

Přehled technických novinek z pohledu společnosti Siemens

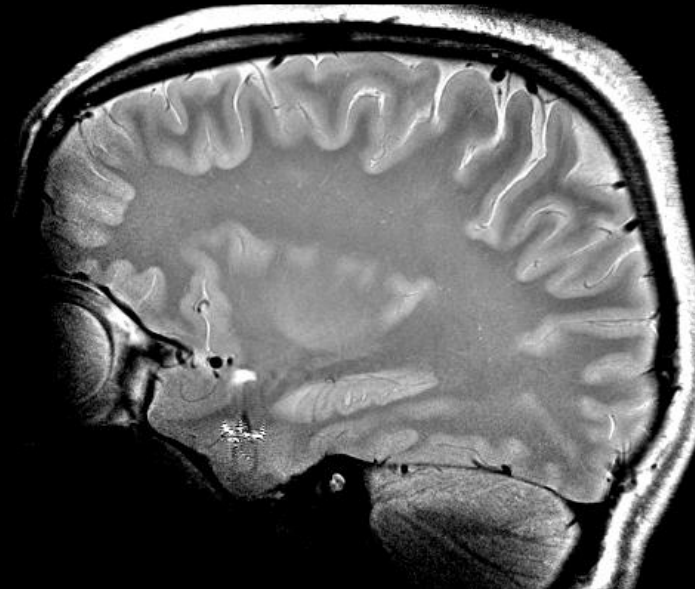
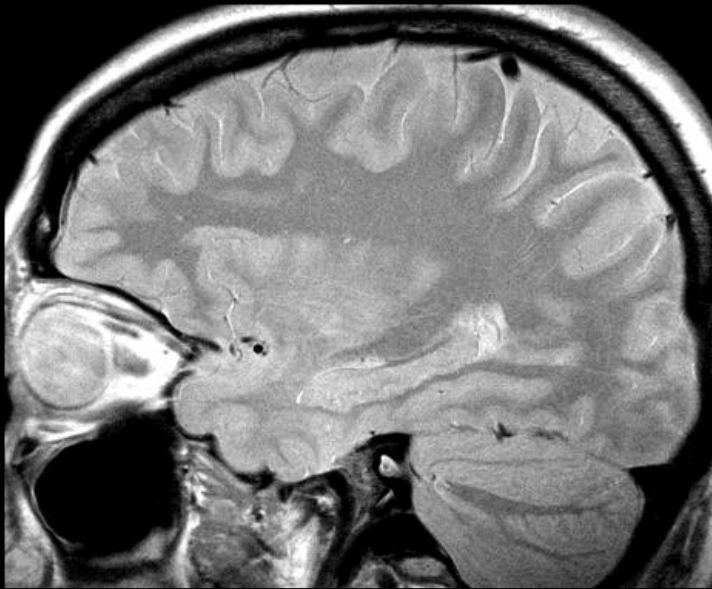
Ing. Mgr. Martina Nováková Ph.D.
Aplikační specialista MR, CT, MR/PET, syngo via

Siemens Healthcare, s.r.o.
Budejovicka 779/3b
140 00 Praha, Czechia

Trend vyšších polí?

3.0 T

7.0 T



$$\frac{S}{N} \sim B_0$$

TSE, 11 echoes, 7 min exam, 20cm FOV, 512x512 (0.4mm x 0.4mm), 3mm SL

white matter SNR = 26
gray matter SNR = 34

white matter SNR = 65
gray matter SNR = 76

1.5T, 3T vs. 7T?

Výhody vyšších polí

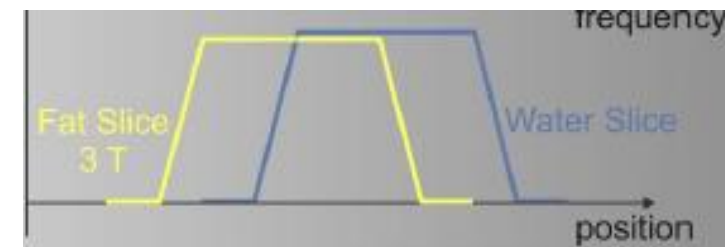
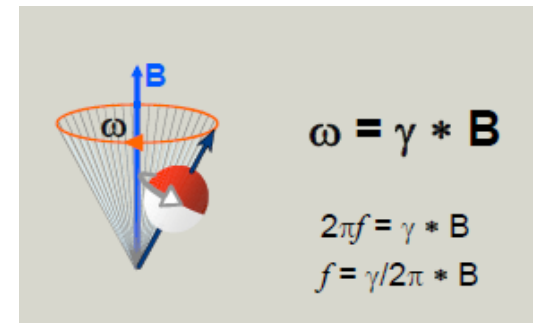
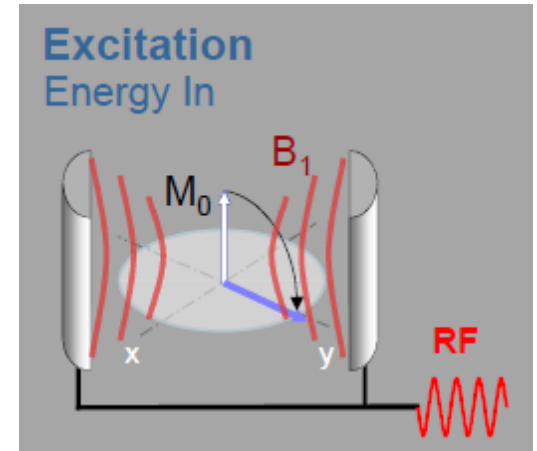
- Vyšší SNR (Signal to Noise Ratio $S, N \sim B_0$)
- Redukce sken. času
- Vyšší prost. i časové rozlišení
- Chemický posun tuku vůči vodě

Vysoký benefit pro specifické aplikace:

- fMRI
- Spektroskopie - multinuclear
- ASL

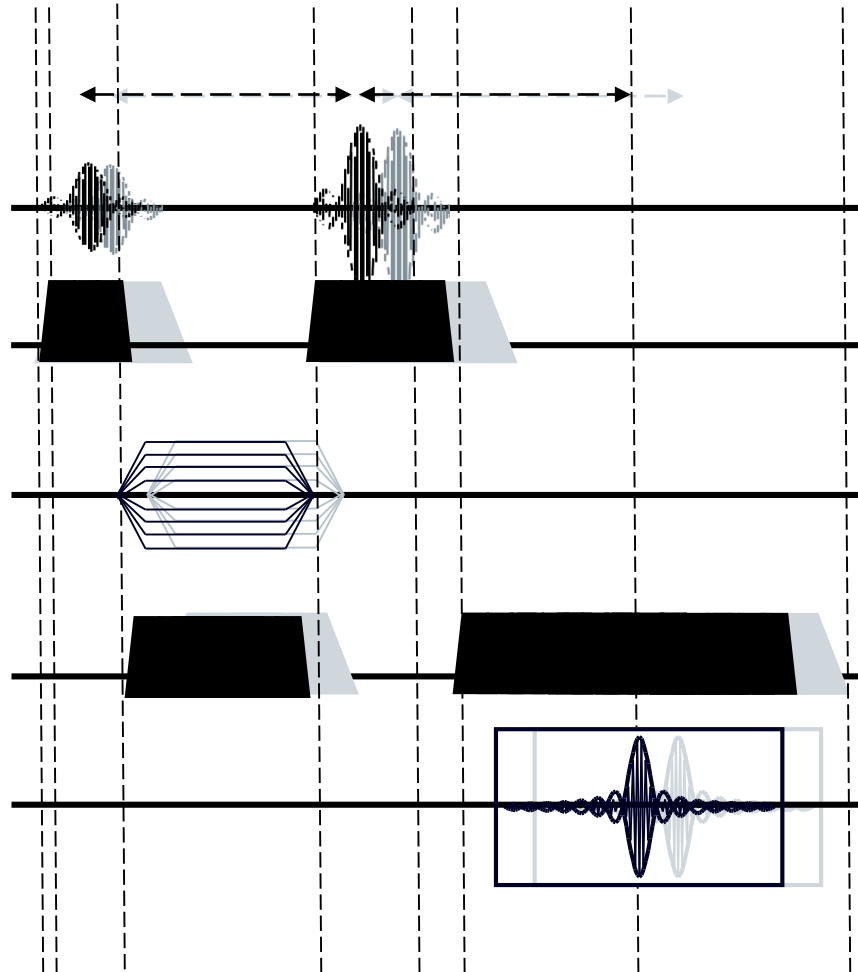
Nevýhody

- Více artefaktů – nehomogenity, distorze (vliv B_0 variace – susceptibil. efekt, B_1 variace – dielektrický efekt).
- Zvýšený SAR (Specific Absorption Rate, $\sim B_0^2$)
- Prodloužený akviziční čas
- Redukce T_1 kontrastu
- Cena
- Výraznější nekompatibilita s implantáty



MR gradientní systém

”Magnetic field gradient system”



- kratší TE
- více řádků k prostoru (stejně TR)
- redukce Echo train

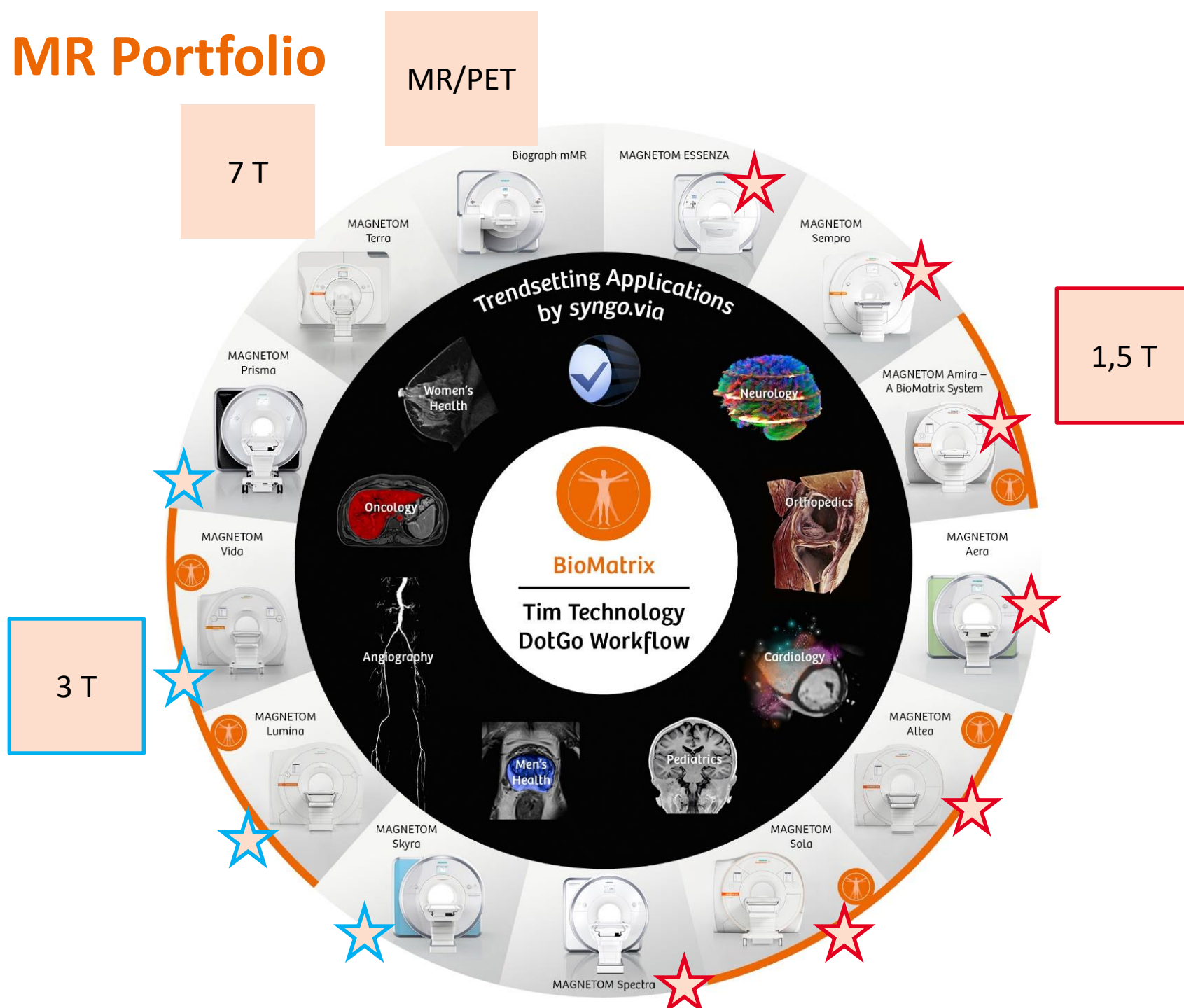


Vyšší obrazová kvalita



- Rutinní aplikace, zejména se zadržením dechu
- Kardio aplikace
- Difuzně váž. obrazy..

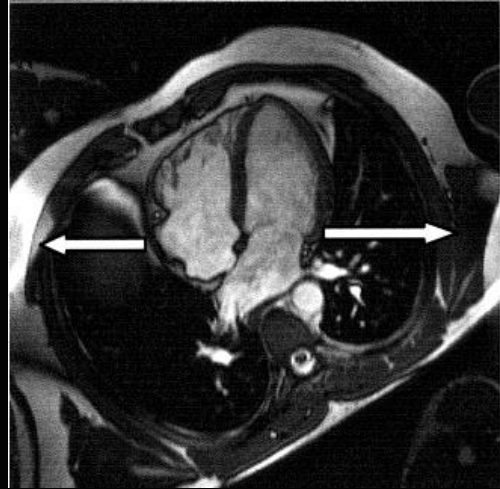
Siemens MR Portfolio



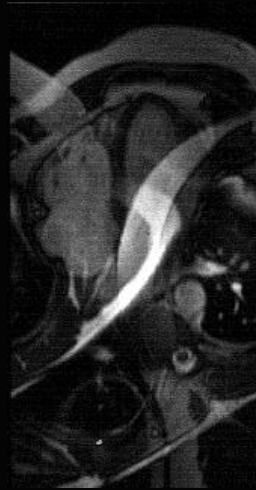
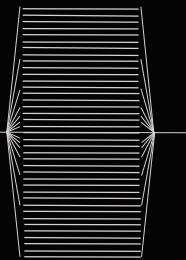
Parametr	Efekt vyššího pole
SNR $\sim B_0$ $S, N \sim B_0$	Vyšší prostorové a časové rozlišení Redukce scan. času
Kontrast	Delší TR – redukce kontrastu T1
SAR $\sim B_0^2$ $SAR \sim \alpha^2$	se skenovaným objemem, s akvizičním časem, s implantáty
B_0 variace – susceptibilní efekt	Geometrická distorze, Intravoxel dephasing
Chemický posun	Frekvenční posun vody a tuku výraznější
B_1 variace-dielektrický efekt	Variace kontrastu – důsledek prostorové variace sklápěcího úhlu

Paralelní techniky - urychlení vyš., snížení SAR

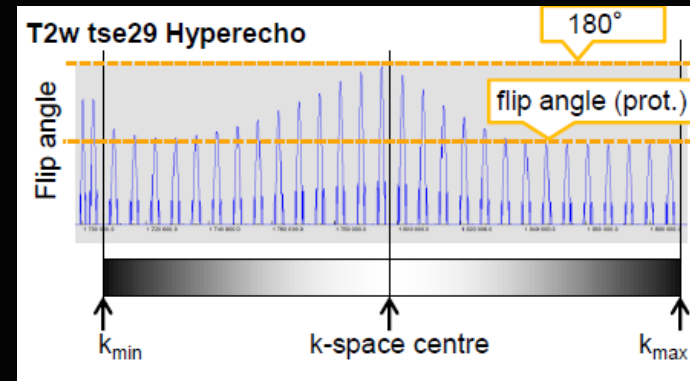
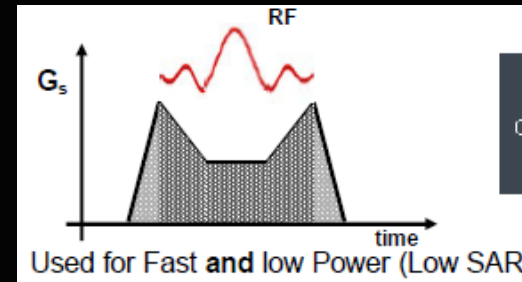
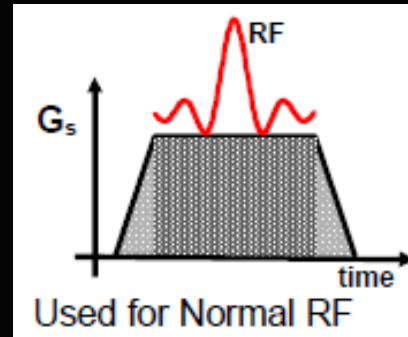
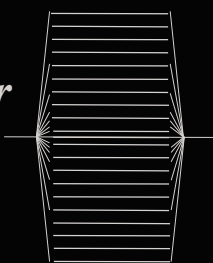
iPAT – integrated „parallel“ imaging



Fully
measured
matrix



PAT-
Factor
2 no
PAT-
Rec.



SAR (specific absorption rate)

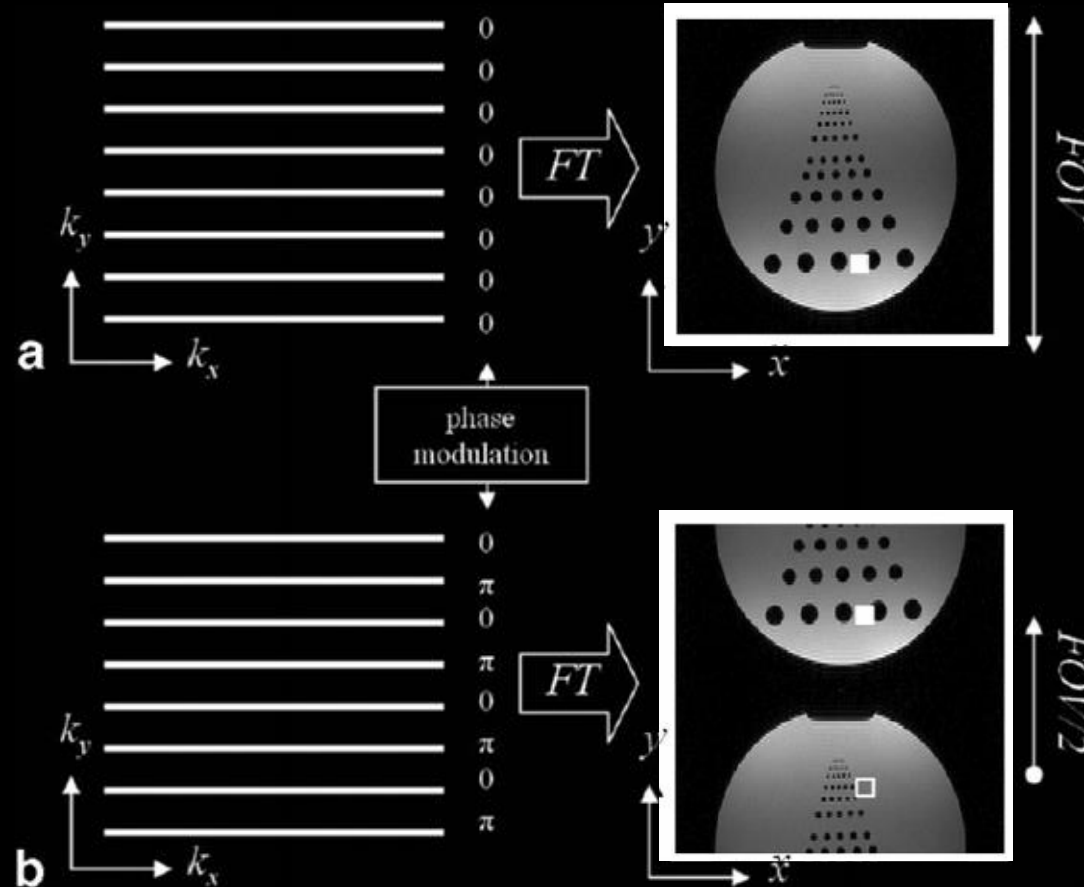
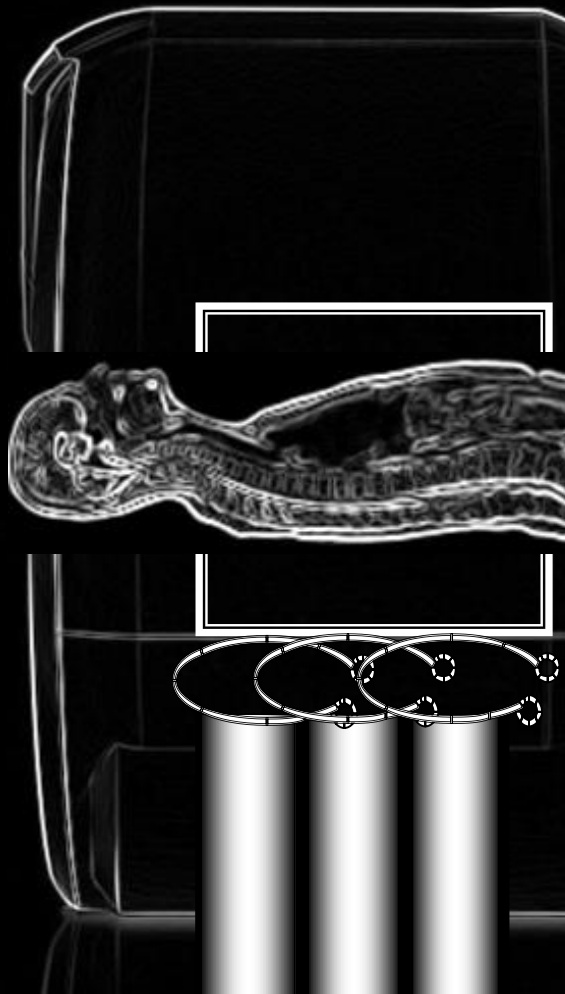
Řešení:

- *Parallel Imaging* (*GRAPPA*, *mSENSE*),
- *Caipirinha*,
- *Compressed Sensing*
- *VERSE* (Variable -Rate Selective Excitation)
- *Hyperechoes*

MR paralelní techniky

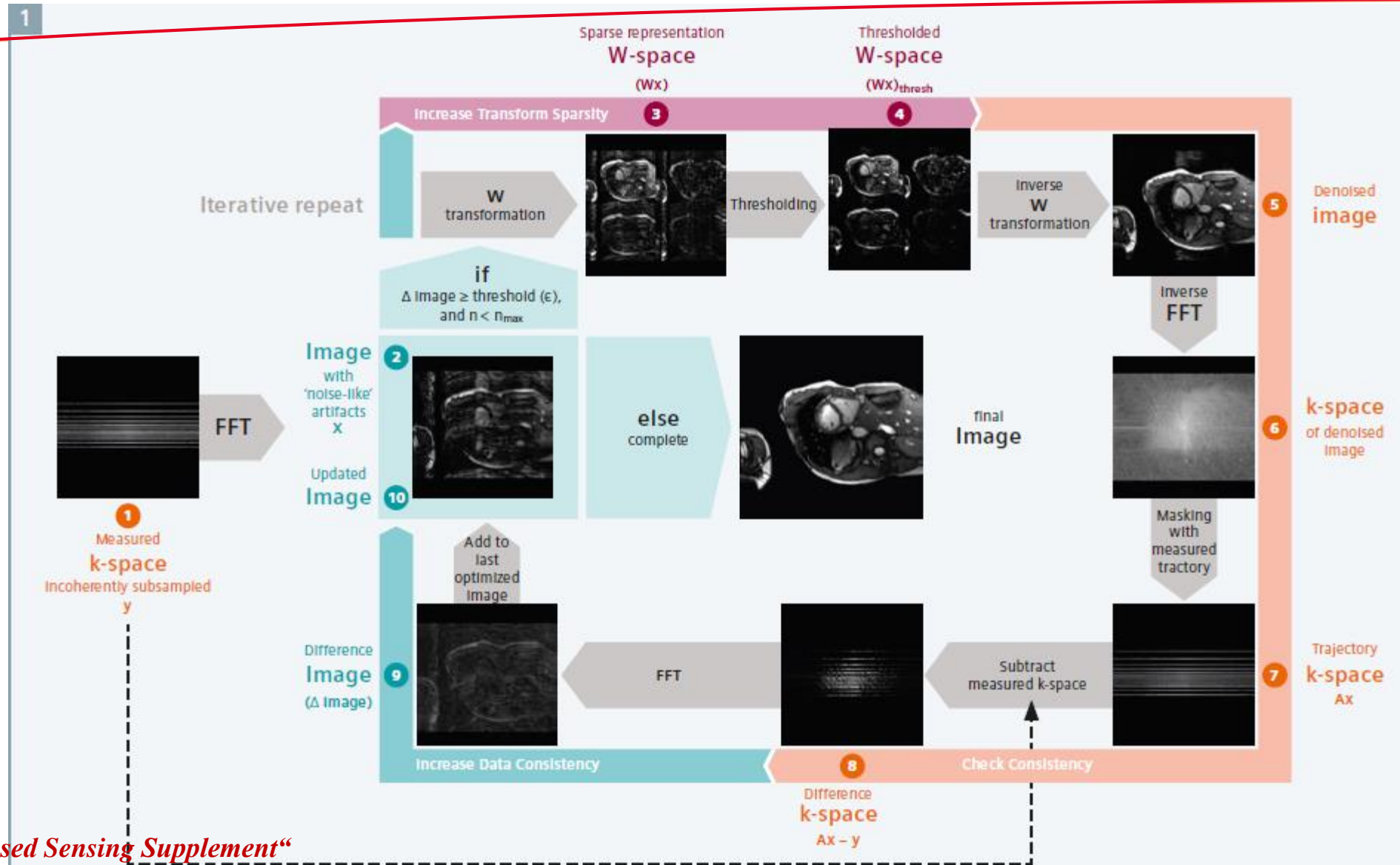
iPAT – integrated „parallel“ imaging - CAIPIRINHA

Felix A. Breuer, Martin
Blaimer, Robin M.
Heidemann, Matthias F.
Mueller, Mark A. Griswold,
and Peter M. Jakob.
Magn Reson Med. 2005;53: 684-691



➤ **2005**
*Controlled Aliasing in Parallel
Imaging Results in Higher
Acceleration for Multi-Slice
Imaging.*

Compressed Sensing



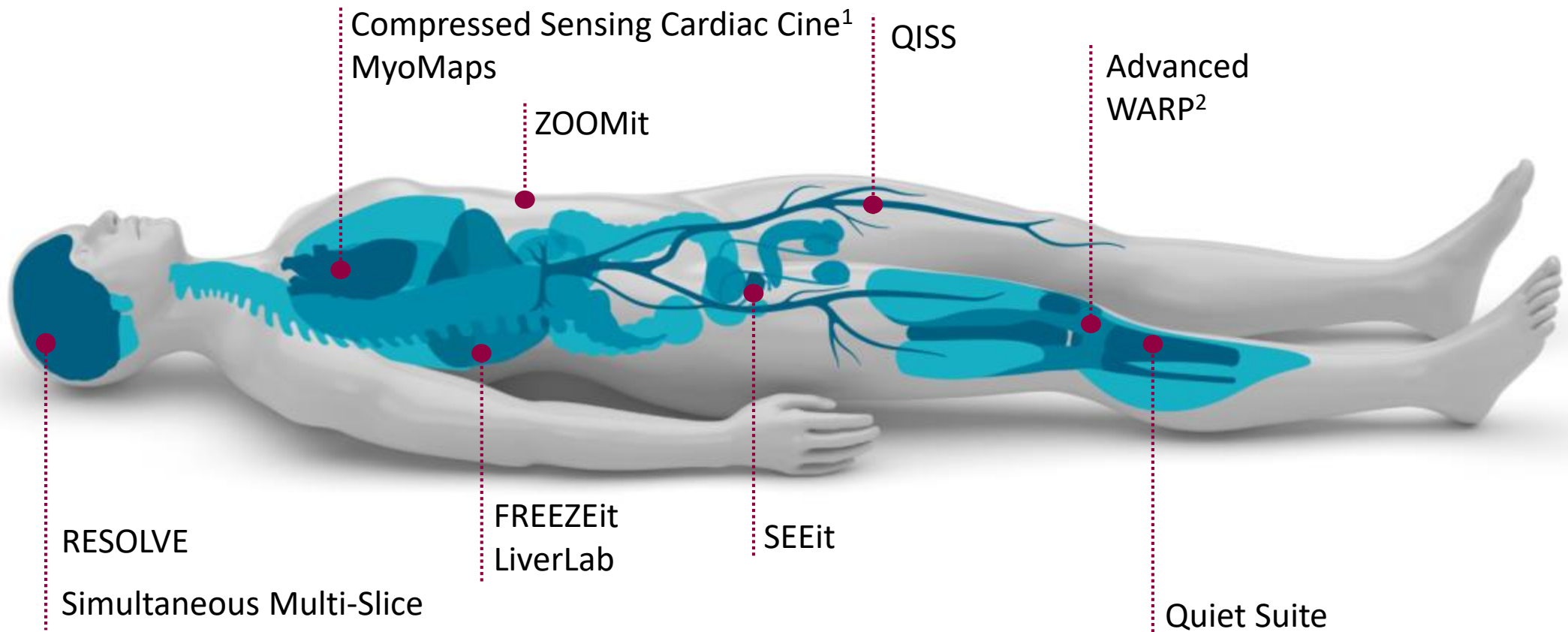
Trendy v aplikacích

Increase productivity

- Dot Engines
- CAIPIRINHA
- SMS TSE

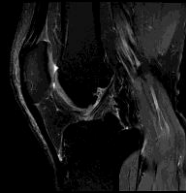
Improve Image Quality

- SMS RESOLVE
- CS SEMAC
- Star-VIBE

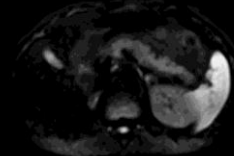


Turbo Suite Excelerate

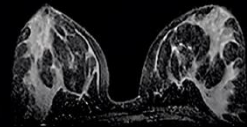
Conventional



PD TSE FS
PAT 2
0.5 x 0.4 x 3.0 mm³
TA 2:42 min



DWI
PAT 3, b800
1.4 x 1.4 x 5.0 mm³
TA 4:07 min



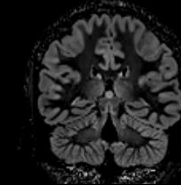
RESOLVE²
b800
1.2 x 1.2 x 5.0 mm³
TA 4:21 min



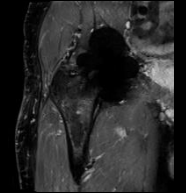
TOF Angio²
PAT 2
0.4 x 0.4 x 0.4 mm³
TA 4:28 min



T2 SPACE MRCP²
PAT 3
0.5 x 0.5 x 1.0 mm³
TA 7:16 min



T2 SPACE DIR²
PAT 2
1.4 x 1.4 x 1.4 mm³
TA 6:07 min



SEMAC^{2,3}
PAT 4
1.2 x 1.2 x 3.0 mm³
TA 11:10 min

Turbo Suite Excelerate

50 %
Reduction

40 %
Reduction

60 %
Reduction

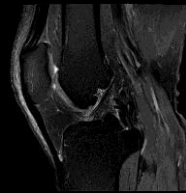
56 %
Reduction

97 %
Reduction

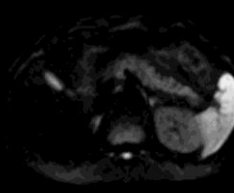
49 %
Reduction

51 %
Reduction

Powered by
**Simultaneous
Multi-Slice
and
Compressed
Sensing**



SMS TSE
PAT 2, SMS 2
0.5 x 0.4 x 3.0 mm³
TA 1:21 min



SMS DWI
PAT 2, SMS 2, b800
1.4 x 1.4 x 5.0 mm³
TA 2:27 min



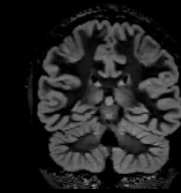
SMS RESOLVE^{1,2}
SMS 3, b800
1.2 x 1.2 x 5.0 mm³
TA 1:44 min



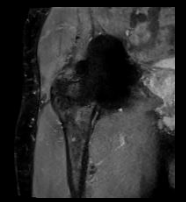
CS TOF Angio^{1,2}
CS 10
0.4 x 0.4 x 0.4 mm³
TA 1:58 min



CS T2 SPACE MRCP^{1,2}
CS 23
0.5 x 0.5 x 1.0 mm³
TA 0:15 min



CS T2 SPACE DIR^{1,2}
CS 7
1.0 x 1.0 x 1.0 mm³
TA 3:07 min



CS SEMAC^{1,2,3}
CS 8
1.2 x 1.2 x 3.0 mm³
TA 5:30 min

¹ The product is still under development and not commercially available yet. It is not for sale in the US. Its future availability cannot be ensured.

² The exemplary images and scan times displayed were acquired on MAGNETOM Vida.

³ The MRI restrictions (if any) of the metal implant must be considered prior to patient undergoing MRI exam. MR imaging of patients with metallic implants brings specific risks. However, certain implants are approved by the governing regulatory bodies to be MR conditionally safe. For such implants, the previously mentioned warning may not be applicable. Please contact the implant manufacturer for the specific conditional information. The conditions for MR safety are the responsibility of the implant manufacturer, not of Siemens.

Směrování MRI ?

Robust, consistent
information basis

BioMatrix



Designed for quantitative
tissue characterization

MR Fingerprinting¹



Individualized
therapy guidance

**AI from scanning
to reporting¹**

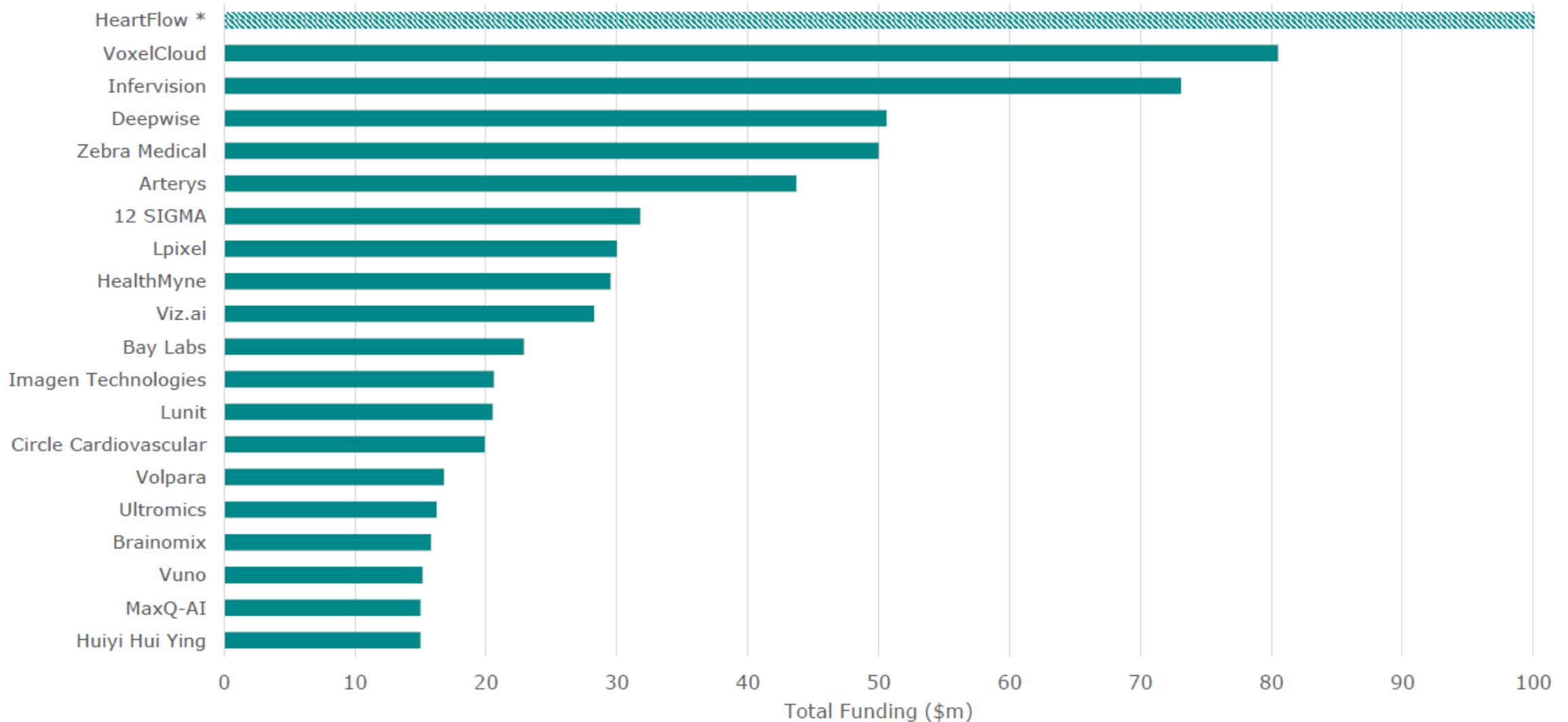


Precision Medicine



The players

20 Most Funded Medical Imaging AI Companies [apparently: start-ups]

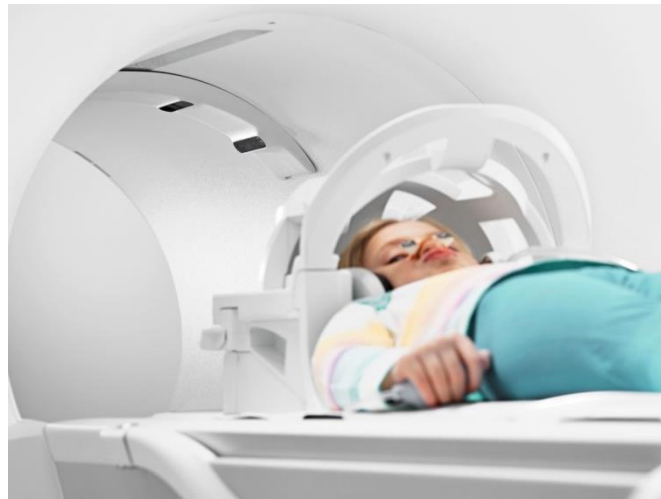




Anticipate

motion for
high-quality results

BioMatrix Sensors



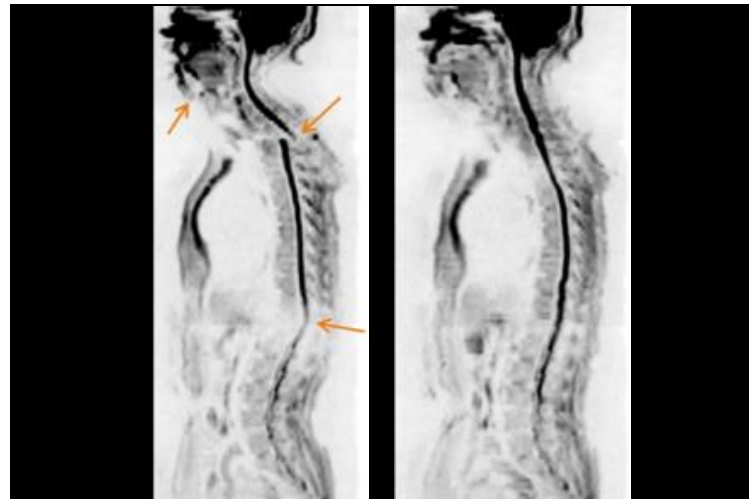
BioMatrix Respiratory Sensors
BioMatrix Kinetic Sensor
BioMatrix Beat Sensor



Adapt

to challenging anatomies
for reliable exams

BioMatrix Tuners



BioMatrix CoilShim
BioMatrix SliceAdjust



Accelerate

patient preparation
for increased efficiency

BioMatrix Interfaces

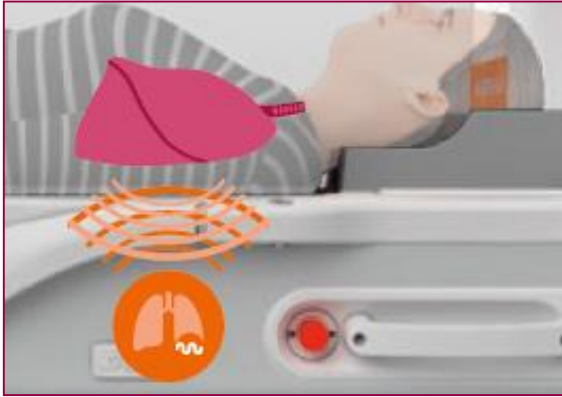


BioMatrix Select&GO
BioMatrix Dockable Table with eDrive

¹ Motion Correction framework Cardiac Triggering is still under development. Its future availability cannot be ensured.

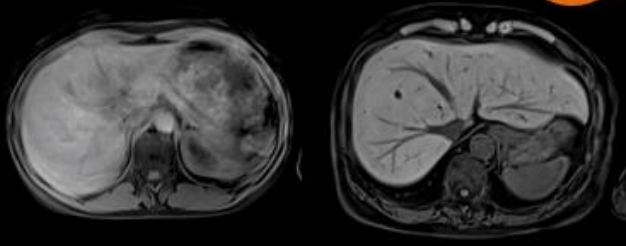
² Optional

BioMatrix –Respiratory, Kinetic, Beat sensors



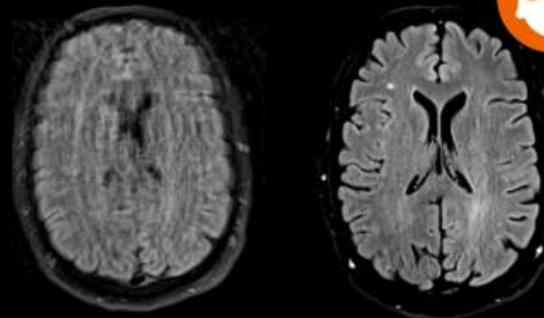
Respiratory motion

Respiratory motion causing image artifacts
Improved with **Respiratory Sensor** based triggering



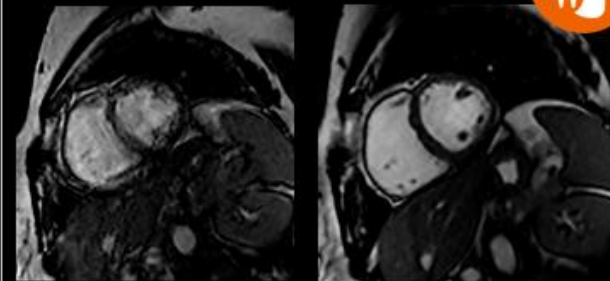
Head motion

Head motion causing image artifacts
Improved with **Kinetic Sensor** motion correction¹



Cardiac motion

Cardiac motion causing image artifacts
Improved with **Beat Sensor** cardiac triggered exams¹



Kinetic Sensor
Camera view



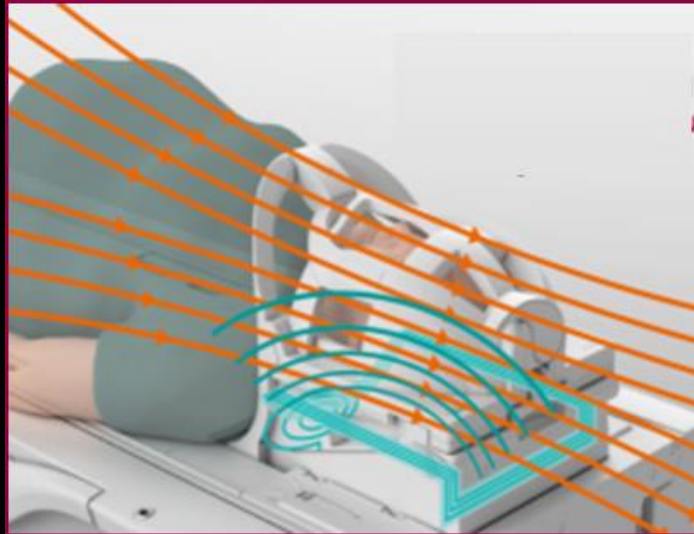
Conventional

**With prospective
motion correction**

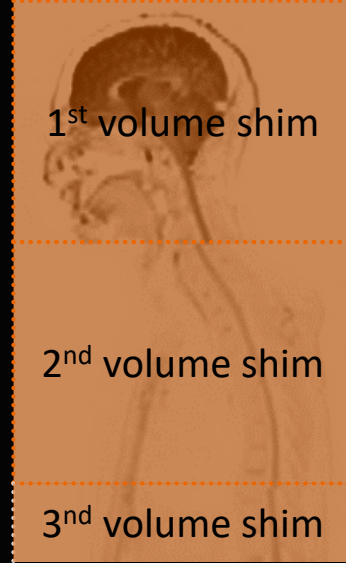
**3D T₁ MPRAGE tra, 0.9x0.9x0.9 mm³, TA 5:05
min
208 slices**

BioMatrix Tuners adaptace ke zvolené anatomii

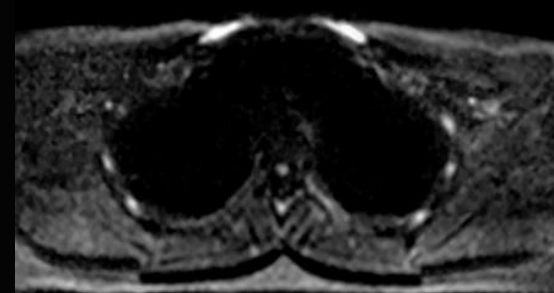
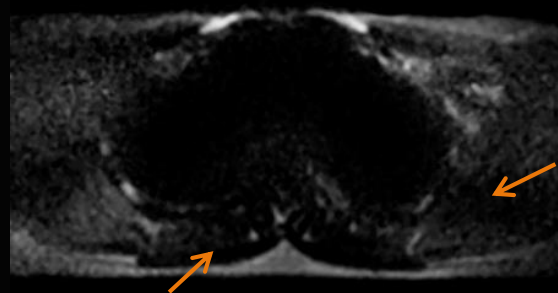
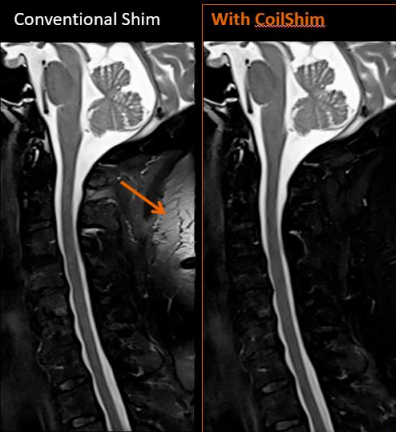
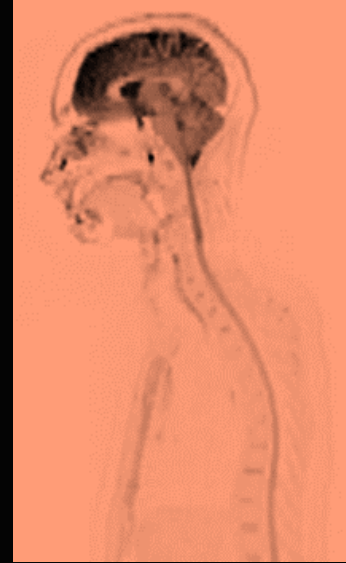
Coil Shim



Conventional Volume Adjust



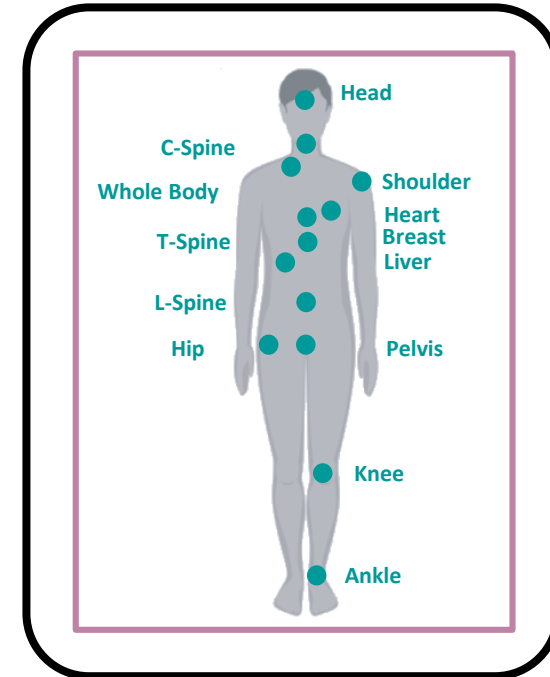
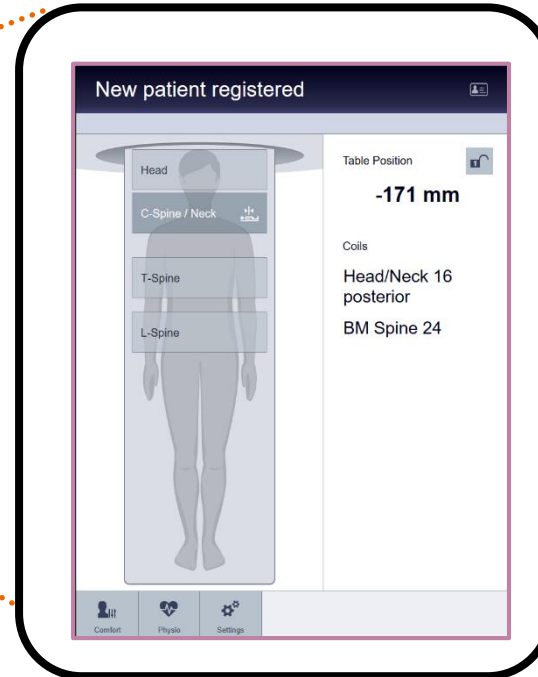
With SliceAdjust DWI



BioMatrix

Select&GO


Zjednodušení nastavení pozice pacienta - BioMatrix interfaces



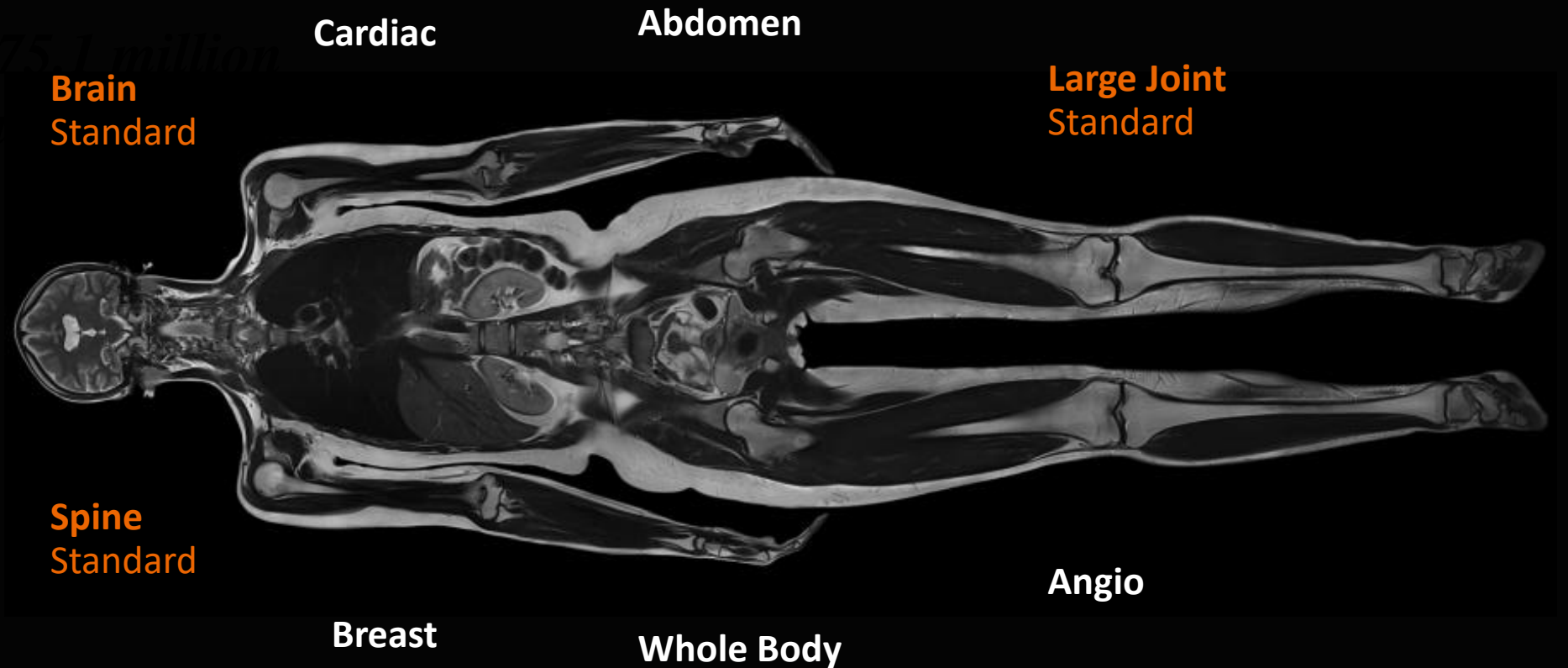
**30 % faster¹
and reproducible patient set-up**

**AI-powered
Intelligent Body Model**

Dot Engine - Zautomatizovaný postup nastavení a provedení skenu, reprodukovatelné výsledky

Powered by
Artificial Intelligence 

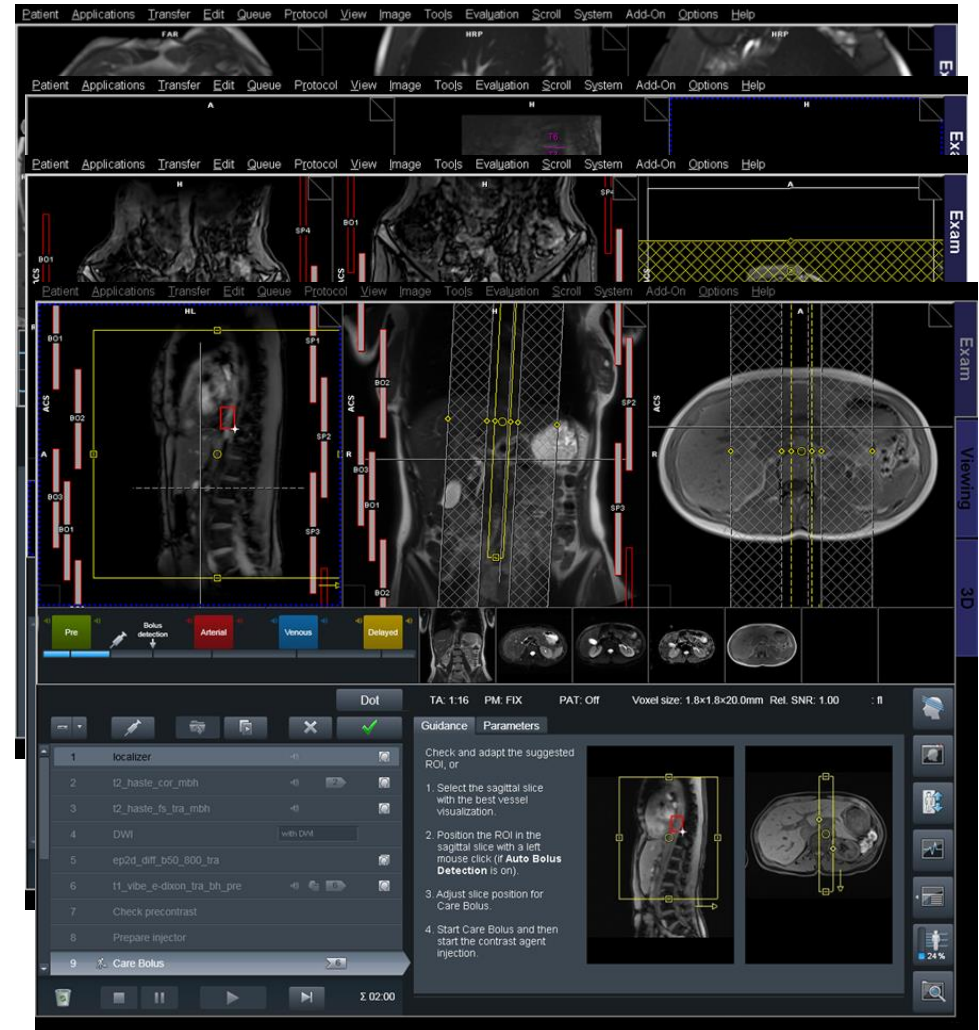
Over 90 %¹
of MRI exam requests
covered



Dot Engine - Intelligent workflow automation.

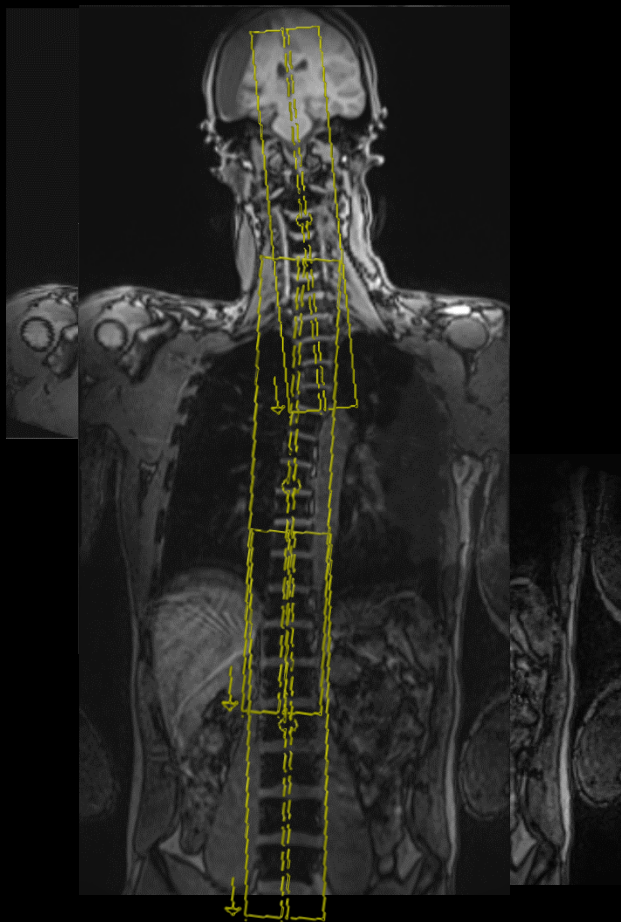
Vytvořené „na míru“ pro odlišné klinické aplikace:

- *AutoAlign*
- *AutoCoverage*
- *AutoFoV*
- *AutoBolus Detection*
- *AutoVoice*
- *Inline MPRs nebo zakřivené planární rekonstrukce*
- *Adaptace skenu k individuální dechové kapacitě*



Dot Workflow

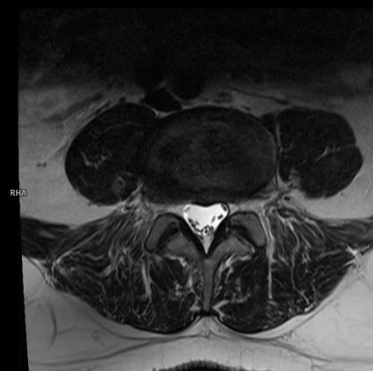
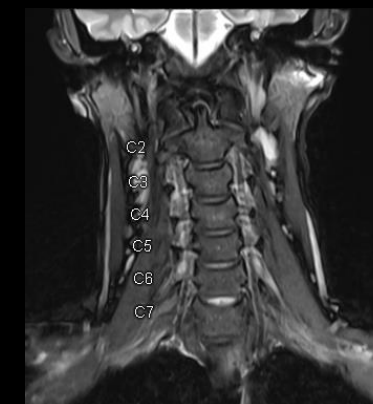
Spine Dot



- ✓ 3 segments acquisition
- ✓ Automatic Composing
- ✓ Automatic programming



✓ Angle and coil elements automatically defined

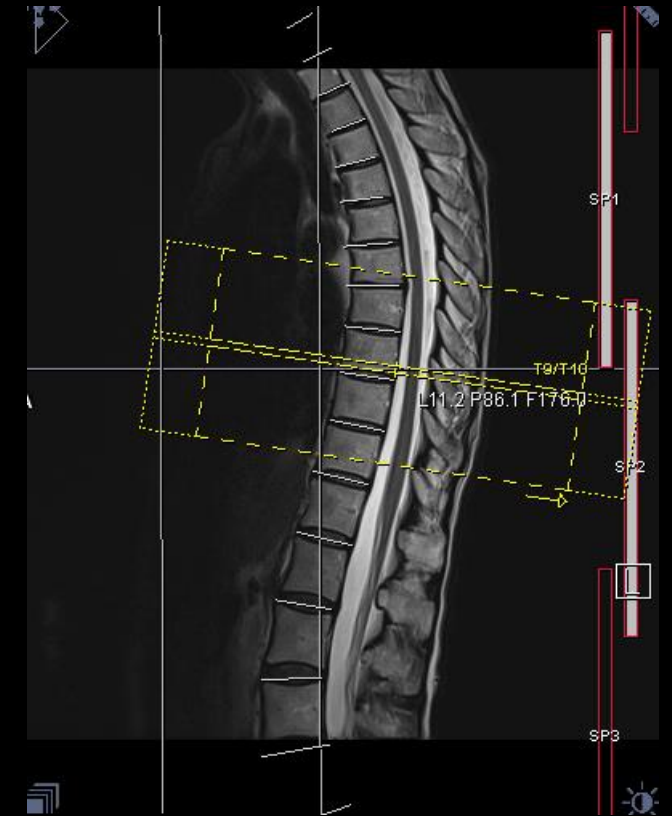


✓ Auto labeling of vertebral levels allows more accurate and faster planning of thoracic spine imaging

AutoAlign

- Automatické přizpůsobení k anatomii pacienta
- Automatická adaptace skenovacích parametrů
- Automatické vyhledání optimální pozice saturačního pásu
- Automatický výběr odpovídajících cívkových elementů
- Automatická detekce a označení odpovídajících obratlových těl a meziobratlových plotének

Siemens Healthcare GmbH, 2019



Optimální vizualizace i pro komplikované patologické stavy

Automatická detekce
intervertebrálních disků,
označení na základě
definovaných anatomických
značek



Vyšší pracovní zátěž

Nárůst CT/MR vyš.
10 – 12%, málo radiologů

Zkrácení interpretačního času

Vede ke zvýšení interpretačních chyb, nárůst **16.6 %** ²

Zpřesnění diagnóz s využitím kvantifikačních a prediktivních metod

Omezené kognitivní a systémové faktory vedou k diagnostickým chybám v **74% případů**³

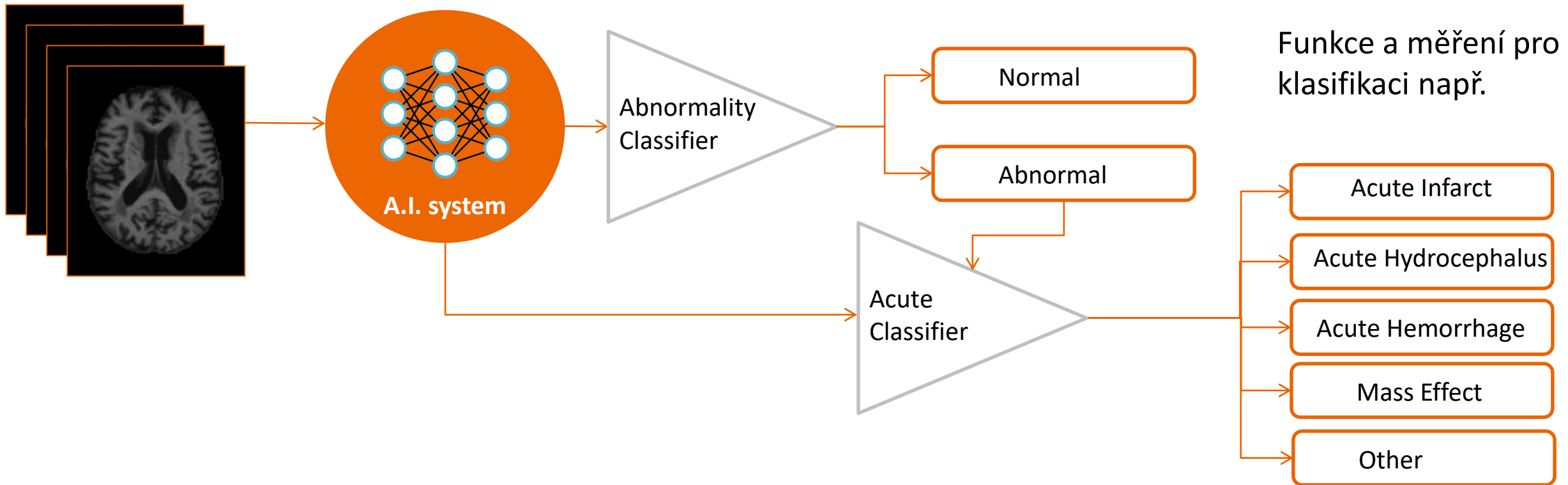
¹ The Royal College of Radiologists

² Faster Reporting Speed and Interpretation Errors: Conjecture, Evidence, and Malpractice Implications, Journal of the American College of Radiology, Volume 12, Issue 9, September 2015, Pages 894-896

³ Cognitive and System Factors Contributing to Diagnostic Errors in Radiology American Journal of Roentgenology, 201, September 2013

AI – vývoj v MR, rozpoznávání, klasifikace

Funkce pro klasifikaci na normální a
abnormální tkáň



Funkce a měření pro
klasifikaci např.

- Acute Infarct
- Acute Hydrocephalus
- Acute Hemorrhage
- Mass Effect
- Other

Naše vize – využít umělou inteligenci až k personalizované medicíně

Konzistentní,
optimální
obrazová kvalita
Automat.
sken. procedury

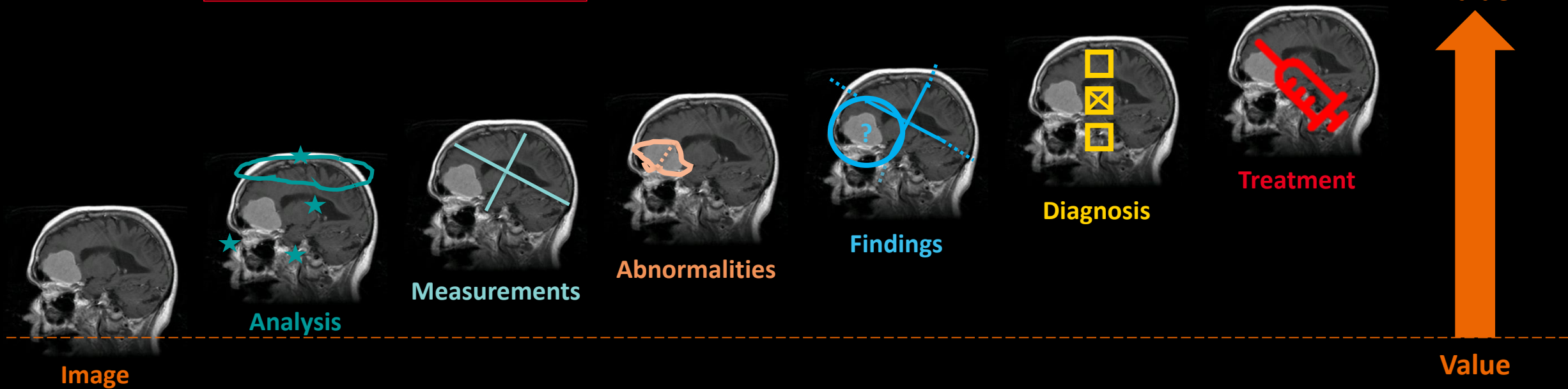
Přesné automat. značení
anat. bodů a
vhodné segmantační techniky.
Detekce biomarkerů
(měření objemů T1, T2 Relax.
Časy....)

Detekce abnormalit,
srovnání se
norm. populací,

Stanovení
rozsahu
onem.
Automat. nálezy

Sledování
biomarkerů
onemocnění

Personalizovaná
léčba



MR Fingerprinting

Rychlá speciální MRF akvizice
umožňující sledovat požadované
parametry (fingerprints)



<https://www.siemens-healthineers.com/en-uk/magnetic-resonance-imaging/technologies-and-innovations/mr-fingerprinting#Features & Benefits>

Opakování pro každý obrazový voxel

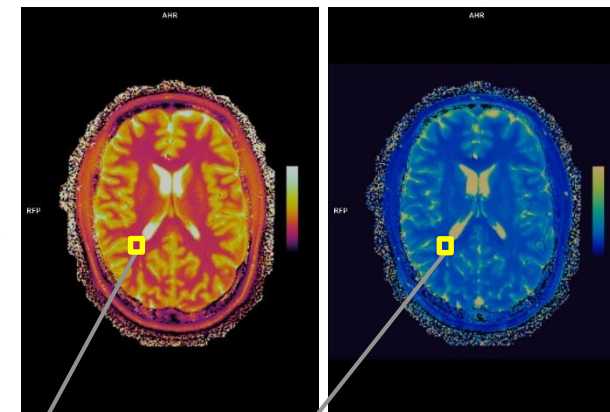
Spárování s rozsáhlou databází



Tvorba parametrických map

MRF T₁ Map

MRF T₂ Map



T₁ = 1100ms

T₂ = 70ms

Proton density

Chemical structure

Magnetic
susceptibility

Temperature

Anatomy

T1
T2

Oxygenation

Metabolism

Chemical
exchange

Velocity

Viscosity

Diffusion

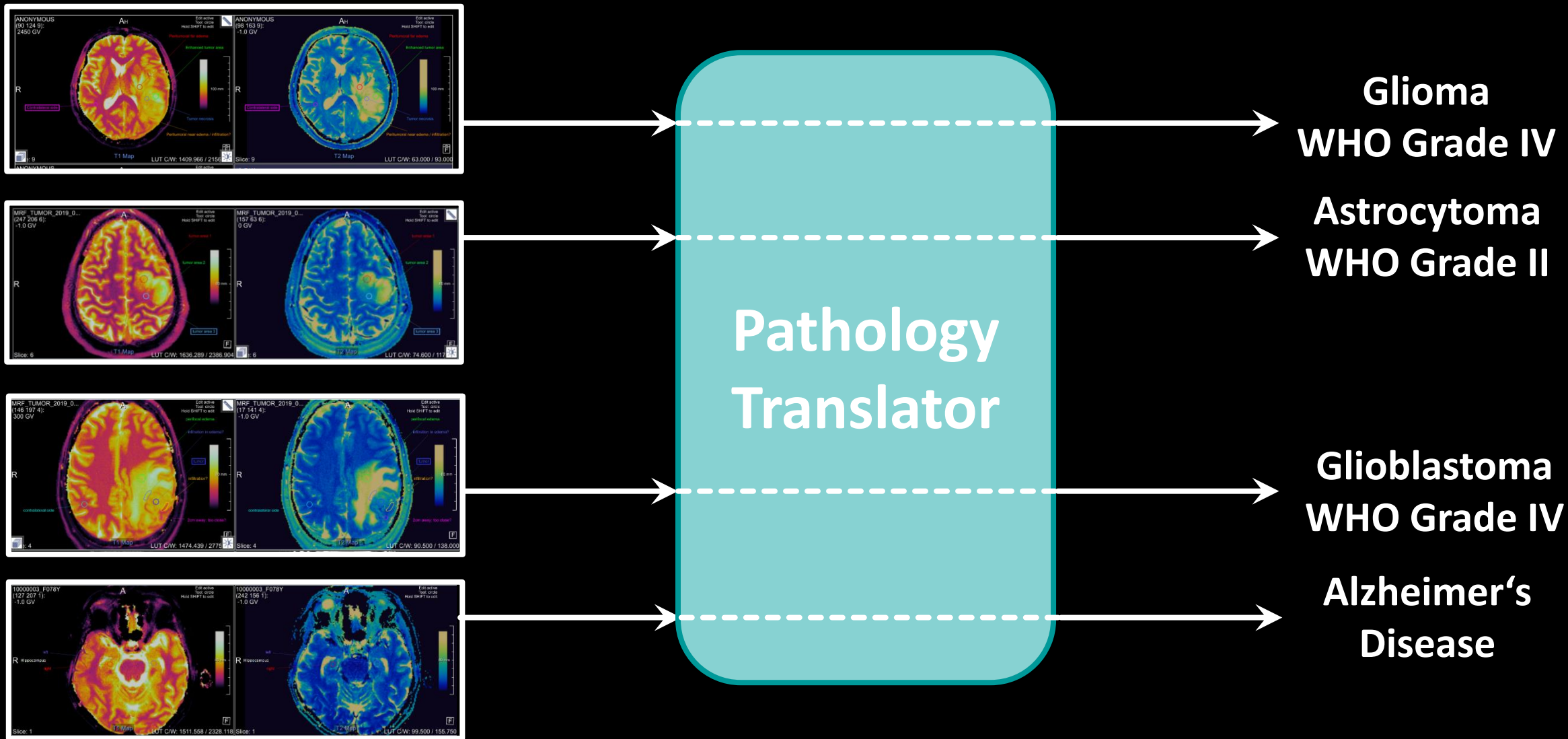
Viability

Perfusion

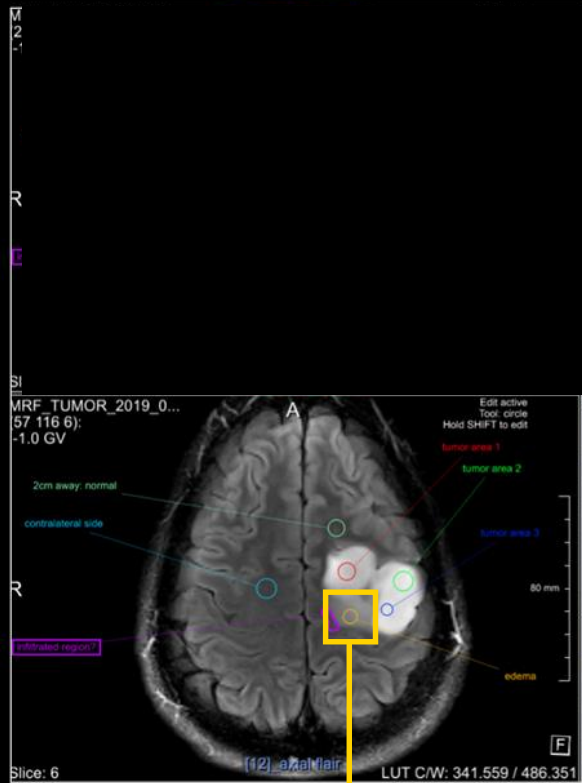
Diffusion constants

Flow

Současný směr v UI (AI) – transformace od výzkumu ke klinické praxi



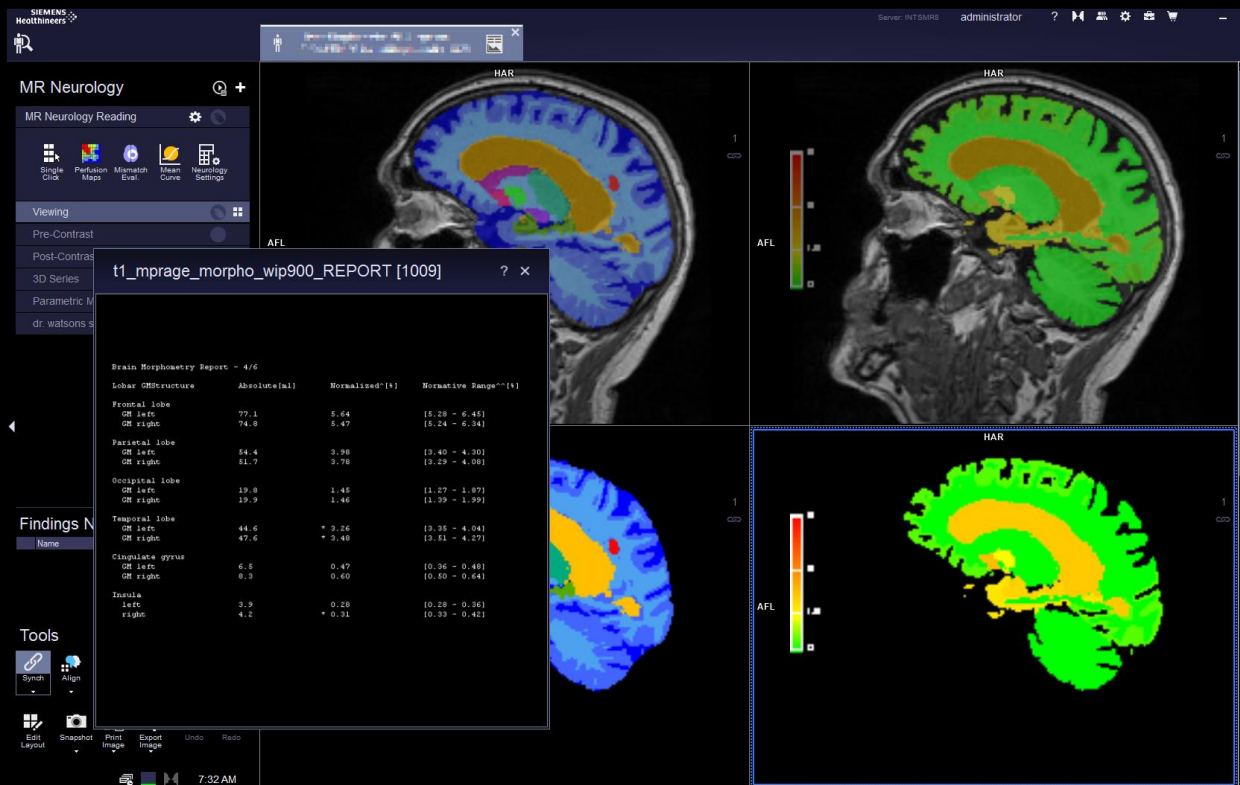
Klinická studie: MRF – tkáňová charakterizace ?



**Infiltration?
Edema? Normal?**

Low grade astrocytoma

Již v klinické praxi - MR Brain Morphometry¹ – detekce a kvantifikace struktur mozku



Kvantifikace objemu kritických struktur mozku z MPRAGE 3D, detekce tvarových i objemových abnormalit na základě porovnávání s databází – identifikace mozku. atrofie.

Automatická tkáňová extrakce – barevné mapy a klasifikace ve strukturovaném reportu s informacemi o sledovaných parametrech (fingerprints)

Statistické hodnocení vzhledem k populaci, sledování neurodegenerativních chorob^{2,3,4}

Další obrazové analýzy z klinické praxe – parametrizace a kvantifikace pro detekci morfologických abnormalit

Quantitative Evaluation of Liver Cirrhosis Using T1 Relaxation Time With 3 Tesla MRI Before and After Oxygen Inhalation

Kyung Ah Kim, MD,¹ Mi-Suk Park, MD,^{1*} In-Seong Kim, MS,² Berthold Kiefer, PhD,³ Woo-Suk Chung, MD,¹ Myeong-Jin Kim, MD,¹ and Ki Whang Kim, MD¹

Native T1-mapping detects the location, extent and patterns of acute myocarditis without the need for gadolinium contrast agents

Vanessa M Ferreira , Stefan K Piechnik, Erica Dall'Armellina, Theodoros D Karamitsos, Jane M Francis, Ntobeko Ntusi, Cameron Holloway, Robin P Choudhury, Attila Kardos, Matthew D Robson, Matthias G Friedrich and Stefan Neubauer

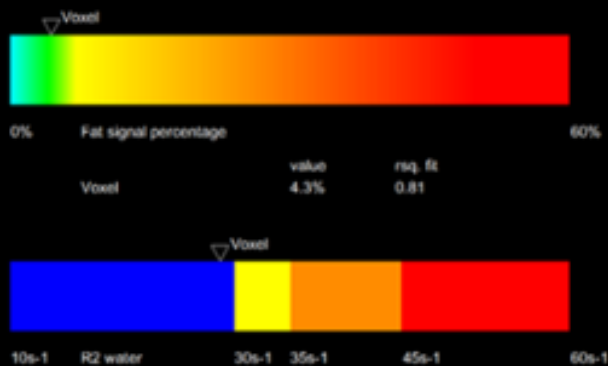
RESEARCH ARTICLE Open Access

Tumour T₁ changes *in vivo* are highly predictive of response to chemotherapy and reflect the number of viable tumour cells – a preclinical MR study in mice

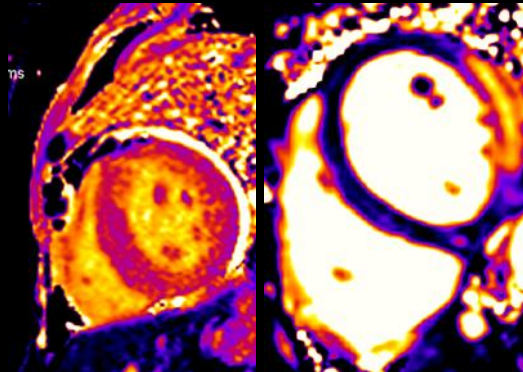
Claudia Weidensteiner^{1,2*}, Peter R Allegrini², Melanie Sticker-Jantschke¹, Vincent Romanet¹, Stephane Ferretti¹ and Paul M J McSheehy²

Quantification of hepatocellular carcinoma heterogeneity with multiparametric magnetic resonance imaging

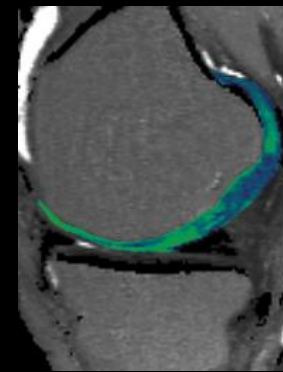
Stefanie J. Hectors^{1,2}, Mathilde Wagner^{1,2,3}, Octavia Bane^{1,2}, Cecilia Besa^{1,2}, Sara Lewis^{1,2}, Romain Remark¹, Nelson Chen^{1,2}, M. Isabel Fiel¹, Hongfa Zhu¹, Sacha Gnjatovic¹, Miriam Merad¹, Yujin Hoshida^{1,2} & Bachir Taouli^{1,2}



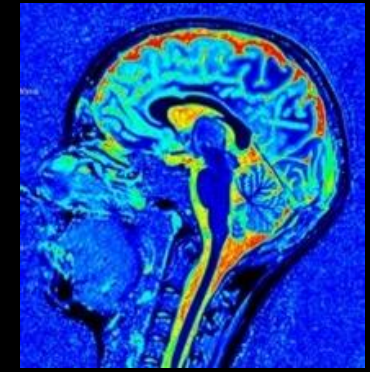
Fat fraction quantification – with LiverLab



Myocardium mapping – with MyoMaps



Inline parameter mapping with MapIt



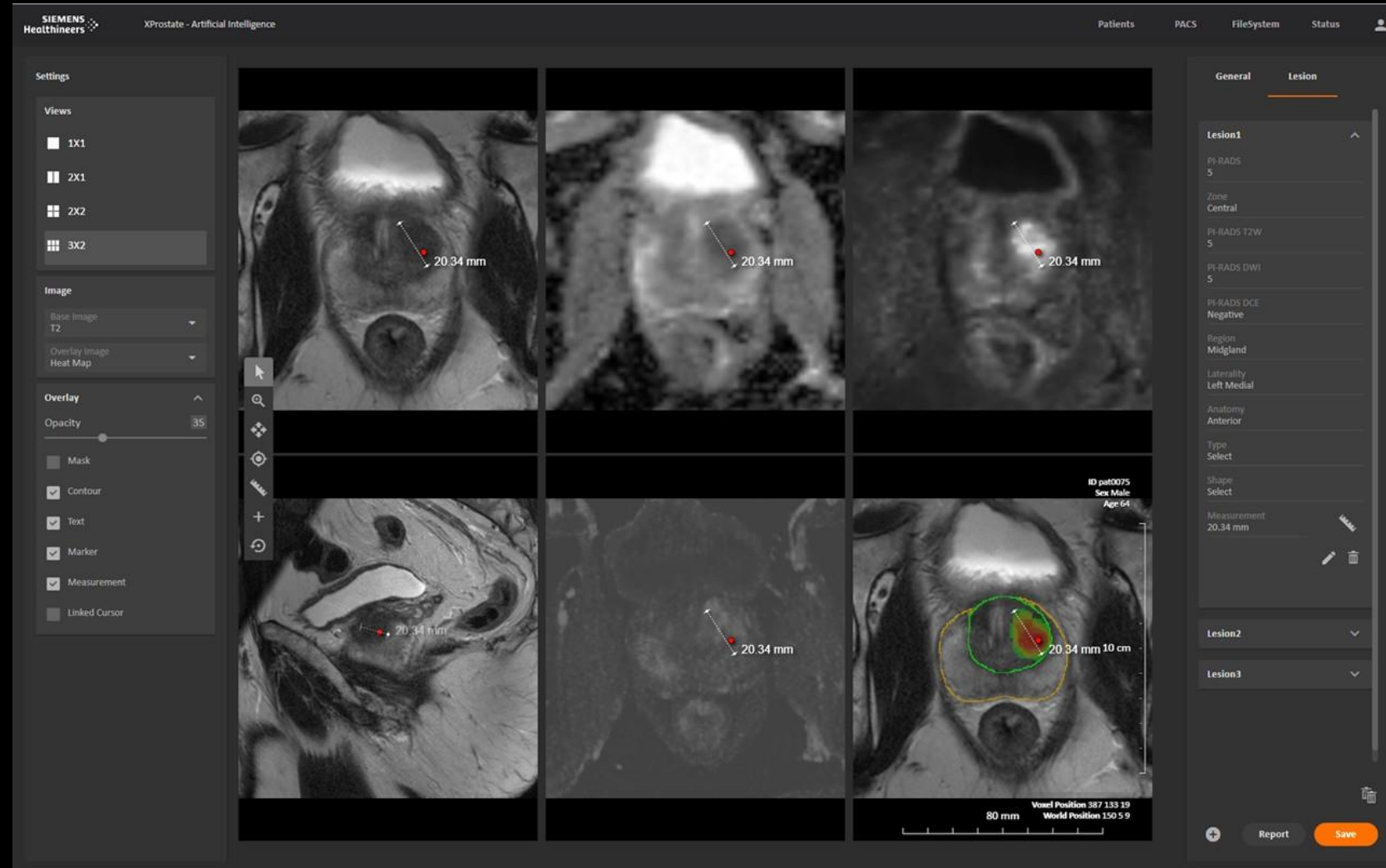
Prototype software designed to assist reading of multiparametric prostate MRI

Multiparametric prostate MRI combines

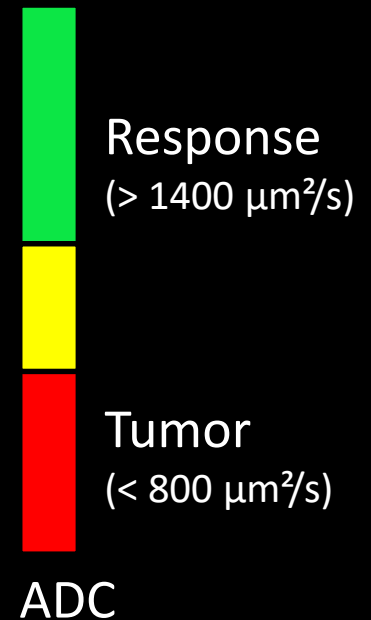
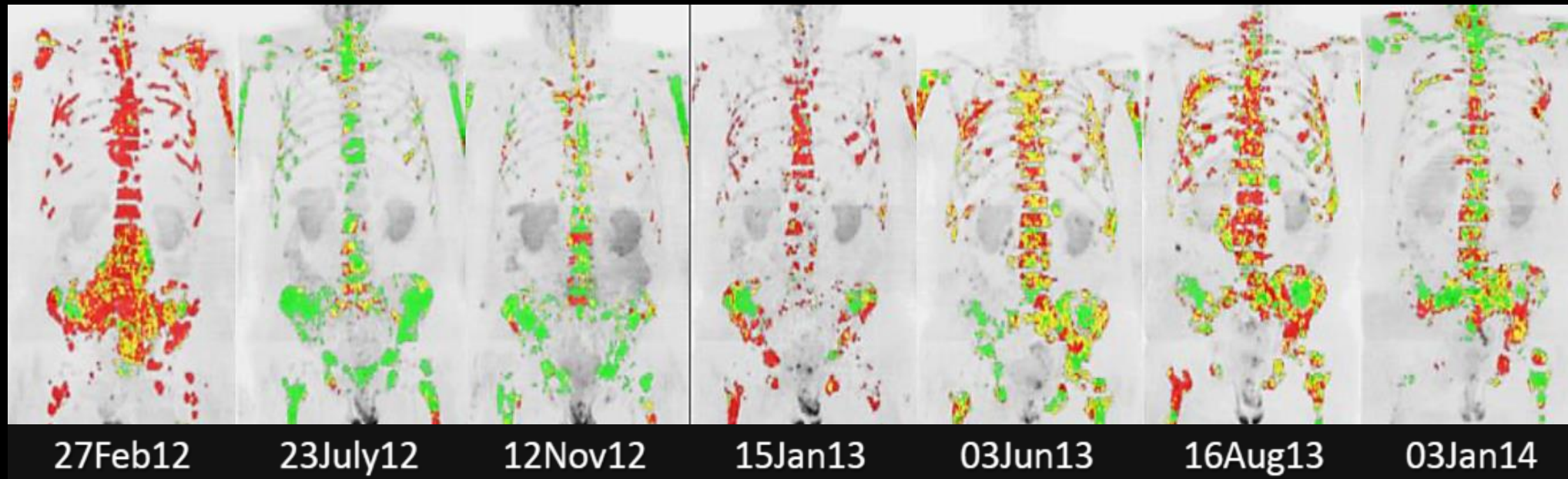
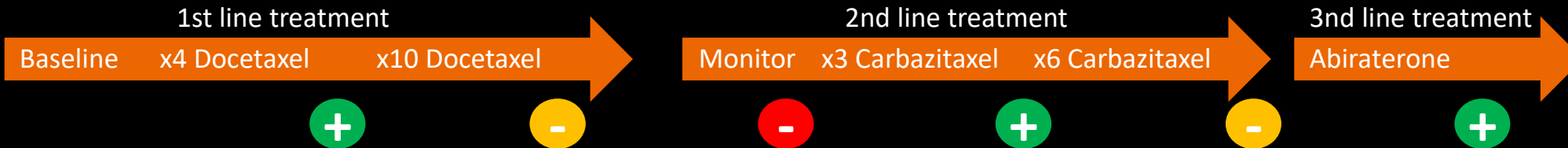
- anatomical info
 - T2-weighted MRI
- functional info
 - diffusion-weighted MRI (cell density)
 - contrast-enhanced MRI (perfusion).

On this basis, Deep Learning algorithms provide

- a map of suspicious areas, and
- a proposal for PI-RADS scores.



Using whole-body MRI for monitoring and timely switching treatment in prostate cancer developing multi-drug resistance



Expanding
precision
medicine

Monitoring and personalized treatment based on ADC response seen in whole-body DWI.

Images courtesy of Anwar Padhani, Paul Strickland Scanner Centre, UK. Processing performed with *synngo*.via Frontier Total Tumor Load prototype

Spolupráce týmů, pracovišť, vědeckých institucí a firem – od MR technologie ke klinickému vyhodnocení nových sekvencí až po umělou inteligenci



> 400 research and
clinical partners.

LifeNet

LifeNet je online portal, který umožňuje sledovat výkon a stav Siemens přístrojů

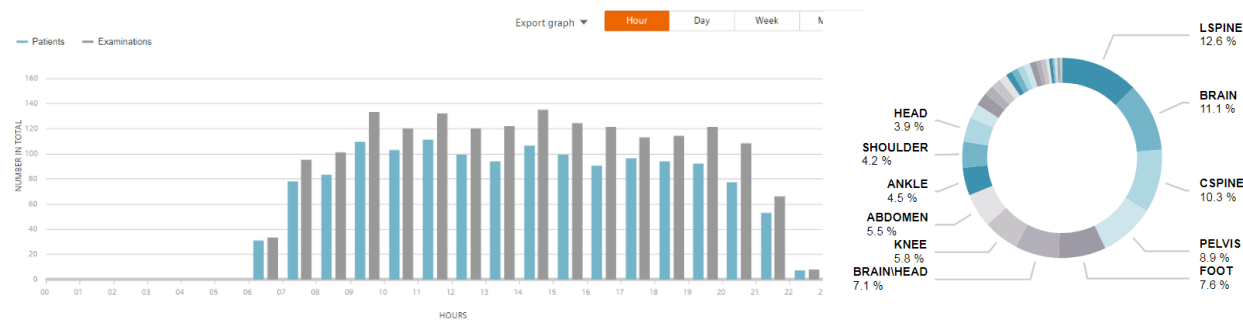
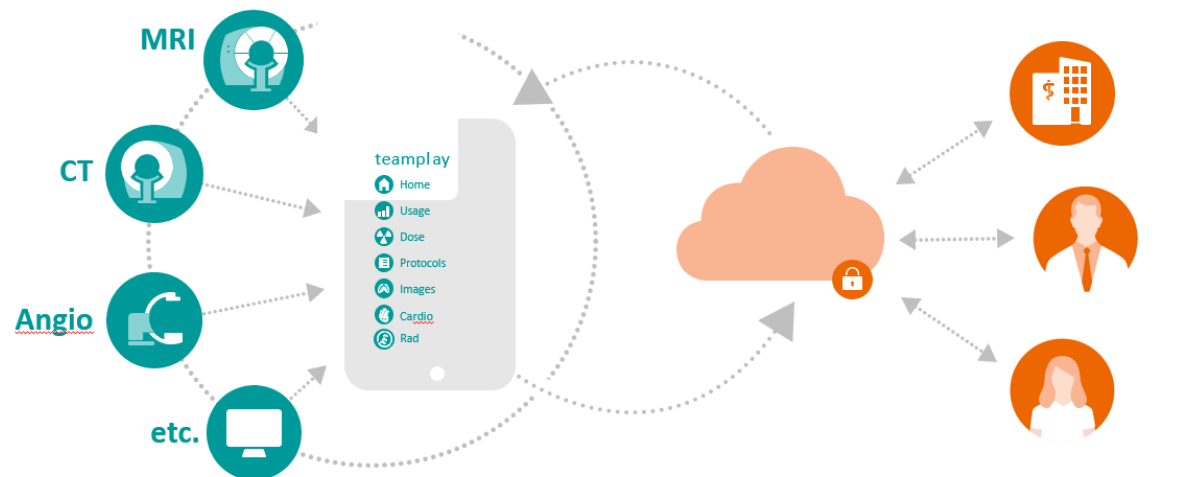


Monitorace stavu přístrojů

Správa plánů vyšetření, obsazenost strojů

Sledování efektivity a ekonomičnosti provozu, statistické výstupy

Temaplay



1,366 Patients in total

1.29 Exams per patient

1,766 Exams in total

4.59 Exams per hour

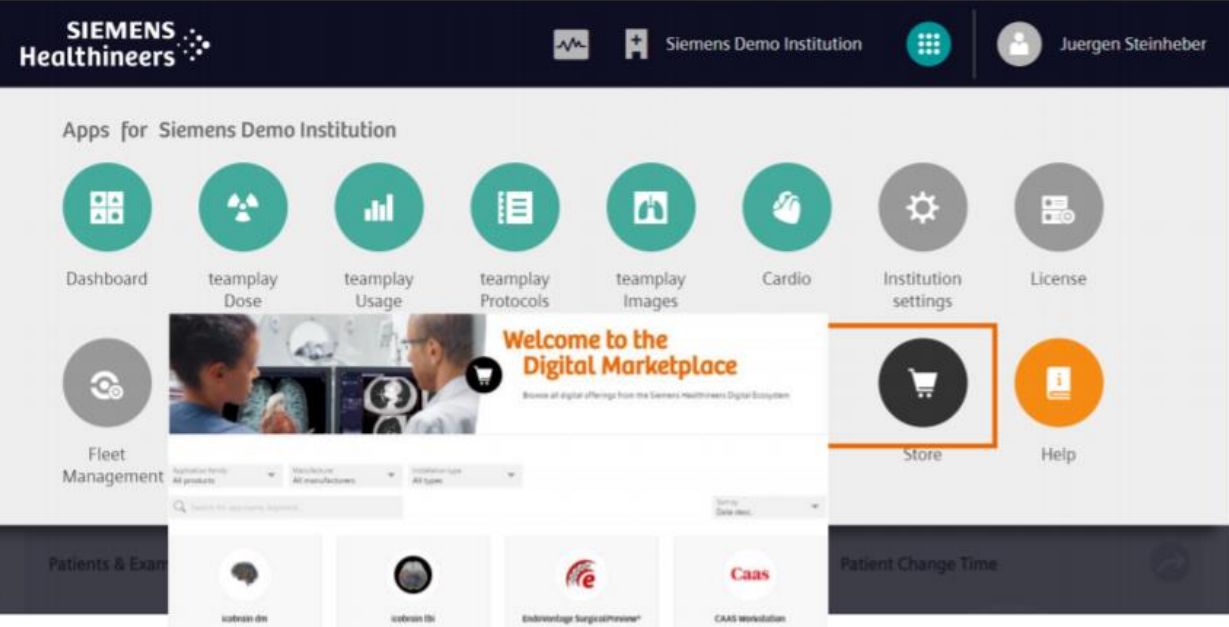
29:55 Change time in minutes

23:52 Exam duration in minutes

- Statistické vyhodnocení skenovacího času, statistika vyšetřovaných anatom. oblastí atd.
- Analýzy využití skeneru, „obloženost“
- Měření výkonu napříč institucemi

1) The products/features/service offerings are not commercially available in all countries. If the services are not marketed in countries due to regulatory or other reasons, the service offering cannot be guaranteed. Please contact your local Siemens organization for further details.

Digital Marketplace, součást teamplay, SW partnerů

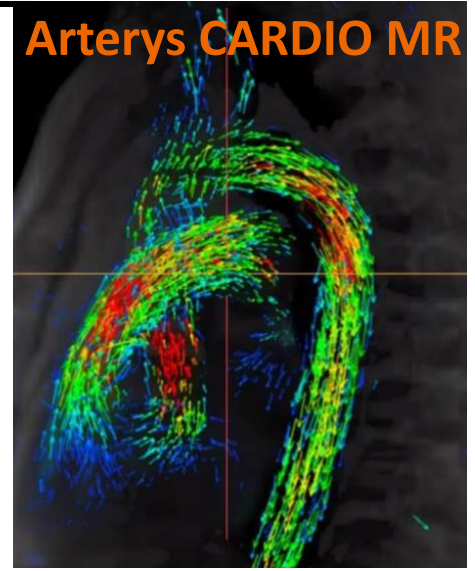


Combinostics cNeuro® cMRI – kvantitativní interpretace mozku (133 oblastí) z MRI (3D T1, Flair) SIEMENS Healthineers

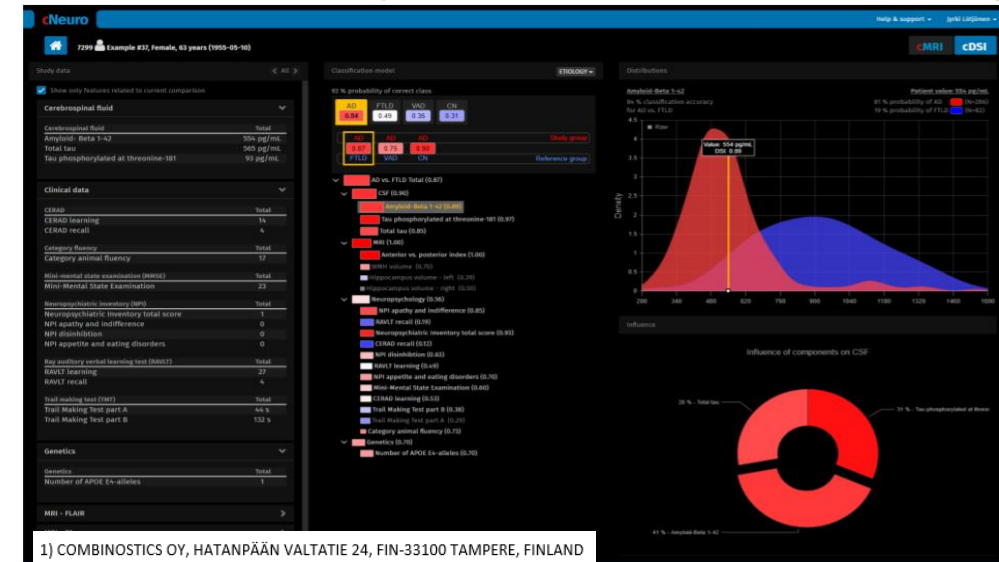


1) COMBINOSTICS OY, HATANPÄÄN VALTATIE 24, FIN-33100 TAMPERE, FINLAND
 2) cMRI can be used in quantifying T1 images independent of the indication

Combinostics cNeuro® cDSI – diferenciální diagnostika - demence z MRI (databáze a rozhodovací model)



1-) compared to any other in-vivo-imaging technique: 4D flow cardiovascular magnetic resonance consensus statement <https://doi.org/10.1186/s12968-015-0174-5>



1) COMBINOSTICS OY, HATANPÄÄN VALTATIE 24, FIN-33100 TAMPERE, FINLAND

Děkuji za pozornost

martina.novakova@siemens-healthineers.com