

# Koronar-CT zur Abklärung des chronischen Koronarsyndroms

Sowohl in den Guidelines der europäischen als auch der amerikanischen Kardiologischen Gesellschaften hat die koronare CT-Angiographie für die Abklärung des chronischen Koronarsyndroms eine zentrale Position eingenommen und wird als Klasse-1-Indikation bewertet.

Dietrich Beitzke und Gudrun M. Feuchtner\*

## Einleitung

Der Befund einer koronaren CT-Angiographie (CTA) gibt Auskunft über Anatomie, Verkalkungsgrad, Plaquebelastung, Plaquecharakterisierung und den Stenosegrad der Koronargefäße. Die Kombination dieser Komponenten entscheidet in weiterer Folge über eine entweder rein medikamentöse, eine weitere funktionelle oder invasive Behandlung der Patientinnen und Patienten.

## Patientenselektion

Indiziert ist eine koronare CTA bei Patienten mit einer niedrigen bis mittleren Vortestwahrscheinlichkeit für ein chronisches Koronarsyndrom (CCS), die einer de-novo Abklärung zugeführt werden. Darüber hinaus sind auch jene Patienten geeignet, bei denen eine erhöhte „klinische Wahrscheinlichkeit“ einer obstruktiven koronaren Herzerkrankung (KHK) aufgrund anderer Vortests wie Szintigraphie, SPECT, MRT, pathologische Ergometrie vorliegt. Zudem kann die Methode bei vorliegenden inkonklusiven Tests eingesetzt werden. Koronaranomalien stellen eine weitere primäre Indikation dar.

Die koronare CTA erlaubt auch die Beurteilung der Offenheit von aorto-koronaren Bypässen. Erst- und Zweitlinienindikationen sind in Tabelle 1 gelistet. Bei der Beurteilung von kardialen Stents ist jedoch Vorsicht geboten, da Artefakte von Stentmaterial in Abhängigkeit vom Stentdurchmesser die Durchgängigkeitsbeurteilung häufig einschränken und es zu inkonklusiven Befunden kommen kann. Proximale Stents über 3mm sind generell häufiger beurteilbar.

Wenn in der Abklärung auch eine Vitalitätsbeurteilung oder ein Ischämienachweis vor potentieller Revaskularisierung nötig ist sowie bei Patienten mit hoher Vortestwahrscheinlichkeit, sollte

initial eine funktionelle Bildgebung angestrebt werden (Stress-MR, SPECT, PET/CT). Patienten mit einer instabilen Angina pectoris oder Verdacht auf ein akutes Koronarsyndrom sollten einer invasiven Abklärung zugeführt werden.

## Durchführung einer koronaren CTA

Eine Abklärung des Koronarstatus mittels koronarer CTA besteht aus zwei Prozessen. Im ersten Teil der Untersuchung wird ein CT ohne Kontrastmittel zur quantitativen Erfassung der Verkalkungen durchgeführt. Daraus wird der koronare Kalzium-Score ermittelt, der über den sogenannten Agatston-Score eine Abschätzung des kardiovaskulären Risikos ermöglicht. Der Agatston-Score gibt Auskunft über den Grad der Verkalkung der Koronararterien und wird in weiterer Folge in Relation zum Alter und Geschlecht auf einer Perzentilenkurve dargestellt. Ein koronarer Kalzium-Score ist indiziert zur Risikostratifizierung bei asymptomatischen Patienten mit geringem bis intermediärem kardiovaskulärem Risikoprofil.

Weiters wird ein Kalzium-Score zumeist (optional) einer CT-Angiographie vorgeschaltet. Dieses international bevorzugte Procedere ermöglicht eine Einschätzung der Interpretierbarkeit der CTA. Bereits über 400 AU ist eine Überschätzung des Stenosegrades aufgrund von Artefakten (Blooming) von Kalzifikationen wahrscheinlich; diese Tendenz nimmt mit steigender Kalklast stetig zu. Über 1.000 AU ist fast immer ein erheblicher Teil der Gefäße nicht beurteilbar und hochgradige Stenosen nicht auszuschließen.

Im Gegensatz zum Kalzium-Score wird im Rahmen einer CTA mittels intravenöser Kontrastmittelapplikation unter EKG-Triggerung eine Darstellung der Koronargefäße zur Beurteilung von Stenosen und der arteriosklerotischen Plaquecharakterisierung durchgeführt.

## Vorbereitung der Patienten

Eine niedrige und konstante Herzrate ist für die Beurteilbarkeit sämtlicher Koronarsegmente erforderlich. Hierfür werden in der Regel Beta-Blocker angewandt, um eine Zielherzfrequenz von 60 bpm zu erreichen. Die Beta-Blockade kann entweder oral am Tag der Untersuchung erfolgen oder wird oral beziehungsweise i.v. unmittelbar vor der Untersuchung durchgeführt. Patienten mit ausgeprägten Arrhythmien (zum Beispiel Vorhofflimmern) sind nicht optimal geeignet, weswegen sich hier eher die Durchführung eines Kalzium-Scorings in Kombination mit einem funktionellen Test auf das Vorliegen einer Ischämie empfiehlt.

## Erkenntnisse aus der CTA

Der Befund einer koronaren CTA gibt Auskunft über Anatomie, Verkalkungsgrad, Plaquebelastung und Stenosen an den Koronargefäßen.

### Plaquelastung

Der Agatston-Score gibt über das Vorhandensein und den Grad der Verkalkungen an den Koronargefäßen Auskunft. Bei asymptomatischen Patienten hat das Fehlen von Verkalkungen eine hohe Aussagekraft, da hier die Wahrscheinlichkeit eines kardiovaskulären Events sehr gering ist. Dennoch schließt ein negativer Agatston-Score 0 das Vorhandensein von nicht kalzifizierten Plaques nicht aus – wenngleich die Wahrscheinlichkeit einer obstruktiven KHK sehr niedrig ist (ein bis drei Prozent), je nach Risikoprofil und Alter. Gleiches gilt für symptomatische Patienten.

Ab einem Agatston-Score von über 100 beziehungsweise altersbezogen bei Überschreiten der 75-prozentigen Perzentile, konnte in zahlreichen Studien gezeigt werden, dass diese Patienten von einer medikamentösen Therapie der jeweilig vorliegenden

Risikofaktoren profitieren. Generell geht ein höherer Agatston-Score mit einer höheren Wahrscheinlichkeit für ein kardiovaskuläres Ereignis einher und ist bei Patienten mit einem Agatston-Score > 1.000 um das 16-Fache erhöht. Analysen zeigten zudem, dass das Risiko für kardiovaskuläre Ereignisse von Patienten mit erhöhtem Kalzium-Score ident mit dem Risiko mit nachgewiesenen Stenosen ist.

Vorstufen einer Kalkplaque stellen nicht verkalkte Plaques dar, die durch einen chronischen Entzündungsprozess über die Zeit transformiert werden. Hier ermöglicht die koronare CTA als einzige nicht-invasive Untersuchungsmethode die Bewertung der Plaque-Zusammensetzung und die Identifikation von Hochrisikoplaques. Dabei handelt es sich um möglicherweise instabile arteriosklerotische, nicht oder nur gering verkalkte Plaques, die zumeist das Koronargefäß nicht relevant einengen. Sie sind durch ein großes Volumen, ein Remodelling des Koronargefäßes, Lipidanteil und Mikrokalzifikationen und das „napkin-ring-sign“ charakterisiert. Diese Eigenschaften sind mit einer höheren Rate an akuten Koronarsyndromen/Myokardinfarkten assoziiert, da sie zu einer Ruptur und einem akuten Verschluss des Gefäßes führen können. Das Vorliegen eines Hochrisikoplaques impliziert eine aggressive präventive Therapie der zugrundeliegenden Risikofaktoren, unabhängig vom Agatston-Score.

Die höchste wissenschaftliche Evidenz hierfür lieferte die prospektive randomisierte SCOT-HEART-Studie. Sie konnte zeigen, dass die Hinzunahme einer kardialen CT-Untersuchung zur Abklärung des chronischen Koronarsyndroms signifikant zu einer Reduzierung der Todesrate und der Rate von Myokardinfarkten über einen Zeitraum von fünf Jahren führt. Weiters wurde in einer post-hoc-Analyse gezeigt, dass Plaques mit hohem Lipidanteil das Myokardinfarktrisiko signifikant und unabhängig erhöhen. Dies wird darauf zurückgeführt, dass die koronare CTA subklinische Formen der Arteriosklerose detektiert suszipiert, die präventiv medikamentös therapiert werden können. »



Abb. 1



Abb. 2



Abb. 3

Abb. 1: 3D-Rekonstruktion einer Herz-CT

Abb. 2: Rekonstruktion einer rechten Koronararterie mit nicht-verkalktem Plaque und moderater Stenose proximal

Abb. 3.: Rekonstruktion eines Ramus Circumflexus mit deutlichen Kalkplaquebildungen hinweisend auf Arteriosklerose jedoch ohne Nachweis einer relevanten Stenose

## Tab. 1: Indikationen

### First-Line CTA

- De-novo Abklärung eines chronischen Koronarsyndroms –  
Koronarstatus unbekannt mit niedriger bis mittlerer Vortestwahrscheinlichkeit
- Bekannte koronare Herzerkrankung und st.p. Bypass-OP
- Verdacht auf Koronaranomalien

### Second-Line CTA

- Inkonklusiver funktioneller Test (bildgebend oder Ergometrie)
- Abklärung einer KHK vor nicht-kardialen, chirurgischen Eingriffen oder vor kardialer Klappen-OP
- Ausschluss einer KHK in der Kardiomyopathieabklärung

### » *Stenosen*

Zusätzlich zur zunehmenden Bedeutung der Plaquebelastung, liefert die koronare CTA auch Informationen über den Grad der Gefäßstenose. Hierbei werden entsprechend der CAD-RADS-Klassifikation Stenosen in mehrere Kategorien eingeteilt (0% = keine Stenose sichtbar; 1 bis 24% = minimale Stenose; 25 bis 49% = geringe Stenose; 50 bis 69% = moderate Stenose; 70 bis 99% = hochgradige Stenose; 100% = Verschluss).

Entsprechend den Guidelines der europäischen kardiologischen Gesellschaft lassen sich aus dem Stenosegrad, in Zusammenschau mit der Klinik der Patienten und der jeweiligen Plaquebelastung weitere Tests, die optimale medikamentöse Behandlung sowie auch das invasive Management ableiten. Hierbei sollte ein Stenosegrad von bis zu 50 Prozent als eine nicht-obstruktive koronare Herzerkrankung gewertet und einem konservativen Management zugeführt werden. Eine moderate Stenose zieht einen funktionellen Test zum Nachweis oder Ausschluss einer Ischämie nach sich und bedarf nicht zwingend einer weiteren invasiven Abklärung. Hochgradige Stenosen beziehungsweise Verschlüsse sollten einer invasiven Abklärung, eventuell in Kombination mit einem bildgebenden Nachweis von Ischämie und Vitalität zugewiesen werden.

Eine Limitation der koronaren CTA besteht darin, dass die Stenosegraduierung bei starken Verkalkungen und kleineren Gefäßen herausfordernd sein kann. In solchen Fällen kann es aufgrund der Verkalkungen und des „Überstrahlens“ der Koronargefäße zu einer möglichen Überschätzung des Stenosegrads kommen. Zusätzlich können Arrhythmien und Bewegungsartefakte sowie Adipositas per magna die Beurteilung beeinträchtigen.

## Zusammenfassung

Die koronare CTA hat eine zentrale Position in der Abklärung des chronischen Koronarsyndroms eingenommen. Die Auswahl geeigneter Patientinnen/Patienten ist entscheidend, wobei Betroffene mit niedriger bis mittlerer Vortestwahrscheinlichkeit am meisten profitieren. Die koronare CTA ermöglicht eine detaillierte Beurteilung von Plaquebelastung und Stenosen; damit wird eine präzise Risikostratifizierung und eine individualisierte Behandlung möglich, die nachgewiesenermaßen positiven Einfluss auf die Prognose hat. ☉

### *Literatur bei den Verfassern*

\*) **Priv. Doz. Dr. Dietrich Beitzke**, Universitätsklinik für Radiologie und Nuklearmedizin, Medizinische Universität Wien, Währinger Gürtel 18-20, 1090 Wien;  
**Ao. Prof. Dr. Gudrun M. Feuchtnner, MBA**; Universitätsklinik für Radiologie, Medizinische Universität Innsbruck; Korrespondenzadresse: [dietch.beitzke@meduniwien.ac.at](mailto:dietch.beitzke@meduniwien.ac.at)