

Abb. 3a: 38-jähriger Patient mit atypischer Angina pectoris mit persistierendem Nikotinabusus und Hypercholesterinämie. Infolge erheblich eingeschränktem Leistungsvermögen in der Ergometrie ist die Aussagekraft ungenügend.  
Dual-Source CT mit Koronarangiographie: Kalkscore nach Agatston 0.  
Koronarstatus: keine Koronarstenosen. Beispiel rechte Herzkranzarterie (RCA).



Abb. 3b: 62-jährige Patientin mit atypischer Angina pectoris ohne kardiovaskuläre Risikofaktoren, im Belastungs-EKG mit fraglichen Ischämiekriterien.  
Dual-Source CT mit Koronarangiographie: Hochgradige Stenose der proximalen rechten Herzkranzarterie (RCA).  
Anschliessend Koronarangiographie mit Bestätigung einer 99%-igen proximalen RCA-Stenose, erfolgreiche Implantation eines beschichteten Koronarstents.

#### Impressum:

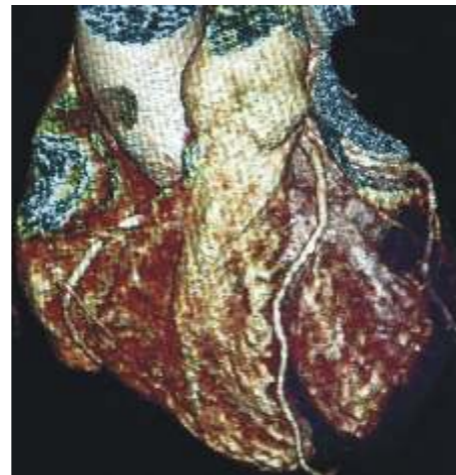
KARDIO KOMPENDIUM, das Periodikum der Kardiologie des Kantonsspitals Liestal erscheint in loser Folge in einer Auflage von 1'000 Ex.  
Leser: Ärzteschaft des Kantons Baselland und der Region.  
Redaktionsteam: Dr. W. Estlinbaum, Dr. M. Gutmann,  
Prof. Dr. M. Handke, Dr. K.-D. Werner

Patienten vermindert aussagekräftig. Aus dem Alltag kennen wir die Situationen, in denen uns entweder belastungsinduzierte Beschwerden ohne EKG-Veränderungen oder asymptomatische ST-Strecken-Veränderungen verunsichern.

Hier kann die Coronar-CT-Untersuchung weiterhelfen. Allein schon mit der Kalkscore-Untersuchung kann eine Risikostratifizierung durchgeführt und mittels zusätzlicher CT-Koronarangiographie in den meisten Fällen eine ausreichende diagnostische Qualität erzielt werden.

Die Anforderungen an die Patientencompliance sind gering, die Strahlenbelastung ist mit moderner Apparatur im zumutbaren Bereich, oft sogar tiefer als für andere Körperregionen.

Trotz der limitierten Sensitivität wird die Fahrergometrie als kosteneffiziente Methode Bestandteil der ambulanten internistischen und kardiologischen Ambulanz bleiben (auch wenn dies vom National Institute für Health and clinical



Excellence {NICE} bereits heute in Frage gestellt wird). Sie gehört seit Jahrzehnten zur Standardausrüstung.

Für die Coronar CT-Untersuchung steht derzeit die Ausschlussdiagnostik bei Patienten mit atypischen Beschwerden und mittlerem Risiko im Vordergrund.

Für die Akzeptanz und die Qualität der Methode Cardio-CT ist ein moderner Scanner mit hoher Auflösung essentiell.

#### Kontakt:

Dr. Werner Estlinbaum  
Tel. 061 925 2185

Dr. Marc Gutmann  
Tel. 061 925 3405

Dr. Klaus-Dieter Werner  
Tel. 061 925 3287

Prof. Dr. Michael Handke  
Tel. 061 925 3288

Dienstsucher  
Tel. 061 925 3232

Med. Diagnostik / Disposition  
Tel. 061 925 2360  
Fax 061 925 2813

Medizinische Universitätsklinik  
Rheinstrasse 26, CH-4410 Liestal



## Coronar CT – ein kritischer Blick: Nur Strahlenbelastung oder doch klinischer Impact?

Mittlerweile gilt die Computer-Tomographie der Koronararterien (Coronar CT) als etabliert und glänzt an Fortbildungen und in Hochglanzprospekten mit eindrucksvollen Bildern. Mit diesem Bericht soll ein kritischer Blick auf diese Untersuchungstechnik geworfen werden. Dabei sollen die zugrundeliegende Technik, die damit verbundene Strahlenbelastung für den Patienten und letztendlich vor allem die klinische Bedeutung zur Sprache kommen.



### Technik / Strahlenbelastung / potentielle stochastische Strahlenwirkung.

Die notwendige Strahlendosis wird unter anderem entscheidend durch die Scan-Zeit und die gewünschte Auflösung bestimmt. Technische Limiten haben der Untersuchung der Koronararterien bisher Grenzen gesetzt. Ende der neunziger Jahre wurden die ersten Multislice CT-Scanner entwickelt. Ein simultanes Scannen mehrerer Schichten reduziert die Scan-Zeit beträchtlich. Feine oder bewegende Strukturen (wie das Herz) können mit

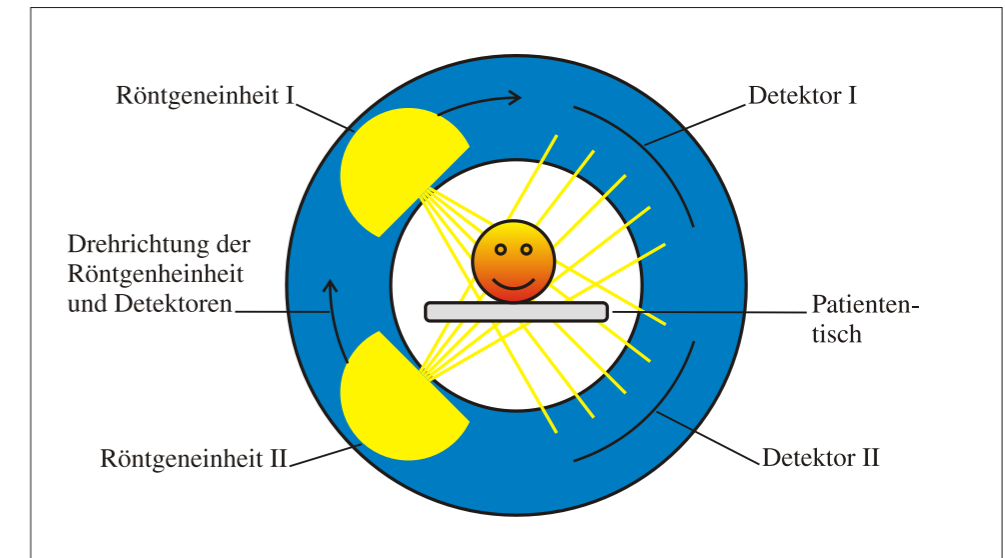


Abb. 1: Schematische Anordnung eines DualSource CT mit zwei Röntgeneinheiten, welche im Winkel von 90 Grad zu einander stehen.

hoher Auflösung dargestellt werden. Die Technologie entwickelte sich rasch vom 16-Zeiler CT über den weit verbreiteten 64-Zeiler CT bis hin zum 256-Zeiler CT. Am Kantonsspital Liestal verwenden wir einen Computertomographen der neuesten Bauart mit zwei Röntgeneinheiten (dual source) und zwei Detektoren (2 x 128 Zeilen, siehe Abbildung 1/Seite 1). Diese Anordnung erlaubt sehr kurze Scan-Zeiten (vom Jugulum bis zur Symphyse etwa 5 Sekunden) mit sehr hoher Bildqualität und eine Reduktion der Strahlenbelastung um das 8- bis 10-fache gegenüber einer Untersuchung mit einem 64-Zeiler CT.

Die Höhe der Strahlenbelastung einer Herz-Untersuchung hängt auf der Seite des Patienten vor allem von der Herzfrequenz und von der Konstitution ab. Bei einer angestrebten Herzfrequenz um 60 Schläge/Min., was meistens die Gabe von Beta-blocker vor Untersuchungsbeginn erforder-

lich macht, können bei Patienten mit normalem BMI sehr geringe Strahlenexpositionswerte zwischen 0.8 bis 3.0 Millisievert (mSv) erreicht werden. Die natürliche durchschnittliche Strahlenbelastung in der Schweiz pro Person und Jahr liegt bei 5.5 mSv. {Quelle: BAG, Umweltradioaktivität und Strahlendosis in der Schweiz 2009} (Abbildung 2).

### Vergleich der Strahlendosis bei CT's verschiedener Körperregionen.

Im Vergleich mit anderen Körperregionen wird deutlich, wie eine Coronar CT-Untersuchung mit einem Mittelwert von 1.5 mSv (0.8 – 3.0 mSv) insgesamt mit einer niedrigen Strahlendosis einhergeht.

Obschon die meisten radiogen induzierten Tumore mit einer Latenzzeit von bis zu 30 Jahren auftreten und mit zunehmendem Alter die Wahrscheinlichkeit, an einem

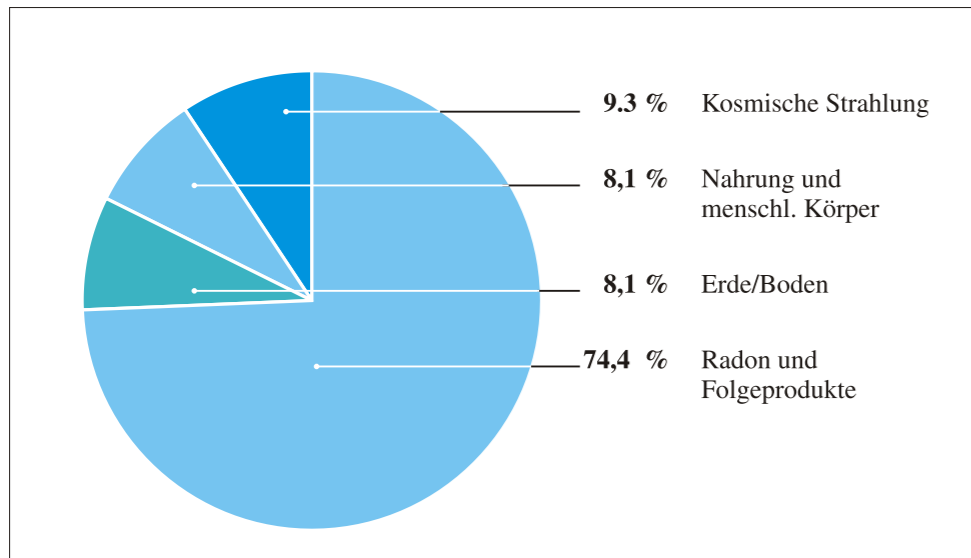


Abb. 2: Prozentuale Verteilung der natürlichen Strahlenexposition in der Schweiz. (Quelle: BAG, Umweltradioaktivität und Strahlendosis in der Schweiz 2009.)

solchen Tumor zu erkranken relativ abnimmt, muss natürlich die Kumulation der Strahlendosis im Verlaufe des Lebens berücksichtigt werden. Über das genetische Risiko bei Frauen im reproduktionsfähigen Alter gibt es wenige Beobachtungen.

Generell sollte unter Abwägung des Nutzen-Risiko-Verhältnisses die Indikationsstellung jeweils gezielt geprüft werden.

### Vorteile/Vergleich:

Mit einer räumlichen Auflösung von 0,4 mm und der zeitlichen Auflösung von <300 ms ist diese nichtinvasive Methode der Darstellung der Koronararterien führend (vgl. Tabelle 1).

Die Datenakquisition dauert in der Regel <10 Sekunden, so dass mit tolerablen Atemstillstandzeiten untersucht werden kann. Eine spezielle Vorbereitung ist nicht erforderlich, die Medikation kann in den meisten Fällen weiter geführt werden. An den nachfolgenden Beispielen (Abbildung 3a + 3b) lässt sich die Qualität und somit der Vorteil der Untersuchung gut darstellen. Während im ersten Fall (3a) stenosefreie Koronararterien zur Darstellung kommen, ist die hochgradige proximale Stenose der rechten Herzkranzarterie (3b) nicht zu übersehen.

### Rückschlüsse

- Das Ergebnis der Kalkscore-Untersuchung ist ein unabhängiger Prädiktor für das Eintreten eines kardialen Ereignisses.
- Das Risiko für ein kardiales Ereignis

bei einem Kalkscore-Wert von 0 liegt sehr tief bei < 0,1%/Jahr. Das gilt sowohl für asymptomatische, als auch für symptomatische Patienten mit einem intermediären Risiko für KHK.

- Bei einem niedrigen Kalkscore-Wert ist die Spezifität der Computertomographie für die Darstellung und Quantifizierung der Stenose sehr hoch.
- Bei einem Kalkscore-Wert von >400-800 ist eine reduzierte Spezifität der CT-Koronarangiographie zu erwarten.
- Im Falle einer Detektion einer Stenose muss mitunter ein bildgebender Belastungstest die hämodynamische Relevanz ausschliessen oder erhärten.

### Vergleich MRT, CT, Szintigraphie (Tab. 1)

	Cardio-MRT	Cardio-CT	Szintigraphie
Strahlenbelastung	Nein	Ja	Ja
Räumliche Auflösung	3 x 3 mm	0,4 mm	0,8 x 10 mm
Atemstillstand	Erforderlich, gelegentlich problematisch	Erforderlich, meistens unproblematisch	Nicht erforderlich
Häufige Kontraindikationen	Allergische Reaktionen gegen KM, Metallimplantate, Schrittmacher, ICD	Allergische Reaktionen gegen jodhaltiges KM, Niereninsuffizienz	Sehr selten allergische Reaktionen
Stresstest	Erforderlich	Nicht erforderlich	Erforderlich
Myokardiale Perfusion	Ausschliesslich Adenosin	Noch nicht Bestandteil klinischer Anwendung	Ergometrisch und / oder Adeonsin
Quantifizierung	Limitiert	keine	Klinische Anwendung
Koronararteriendarstellung	Methode nicht geeignet	Ja	Nein
Negativ prädiktiver Wert	Hoch	Hoch	Hoch
Spezifität	Reduziert durch „small vessel disease“	Reduziert bei Kalkplaques	Reduziert durch methodenbedingte Schwächungsartefakte *)

\*) Teilweise korrigiert durch Hybridtechnik von SPECT und Szintigraphie.

Untersuchung / Indikation	Dosis (mSv) Mittelwert / Bereich	
Routine Schädel (Stroke)	1.5	(1.0 – 4.5)
Abdomen (Leber, Metastasen)	5.3	(2.0 – 20.0)
Abdomen und kleines Becken (Abszess)	7.1	(2.0 – 24.0)
Thorax, Abdomen & Becken (Staging)	9.9	(2.0 – 26.0)
Thorax (Karzinom, Metastasen)	5.8	(1.0 – 16.0)
Thorax high resolution (interstitielle Pneumopathie)	1.2	(0.5 – 7.0)

### Aktuelle Indikation

Im Vordergrund steht die Anamnese und der klinische Status. Gemäss den aktuellen Empfehlungen kann vor allem bei Patienten mit atypischer Angina pectoris und einer intermediären Vortestwahrscheinlichkeit für eine stenosierende KHK von 30-60% eine Coronar-CT-Untersuchung zur Klärung betragen.

### Diskussion

In der alltäglichen Praxis ist es oft schwierig, zwischen einem niedrigen und mittleren KHK-Risikoprofil zu differenzieren. Die Sensitivität der Fahrradergometrie ist mit 70% in der Vorfeld-Diagnostik der KHK deutlich limitiert und bei zusätzlich oft nicht ausreichender Leistungsfähigkeit des (Forts. Seite 6)