

# Vývoj mikrovlnného aplikátoru kompatibilního s MRI pro hypertermickou léčbu nádorových onemocnění v oblasti hlavy a krku

Tomáš Dříždál

Projekt EMCR 2012-5472 (2013-2018):

Vývoj hybridního systému pro hypertermii kombinovaného s MR termometrií pro nádory v oblasti hlavy a krku



**Erasmus MC**  
Universitair Medisch Centrum Rotterdam



**Cancer Institute**

Výzkumný tým Bio-Elektromagnetizmu

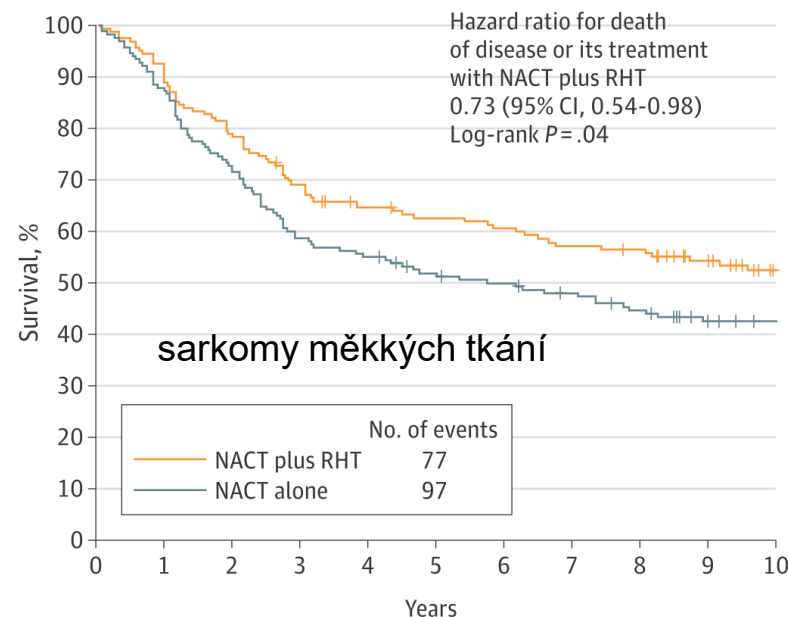
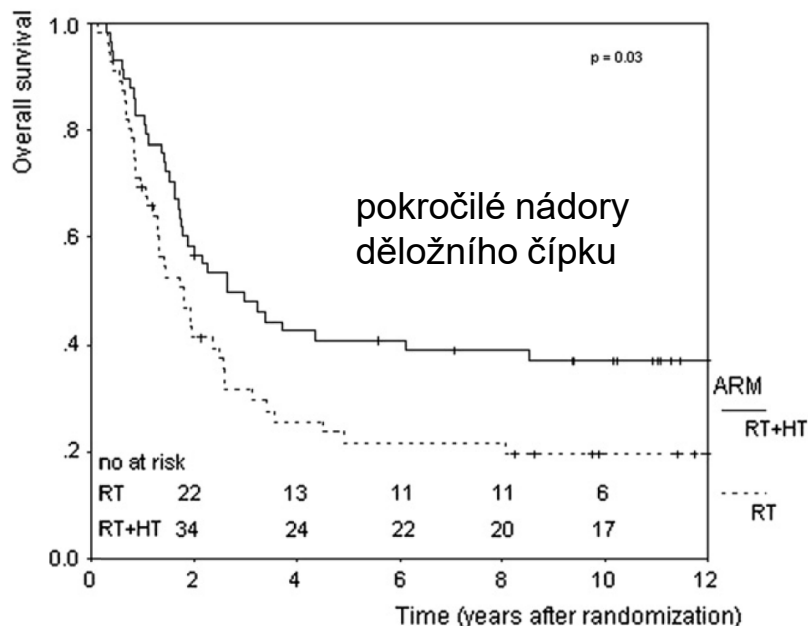
Mikrovlnná hypertermie, zobrazování a monitorování

Fakulta biomedicínského inženýrství, ČVUT v Praze



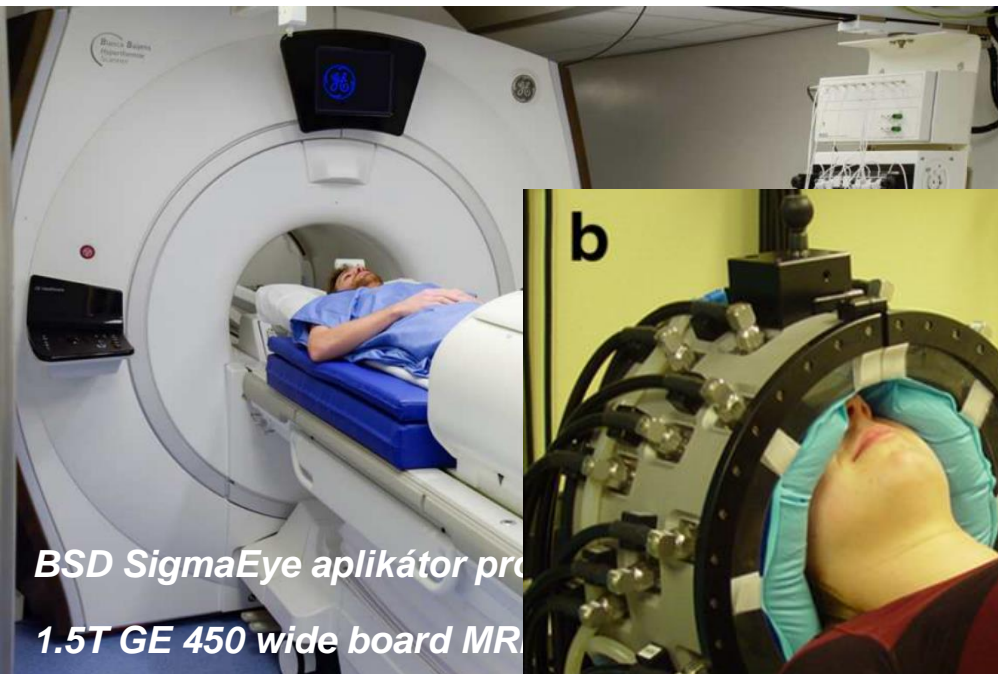
# Mikrovlnná hypertermie

- Cílený ohřev nádorové oblasti na teploty v rozmezí 40 až 44 °C po dobu 60-90 minut
- V kombinaci s radioterapií
  - zvýšení účinnosti léčby při snížených dávkách radioterapie
- V kombinaci s chemoterapií
  - zvýšení dávky v léčené oblasti
  - možnost cílené léčby s využitím teplotně citlivých lipozomů

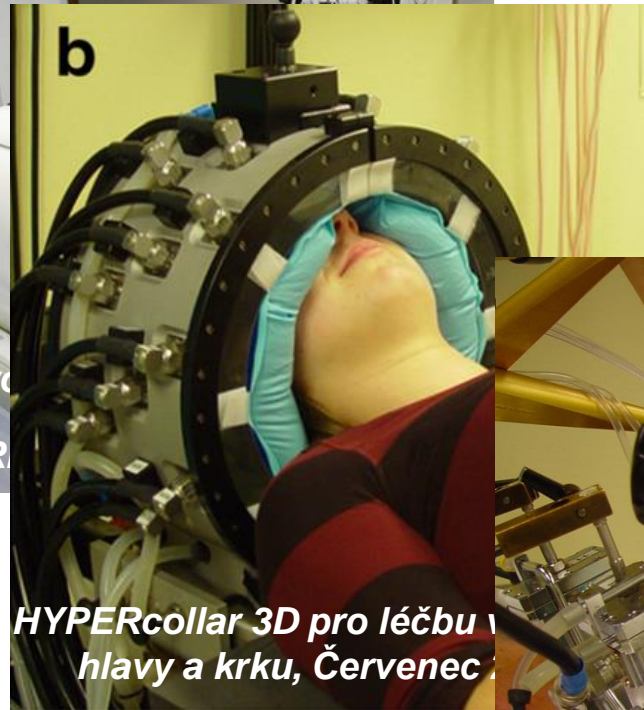


# Hypertermie na Erasmus MC

Pro SigmaEye (12 antén @100 MHz, 3 řady)  
a HYPERcollar3D (20 antén @434 MHz, 3  
řady) je plánování léčby v klinické praxi  
vyžadováno



*BSD SigmaEye aplikátor pro  
1.5T GE 450 wide board MR*



*HYPERcollar 3D pro léčbu  
hlavy a krku, Červenec*



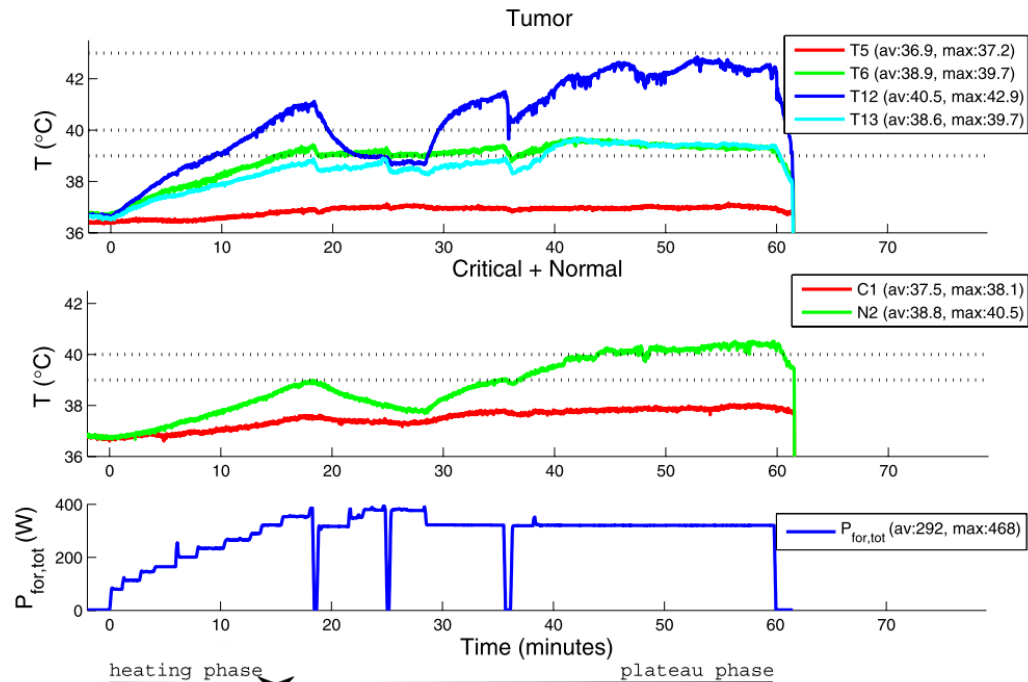
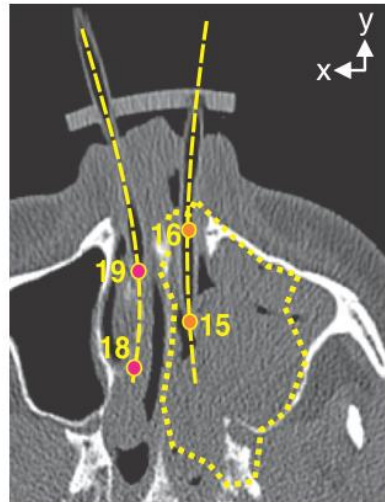
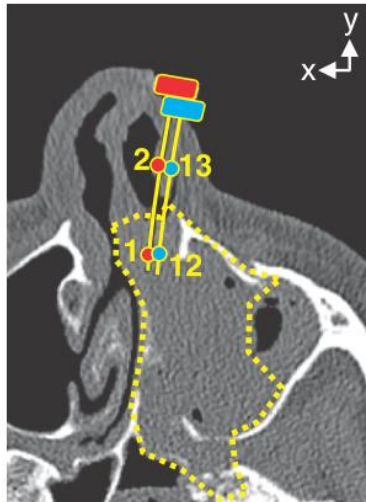
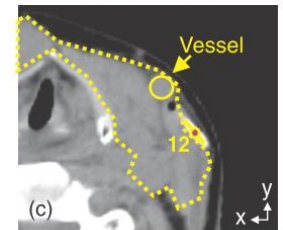
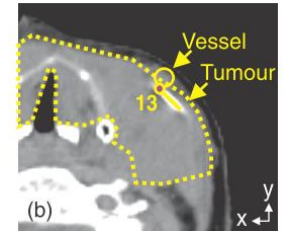
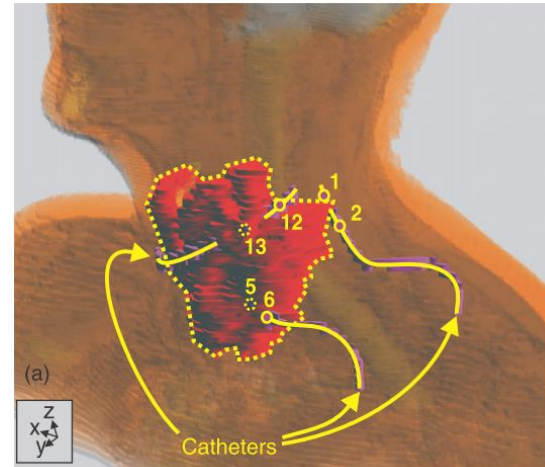
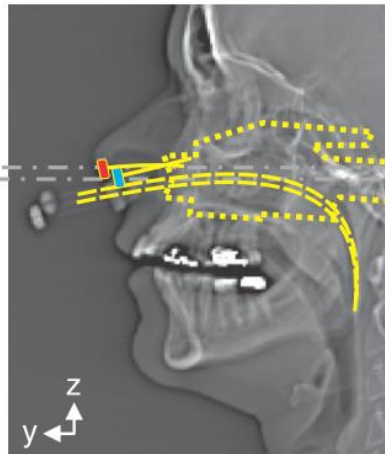
*Řada šesti LCA pro povrchovou hypertermii*

M.M. Paulides a kol., Radiation Oncology, v.11 (2016), no.1  
Drizdal a kol., Phys. Med. Biol., v.57 (2012), n.9, 2491-2503



# Invasivní měření teploty

- Temperature meas. point
- ⋯ Tumour (estimation)
- Interstitial catheter track + End buttons
- - - Intraluminal catheter track (projection)

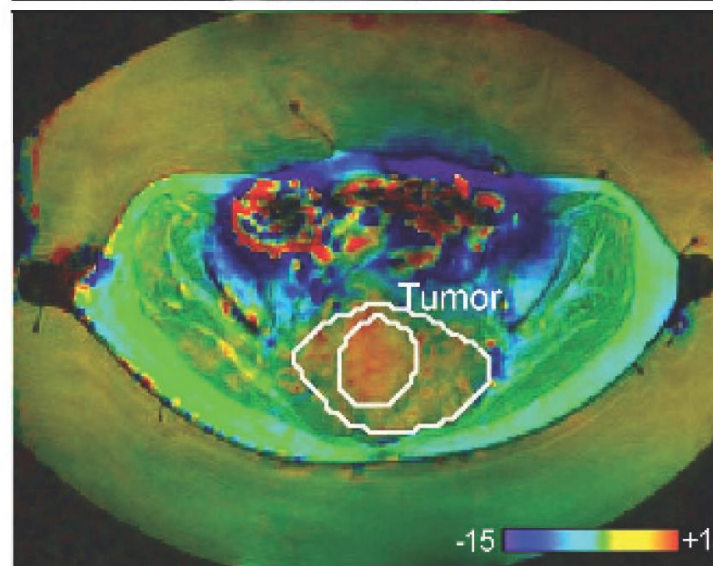
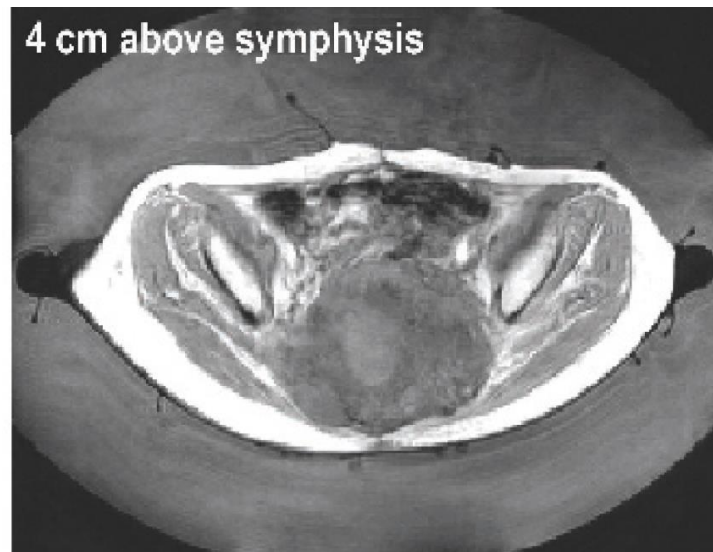


M.M. Paulides a kol., Phys. Med. Biol., v.55 (2010), n.5, 2465–2480

# Měření teploty pomocí MRI - regionální hypertermický systém



BSD-2000 3D/MR Deep Regional Hyperthermia, [www.pyrexar.com](http://www.pyrexar.com)



J. Gellermann a kol., *Cancer Res.*, v.65 (2005), n.13, 5872–5880

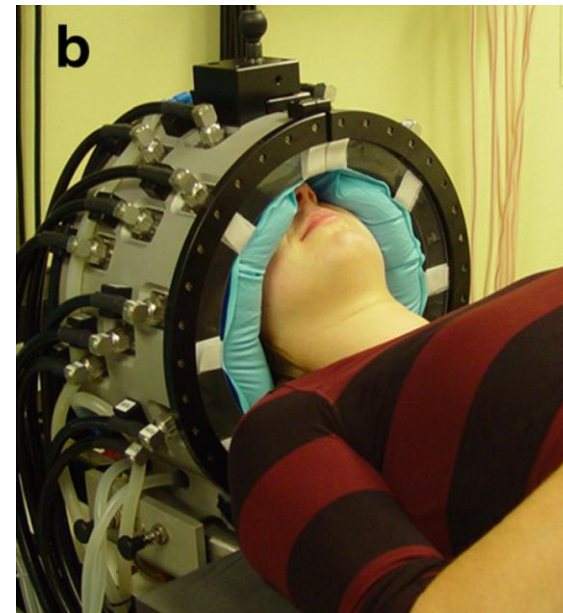


# Aplikátory pro léčbu v oblasti hlavy a krku



## HYPERcollar aplikátor 2007-2014

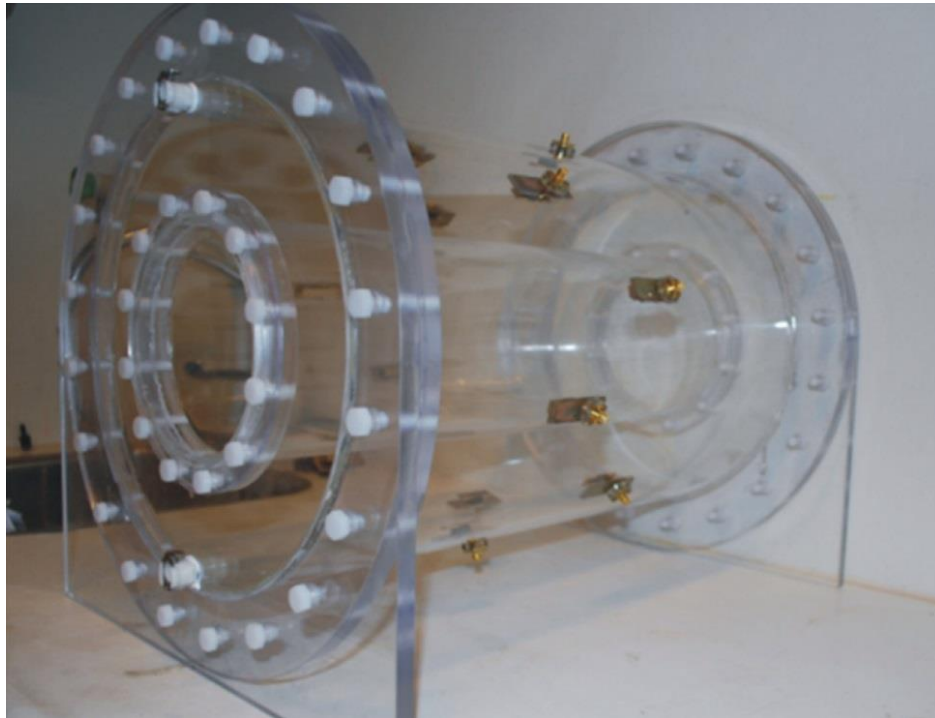
- 12 antén (@434 MHz)
- 12 kontrolovaných kanálů
- jeden vodní bolus



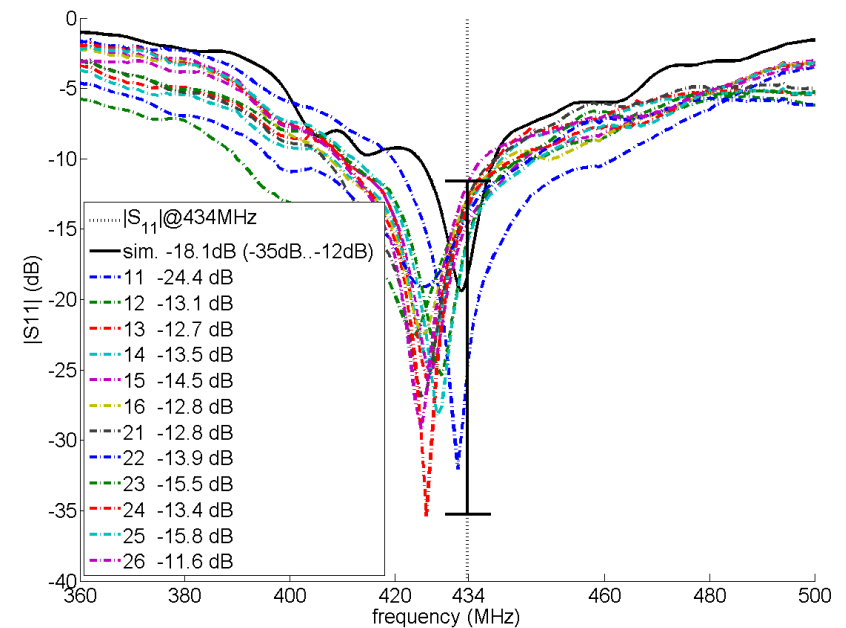
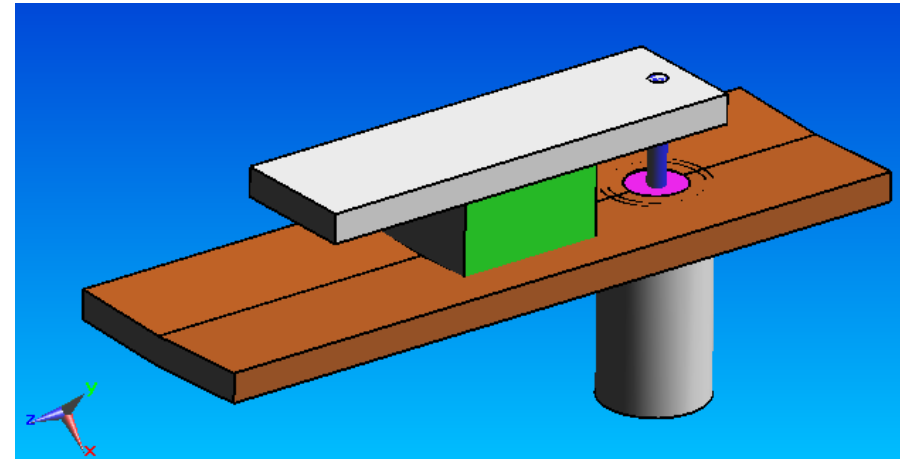
## HYPERcollar 3D aplikátor 2014-doposud

- 20 antén (@434 MHz)
- 12 kontrolovaných kanálů
- Hlava/krk konformní (vyměnitelný)  
vodní bolus

# MRlabcollar – návrh laboratorního prototypu



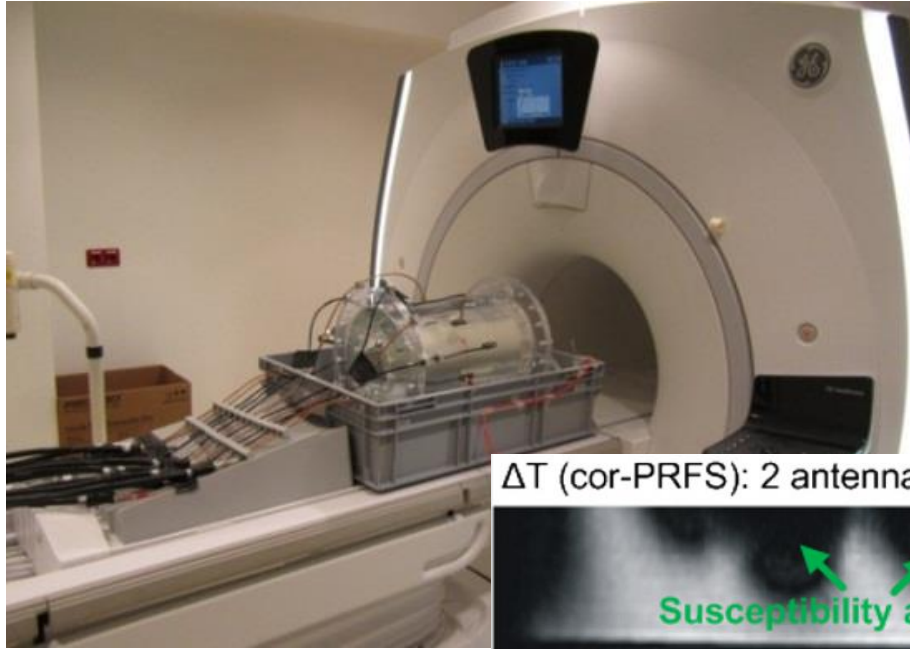
- 2x6 antén pracujících na frekvenci 434 MHz, každá s “individuální” zemnicí rovinou
- vnější průměr 300 mm



M.M. Paulides a kol., Phys. Med. Biol., v.59 (2014), n.9, 2139–2154



# MRlabcollar – ověření funkčnosti laboratorního prototypu

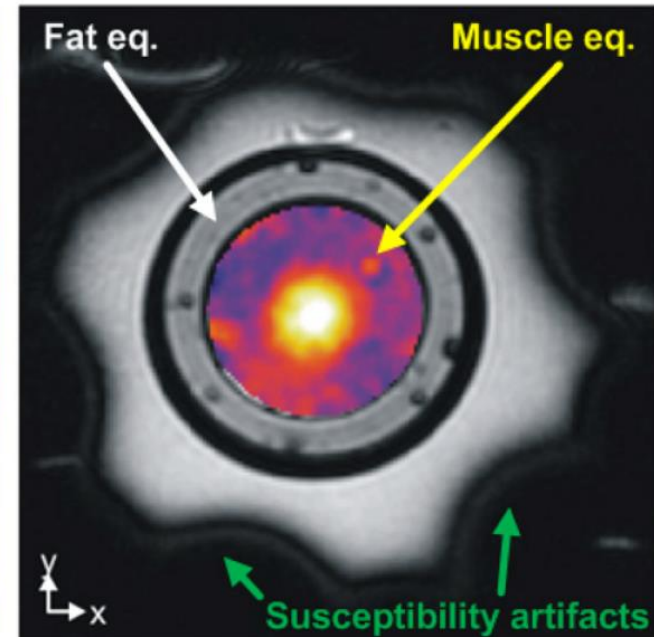
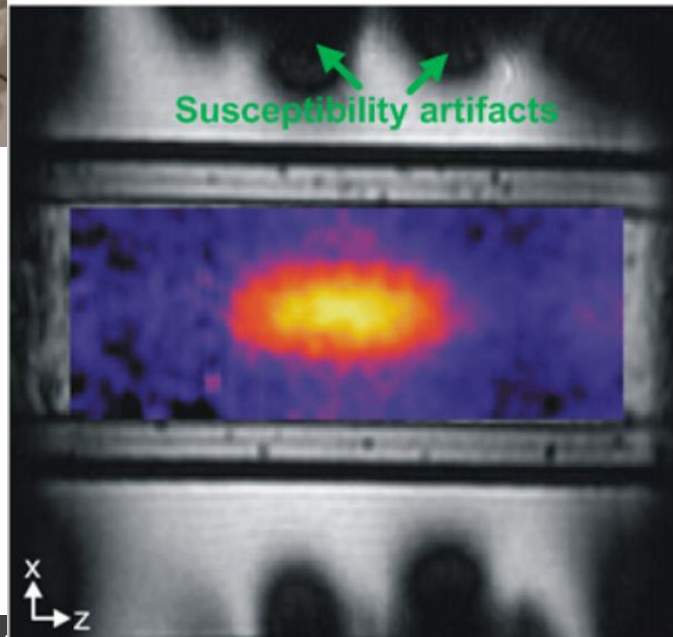


- 300 W celkový výkon
- Shodná fáze pro všechny pro antény
- Ohřev po dobu šesti minut
- Korigovaná proton resonance frequency shift (PRFS) metoda pro MRI termiometrii

$\Delta T$  (cor-PRFS): 2 antenna rings

4°C

$\Delta T$ : 2 antenna rings

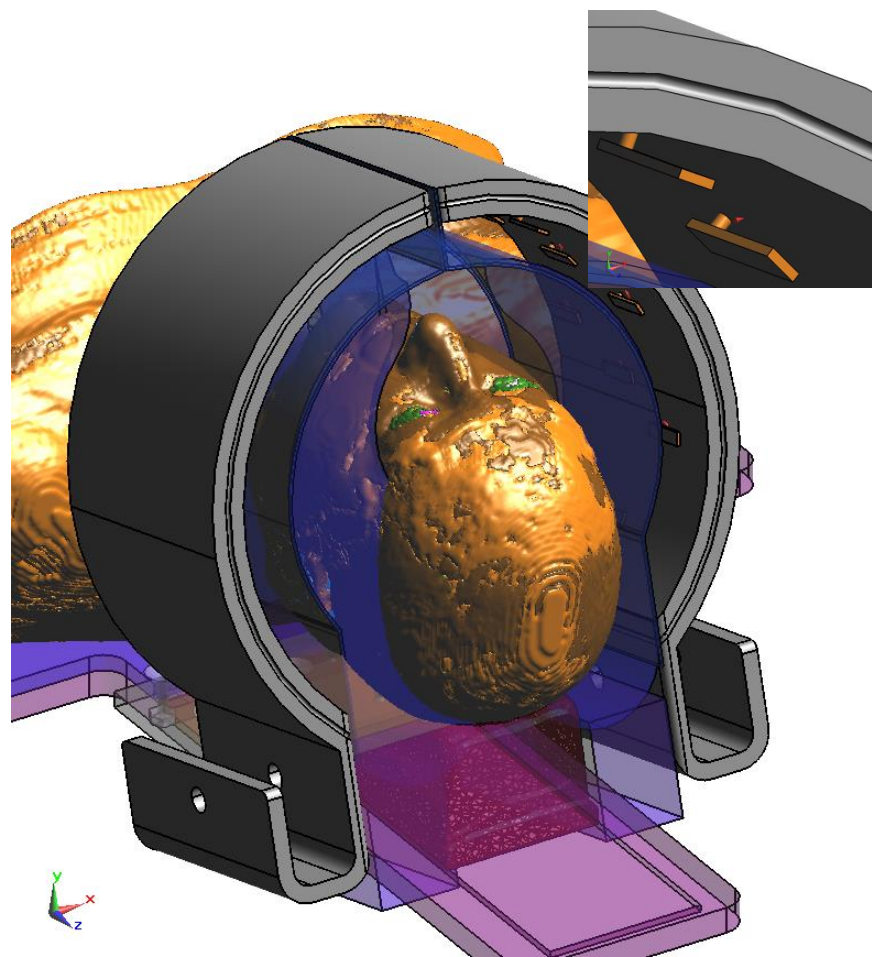


M.M. Paulides a kol., Phys. Med. Biol., v.59 (2014), n.9, 2139–2154

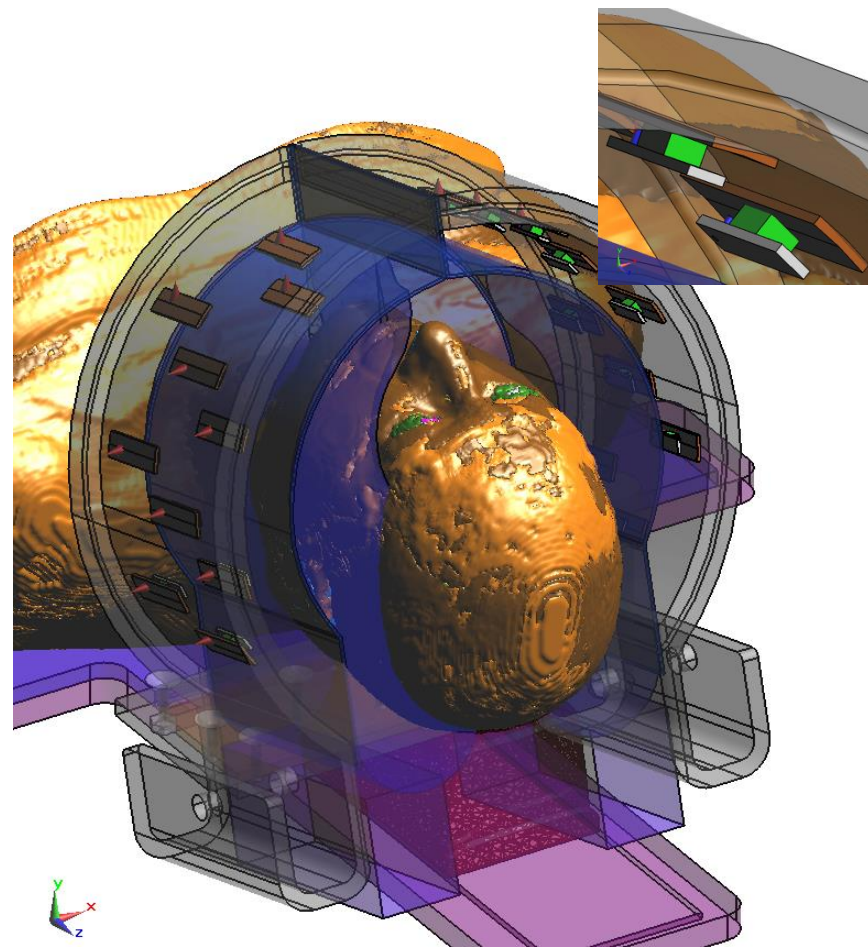




# MR kompatibilní verze HYPERcollar3D simulační model



Simulační model pro HYPERcollar3D

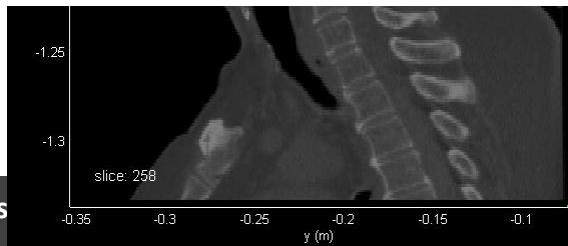
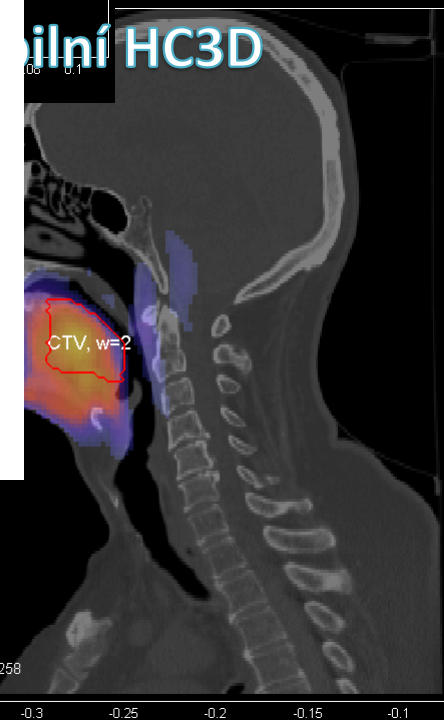
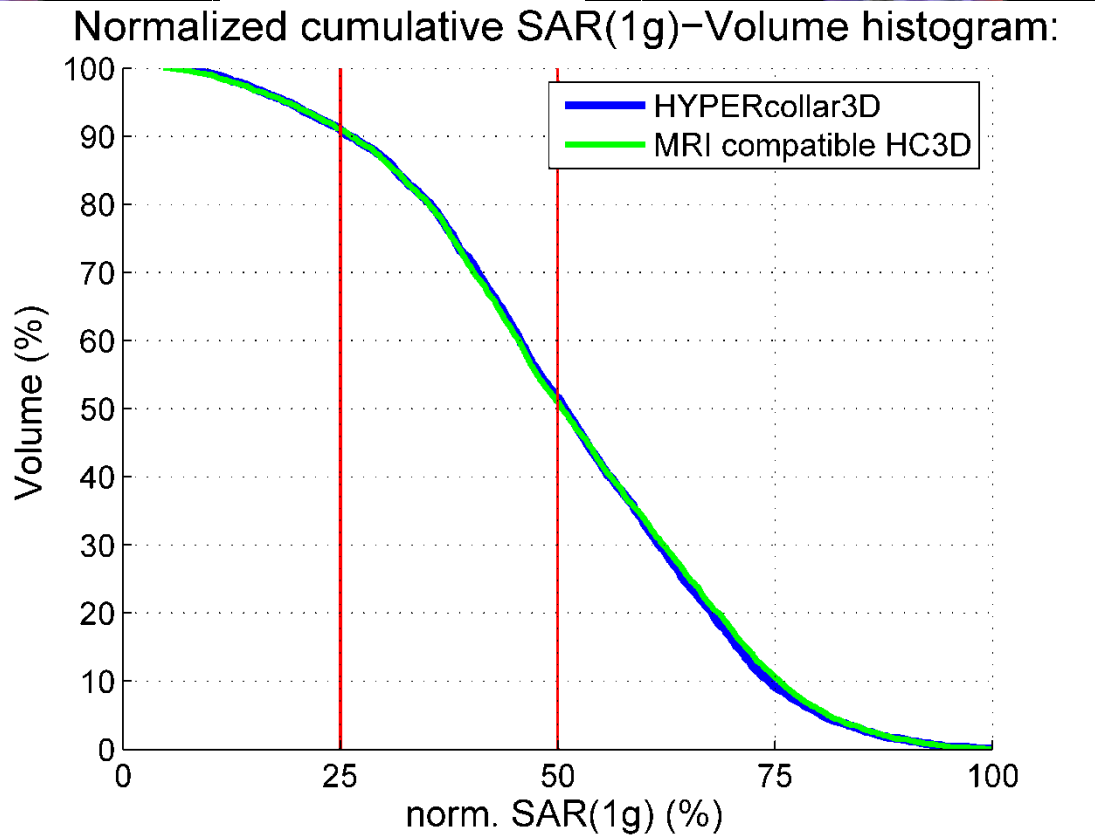
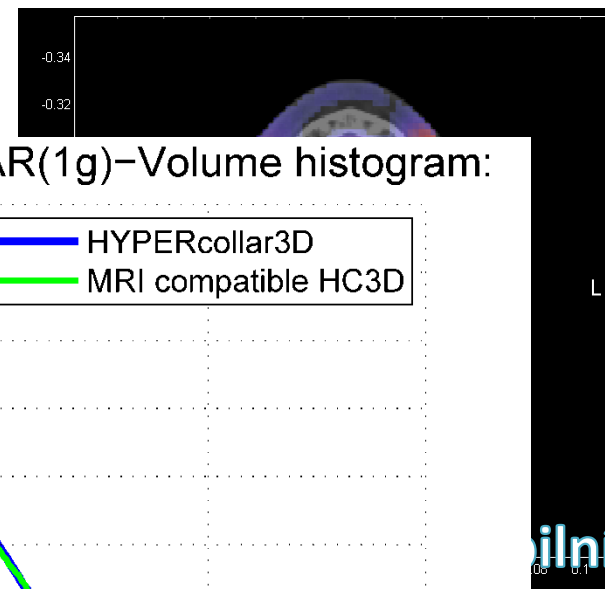
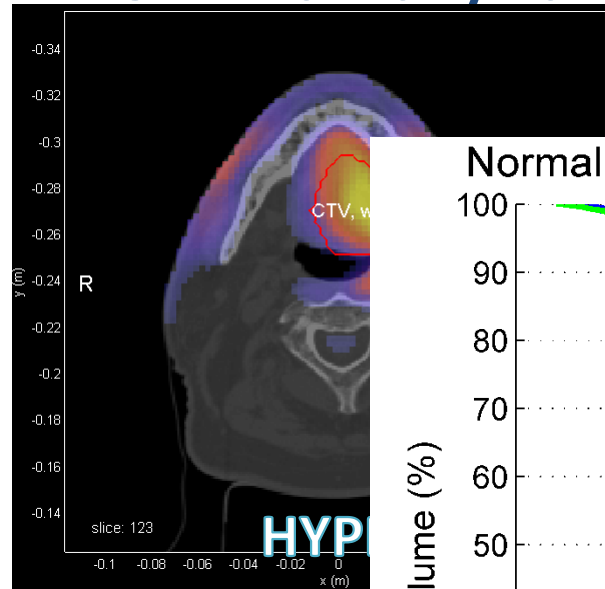


Simulační model pro MR kompatibilní HC3D

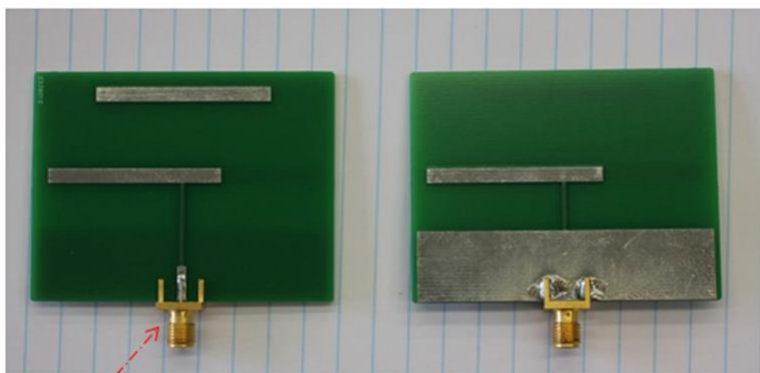
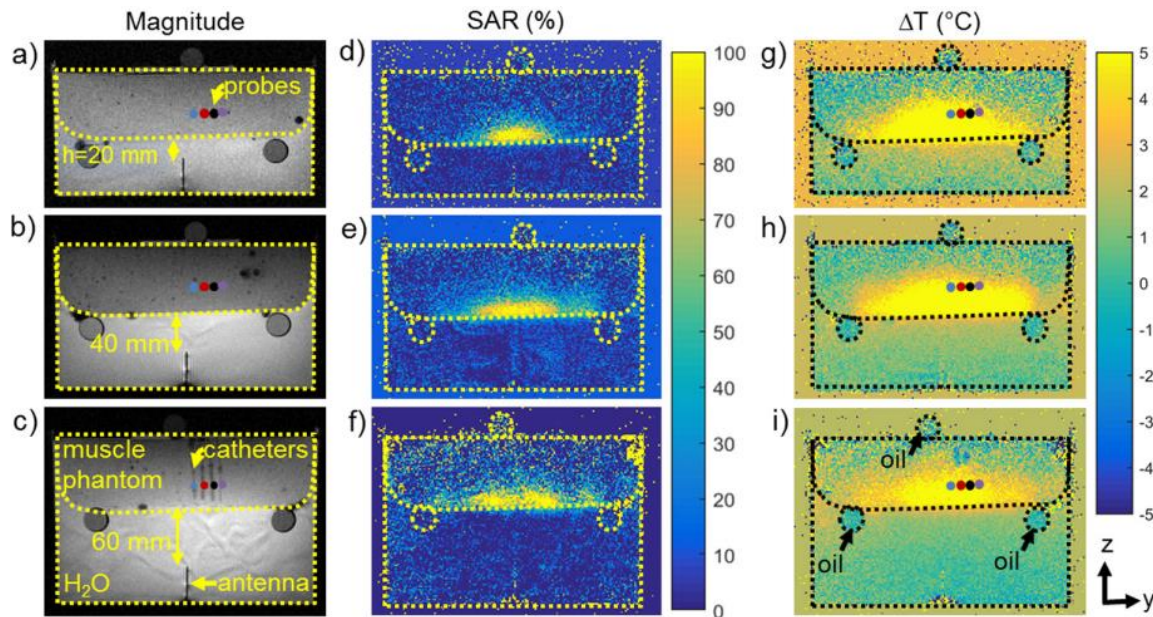
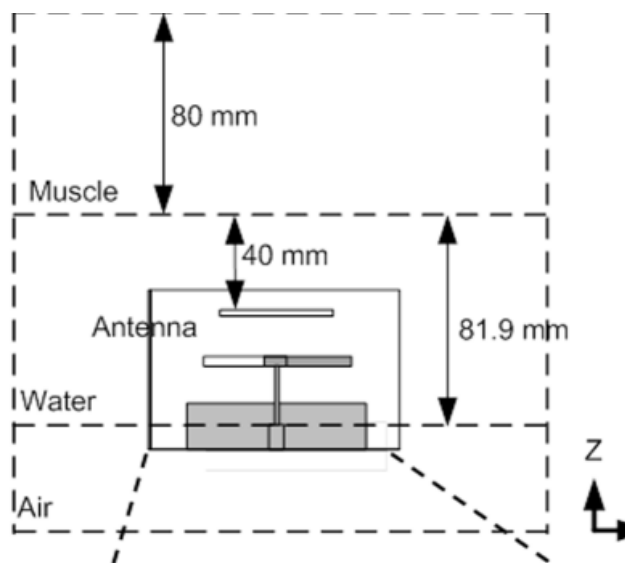


# MR kompatibilní verze HYPERcollar3D

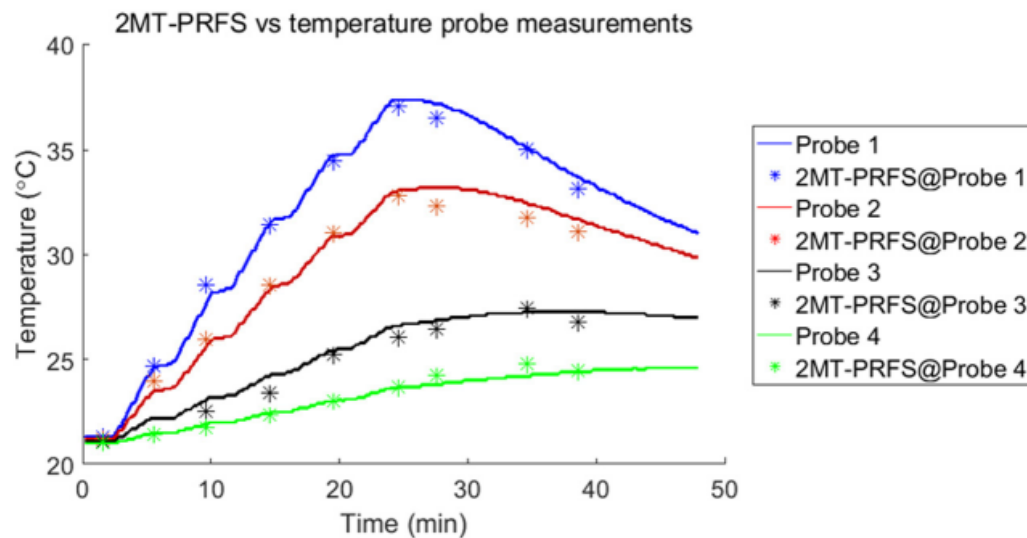
## SAR analýza



# MRcollar – anténní element



SMA connector



M.M. Paulides a kol., Phys. Med. Biol., v.62 (2017), n.5, 1831–1847



# První test MRcollar aplikátoru



- Erasmus MC Cancer Institute, Nizozemsko – Kemal Sumser, Gennaro G. Bellizzi, Gerard C. van Rhoon
- TU Eindhoven, Nizozemsko – Margarethus M. Paulides
- GE Global Research Center, USA – Matthew Tarasek, Desmond T. B. Yeo

Děkuji za Vaší pozornost

