

Erweiterte EKG-Ableitungen – Schritt für Schritt

Christoph Kersten



Den STEMI ohne ST-Streckenhebungen im Standard-12-Kanal-EKG erkennen, die Diagnose der rechtsventrikulären Beteiligung beim inferioren STEMI stellen, eine Hilfestellung zur besseren Darstellung atrialer Aktivität bei Tachykardien kennen – all das ermöglichen die hier vorgestellten erweiterten EKG-Ableitungen. Diese werden Sie in die Lage versetzen, therapieentscheidende Diagnosen für Ihre Patienten stellen zu können.

ABKÜRZUNGEN

ACS	Akutes Koronarsyndrom
ICR	Interkostalraum
RCA	Right Coronary Artery (rechte Koronararterie)
RCX	Ramus circumflexus der linken Koronararterie
STEMI	ST-Elevation Myocardial Infarction (ST-Streckenhebungsinfarkt)

Theoretische Grundlagen für die erweiterten EKG-Ableitungen

Der posteriore STEMI

Der strikt posteriore ST-Streckenhebungsinfarkt (ST-Elevation Myocardial Infarction, STEMI) macht ca. 14% aller STEMI aus [1]. Im Vergleich mit anderen ST-Hebungsinfarkten weist er eine signifikant höhere Mortalität auf. Als Ursache ist eine verspätete Diagnosestellung aufgrund seiner ungewöhnlichen Präsentation im Standard-12-Kanal-EKG durchaus wahrscheinlich.

Anatomisches Hintergrundwissen

Die sogenannte Hinterwand des Herzens setzt sich bei korrekter Betrachtung aus zwei verschiedenen Anteilen zusammen – zum einen aus der unteren (inferioren) Hinterwand, zum anderen aus der hinteren (posterioren) Hinterwand. Diese beiden Wände haben bis auf gewisse Überschneidungen eine unterschiedliche Koronarversorgung. Beim Normalversorger (ca. 60% der Menschen) wird die inferiore Wand durch die rechte Koronararterie (RCA) versorgt. Ein jeweils unterschiedlich großer Anteil der posterioren Wand wird allein durch den R. circumflexus (RCX) versorgt.

Der im Sprachgebrauch häufig benutzte Begriff des Hinterwandinfarktes meint üblicherweise den inferioren ST-Hebungsinfarkt mit ST-Streckenhebungen in den Ableitungen II, III und aVF. Beim akuten Verschluss des RCX kommt es jedoch zum strikt posterioren STEMI.

EKG-Befund

Merke

Der strikt posteriore STEMI präsentiert sich im Vergleich zu allen anderen STEMI im Standard-12-Kanal-EKG ohne ST-Streckenhebungen.

Das typische „EKG-Gesicht“ des posterioren STEMI zeigt im 12-Kanal-EKG nur spiegelbildliche ST-Streckensenkungen über der anatomisch gegenüberliegenden Vorderwand in den Ableitungen $V_2 - V_4$ ($-V_5$). Die Morphologie dieses EKG ist für den erfahrenen Anwender bei passender Klinik (Brustschmerz, Dyspnoe usw.) bereits beweisend. Diagnostische Sicherheit bieten hier die erweiterten Ableitungen V_7, V_8, V_9 , welche die posteriore Wand ableiten und daher als „posteriore Ableitungen“ bezeichnet werden [2]. Aufgrund der größeren Distanz der Elektroden zum Myokard sind in den posterioren Ableitungen V_7, V_8, V_9 bereits ST-Streckenhebungen ab 0,5 mm signifikant.

Cave

Bei Patienten mit Symptomen für einen akuten Myokardinfarkt dürfen deszendierende ST-Streckensenkungen mit Punctum maximum in $V_2 - V_4$ nicht im Sinne eines NSTEMI-ACS missinterpretiert werden. Der Patient erleidet hier einen posterioren STEMI (Diagnosesicherung mittels Ableitungen $V_7 - V_9$) und ist dementsprechend wie ein STEMI zu behandeln.

Der Vollständigkeit halber sei an dieser Stelle erwähnt, dass ein inferiorer STEMI oftmals – aufgrund o. g. Überschneidungen der Koronarversorgung – eine posteriore Beteiligung aufweist (inferoposteriorer STEMI). Hier wird jedoch meist die richtige Diagnose STEMI durch offensichtliche ST-Streckenhebungen in den inferioren Ableitungen II, III und aVF gestellt.

Rechtsventrikuläre Beteiligung beim inferioren STEMI

Bei bis zu 30–50% der inferioren STEMI liegt eine Beteiligung des rechten Ventrikels vor. Kommt es hierbei aufgrund der rechtsventrikulären Dysfunktion zum kardiogenen Schock, kann dieser mit einer bis zu 2,5-fach erhöhten Krankenhaussterblichkeit einhergehen [3].

Anatomisches Hintergrundwissen

Die inferiore Wand wie auch der rechte Ventrikel werden beim Normalversorger über die rechte Koronararterie versorgt. Kommt es nun proximal der rechtsventrikulären Versorgungsäste zum akuten Verschluss der RCA, hat dies neben einem inferioren STEMI auch eine rechtsventrikuläre Ischämie zur Folge. Diese rechtsventrikuläre Ischämie kann zur rechtsventrikulären Dysfunktion und diese zum kardiogenen Schock führen.

Die Pathophysiologie dieser Entität des kardiogenen Schocks beruht auf einem Vorwärtsversagen des rechten Ventrikels. Es kommt aufgrund der fehlenden linksventrikulären Vorlast zum fehlenden linksventrikulären Auswurf trotz noch ausreichender linksventrikulärer Pumpfunktion.

THERAPIE

Kardiogener Schock aufgrund rechtsventrikulärer Dysfunktion

Beim Auftreten dieses kardiogenen Schockgeschehens verbietet sich die Gabe weiterer vorlastsenkender Medikamente (z. B.: Glyceroltrinitrat s. l., „Nitrospray“). Bei hämodynamischer Instabilität ist im Gegenteil ggf. sogar die Gabe von repetitiven Volumenboli (z. B.: 100–200 ml Vollelektrolytlösung) und Inotropika (z. B.: Dobutamin) angezeigt.

EKG-Befund

Eine rechtsventrikuläre Beteiligung beim inferioren STEMI ist mittels Aufzeichnung der rechtsthorakalen Brustwandableitungen (V_{1r} – V_{6r}) nachweisbar. Insbesondere ist mit einer ST-Hebung ≥ 1 mm in Ableitung V_{4r} die rechtsventrikuläre Beteiligung hochsensitiv und akkurat zu diagnostizieren [4].

Das Auftreten eines kardiogenen Schockgeschehens aufgrund eines STEMI mit rechtsventrikulärer Dysfunktion verlangt neben der schnellstmöglichen Versorgung im Herzkatheterlabor eine aufwendige intensivmedizinische Diagnostik und Therapie [3]. Durch die frühzeitige Diagnosestellung mithilfe der rechtsventrikulären Ableitungen ist neben der o. g. Therapie auch mit der überlegten Auswahl des Transportziels eine entscheidende Weichenstellung für den Patienten möglich.

Merke

Bei jedem (!) inferioren STEMI ist die Aufzeichnung der rechtsthorakalen Ableitungen zum Beweis einer rechtsventrikulären Beteiligung obligat.

Lewis-Ableitung/S5-Ableitung – eine nützliche Hilfestellung zur Darstellung atrialer Aktivität

Die Lewis-Ableitung, oder auch S5-Ableitung genannt (erstmalig von dem britischen Kardiologen Sir Thomas Lewis beschrieben), bietet eine elegante Hilfestellung zur besseren Darstellung vermuteter atrialer Aktivität [5]. Die Ableitungen werden daher vor allem zur Differenzierung von Tachykardien eingesetzt. Hierbei werden die Klebepositionen der Extremitätenableitungen so verändert, dass der atriale Depolarisationsvektor in günstigerem Winkel zu den Ableitungsvektoren liegt und dadurch besser im EKG dargestellt wird.

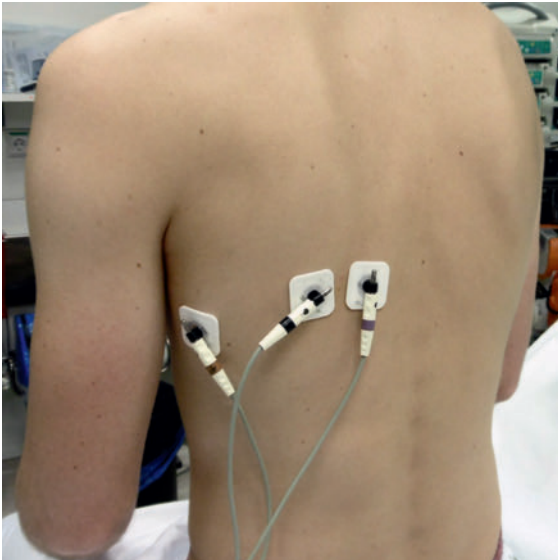
Es gibt unterschiedliche Möglichkeiten, die Elektroden zu positionieren, eine davon ist im Abschnitt „Schritt für Schritt“ beschrieben (s. u.), eine andere ist in der zitierten Arbeit nachzulesen [5]. Bei der in diesem Artikel dargestellten Variante handelt es sich um die am weitesten verbreitete, modifizierte Form der ursprünglich von Lewis dargestellten Elektrodenpositionen (\rightarrow S5-Ableitung), die eine noch bessere Darstellung der Vorhoffaktivität ermöglicht.

Beispielhafte Anwendungsmöglichkeiten bei kreislaufstabilen Patienten mit Schmal- oder Breitkomplextachykardien sind im Folgenden aufgelistet:

- Bei einer Breitkomplextachykardie beweist der Nachweis einer unabhängigen atrialen Aktivität im Sinne einer atrioventrikulären Dissoziation eine ventrikuläre Tachykardie.
- Nachweis von vorbekannten Sinus-P-Wellen zum Nachweis einer Sinustachykardie.
- Nachweis von Vorhofflatterwellen ggf. vor oder bei Unsicherheit im Adenosin-Test.
- Nachweis geordneter, jedoch unterschiedlich aussehender P-Wellen bei einer unregelmäßigen Tachykardie: Nachweis einer multifokalen atrialen Tachykardie zur Abgrenzung von vermutetem Vorhofflimmern.

Schritt für Schritt: die posterioren Ableitungen

Die aufgeklebten EKG-Elektroden sowie angebrachte EKG-Kabel (hier: Kabel zur eigentlichen Ableitung von V_4-V_6) zur Aufzeichnung der posterioren Ableitungen zeigt ► **Abb. 1**.



► **Abb. 1** Aufgeklebte EKG-Elektroden sowie angebrachte EKG-Kabel (hier: Kabel zur eigentlichen Ableitung von V_4-V_6) zur Aufzeichnung der posterioren Ableitungen.

Elektrodenpositionen der posterioren Ableitungen

- 1. V_7 : 5. ICR links, hintere Axillarlinie
- 2. V_8 : 5. ICR links, Skapularlinie
- 3. V_9 : 5. ICR paravertebral links

Merke

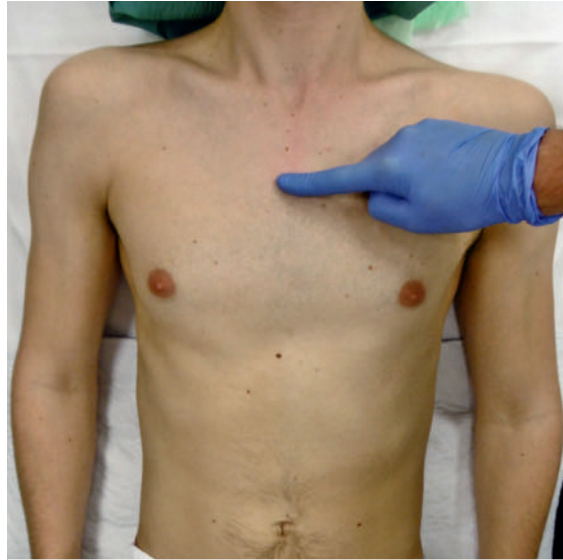
ST-Hebungen sind bereits ab 0,5 mm signifikant!

Schritt für Schritt: die rechtsthorakalen Ableitungen

TIPP

Zum richtigen Auffinden der Interkostalräume (ICR) bietet es sich zunächst an, am Sternum den Übergang vom Manubrium zum Corpus sterni – den sog. Angulus sterni – zu tasten (► **Abb. 2**). Hier setzt die 2. Rippe an. Darunter findet sich der 2. Interkostalraum.

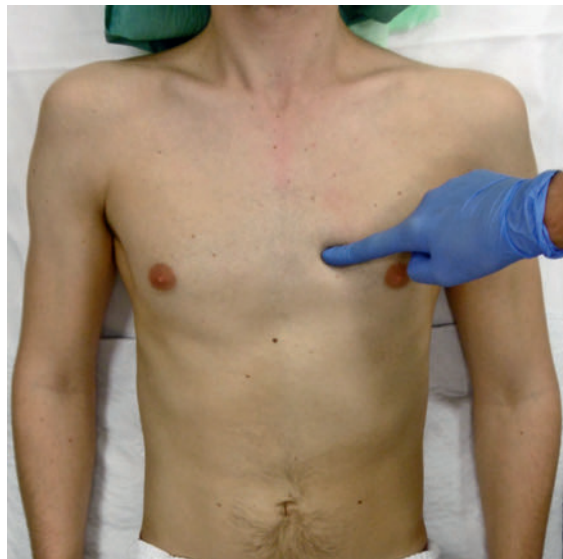
Schritt 1 Angulus sterni als erste Position tasten



► **Abb. 2** Angulus sterni als erste Position tasten.

Schritt 2 Aufsuchen des 4. Interkostalraums

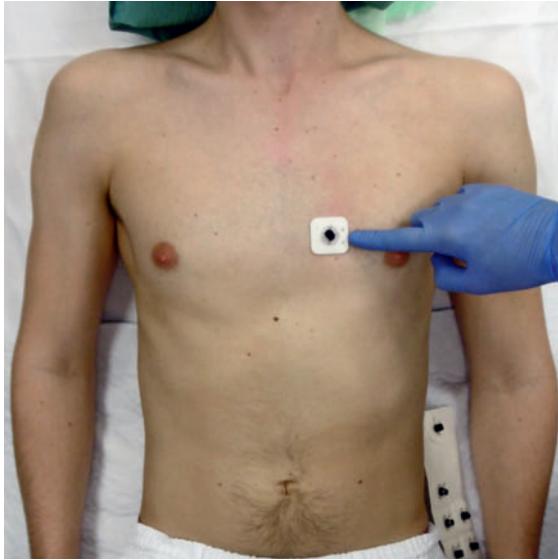
Das Aufsuchen des 4. ICR ist in ► **Abb. 3** dargestellt.



► **Abb. 3** Aufsuchen des 4. Interkostalraums (ICR).

Schritt 3 Aufkleben der Elektrode V_{1r} im 4. Interkostalraum links

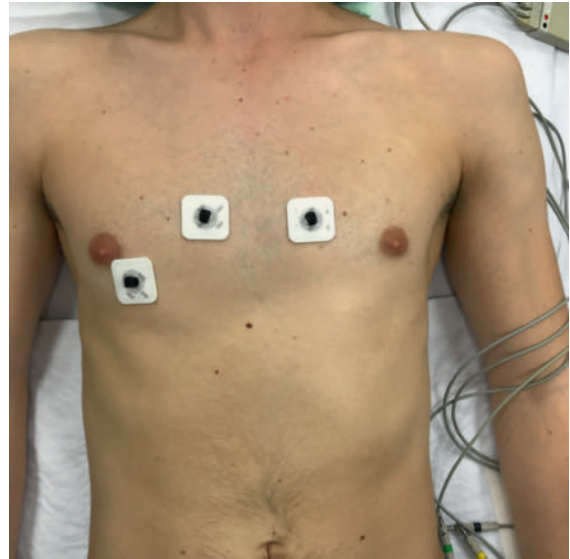
Die Position der Elektrode V_{1r} im 4. ICR parasternal links zeigt ► **Abb. 4**.



► **Abb. 4** Aufkleben der Elektrode V_{1r} im 4. Interkostalraum ICR parasternal links

Schritt 5 Aufkleben der Elektrode V_{4r} im 5. Interkostalraum in der rechten Medioklavikularlinie

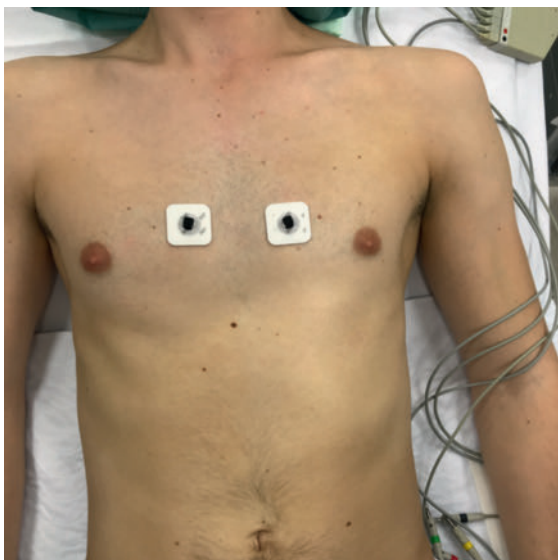
Die Position der Elektrode V_{4r} im 5. ICR in der rechten Medioklavikularlinie zeigt ► **Abb. 6**.



► **Abb. 6** Aufkleben der Elektrode V_{4r} im 5. Interkostalraum in der rechten Medioklavikularlinie.

Schritt 4 Aufkleben der Elektrode V_{2r} im 4. Interkostalraum rechts

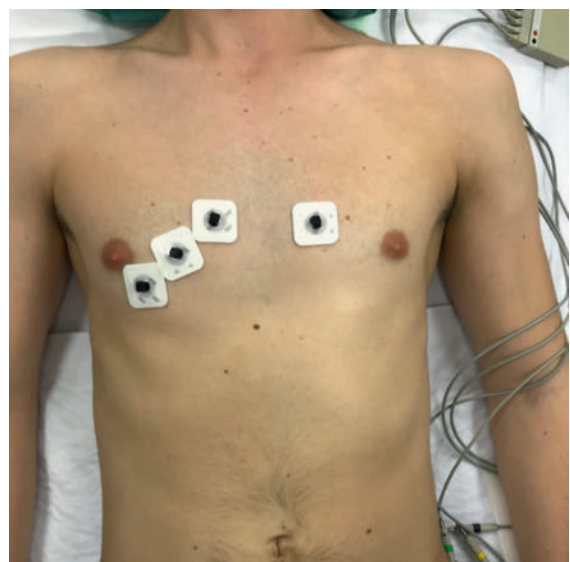
Die Position der Elektrode V_{2r} im 4. ICR parasternal rechts ist in ► **Abb. 5** dargestellt.



► **Abb. 5** Aufkleben der Elektrode V_{2r} im 4. Interkostalraum parasternal rechts (V_{2r}).

Schritt 6 Aufkleben der Elektrode V_{3r} in einer gedachten Linie von V_{2r} und V_{4r}

Die Position der Elektrode V_{3r} in einer gedachten Linie von V_{2r} und V_{4r} ist in ► **Abb. 7** dargestellt.

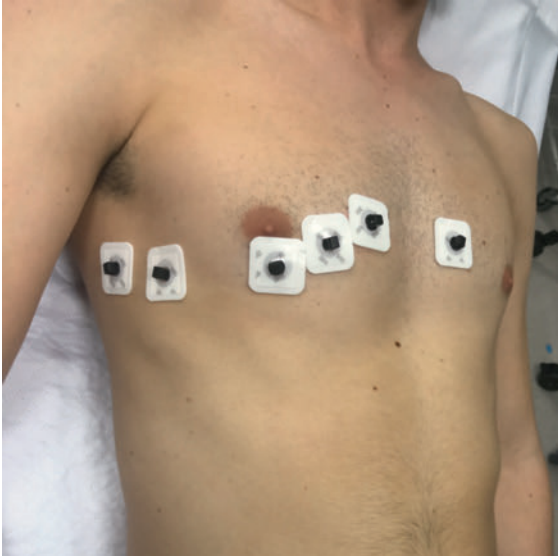


► **Abb. 7** Aufkleben der Elektrode V_{3r} in einer gedachten Linie von V_{2r} und V_{4r} .

Schritt 7 Aufkleben der Elektroden

V_{5r} und V_{6r}

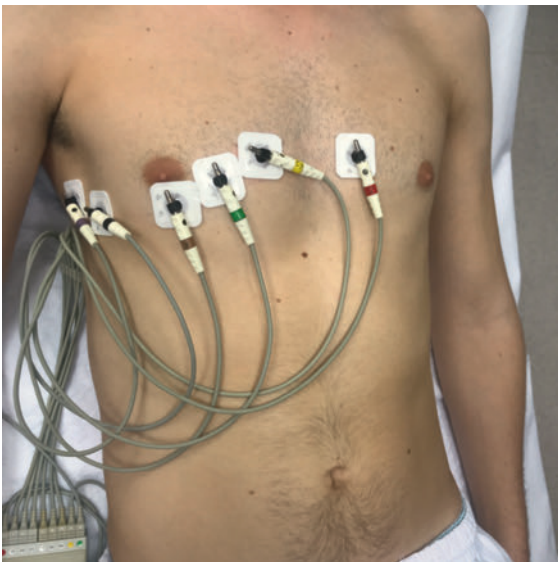
Die Positionen der Elektroden V_{5r} im 5. ICR in der vorderen Axillarlinie rechts sowie V_{6r} im 5. ICR in der mittleren Axillarlinie rechts zeigt ► **Abb. 8**.



► **Abb. 8** Aufkleben der Elektrode V_{5r} im 5. Interkostalraum (ICR) in der vorderen Axillarlinie rechts sowie V_{6r} im 5. ICR in der mittleren Axillarlinie rechts.

Schritt 8 Rechtsthorakale Ableitungen mit angeschlossenen EKG-Kabeln

► **Abb. 9** zeigt die rechtsthorakalen Ableitungen mit angeschlossenen EKG-Kabeln.



► **Abb. 9** Rechtsthorakale Ableitungen mit angeschlossenen EKG-Kabeln.

Merke

Zur Aufzeichnung der rechtsthorakalen Ableitungen V_{1r}–V_{6r} werden die EKG-Elektroden in selbiger Art und Weise auf der Thoraxwand positioniert wie die bekannten Brustwandableitungen V₁–V₆ – nur eben auf der rechten Thoraxseite.

Schritt für Schritt: Die modifizierte Lewis-Ableitung (→ S5-Ableitung)

Elektrodenpositionen der Extremitätenableitungen für die (modifizierte) Lewis-Ableitung (► **Abb. 10**):

- 1. „rechter Arm“ (rote Elektrode): Manubrium sterni
- 2. „linker Arm“ (gelbe Elektrode): 5. ICR parasternal rechts
- 3. „linkes Bein“ (grüne Elektrode): rechter unterer Rippenbogen
- 4. „rechtes Bein“ (schwarze Elektrode): verbleibt in gleicher Position am rechten Bein



► **Abb. 10** Die entsprechend umgeklebten Extremitätenableitungen zur Darstellung der modifizierten Lewis-Ableitungen am EKG-Monitor.



► **Abb. 11** Einstellung von „Ableitung I“ am EKG-Monitor zur Darstellung der Lewis-Ableitung.

TIPP

Am EKG-Monitor primär Ableitung I einstellen/ ausdrucken, da hier die Vorhofaktivität in der Regel am besten zu sehen ist (► **Abb. 11**).

Falls im Anschluss weiterhin Unsicherheit besteht, können jedoch auch alle weiteren (der hier modifizierten) Extremitätenableitungen am Monitor eingestellt und ausgedruckt werden und somit als Hilfestellung dienen.

Interessenkonflikt

Der Autor gibt an, dass kein Interessenkonflikt besteht.

Autorinnen/Autoren



Christoph Kersten

2005–2016 Ausbildung zum Rettungsassistenten und Anstellungen im Rettungsdienst, 2009–2016 Studium der Humanmedizin an der Goethe-Universität Frankfurt am Main, 2016–2018 Weiterbildungsassistent Anästhesiologie am Universitätsklinikum Frankfurt, seit 2018

Weiterbildungsassistent Innere Medizin am Universitäts-Notfallzentrum des Universitätsklinikums Freiburg. Schwerpunkte: EKG in der Anästhesiologie sowie in der klinischen und präklinischen Notfallmedizin.

Korrespondenzadresse

Christoph Kersten

Universitätsklinikum Freiburg
Universitäts-Notfallzentrum
Sir-Hans-A.-Krebs-Straße
79106 Freiburg
christoph.kersten@uniklinik-freiburg.de

KOORDINATION DER RUBRIK „SCHRITT FÜR SCHRITT“

Dr. Felix Girrbach, Leipzig

Literatur

- [1] Rasoul S, de Boer MJ, Suryapranata H et al. Circumflex artery-related acute myocardial infarction: limited ECG abnormalities but poor outcome. *Neth Heart J* 2007; 15: 286–290. doi:10.1007/BF03086001
- [2] Ibanez B, James S, Agewall S et al. 2017 ESC Guidelines for the management of acute myocardial infarction in patients presenting with ST-segment elevation. *Eur Heart J* 2018; 39: 119–177. doi:10.1093/eurheartj/ehx393
- [3] Inohara T, Kohsaka S, Fukuda K et al. The challenges in the management of right ventricular infarction. *Eur Heart J Acute Cardiovasc Care* 2013; 2: 226–234. doi:10.1177/2048872613490122
- [4] Zehender M, Kaspar W, Kauder E et al. Right ventricular infarction as an independent predictor of prognosis after acute inferior myocardial infarction. *N Engl J Med* 1993; 328: 981–988. doi:10.1056/NEJM199304083281401
- [5] Bakker ALM, Nijkerk G, Groenemeijer BE et al. The Lewis lead: making recognition of P waves easy during wide QRS complex tachycardia. *Circulation* 2009; 119: e592–e593. doi:10.1161/CIRCULATIONAHA.109.852053

Bibliografie

DOI <https://doi.org/10.1055/a-0944-8433>
Notfallmedizin up2date 2020; 15: 7–12
© Georg Thieme Verlag KG Stuttgart · New York
ISSN 1611-6550