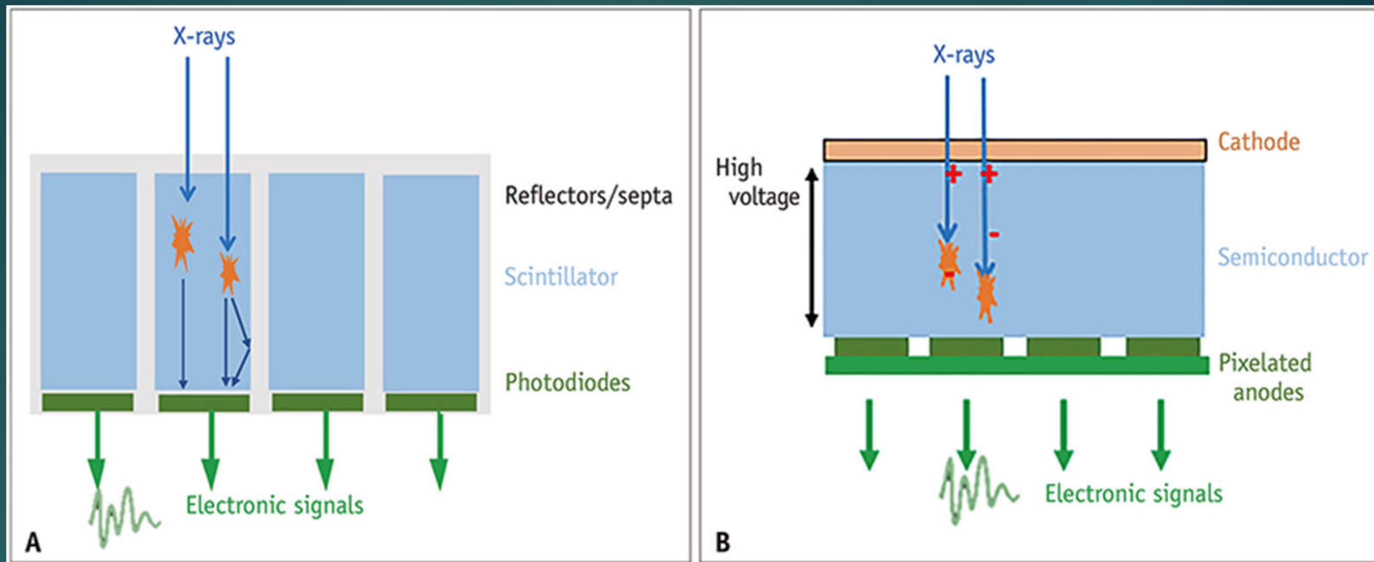
MEDIC
www.medic.com.vn

PHOTON-COUNTING DETECTOR CT
Key Points Radiologists Should Know

BS VÕ NGUYỄN THÀNH NHÂN
PHÒNG CT MEDIC

- CT là phương tiện chẩn đoán hình ảnh quan trọng và sử dụng rộng rãi
- Hầu hết các máy CT hiện nay sử dụng EID
- Spectral CT đang phát triển khoảng một thập niên nay
- Photon counting Detector (PCD) có khả năng chụp ảnh phổ và có nhiều lợi thế so với Detector thông thường do khác biệt về cơ cản vật lý trong phát hiện phát hiện photon và tạo tính hiệu.



EID sử dụng máy phát tia nhấp nháy để tạo ra ánh sáng khả kiến khi một photon tia X tới chạm vào chúng, sau đó ánh sáng được ghi lại bởi một đi-ốt quang có vách ngăn phản xạ ở giữa các phần tử máy dò để giảm nhiễu xuyên âm.

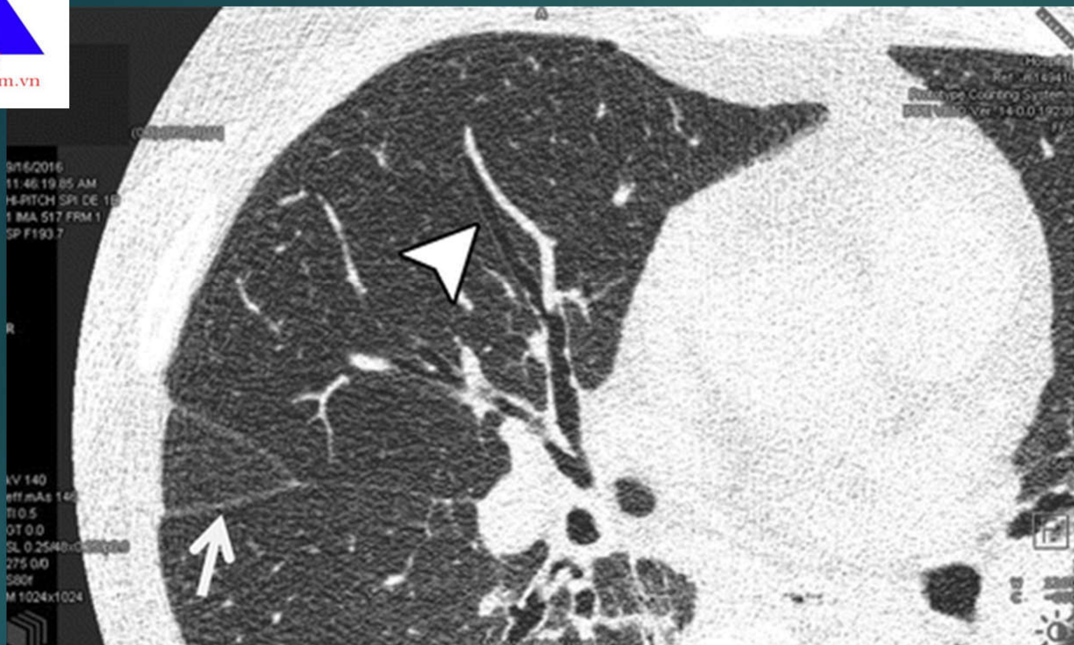
Trong khi PCD-CT sử dụng một chất bán dẫn để trực tiếp tạo ra các điện tích dương và âm, thì các điện tích âm sẽ đi tới các cực dương được pixel hóa để ghi lại từng photon riêng lẻ và năng lượng của nó.

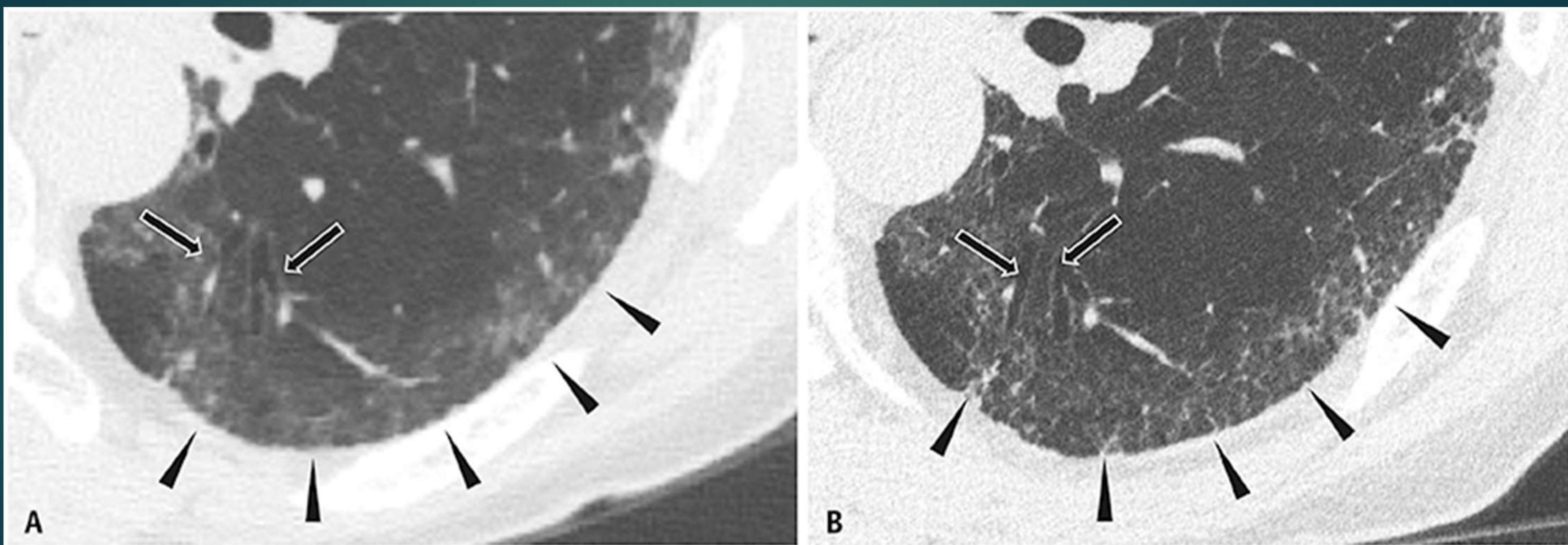
- (PCD) CT là công nghệ CT mới sử dụng detector năng lượng photon tia X tới được ghi trực tiếp dưới dạng tín hiệu điện tử.
- Thiết kế của PCD tạo điều kiện cải thiện độ phân giải không gian và tăng tín hiệu chất tương phản trong khi vẫn cho phép chụp ảnh đa năng lượng.
- PCD-CT có thể loại bỏ nhiễu điện tử và giảm xảo ảnh do sử dụng các ngưỡng năng lượng.
- Hình ảnh đơn năng lượng ảo và phân loại vật liệu sẽ hỗ trợ nhiều nhiệm vụ chẩn đoán trong chụp ảnh bụng, cơ xương và tim mạch.

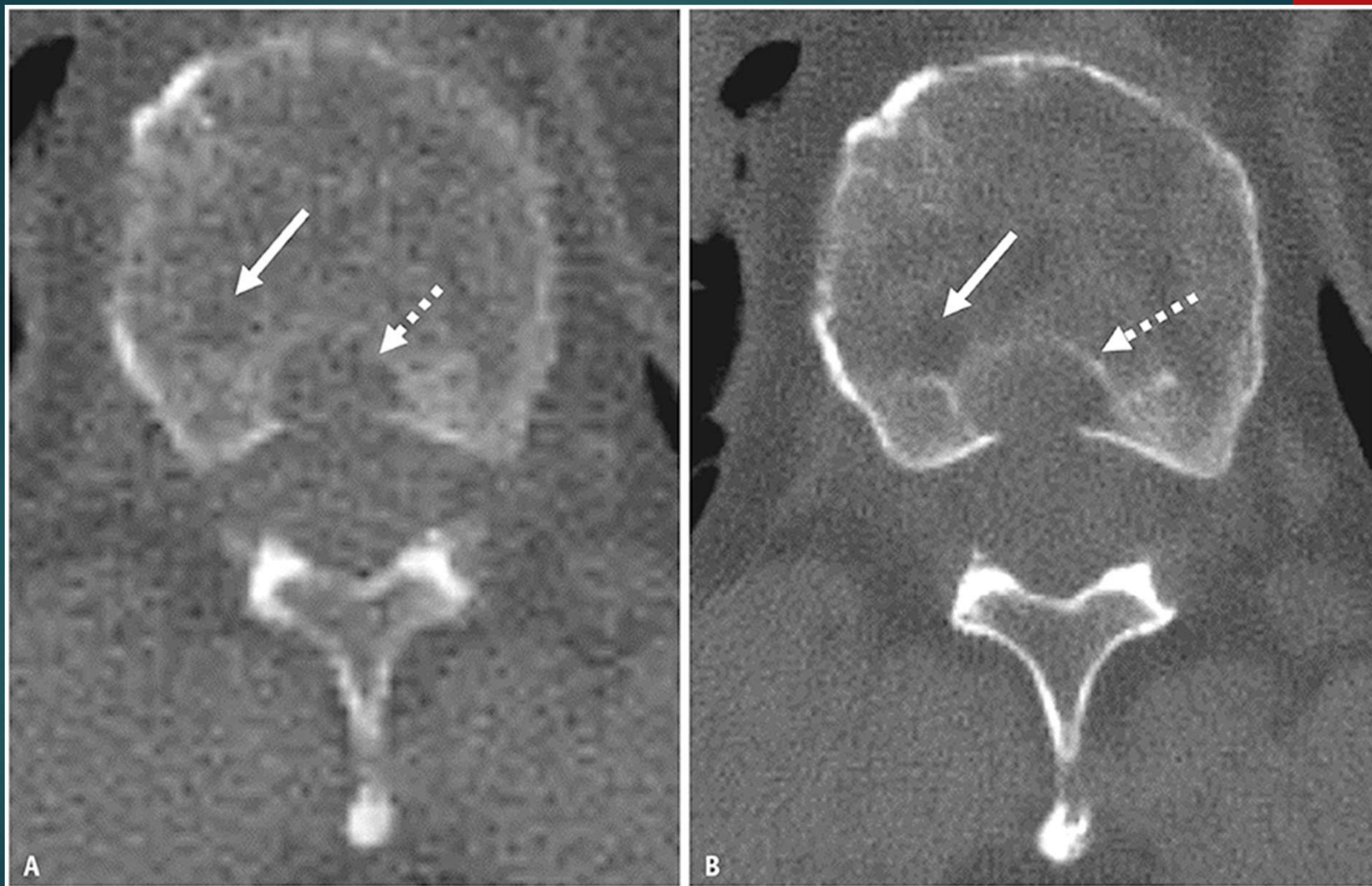
Photon-Counting Detector Property	Impact on Clinical Images
A. Direct conversion of X-ray coincidence to signal that is proportional to photon energy	- Increased iodine signal as there is no down weighting of lower energy photons
	- Ability to obtain multi-energy information with a single X-ray tube voltage: virtual monoenergetic images, virtual non-contrast, virtual non-calcium, and iodine maps routinely available
B. Smaller detector pixel size	- Improved spatial resolution
C. Reflective septae are not required for each detector element, which contributes to geometric dose inefficiency with conventional energy-integrated detectors	- Radiation dose reduction improved spatial resolution
B and C	- Ultra-high spatial resolution does not require attenuating filters that increase radiation dose
	- Ultra-high spatial resolution no longer has a radiation dose penalty and can be performed in larger body regions
D. Elimination of electronic noise	- Only quantum noise is present
E. Shaping of the X-ray beam with tin filters, energy thresholds, and tube potential selection	- Reduction of metal and blooming artifact
	- Reduced radiation dose

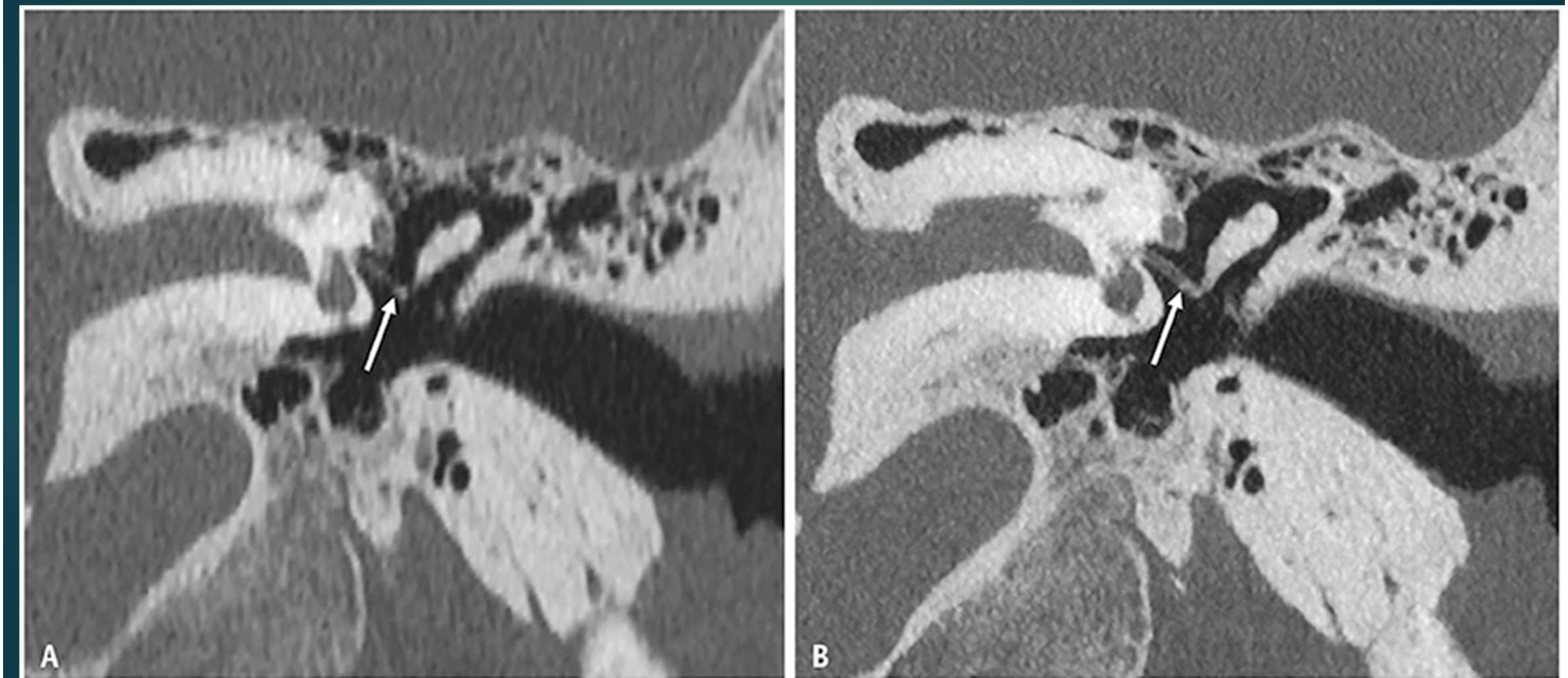
ĐỘ PHÂN GIẢI KHÔNG GIAN CAO

- Do không sử dụng vách ngăn và bộ lọc nên PCD tạo ra có hìn ảnh không gian cao hơn EID
- Kích thước pixel khoảng 0,25x0,25mm cho phép độ phân giải không gian ở mức 150 mcm



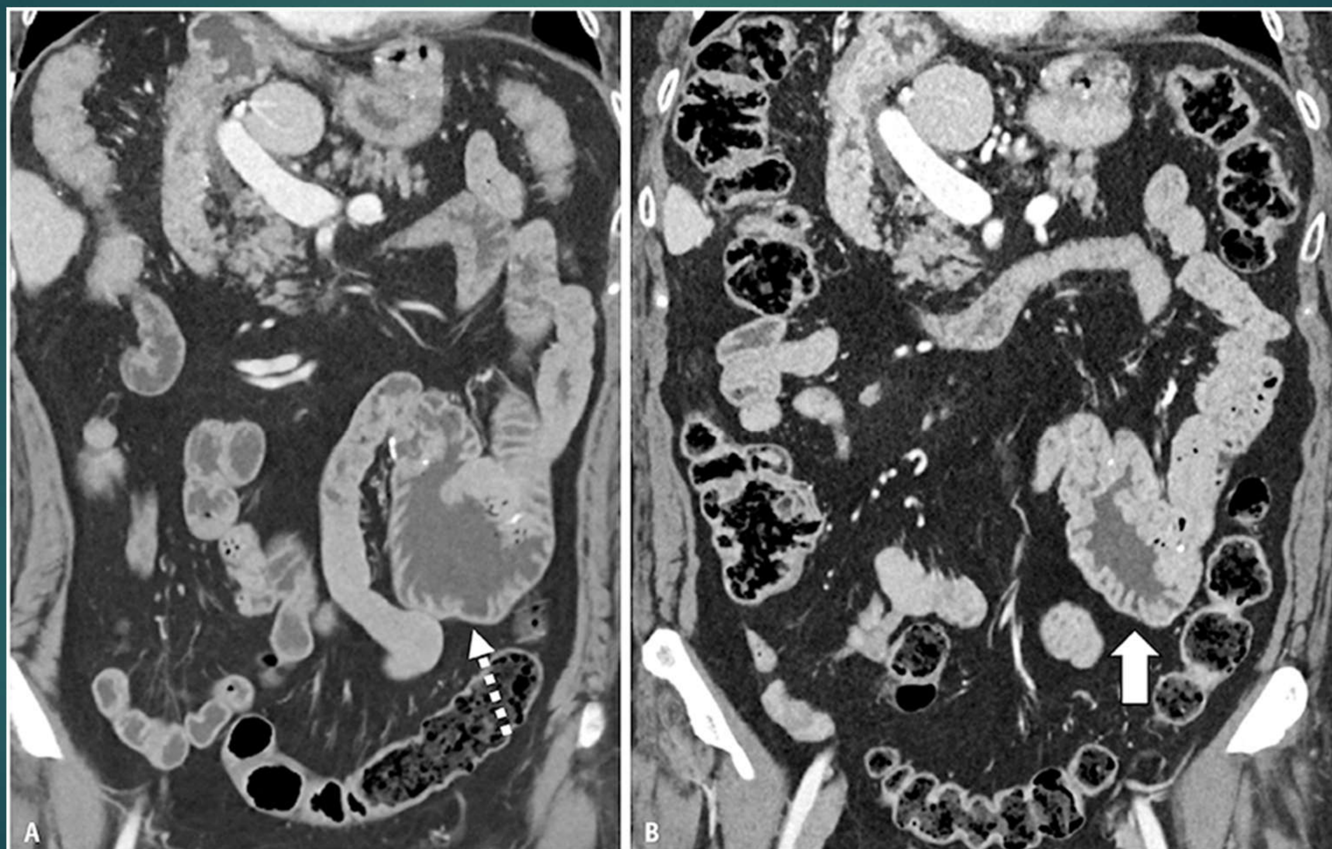

A
B

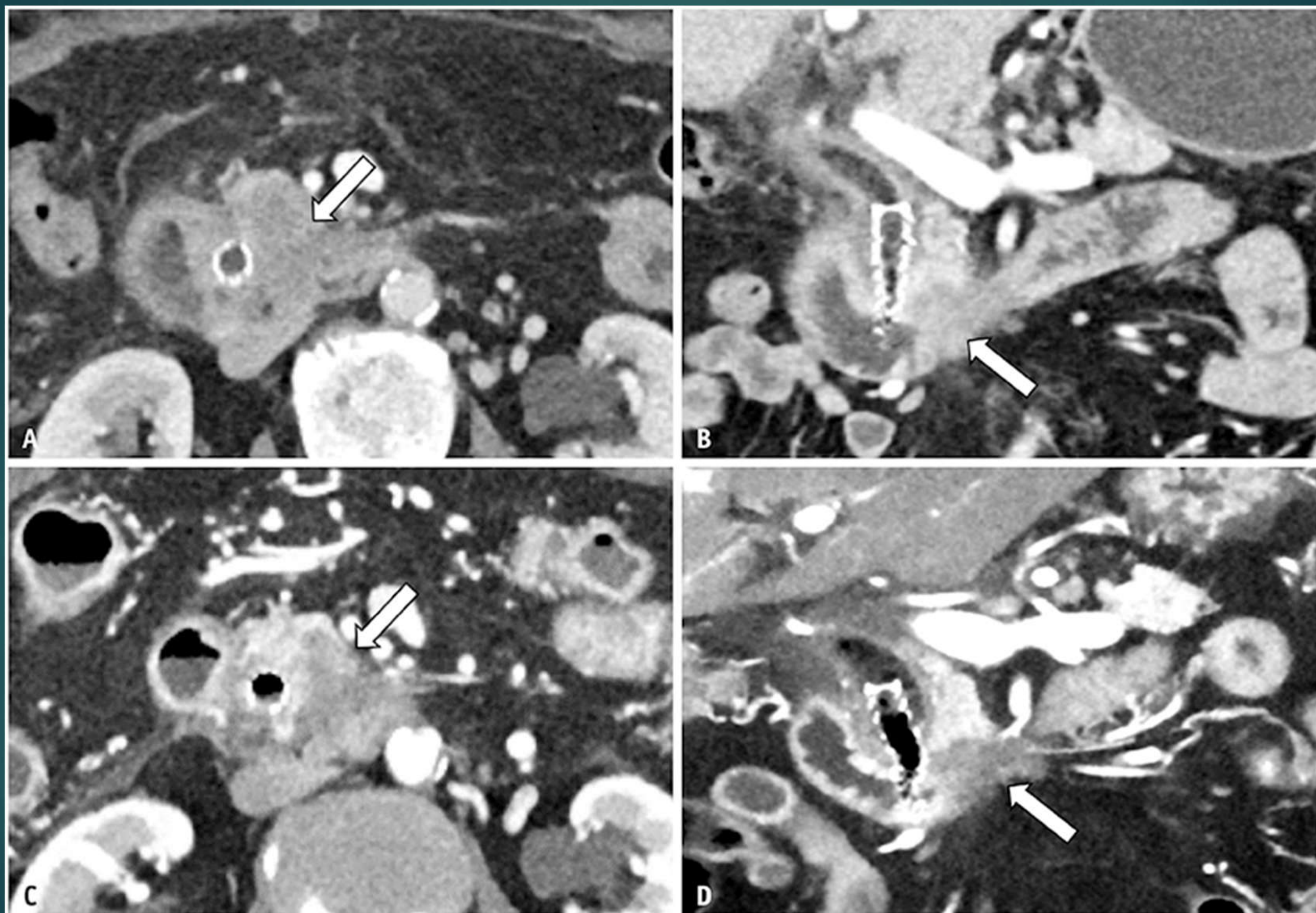

A
B


A
B

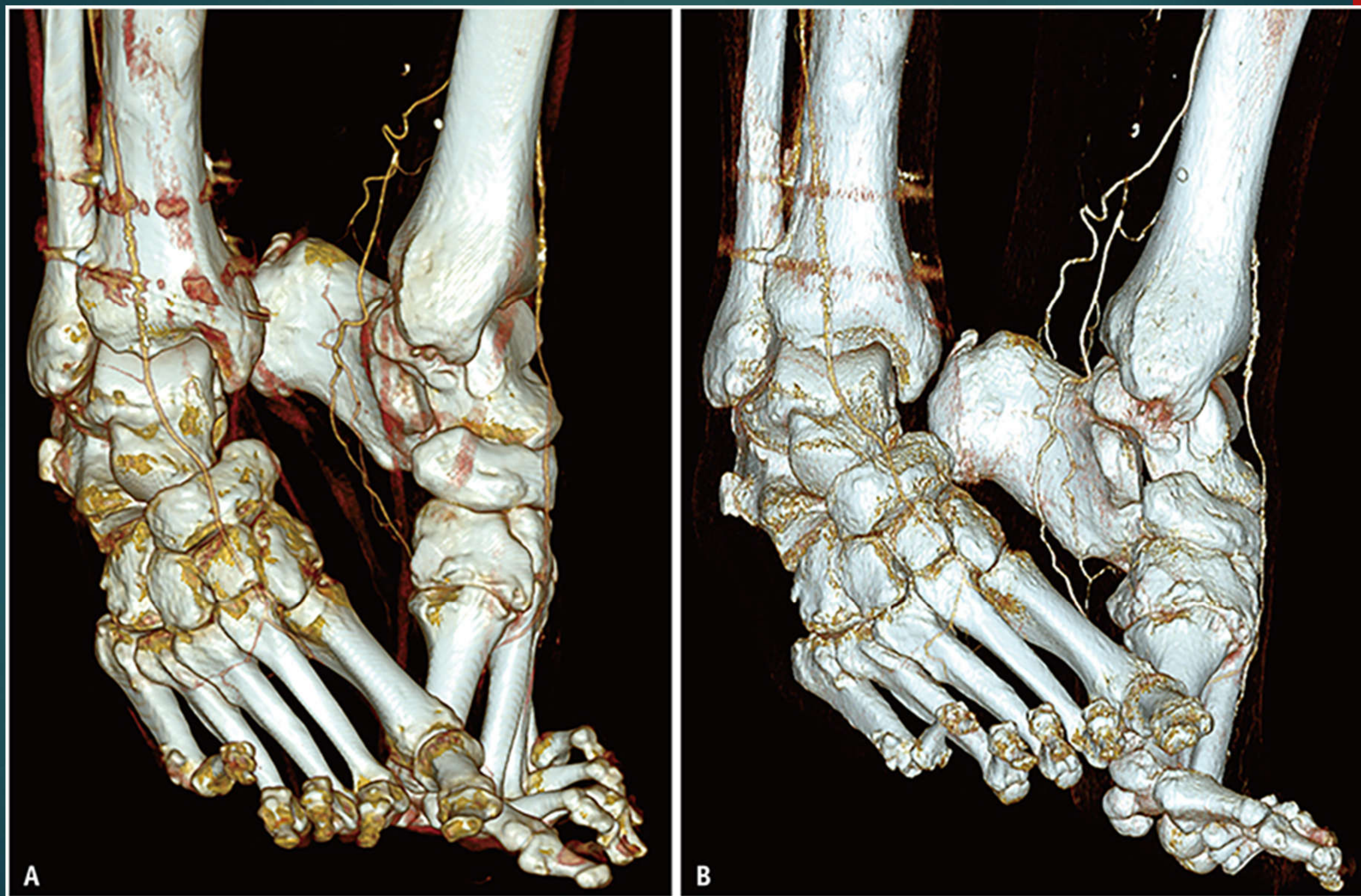
- CẢI THIỆN TỶ LỆ TƯƠNG PHẢN IỐT
  - Các photon tia X chủ yếu tương tác với đối tượng được chụp thông qua hai cơ chế vật lý: hiệu ứng quang điện (µPE) và tán xạ Compton.
  - Các vật liệu Z cao như iốt cho phép độ tương phản tốt hơn trên ảnh CT vì sự suy giảm photon mạnh hơn trong dải năng lượng thấp thông qua hiệu ứng quang điện.
  - PCD CT đếm từng photon riêng lẻ như nhau, bất kể năng lượng photon đo được là bao nhiêu. Do đó, các photon năng lượng thấp đóng góp nhiều hơn vào độ tương phản hình ảnh của PCD CT so với EID CT, giúp cải thiện độ tương phản hình ảnh và tăng tương phản của chất cản quang i-ốt.

Improved Iodine Signal




A
B
C
D

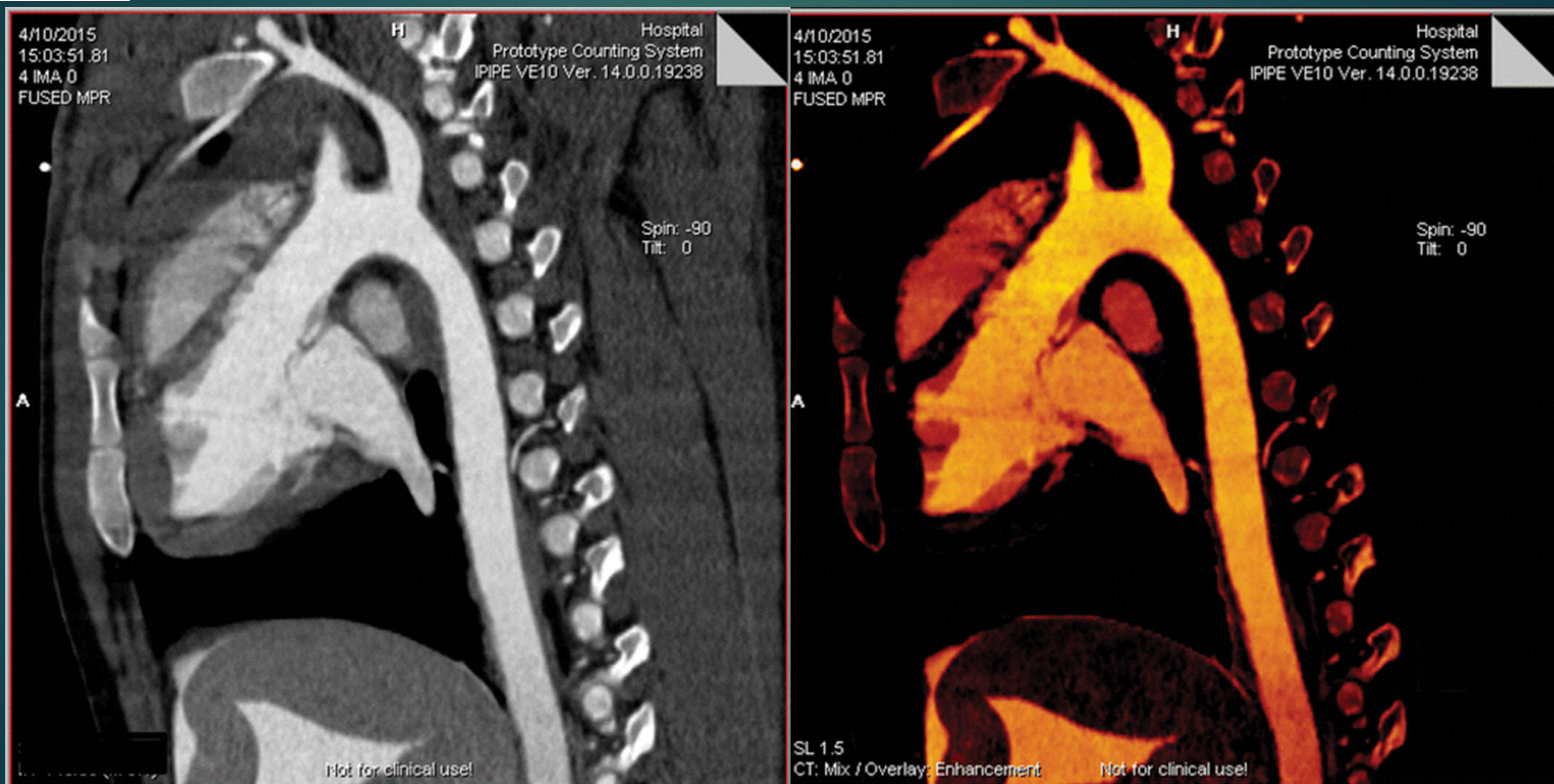

A
B

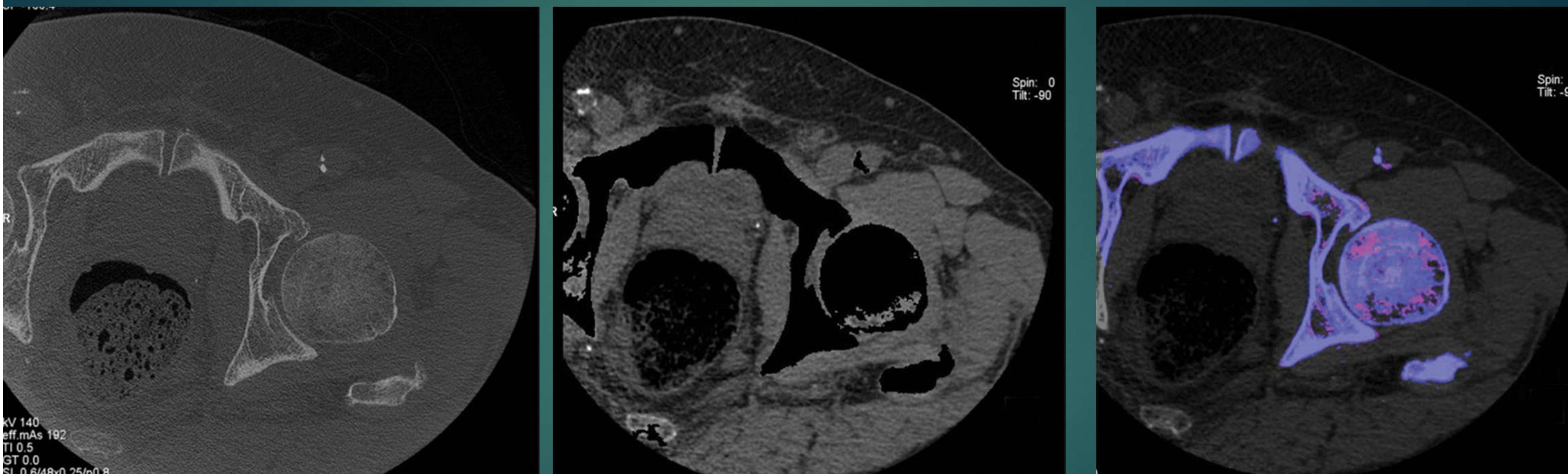

A
B

Multi-Energy Imaging

- THU NHẬN ĐA NĂNG LƯỢNG ĐỒNG THỜI
  - Một trong những động lực chính của sự phát triển PCD CT là nó cho phép thu được các hình ảnh CT đa năng lượng đồng thời.
  - Lựa chọn mức năng lượng phù hợp để khảo sát mô mà quan tâm để đạt được độ phân giải tối ưu
  - Spectral CT

MEDIC
www.medic.com.vn

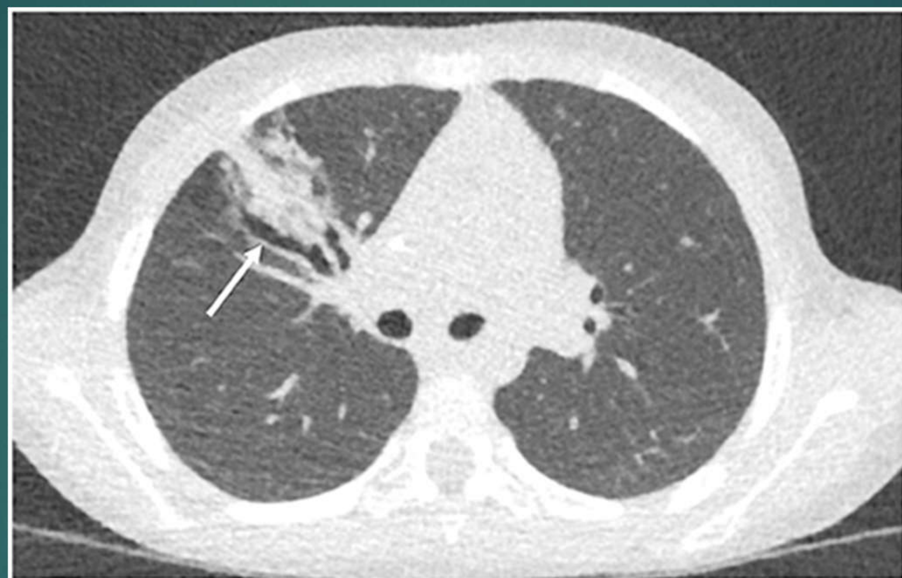



R
kV 140
eff.mAs 192
TI 0.5
GT 0.0
SL 0.6/48x0.25/p0.8
Spin: 0
Tilt: -90
R
Tilt: -90


A
B
C
D

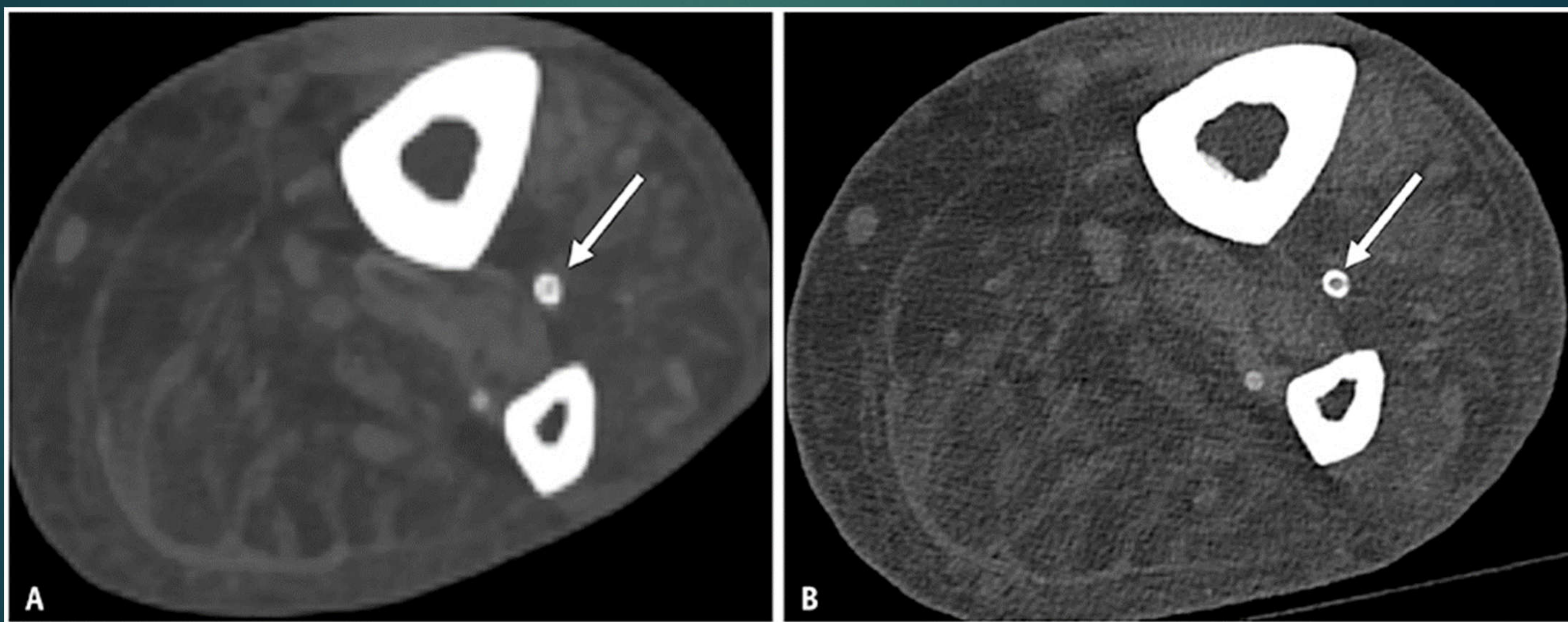
- Radiation Dose Reduction

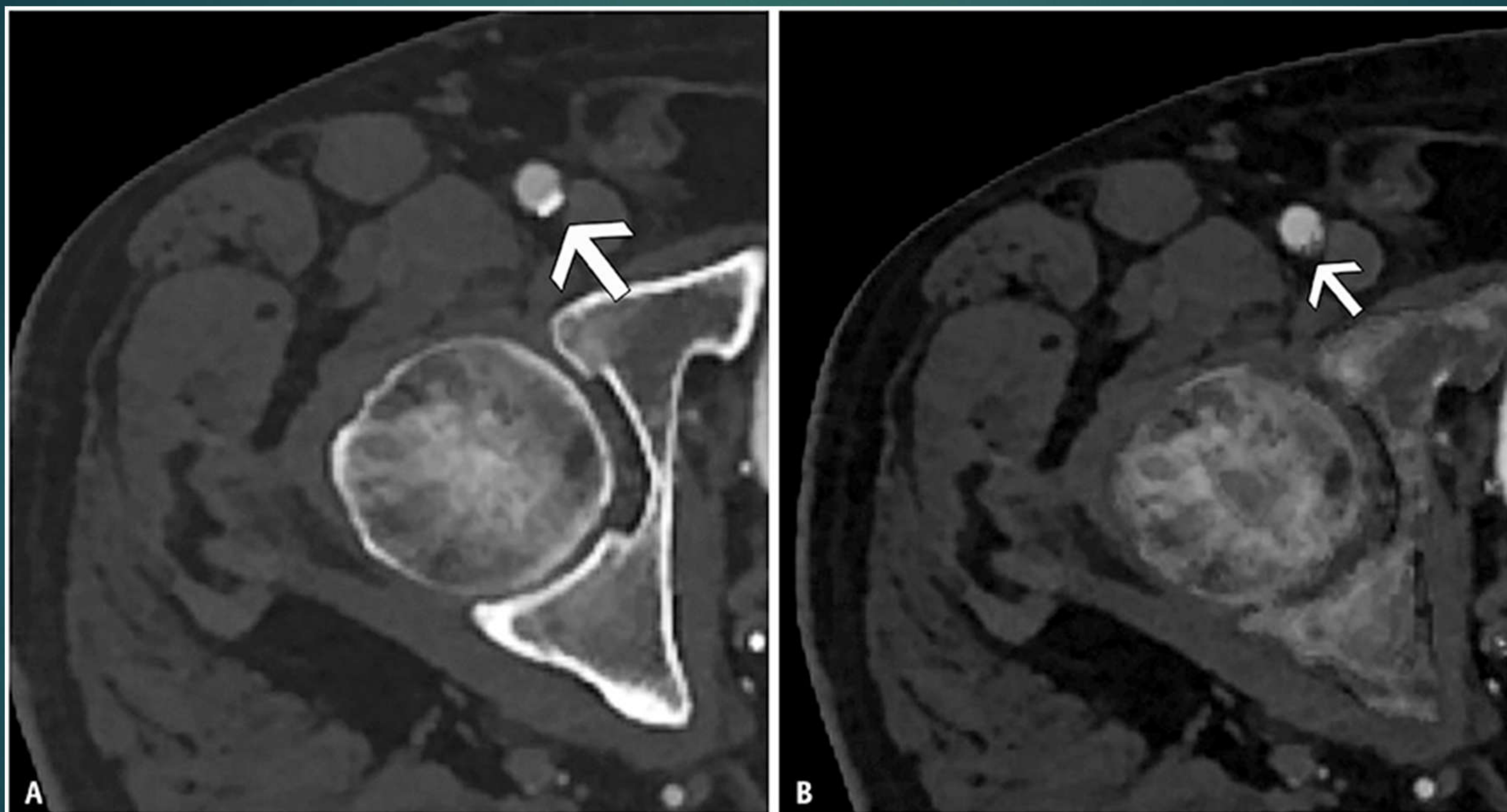
- Độ phân giải không gian cao hơn và tỷ lệ tương phản trên nhiễu giúp cải thiện khả năng hiển thị của các cấu trúc giải phẫu ở những bệnh nhân nhỏ hơn nhưng hiệu quả sử dụng liều tăng lên, tạo điều kiện giảm liều hơn nữa.
- Với chế độ độ phân giải cao của PCD-CT, liều bức xạ có thể giảm 20%–30% mà không làm giảm chất lượng hình ảnh.
- Những tính năng này của PCD-CT khiến nó trở nên lý tưởng cho nhi khoa, CT ngực liều cực thấp, lý tưởng cho những bệnh nhân cần chụp CT lặp đi lặp lại



Artifact Reduction

- PCD loại bỏ nhiễu điện tử, những tạo tác này có thể giảm rõ rệt
- PCD có nhiều ngưỡng/ngăn năng lượng, hình ảnh ở các ngăn năng lượng khác nhau thể hiện các đặc tính suy giảm khác nhau. Hình ảnh thùng năng lượng cao trong PCD-CT cho thấy ít xảo ảnh làm cứng chùm tia hơn so với hình ảnh thùng năng lượng thấp
- PCD có thể giải quyết hiện tượng Blooming nhiều cách.
- Với độ phân giải không gian được cải thiện tăng độ chính xác của đánh giá hẹp ở bệnh nhân bị vôi hóa mạch máu dày đặc
- Ngoài ra, cũng có thể giảm hiện tượng blooming bằng cách giảm độ suy giảm trung bình của voxel bằng cách tăng năng lượng tia X, điều này có thể đạt được trong PCD-CT sử dụng VMI năng lượng cao
- Cuối cùng, canxi có thể được tách ra khỏi hình ảnh bằng thuật toán phân tách vật liệu, thuật toán này có thể được tạo bằng cách sử dụng thông tin đa năng lượng, có khả năng cung cấp ước tính chính xác hơn về tình trạng hẹp lòng mạch


A
B


A
B

Photon-counting CT bests conventional scanners

By Kate Madden Yee, AuntMinnie.com staff writer

December 14, 2021 -- Mayo Clinic researchers have found that the first clinically available photon-counting CT scanner performed better than conventional CT in a study published December 14 in *Radiology*.

The technology could dramatically improve patient care, according to study co-author Cynthia McCollough, PhD, director of the CT Clinical Innovation Center at the Mayo Clinic in Rochester, MN.

"With photon-counting-detector CT, we are seeing anatomy and disease at a resolution that has never before been achieved in patients, and that is providing physicians new information and insights -- insights that can change patient management," McCollough said in a statement released by the RSNA. "In patients with coronary artery disease, for example, photon-counting-detector CT can provide diagnostic quality images in patients who previously were not good candidates for CT imaging of their coronary arteries. This will spare many patients from having to have more invasive types of testing."

- McCollough (Mayo Clinic): “ PCD CT rất thú vị vì nó cung cấp thông tin mà các máy EID hiện có (loại mà chúng ta đã sử dụng trong hơn 50 năm) không thể chụp được”. "Nó cho phép chụp nhanh hơn, với liều lượng thuốc tương phản và liều bức xạ thấp hơn, đồng thời thu được hình ảnh chất lượng cao hơn với chi tiết không gian lớn hơn và mức độ nhiễu thấp hơn. Đối với nhiều ứng dụng lâm sàng có những cải tiến nổi bậc về chất lượng hình ảnh"

REFERENCES

- Shuai Leng , Michael Bruesewitz, Shengzhen Tao, Kishore Rajendran, Ahmed F. Halaweish, Norbert G. Campeau; **Photon-counting Detector CT: System Design and Clinical Applications of an Emerging Technology**; RadioGraphics 2019; 39:729–743
- ThomasFlohraMartinPetersilkaaAndreHenningaStefanUlzheimeraJiriFerdabBernhardSchmidta; **Photon-counting CT review**; Physica Medica Volume 79, November 2020, Pages 126-136
- Andrea Esquivel,1 Andrea Ferrero,1 Achille Mileto,1 Francis Baffour,1 Kelly Horst,2 Prabhakar Shantha Rajiah,1 Akitoshi Inoue,1 Shuai Leng,1 Cynthia McCollough,1 and Joel G. Fletcher ; Photon-Counting Detector CT: Key Points Radiologists Should Know, Korean J Radiol. 2022 Sep;23(9):854-865. English.


THANK YOU FOR YOUR ATTENTION!