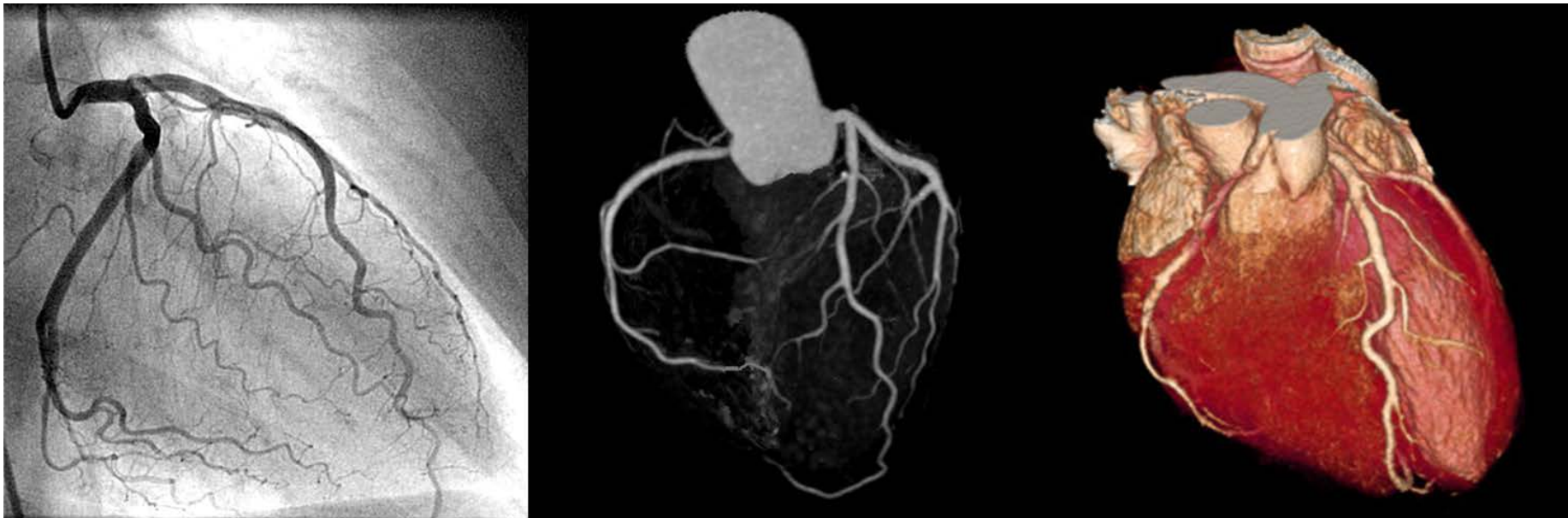


CT VS CAG

Een toekomstperspectief

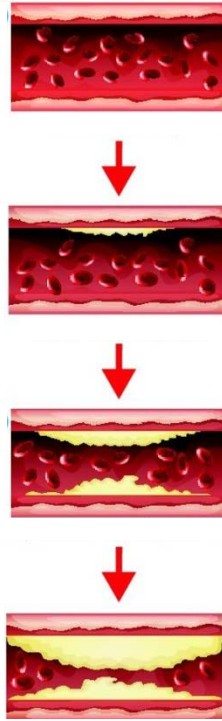
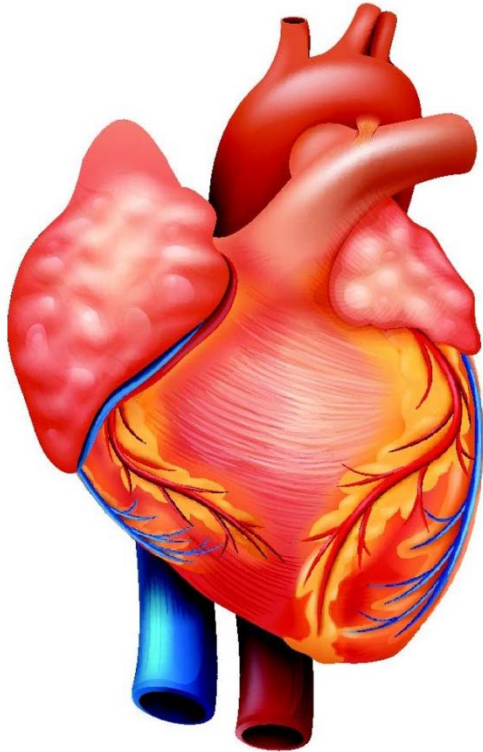


Thomas van den Boogert, AMC

Disclosure belangen spreker

(potentiële) belangenverstrengeling	Geen / Zie hieronder
Voor bijeenkomst mogelijk relevante relaties met bedrijven	Bedrijfsnamen
<ul style="list-style-type: none">• Sponsoring of onderzoeksgeld• Honorarium of andere (financiële) vergoeding• Aandeelhouder• Andere relatie, namelijk ...	<ul style="list-style-type: none">•••

Coronarialijden



- Obstructie van coronair arteriën door atherosclerose
- Kan angina pectoris of een infarct veroorzaken
- Diagnose
 - Specifiek klachtenpatroon
 - Ischemie detectie
 - **Medische beeldvorming**
- Behandeling
 - Interventie (PCI / CABG)
 - Medicamenteus

Coronarialijden

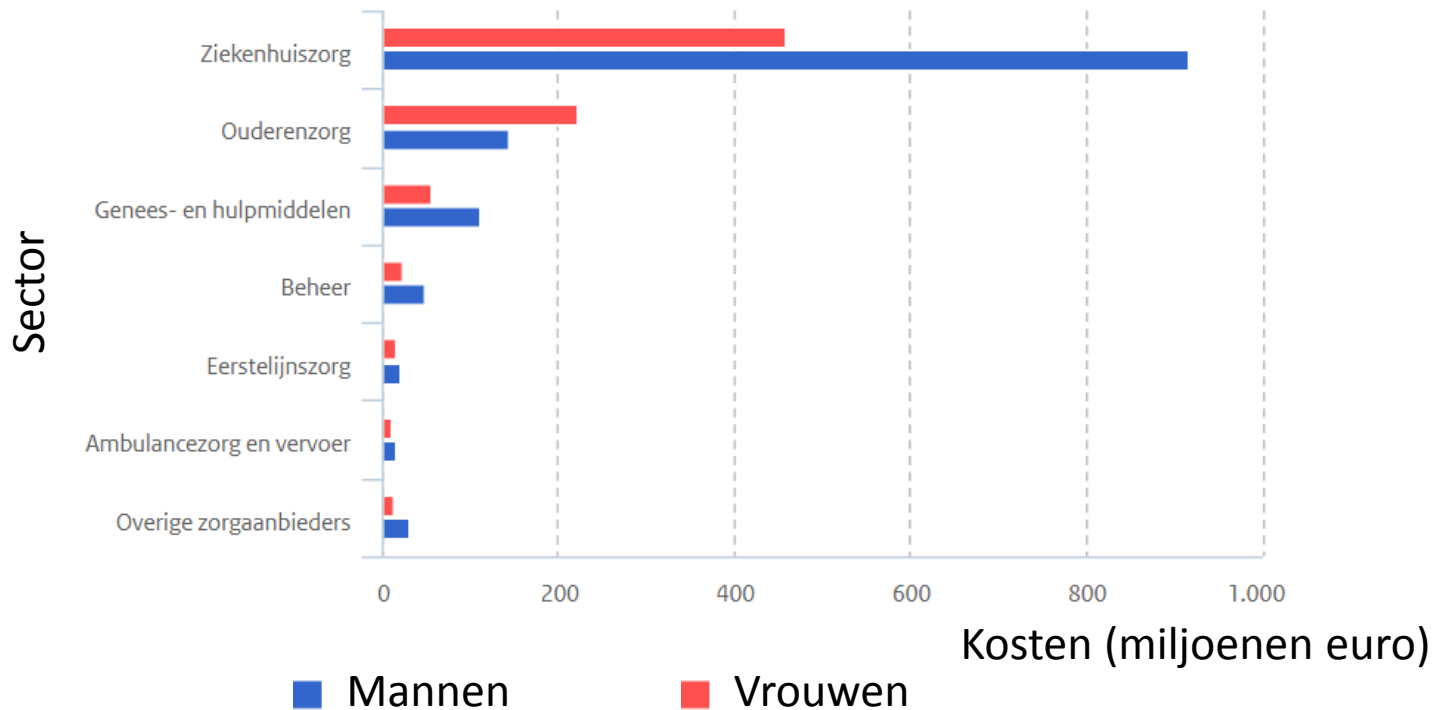
- 732.200 mensen met coronaire hartziekten (2011)
 - 450.100 mannen en 282.100 vrouwen.

	Nieuwe gevallen		Jaarprevalentie	
	Mannen	Vrouwen	Mannen	Vrouwen
Per 1.000 personen				
Angina pectoris (K74)	2,4	2,2	27,3	22,1
Acuut myocardinfarct (AMI; K75)	5,9	2,5	18,8	7,5
Andere/chronische ischemische hartziekte (K76)	1,2	0,7	16,2	7,3

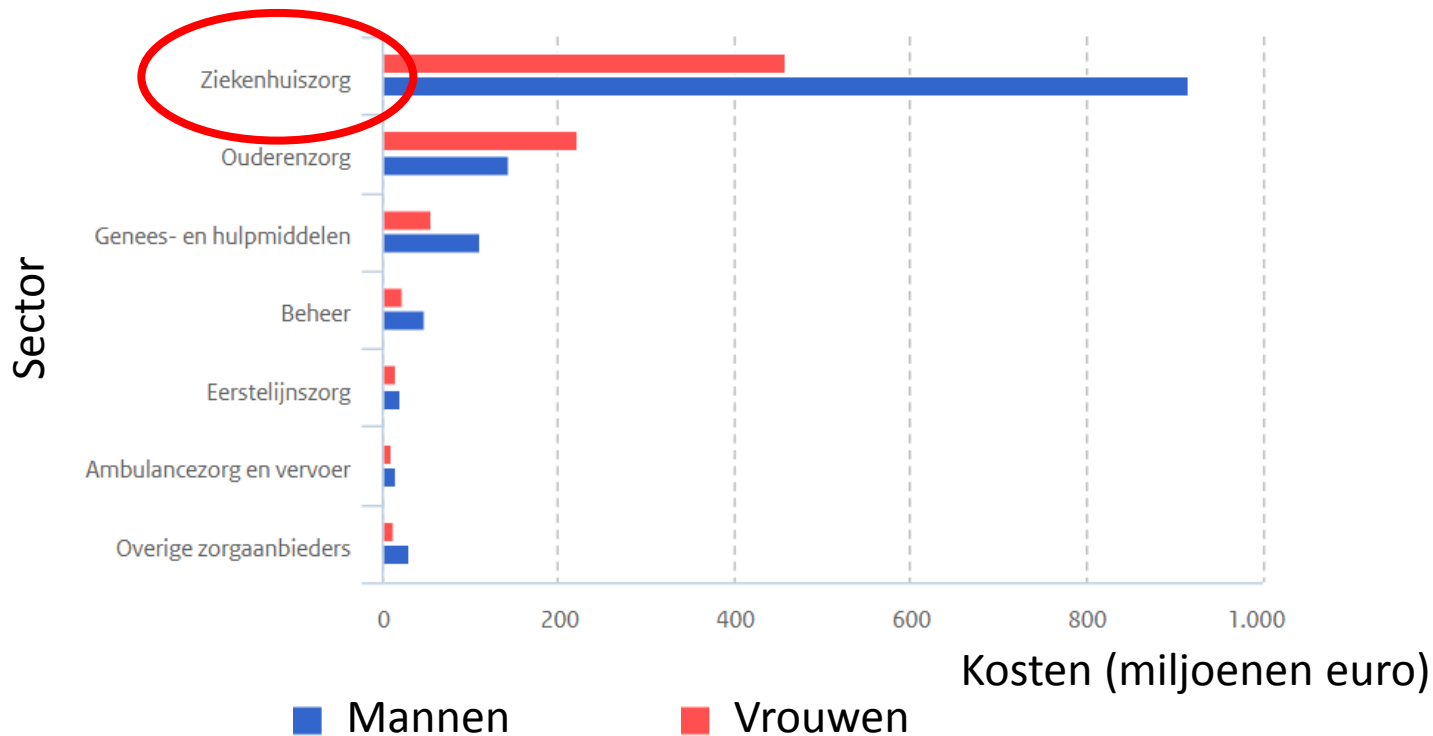
Coronarialijden

- **Coronaire hartziekten is één van de duurderere ziekten**
 - In 2011 bedroegen deze kosten 2,1 miljard euro in Nederland.
 - 2,3% van de totale kosten voor Nederlandse gezondheidszorg.

Coronarialijden



Coronarialijden



Behandeling (Interventie)

- **PCI alleen geïndiceerd bij verband stenose en klachten**
 - Aangetoonde Ischemie
 - Groot vermoeden dat stenose ischemie veroorzaakt
- **Een deel van de patiënten die CAG ondergaat, krijgt geen PCI**
 - Dissociatie tussen klachten en mate stenosering op CAG
 - CAG voor 'rule out' coronariaalijden bij
 - Preoperatief bij hartklepchirurgie
 - Cardiomyopathie
 - Hartfalen
 - Ventriculaire tachycardie

Behandeling (Interventie)

- **PCI alleen geïndiceerd bij verband stenose en klachten**
 - Aangetoonde Ischemie
 - Groot vermoeden dat stenose ischemie veroorzaakt
 - **Een deel van de patiënten die CAG ondergaat, krijgt geen PCI**
 - Dissociatie tussen klachten en mate stenosering op CAG
 - CAG voor 'rule out' coronarialijden bij
 - Preoperatief bij hartklepchirurgie
 - Cardiomyopathie
 - Hartfalen
 - Ventriculaire tachycardie
- 28 % coronarialijden

Nadelen CAG

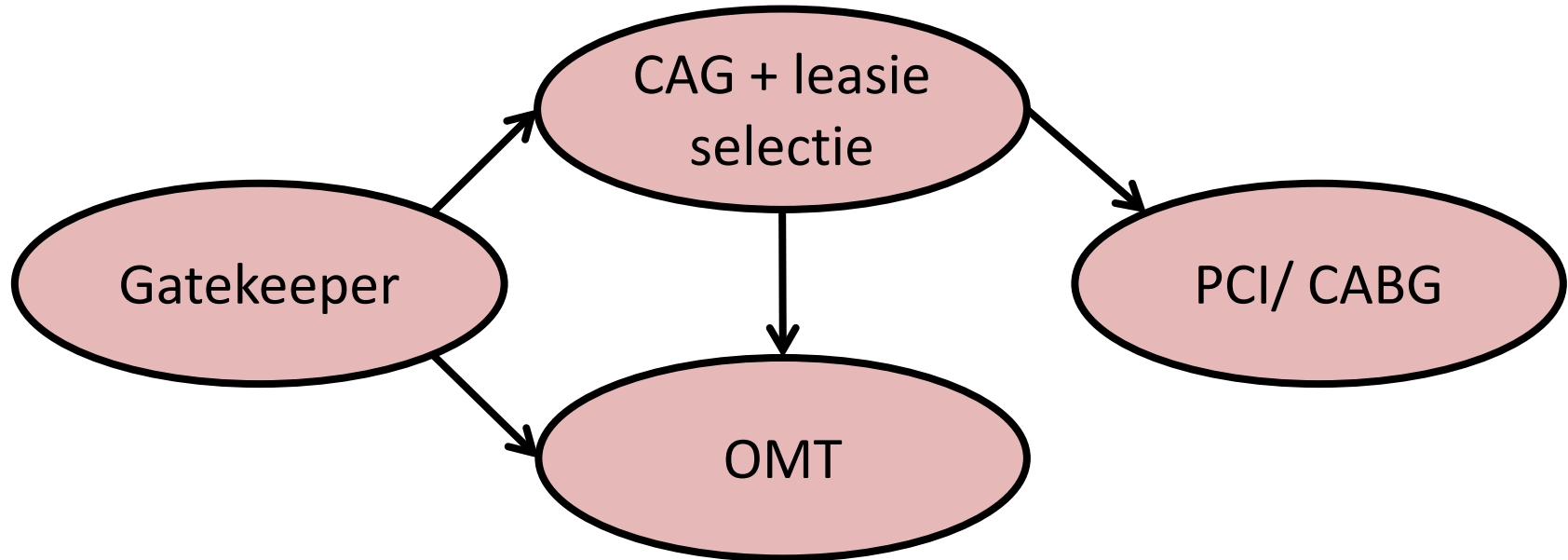
- **Invasief, dus risico's**
(nabloeding 2-10%, dissectie 0.5%, CVA 0.5%, radialis occlusie 1-3%, nierfunctiestoornissen 1%)
- **Psychologisch belastend**
- **Dag tot twee dagen opname**
- **Patiënt is enkele dagen tot 1 week beperkt in doen en laten**

■ Diagnostiek

- **Focus diagnostiek coronarialijden → kosteneffectieve patiëntselectie voor interventie (PCI / CABG)**
 - Selecteren patiënten voor cath-lab (Gatekeeper)
 - Laesie selectie op cath-lab (morfologie / intra-coronaire meting)

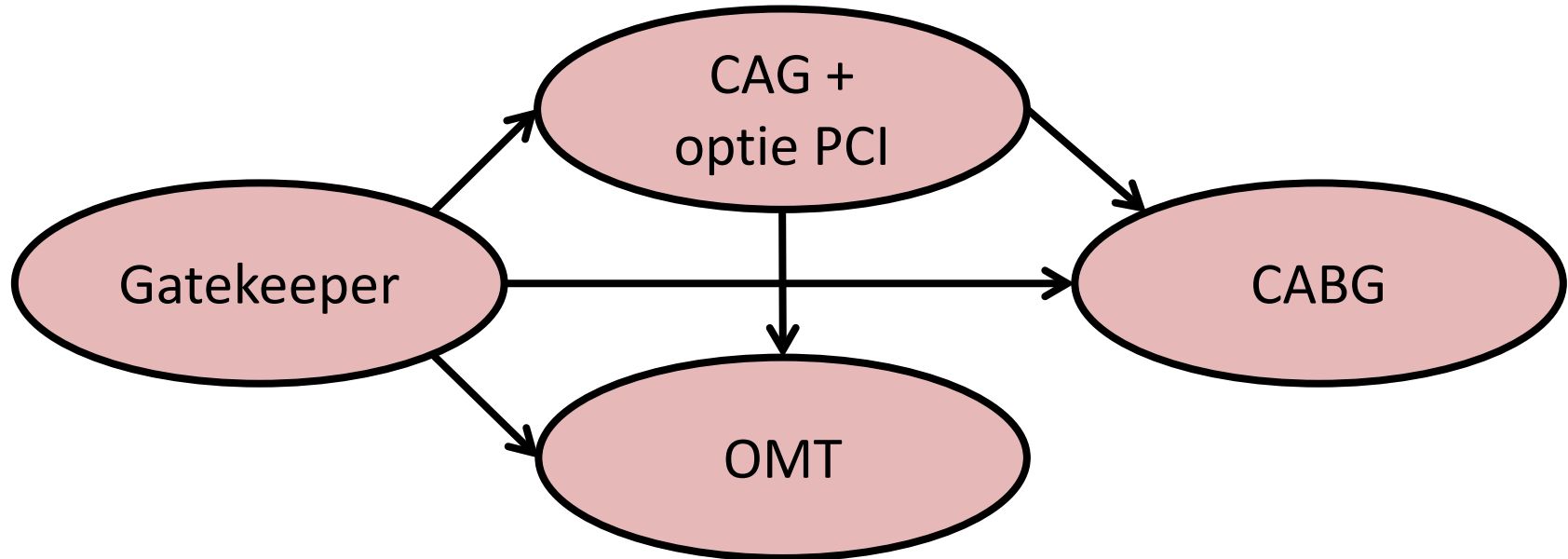
Diagnostiek

- Focus diagnostiek coronarialijden → kosteneffectieve patiëntselectie voor interventie (PCI / CABG)



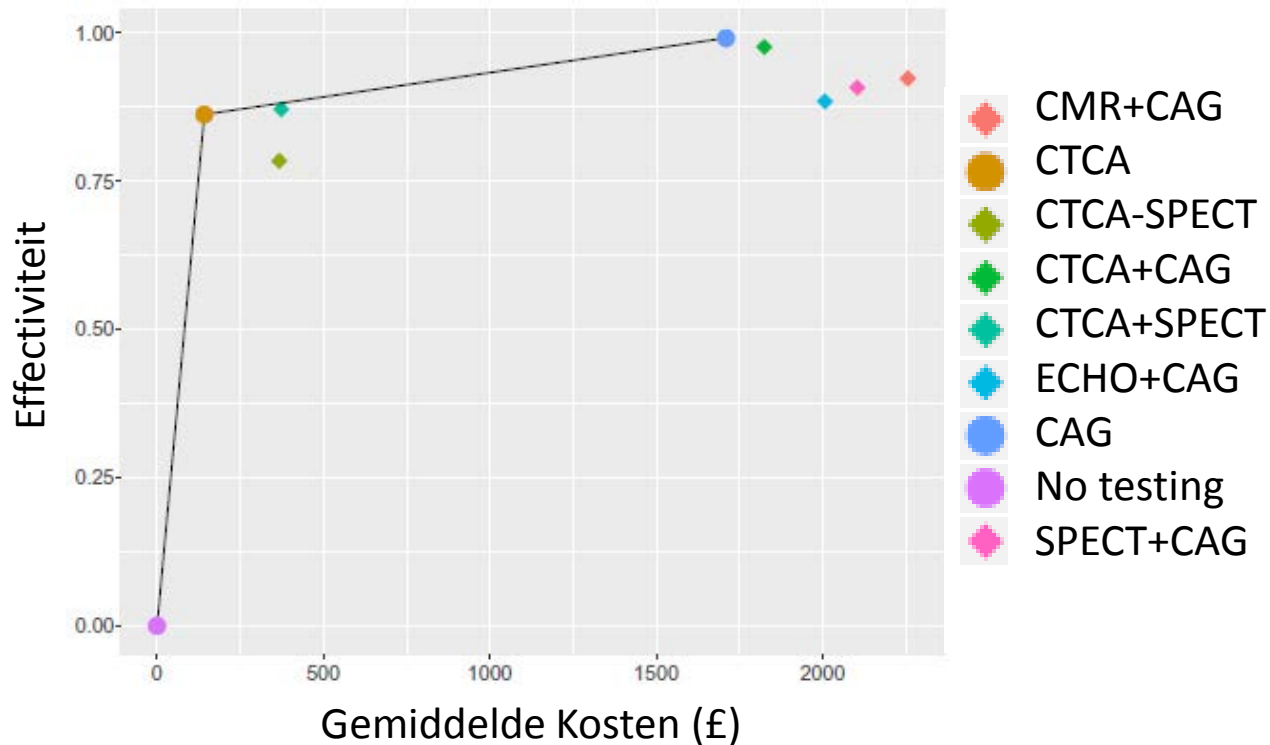
Diagnostiek

- Focus diagnostiek coronarialijden → kosteneffectieve patiëntselectie voor interventie (PCI / CABG)



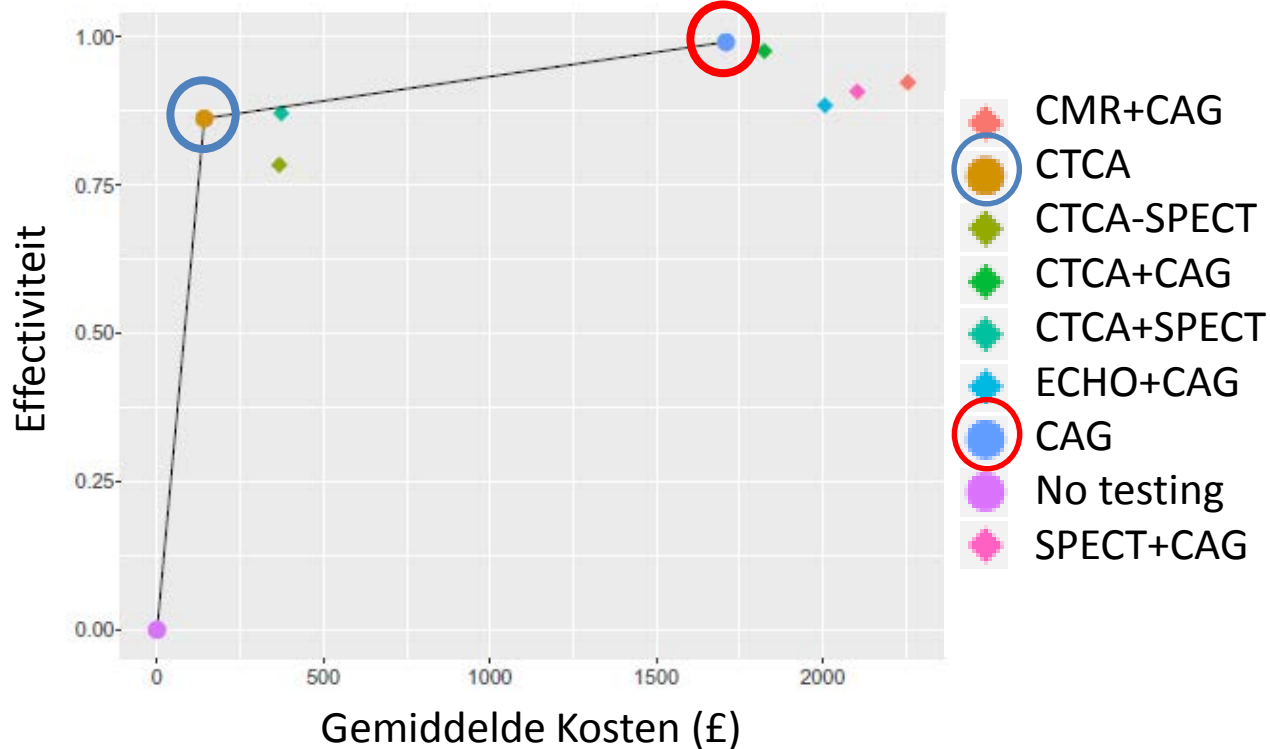
Gatekeeper

Kosteneffectiviteitsanalyse

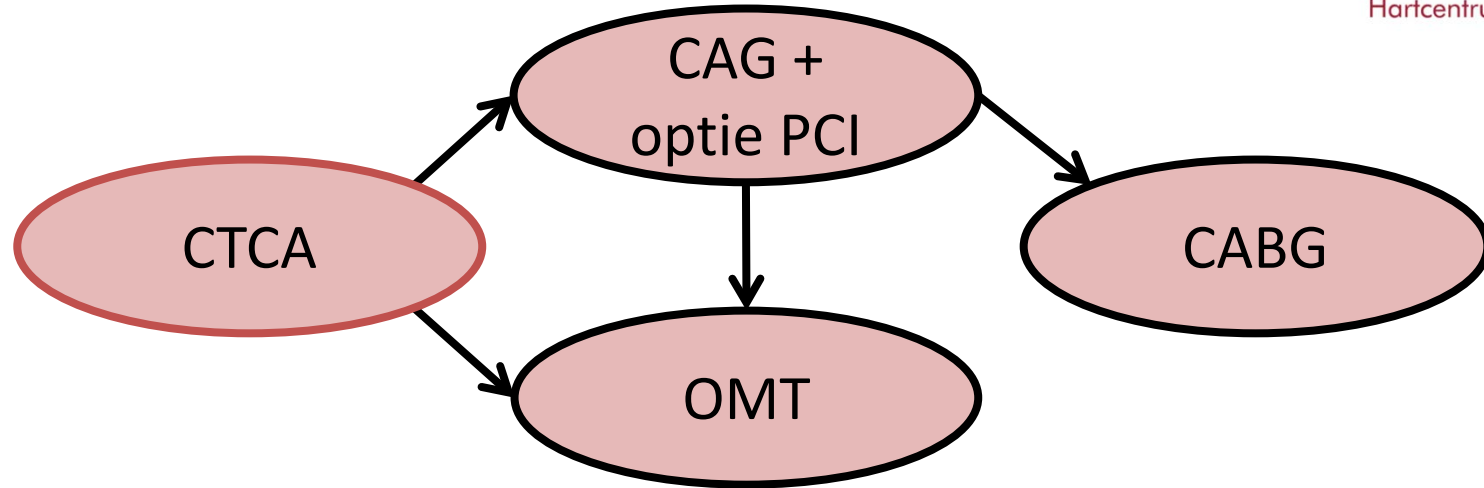


Gatekeeper

Kosteneffectiviteitsanalyse



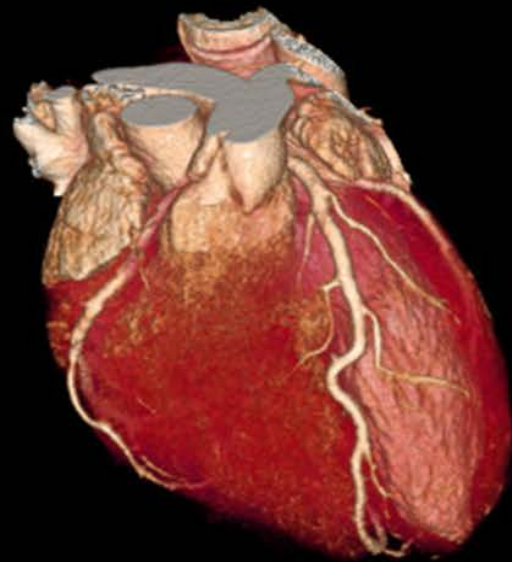
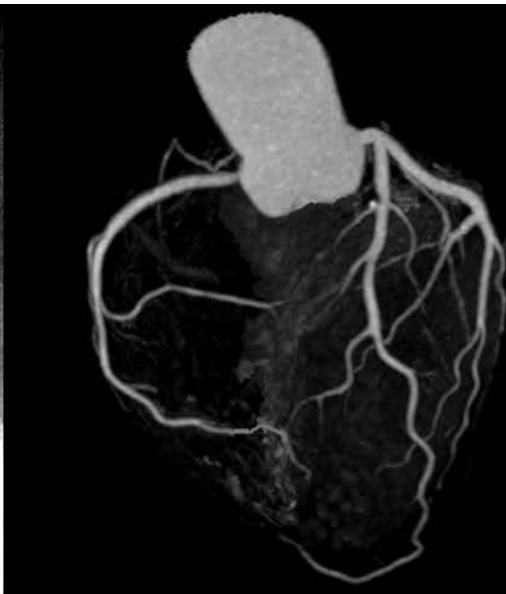
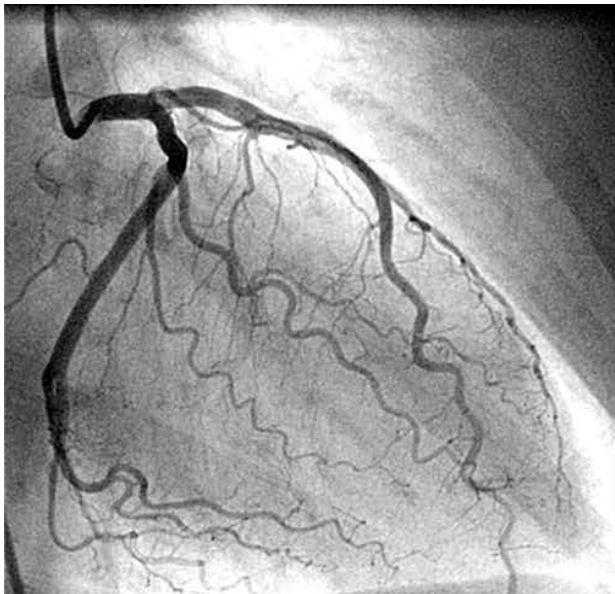
• CTCA als gatekeeper CAG



- **Geschikt voor uitsluiten CAD**
hoge sensitiviteit (0,96, 95% CI 0,94-0,97)
- **Minder complicaties, straling en contrastmateriaal en lagere kosten**

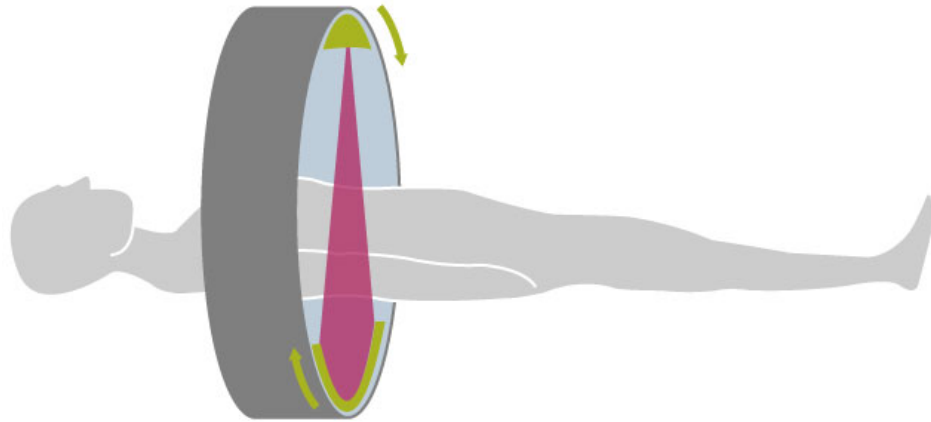
- **Computed Tomography Coronary Angiography**
 - In kaart brengen (angiografie) van coronair arteriën
 - Röntgenstraling en intraveneus contrastvloeistof
 - Niet-invasieve procedure
 - Visualiseert weefsels met verschillende dichtheid
 - Driedimensionale weergave
 - Coronair stenose → Contrast uitsparing

CTCA



Computed Tomography

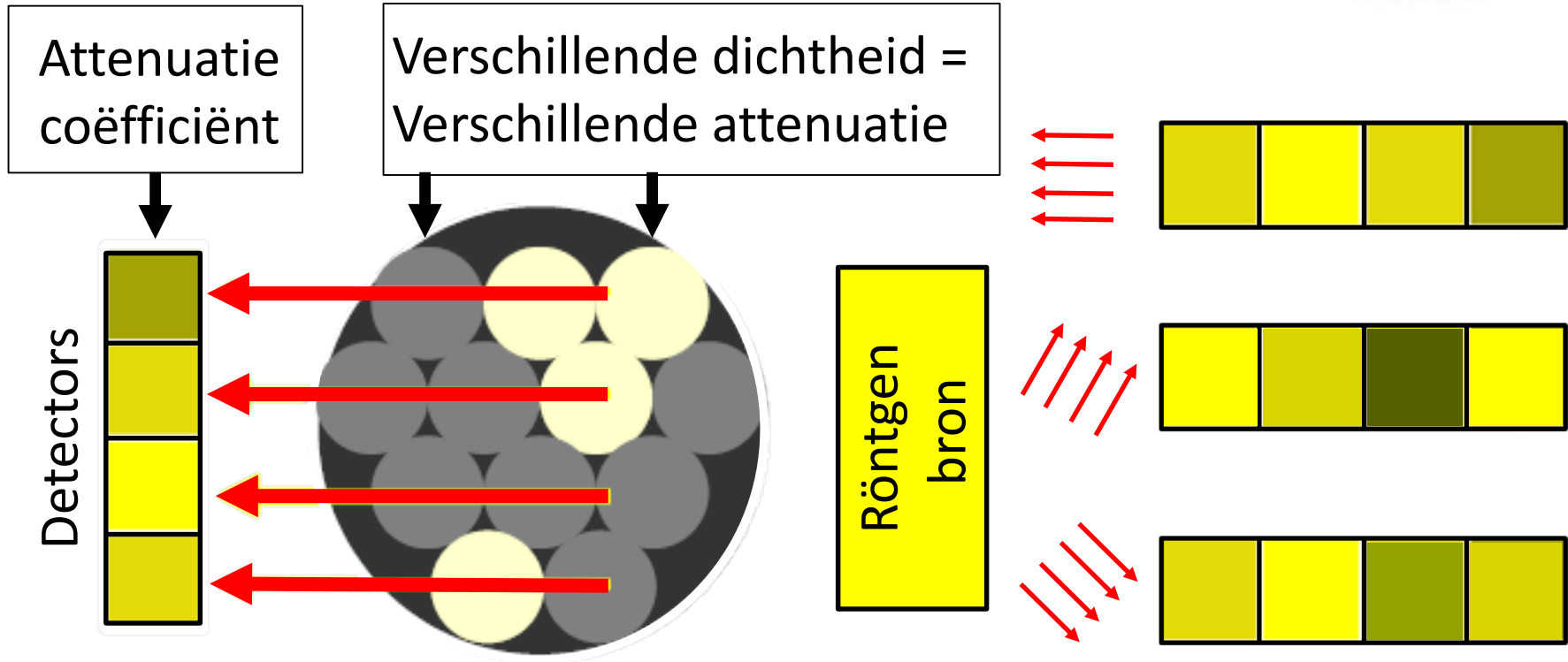
Röntgen bron



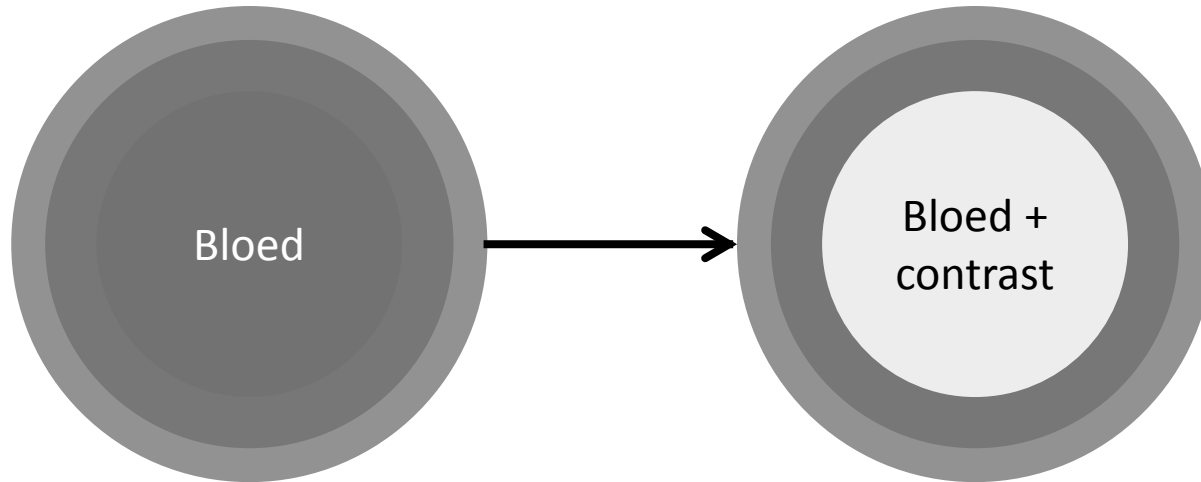
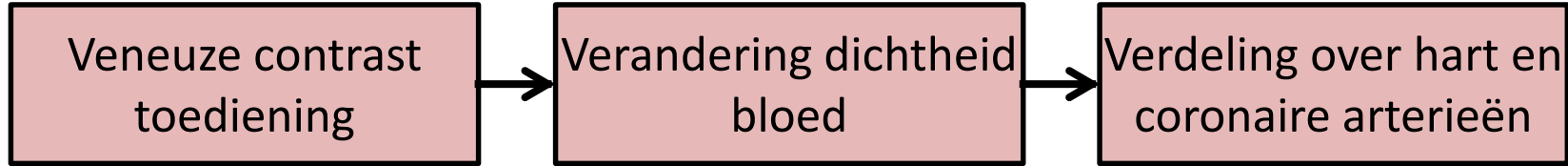
Detectoren



Computed Tomography

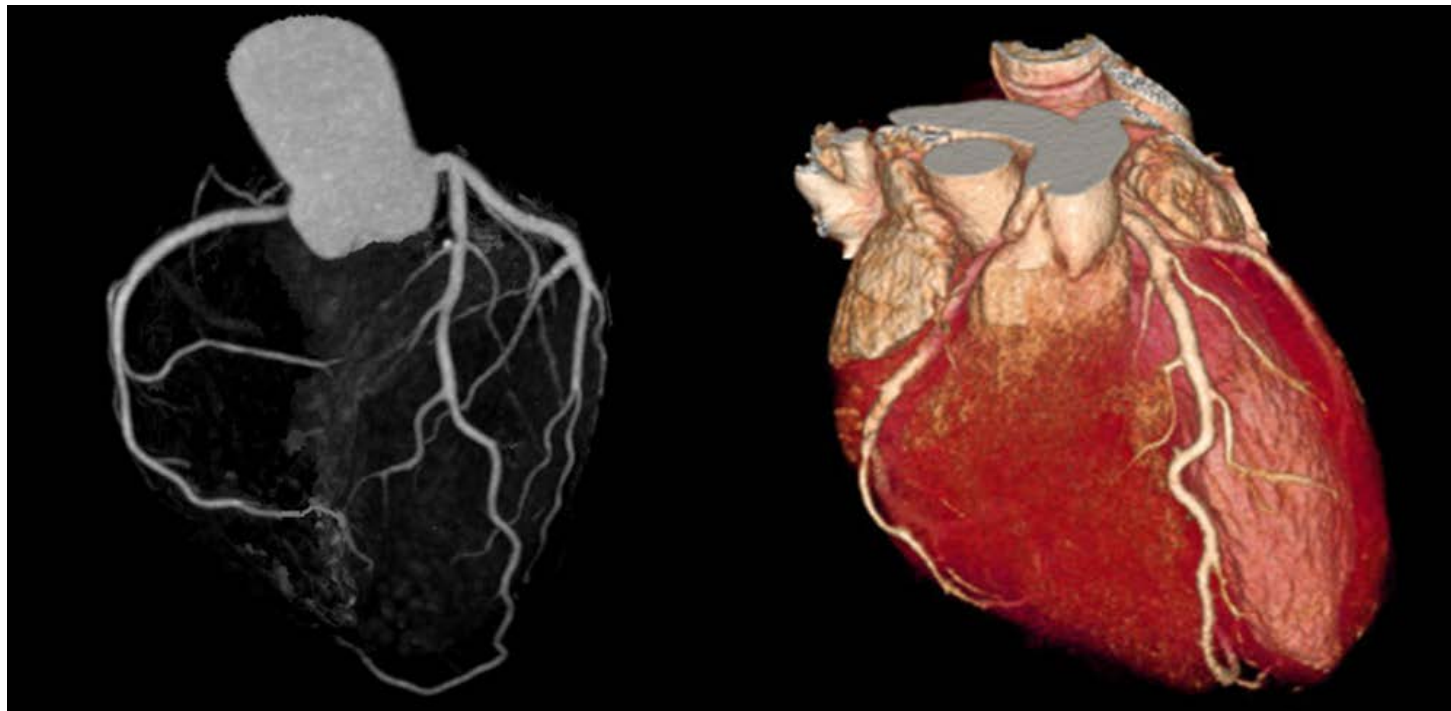


CTCA (Contrast)



Doorsnede arterie

CTCA



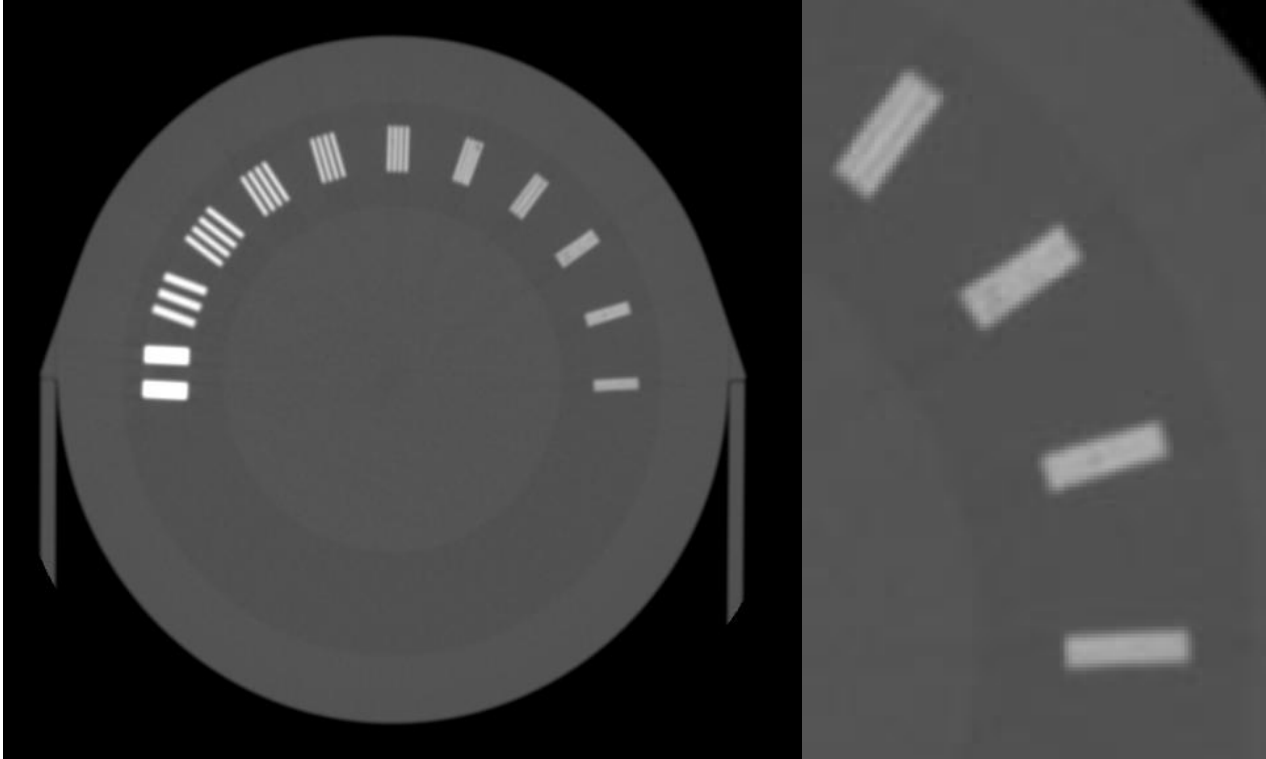
Beeldkwaliteit CTCA

- **Betere beeldkwaliteit → Betere beoordeelbaarheid**
 - Hogere spatiale resolute
 - Sneller (Minder bewegingsartefacten)
 - Hoger contrast

Kwaliteit CTCA

- **Betere beeldkwaliteit → Betere beoordeelbaarheid**
 - Hogere spatiale resolute
 - Sneller (Minder bewegingsartefacten)
 - Hoger contrast

Spatiale resolutie

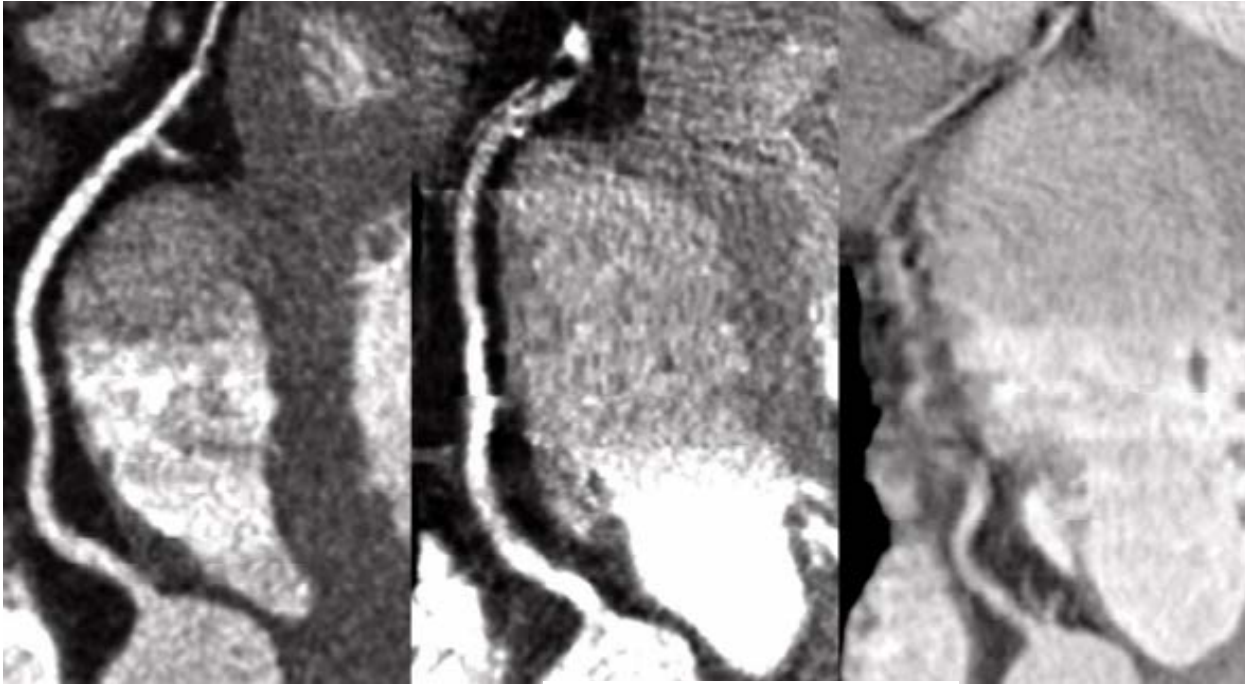


- Vermogen onafhankelijke objecten te onderscheiden

Kwaliteit CTCA

- **Betere beeldkwaliteit → Betere beoordeelbaarheid**
 - Hogere spatiale resolute
 - **Sneller (Minder bewegingsartefacten)**
 - Hoger contrast

Temporele resolutie



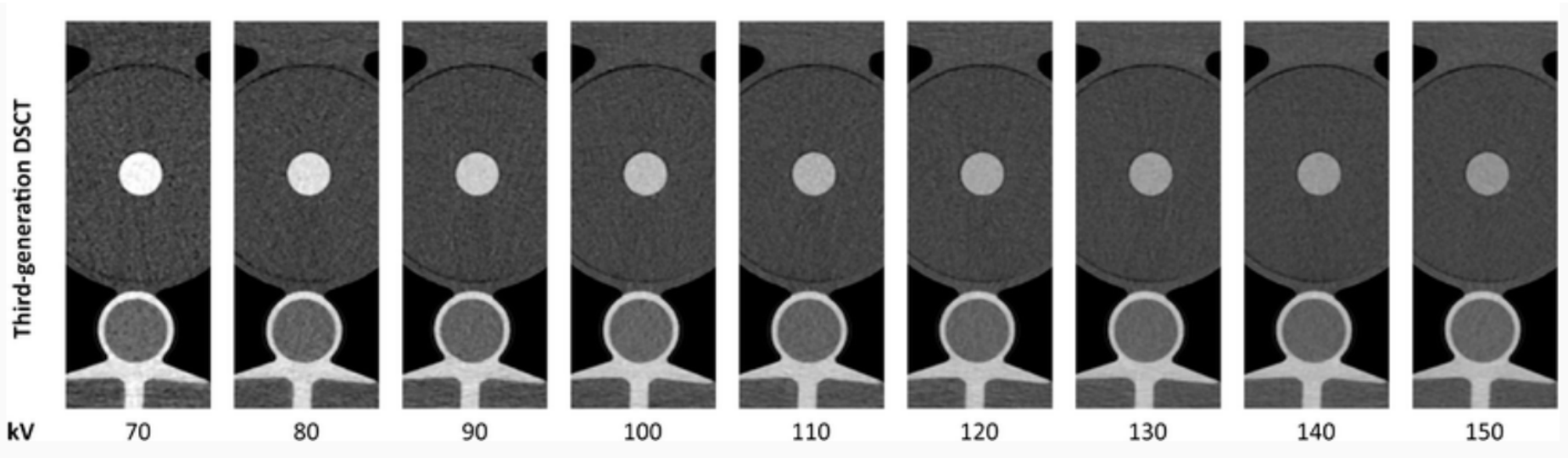
————— Heart Rate —————>

Kwaliteit CTCA

- **Betere beeldkwaliteit → Betere beoordeelbaarheid**
 - Hogere spatiale resolute
 - Sneller (Minder bewegingsartefacten)
 - **Hoger contrast**

Contrast

- Een lager kV resulteert in hoger contrast
- Hoger kV heeft hoger doordringend vermogen



CTCA nu

- **3^{de} generatie scanners**
 - Scannen met hoog oplossend vermogen
 - CTCA binnen 1 hartslag
 - 30 cc contrastmateriaal
 - < 1 mSv aan straling (afhankelijk van protocol)



CTCA coronaire uitwerking (RCA)



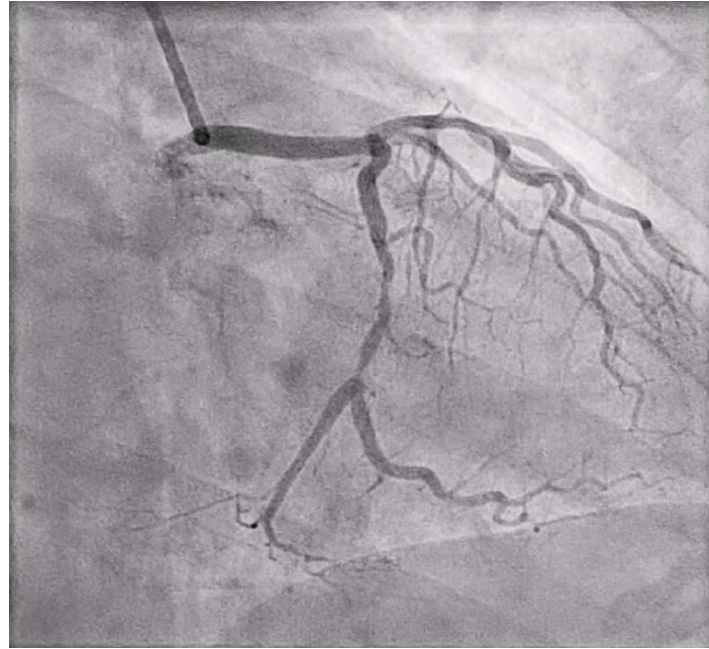
CTCA coronaire uitwerking (LAD)



CTCA coronaire uitwerking (RcX)



Vergelijking met CAG



- Visualiseert alleen met bloed gevulde ruimten
- Tweedimensionale weergave

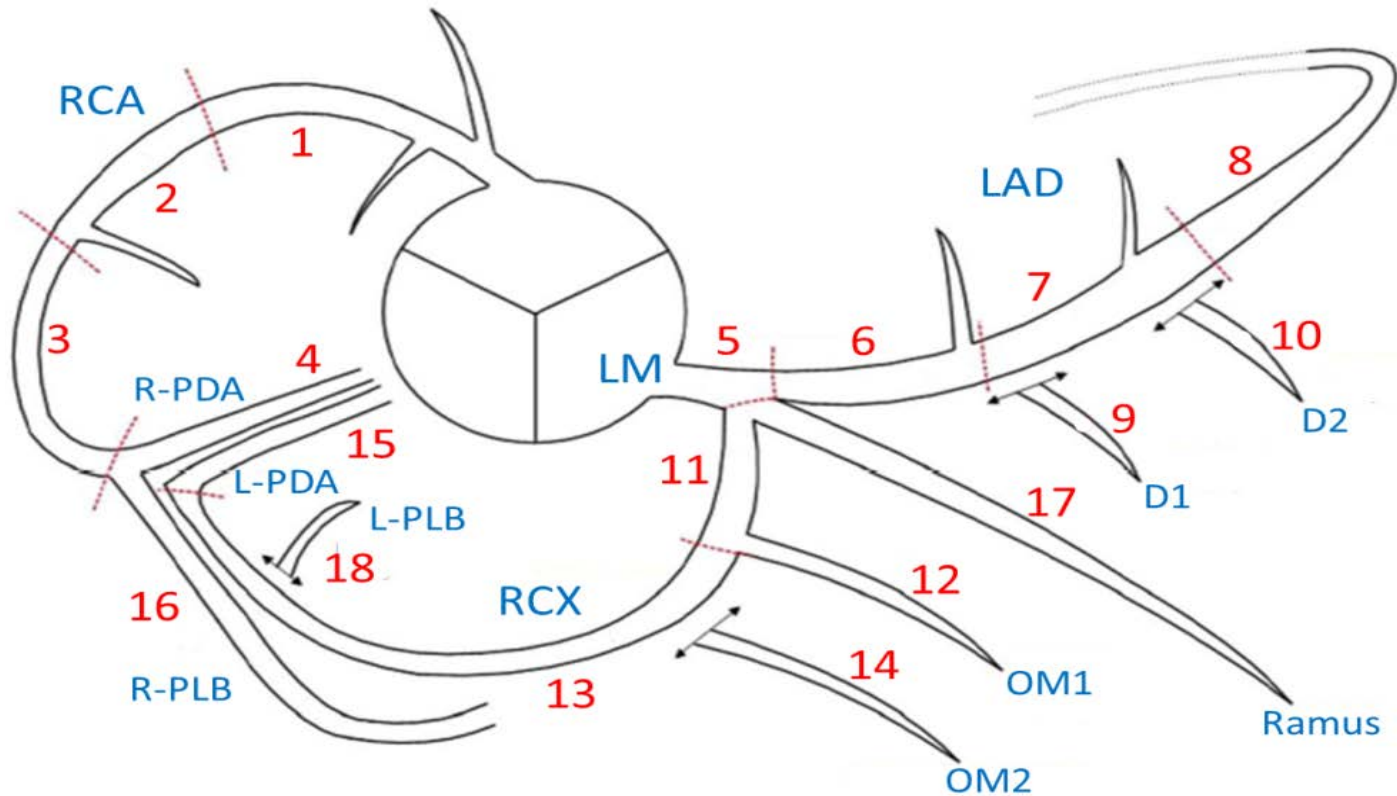
CTCA nadelen

- Beste beeldkwaliteit bij hartslag <70 BPM
- Kalk en metaal geven artefacten
- Geen mogelijkheid tot intra-coronaire metingen of percutane coronaire interventie
- Vooral goed voor 'rule out' coronarialijden
- Meerdere specialismen betrokken bij beeldvorming

CADRADS

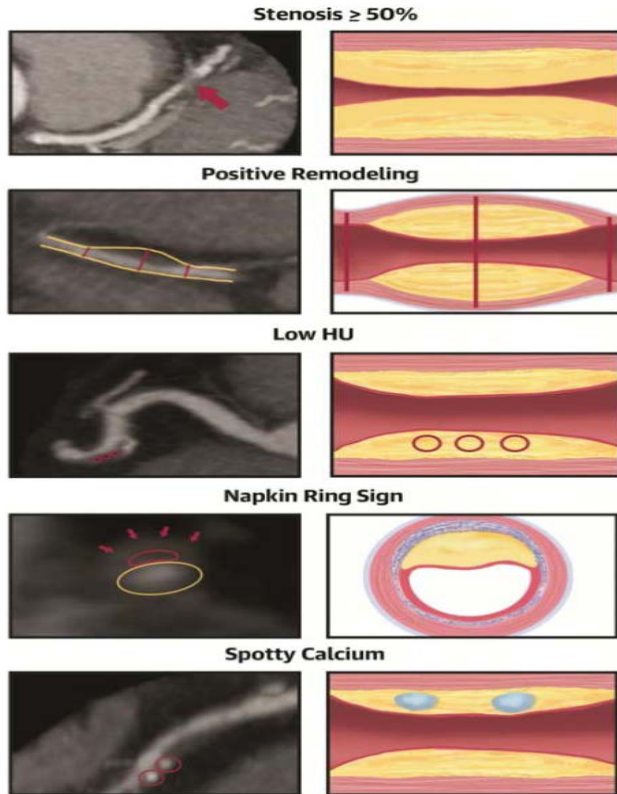
	% Diameter Stenose	Interpretatie CAD
CAD-RADS 0	0%	CAD afwezig
CAD-RADS 1	1-24%	Minimaal niet obstructief
CAD-RADS 2	25-49%	Mild niet obstructief
CAD-RADS 3	50-69%	Matige stenose
CAD-RADS 4	A 70-99% B Left main >50% / 3 vessel \geq 70%	Ernstige stenose
CAD-RADS 5	100%	TCO
CAD-RADS N	Niet diagnostisch onderzoek	CAD niet uitgesloten

CADRADS



CADRADS

High-risk plaque features



1. $\geq 50\%$ stenosis

2. Positive remodeling (Ratio >1.1)

3. Low attenuation plaque

4. “napkin ring sign”,

5. Spotty calcium

CADRADS



Hartcentrum

	% Diameter Stenose	Interpretatie CAD	Aanvullend onderzoek
CAD-RADS 0	0%	CAD afwezig	Geen
CAD-RADS 1	1-24%	Minimaal niet obstructief	Geen
CAD-RADS 2	25-49%	Mild niet obstructief	Geen
CAD-RADS 3	50-69%	Matige stenose	AMC beleid → CAG + Aanmelden Hartteam
CAD-RADS 4	A 70-99% B Left main >50% / 3 vessel ≥ 70%	Ernstige stenose	A AMC beleid → CAG B AMC beleid → CAG + Aanmelden Hartteam
CAD-RADS 5	100%	TCO	AMC beleid → CAG + Aanmelden Hartteam
CAD-RADS N	Niet diagnostisch onderzoek	CAD niet uitgesloten	Additionele/alternatieve evaluatie is nodig

Implementatie CT-CAG project AMC

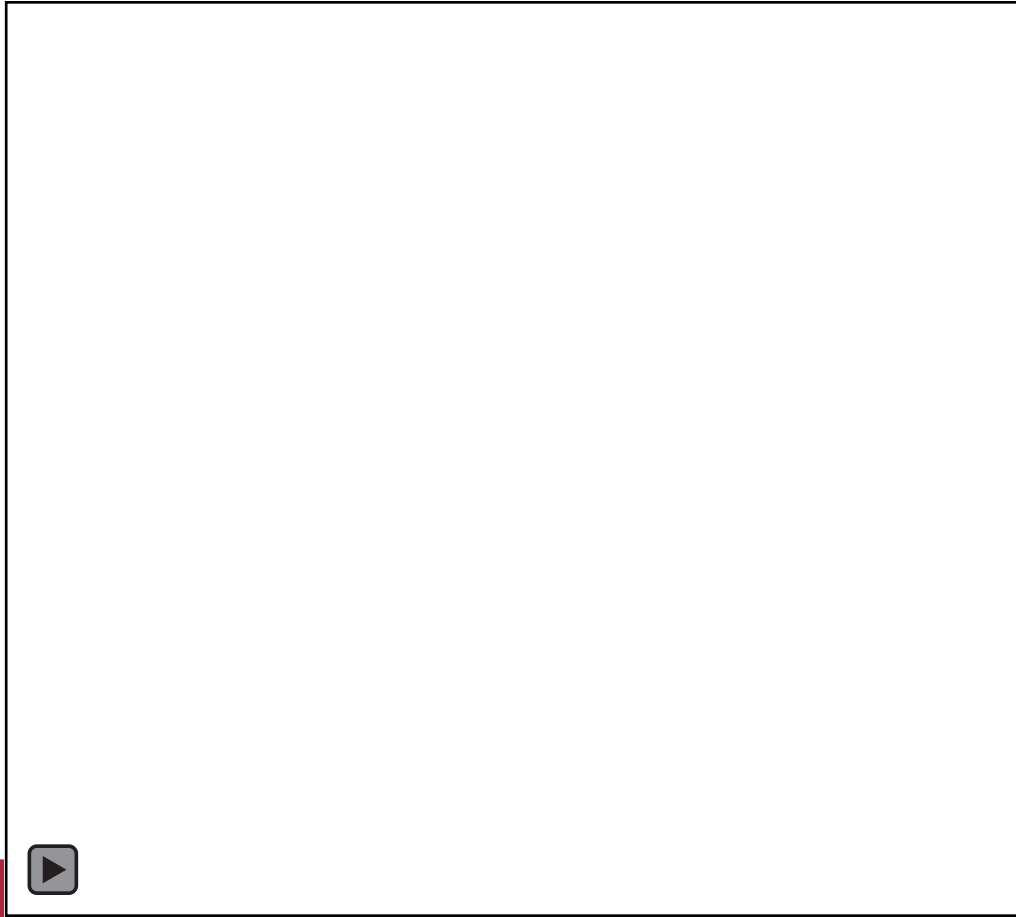


- Naar aanleiding van Impuls innovatiebeurs
- Jaarlijks krijgen 140 patiënten een CAG in het AMC, welke zouden kunnen worden vervangen door CCTA
 - 80-90 patiënten in afwachting van klepchirurgie
 - 30-40 patiënten met cardiomyopathie e.c.i.
 - 10-20 ventriculaire tachycardie³

Casus 1:

- **50 jaar oude man**
- **CTCA voor uitsluiten coronarialijden bij cardiomyopathie**
- **Geen POB**

Casus 1: RCA



Casus 1: LAD



Casus 1: RcX



Casus 1 verslag CTCA

- Gebalanceerd coronair systeem
 - RCA: Te vervolgen tot RDP, geen plaque
 - LM: Geen gecalcificeerde of niet gecalcificeerde plaque
 - LAD: Te vervolgen tot over de apex, wandonregelmatigheden.
 - RCX: Te vervolgen tot in linker AV groeve, geen plaque
- Conclusie: CAD-RADS 1
- Advies: Geen CAG

Casus 2:



- **70 jaar oude vrouw**
- **CTCA voor uitsluiten coronair lijden pre-operatief (Bentall)**
- **Geen POB**

Casus 2: RCA



Casus 2: LAD



Casus 2: RcX



Casus 2 verslag CTCA

- Rechts dominant coronair systeem.
 - RCA: Proximaal CTO
 - LM: Excentrische gecalcificeerde plaque
 - LAD: Proximaal stenose (<50%) + gecalcificeerde plaques
 - RCX: Niet-significante gecalcificeerde plaques
- Conclusie: CAD-RADS 5
- Advies: CAG + aanmelden hartteam

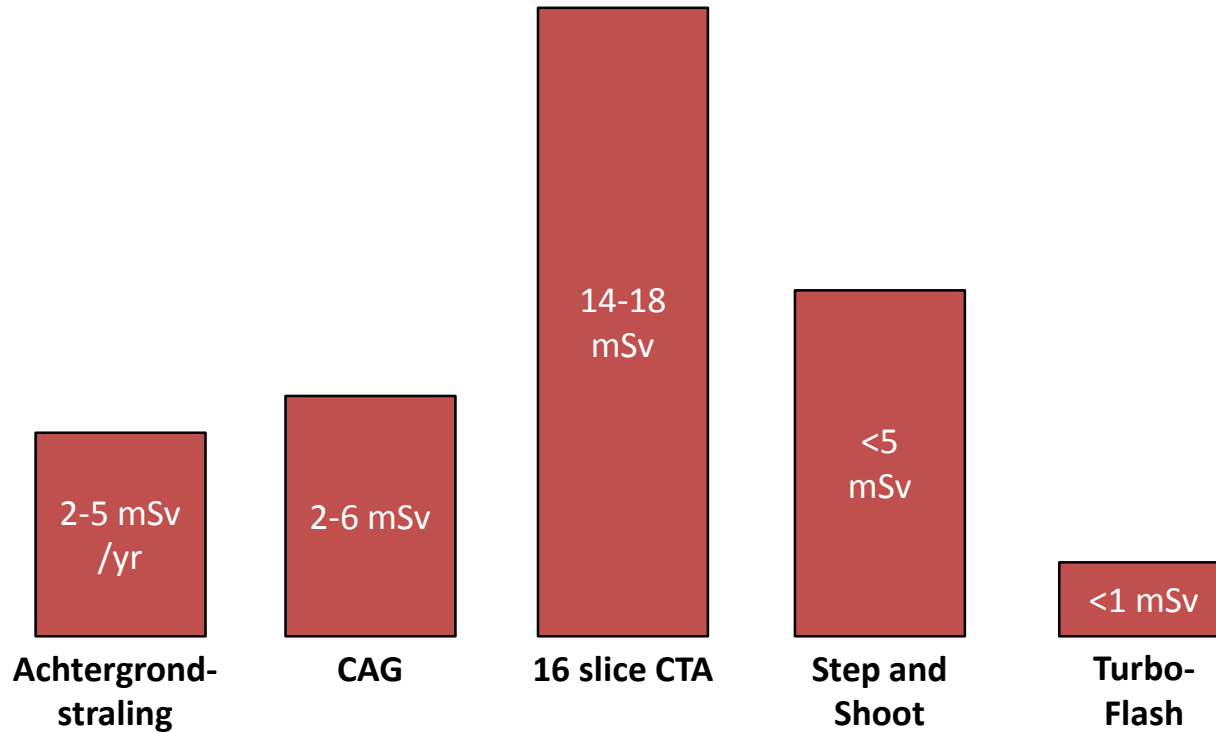
Casus 2 CAG



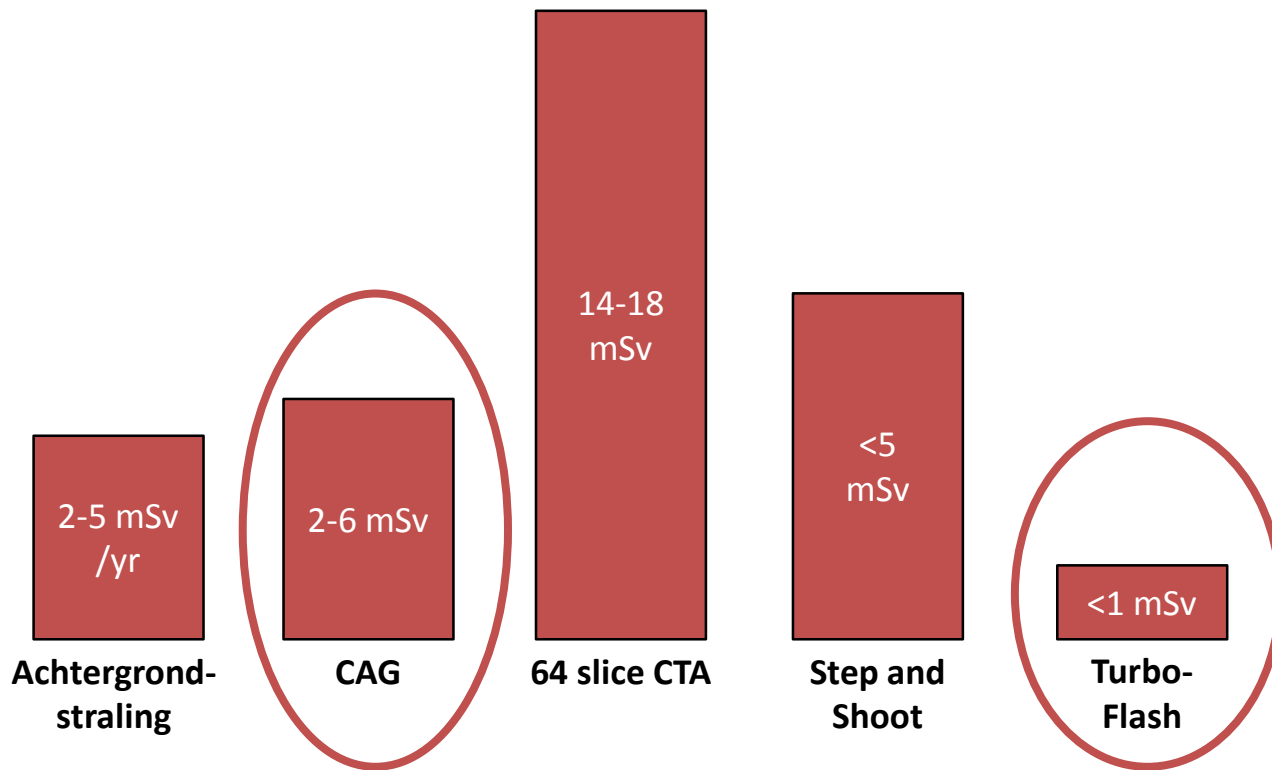
Toekomst van CTCA

- **Patiënt specifieke protocollen**
 - Contrast protocollen
 - Radiatie protocollen
- **Nieuwe technieken bieden mogelijkheid tot meten ischemie (Rule in)**
 - CT-FFR
 - CT Myocardial Perfusion Imaging

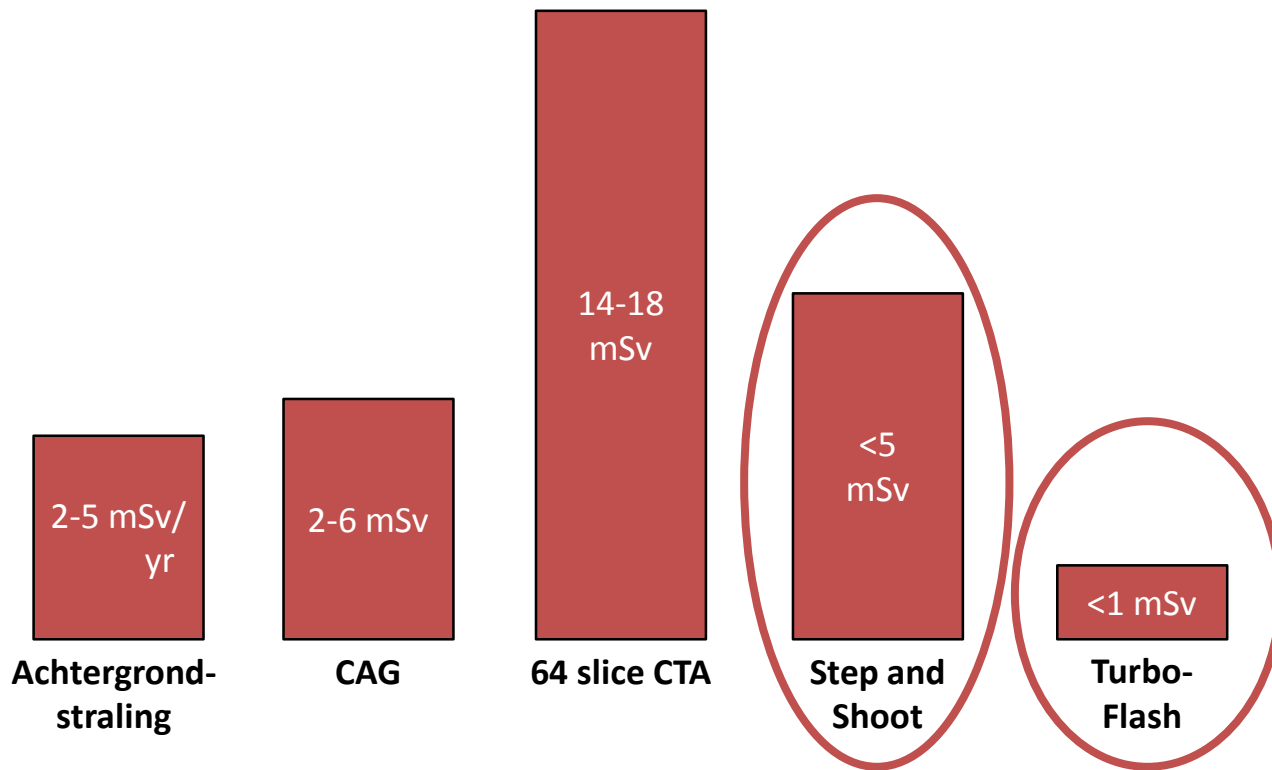
Patiënt specifieke protocol (radiatie)



Patiënt specifieke protocol (radiatie)



Patiënt specifieke protocol (radiatie)

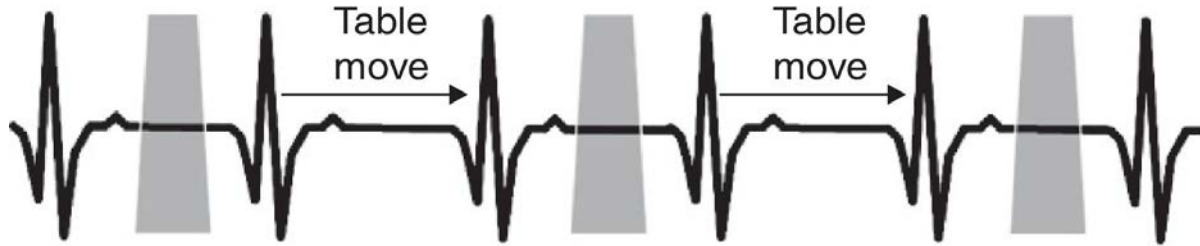


Patiënt specifieke protocol (radiatie)

<5
mSv

Step and
Shoot

Prospective ECG-triggering



Prospectively ECG-triggering high-pitch spiral



<1 mSv

Turbo-
Flash

Patiënt specifieke protocol (contrast)



- **Doel → Optimale beeldkwaliteit met minimaal contrast**
- **Zichtbaarheid wordt bepaald door:**
 - IDR (Iodine Delivery Rate)
 - Verdelingsvolume
 - Instelling CT scanner
 - KV (laag kV → hoog contrast)
- **Diagnostische waarde ↑ gebruik contrastmateriaal ↓**

Patiënt specifieke protocol (contrast)

Hartcentrum

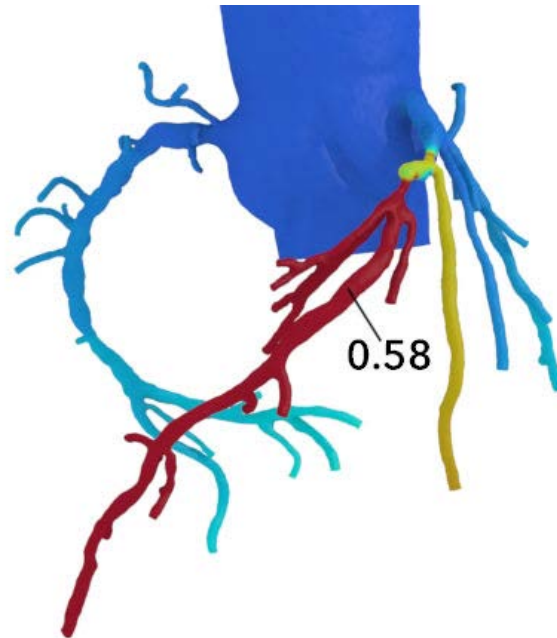
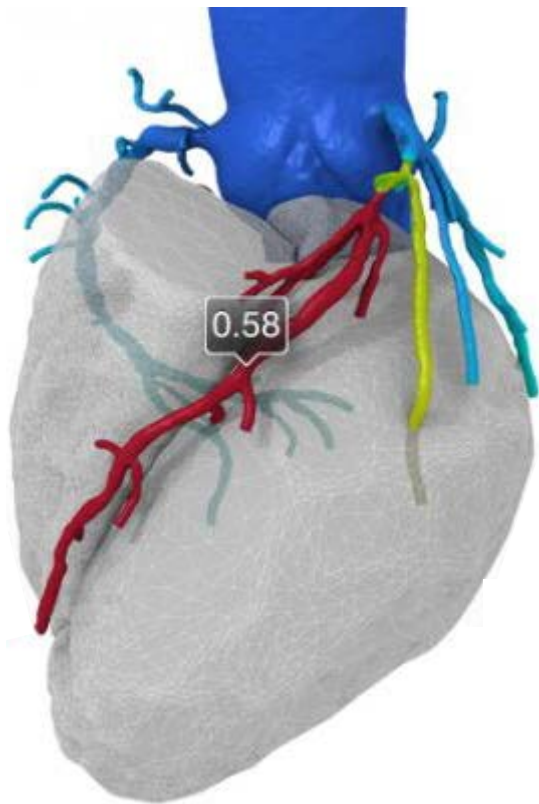


- **Hierdoor is CTCA mogelijk met 30 cc contrastvloeistof**
 - Minder belasting voor nieren
 - Indicatie CTCA uitbreiden naar hogere leeftijd

■ Toekomst → meer 'Rule in'

- **Nieuwe technieken bieden mogelijkheid tot meten ischemie (Rule in)**
 - CT-FFR
 - CT Myocardial Perfusion imaging

CT-FFR



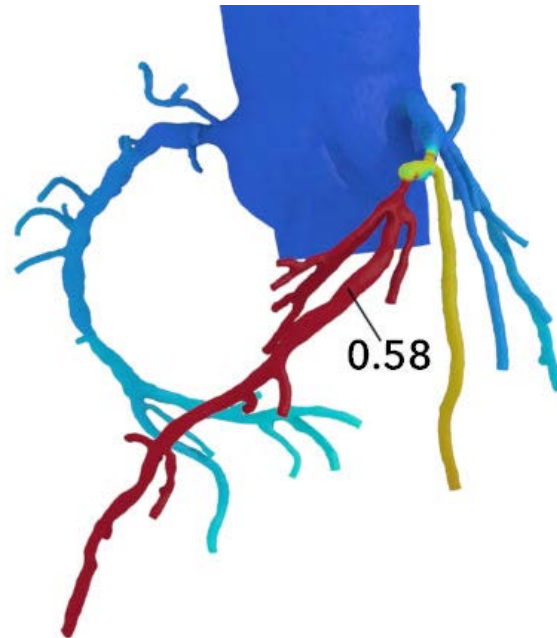
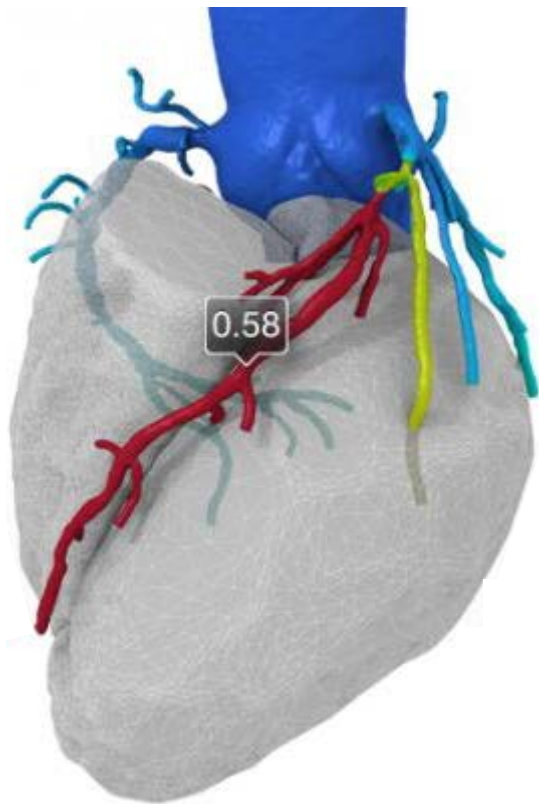
CT-FFR

- **Benadering FFR door bepalen morfologie**
- **Hierbij wordt rekening gehouden met eigenschappen van het cardiovasculaire systeem**

CT-FFR

- **Verhoogde “diagnostic accuracy”:**
CT-FFR (81%), CCTA (53%)
- **Verhoogde specificiteit:**
- CT-FFR (79%), CCTA (34%)
- **Dus:**
Door CT-FFR kan CT mogelijk meer voor ‘rule in’ gebruikt worden in plaats van alleen voor ‘rule out’

CT-FFR



- **Met een perfusiescan kan perfusie worden waargenomen, geregistreerd en gekwantificeerd.**
 - Statische perfusie scans
 - Rust
 - Stress
 - Dynamische perfusie scans
 - Rust
 - Stress

Static single-shot CT-MPI

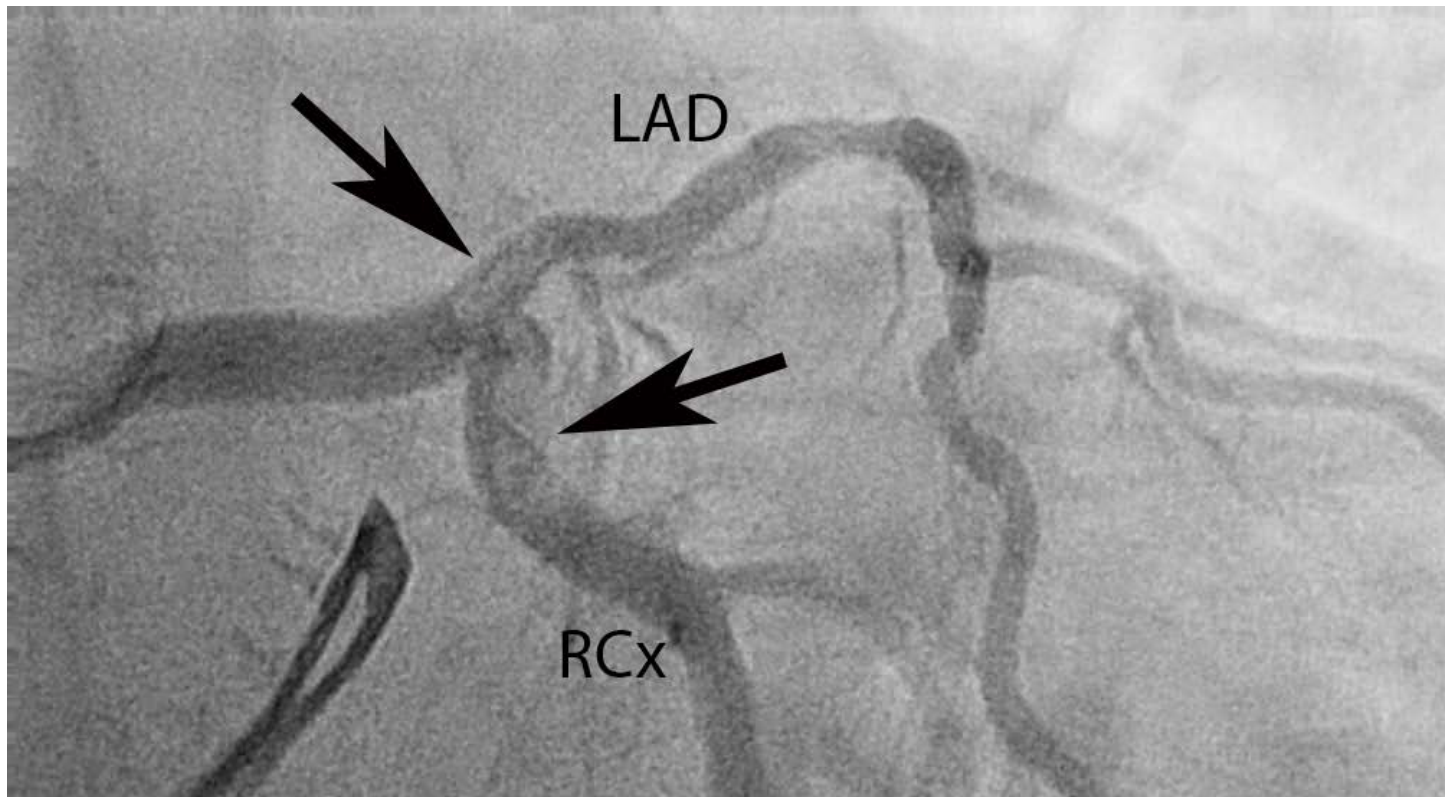
- **Statische single-shot CT-MPI kan uitgevoerd worden op beelden van normale CTCA**
- **Nauwkeurigheid**
 - Verhoogd specificiteit in vergelijking met CTCA

Nauwkeurigheid

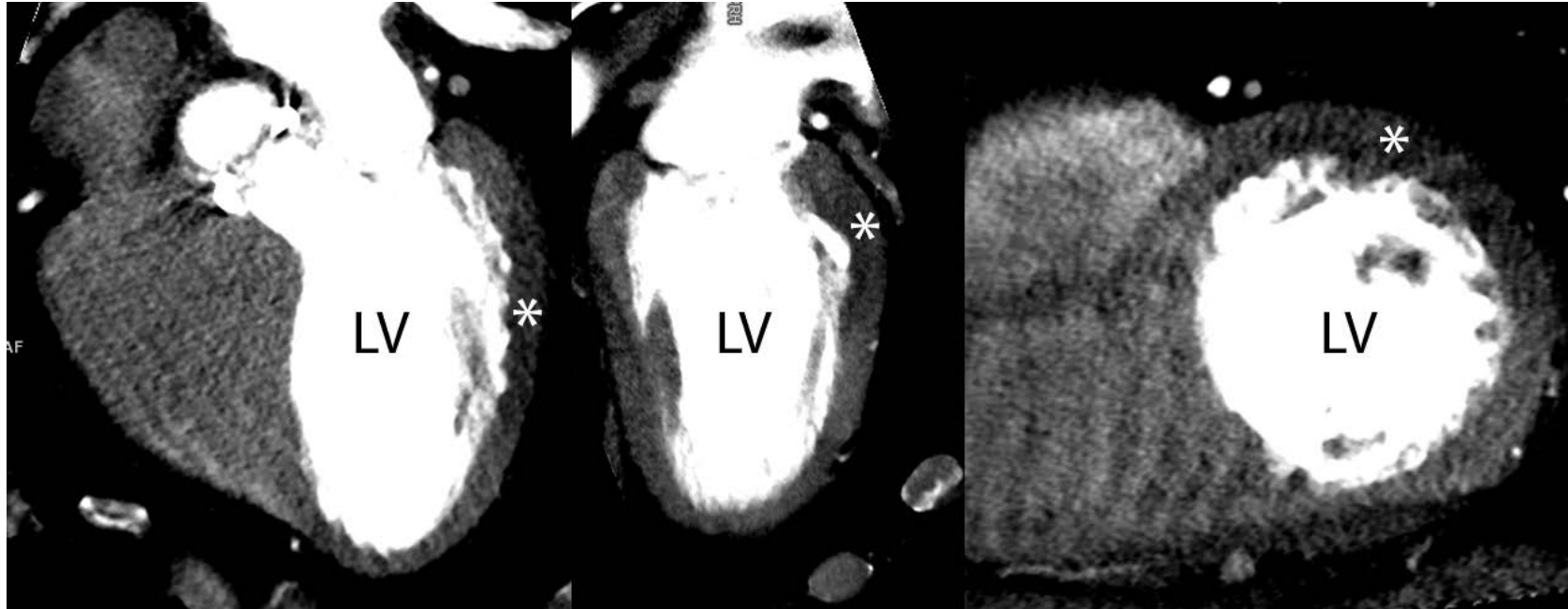
Study	Patient Population	CT Technology	CT Perfusion Protocol	Average CT Dose (mSv)	Reference Technique	Level of Analysis	Sensitivity (%)	Specificity (%)	PPV (%)	NPV (%)
Ruzsics et al. [54]	36	First-generation DSCT	Rest	14	SPECT	Segment	92	93	83	97
Wang et al. [62]	31	First-generation DSCT	Rest	10.5	SPECT, invasive coronary angiography	Segment	89	98	87	98
						Vessel	82	91	91	81
Ko et al. [60]										
Ko et al. [61]	40	First-generation DSCT	Rest	4.2	Cardiac MRI, invasive coronary angiography	Vessel	42	83	59	70
Kim et al. [59]	50	Second-generation DSCT	Stress-rest	12.5	Cardiac MRI	Segment	77	94	53	98
						Patient	94	71	60	96

- Specificiteit CTCA → (0.79, 95% CI 0.72–0.84)

Perfusie CT (Case)



Perfusie CT (Case)



Dynamic CT-MPI

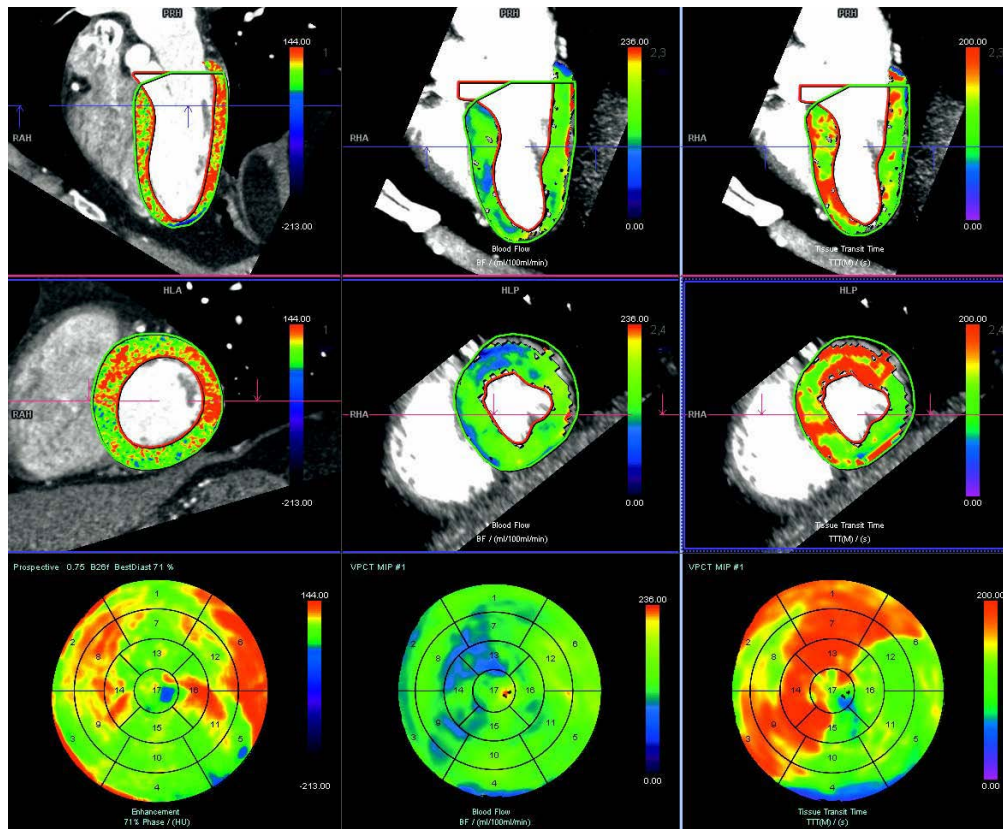
- **Dynamic CT-MPI meet de myocardiale contrast verzwakking**
- **Enige CT-gebaseerde technologie die rechtstreeks myocardperfusie kan meten.**
- **Hoge stralingsbelasting**
- **Nauwkeurigheid**
 - Verhoogd specificiteit in vergelijking met CTCA
 - beperkt onderzocht

Dynamic CT-MPI

Study	Patient Population	CT Technology	CT Perfusion Protocol	Average CT Dose (mSv)	Reference Technique	Level of Analysis	Sensitivity (%)	Specificity (%)	PPV (%)	NPV (%)
Bastarrika et al. [67]	10	Second-generation DSCT	Stress	18.8 ^a	Cardiac MRI	Segment	86	98	94	96
Ho et al. [68]	35	Second-generation DSCT	Stress-rest	18.2	SPECT, invasive coronary angiography	Segment	83	78	79	82
Bamberg et al. [74]	33	Second-generation DSCT	Stress	10	Invasive coronary angiography (FFR)	Vessel	93	87	75	97
Wang et al. [82]	30	Second-generation DSCT	Stress	9.5	SPECT, invasive coronary angiography	Segment	85	92	55	98
Weininger et al. [69]	20	Second-generation DSCT	Stress	12.8 ^b	Cardiac MRI	Vessel	90	81	58	96
					Cardiac MRI	Segment	86	98	94	96
Greif et al. [79]	65	Second-generation DSCT	Stress	9.7	SPECT	Segment	84	92	88	92
					Invasive coronary angiography (FFR)	Vessel	95	74	48	98
Huber et al. [80]	32	256-MDCT	Stress	9.5	Invasive coronary angiography (FFR)	Vessel	76	100	100	90
Rossi et al. [81]	80	Second-generation DSCT	Stress	9.4	Invasive coronary angiography (FFR)	Vessel	88	90	77	95
Bamberg et al. [78]	31	Second-generation DSCT	Stress	11.1	Cardiac MRI	Segment	78	75	51	91
					Cardiac MRI	Vessel	100	75	92	100

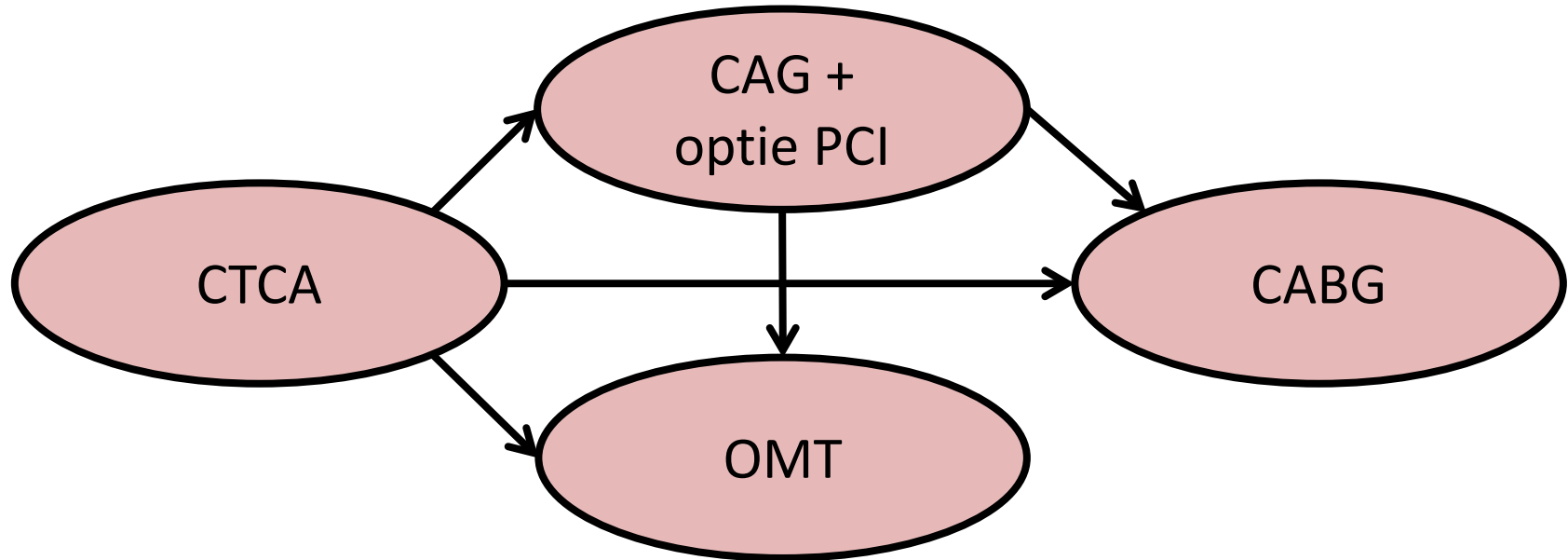
- Specificiteit CTCA → (0.79, 95% CI 0.72–0.84)

Dynamic CT-MPI



Samenvatting

- De toekomst brengt verbeteringen



Take home messages

- **CT in huidige vorm vooral ‘rule out’ diagnostiek**
 - Een negatieve scan is goed te herkennen
- **Patiëntselectie belangrijk in diagnostiek coronarialijden**
 - Door niet invasieve aard van CT neigen artsen sneller naar over diagnostiek
- **Met aanvullende technieken is het mogelijk om specificiteit te verhogen → toekomstig ‘rule in’**

Vragen

