



## Akutes Koronarsyndrom (ACS) Definition & Differenzialdiagnostik (inkl. 12-Kanal-EKG)

Akute myokardiale Ischämie ist die Hauptursache plötzlicher Herz-Kreislauf-Stillstände bei Erwachsenen, oftmals mit guter Prognose bei adäquater Therapie. Daher haben Prävention und Akuttherapie (auch unmittelbar nach erfolgreicher CPR) seit jeher einen festen Platz in den CPR-Leitlinien, im Wesentlichen in Übereinstimmung mit den einschlägigen kardiologischen Leitlinien (ESC, ACC/AHA, DGK).

### Definition und Diagnostik des ACS

Das ACS ist ein Überbegriff für die verschiedenen akuten Erscheinungsformen der koronaren Herzkrankheit (KHK), die anhand ihres klinischen Erscheinungsbildes nicht sicher zu diagnostizieren sind. Bei allen akuten Erscheinungsformen können Beschwerden wie ausstrahlende Thoraxschmerzen (länger als 10–20 min), Kurzatmigkeit, Schwitzen, Übelkeit u. a. m. auftreten.

Die wichtigste Differenzierung des ACS erfolgt mit Hilfe des **12-Kanal-EKG, welches zur Festlegung der weiteren Strategie schnellstmöglich abzuleiten ist** (innerhalb von 10 min nach Patientenkontakt im Rettungsdienst oder in der Klinik).

#### 1. ACS-Symptomatik + ST-Hebungen im EKG = STEMI

STEMI = ST-elevation myocardial infarction (Myokardinfarkt mit ST-Hebungen).

STEMI-Kriterien (nach ERC, 2010): ST-Hebung  $\geq 0,1$  mV in mind. 2 benachbarten Extremitätenableitungen und/oder ST-Hebung  $\geq 0,2$  mV in mind. 2 benachbarten Brustwandableitungen oder (vermutlich) neu aufgetretener Linksschenkelblock

#### 2. ACS-Symptomatik ohne ST-Hebungen im EKG = non-STEMI-ACS

Andere EKG-Veränderungen können, müssen aber nicht nachweisbar sein.

- a) **NSTEMI, wenn Troponin (T oder I) positiv** (non-ST-elevation myocardial infarction, Myokardinfarkt ohne ST-Hebungen)
- b) **UAP, wenn Troponin (T oder I) negativ** (unstable angina pectoris, instabile Angina pectoris)
- c) **Hoch-Risiko-non-STEMI-ACS:** NSTEMI oder UAP; zusätzlich Risikofaktoren wie dynamische EKG-Veränderungen, ST-Senkungen, hämodynamische oder rhythmologische Instabilität, Diabetes mellitus

### Unterschiedliche STEMI-Definitionen zwischen ERC und AHA

Eine 2007 publizierte international konsentiertere, universelle Neudefinition des Myokardinfarktes (ESC/ACCF/AHA/WHF, 2007 [18]), auf die sich auch die aktuellen ESC-Leitlinien zum STEMI (2008) stützen (in 2010 von der DGK „ratifiziert“ [17]), wurde in den aktuellen ERC-Leitlinien nicht berücksichtigt. Neuere Erkenntnisse zeigen, dass die genauen Grenzwerte für signifikante ST-Streckenerhöhungen abhängig von Geschlecht, Alter und Ableitung sind. Die AHA hat diesen Erkenntnissen folgend – auch unter Berücksichtigung einer neueren Empfehlung (AHA/ACCF/HRS, 2009) – ihre STEMI-Definition angepasst:

### EKG-Kriterien für STEMI

ERC (2005, 2010) [5], DGK (2004), AHA (2005)	ESC/ACCF/AHA/WHF (2007) [18], ESC (2008)**, DGK (2010)**	AHA (2010) [3]*
$\geq 0,20$ mV in Brustwandableitungen	♂: $\geq 0,20$ mV in $V_2/V_3$ ♀: $\geq 0,15$ mV in $V_2/V_3$	♂ (< 40J): $\geq 0,25$ mV in $V_2/V_3$ ♂ ( $\geq 40$ J): $\geq 0,20$ mV in $V_2/V_3$ ♀: $\geq 0,15$ mV in $V_2/V_3$
$\geq 0,10$ mV in Extremitätenableitungen	$\geq 0,10$ mV in allen anderen Ableitungen	$\geq 0,10$ mV in allen anderen Ableitungen

Der Nachweis einer ST-Strecken-Hebung ist jeweils in mind. 2 „elektrisch benachbarten“ Ableitungen zu erbringen. Die ST-Hebung wird direkt am J-Punkt gemessen (Übergang vom QRS-Komplex in die ST-Strecke). Ein (vermutlich) neu aufgetretener Linksschenkelblock wird jeweils den STEMI-Kriterien gleichgestellt.

\* Referenz: Wagner GS, Macfarlane P, Wellens H, Josephson M, Gorgels A, Mirvis DM, Pahlm O, Surawicz B, Kligfield P, Childers R, Gettes LS. AHA/ACCF/HRS recommendations for the standardization and interpretation of the electrocardiogram: part VI: acute ischemia/infarction: a scientific statement from the American Heart Association Electrocardiography and Arrhythmias Committee, Council on Clinical Cardiology; the American College of Cardiology Foundation; and the Heart Rhythm Society. J Am Coll Cardiol 2009;53:1003–11.

\*\* ESC und DGK listen zwar diese Kriterien in ihren Publikationen nicht explizit auf, jedoch „ratifiziert“ die DGK (2010) die ESC-Leitlinien (2008) für Deutschland und die ESC-Leitlinien (2008) verweisen wiederum auf ESC/ACCF/AHA/WHF (2007).

## EKG-Ableitung bei ACS

Um die genannten EKG-Kriterien für einen konkreten Patienten exakt nachweisen oder ausschließen zu können, ist ein korrekt abgeleitetes 12-Kanal-EKG erforderlich, das bei Verdacht auf einen rechtsventrikulären Infarkt (in jedem Fall bei vorliegenden Zeichen einer inferobasalen Ischämie / „Hinterwandinfarkt“) um die Ableitungen  $V_{3r}$  und  $V_{4r}$  erweitert werden sollte.

Bereits geringe Abweichungen der Elektrodenpositionen (wenige cm) von der vorgeschriebenen Normaposition können zu erheblichen Veränderungen des EKG-Bildes führen, sodass die o.g. Kriterien nicht mehr zuverlässig anwendbar sind und Fehldiagnosen möglich sind! Dies ist auch deshalb relevant, weil im Falle abweichender Elektrodenpositionen mehrere im Verlauf geschriebene EKG nicht mehr vergleichbar sind. Die Beurteilung wechselnder, dynamischer EKG-Veränderungen ist aber für Prognose und Therapie wichtig.

Die korrekten Elektrodenpositionen sind auf das Skelett bezogen (und nicht auf äußere Landmarken wie Mamillen, weibliche Brust o. ä.):

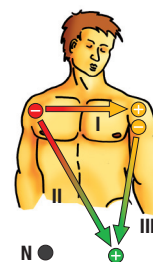
### Bipolare Extremitätenableitungen nach Einthoven: I, II, III

Korrekte Ableitungstechnik (nach DIN EN 60601-2-51, Code 1)

Rote Elektrode = **R** (rechts): rechter Arm (Nähe Handgelenk)

Gelbe Elektrode = **L** (links): linker Arm (Nähe Handgelenk)

Grüne Elektrode = **F** (Fuß): linkes Bein (Nähe Sprunggelenk)



Schaltung der Ableitungen (siehe nebenstehende Abbildung):

Ableitung **I** = L (⊕) – R (⊖); Ableitung **II** = F (⊕) – R (⊖); Ableitung **III** = F (⊕) – L (⊖)

Zur Erzeugung einer Einthovenabteilung kann jeweils die dritte Elektrode als Masse (Bezugselektrode) für eine Entstör-schaltung dienen. Zur synchronen Registrierung aller drei Einthovenableitungen ist eine vierte, schwarz kodierte Elektrode nötig (**N** = neutral; Position am rechten Bein, Nähe Sprunggelenk).

### Gewichtete (pseudo-) unipolare Extremitätenableitungen nach Goldberger (aVR, aVL, aVF)

(aV = augmented Voltage; Bezeichnung historisch)

Korrekte Ableitungstechnik (nach DIN EN 60601-2-51, Code 1)

Positionen der Elektroden (R, L, F, N) wie bei den Einthoven-Ableitungen (s. o.)

**Schaltung der Ableitungen: Die differentiellen Elektroden (⊕-Pol) sind:**

- bei Ableitung **aVR** die R-Elektrode (rechter Arm)
- bei Ableitung **aVL** die L-Elektrode (linker Arm)
- bei Ableitung **aVF** die F-Elektrode (linkes Bein)

**Die indifferente Elektrode (⊖-Pol)** wird jeweils aus den übrigen beiden Einthoven-Elektroden gebildet (Zusammenschaltung).

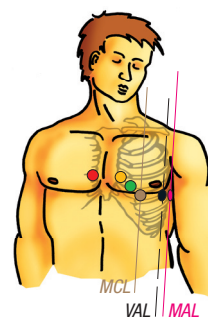
### Unipolare Brustwandableitungen nach Wilson ( $V_1$ bis $V_6$ )

Korrekte Ableitungstechnik (DIN EN 60601-2-51, Code 1)

Positionen der Extremitäten-Elektroden (R, L, F, N) wie bei den Einthoven-Ableitungen.

Positionen für die Brustwand-Elektroden:

- **C<sub>1</sub>** (für Abl.  $V_1$ ) = weiß/**rot**: 4. ICR parasternal rechts
- **C<sub>2</sub>** (für Abl.  $V_2$ ) = weiß/**gelb**: 4. ICR parasternal links
- **C<sub>3</sub>** (für Abl.  $V_3$ ) = weiß/**grün**: genau in der Mitte zwischen  $C_2$  und  $C_4$
- **C<sub>4</sub>** (für Abl.  $V_4$ ) = weiß/**braun**: 5. ICR links, MCL
- **C<sub>5</sub>** (für Abl.  $V_5$ ) = weiß/**schwarz**: Höhe von  $C_4$ , linke vordere Axillarlinie
- **C<sub>6</sub>** (für Abl.  $V_6$ ) = weiß/**violett**: Höhe von  $C_4$ , linke mittlere Axillarlinie



**Schaltung der Ableitungen:** Die Brustwand-Elektroden ( $C_1$ – $C_6$ ) stellen jeweils die **differentiellen Elektroden (⊕-Pole)** dar.

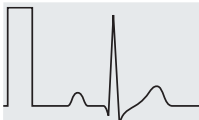
Die **indifferente Elektrode (⊖-Pol)** ist immer die Zusammenschaltung der Extremitätenelektroden R, L und F („konstruierter Nullpunkt in der Thoraxmitte“, Central Terminal nach Wilson).

Insgesamt muss bei der Ableitung eines 12-Kanal-EKG bei ACS größtmögliche Sorgfalt und Qualität gefordert werden:

- Korrekte Elektrodenposition (s. o.), Ableitung im Liegen
- Verbindung muss gut leitend sein (frische Klebeelektroden nur auf unbehaarte oder rasierte Haut aufbringen)
- Vermeiden von Artefakten, z. B. Verpolung, Zittern des Patienten (soweit möglich: warmer Raum, Zudecken, Beruhigen, Analgesie), Störquellen in der Umgebung, Patienten nicht berühren
- Korrekte Geräteeinstellung: Amplitude 1 cm/mV, Schreibgeschwindigkeit 50 (oder 25) mm/s, bestimmte Filter deaktivieren (Herstellerangaben beachten)
- Beschriftung mit Patientendaten und ggf. gesondert registrierten Ableitungen (z. B.  $V_{3r}$  und  $V_{4r}$ )

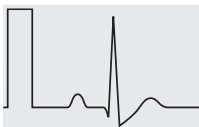
## Beurteilung der ST-Strecke

### Normale Variationen



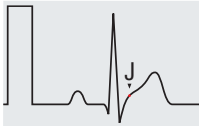
aszendierende ST-Senkung

Mögliche Ursachen: Sympathikotonie (meist physiologisch), Tachykardie



aszendierende ST-Senkung, abgeflachtes T, verkürzte QT-Zeit

Mögliche Ursachen: Tachykardie, „vegetative Dystonie“/erhöhter Sympathikotonus



aszendierende ST-Hebung mit erhöhtem Abgang (J-Punkt über der isoelektrischen Linie) als Zeichen einer „frühen Repolarisation“ (der J-Punkt sinkt bei Männern mit zunehmendem Alter auf das Niveau der isoelektrischen Linie ab, Frauen haben geringere J-Punkt-Erhöhungen als Männer), in  $V_1$ – $V_3$  meist physiologisch, wenn  $< 0,2$  mV

Mögliche Ursachen: Vagotonie (meist physiologisch, häufig bei trainierten jungen Männern/Ausdauersportlern), Bradykardie

### EKG-Veränderungen bei Herzinfarkt



#### Frühstadium: Erstickungs-T

Einige Sekunden bis ca. 30 min nach Ischämiebeginn: positives, spitzes, deutlich überhöhtes T („Erstickungs-T“ = Zeichen für Sauerstoffmangel am Herzmuskel).



#### Stadium I (akutes Stadium): ST-Hebung

Bis einige Stunden nach Ischämiebeginn = akuter, frischer Herzinfarkt: Hebung der ST-Strecke in mind. zwei „elektrisch benachbarten“ Ableitungen:

Die ST-Strecke geht vom absteigenden R ab und verschmilzt mit der T-Welle zu einer Kuppelform („T-en-dôme“).



#### Stadium II (Zwischenstadium): ST-Hebung, großes Q, spitznegatives T

Bis 2–3 Wochen nach Herzinfarkt: Weiterhin Hebung der ST-Strecke (evtl. Rückbildung), ab etwa 24 h nach Ischämiebeginn bildet sich eine tiefe Q-Zacke („Pardee-Q“: breiter als 0,02 s und tiefer als 1/4 der R-Zacke, nicht in aVR!), R-Verlust, spitznegatives T. (Achtung: bei ST-Hebung über einen Zeitraum von mehr als 6 Wochen an ein Herzwandaneurysma denken!) Ein Q in III gilt nur als Infarkt-Q, wenn es auch bei max. Inspiration die Infarkt-Q-Kriterien erfüllt (sonst: „respiratorisches Q“ als Normvariante); ein kleines Q kommt regelmäßig physiologisch vor in I, II,  $V_5$  und  $V_6$ . Ein Q in  $V_1$ – $V_3$  tritt z. B. bei VT oder Septumhypertrophie auf.



#### Stadium III (Endstadium): isoelektrische ST-Strecke, großes Q

Ab 3.–5. Monat nach dem Ereignis: Isoelektrische ST-Strecke (keine Hebung mehr), R-Zacke baut sich häufig wieder auf, weiterhin pathologische Q-Zacke, gelegentlich noch negatives T (meist wieder positiv)

→ Zeichen für eine Infarktnarbe.

## Diagnostische Fallstricke

### Differenzialdiagnose infarktverdächtiger ST-Hebung im EKG:

- Ischämie/Myokardinfarkt (STEMI, aber auch Prinzmetal-Angina, Kokain-induzierter Koronarspasmus)
- Residuales Herzwandaneurysma nach Herzinfarkt (persistierende Hebung > 6 Wochen ist verdächtig)
- Frührepolarisations-Muster (benigne, oft bei jungen Männern)
- Vagotonie, meist bei Sinusbradykardie (benigne, oft bei trainierten Sportlern)
- Linksschenkelblock
- Linksventrikuläre Hypertrophie (Spiegelbild v.a. in  $V_2/V_3$ )
- Akute Peri-/Myokarditis
- Lungenembolie
- Hyperkaliämie (T-Welle überhöht, QRS evtl. verbreitert), Hyperkalzämie (QT-Zeit verkürzt)
- Brugada-Syndrom (kombiniert mit Bild des inkompletten Rechtsschenkelblocks)
- Subarachnoidalblutung/intrazerebrale Blutung (CVA-Muster, cerebrovascular accident – häufiger deutliche T-Negativierungen/TU-Verschmelzungswellen)
- Osborn-Welle/J-Welle (bei Hypothermie)
- Nach elektrischer Kardioversion
- Herzkontusion
- Herz-Tumoren/Tumorinfiltration (selten)
- Akute Pankreatitis

Ischämieverdächtige Endstreckenveränderungen (z. B. ST-Senkungen, pathologische Q-Zacken) sind auch bei vielen anderen Erkrankungen sowie durch Medikamenteneinflüsse möglich.

### Wer noch mehr wissen möchte...

Ausführliche Informationen zur EKG-Ableitung und -Interpretation in der Notfallmedizin, insbes. bei Herzinfarkt, finden Sie in: Taschenatlas Rettungsdienst, Naseweis-Verlag (Neuaufgabe erscheint im Frühjahr 2011: 9. Auflage, ISBN 978-3-939763-09-3, ca. 660 Seiten, 26,90 EUR, Details unter [www.naseweis-verlag.de](http://www.naseweis-verlag.de)).

© Naseweis-Verlag, 2010 – Stand: 13.11.2010

Achtung: Dieses Dokument ist eine Ergänzung zu „Reanimation exakt 2010–2015“, Naseweis-Verlag, Ingelheim, 2010 (ISBN-13 978-3-939763-01-7). Die Informationen in diesem Dokument wurden mit größter Sorgfalt recherchiert und zusammengestellt; diese Angaben sind jedoch ohne Gewähr. Verlag und Autoren können keine Haftung für Schäden übernehmen, die aus der Verwendung dieser Informationen entstehen. Im Übrigen gelten für dieses Dokument die „Wichtigen Hinweise“ (Produkthaftung, Urheberrecht usw.) wie in „Reanimation exakt 2010–2015“ (Seite V) sowie die Angaben in der Einleitung (Seiten VI und VII).