

„Photon counting“ CT - revoluce v koronární diagnostice

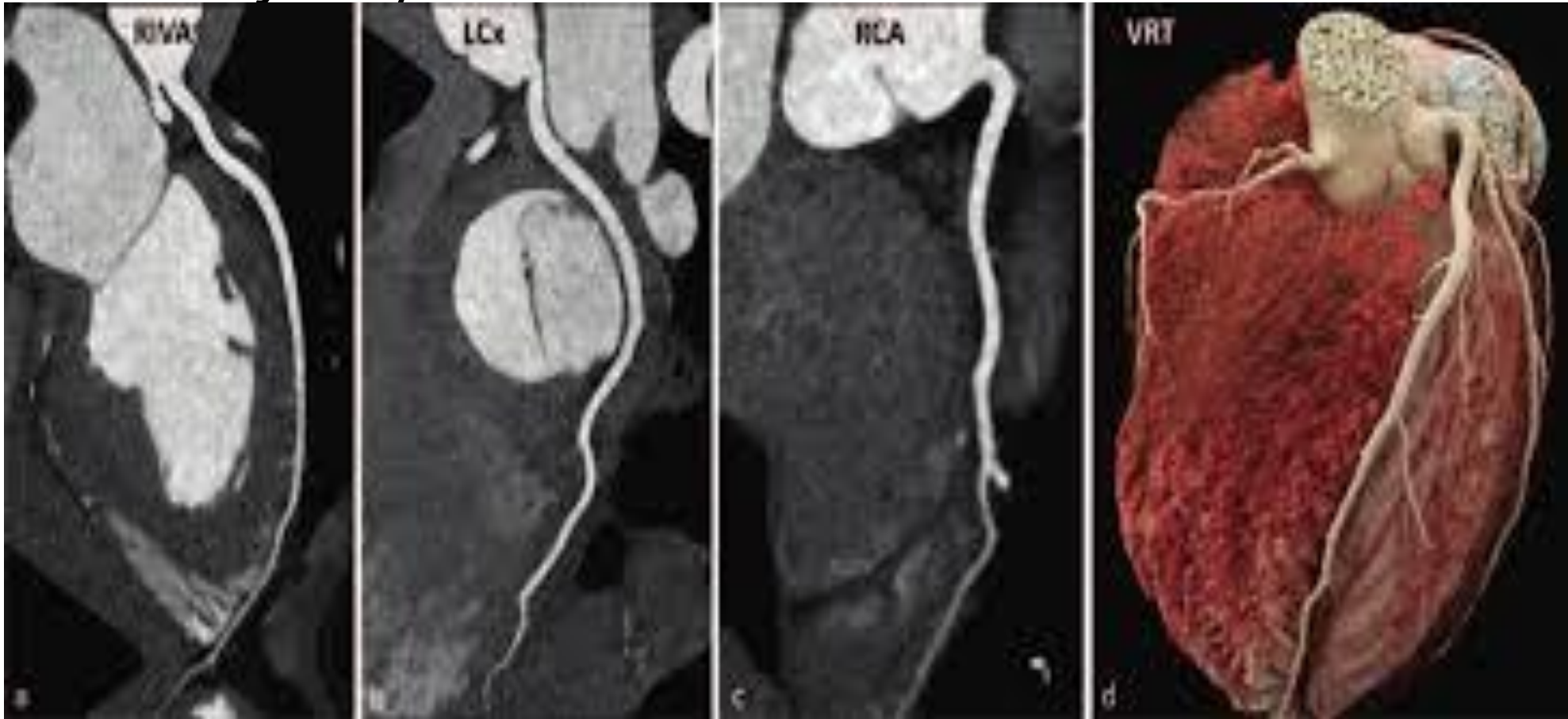


MUDr. Igor Nykl
Kardiologické oddělení
Kardiocentrum Třinec

Brno, 12. 5. 2026



Rekonstruované koronární CT obrazy dnes: obecně již vysoká kvalita



cMPR : zakřivená (curved) multiplanární rekonstrukce

VRT : volume rendering technika

„Photon counting“ CT - Siemens : ještě ale revoluce v CT !



- ve světě od 10/2021
 - v Kardiocentru Třinec od 10/2025
- (3 pracoviště v ČR: FN Plzeň, IKEM Praha)

„PHOTON-COUNTING CT

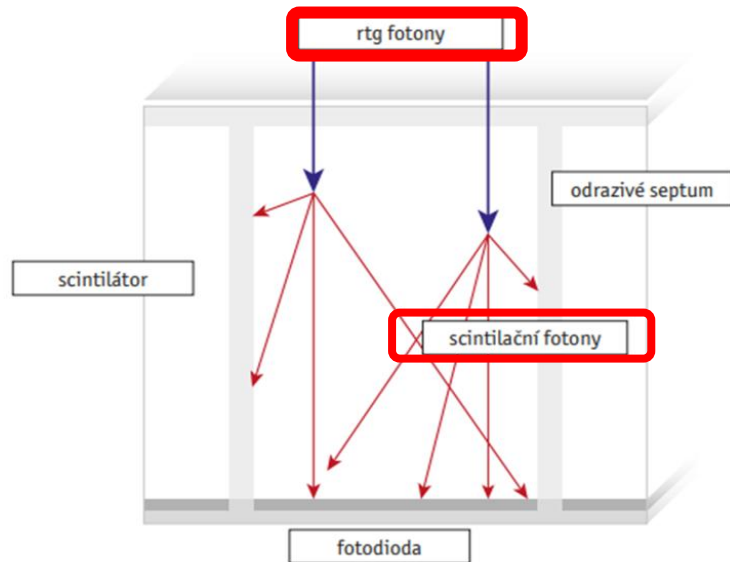
**NAEOTOM Alpha!“... 2x 144 slices, speed Turbo Flash až 737mm/s,
rotační rychlost 250 ms**

<https://www.siemens-healthineers.com/cz/computed-tomography>

Správná terminologie u „cardiac CT“ (=srdeční CT)

- **Photon counting CT** (=fotony počítající CT) - PCD CT
- **Konvenční CT** - EID CT (= CT s energií integrujícími detektory)

Detekce RTG fotonů u EID



Fotodioda :

připevněna na zadní straně každého detektorového elementu

- viditelné světlo je tak převedeno na elektrický signál
- nízkenergetický analogový signál fotodiód je **snadno ovlivnitelný elektronickým šumem**
- současně již nelze zvýšit prostorové rozlišení polovodičových scintilačních detektorů

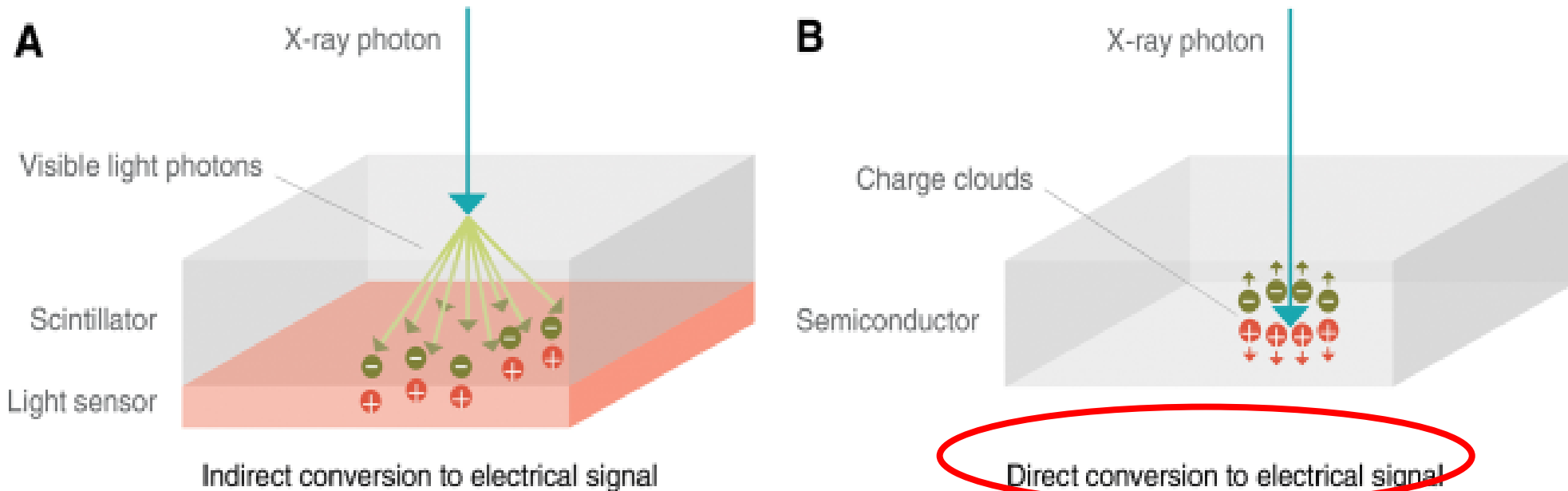
Motto :

- všechny CT jsou fotonové!
- používání výrazu „**fotonové CT**“ je **oxymoron!**

Foton : základní částice elektromagnetického vlnění (= RTG, světlo, radiové vlny...)

„Fotony počítající“ CT : základní princip tvorby obrazu

RSNA



(RTG paprsek- ve scintilačním krystalu změna na viditelné světlo, poté teprve v detektoru změna na elektrický signál!)

Figure 1: Diagrams show detector types. A, In conventional energy-integrating detector, an incident x-ray photon is converted into a shower of visible light photons in a scintillator. Visible light hits an underlying light sensor, where it generates positive and negative electrical charges. B, In photon-counting detector, the x-ray photon is absorbed in a semiconductor material, where it generates positive and negative charges. Under the influence of a strong electric field, the positive and negative charges are pulled in opposite directions, generating an electrical signal.

A) Konvenční energii integrující detektor

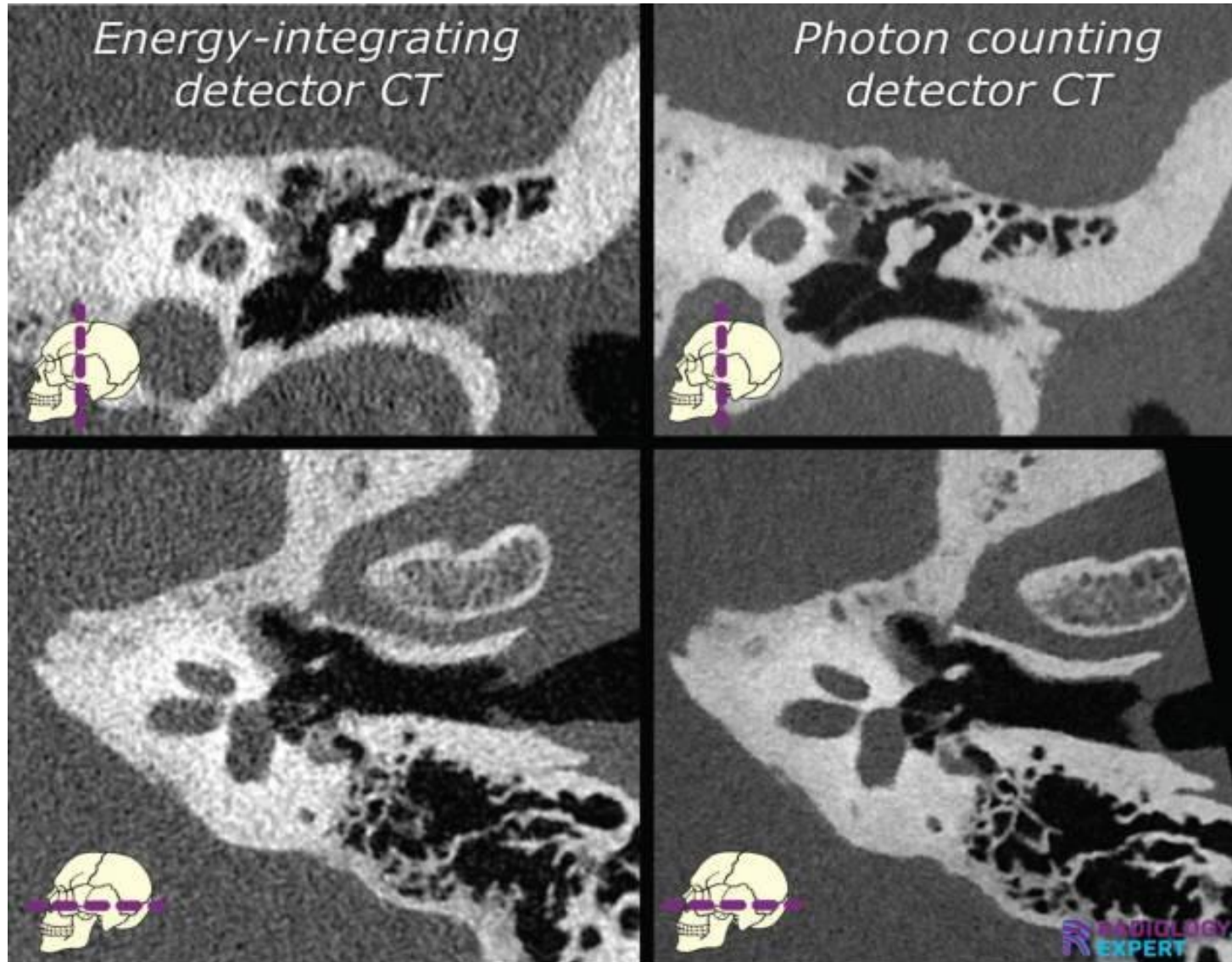
B) Foton –counting detector

Willeminck MJ. Published Online: September 04, 2018

<https://doi.org/10.1148/radiol.2018172656>

Radiology

Modelové srovnání EID CT a PCD CT: střední ucho

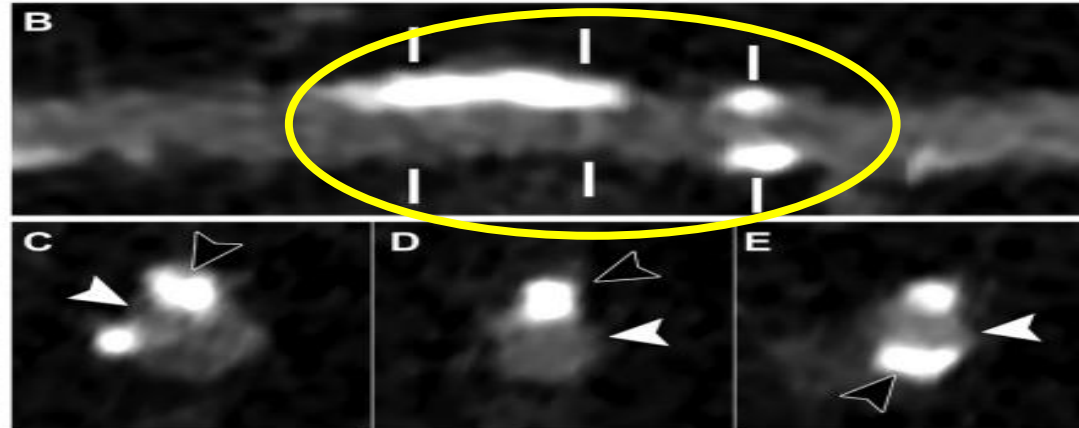


PC detektory poskytují data

- s velmi vysokým prostorovým rozlišením
- bez elektronického šumu
- s nižší radiační dávkou.“
- s možnou redukcí kontrastní látky

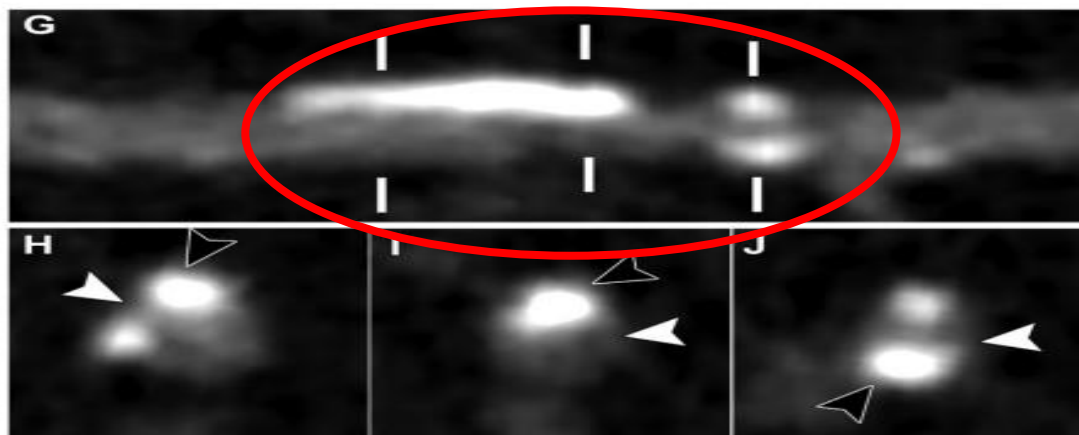
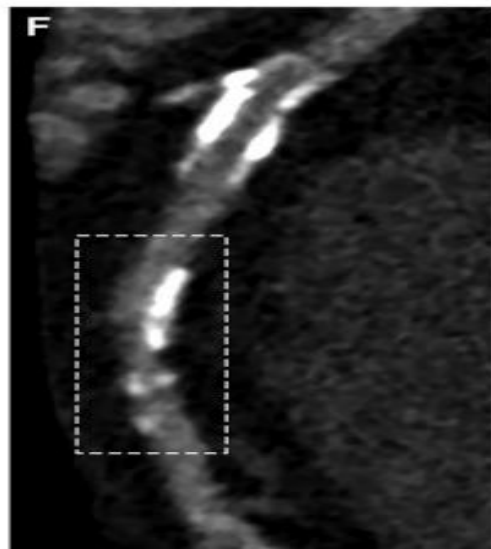
*Prof. Dr. Ph. Thomas Flohr
vedoucí fyzik výpočetní tomografie z
výzkumného centra Siemens Healthineers*

EID-CT versus PCCT : zobrazení kalcifikovaného plátu



• Obrázky A- E : PCCT

= redukce **blooming** efektu kalcia !



• Obrázky F-J: EID- CT

Klinický přínos PCD-CT oproti EID-CT: metaanalýza

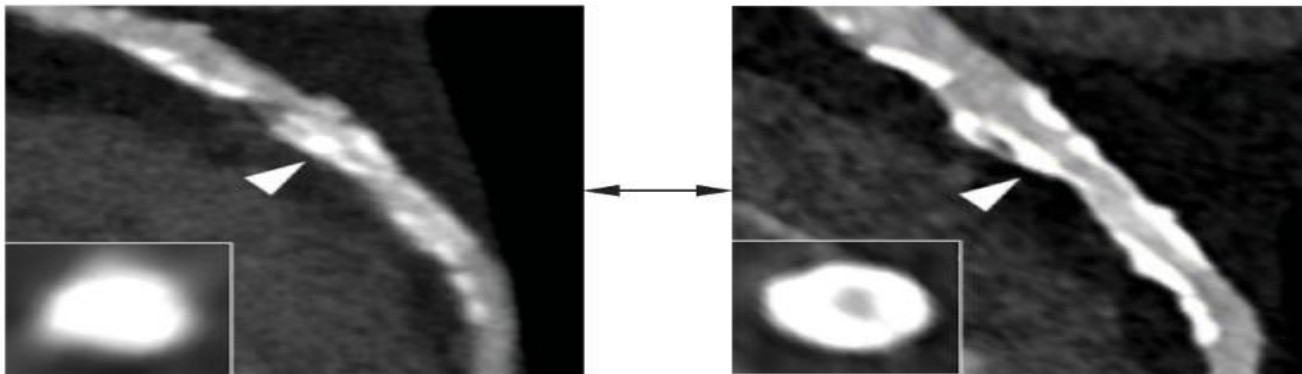
Single-Center Experience With Photon-Counting Detector CT in Evaluation of CAD

Energy-Integrating Detector CT (EID-CT) (N = 3,957)

- Scintillator/photodiode
- Indirect conversion of photon energies
- Reflective Septa

Photon-Counting Detector CT (PCD-CT) (N = 3,876)

- Semiconductor
- Direct conversion of photon energies
- Elimination of septa



Improved Spatial Resolution, Less Noise, Less Blooming Artifact

Mezi EID-CT a PCD-CT není rozdíl v **senzitivitě** (= 90,9%) a **negativní prediktivní hodnotě** (=98%) pro obstrukční CAD !

- Najdu téměř všechny nemocné
- Již méně dobře vyloučím zdravé
- Negativní nález je téměř jistota
- **Pozitivní nález není vždy pravda!**

Clinical Impact of PCD-CT

- ▼ ICA referral (9.9% vs 13.1%)
- ▼ Unnecessary ICA (5.6% vs 8.4%)
- ▲ Revascularization if referred (43.4% vs 35.5%)

Excellent Diagnostic Performance of PCD-CT

- ↑ Accuracy: 97.2%
- ↑ PPV: 83.3%
- ↑ Specificity: 98.0%

u EID CT jen 63% !

U EID CT 93%...ale u lézí s Ca score < 400 H.u.

Sakai et al: JACC, Feb 2025
(New York, 7 833 pac., 1:1)

CT- FFR : dnes nezbytná součást „ CCTA“

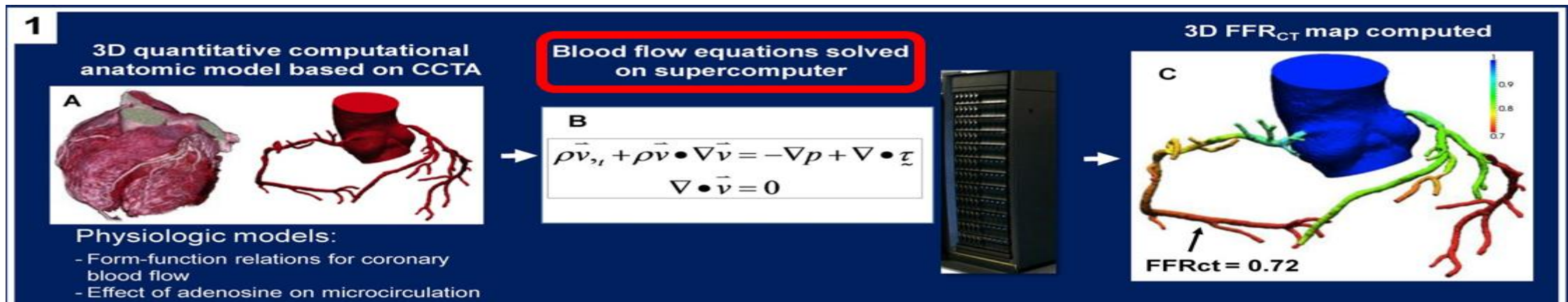
- **Definice** : postprocesingová výpočetní CT technika k určení fyziologického významu koronární stenozy - vytvořená více firmami

- Heart Flow inc. – USA ... **CE mark 2011, FDA approval 2014!**

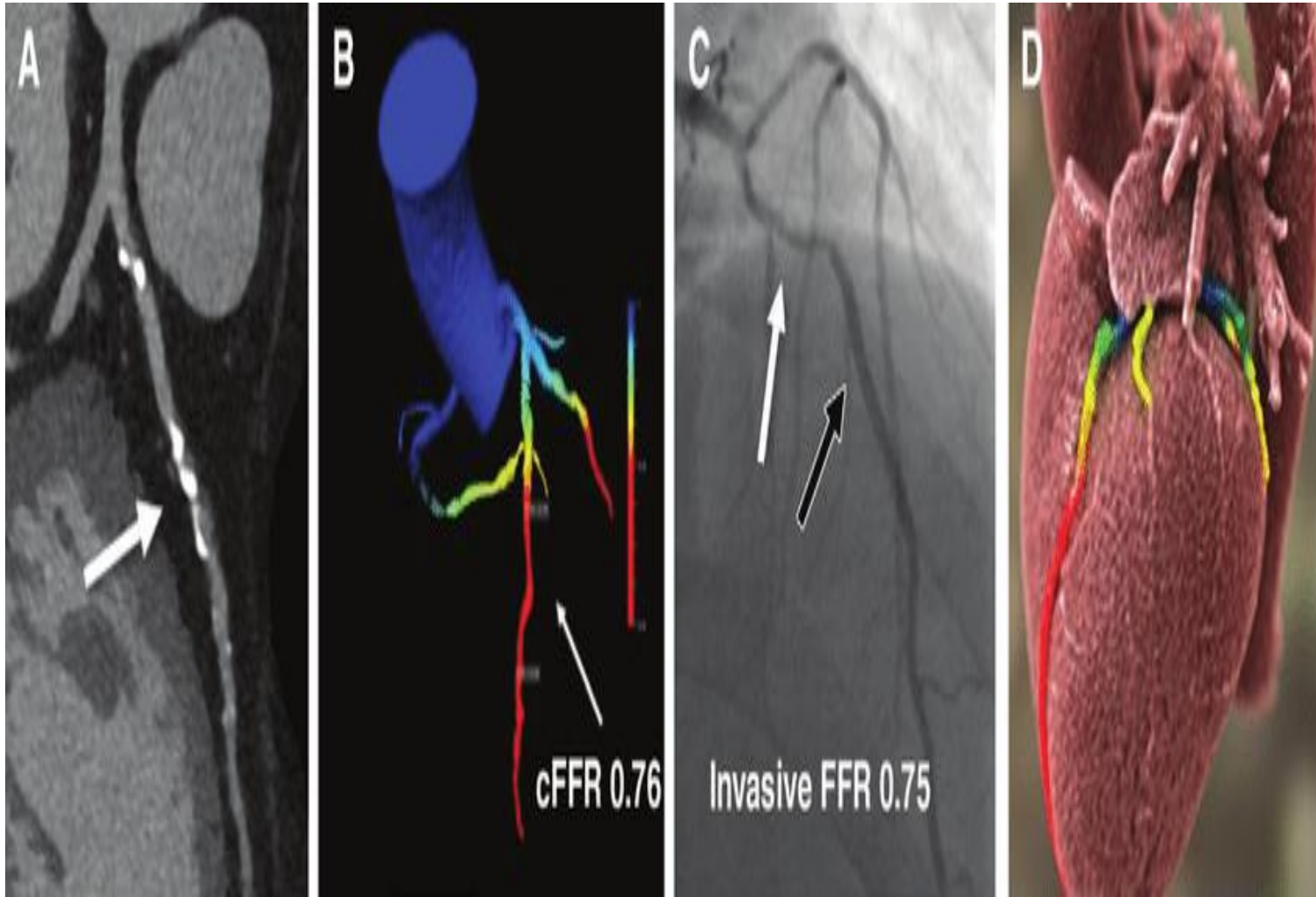
class 2a/B ACC/AHA Chest pain guidelines 2021

class 2b/B ESC guidelines CCS 2024

- nejlépe validovaná
- výpočet je založen na principu „ výpočetní dynamiky tekutin“
- „Off site“ metoda (data z CCTA → vzdálený „supercomputer“ v Mountain View (Ca,USA)
- Za 3-4 hodiny výsledek : „roadmap“ barevná analýza s číselnými hodnotami FFR-CT



Srovnání CT - FFR Heart Flow a invazivně změřeného FFR



Hodnocení CT- FFR:

hodnota $> 0,80$ = funkčně
nevýznamná stenosa – bez
indikace k revaskularizaci !

Heart Flow CT-FFR : více než **600 odborných publikací**

- použito u více než 500 tisíc pac., používá cca **1400 nemocnic/světě**

Kardiocentrum Třinec : CT-FFR

- Instalace softwaru CT-FFR 4/2026 – jediné pracoviště v Česku !

The Careverse logo, consisting of a stylized blue 'C' icon followed by the word 'careverse' in a purple sans-serif font, is enclosed in a red rounded rectangular border.

Careverse Technology

World Leading Intelligent Healthcare Technology Platform

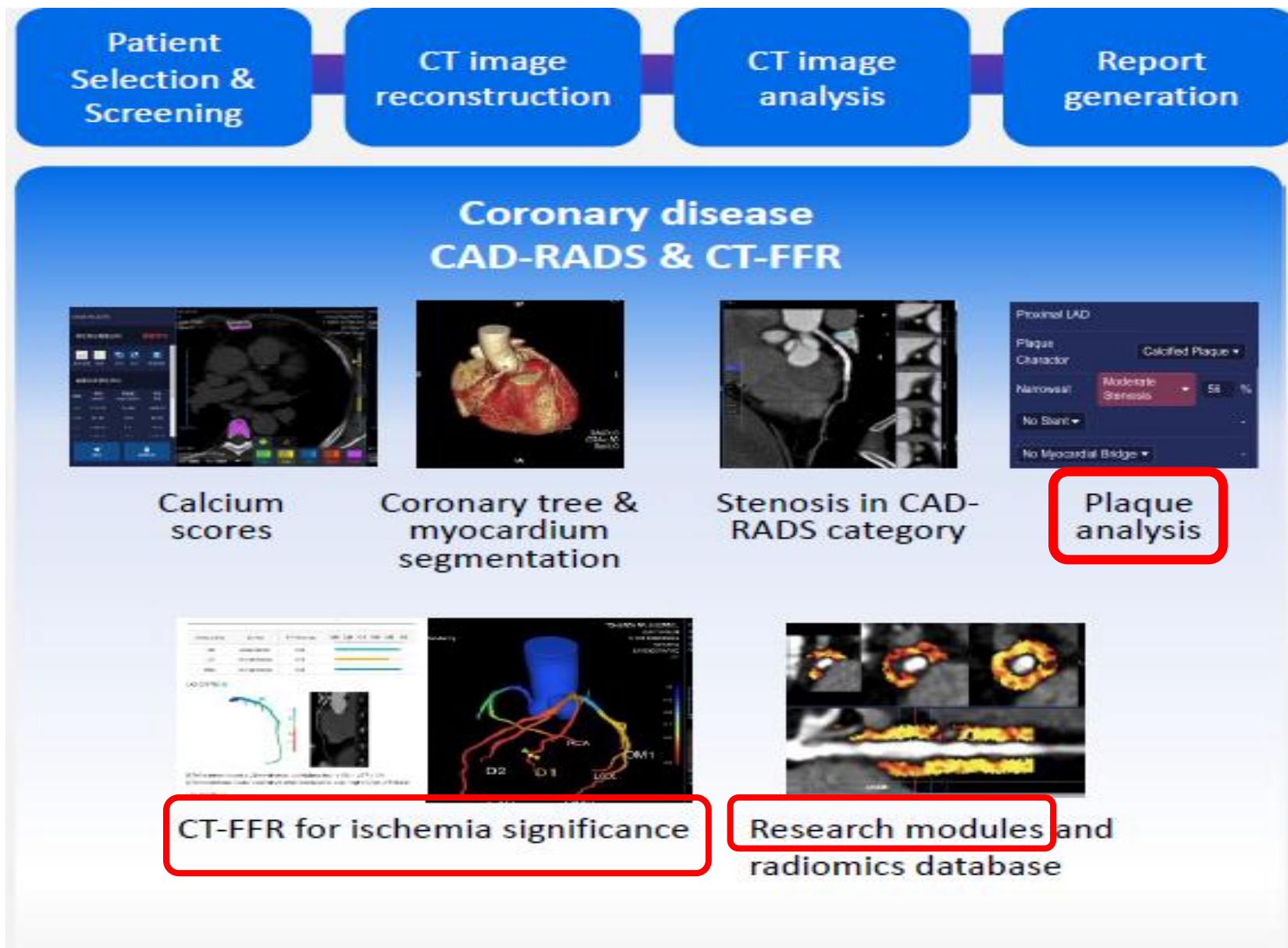
Company profile

Původně **ShuKun Technology**:
globální leader AI v zdravotnictví

- ❑ Founded in **2017**, China business headquartered in **Beijing**, overseas business headquartered in **Singapore**
- ❑ **9 CE MDR marks, 2 FDA 510(K)** approvals, 14 NMPA Class III certificates
- ❑ More than **4,000 Healthcare Institutions** coverage
- ❑ Included in **the 2024 Global Unicorn List**

careverse.com

Careverse : „Digital Heart“ software



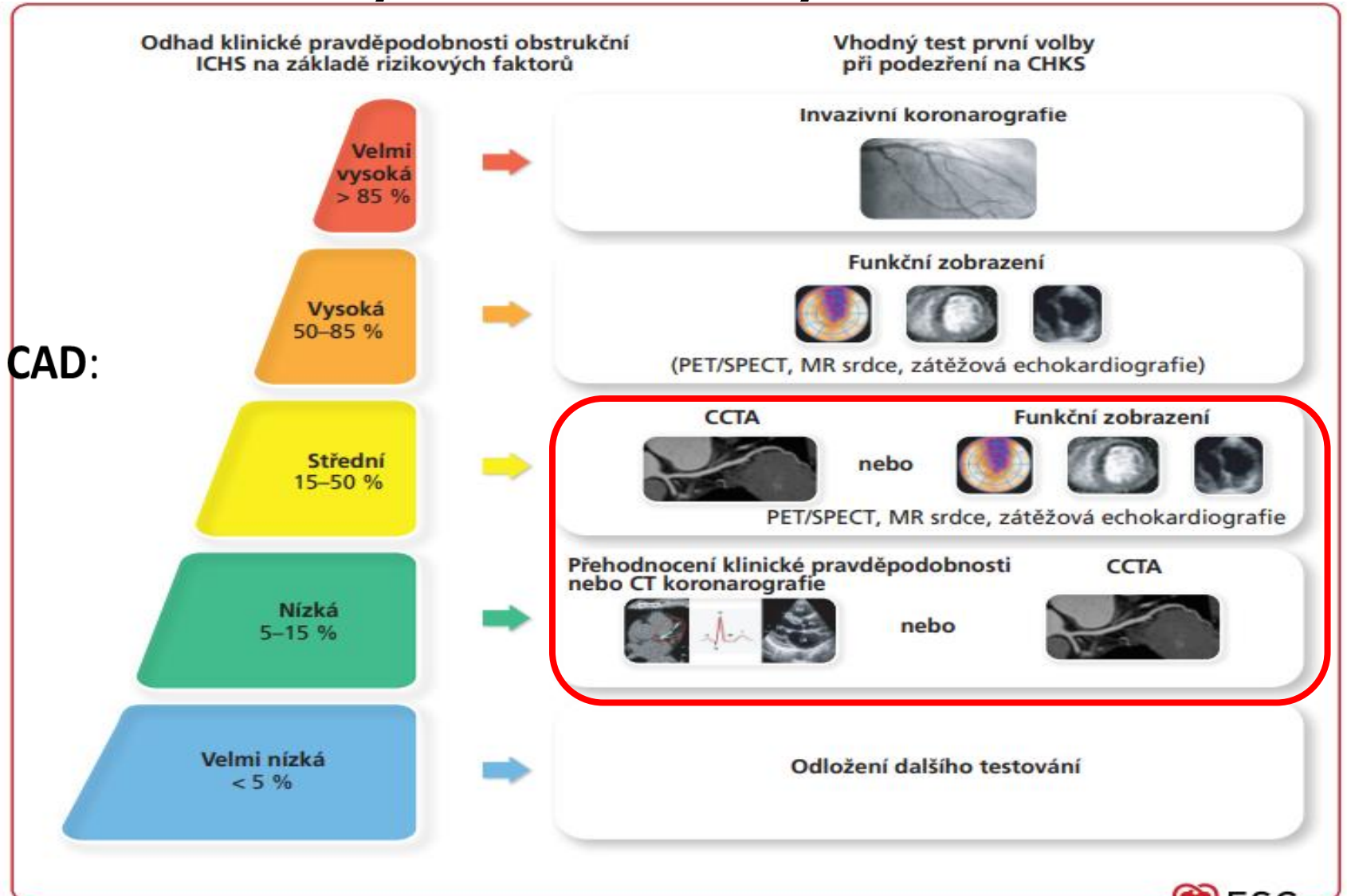
- **Plně automatický scan- to- report Workflow**
- **Schválená „excelence“** - otestování v klinických studiích
- **Výsledek vytvořen za 3 minuty !**

Testy první volby u symptomatických jedinců s podezřením na chronický koronární syndrom

SKG při nižší pravděpodobnosti CAD:

- Málo výtěžné
- Nízká cost/efektivita
- Riziko komplikací !

- Proto SKG jen u velmi vysoké pravděpodobnosti (> 85%)!



Diagnostika chronické koronární nemoci **ve světě**: USA



Borek Foldyna, MD : kardiologická radiologie, MGH Boston

Zdroj : „Osobní kontakt“

- **náhodou** rodák z Frýdku-Místku – z mého gymnázia!

- jejich pracoviště průměrně denně 45 srdečních **CT** a 15 **SKG** → poměr 3 : 1
(u cca **20% pac. CT- FFR** !)

- naše Kardiocentrum - **poměr 1: 2!** (cca 11 CCTA x 20 SKG/den) ! (a přitom jsme Top v ČR!)

Závěr:

„CCTA could make invasive angiography a thing of the past or obsolete“
(CCTA by mohla učinit SKG „minulosti“...)

- U **chronických koronárních sy** by photon counting CCTA- FFR mělo „ještě za mé praxe“ téměř nahradit SKG
 - platí i pro pacienty po stentech či CABG
 - zcela nenahraditelné pro koronární anomálie
 - pozná i „extrakardiální nálezy“
- Nutný ale dostatečný **„tréning“ v CCTA s mentorem!**
- Obě metody by neměly soupeřit, ale spolupracovat



Prof. John Puskas- cardiac surgery
(specialista na arterial by passy, off pump)
- nar. 1960, USA

Budoucnost: hybridní „angio CT“ systém NEXARIS Siemens



Lege artis pracující kardiologické oddělení = nutná dostupnost „cardiac CT“ 24/7 !

Děkuji za pozornost !