นวิทยุ (Radiofrequency wave)
3. MRI Safety zone
4. การทำงานในพื้นที่ MRI ขณะเกิดเหตุฉุกเฉิน



Basic Principle of MRI

MRI Safety

ชนิดของแม่เหล็กที่ใช้ใน MRI

- Resistive Magnet
- Permanent Magnet
- Superconducting Magnet



Basic Principle of MRI

MRI Safety

ชนิดของเครื่อง MRI



MRI Close Bore



MRI Open Bore



Upright MRI

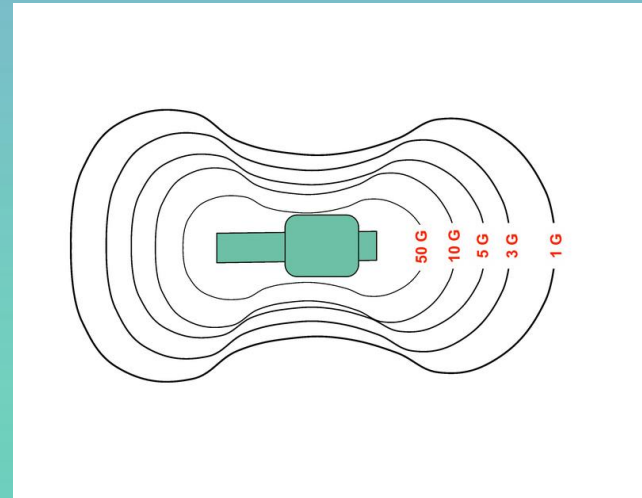


Basic Principle of MRI

MRI Safety



Philips Ingenia 3.0 Tesla



แนวเส้นแรงของสนามแม่เหล็ก

- ตามธรรมชาติสิ่งมีชีวิตบนโลกจะอยู่ภายใต้อิทธิพลของสนามแม่เหล็กโลก ความเข้มเฉลี่ยประมาณ 0.5 gauss (1 Tesla = 10,000 gauss)



Basic Principle of MRI

MRI Safety

แม่เหล็กดูตรงแค่ไหน?

สนามแม่เหล็ก	ความแรงของสนามแม่เหล็ก
สนามแม่เหล็กของโลก	0.00005 Tesla (0.5 Gauss)
แท่งแม่เหล็กเล็ก ๆ	0.01 Tesla (100 Gauss)
จุดดับบนดวงอาทิตย์	0.15 Tesla (1500 Gauss)
แม่เหล็ก NIB (ไนโอมีเบียม)	0.20 Tesla (2000 Gauss)
แม่เหล็กไฟฟ้าขนาดใหญ่ (MRI)	3.0 Tesla (30,000 Gauss)
สนามแม่เหล็กในห้องทดลอง	10 Tesla (100,000 Gauss)

Ref: <https://legatool.com/wp/76/>



MRI Safety Guidelines

MRI Safety

ตระหนักไว้เสมอว่า เรากำลังทำงานกับ

“สนามแม่เหล็กแรงสูงและเปิดอยู่ตลอดเวลา”



MRI Safety Guidelines

MRI Safety

สนามแม่เหล็กหลัก (Main magnetic field, B_0)





MRI Safety Guidelines

MRI Safety

Man dies after being sucked into MRI scanner at Indian hospital

Man was carrying oxygen cylinder which was pulled by machine's magnetic force and then thought to have punctured



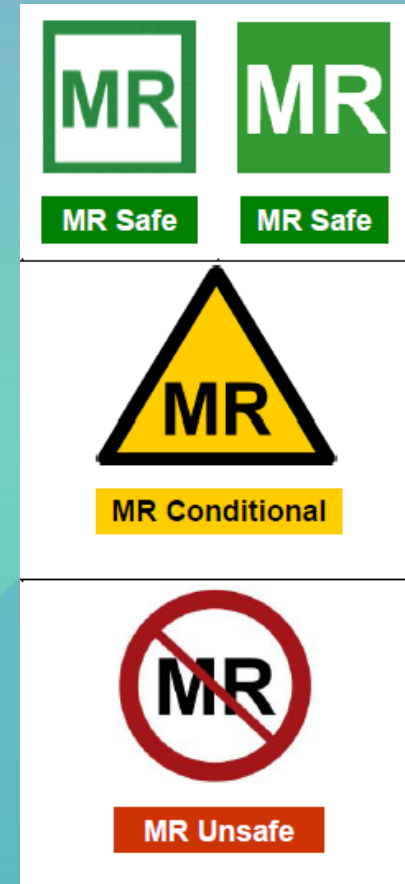
▲ An MRI scanner. An Indian man died in a freak accident in which an oxygen tank he was carrying was sucked into an MRI at a hospital in Mumbai, police said. Photograph: Gary Calton for the Observer



MRI Safety Guidelines

MRI Safety

- การให้ความรู้เรื่องอันตรายจากสนามแม่เหล็กหลักเป็นสิ่งจำเป็นอย่างมาก
- ไม่เฉพาะเจ้าหน้าที่ MRI เท่านั้น แต่รวมถึงพยาบาล ผู้ช่วย แม่บ้าน เจ้าหน้าที่หน่วยดับเพลิง เป็นต้น
- การทำเครื่องหมาย หรือป้าย สัญญาณเตือน ต้องมีอย่างชัดเจน





MRI Safety Guidelines

MRI Safety

Q: สำหรับคนทำงานหรือคนไข้จะได้รับผลกระทบจากสนามแม่เหล็ก ความเข้มสูงหรือไม่ อย่างไร?

- มีการศึกษาเกี่ยวกับผลกระทบทางชีวภาพของการอยู่ภายใต้สนามแม่เหล็ก ความเข้มสูงระยะสั้น สรุปว่า “ไม่มีผลกระทบทางชีวภาพที่เป็นอันตราย”
- มีการศึกษาโดยให้ผู้ได้รับการทดลองอยู่ภายใต้สนามแม่เหล็กที่มีความเข้ม 1.5 และ 4 เทสลา พบว่า มีรายงานถึงอาการ “เวียนศีรษะ มีเสียงในหู อาเจียน ซา ในผู้รับการทดลองที่สนามแม่เหล็กที่มีความเข้ม 4 เทสลา”



MRI Safety Guidelines

MRI Safety

อาการที่อาจจะเกิดขึ้นได้เมื่ออยู่ภายใต้สนามแม่เหล็กความเข้มสูง

- วิงเวียน (Mild vertigo)
- ปวดหัว (Headaches)
- คลื่นไส้ (Nausea)
- Magnetophosphenes
- Metallic taste in mouth



MRI Safety Guidelines

MRI Safety

Q: สำหรับผู้ป่วยตั้งครรภ์ (Pregnant woman) ที่จำเป็นต้องได้รับการตรวจเอ็มอาร์ไอจะได้รับผลกระทบจากสนามแม่เหล็กความเข้มสูงหรือไม่ อย่างไร?

ACR 2013 guidelines

- Pregnant patients can be accepted to undergo MRI scan at ANY STAGE OF PREGNANCY.
- MR CONTRAST AGENT SHOULD NOT routinely provided to pregnant patients. The decision to be made also by level 2 attending radiologist



MRI Safety Guidelines

MRI Safety

Q: สำหรับคนทำงานที่ตั้งครรภ์ (Pregnant staff) ที่ต้องทำงานที่มีความเกี่ยวข้องกับเครื่องเอ็มอาร์ไอจะได้รับผลกระทบจากสนามแม่เหล็กความเข้มสูงหรือไม่ อย่างไร?

ACR 2013 guidelines

- Patient healthcare practitioners are permitted to work in and around the MR environment throughout ALL STAGES OF PREGNANCY.
- Acceptable activities include
 - Positioning the patients, scanning, archiving, injecting contrast
 - Entering MRI room in response of emergency

Association Between MRI Exposure During Pregnancy and Fetal and Childhood Outcomes FREE

Joel G. Ray, MD, MSc, FRCPC^{1,2,3,5}; Marian J. Vermeulen, BScN, MHSc^{2,3}; Aditya Bharatha, MD, FRCPC^{3,4}; Walter J. Montanera, MD, FRCPC^{3,4}; Allison L. Park, MSc^{2,5}

[+] Author Affiliations

JAMA. 2016;316(9):952-961. doi:10.1001/jama.2016.12126.

Text Size: [A](#) [A](#) [A](#)

[Article](#) [Figures](#) [Tables](#) [Supplemental Content](#) [References](#)

ABSTRACT

[ABSTRACT](#) | [INTRODUCTION](#) | [METHODS](#) | [RESULTS](#) | [DISCUSSION](#) | [CONCLUSIONS](#) | [ARTICLE INFORMATION](#) | [REFERENCES](#)

Importance Fetal safety of magnetic resonance imaging (MRI) during the first trimester of pregnancy or with gadolinium enhancement at any time of pregnancy is unknown.

Conclusions and Relevance Exposure to MRI during the first trimester of pregnancy compared with nonexposure was not associated with increased risk of harm to the fetus or in early childhood. Gadolinium MRI at any time during pregnancy was associated with an increased risk of a broad set of rheumatological, inflammatory, or infiltrative skin conditions and for stillbirth or neonatal death. The study may not have been able to detect rare adverse outcomes.

inflammatory, or infiltrative skin conditions from birth were identified.

Results Of 1 424 105 deliveries (48% girls; mean gestational age, 39 weeks), the overall rate of MRI was 3.97 per 1000 pregnancies. Comparing first-trimester MRI (n = 1737) to no MRI (n = 1 418 451), there were 19 stillbirths or deaths vs 9844 in the unexposed cohort (adjusted relative risk [RR], 1.68; 95% CI, 0.97 to 2.90) for an adjusted risk difference of 4.7 per 1000 person-years (95% CI, -1.6 to 11.0). The risk was also not significantly higher for congenital anomalies, neoplasm, or vision or hearing loss. Comparing gadolinium MRI (n = 397) with no MRI (n = 1 418 451), the hazard ratio for NSF-like outcomes was not statistically significant. The broader outcome of any rheumatological, inflammatory, or infiltrative skin condition occurred in 123 vs 384 180 births (adjusted HR, 1.36; 95% CI, 1.09 to 1.69) for an adjusted risk difference of 45.3 per 1000 person-years (95% CI, 11.3 to 86.8). Stillbirths and neonatal deaths occurred among 7 MRI-exposed vs 9844 unexposed pregnancies (adjusted RR, 3.70; 95% CI, 1.55 to 8.85) for an adjusted risk difference of 47.5 per 1000 pregnancies (95% CI, 9.7 to 138.2).

Conclusions and Relevance Exposure to MRI during the first trimester of pregnancy compared with nonexposure was not associated with increased risk of harm to the fetus or in early childhood. Gadolinium MRI at any time during pregnancy was associated with an increased risk of a broad set of rheumatological, inflammatory, or infiltrative skin conditions and for stillbirth or neonatal death. The study may not have been able to detect rare adverse outcomes.

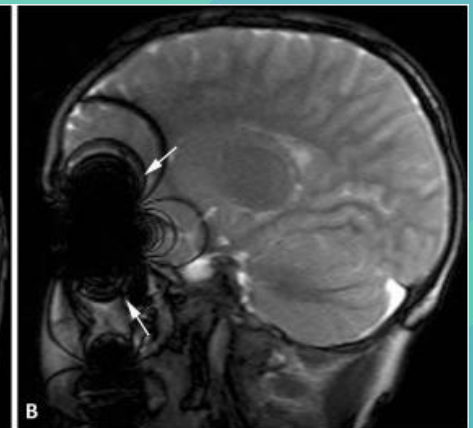
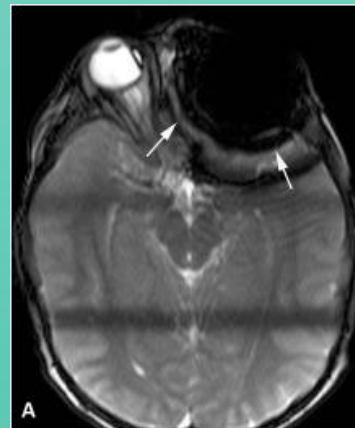
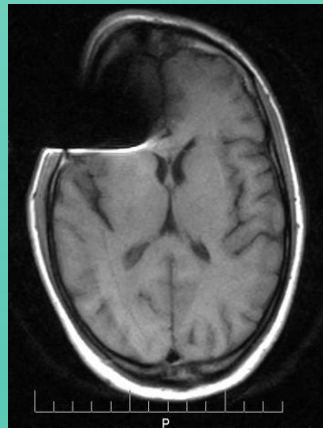
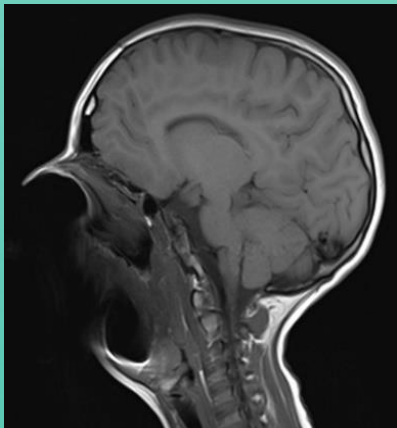


MRI Safety Guidelines

MRI Safety

วัสดุที่ฝังในตัวผู้รับบริการ (Metal in the body)

- การหมุนควง (Torque)
- ความร้อน (Heating)
- สิ่งแปลกปลอมบนภาพ MRI (Artifacts)





MRI Safety Guidelines

MRI Safety

ตัวอย่างวัสดุหรืออุปกรณ์ที่ควรให้ความสำคัญ

- คลิปที่ใช้ในการหนีบหลอดเลือด (Aneurysm clip)
- ลิ้นหัวใจเทียม (Heart valves)
- วัสดุที่ใช้ทางทันตกรรม (Dental devices and materials)
- ประสาทหูเทียม (Cochlear implant)
- เศษเหล็กในลูกตา, กระสุนปืนฝังในร่างกาย (Metal foreign bodies)
- วัสดุและอุปกรณ์ที่ใช้ในทางศัลยกรรมกระดูก (Orthopedic implants)
- Surgical clips and pins
- Vascular port
- เครื่องกระตุ้นหัวใจ (Cardiac pacemaker)



MRI Safety Guidelines

MRI Safety

Q: หากเกิดข้อสงสัยว่าวัสดุทางการแพทย์ที่ฝังในตัวผู้ป่วยปลอดภัยสำหรับ MRI หรือไม่ จะสามารถตรวจสอบได้อย่างไร?

MRISAFETY.COM
YOUR INFORMATION RESOURCE FOR MRI SAFETY, BIOEFFECTS, & PATIENT MANAGEMENT

The Development of this site was supported by an Unrestricted Educational Grant From **BRACCO**

Welcome to MRIsafety.com

MRIsafety.com is the premier information resource for magnetic resonance safety. This web site is the official site of the **INSTITUTE FOR MAGNETIC RESONANCE SAFETY, EDUCATION, AND RESEARCH**. (Registration or login is NOT required to use this site)

HOME
DISCLAIMER
THE LIST
SAFETY INFO
SCREENING
PRODUCT TESTING
ORDERING BOOKS
LECTURES
ABOUT DR. SHELLOCK
PRIORITY EMAIL

IMPLANT AND DEVICE TESTING:
MAGNETIC RESONANCE SAFETY TESTING SERVICES is a highly experienced MRI-safety testing company that conducts comprehensive evaluations of implants, devices, objects, and materials. For information, visit www.MagneticResonanceSafetyTesting.com

HARDBOUND MRI TEXTBOOK
MRI BIOEFFECTS, SAFETY AND PATIENT MANAGEMENT. Forty+ Authors. 31 chapters - visit <http://www.mrisafetybook.com/> - Or order from ORDERING BOOKS SECTION of this website.

MRI SAFETY TRAINING:
MRI Safety Training Programs available for Level 1 and Level 2 MR Personnel. Please visit: <http://www.appliedradiology.org/MRISafety/>

To see sample chapter, "MRI Issues for Implants" [Click Here](#)

MRISAFETY.COM

Fully revised and updated. Visit www.mrisafetybook.com or the Ordering Books section of this website or order now on Amazon: https://www.amazon.com/Reference-Magnetic-Resonance-Implants-Devices/dp/0989163253/ref=sr_1_1?ie=UTF8&qid=1515105451&sr=8-1&keywords=Reference+manual+2018+Shellock

In EUROPE, order the textbook from www.Frohberg.de, search "shellock".

IMPORTANT: Remember, when searching for information pertaining to an implant or device, use "THE LIST"

2018 Edition Now Available!
REFERENCE MANUAL FOR MAGNETIC RESONANCE SAFETY, IMPLANTS AND DEVICES: 2018 EDITION

Dr. Shellock has been serving the MRI Community for more than 30 years. You can email him at frank.shellock@mrifafety.com

MRIsafety.com

MRISAFETY.COM
YOUR INFORMATION RESOURCE FOR MRI SAFETY, BIOEFFECTS, & PATIENT MANAGEMENT

The Development of this site was supported by an Unrestricted Educational Grant From **BRACCO**

Search THE LIST. All parameters below are optional. Click Search button.

Keywords and/or Object Name and/or Manufacturer Name:

Select: ALL (default) means search results will contain "ALL" words you type above. Selecting ANY returns records having "ANY" words above. (more recs returned)

Result Status: ☐ Safe ☐ Unsafe 1 ☐ Unsafe 2 ☐ Conditional 1 ☐ Conditional 2 ☐ Conditional 3 ☐ Conditional 4 ☐ Conditional 5 ☐ Conditional 6 ☐ Conditional 7 ☐ Conditional 8

Object Category:

Records: 4944
Per page: 30 First Prev 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 of 162 Next Last [Click Here for Search HELP](#)

Object	Status	Strength	Reference	Safety Info
Regulator and Aluminum Cylinder System AIR-OTTE MTS-303 Western Scott Fetzer, Inc. Westlake, OH	Conditional 7	3		Miscellaneous Implants and Devices
Tita Jet Light Arterial II Vascular Access Ports Clinical Plastic Products SA La Chaux-de-Fonds, Switzerland	Conditional 9	3		Vascular Access Ports, Infusion Pumps, Catheters, and Accessories
11" Microfiber Flexi Frame, FGQ85500BK00 Rubbermaid, www.rubbermaidhealthcare.com	Safe	1.5, 3		Miscellaneous Implants and Devices
16" Quick Connect Wet/Dry Frame, FGQ55000YL00 Rubbermaid, www.rubbermaidhealthcare.com	Conditional 7	3		Miscellaneous Implants and Devices
2D Helical, 35 Fibered Platinum Coil. Boston Scientific, www.bostonscientific.com	Conditional 9	1.5, 3		Coils, Filters, Stents, and Grafts
3/4" Socket Wrench 3/4"x41-mm Newmatic Medical, www.newmaticmedical.com	Conditional 7	3		Miscellaneous Implants and Devices
30 Caliber, 762 x 39, Copper Jacketed Round, Armor Piercing, Norinco	Unsafe 1	1.5		Miscellaneous Implants and Devices
357 Magnum Revolver Model 66-3	Unsafe 1	1.5	48, Kanal E, Shaibani A. Firearm safety in the MR	Miscellaneous Implants and Devices

MRIsafety.com

MRI Safety Guidelines

MRI Safety

MRI Screening Form

MAGNETIC RESONANCE (MR) PROCEDURE SCREENING FORM FOR PATIENTS			
Date ____/____/____		Patient Number _____	
Name Last name First name Middle Initial	Age _____	Height _____	Weight _____
Date of Birth ____/____/____	Male <input type="checkbox"/> Female <input type="checkbox"/>	Body Part to be Examined _____	
Address month day year	Telephone (home) (____) _____-		
City _____	Telephone (work) (____) _____-		
State _____	Zip Code _____		
Reason for MRI and/or Symptoms _____		Telephone (____) _____-	
Referring Physician _____			

1. Have you had prior surgery or an operation (e.g., arthroscopy, endoscopy, etc.) of any kind? ☐ No ☐ Yes
 If yes, please indicate the date and type of surgery:
 Date ____/____/____ Type of surgery _____
 Date ____/____/____ Type of surgery _____
2. Have you had a prior diagnostic imaging study or examination (MRI, CT, Ultrasound, X-ray, etc.)? ☐ No ☐ Yes
 If yes, please list: Body part _____ Facility _____

CT/CAT Scan	Date ____/____/____	_____
X-Ray	_____	_____
Ultrasound	_____	_____
Nuclear Medicine	_____	_____
Other _____	_____	_____
3. Have you experienced any problem related to a previous MRI examination or MR procedure? ☐ No ☐ Yes
 If yes, please describe: _____
4. Have you had an injury to the eye involving a metallic object or fragment (e.g., metallic splinters, shavings, foreign body, etc.)? ☐ No ☐ Yes
 If yes, please describe: _____
5. Have you ever been injured by a metallic object or foreign body (e.g., BB, bullet, shrapnel, etc.)? ☐ No ☐ Yes
 If yes, please describe: _____
6. Are you currently taking or have you recently taken any medication or drug? ☐ No ☐ Yes
 If yes, please list: _____
7. Are you allergic to any medication? ☐ No ☐ Yes
 If yes, please list: _____
8. Do you have a history of asthma, allergic reaction, respiratory disease, or reaction to a contrast medium or dye used for an MRI, CT, or X-ray examination? ☐ No ☐ Yes
9. Do you have anemia or any disease(s) that affects your blood, a history of renal (kidney) disease, renal (kidney) failure, renal (kidney) transplant, high blood pressure (hypertension), liver (hepatic) disease, a history of diabetes, or seizures? ☐ No ☐ Yes
 If yes, please describe: _____

For female patients: ____/____/____

10. Date of last menstrual period: ____/____/____ Post menopause? ☐ No ☐ Yes
11. Are you pregnant or experiencing a late menstrual period? ☐ No ☐ Yes
12. Are you taking oral contraceptives or receiving hormonal treatment? ☐ No ☐ Yes
13. Are you taking any type of fertility medication or having fertility treatments? ☐ No ☐ Yes
 If yes, please describe: _____
14. Are you currently breastfeeding? ☐ No ☐ Yes

WARNING: Certain implants, devices, or objects may be hazardous to you and/or may interfere with the MRI procedure (i.e., MRI MR angiography, functional MRI, MR spectroscopy). Do not enter the MR system room or MR environment if you have any question or concern regarding an implant, device, or object. Consult the MRI Technologist or Radiologist BEFORE entering the MR system room. The MR system magnet is ALWAYS on.

Please indicate if you have any of the following:

<input type="checkbox"/> Yes	<input type="checkbox"/> No	Aneurysm clip(s)
<input type="checkbox"/> Yes	<input type="checkbox"/> No	Cardiac pacemaker
<input type="checkbox"/> Yes	<input type="checkbox"/> No	Implanted cardiac defibrillator (ICD)
<input type="checkbox"/> Yes	<input type="checkbox"/> No	Electronic implant or device
<input type="checkbox"/> Yes	<input type="checkbox"/> No	Magnetically-activated implant or device
<input type="checkbox"/> Yes	<input type="checkbox"/> No	Neurostimulation system
<input type="checkbox"/> Yes	<input type="checkbox"/> No	Spinal cord stimulator
<input type="checkbox"/> Yes	<input type="checkbox"/> No	Internal electrodes or wires
<input type="checkbox"/> Yes	<input type="checkbox"/> No	Bone growth/stimulus fusion stimulator
<input type="checkbox"/> Yes	<input type="checkbox"/> No	Cochlear, otologic, or other ear implant
<input type="checkbox"/> Yes	<input type="checkbox"/> No	Insulin or other infusion pump
<input type="checkbox"/> Yes	<input type="checkbox"/> No	Implanted drug infusion device
<input type="checkbox"/> Yes	<input type="checkbox"/> No	Any type of prosthesis (eye, penile, etc.)
<input type="checkbox"/> Yes	<input type="checkbox"/> No	Heart valve prosthesis
<input type="checkbox"/> Yes	<input type="checkbox"/> No	Eyed spring or wire
<input type="checkbox"/> Yes	<input type="checkbox"/> No	Artificial or prosthetic limb
<input type="checkbox"/> Yes	<input type="checkbox"/> No	Metallic steel, filter, or coil
<input type="checkbox"/> Yes	<input type="checkbox"/> No	Shunt (spinal or intraventricular)
<input type="checkbox"/> Yes	<input type="checkbox"/> No	Vascular access port and/or catheter
<input type="checkbox"/> Yes	<input type="checkbox"/> No	Radiation seeds or implants
<input type="checkbox"/> Yes	<input type="checkbox"/> No	Swan-Ganz or thermocatheter catheter
<input type="checkbox"/> Yes	<input type="checkbox"/> No	Medication patch (Nicotine, Nitroglycerine)
<input type="checkbox"/> Yes	<input type="checkbox"/> No	Any metallic fragment or foreign body
<input type="checkbox"/> Yes	<input type="checkbox"/> No	Wire mesh implant
<input type="checkbox"/> Yes	<input type="checkbox"/> No	Tissue expander (e.g., breast)
<input type="checkbox"/> Yes	<input type="checkbox"/> No	Surgical staples, clips, or metallic sutures
<input type="checkbox"/> Yes	<input type="checkbox"/> No	Joint replacement (hip, knee, etc.)
<input type="checkbox"/> Yes	<input type="checkbox"/> No	Bone/joint pin, screw, nail, wire, plate, etc.
<input type="checkbox"/> Yes	<input type="checkbox"/> No	IUD, diaphragm, or pessary
<input type="checkbox"/> Yes	<input type="checkbox"/> No	Dental or partial dentures
<input type="checkbox"/> Yes	<input type="checkbox"/> No	Tattoo or permanent makeup
<input type="checkbox"/> Yes	<input type="checkbox"/> No	Body piercing jewelry
<input type="checkbox"/> Yes	<input type="checkbox"/> No	Hearing aid
<input type="checkbox"/> Yes	<input type="checkbox"/> No	(Remove before entering MR system room)
<input type="checkbox"/> Yes	<input type="checkbox"/> No	Other implant
<input type="checkbox"/> Yes	<input type="checkbox"/> No	Breastfeeding problem or motion disorder
<input type="checkbox"/> Yes	<input type="checkbox"/> No	Claustrophobia

Please mark on the figure(s) below
the location of any implant or metal
inside of or on your body.

IMPORTANT INSTRUCTIONS

Before entering the MR environment or MR system room, you must remove all metallic objects including hearing aids, dentures, partial plates, keys, beeper, cell phone, eyeglasses, hair pins, barrettes, jewelry, body piercing jewelry, watch, safety pins, paperclips, money clip, credit cards, bank cards, magnetic strip cards, coins, pens, pocket knife, nail clipper, tools, clothing with metal fasteners, & clothing with metallic threads.

Please consult the MRI Technologist or Radiologist if you have any question or concerns BEFORE you enter the MR system room.

NOTE: You may be assigned or required to wear earplugs or other hearing protection during the MR procedure to prevent possible problems or hazards related to acoustic noise.

I attest that the above information is correct to the best of my knowledge. I read and understand the contents of this form and had the opportunity to ask questions regarding the information on this form and regarding the MR procedure that I am about to undergo.

Signature of Person Completing Form: _____

_____ Date _____

Form Completed By: ☐ Patient ☐ Relative ☐ Nurse

_____ Print name _____

_____ Relationship to patient _____

Form Information Reviewed By: _____



MRI Safety Guidelines

MRI Safety

สนามแม่เหล็กเกรเดียนท์ (Gradient magnetic field)

- Nerve stimulating
- Acoustic noise





MRI Safety Guidelines

MRI Safety

สนามแม่เหล็กเกรเดียนท์
(Gradient magnetic field)

Acoustic noise

- Hattori, et al. (2007) At 3-Tesla, recorded sound levels that ranged from 126 to 131dB
- สำหรับ 3 Tesla แนะนำให้ใช้ ear plug และ Head phone เพื่อป้องกันอันตรายที่อาจเกิดขึ้น

<u>ตัวอย่างเสียง</u>	<u>ความดังเสียง</u>
เสียงเครื่องบินเจ็ต	140 dB
เริ่มปวดหู	130 dB
เสียงคอนเสิร์ตเพลงร็อค	120 dB
เสียงฝนเปิดเพลงแดนซ์	110 dB
เสียงโรงงาน	100 dB
เสียงเครื่องตัดหญ้า	90 dB
เสียงนกหวีด	80 dB
เสียงเครื่องดูดฝุ่น	70 dB
เสียงพูดคุยทั่วไป	60 dB
เสียงฝนตกเบาๆ	50 dB
เสียงภายในห้องสมุด	40 dB
เสียงห้องนอนตอนกลางคืน	30 dB
เสียงกระซิบ	20 dB
เสียงลมหายใจ	10 dB
เริ่มได้ยิน	0 dB



MRI Safety Guidelines

MRI Safety

คลื่นวิทยุ (Radiofrequency Wave)

- ความร้อนจากการสแกน (Tissue Heating)
- การไหม้ของผิวหนัง (Electrical Burning)



MRI Safety Guidelines

MRI Safety

ความร้อนจากการสแกน (Tissue Heating)

- Specific Absorption Rate (SAR) in Watts/kg.

FDA SAR GUIDELINES

WHOLE BODY AVERAGE

Normal mode < 2 W/kg
1st level control mode < 4 W/kg
2nd level control mode > 4 W/kg

- In most MRI systems are limited to a maximum SAR of 4 W/kg,
- Shellock, et al. (1994) performed MR at a whole-body-averaged SAR of 6.0-W/kg.
- The findings indicated that an MR procedure can be physiologically tolerated by an individual with normal thermoregulatory function.




MRI Safety Guidelines

MRI Safety

การไหม้ของผิวหนัง (Electrical Burning)


- Burns caused by electrical currents in conductive loops,
- When using equipment such as surface coils, ECG leads, extremely careful not to allow the wire or cable to form a conductive loop with itself or with the subject.





MRI BURN PREVENTION


Tips for Keeping Patients Safe

Screen patients for implants, devices, and other metallic objects. Assume anything unknown is MR Unsafe.




  Screen objects to ensure that anything entering the scan room is MR Conditional or MR Safe. Match conditions on MR Conditional devices with your scanner. All metals, even non-ferromagnetic ones, have the potential to heat up and cause burns.


Have patients change out of street clothes whenever possible.




 Position patients to avoid skin-to-skin contact (e.g. no hands on hips, no crossed arms, no crossed legs, etc.).

Always use the manufacturer-provided padding to insulate the patient. Sheets and blankets may be added for patient comfort but are not a substitute for manufacturer-provided padding.

 Route cables out of the scanner in a straight line. Don't coil cables or allow them to touch the patient.

Use only Normal Operating Mode and the lowest SAR, whenever possible.

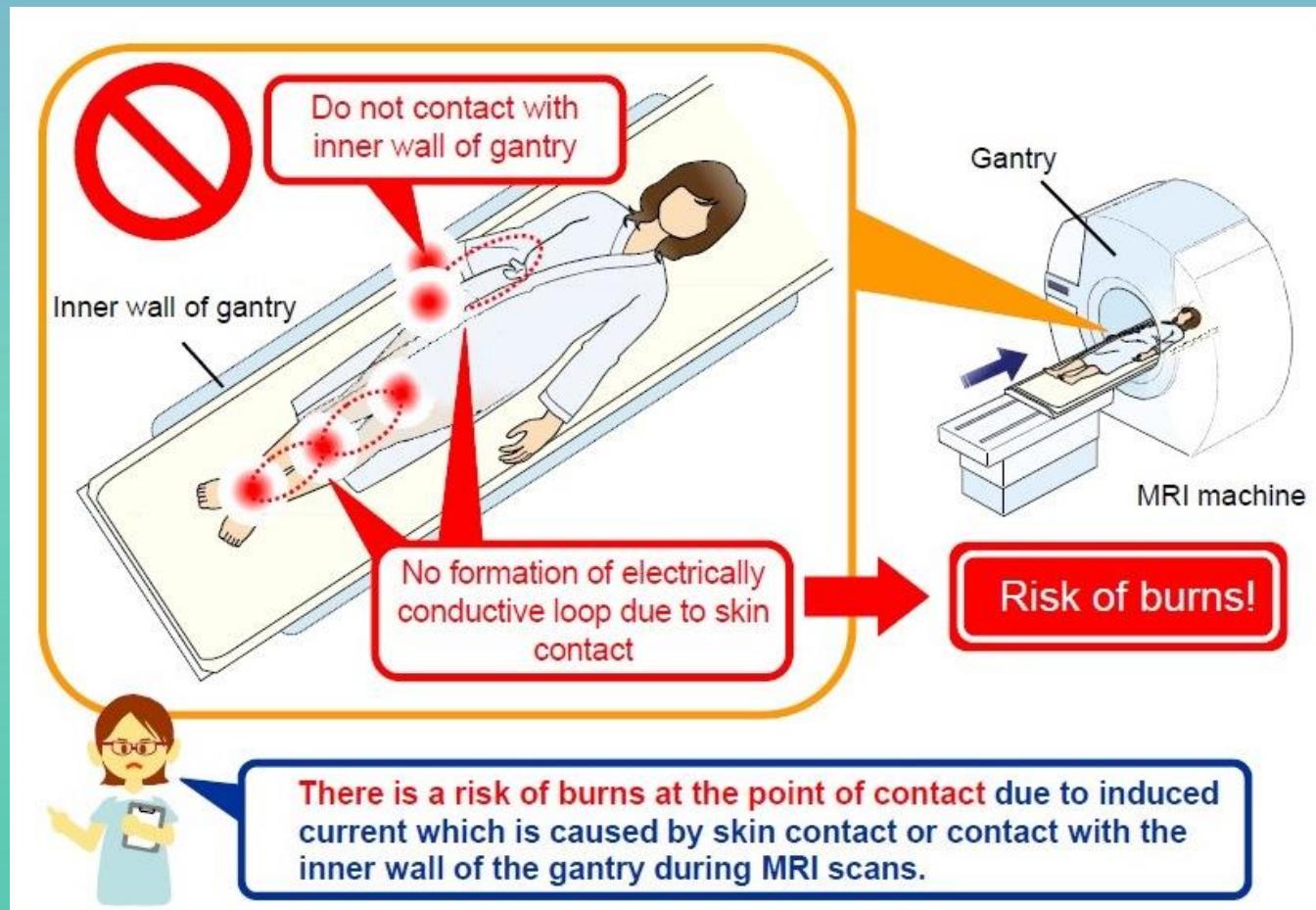
 Keep your eyes and ears on the patient at all times. Stay in communication with patients to identify warming. Monitor sedated patients using MR Conditional monitoring equipment.



MRI Safety Guidelines

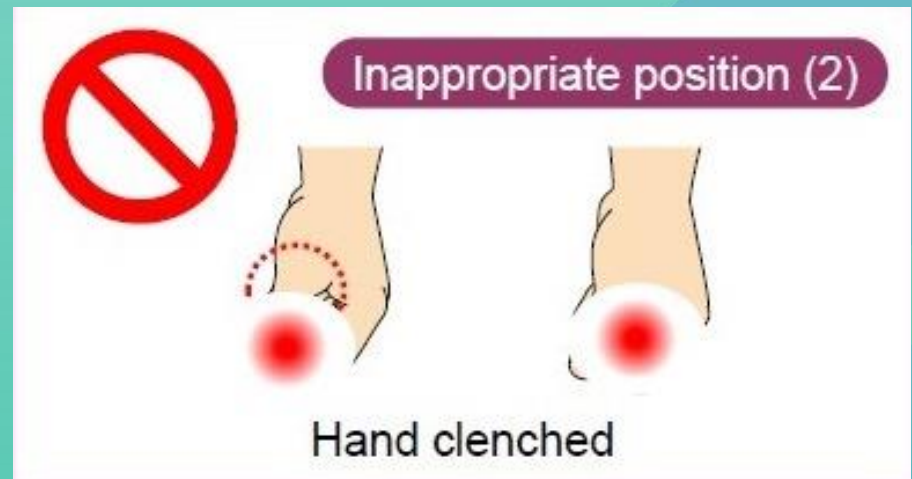
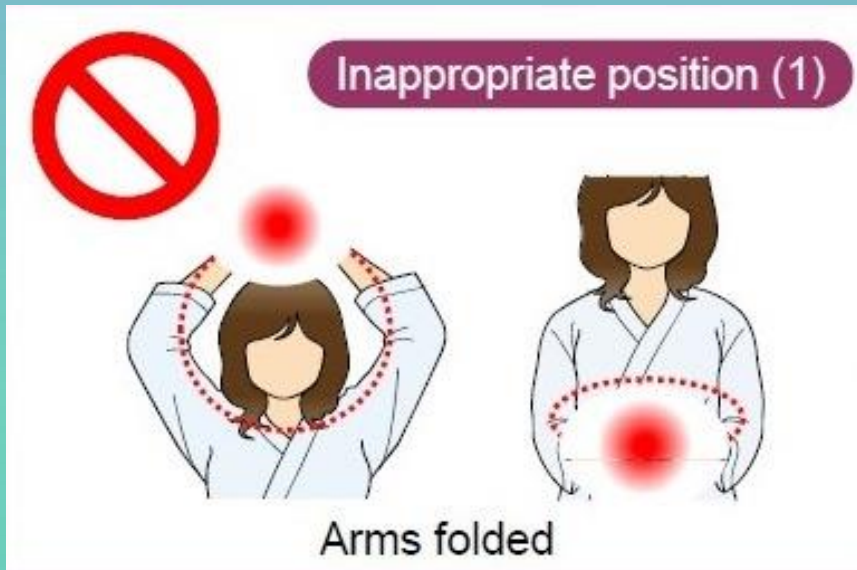
MRI Safety





MRI Safety Guidelines

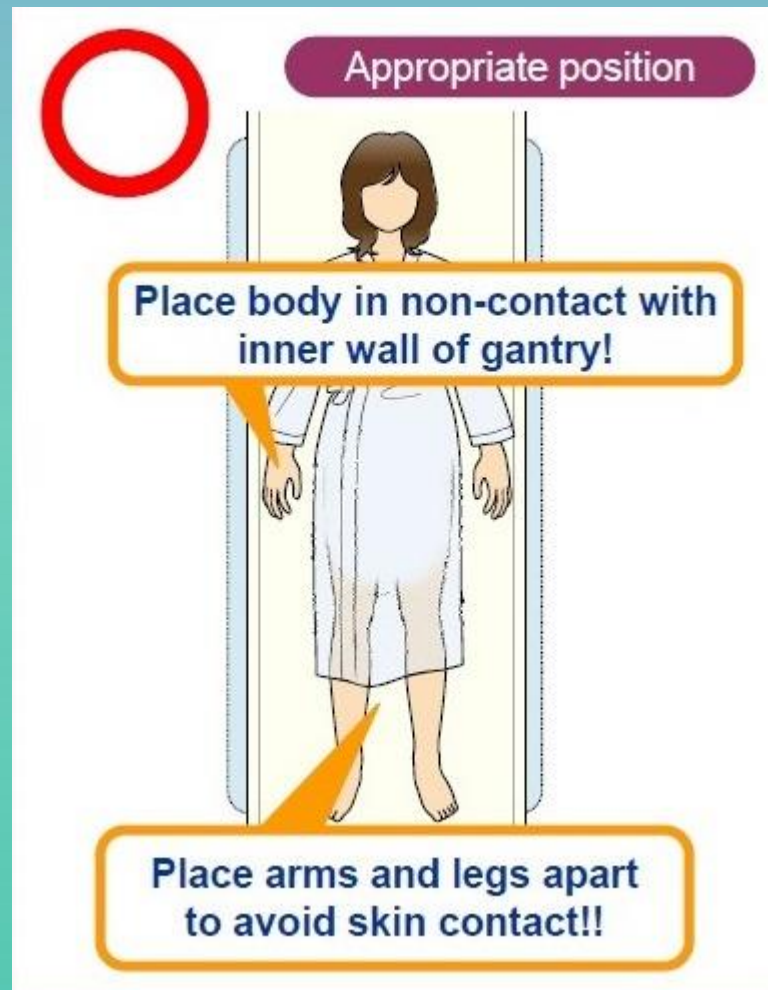
MRI Safety





MRI Safety Guidelines

MRI Safety

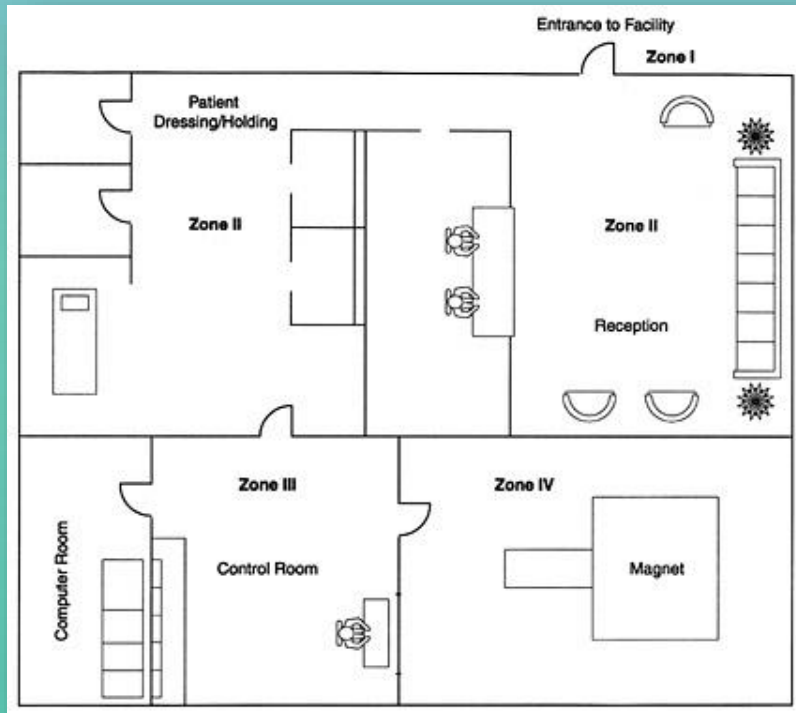




MRI Safety Zone

MRI Safety

ACR Guidance Document on MR Safe Practices: 2013



Zone I : พื้นที่ภายนอกบริเวณขอบเขต MRI

Zone II : เป็นพื้นที่สำหรับผู้ป่วยมาติดต่อเจ้าหน้าที่ ชักประวัติ เปลี่ยนเสื้อผ้าก่อนตรวจ

Zone III : บุคคลที่จะเข้ามาใน Zone นี้ ต้องได้รับการฝึกฝนและรู้ถึงอันตรายของสนามแม่เหล็ก

สำหรับผู้ป่วยต้องได้รับการชักประวัติเรียบร้อยแล้ว

Zone IV : เป็นพื้นที่สำหรับเจ้าหน้าที่ที่ได้รับการฝึกฝนและผู้ป่วยที่ได้รับการชักประวัติ MRI Safetyเรียบร้อยแล้ว



MRI Safety Zone

MRI Safety



© Magmedix, Inc. 2009

www.Magmedix.com

866-646-3349



© Magmedix, Inc. 2009

www.Magmedix.com

866-646-3349



© Magmedix, Inc. 2009

www.Magmedix.com

866-646-3349



© Magmedix, Inc. 2009

www.Magmedix.com

866-646-3349



MRI Safety Zone

MRI Safety

MRI

MRI ZONE I

MRI Access Area

พื้นที่ 1

พื้นที่ห้องตรวจ

สนามแม่เหล็ก

ผู้ป่วยที่มาติดต่อตรวจ MRI กรุณาติดต่อเจ้าหน้าที่

NOTICE โปรดทราบ

MRI ZONE II

MRI Patient
Screening and
Preparation

พื้นที่ 2

พื้นที่คัดกรองและ
เตรียมตัวผู้ป่วยตรวจ
MRI

ญาติผู้ป่วยที่ไม่เกี่ยวข้องของกรณารอด้านนอก

CAUTION โปรดระวัง

MRI ZONE III

Restricted MRI area
Screened MRI patients
and MRI personal only

พื้นที่ 3

พื้นที่ควบคุม
เฉพาะผู้ป่วยที่คัดกรอง
และเจ้าหน้าที่เท่านั้น

ผู้ที่ไม่เกี่ยวข้องกับการตรวจ MRI กรณารอด้านนอก

DANGER อันตราย

MRI ZONE IV

Restricted MRI area
Screened MRI patients
and trained MRI
personal only

พื้นที่ 4

พื้นที่ควบคุม
เฉพาะผู้ป่วยภายใต้
เจ้าหน้าที่ MRI เท่านั้น

เจ้าหน้าที่และผู้ป่วยที่ยังไม่ได้รับการตรวจสอบการ
พกพาโลหะ ห้ามเข้าโดยเด็ดขาด



Emergency situations on MRI area

MRI Safety



Employees of the Westchester Medical Center in Valhalla, N.Y., gather outside after learning of the deadly MRI incident. (ABCNEWS.com)

Hospital Nightmare

Boy, 6, Killed in Freak MRI Accident

abcNEWS.com

July 31 — A 6-year-old boy died after undergoing an MRI exam at a New York-area hospital when the machine's powerful magnetic field jerked a metal oxygen tank across the room, crushing the child's head.



Emergency situations on MRI area

MRI Safety

Q: เหตุการณ์อุบัติเหตุเกี่ยวข้องกับ MRI ที่เกิดขึ้นในประเทศไทย?

Unreported cases

1. Oxygen tank hit the magnet
2. Head injury of engineer by projectile (tool)
3. Some cases we don't know



Emergency situations on MRI area

MRI Safety

หากเกิดเหตุฉุกเฉินในห้อง MRI

- การกู้ชีพฉุกเฉิน (Resuscitation)
- **ต้องเคลื่อนย้ายผู้ป่วยออกจากห้อง MRI ให้เร็วที่สุด!!**



Emergency situations on MRI area

MRI Safety

Q: ปุ่ม Emergency หรือ Quench ทำหน้าที่อะไรและเมื่อใดที่ควรจะกดปุ่มนี้?



- Superconducting system จะใช้ Liquid Helium ในการรักษาสภาพตัวนำยิ่งยวด
- เมื่อกดปุ่ม Emergency, Liquid Helium จะถูกปล่อยออกสู่ภายนอกในสภาพ Helium gas ทำให้เกิดการสูญเสียสภาพความเป็นแม่เหล็ก “Quench”
- ควรกดเมื่อมีเหตุฉุกเฉินที่มี “ความเสี่ยงหรืออันตรายถึงแก่ชีวิต”



In Summary

MRI Safety



แนวทางความปลอดภัยการใช้เครื่อง MRI

สนามแม่เหล็กหลัก

ชีวภาพ

ความเข้มของ
สนามแม่เหล็กอยู่ใน
มาตรฐานของ FDA

กายภาพ

ต้องมีการซักประวัติผู้ป่วย
ตาม Screening Form

ตรวจสอบโลหะ ก่อนนำ
ผู้ป่วยเข้าห้อง MRI

สนามแม่เหล็กเกรเดียนท์

ชีวภาพ

หลีกเลี่ยงการใช้ pulse
sequence ที่ทำให้เกิด
กล้ามเนื้อกระตุก

อุดหูให้ผู้ป่วยด้วย Ear plug
หรือ Head phone ทุกครั้ง
เพื่อลดเสียงดัง

คลื่นวิทยุ

ชีวภาพ

คำนึงถึงค่า SAR ที่ผู้ป่วย
ได้รับ ไม่ให้เกินขีดจำกัด

หลีกเลี่ยงไม่ให้สายไฟของ
อุปกรณ์สัมผัสตัวผู้ป่วย
ป้องกันผิวหนังไหม้ (Burn)

อื่น ๆ

กรณี Quench หรือ Resuscitate
ให้นำ Pt. ออกจากห้องให้เร็วที่สุด

ควรมีการจัดทำ MRI Safety Zone

ควรอบรมความปลอดภัย MRI แก่
เจ้าหน้าที่ อย่างน้อยปีละ 1 ครั้ง



Reference

MRI Safety

- ACR Guidance Document on MR Safe Practices: 2013
- MHRA: Safety Guidelines for Magnetic Resonance Imaging Equipment in Clinical Use (November 2014)