

# Magnetická rezonance

Současný pohled na rizika a kontraindikace  
zobrazovacích metod v kardiologii

**Prakticky se zaměřením na CIED**

Lukáš Lambert

Klinika zobrazovacích metod, FN Motol a Homolka a 2. LF UK



## Deklarace konfliktu zájmů

|                                                      | Nemám konflikt zájmů | Mám konflikt zájmů | Specifikace konfliktu (vyjmenujte subjekty, firmy či instituce, se kterými Vaše spolupráce může vést ke konfliktu zájmů) |
|------------------------------------------------------|----------------------|--------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Zaměstnanecký poměr                                  | X                    |                    |                                                                                                                          |
| Vlastník / akcionář                                  | X                    |                    |                                                                                                                          |
| Konzultant                                           | X                    |                    |                                                                                                                          |
| Přednášková činnost                                  | X                    |                    |                                                                                                                          |
| Člen poradních sborů (advisory boards)               | X                    |                    |                                                                                                                          |
| Podpora výzkumu / granty                             | X                    |                    |                                                                                                                          |
| Jiné honoráře (např. za klinické studie či registry) | X                    |                    |                                                                                                                          |

# Dvě odlišná zdroje rizika

CIED je jen jednou částí bezpečnosti CMR.

## MR prostředí

Implantáty, RF ohřev, popáleniny, hluk, klaustrofobie.

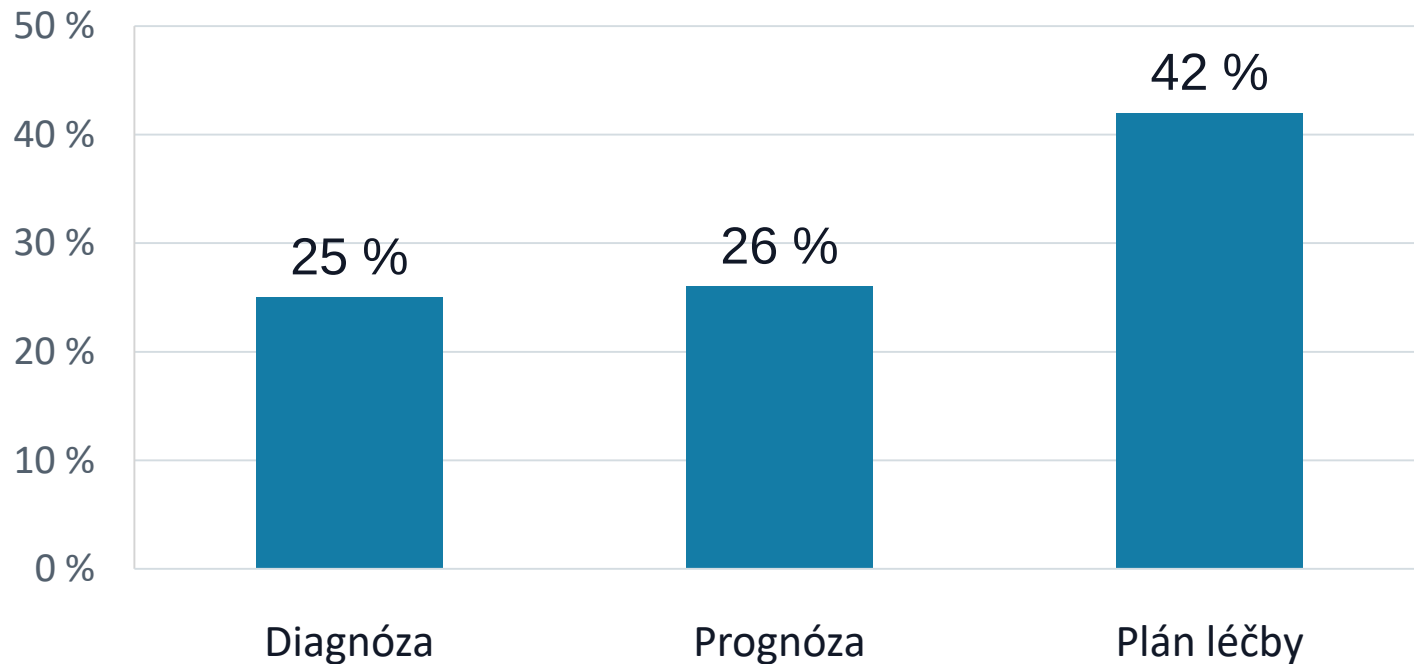
## Gadolinium

Předchozí reakce, volba látky, akutní a chronické postižení ledvin.

**Vždy posuzujeme konkrétní vyšetření a jeho jednotlivé části.**

# Získaná informace může změnit léčbu

PROMeNADe: klinický dopad MR u non-MR-conditional CIED.



**42 %**

změna plánované  
medikamentózní nebo  
chirurgické léčby

Dotazníková část registru;  
MR různých oblastí, nejen srdce.

# Co má přijít společně se žádankou

Úplná dokumentace umožňuje správný termín a správný skener.

## Klinická otázka

Co má CMR rozhodnout? Jak urgentně? Jaká je alternativa?

## Systém a jeho stav

Modely generátoru a elektrod; další elektrody; závislost.

## Podmínky a kontakt

Aktuální MR podmínky konkrétní kombinace + kontakt na device ambulanci.

**„Má MR kompatibilní stimulátor“ není dostatečná dokumentace.**

# Co může MR udělat s CIED?

Mechanismus rizika určuje preventivní opatření.

## RF energie

Možný ohřev u hrotu elektrody → ověřit konfiguraci a RF limity.

---

## Elektromagnetický input

Inhibice stimulace / neadekvátní terapie → správné programování.

---

## Elektrický reset

Změna režimu → monitorace a kontrola zařízení po MR.

**Bezpečnostní protokol musí chránit pacienta i při změně funkce CIED.**

# Co obsahují doložené MR podmínky

Indikující lékař dodá podmínky. MR tým ověří splnění na konkrétním skeneru.

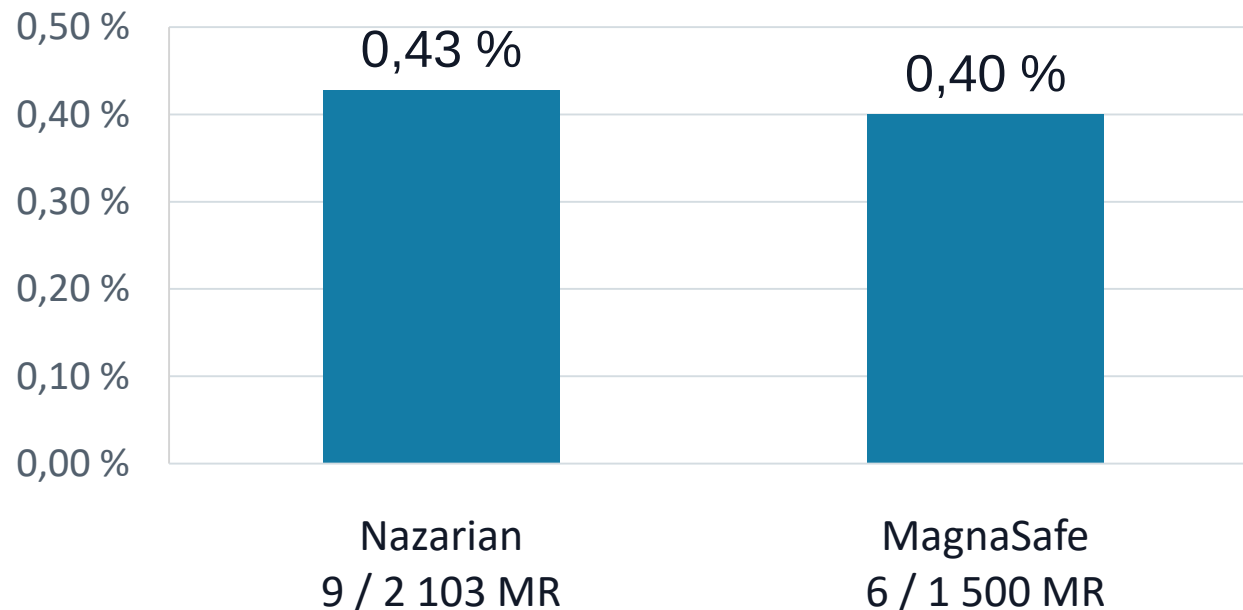
| Parametr                             | Jednotka / údaj                                         |
|--------------------------------------|---------------------------------------------------------|
| Statické pole $B_0$                  | T, např. povolené 1,5 T nebo 3 T                        |
| RF expozice                          | SAR: W/kg $B1+rms$ : $\mu T$                            |
| Zobrazovací gradienty / slew rate    | mT/m / T/m/s                                            |
| Prostorový gradient statického $B_0$ | T/m nebo G/cm                                           |
| Další podmínky                       | Cívka, oblast, poloha, čas, přestávky, režim implantátu |

**$B1+rms$  není SAR. Prostorový gradient  $B_0$  není gradient zobrazovací.**

# Nízké riziko není nulové riziko

Prospektivní studie non-MR-conditional systémů při 1,5 T.

## Elektrický reset



## 0 úmrtí souvisejících s MR

Události mají souvislost s typem zařízení, stavem baterie a dodržením protokolu.

MagnaSafe: pouze nehrudní MR.  
Výsledky nelze zobecnit na všechny CIED.

# Čísla rizika nesmějí míchat různé události

Pomůcka pro poučení pacienta a odbornou diskusi.

**< 1 : 2 000**

Orientační údaj pro závažné komplikace ve vybraných non-conditional situacích.

**≈ 2 %**

Zpravidla přechodný reset u starších generátorů (před 2005).

**Před 2000**

Méně evidence, vyšší nejistota; přesné univerzální procento nemáme.

**Rozdílné endpointy a populace nelze postavit do jednoho „žebříčku rizika“.**

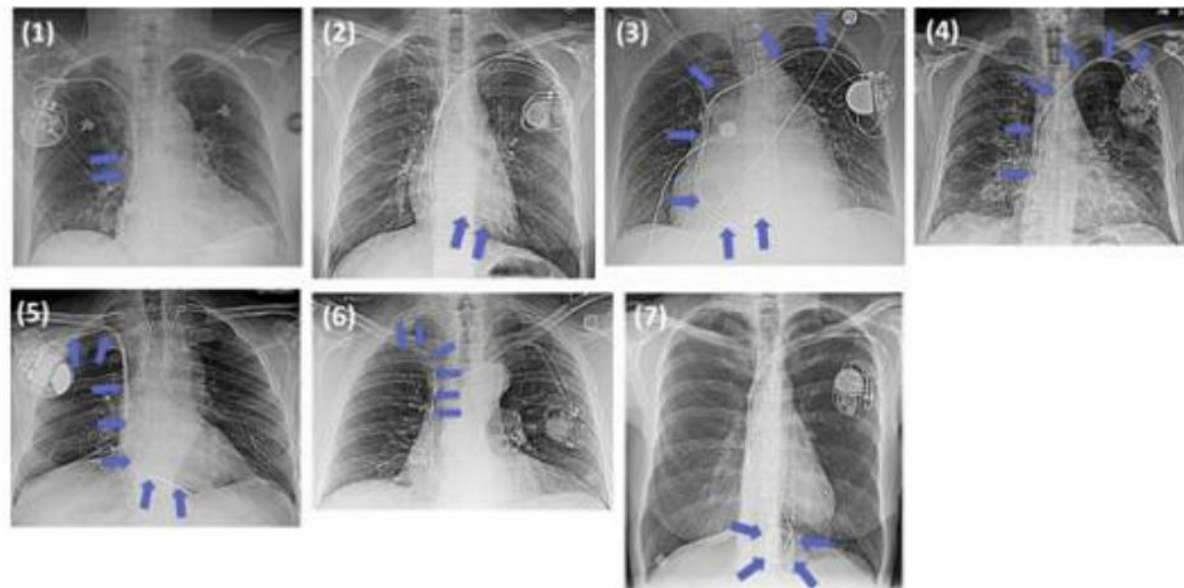
# Ponechaná elektroda není automatický zákaz

Je nutné znát její průběh, stav a typ.

## 929 MR

bez hlášené závažné  
kardiální příhody související s MR

**Příznivá data  $\neq$  jistota pro každou  
frakturu či epikardiální konfiguraci.**



RTG příklady: Greenhill et al., 2024

# 1,5 T je praktická výchozí volba

U non-MR-conditional systémů je nejrobustnější evidence pro 1,5 T.

## MR-conditional

Dodržet konkrétní IFU: pole, RF, gradienty, polohu i oblast.

## Non-MR-conditional

Obvykle 1,5 T a whole-body SAR  $\leq 2$  W/kg, s rezervou.

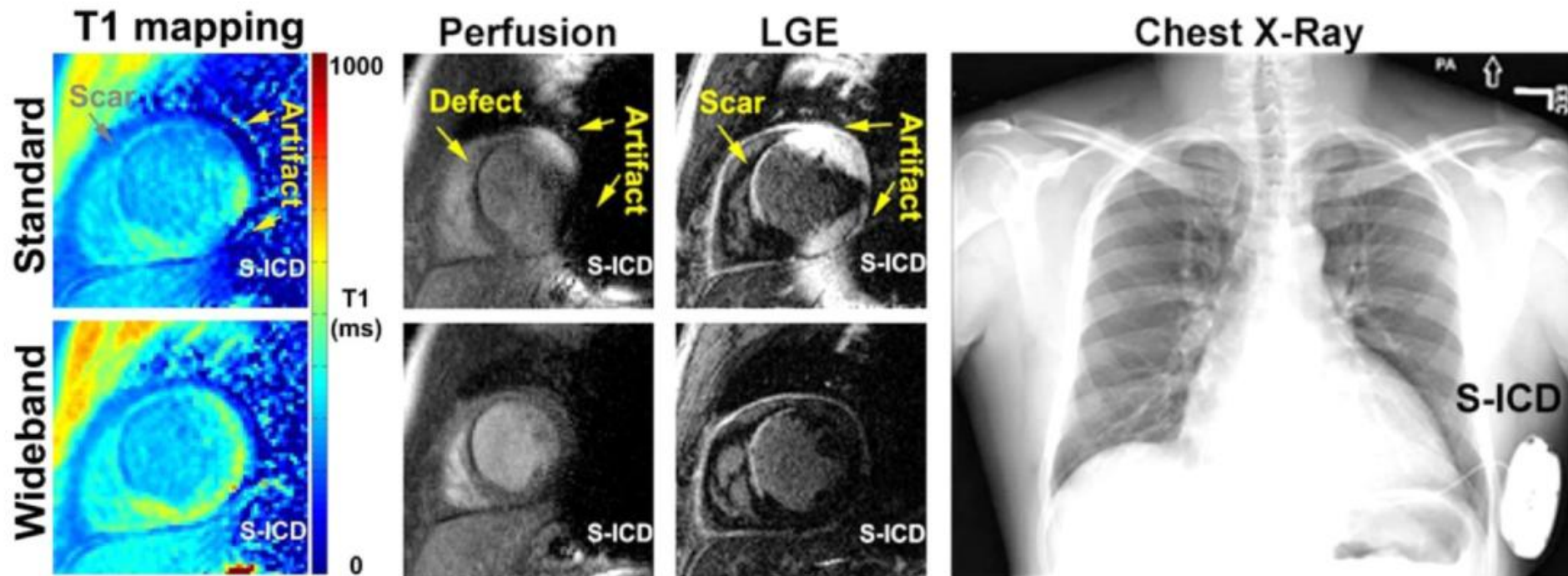
## CMR protokol

Cílený rozsah; průběžná kontrola kvality; nepřidávat zbytečné sekvence.

**Limit B1+rms ani SAR nelze paušálně přenášet mezi všemi implantáty.**

# Artefakt může napodobit patologii

Tentýž pacient se S-ICD: standardní versus wideband sekvence.



Publikovaná obrazová ukázka: Kim et al., 2024, obr. 2 (CC BY 4.0; výřez).

# Bezpečné CMR musí být i hodnotitelné

Protokol přizpůsobit generátoru, rytmu a klinické otázce.

## Cine

Při artefaktech bSSFP zvážit spoiled GRE, kratší TE.

---

## Jizva / LGE

Wideband LGE, je-li dostupné; pozor na falešný vysoký signál.

---

## Výsledek

Před ukončením zkontrolovat kvalitu; uvést nehodnotitelné segmenty.

**Wideband LGE není totéž jako zvýšení běžného readout bandwidth.**

# Nízká eGFR není automatický zákaz CMR

Rozlišujeme nativní MR a podání gadolinia.

**0 / 4 931**

hlášených případů NSF  
po látkách skupiny II při eGFR < 30

**Horní 95% mez rizika: 0,07 %**

## Praktický postup

Je kontrast nutný?  
AKI / aktuální funkce ledvin?  
Vhodná látka a dávka?  
Předchozí závažná reakce?

# Kontraindikace / rizika MR vyšetření

Individuální posouzení implantátu, přínosu vyšetření a stavu pacienta

## IMPLANTÁTY A KOVOVÁ CIZÍ TĚLESA



### Implantát MR Unsafe

Případná MR jen po dokumentovaném expertním posouzení přínosu a rizika.



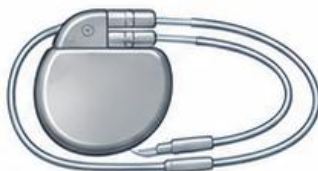
### Neznámý implantát nebo cévní klip

Dohledat identitu a MR podmínky, konzultovat MR pracoviště.



### Feromagnetické cizí těleso

Posoudit materiál a polohu, zejména v oku či u kritických struktur.



### CIED, elektrody a další aktivní implantáty

Ověřit celou sestavu, podmínky MR a potřebné programování.

**Nejasný MR status vyžaduje posouzení před vyšetřením.**



**Výrobce + přesný model + doložené MR podmínky**

Samotný údaj „MR kompatibilní“ nestačí.

## STAV PACIENTA A PŘÍPRAVA



### Klaustrofobie, bolest, nespolupráce

Domluvit přípravu a případnou sedaci.



### Potřeba monitorace a kontinuální léčby

Předem zajistit vhodné vybavení, personál a bezpečné podávání léčby.



### Zevní inzulinová pumpa nebo CGM

Ponechání či odstranění podle konkrétního modelu a návodu výrobce.

**Přípravu domluvit před termínem MR.**



**Těhotenství samo o sobě není kontraindikací MR.**

Gadolinium a renální rizika posuzujeme odděleně.

# Zdroje pro praxi

Úplné citace a odkazy jsou také v poznámkách jednotlivých snímků.

## Konsenzy a doporučení

SCMR 2024 • Kim et al.  
EHRA 2022 • Stühlinger et al.  
JBS 2024 • Bhuva et al.  
DGK 2025 • Yilmaz et al.  
ACR–NKF 2021 • Weinreb et al.

## Klíčové klinické studie

Nazarian 2017; MagnaSafe 2017  
PROMeNADe 2020 • Gupta et al.  
Meier 2024 • meta-analýza elektrod  
Greenhill 2024 • elektrody / fragmenty  
SCMR protokoly 2020 • Kramer et al.