



# Bedeutung von Koronarkalk in der Thorax-CT

Florian von Knobelsdorff

KIZ – Kardiologie im Zentrum, Ludwig-Maximilians-Universität München, München, Deutschland

## Originalpublikation

Peng AW, Dudum R, Jain SS et al (2023) Association of coronary artery calcium detected by routine ungated CT imaging with cardiovascular outcomes. *J Am Coll Cardiol* 82(12):1192–1202. <https://doi.org/10.1016/j.jacc.2023.06.040>.

Mit einer EKG-getriggerten, kontrastmittelfreien Computertomographie des Herzens kann der koronare Kalkscore einfach und mit wenig Strahlenbelastung bestimmt werden [1]. Koronarer Kalk (Kalkscore > 0) repräsentiert kalzifizierte koronare Atherosklerose. Je höher der Kalkscore, desto höher das kardiovaskuläre Risiko [2, 3]. Die 2021-ESC-Leitlinie zu Prävention empfiehlt die Bestimmung des Kalkscores bei Patienten, bei denen die kardiovaskuläre Risikoeinschätzung (z. B. SCORE2) und die Behandlung (z. B. Statintherapie) uneindeutig sind [4].

Der Kalkscore wird in der medizinischen Routine eher selten ermittelt, u. a. wegen der oft fehlenden Kostenerstattung, aus Sorge vor Strahlenbelastung oder aus Unkenntnis. Thorax-CT-Untersuchungen werden dagegen in großem Umfang durchgeführt (bei Lungenerkrankungen, Lungentumor-Screening, Thoraxschmerzen und als Staging bei vielen Tumorerkrankungen). In den USA standen im Jahr 2016 etwa 12,7 Mio. Thorax-CT den etwa 57.000 Kalk-CT gegenüber [5].

Auch bei jeder nicht-EKG-getriggerten Standard-Thorax-CT sind die Koronararterien schemenhaft abgebildet. Koronare Kalzifikationen können erkannt werden. Die Society of Cardiovascular Computed Tomography und die Society of Thoracic Radiology haben 2016 zu diesem Thema ein Positionspapier verfasst [6]. Die-

ses empfiehlt, dass bei jeder Thorax-CT das Vorhandensein von Koronarkalk zumindest visuell beschrieben werden soll („none, mild, moderate, severe“).

Über die rein visuelle Beurteilung hinaus gibt es Postprocessing-Schritte, die aus Thorax-CT-Bildern ein quantitatives Ergebnis des Koronarkalks liefern, vergleichbar dem etablierten Agatston-Kalkscore. Die Übereinstimmung der Methoden ist ordentlich [6].

Die hier vorgestellte und in *JACC* publizierte Studie verwendet einen neuen Postprocessing-Algorithmus basierend auf Deep Learning/künstlicher Intelligenz [7] und untersucht die prognostische Bedeutung dieses aus Routine-Thorax-CT-Bildern ermittelten Kalkscore.

## Zusammenfassung der Studie

Für die Analysen wurden nicht-EKG-getriggerte Thorax-CT aus der Routineversorgung herangezogen. Informationen zu den Patienten (Vorerkrankungen, Blutergebnisse, kardiovaskuläre Risikofaktoren, klinischer Verlauf) wurden den im System gespeicherten Gesundheitsdaten entnommen. Patienten ohne weitere Einträge vor und nach der CT wurden ausgeschlossen, ebenso Patienten mit bekannter KHK, PAVK oder zerebrovaskulärer Erkrankung sowie metastasiertem Malignom.

Die Kalkulation des Kalkscores aus den CT-Daten erfolgte vollautomatisch mit einem Deep-Learning Algorithmus, den die Arbeitsgruppe entwickelt und validiert hatte (Sensitivität zur Detektion von Koronarkalk im Vergleich zu Standard-Kalkscore: 95 %). Für die statistischen Ana-



QR-Code scannen & Beitrag online lesen

lysen wurden die Patienten in 3 Gruppen unterteilt: Kalkscore 0, 1–99 und  $\geq 100$ .

Primärer Endpunkt war „all-cause death“, sekundäre Endpunkte waren zusammengesetzt aus Tod/Myokardinfarkt/Schlaganfall/Revaskularisation. Die Analyse untersuchte den Zusammenhang zwischen dem Kalkscore und den Endpunkten, adjustiert u. a. für Alter, Geschlecht, Rasse, Komorbiditäten, Blutdruck, Antihypertensiva, Lipid-, Diabetes- und Raucherstatus.

Das Studienkollektiv umfasste 5678 Patienten ohne bekannte kardiovaskuläre Erkrankung (mittleres Alter  $61 \pm 16$  Jahre, 51 % Frauen, 18 % Asiaten, 13 % Hispanic); 48,1 % hatten einen Kalkscore von 0, 18,4 % von 1–99 und 33,4 % von  $\geq 100$ .

Während des Follow-up (im Mittel  $4,8 \pm 2,7$  Jahre) starben 1506 (18,6 %) Teilnehmer. Die Mortalitätsrate stieg mit zunehmendem Kalkscore (Kalkscore 0: 2,8 %; 1–99: 3,6 %;  $\geq 100$ : 6,0 %), ebenso das Risiko für die sekundären Endpunkte. Patienten mit einem Kalkscore  $\geq 100$  hatten im Vergleich zu Kalkscore 0 ein über 2-fach erhöhtes Risiko für Tod und kardiovaskuläre Ereignisse. Auch nach Adjustierung mit den etablierten kardiovaskulären Risikofaktoren bedeutete ein Kalkscore  $\geq 100$  ein ca. 1,5-fach erhöhtes Risiko für Tod und ein bis 1,7-fach erhöhtes Risiko für Tod/Myokardinfarkt/Schlaganfall/Revaskularisation. Nur 26 % der Patienten mit einem Kalkscore  $\geq 100$  hatten eine Statintherapie.

Die Autoren schlussfolgerten, dass die Kalkscore-Bestimmung anhand von Thorax-CT-Untersuchungen Patienten mit erhöhtem kardiovaskulärem Risiko identifizieren kann und daher ein wichtiges opportunistisches Screeningtool darstellt.

### Kommentar des Autors

Die hier vorgestellte Studie hat zwar Limitationen (u. a. greift sie auf eventuell lückenhafte, in einem Gesundheitssystem gespeicherte Patientendaten zu, und es fehlen Detailinformationen z. B. für Patienten mit einem Kalkscore  $> 300$  oder  $> 1000$ ). Nichtsdestotrotz sind die Studienergebnisse von großer wissenschaftlicher und klinischer Relevanz: Mit einem modernen Verfahren (künstliche Intelligenz) lässt sich eine prognoserelevante Krankheit (Atherosklerose, KHK), für die es ef-

fektive Therapieoptionen gibt (z. B. Statin), im *subklinischen* Stadium anhand ohnehin vorhandener Bilddaten identifizieren, gezeigt in einem großen Kollektiv ( $> 5000$  Patienten).

Die Studie zeigt eine konkrete Einsatzmöglichkeit der künstlichen Intelligenz im Kontext der radiologischen Bildverarbeitung. Den Bilddaten, die in großer Menge durch verschiedene Indikationen entstehen, können auf diese Weise wichtige Zusatzinformationen entnommen werden, die bislang oft unerwähnt oder unbeachtet bleiben. Noch ist der verwendete Algorithmus nicht allgemein verfügbar. In Zukunft könnte eine derartige automatische Auswertung direkt nach Akquisition des Thorax-CT den DL-Kalkscore (Deep-learning-Kalkscore) bereitstellen und in den Befundbericht integrieren.

Bis dahin sollten Radiologen bei jeder Thorax-CT das Vorhandensein von koronarem Kalk visuell beurteilen und im Befundtext nennen [6]. Kardiologen und weitere in die kardiovaskuläre Risikoeinschätzung und Prävention eingebundene Fachrichtungen sollten diese zufällig gewonnene Zusatzinformation über den Koronarkalk aus der Thorax-CT in die kardiovaskuläre Risikobewertung integrieren [3].

Die Studienergebnisse betonen außerdem die bekannte prognostische Bedeutung des Koronarkalks und die Überlegenheit des Kalkscore gegenüber der Risikoeinschätzung basierend auf den Risikofaktoren. Der Kalkscore „is a measure of disease rather than underlying risk, and that is why disease-based models are so much more accurate“ [8]. Die Studiendaten erinnern daran, den Kalkscore *aktiv* als wichtiges Instrument zur Risikoeinschätzung und Therapiesteuerung einzusetzen.

Schließlich ist ein Bild des Koronarkalks für den Patienten oft konkreter als ein abstrakter Prozentwert des 10-Jahres-Risikos – mit positivem Effekt auf die Compliance. Bei der 2023 von derselben Arbeitsgruppe in *Circulation* publizierten NOTIFY-1-Studie wurde den Patienten und behandelnden Ärzten der DL-Kalkscore einschließlich einer repräsentativen Abbildung von Koronarkalk übermittelt. Dadurch ließ sich der Anteil der Statintherapie signifikant erhöhen [9]. „A picture is worth a thousand words“ [10].

### Fazit für die Praxis

Jede Thorax-CT-Untersuchung enthält Bildinformationen über das Vorhandensein von Koronarkalk. Der Nachweis von Koronarkalk in einer Thorax-CT ist eine Gelegenheit, die kardiovaskuläre Risikoeinschätzung zu überprüfen und schon im subklinischen Stadium diagnostische und therapeutische Schritte einzuleiten. Künstliche Intelligenz kann diese Analyse in Zukunft automatisieren und präzisieren.

### Korrespondenzadresse



#### Prof. Dr. Florian von Knobelsdorff

KIZ – Kardiologie im Zentrum, Ludwig-Maximilians-Universität München  
Eisenmannstr. 4, 80331 München, Deutschland  
von-knobelsdorff@kiz-muenchen.de

**Interessenkonflikt.** F. von Knobelsdorff gibt an, dass kein Interessenkonflikt besteht.

### Literatur

1. von Knobelsdorff F (2021) Kardiovaskuläre Risikoeinschätzung bei jungen Patienten: Hilft der koronare Kalkscore? *Kardiologie* 15:519–522
2. Greenland P, Blaha MJ, Budoff MJ, Erbel R, Watson KE (2018) Coronary calcium score and cardiovascular risk. *J Am Coll Cardiol* 72:434–447
3. von Knobelsdorff F (2023) Bei Verdacht auf eine koronare Herzkrankheit verbessert der Kalkscore die Risikoeinschätzung. *Kardiologie* 17:1–3
4. Visseren FLJ, Mach F, Smulders YM, Carballo D, Koskinas KC, Back M et al (2021) 2021 ESC guidelines on cardiovascular disease prevention in clinical practice. *Eur Heart J* 42:3227–3337
5. Blumenthal RS, Grant J, Whelton SP (2023) Incidental coronary artery calcium: nothing is more expensive than a missed opportunity. *J Am Coll Cardiol* 82:1203–1205
6. Hecht HS, Cronin P, Blaha MJ, Budoff MJ, Kazerooni EA, Narula J et al (2016) SCCT/STR guidelines for coronary artery calcium scoring of noncontrast noncardiac chest CT scans: a report of the society of cardiovascular computed Tomography and society of thoracic radiology. *J Cardiovasc Comput Tomogr* 2017(11):74–84
7. von Knobelsdorff F (2020) Arzt oder künstliche Intelligenz: Wer wertet ein Herz-MRT präziser aus? *Kardiologie* 14:126–129

- 
8. Nasir K, Khan SU (2022) Power of zero as gatekeeper for stable chest pain patients: minimizing losses and maximizing gains. *J Am Coll Cardiol* 80:1978–1980
  9. Sandhu AT, Rodriguez F, Ngo S, Patel BN, Mastrodicasa D, Eng D et al (2023) Incidental coronary artery calcium: opportunistic screening of previous Nongated chest computed Tomography scans to improve Statin rates (NOTIFY-1 project). *Circulation* 147:703–714
  10. Wong ND (2023) Is a picture worth a thousand words? *JACC Cardiovasc Imaging* 16:1082–1084

**Hinweis des Verlags.** Der Verlag bleibt in Hinblick auf geografische Zuordnungen und Gebietsbezeichnungen in veröffentlichten Karten und Institutsadressen neutral.