




Mesterséges intelligencia a radiológiai gyakorlatban - lehetőségek és kihívások

Dr. Egyed Zsófia PhD

Központi Röntgen Diagnosztikai Osztály

Uzsoki Utcai Kórház

Semmelweis Egyetem Oktató Kórháza

- 
- Mit tud a radiológus az MI-ről?
 - Mit vár a radiológus az MI-től?

 - Mit igényel az MI a radiológustól?
 - Mit ad az MI a radiológusnak?

A radiológia fejlődésének fő állomásai

- 1895. X-ray Conrad Roentgen
 - 1923. Hevessy György radioaktív izotópok (nuklearis medicina)
- 1960-as évek ultrahang diagnosztika (piezo-elektromosság)
 - 1951. Gamma kamera
- 1971. CT (W.Hounsfield)
- 1977. MR (R. Demedian)
- 1998. PET/CT (D.Townsend, R. Nutt), fúziós technika, a morfológia mellett a funkció ábrázolása

A radiológia gyors fejlődéséből adódó problémák

- **Igény**
 - szakember
 - képfeldolgozást segítő informatika (3D reko, stb)
 - műtermék felismerés, kiküszöbölés
 - segítség a rutinmunkában:
 - szűrésben (mammográfia, tüdő/mellkas CT)
 - képalkotóval végzett állapotkövetésben
 - multimodalitás
összehasonlítása, együttes elemzése, hybrid technikák
- **Kialakult helyzet**
 - egyre többféle vizsgálat több képpel (nyílik az olló)

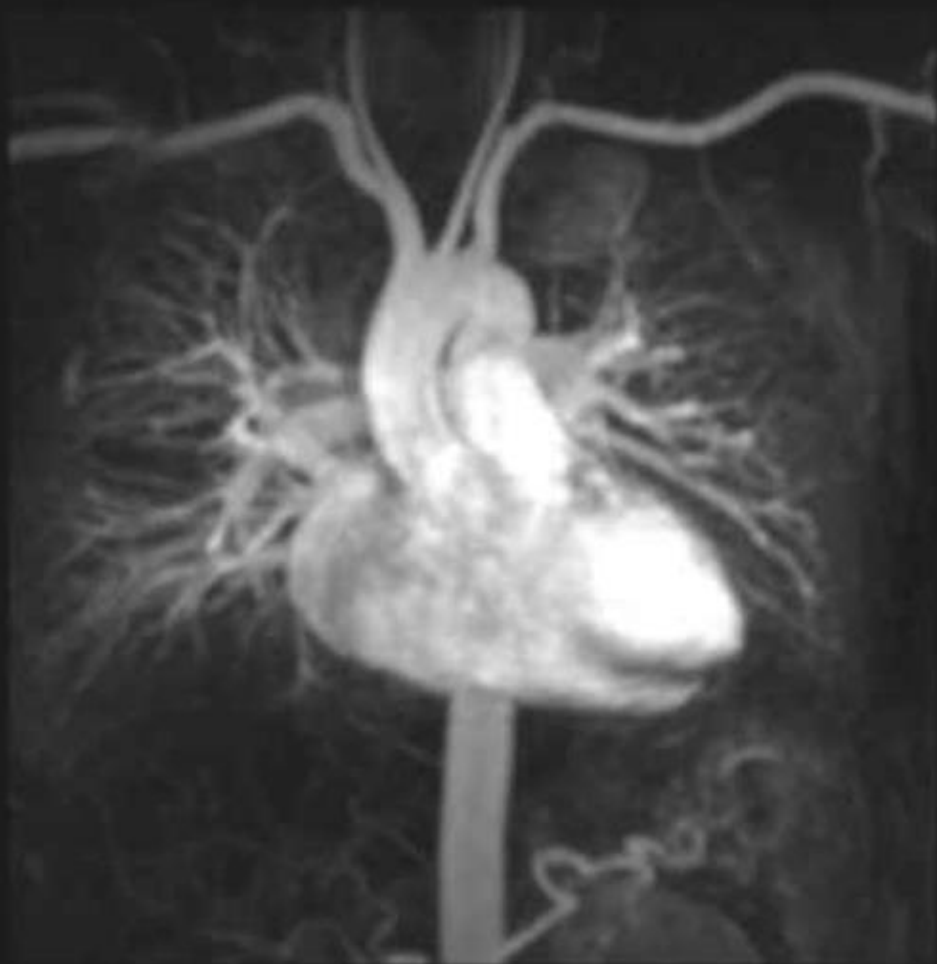
Hogyan segíti a képi diagnosztikát az informatika?

- nyers kép postprocessing: fényerő kontraszt, ablakolás (denzitási intervallum) MIP, MPR
- mérés: távolság, térfogat, körberajzolás, átlagolás, strukturált riportnak megfelelő mérések, adatok
- képanalizáló software:
 - összehasonlítások - egy vizsgálatban sorozatok,
 - idősoros követés,
 - mérési sorozatokból prediktív döntés,
 - leletező software-be beépített CAD,

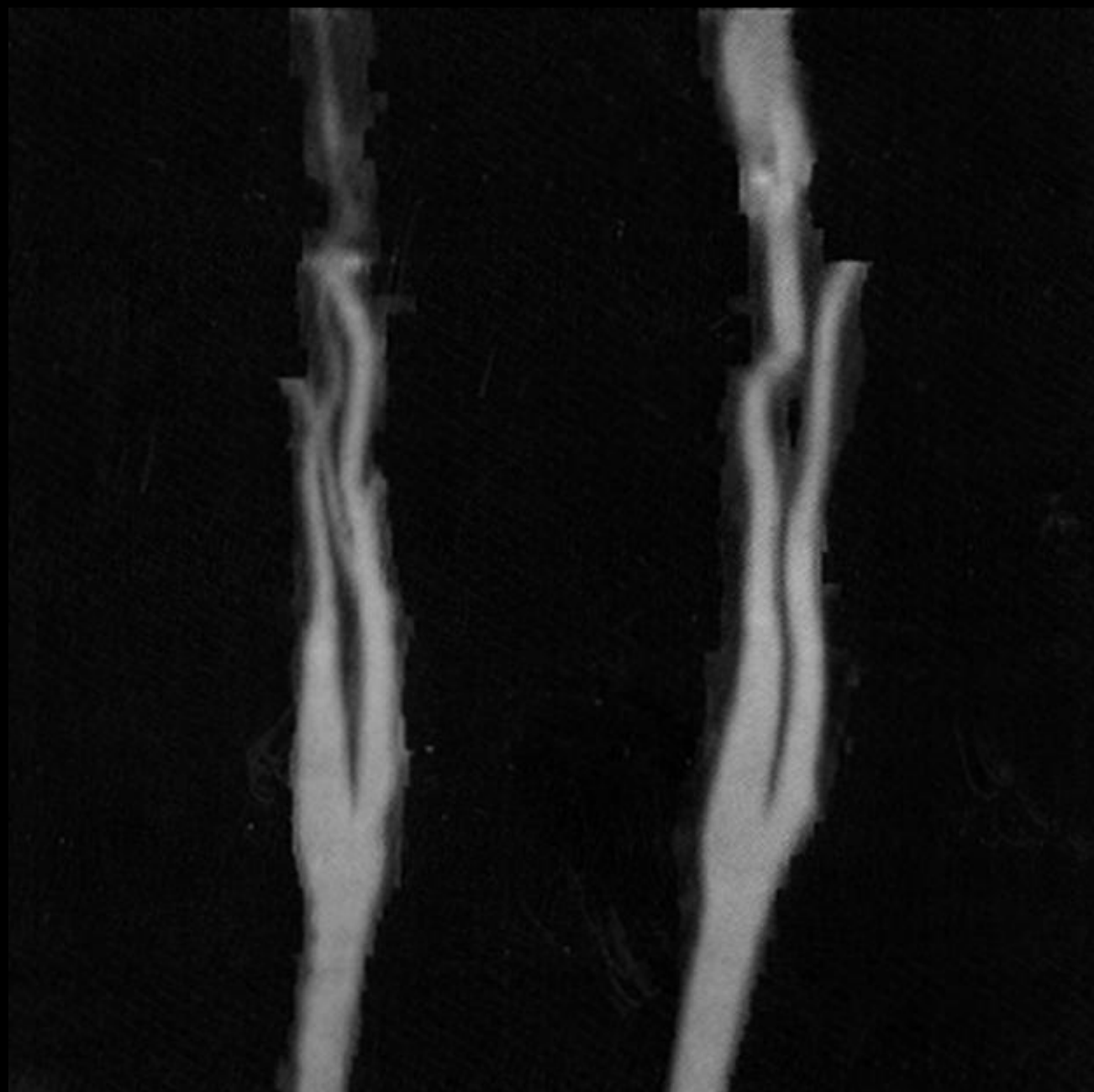




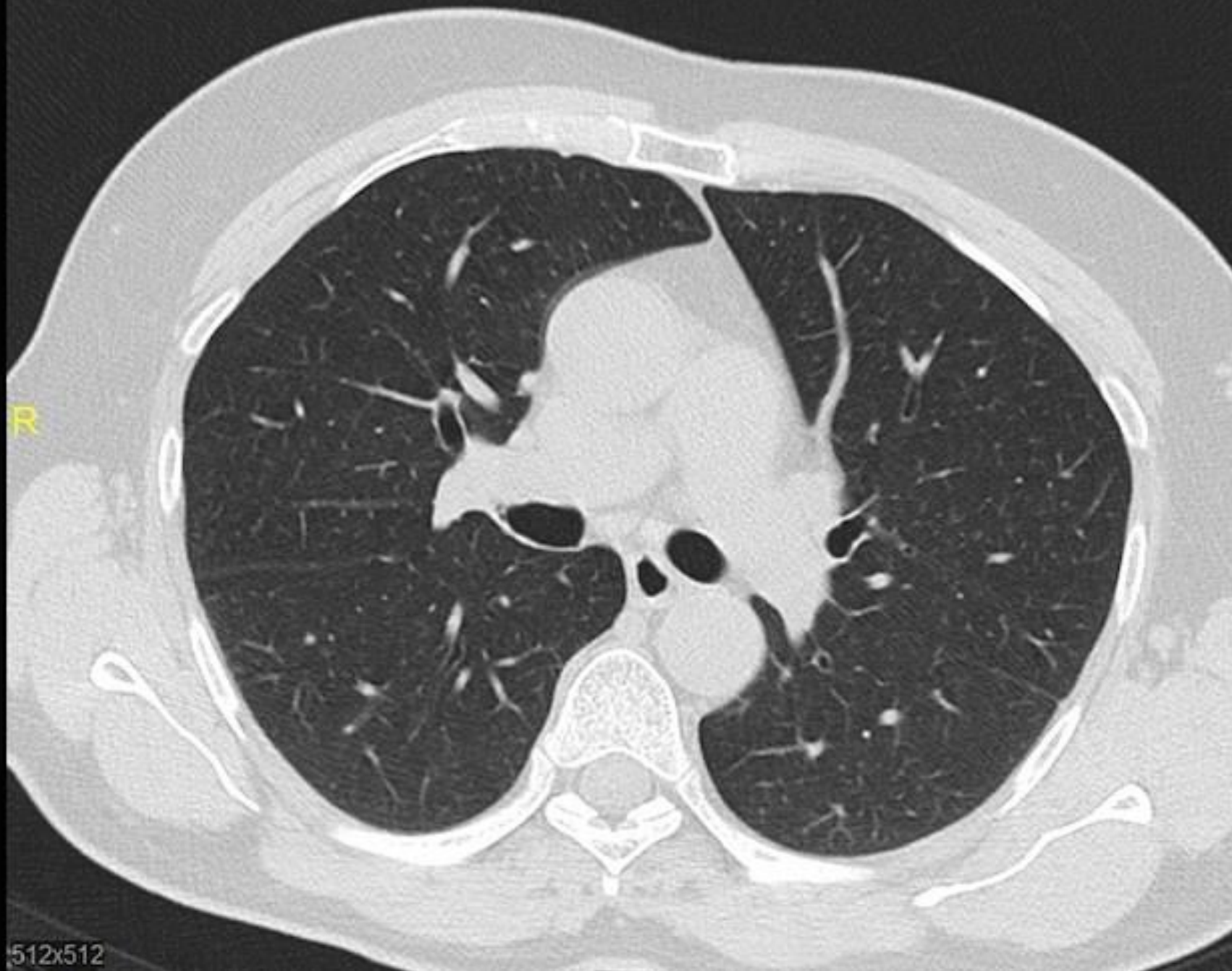
H



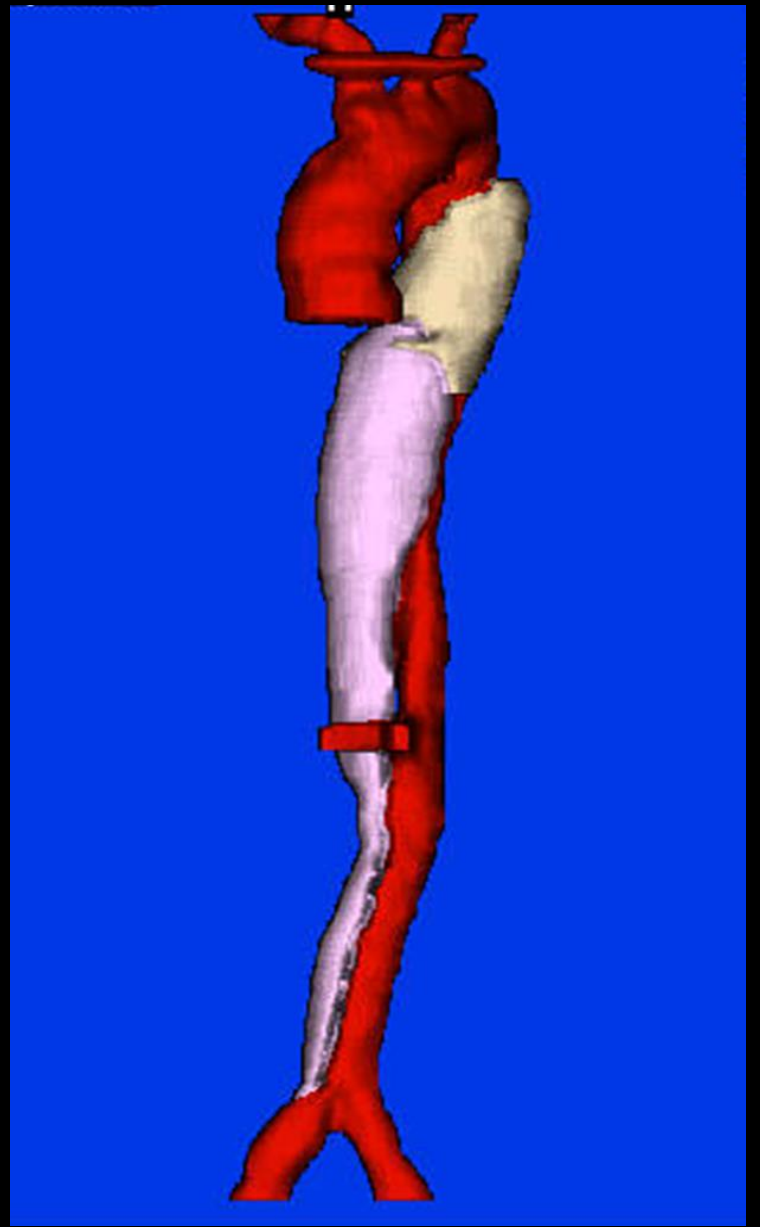
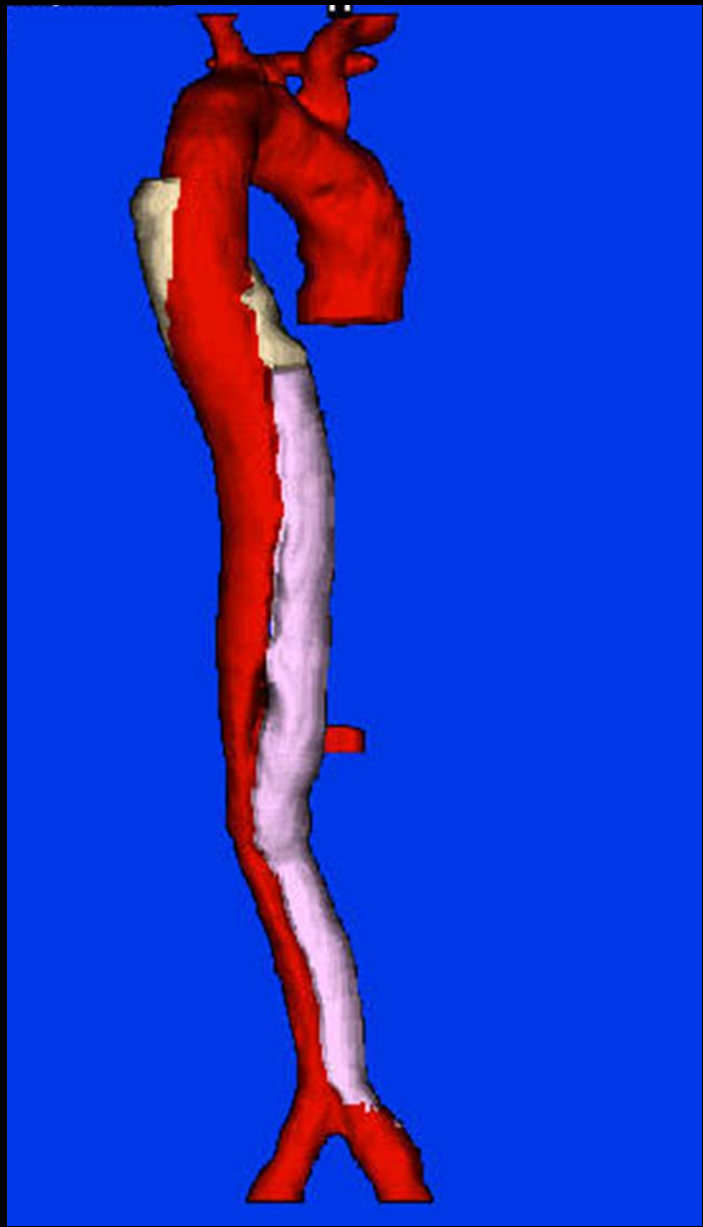
L







512x512



- **IBM Watson Health** - feldolgozza a beteg korábbi nem strukturált adatát, egyszerűsített elő véleményt ad (preliminary report)
- **Blackford Analysis** - PACS-ba épített CT, MRI 3D rekonstrukció, MPR, perfusio, 3-D printing, intervenció tervezés és navigáció
cardiologia: EKG, troponin, Echo cardiográfia együttes értékelése
- **Quantib** : agyi MR elemző software: neurodegeneratív kórképek követése
Alzheimer kór, Sclerosis mpx



Home



Patient Info



Treatment Plans



Comments

Patient Case

John Smith (John Smith)

Demographics

Gender: Male

Disease status

Cancer type: Lung cancer

Pathological Findings

Genetic alterations: No oncogenic

Treatment History

Surgery: Lobectomy



Clinical Information



Search Attributes

Save

Ask Watson

Summary 2

All Attributes

Clinical Notes

Known Attributes:

Patient characteristics

Age

Derived

73

years old

Weight

Derived

72.121

kgs

Gender

Derived

Male

Female

Performance status 1

Derived

ECOG 0 (Asymptomatic) or KPS 90-100

Disease Status

Histology 1

Derived

Adenocarcinoma

Recurrence 1

Derived

None

M Stage 1

Derived

M0 - No distant metastases

Prior therapies for this cancer

Derived

Surgery



Patient Case
Karen Johnson (Karen Johnson)

Demographics
Age: 25

Disease status
Cancer type: Cervical Cancer

Prior treatments
Surgery: None



Treatment Plans



Select a clinical trial

Recommended

Definitive chemoradiation therapy

Recommended

Surgery with re-evaluation for further therapy

Recommended



View Not Recommended ▾

Definitive chemoradiation therapy

Recommended

Treatment Timeline

Collapse Section



Saved Treatment Selections

Collapse Section

Definitive pelvic RT (3D) + concurrent cisplatin + brachytherapy → Recommended

Save Selections

Treatment Options

Watson has identified the following treatment options:




Chemoradiation 8

Recommended 1

Expand All Compare

Definitive pelvic RT (3D) + concurrent cisplatin + brachytherapy →

For Consideration 1

-  Home
-  Patient Info
-  Treatment Plans
-  Comments

Patient Case Karen Johnson (Karen Johnson)	Demographics Age: 25	Disease status Cancer type: Cervical Cancer	Prior treatments Surgery: None
---	-------------------------	--	-----------------------------------

←

Definitive pelvic RT (3D) + concurrent cisplatin + brachytherapy
▼

Definitive pelvic RT (3D) + concurrent cisplatin + 5-fluorouracil + brachythera...
▼

Cancel

● Recommended

● For Consideration

Evidence Administration **Drug Information**

Additional Clinical Information ▲

3D conformal technique is preferred over Intensity-Modulated Radiation Therapy for definitive therapy when the tumor is in place. If using Intensity-Modulated Radiation Therapy, pay close attention to tumor regression and organ motion throughout the course of treatment. Cisplatin is the preferred radio-sensitizing chemotherapy for chemoradiation administration due to additional toxicity burden associated with other regimens.

Additional Information:

Patients with 4cm to 5cm tumors confined to the cervix (FIGO stage IB2) can consider either definitive chemoradiation therapy or radical hysterectomy with sentinel lymph node algorithm. These treatments have different acute and delayed toxicities but are considered equally curative options.

Additional Clinical Information ▲

3D conformal technique is preferred over Intensity-Modulated Radiation Therapy for definitive therapy when the tumor is in place. If using Intensity-Modulated Radiation Therapy, pay close attention to tumor regression and organ motion throughout the course of treatment.

Addition of 5-Fluorouracil to cisplatin may add an unacceptable level of toxicity to the regimen.

Additional Information:

Patients with 4cm to 5cm tumors confined to the cervix (FIGO stage IB2) can consider either definitive chemoradiation therapy or radical hysterectomy with sentinel lymph node algorithm. These treatments have different acute and delayed toxicities but are considered equally curative options.

Direct Comparison

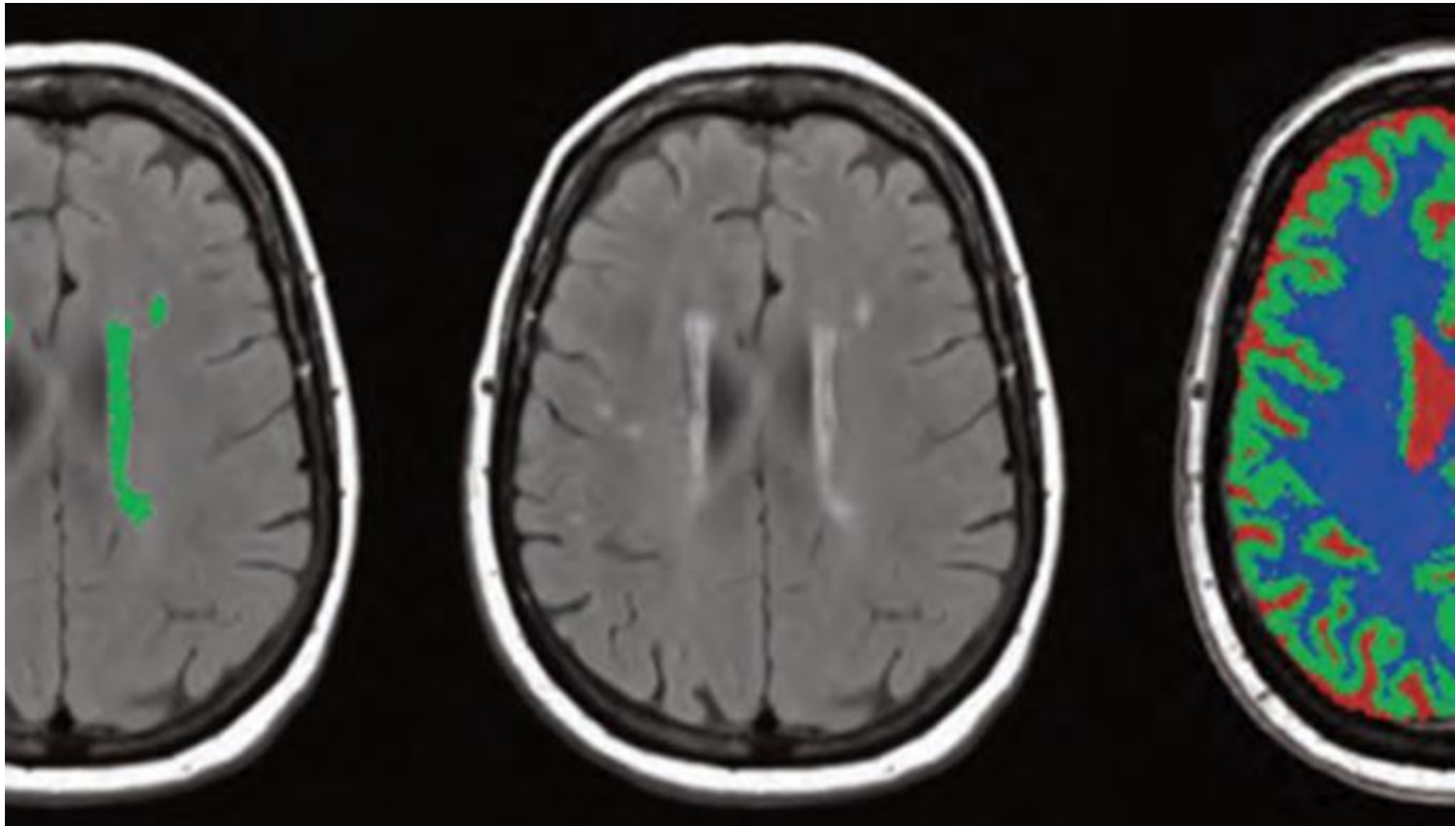
Pelvic radiation with concurrent chemotherapy compared with pelvic and para-aortic radiation for high-risk cervical cancer.

Morris,M, Eifel,P J, Lu,J, Grigsby,P W, Levenback,C, Stevens,R E, Rotman,M, Gershenson,D M, Mutch,D G. N. Engl. J. Med.. 1999-04-15. Pubmed PMID: 10202164.

MSK Curated

Date: 00151999

Quality: Phase III Randomized Control Trial



Quantib™ Brain

Quantib™ Brain provides white matter hyperintensity and brain tissue quantification. It offers a tool to objectively assess brain changes in longitudinal exams in neurodegenerative disease.

A radiológus igénye: Mire építsünk MI-t ? (gondolatkísérlet)

- Melyik modalitásra?

Röntgen: traumatológia
 ortopédia, reumatológia
 mellkasi, hasi diagnosztika
 urológia
 UH, intervenciós angiográfia
 CT, MR, nukl. medicina, PET/CT

- Melyik testtájra?

has? vagy agy/arckoponya? vagy csontrendszer?

- Milyen elváltozásra?

ritka kórkép vagy gyakori???





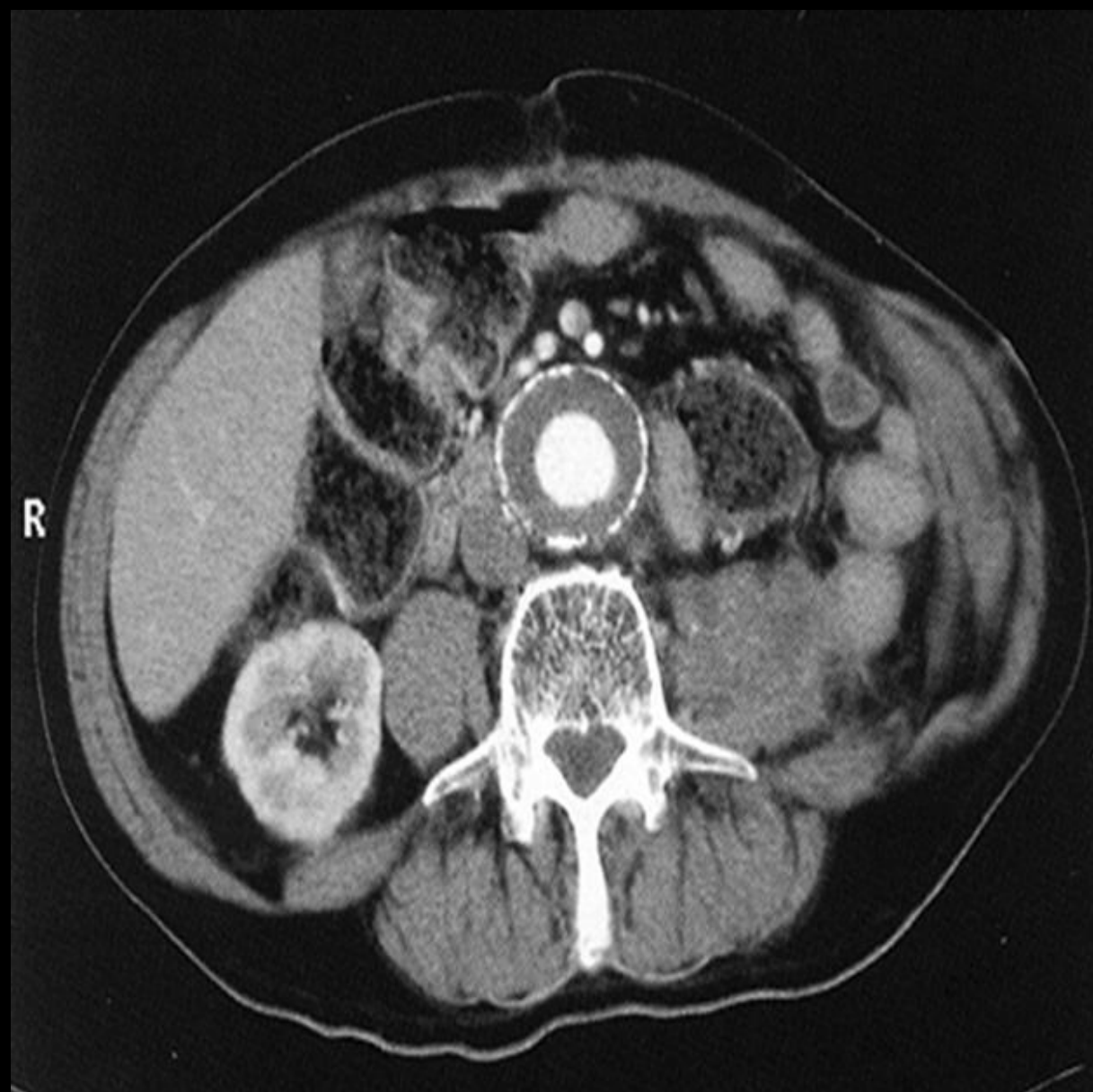
discus rész
csökken

foramen
szűkület

kisízületi
arthrosis

spondylophita









Az informatika lehetőségei: Mire épül ma MI a radiológiában?

Amire lehet:

alapfeltétel: nagy esetszám

előnyös: kötött alapstruktúra,
szimmetria

Amire a radiológus szeretné:

idősoros képek

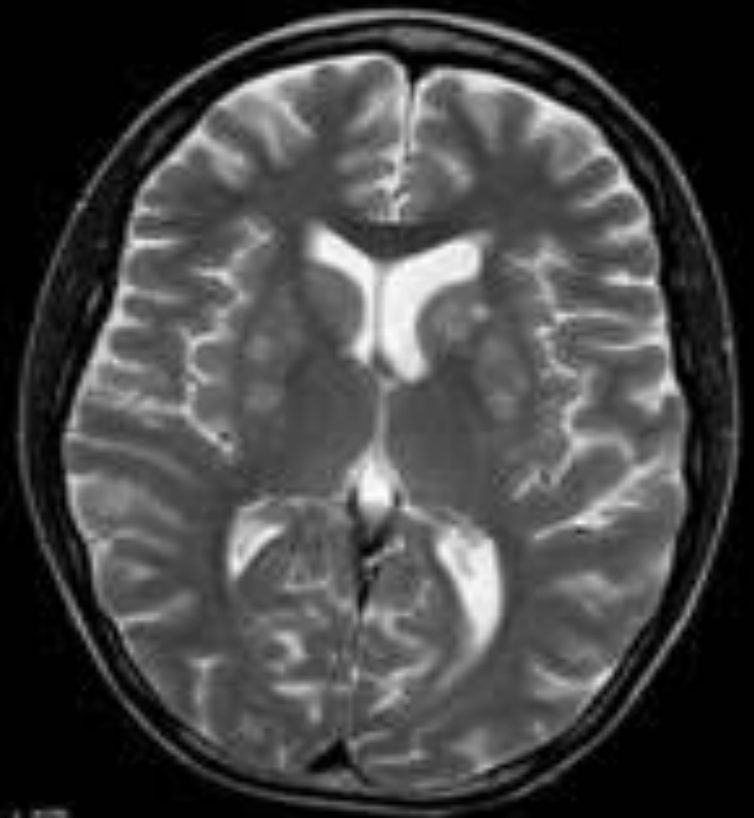
tumoros állapot követés

típusos elváltozás

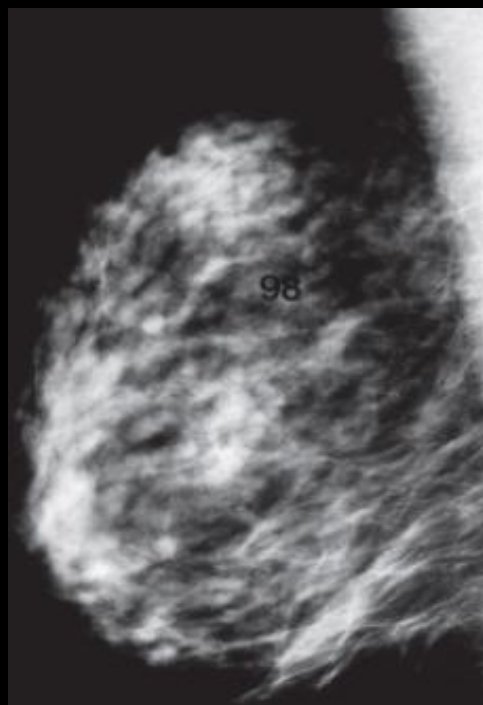
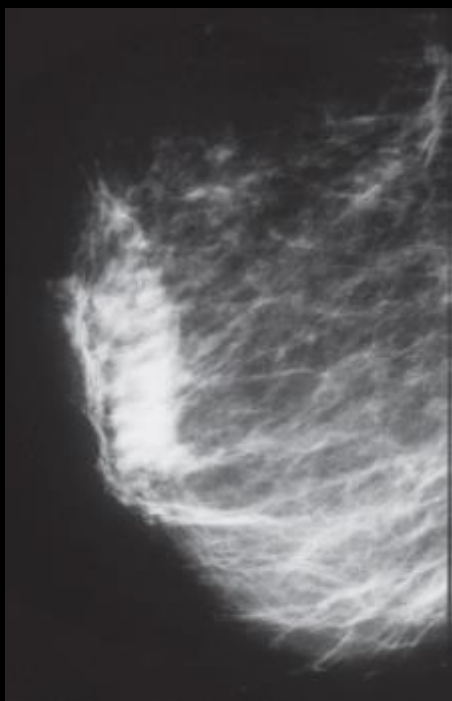
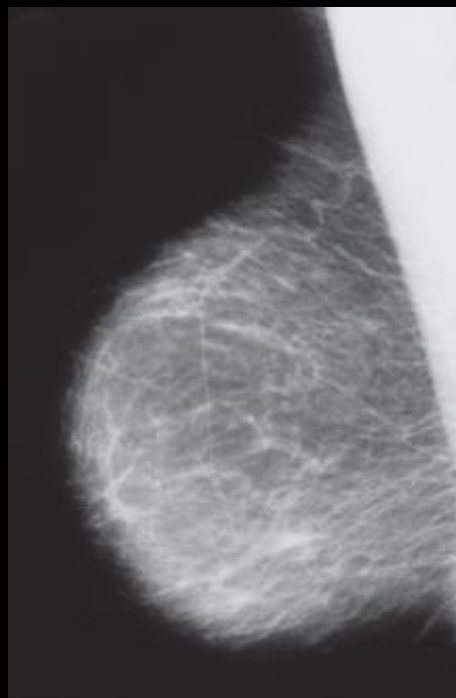
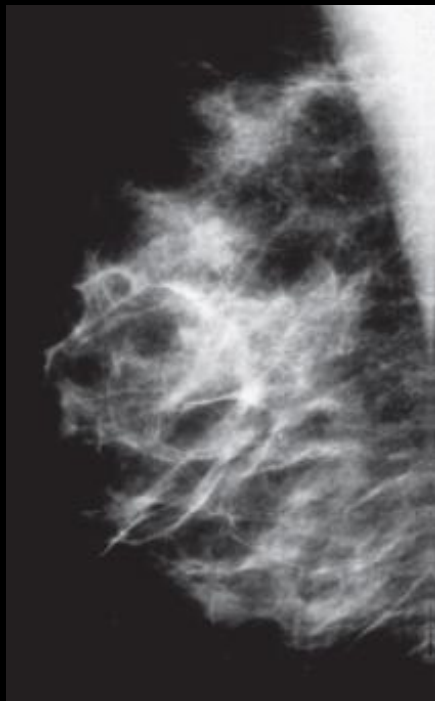
reumatológia, ortopédia

szűrés

emlő, tüdő, prostata



W 118. L 075

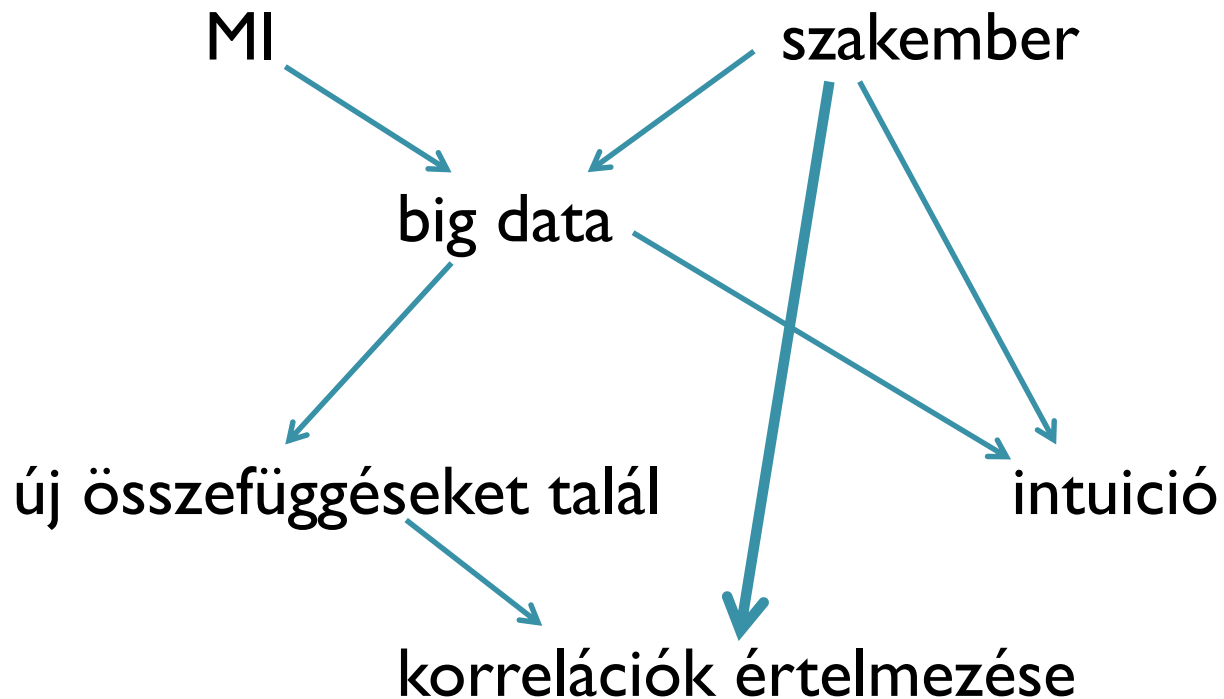


Az adat, mint egyre nagyobb érték

- A digitálisan elérhető mentett adatok
 - 2013-ban 4,4 zettabyte (kétévente megduplázódik)
 - 2020-ra (az évente előállított és lemásolt adatmennyiség) eléri majd a **44 zettabyte-ot**, azaz a 44 billió gigabyte-ot
- Felesleges adatokat is mentünk, tárolunk?
felesleges ---- relatív

Hogyan vált az adat értékké?

- egy jelenségről egyre több strukturált adat születik
(pl. konkrét betegség lefolyás)
- egyszerű adathalmaz PC-vel statisztikailag feldolgozható, az eloszlásából következtetés
- strukturált adathalmaz statisztikai feldolgozásából több következtetés vonható le



Együttműködés IT szakemberekkel

- orvoslás alkalmazott tudomány
 - lexikális tanulás
 - reprodukálás
 - analízis kombinálás
- egzakt gondolkodás
 - probléma megfogalmazás
 - megoldás paraméterekkel
 - megoldás spec. esetekre
 - általánosítás

MI a mai radiológiában

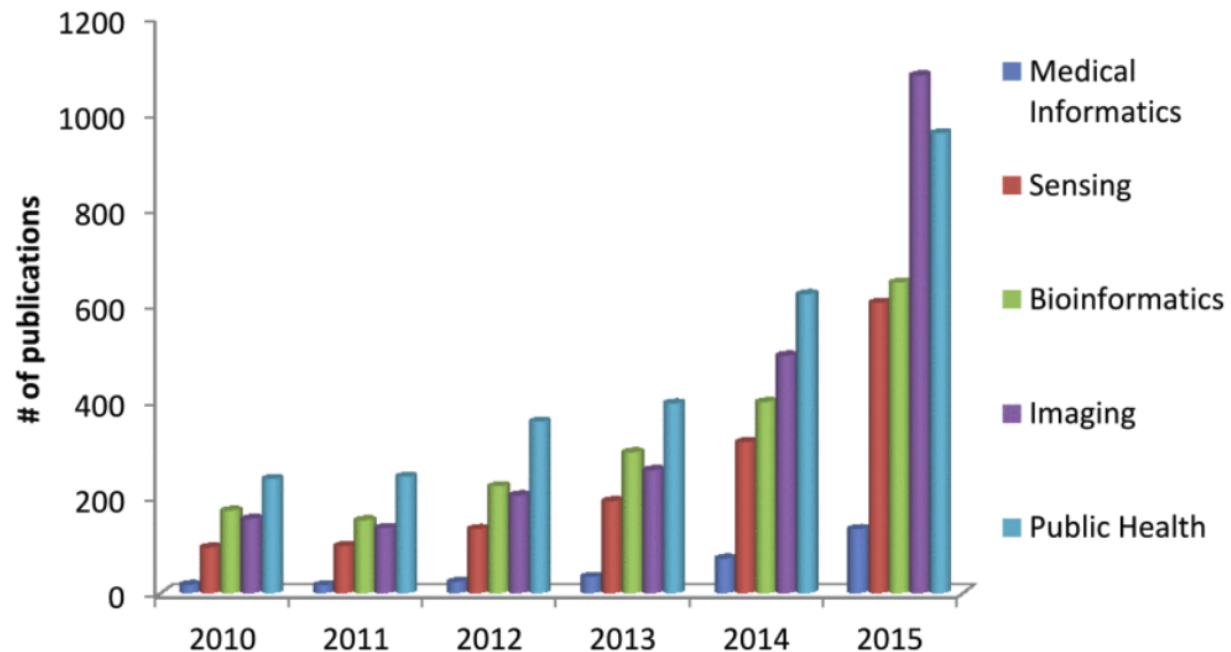
- PubMed - 70 ország 5000 folyóiratát indexelő, több mint 16 millió rekordot tartalmazó orvostudományi adatbázis

350 db



MI témájú orvosi publikációk

Figure 2: Distribution of published papers that use deep learning in subareas of health informatics. Publication statistics are obtained from Google Scholar; the search phrase is defined as the subfield name with the exact phrase deep learning and at least one of medical or health appearing, e.g., “public health” “deep learning” medical OR health



Source: Daniele Ravi et al, Deep Learning for Health Informatics, IEEE Jnl. for Biomedical and Health Informatics, vol. 21, pp.4-21, January 2017.

MI a mai radiológiában

- Jelenlegi MI alkalmazások:
 - neurológia, (meningeoma)
 - emlő,
 - tüdő,
 - kardiológia

- Radiológus további igénye:
 - endometriosis MR
 - sugárterápia tervezés
 - degeneratív mozgásszervi, neurológiai elváltozás



UC San Diego Health

Quantitative Cardiovascular Imaging and Artificial Intelligence (AI)

Albert Hsiao MD PhD¹, John Axerio-Cilies PhD², Fabien Beckers PhD², Dan Golden PhD², Shreyas S. Vasanawala MD PhD³

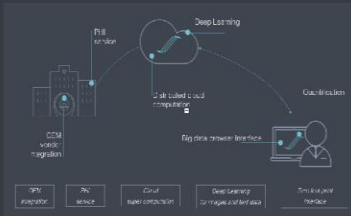
¹Department of Radiology, UC San Diego, La Jolla, CA, USA; ²Arterys, Inc, San Francisco, CA, USA; ³Department of Radiology, Stanford University, Stanford, CA, USA



Introduction

- Cardiovascular diseases comprise the single most common cause of death in the developed world.
- Advances in CT and MRI can improve our diagnosis and management of patients with cardiovascular disease, but are underutilized.
- Large amount of data (gigabytes) generated by advanced CT and MRI require new software technology to maximize their benefit for patients.
- Artificial intelligence (AI) technology may help deliver advanced CT and MRI to places where there is a limited supply of trained cardiovascular imaging specialists.

The Platform



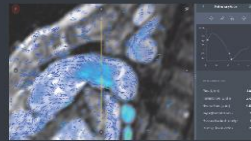
- Cloud-based platform for computational power.
- Built for Deep Learning / AI.



- HIPAA-Compliant platform by design.
- PHI System protects patient information.

Cardiovascular Flow

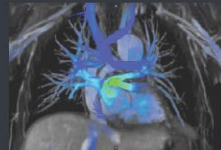
- Four-dimensional (4D) Flow MRI enables complete visualization of the heart and vessels in 10 minutes.
- More complete visualization and measurements of the heart and blood flow than traditional techniques.



Interactive platform enables rapid interactivity akin to a video game.

Cardiac Morphology

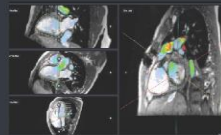
- Clearer visualization of complex anatomy.



Color coded streamlines showing blood flow in a patient with congenital heart disease.

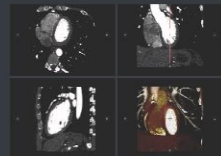
Cardiac Function

- Measurement of heart function (squeeze).



4D Flow MRI visualization and measurement of heart size and function.

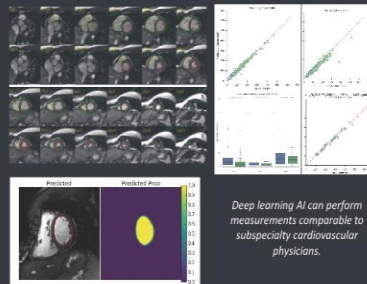
- Measurements can also be performed with 4D CT.



4D CT visualization and measurement of heart size and function.

Artificial Intelligence (AI)

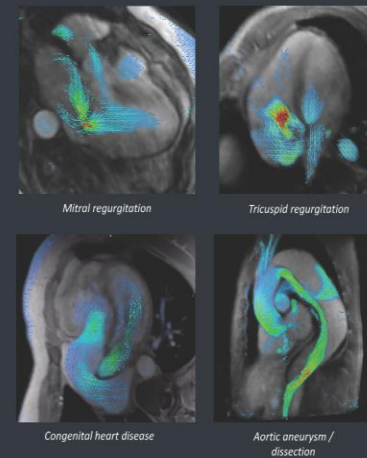
- AI can enhance efficiency of cardiac imaging to reduce costs by reducing expert manual labor.



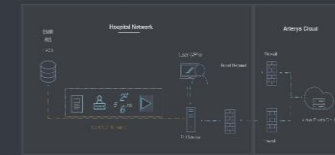
Deep learning AI can perform measurements comparable to subspecialty cardiovascular physicians.

Clinical Use Cases

- Many clinical applications for 4D flow are being actively explored, including congenital heart disease, valvular heart disease and aortic disease.



Quantitative Reporting

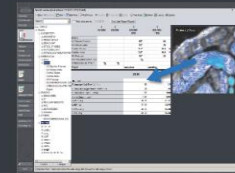


- Graphical reporting to improve communication.



Reports may be shared with colleagues or patients through hospital services.

- Quantitative capture into the electronic medical record (EMR) to enhance clinical care.



Quantitative graphical reporting may integrate images, quantitative values, and interpretation.

Funding Support / Disclosure

AH and SSV receive grant research support from GE Healthcare. SSV receives grant support from NIH. AH and SSV are founders and consultants of Arterys, Inc. Some content in this presentation are conceptual and investigational, and should not be construed as a currently-available clinical product.

References

Hsiao A, Lustig M, Alley MT, Murphy M, Vasanawala SS. Evaluation of Valvular Insufficiency and Shunts with Parallel-imaging Compressed-sensing 4D Phase-contrast MR Imaging with Stereoscopic 3D Velocity-fusion Volume-rendered Visualization. *Radiology*. 2012;265:87-95.

Hsiao A, Lustig M, Alley MT, et al. Rapid pediatric cardiac assessment of flow and ventricular volume with compressed sensing parallel imaging volumetric cine phase-contrast MRI. *AJR Am J Roentgenol*. 2012;198:W250-W259.

Vasanawala SS, Hanneman K, Alley MT, Hsiao A. Congenital heart disease assessment with 4D flow MRI. *J Magn Reson Imaging*. 2015;1-17.

Különbség a manuális és gépi segmentálás között

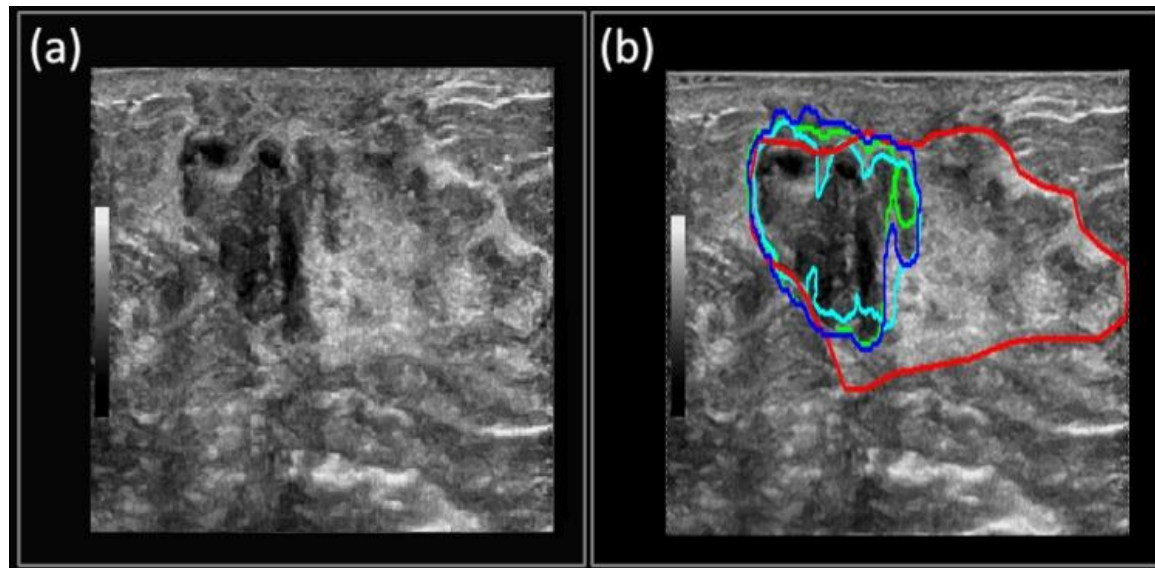
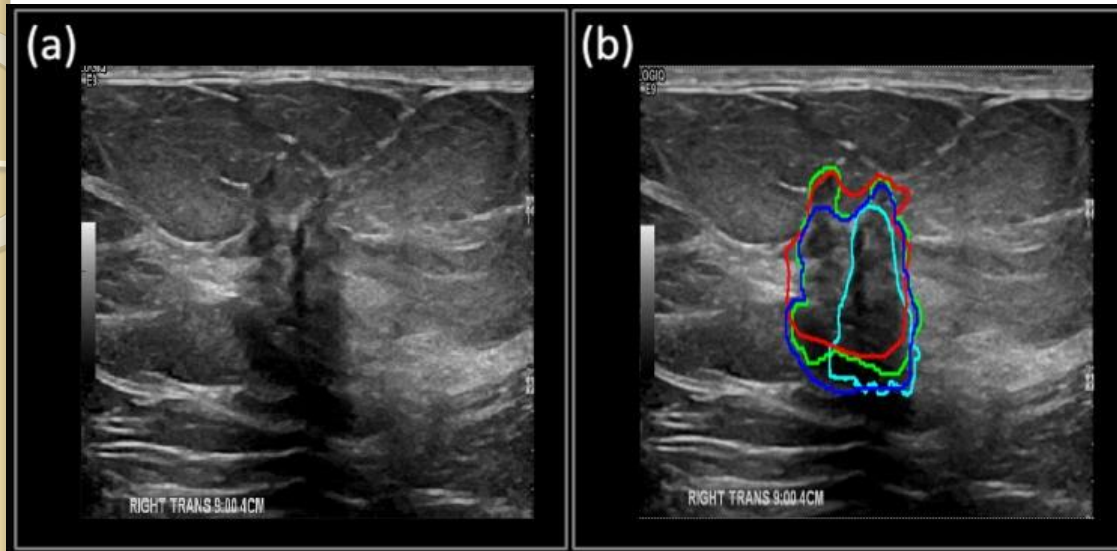


Fig. 2 A 41-year-old man with a meningioma grade II located at the medial sphenoid wing. The meningioma showed a rather small tumour size and was visually rather easily detectable

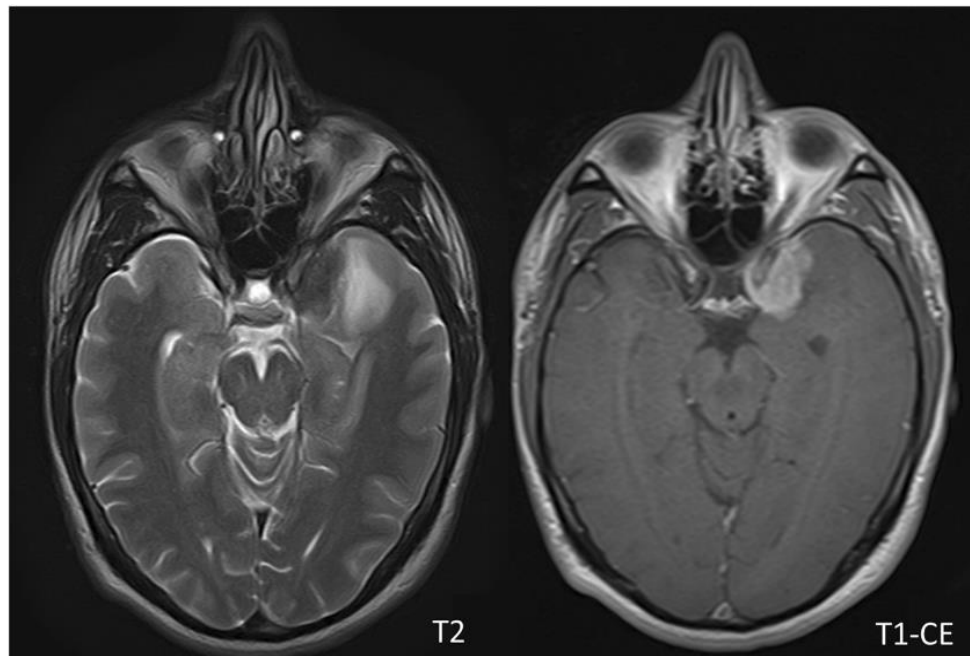


Fig. 3 A 53-year-old woman with a meningioma grade II in the left frontal lobe with wide dural attachment. The meningioma is sharply circumscribed and shows strong gadolinium enhancement. Moderate to strong oedema of the surrounding white matter. The manual and automated segmentation correlate very well

No Manual Automated
 segmentation segmentation segmentation

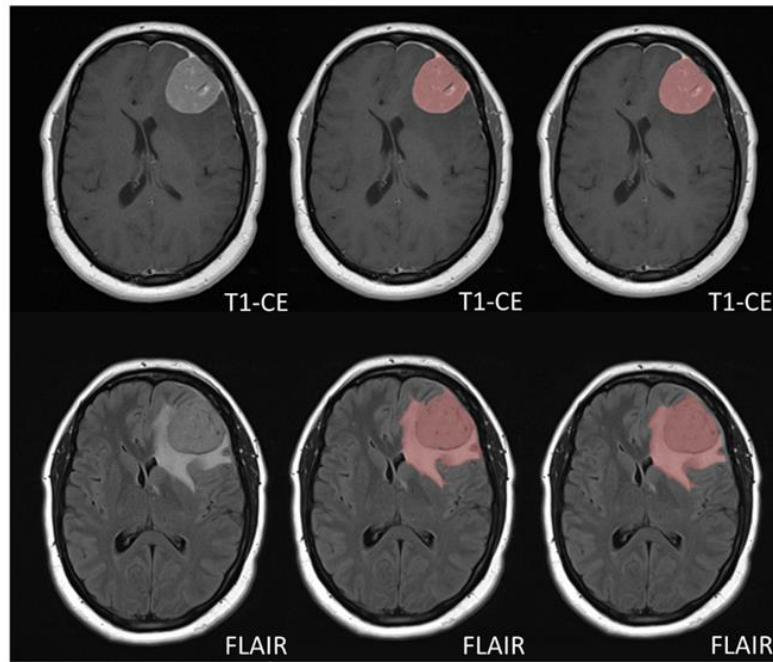
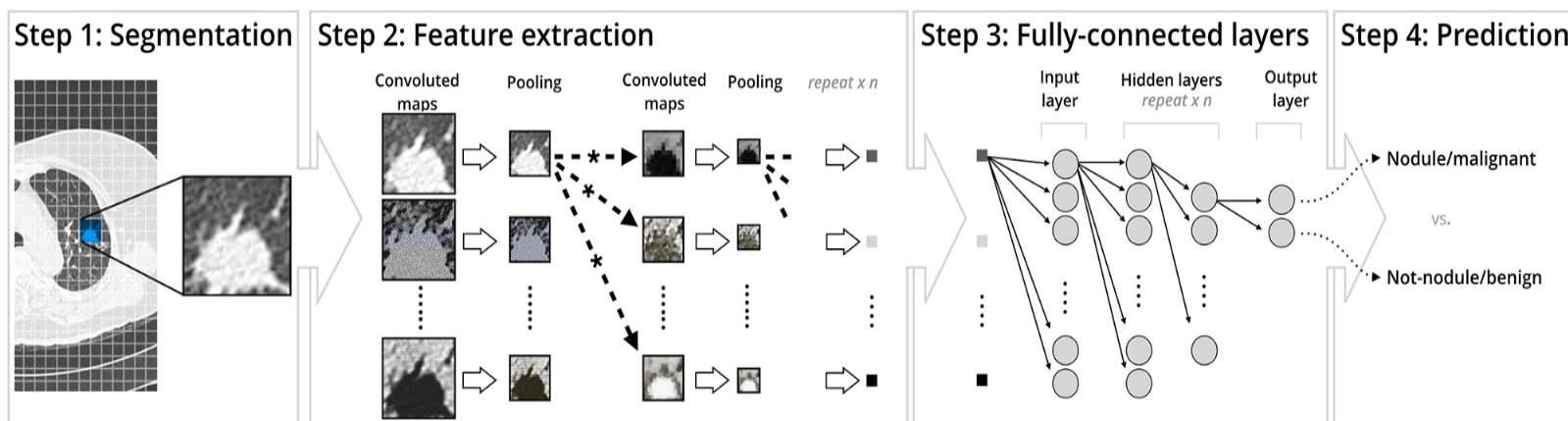


Figure 1. Typical steps of a simple CNN depicting (a) segmentation of the region of interest (b) convoluted maps and pooling of feature extraction (c) the various layers of the fully-connected layer (d) prediction based on a predetermined variable. CNN, convolutional neural network.



Cite this article as: Murphy A, Skalski M, Gaillard F. The utilisation of convolutional neural networks in detecting pulmonary nodules: a review. Br J Radiol 2018; 91: 20180028.

18.06.13.
11:41:02.45
51 IMA 0
P32,7



10
A
S

MI jogi vonatkozásai

- Felelősség hibás döntésért

Személy vonatkozásában:

- elvárható maximális gondosság
- szakmai protokollok betartása
- nem megfelelő kommunikáció, betegtájékoztatás
- nem megfelelő dokumentáció

MI nem dolgozik soha egyedül

- orvos hibát észlel mit tesz ???
- kié a felelősség???

- Ki használja a egészségügyi MI-t?

Civil közönség **NE**



Az orvos szerepe az új technológia bevezetésében I.

- MI építésben:
 - kérdésfeltevés,
 - cél és végpont pontos meghatározása,
 - tanulóhalmaz és részhalmazok pontos kiválasztása,
 - szegmentálása,
 - folyamat közti ellenőrzés,
 - teszhalmaz,
 - validálás

Az orvos szerepe az új technológia bevezetésében II.

- MI bevezetése a szakmai és társadalmi köztudatba
 - engedélyeztetés szakmai döntéshozókkal
 - pénzügyi elfogadás, egészségbiztosító
 - bevezetés a hétköznapi munkafolyamatba
 - páciens tájékoztatás

MI várható hatása a radiológiai gyakorlatra

Előny: munkamegosztás, oktatás

radiológus:

- multimodális dg.
- ritka kórkép
- komorbid esetek
- intervenció
- kommunikáció
 - társszakmák
 - betegek

MI:

- rutin: detektálás

TEHÁT NEM AZ MI VESZI ÁT A RADIOLOGUS HELYÉT, HANEM AZ MI-T HASZNÁLÓ RADIOLOGUS VESZI ÁT A NEM HASZNÁLÓ HELYÉT

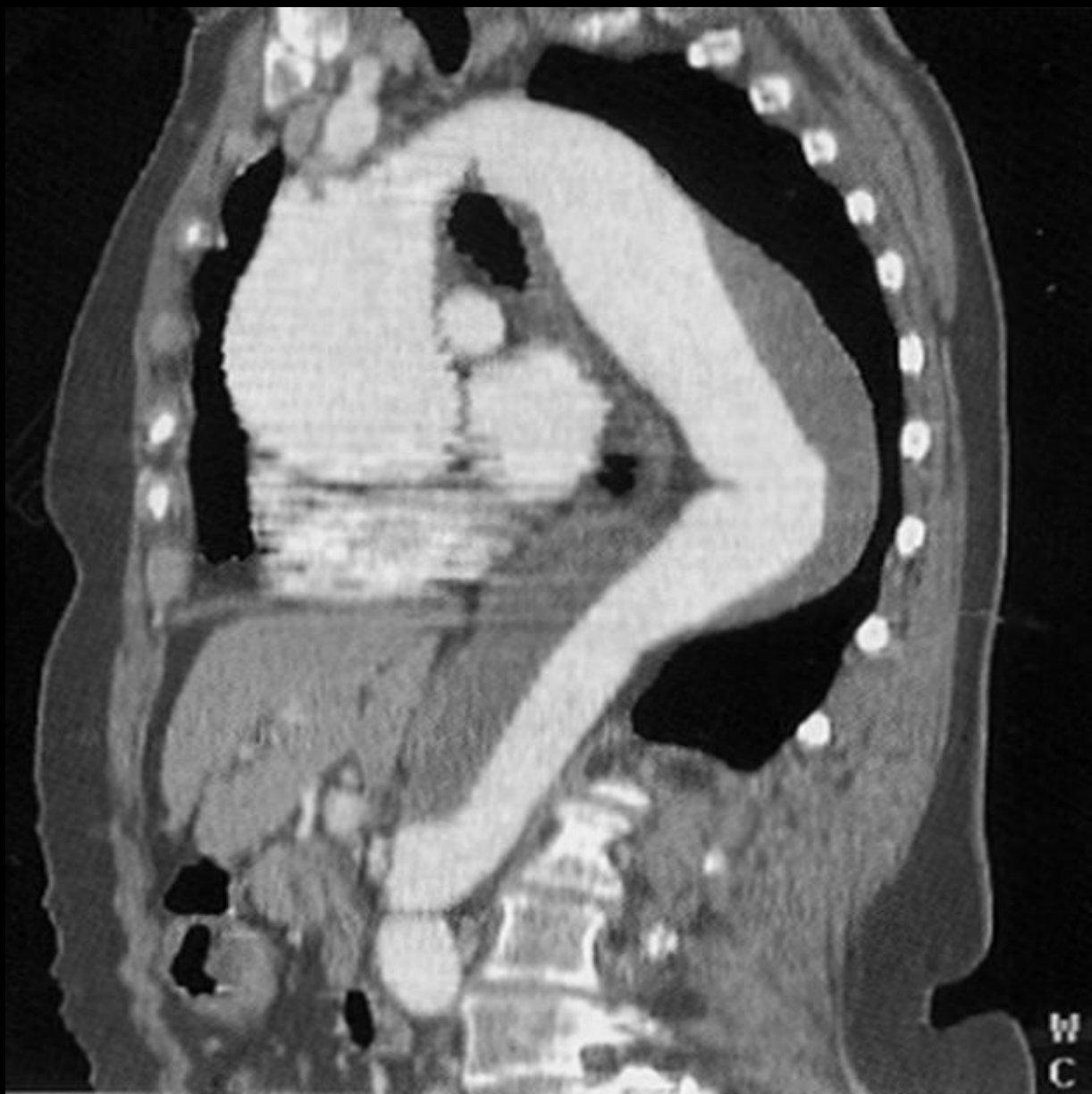
Hátrány: a fiatal radiológus nem kényszerül annyi rutinmunkát végezni

Kérdések - válaszok

- Mit tud a radiológus az MI-ről?
 - keveset, reklám ízű tájékoztatás a szakirodalomban
- Mit vár a radiológus az MI-től?
 - segítséget favágó munkában (félelem??)
- Mit igényel az MI a radiológustól?
 - kooperációt, adatelőkészítést (segmentatio), ellenőrzést
- Mit ad az MI a radiológusnak?
 - segítséget, minőségi ugrást

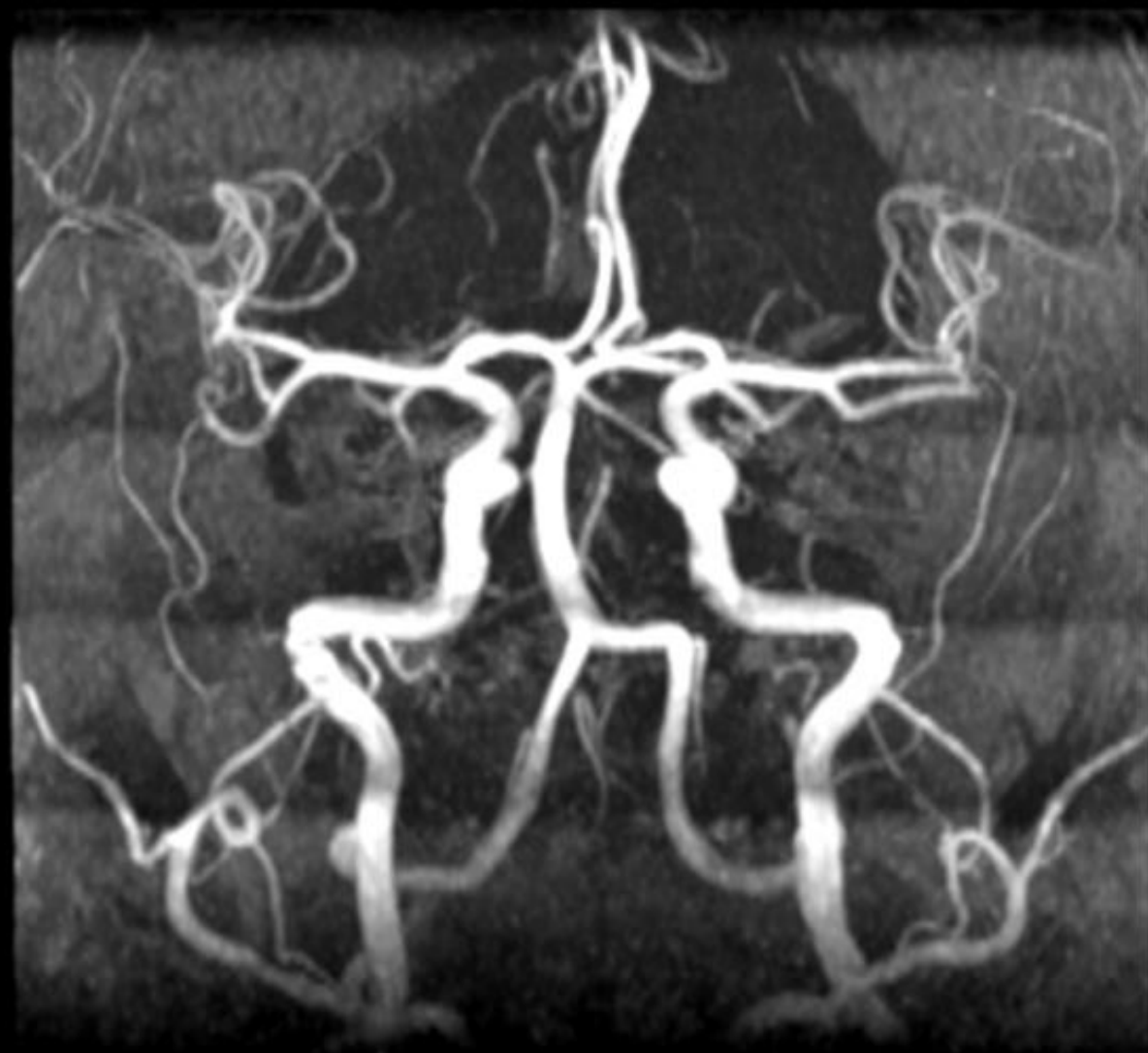


KÖSZÖNÖM A FIGYELMET















518

—J—

