

# KORONARE HERZERKRANKUNG (KHK) [I25.9]

**Internet-Infos:** [www.athero.org](http://www.athero.org); [www.khk.versorgungsleitlinien.de](http://www.khk.versorgungsleitlinien.de); [www.escardio.org](http://www.escardio.org)

**Syn:** Ischämische Herzkrankheit = IHK, „ischemic heart disease“ = IHD, „coronary artery disease“ = CAD, „coronary heart disease“ = CHD

**Def:** KHK ist die Manifestation der Arteriosklerose (= Atherosklerose) in den Herzkranzarterien. Bedingt durch flusslimitierende Koronarstenosen kommt es zur Koronarinsuffizienz = Missverhältnis zwischen Sauerstoffbedarf und -angebot im Herzmuskel. Die dadurch hervorgerufene Myokardischämie hat verschiedene Manifestationsformen:

1. Chronisches Koronarsyndrom (CCS) (bisher stabile Angina pectoris):
  - Verdacht auf KHK mit Symptomen der „stabilen“ Angina pectoris, mit oder ohne Dyspnoe, mit neu aufgetretenen Symptomen einer Herzinsuffizienz oder linksventrikulärer Dysfunktion
  - Asymptomatische oder symptomatische Patienten mit stabilisierten Symptomen < 1 Jahr nach ACS oder nach Revaskularisierung
  - Asymptomatische oder symptomatische Patienten > 1 Jahr nach Erstdiagnose einer KHK oder Revaskularisierung
  - Angina pectoris und Verdacht auf Vasospastik oder mikrovaskuläre Erkrankung
  - Asymptomatische Patienten mit beim Screening diagnostizierter KHK
2. Akutes Koronarsyndrom (ACS) umfasst 3 Entitäten:
  - Instabile Angina pectoris (AP) ohne Anstieg von Troponin
  - NSTEMI = non ST-segment-elevation myocardial infarction = Nicht-ST-Streckenhebungsinfarkt mit Anstieg von Troponin
  - STEMI = ST-segment-elevation myocardial infarction = ST-Streckenhebungsinfarkt mit Anstieg von Troponin und persistierender ST-Hebung (> 20 Min.)
3. Herzrhythmusstörungen (ventrikuläre Extrasystolen bis Kammerflimmern)
4. Plötzlicher Herztod

**Ep.:** Die KHK ist in den Industrieländern die häufigste Todesursache. In Deutschland sind 14 % der Todesfälle durch KHK verursacht. Die Lebenszeitprävalenz für die KHK in Deutschland beträgt 9,3% für die 40 - 79jährigen und ist damit eine der wichtigsten Volkskrankheiten.

Erstmanifestation der KHK:

- Angina pectoris: 55 %
- ACS: 25 %
- Plötzlicher Herztod: 20 %

**Ät.:** Kardiovaskuläre Risikofaktoren: Erhöhte Wahrscheinlichkeit einer Atherosklerose

1. Vor allem bei
  - LDL-Cholesterin-Erhöhung (Zielwert abhängig vom kardiovaskulären Risiko), HDL-Cholesterin-Erniedrigung (siehe Kap. Lipidstoffwechselstörungen)
  - Arterielle Hypertonie ( $\geq 140/90$  mmHg)
  - Diabetes mellitus:  $HbA_{1c} \geq 7\%$  ( $\geq 48$  mmol/mol Hb)
  - Tabakkonsum
  - KHK/Herzinfarkte bei erstgradigen Familienangehörigen vor dem 55 Lj. (m) bzw. 65 Lj. (w)
  - Lebensalter (m  $\geq 55$  J. ; w  $\geq 65$  J.) und männliches Geschlecht

Anm.: > 80 % der Patienten, die an einer KHK sterben, sind älter als 65 Jahre.

2. Seltener bei:
  - Atherogene Diät (protektiv ist die mediterrane Diät)
  - Adipositas, mit Betonung der abdominalen Fettspeicherung (Hinweis: Taillenumfang bei Männern > 94 cm, bei Frauen > 80 cm)
  - Körperliche Inaktivität; niedriger sozioökonomischer Status
  - Lipidstoffwechselstörungen: Andere als unter 1.1, z.B. Hypertriglyzeridämie ( $\geq 150$  mg/dl), Lp(a)-Erhöhung (Normwert < 30 mg/dl, <75 nmol/l)
  - Frühe Menopause
  - Hyperfibrinogenämie (> 3,5 g/l)
  - Leben unter erhöhter Feinstaubbelastung
  - Genetik: Identifizierte Genregionen, die mit einem erhöhten Herzinfarktrisiko assoziiert sind (z.B. 9p21.3).
  - Obstruktive Schlafapnoe, Z.n. thorakaler Bestrahlung, Z.n. HTX

Das 10-Jahres-Risiko kann mit Risikokalkulatoren (Algorithmen, Scores) errechnet werden:

1. PROCAM-Risikokalkulator auf der Basis der Prospektiven Kardiovaskulären Münster-Studie (tödliche und nicht-tödliche kardiovaskuläre Ereignisse; Internet: [www.chd-taskforce.com](http://www.chd-taskforce.com))

- **Hohes Risiko:** Multiple Risikofaktoren: 10-Jahresrisiko > 20 %
  - **Mittleres Risiko:** 2 Risikofaktoren: 10-Jahresrisiko 10 - 20 %
  - **Niedriges bis moderates Risiko:** 1 Risikofaktor: 10-Jahresrisiko von < 10 %
- 2.1 **ESC-SCORE** für tödliche kardiovaskuläre Ereignisse (Internet: [www.heartscore.org](http://www.heartscore.org))
- **Sehr hohes Risiko ( $\geq 10$  %)**
    - Dokumentierte kardiovaskuläre Erkrankung (z.B. Myokardinfarkt, ACS, CABG, zerebraler Insult), PAVK
    - Diabetes mellitus mit  $\geq 1$  Risikofaktor und/oder Endorganschädigung
    - Schwere chronische Nierenerkrankung (eGFR: < 30 ml/min/1,73 m<sup>2</sup>)
  - **Hohes Risiko (5 - 10 %)**
    - Diabetes mellitus ohne zusätzlichem Risikofaktor und ohne Endorganschädigung
    - Moderate chronische Nierenerkrankung (eGFR: 30 - 59 ml/min/1,73 m<sup>2</sup>)
  - **Moderates Risiko (1 - 5 %)**
  - **Niedriges Risiko ( $\leq 1$  %)**
- 2.2 **SCORE2, SCORE2-OP:** Geschlecht, Alter, Raucherstatus, systolischer Blutdruck und non-HDL-Cholesterin bestimmen das tödliche und nichttödliche kardiovaskuläre Risiko. Die Risikoklassen (niedrig-moderat, hoch, sehr hoch) für das kardiovaskuläre Risiko werden vom Lebensalter (< 50 J., 50 - 69 J., > 70 J.) und vom Lebensort (EU-Land) differenziert, die Therapie entsprechend variiert und stufenweise intensiviert (Internet: <https://u-prevent.com>).
3. **ASCVD Risk Estimator** (Internet: [www.tools.acc.org](http://www.tools.acc.org))
4. **CARRISMA-Risikokalkulator** (Internet: [www.carrisma-pocket-ll.de](http://www.carrisma-pocket-ll.de)). Das CARRISMA-System berücksichtigt die prognostische Bedeutung des BMI (kg/m<sup>2</sup>), die Anzahl der gerauchten Zigaretten und die körperliche Aktivität (kcal/Woche: 0 - 3.000).

#### Myokardinfarkte unter 30 Jahren finden sich bei:

- Familiäre Lipidstoffwechselstörungen
- Antiphospholipid-Syndrom und andere Ursachen einer Thrombophilie
- Hypothyreose (mit Hypercholesterinämie)
- Vaskulitiden (z.B. Panarteriitis nodosa, Kawasaki-Syndrom, Takayasu-Arteriitis)
- Koronarerkrankungen bei -anomalien und nach Operationen angeborener Herzfehler
- Drogenanamnese (z.B. Kokain, Marihuana)
- Hyperviskositätssyndrom (z.B. multiples Myelom, Polycythaemia vera, essenzielle Thrombozythämie)

#### **Koronare Versorgungstypen:**

Am häufigsten ist der ausgeglichene (normale) Versorgungstyp (60 - 80 %), hierbei versorgt die linke Koronararterie (LCA) die Vorderwand des linken Ventrikels und den größeren Teil des Kammerseptums. Die rechte Koronararterie (RCA) versorgt den rechten Ventrikel und die diaphragmale Hinterwand.

Davon abweichend findet man in je 10 - 20 % einen Rechtsversorgungstyp (Dominanz der RCA) oder einen Linksversorgungstyp (Dominanz der LCA).

Der Hauptstamm der LCA verzweigt sich in den Ramus interventricularis anterior (RIVA) = left anterior descending artery (LAD) und den Ramus circumflexus (RCX). In Abhängigkeit von der Zahl der stenosierten Gefäße (LAD, RCX, RCA) wird in 1-, 2- oder 3-Gefäßerkrankung differenziert.

#### **PPh:** Entsprechend der Verminderung des Durchmessers (in %) unterscheidet man verschiedene Schweregrade der Koronarstenosen:

Grad I: 25 - 49 %

Grad II: 50 - 74 % (signifikante Stenose)

Grad III: 75 - 99 % (kritische Stenose)

Die Perfusion der Koronararterien ist abhängig vom Perfusionsdruck während der Diastole, der Dauer der Diastole und dem Koronarwiderstand.

#### Der Koronarwiderstand setzt sich zusammen aus 3 Komponenten:

1. Proximale Komponente (abhängig von der Lumenweite der epikardialen Koronararterie)
2. Distale Komponente (Widerstand der intramyokardialen Arteriolen)
3. Extravasale Komponente (systolische Gefäßkompression infolge intramyokardialer Drucksteigerung)

Der O<sub>2</sub>-Bedarf ist in den Innenschichten des Myokards infolge der größeren Druckbelastung höher als in den Außenschichten. Daher manifestiert sich eine Myokardischämie zuerst im subendothelialen Myokard. Im Angina pectoris-Anfall nimmt der Perfusionsdruck im poststenotischen Bereich der Koronararterien ab, während der enddiastolische Druck steigt; bei transmuraler Hypoperfusion kommt es zu einer Verschlechterung der ventrikulärer Pumpfunktion.

Regionale Perfusionsstörungen des Myokards sind erst zu erwarten, wenn eine Koronarstenose bei Fehlen von effektiven Kollateralgefäßen > 50 % des Gefäßquerschnitts einengt. Sind > 75 % des Gefäßquerschnitts eingeengt (kritische Stenose), so ist bei Fehlen von kompensatorisch wirkenden Kollateralen die Koronarreserve erschöpft und es resultiert eine belastungsabhängige Angina pectoris.

Koronarreserve: Quotient des Blut-Volumenstroms unter Belastung und in Ruhe (normal: 5 - 6).  
Distal einer signifikanten Koronarstenose nimmt die Koronarreserve kontinuierlich ab.

**Pg.:** der KHK und der Koronarinsuffizienz:

I. Erhöhter Koronarwiderstand

1. Vasale Hauptfaktoren:

- Makroangiopathie (> 90 %): Stenosierende Arteriosklerose der großen epikardialen Koronararterien (KHK im engeren Sinne). Zum Infarkt kommt es meist durch das Aufbrechen eines arteriosklerotischen Atheroms (Plaque-Ruptur) und die Bildung eines gefäßverschießenden Thrombus.
- Mikroangiopathie (small vessel disease) der intramuralen kleinen Koronargefäße (< 10 %): Angina pectoris ohne Stenosen der großen epikardialen Koronararterien (INOCA - siehe unten)  
Ät.: Arterielle Hypertonie (hypertensive Mikroangiopathie), Diabetes mellitus, Vaskulitiden, Transplantatvaskulopathie
- Koronarspasmen können isoliert (z. B. bei Kokain, allergisch [Kounis-Syndrom], bei parenteraler Eisentherapie) oder zusätzlich bei vorhandener Makroangiopathie auftreten und INOCA (ischemia with no obstructive coronary artery disease) auslösen.
- Koronaranomalien: z.B. primäre Fehlbildungen mit Ursprung einer Koronararterie aus der Pulmonalarterie (Bland-White-Garland-Syndrom) oder der LCA aus dem rechten Sinus valsalvae und Verlauf zwischen Aorta und Arteria pulmonalis
- Arteriovenöse Koronarfistel
- Angeborene Myokardbrücken (Muskelbrücken) können in seltenen Fällen auch eine belastungsabhängige Angina pectoris verursachen (→ Graduierung der Stenose mittels quantitativer Koronarangiografie, intrakoronarem Ultraschall oder Doppler).

2. Myokardiale Zusatzfaktoren:

- Myokardhypertrophie
- Erhöhter enddiastolischer Ventrikeldruck
- Hypertonie, Tachykardie und Tachyarrhythmie bei Vorhofflimmern: Überschreiten Hypertonie und Tachykardie eine kritische Grenze (Anstieg der Herzarbeit), kommt es zur Manifestation eines Angina pectoris-Anfalles.

II. Extrakoronare Zusatzfaktoren:

1. Kardial: z.B. Aortenklappenfehler, hypertrophe Kardiomyopathie, Rhythmusstörungen

2. Extrakardial:

- Erhöhter O<sub>2</sub>-Bedarf (z.B. Fieber, Hyperthyreose, körperliche Arbeit)
- Erniedrigtes O<sub>2</sub>-Angebot (Anämie, Lungenerkrankung, Schlafapnoe-Syndrom, Aufenthalt in großen Höhen, CO-Vergiftung)
- Erhöhte Blutviskosität (Erythropoetin-Doping, multiples Myelom, Polycythaemia vera, Hyperfibrinogenämie)

**KL.:** Leitsymptom der Koronarinsuffizienz ist die Angina pectoris (Stenokardie): Vorwiegend retrosternal lokalisierte Schmerzen, die durch körperliche und psychische Belastungen ausgelöst werden und i.d.R. durch Ruhe innerhalb von 5 - 15 Min. bzw. nach Nitro-Einnahme innerhalb von 1 - 2 Min. abklingen.

Die Schmerzen können ausstrahlen zum Hals, Unterkiefer/Zähne, Schultergegend, linken (rechten) Arm bis in die ulnaren Fingerspitzen.

Kalte Außentemperatur und Nahrungsaufnahme (postprandiale AP) können die Schmerzen auslösen und verstärken. Manche Patienten klagen nur über retrosternales Druck- oder Engegefühl bzw. Brennen im Brustkorb.

**Beachte:** Der akute Brustschmerz als Leitsymptom kann bei Patienten mit Diabetes, Niereninsuffizienz, bei Frauen, alten Patienten über 75 J. und Herzoperierten/Herztransplantierten fehlen! Hier wird eventuell nur über unspezifische Symptome wie Übelkeit, Schwindel und Müdigkeit oder eine Ausstrahlung ins Epigastrium geklagt!

**Verlaufsformen und Kriterien der Angina pectoris (AP):**

• Typische AP

Alle Kriterien müssen erfüllt sein:

1. Retrosternale Beschwerden charakteristischer Ausprägung
2. Ausgelöst durch körperliche oder psychische Belastung
3. Rückgang der Beschwerden durch körperliche Ruhe und/oder nach Einnahme eines kurz wirkenden Nitrats

• Atypische AP

Zwei der Kriterien sind erfüllt.

• Nichtkardialer Schmerz

Nur eines oder keines der oben genannten Kriterien wird erfüllt.

### 1. Stabile AP:

Reproduzierbar durch körperliche und psychische Belastung auslösbare AP, die in Ruhe und nach Gabe von Nitraten verschwindet.

CCS-Klassifikation der AP (Canadian Cardiovascular Society):

I: Keine AP bei normaler körperlicher Belastung, AP bei schwerer körperlicher Anstrengung

II: Geringe Beeinträchtigung der normalen körperlichen Aktivität durch AP

III: Erhebliche Beeinträchtigung der normalen körperlichen Aktivität durch AP

IV: AP bei geringster körperlicher Belastung oder Ruheschmerzen

### 2. Instabile AP [I20.0]:

- Primär instabile AP: Jede Erstangina

- Sekundär instabile AP: Zunehmende Schwere, Dauer, Häufigkeit der Schmerzanfälle (Crescendo-Angina), Ruhe-Angina, Postinfarkt-Angina, zunehmender Bedarf an antianginösen Medikamenten

Die instabile AP gehört zum akuten Koronarsyndrom (ACS → siehe dort). Durch Troponin-Bestimmung und Ekg-Analyse weitere Differenzierung. Bei kritischer Koronarstenose eines größeren Gefäßes Gefahr der akuten Linksherzinsuffizienz und ihrer Komplikationen.

### 3. Sonderformen:

- Prinzmetal-Angina [I20.1] = Variant Angina: AP mit reversibler ST-Anhebung (!) ohne Anstieg von Troponin I oder T. Die Patienten zeigen koronarangiografisch oft Koronarstenosen, in deren Bereich es zu passageren Koronarspasmen kommen kann. Es besteht erhöhtes Risiko für akutes koronares Syndrom!

- "Walking through-Angina": AP zu Beginn einer Belastung, die bei weiterer Belastung verschwindet (Freisetzung vasodilatierender Metabolite)

- "Angina nocturna": Nachts aus dem Schlaf heraus auftretende AP und/oder Dyspnoe

## DD: Brustschmerzen:

### A) Kardiale Brustschmerzen:

- Angina pectoris und akutes Koronarsyndrom
- Postmyokardinfarkt-Syndrom (= Dressler-Syndrom, siehe unten)
- Häodynamisch wirksame Tachykardien
- Hypertone Krise
- Aortenvitien (Auskultation/Echokardiografie)
- Mitralklappenprolaps (Echokardiografie)
- Hypertrophische Kardiomyopathie (Ekg, Echokardiografie), Verstärkung der Angina durch Nitroglyzerin bei HOCM (siehe dort)
- Perimyokarditis (Auskultation, Ekg, Echokardiografie, MRT) inklusive COVID-19
- Stress-Kardiomyopathie (Tako-Tsubo-Kardiomyopathie - siehe oben)
- Koronaranomalien
- INOCA und MINOCA: Ischämie und Myokardinfarkt mit angiographischem Ausschluss von relevanten Stenosen epikardialer Gefäße. Abklärung mittels invasiver Techniken (IVUS), optischer Kohärenztomografie (OCT) und nichtinvasiver Bildgebung (MRT)

### B) Nichtkardiale Brustschmerzen:

- Pleurale/pulmonale Ursachen
  - Lungenembolie; chronisches Cor pulmonale
  - Pleuritis (atemabhängige Schmerzen, Auskultation)
  - Lungenkarzinom, Pancoast-Tumor, thorakale Metastasierung
  - Pleurodynie (Coxsackie B-Virusinfektion, Bornholm-Krankheit)
  - (Spannungs-)Pneumothorax
- Erkrankungen des Mediastinums und der Aorta:
  - Mediastinitis, Mediastinaltumor
  - Aortendissektion und/oder intramurale Hämatome der Aorta (CT, MRT, TEE)
- Ösophaguserkrankungen:
  - Refluxkrankheit (retrosternales Brennen, Sodbrennen → Endoskopie der Speiseröhre)
  - Motilitätsstörungen: Diffuser Ösophagusspasmus, Nussknackerösophagus, Achalasie
  - Mallory-Weiss-Syndrom
  - Boerhaave-Syndrom = spontane Ösophagusruptur durch Erbrechen (Sy.: Thorakaler Vernichtungsschmerz, Hautemphysem, Di.: Rö. Thorax + Ösophagus mit wasserlöslichen Kontrastmitteln)
- Erkrankungen der Rippen, Wirbelsäule, Nerven:
  - Vertebrale Thoraxschmerzen: HWS-/BWS-Osteochondrose, M. Bechterew
  - Tietze-Syndrom [M94.0] (schmerzhafte Schwellung der Rippen an der Knorpel-Knochengrenze)

- Thoraxtrauma, Rippenfraktur, Knochenmetastasen
- Herpes zoster
- **Abdominalerkrankungen mit thorakaler Schmerzausstrahlung:**
  - Akute Pankreatitis (Amylase, Lipase)
  - Gallenkolik (Sonografie), Cholecystitis
  - Roemheld-Syndrom (ein voller oder geblähter Magen kann Angina pectoris auslösen oder KHK-unabhängige Thoraxschmerzen verursachen)
- **Schmerzhafte Krisen bei Sichelzellanämie**
- **Funktionelle Thoraxschmerzen (Da Costa-Syndrom [F45.37])**  
Anamnese + Ausschluss anderer Ursachen!

**Merke:** 5 dramatische Ursachen des Thoraxschmerzes („big five“): ACS, Lungenembolie, Aortendissektion, Spannungspneumothorax und Boerhaave-Syndrom

- Di.:**
1. **Ermittlung des kardiovaskulären Risikos** für eine KHK („Vortestwahrscheinlichkeit“ = VTW): z.B. mittels PROCAM-Score oder HeartScore (SCORE2, SCORE2-OP)
  2. **Anamnese:** Das Vorhandensein typischer Angina pectoris-Anfälle macht die Diagnose einer KHK wahrscheinlich. Das Fehlen von typischen Angina pectoris-Anfällen schließt jedoch eine KHK nicht aus. Bei Diabetikern gehen > 50 % aller ischämischen Attacken ohne Schmerzen, bei Frauen vielfach mit untypischem Beschwerdebild einher.  
Klinische Vortestwahrscheinlichkeit für das Vorliegen einer stenosierenden KHK bei stabiler Angina pectoris (Internet: [www.escardio.org](http://www.escardio.org)):

Alter	Typische AP (%)		Atypische AP (%)		Nichtanginöser Brustschmerz (%)		Dyspnoe (%)	
	Mann	Frau	Mann	Frau	Mann	Frau	Mann	Frau
30 - 39	3	5	4	3	1	1	0	3
40 - 49	22	10	10	6	3	2	12	3
50 - 59	32	13	17	6	11	3	20	9
60 - 69	44	16	26	11	22	6	27	14
70+	52	27	34	19	24	19	32	12

Bei niedriger VTW < 5 % ist nach ESC-Leitlinie keine weiterführende Diagnostik notwendig. Bei mittlerer VTW von 5 - 15 % erfolgt eine nicht-invasive Diagnostik. Bei hoher VTW von > 15 % erfolgt eine nicht-invasive Diagnostik oder in Abhängigkeit von der Symptomatik eine invasive Diagnostik (Herzkatheter).

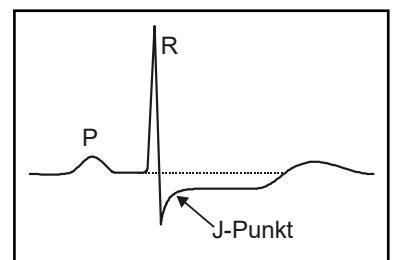
3. **Ruhe-Ekg**  
Solange kein Infarkt abgelaufen ist, ist das Ruhe-Ekg auch bei schwerer KHK in 50 % d.F. unauffällig. Typische Infarkt-Veränderungen bei STEMI (siehe unten). Vergleich mit Vor-Ekg!
4. **Transthorakale Echokardiografie (TTE)**
  - Ausschluss anderer Angina pectoris-Ursachen (z.B. Aortenklappenstenose, HCM)
  - Nachweis regionaler Wandbewegungsstörungen bzw. Aneurysma
  - Bestimmung der systolischen und diastolischen Funktion
5. **Ischämie-Diagnostik**

5.1. **Belastungs-Ekg (Ergometrie)**

Durch dynamische Belastung wird unter kontrollierten Bedingungen eine Steigerung des Herzzeitvolumens (SV x HF) und des O<sub>2</sub>-Bedarfs induziert. Bei signifikanter KHK wird durch verminderte O<sub>2</sub>-Versorgung eine Ischämie ausgelöst, die sich in Form einer ST-Veränderung manifestiert. Eingeschränkte Beurteilbarkeit bei Links-, Rechtsschenkelblock, WPW, Schrittmacher-Ekg. (SV = Schlagvolumen; HF = Herzfrequenz)

Typisch für Myokardischämie sind folgende ST-Veränderungen:

- Horizontale oder deszendierende reversible ST-Senkung von mind. 0,1 mV in den Extremitätenableitungen oder mind. 0,2 mV in den Brustwandableitungen
- Weniger spezifisch für eine Ischämie-reaktion ist eine träge aszendierende ST-Strecke, die 80 msec nach dem J-Punkt (junction-Punkt = Übergangspunkt zwischen S-Zacke und ST-Strecke) noch 0,1 mV unter der Nulllinie verläuft (rasch aszendierende ST-Verläufe sind meist tachykardiebedingte harmlose Befunde).
- ST-Hebung > 0,1 mV in Ableitungen ohne Q



**Beachte:** Diverse Medikamente (Digitalis, Chinidin, Antidepressiva) bewirken eine ST-Senkung und sollten, soweit klinisch vertretbar, vor dem Belastungs-Ekg abgesetzt werden. Die Sensitivität des Belastungs-Ekgs (= prozentualer Anteil von KHK-Patienten mit positivem Testergebnis) ist umso größer, je höher die ergometrische Belastung und die damit erreichte Herzfrequenz und je ausgeprägter und zahlreicher die Koronarstenosen sind. Maximale HF = 220 - Lebensalter; submaximale HF = 200 - Lebensalter. Bei bradykardisierender Medikation (z.B. Betablocker) Zielfrequenz um 10 - 15 % absenken. Ein unauffälliges Belastungs-Ekg ohne Erreichen der Ausbelastung ist hinsichtlich KHK nicht aussagefähig.

Das Risiko einer ergometrischen Belastung liegt in der Größenordnung von 1 - 2 schweren Zwischenfällen auf 10.000 Teste (Risiko für Kammerflimmern ca. 1 : 15.000, Todesfall 1 : 42.000). Daher muss Reanimationsbereitschaft gewährleistet sein (Defibrillator!).

- Ind: 1. Nachweis einer Myokardischämie als Folge einer KHK  
2. Erfassung belastungsabhängiger Rhythmusstörungen  
3. Analyse des Blutdruck- und Herzfrequenzverhaltens unter Belastung  
4. Beurteilung der Leistungsfähigkeit  
5. Risikostratifizierung: The Duke Score  
(siehe Internet [www.cardiology.org/tools/medcalc/duke/](http://www.cardiology.org/tools/medcalc/duke/))

#### **Absolute Kontraindikationen:**

- Hochgradige Hauptstammstenose der linken Koronararterie
- Instabile Angina pectoris und frischer Herzinfarkt
- Akute Endo-/Myo-/Perikarditis
- Schwere Herzinsuffizienz ( NYHA III und IV)
- Klinisch manifeste Herzfehler (insbes. schwere Aortenklappenstenose und HOCM)
- Bedeutendes Aneurysma des Herzens oder der Aorta
- Akute Aortendissektion
- Schwere pulmonale Hypertonie
- Schwere unkontrollierte Herzrhythmusstörungen
- Schwere Allgemeinerkrankungen, fieberhafte Infekte, Phlebothrombose, Lungenembolie u.a.

#### **Relative Kontraindikationen:**

- Nicht hochgradige Hauptstammstenose der linken Koronararterie
- Blutdruckkrise in Ruhe > 180/100 mmHg
- Bekannte Elektrolytstörungen
- Tachy- oder Bradyarrhythmie
- Höhergradige AV-Blockierungen
- QT-Verlängerungen! (Erhöhte Gefahr von Kammerflimmern)

#### **Absolute Abbruchkriterien:**

- Subjektive Symptome: Angina pectoris (→ Nitroglyzeringabe), Luftnot, Schwindel, muskuläre Erschöpfung
- ST-Senkung  $\geq 0,3$  mV
- ST-Hebung  $\geq 0,1$  mV
- Anhaltende ventrikuläre Tachykardien (> 30 Sek.)
- Blutdruckabfall > 10 mmHg mit Zeichen einer myokardialen Ischämie (Angina pectoris, ST-Senkung) oder fehlender systolischer Blutdruckanstieg

#### **Relative Abbruchkriterien:**

- Hypertensive Fehlregulation (syst. > 230 mmHg, diastolisch  $\geq 115$  mmHg)
- Polymorphe Extrasystolen, Couplets, Salven
- Supraventrikuläre Tachykardien
- Bradyarrhythmien
- Leitungsstörungen (höhergradiger AV-Block, Schenkelblock)

#### 5.2. **Langzeit-Ekg:**

Erfassung ischämiebedingter ST-Senkungen (und Rhythmusstörungen) unter den Bedingungen der täglichen Belastung (Arbeit - Freizeit - Nachtruhe); wichtig auch zur Diagnostik nächtlicher Angina pectoris-Anfälle (Angina nocturna) und stummer Ischämien.

#### 5.3. **Belastungstests zum Ischämienachweis in Kombination mit bildgebenden Verfahren:**

Vorteile: Deutlich höhere Sensitivität, Quantifizierung + Lokalisierung ischämischer Areale; bei eingeschränkter Aussagekraft der Ergometrie (siehe oben)  
Kontraindikationen entsprechend der Ergometrie und den Nebenwirkungen der eingesetzten Pharmaka.

#### - **Belastungsechokardiografie (Stressechokardiografie):**

a) Belastung mittels Ergometrie

b) Belastung mittels Pharmaka: z.B.

- Infusion eines Vasodilatators (z.B. Adenosin), der über Steal-Phänomen Ischämie in Stenosegebieten auslöst (Antidot: Theophyllin).

- Infusion eines kurz wirksamen Sympathomimetikums (Dobutamin), das den myokardialen O<sub>2</sub>-Verbrauch erhöht (Antidot: Betablocker).

Nachweis systolischer Wandbewegungsstörungen (WBS) als Folge einer belastungsinduzierten Myokardischämie. Bei WBS bereits unter Ruhebedingungen (z.B. nach Infarkt) ist die Beurteilbarkeit der Stress-Echokardiografie eingeschränkt.

Hohes Risiko für kardiale Ereignisse: WBS im Stressecho  $\geq 3$  Segmenten im 17-Segment-Modell des Herzens

Bei negativem Ausfall beträgt das kardiovaskuläre Risiko für Herzinfarkt oder Herztod  $< 1 \text{ \%}/\text{J}$ .

- **Stress-MRT mit Dobutamin:** Wenn bei KHK im Stress-MRT keine Durchblutungsstörung im Myokard nachweisbar ist: Günstige Prognose für die nächsten 3 J., auch bei alleiniger konservativer Therapie.

- **Nuklearmedizinische Diagnostik in Kombination mit Belastungstests:**

• **Myokardperfusionsszintigrafie (MPS) als Single-Photonen-Emissionscomputertomografie (SPECT)** mit <sup>99m</sup>Technetium-markierten Perfusionsmarker Sestamibi oder Tetrofosmin.

▪ Irreversibler Aktivitätsverlust in narbigen Myokardbezirken

▪ Reversible Aktivitätsminderung in ischämischen Myokardarealen unter Ergometerbelastung.

▪ Prognostische Bedeutung der MPS/SPECT wie bei Stress-MRT

▪ Hohes Risiko für kardiale Ereignisse bei Ischämie in 10 % des gesamten LV-Myokards (entsprechend  $\geq 2$  der 17 Segmente des Herzens)

• **Positronen-Emissionstomografie (PET):**

PET ist eine nicht-invasive Methode zur Beurteilung der myokardialen Perfusion und Vitalität. Sie erfordert die Verwendung Positronen-emittierender Isotope. Im dysfunktionellen Myokard belegt die Aufnahme von <sup>18</sup>Fluor-Desoxyglukose (<sup>18</sup>FDG) in Myozyten metabolische Aktivität und damit Vitalität. Durch N-13-Ammoniak, O-15-Wasser oder Rubidium-82 kann zwischen normalem, hibernating-, stunned- und nekrotischem Myokard differenziert werden. Das hibernating-Myokard (Myokard im „Winterschlaf“) ist definiert durch die verstärkte Aufnahme von FDG in Regionen mit vermindertem Blutfluss (PET mismatch). Eine regionale Dysfunktion bei normalem Blutfluss kennzeichnet ein stunned-Myokard. Eine gleichförmige Reduktion von Blutfluss und Metabolismus kennzeichnet eine Nekrose.

**Merke:** Ein unauffälliger Belastungstest zum Ischämienachweis hat eine hohe prognostische Bedeutung: Das Risiko für Infarkt/kardiovaskulären Tod ist in den folgenden 2 - 3 Jahren kaum erhöht. Strahlenbelastung berücksichtigen.

## 6. **Bildgebende Diagnostik zur Beurteilung der Koronararterien:**

### 6.1 **Mehrschicht-Spiral-CT (MSCT), Dual-Source-CT (DSCT):**

Geeignet zum Ausschluss einer KHK für Patienten mit niedriger bis mittlerer Vortestwahrscheinlichkeit. Die gute Sensitivität sowie ein negativer Vorhersagewert von nahezu 100 % machen das Kardio-CT zu einer aussagestarken Diagnostik. Auch Koronaraneurysmen, koronare Bypässe sowie Stents ab einer Größe von 3 mm können beurteilt werden. Darüber hinaus bietet das Verfahren im Gegensatz zum herkömmlichen invasiven Herzkatheter die Möglichkeit, die Gefäßwand und damit nicht-verkalkte („weiche“), gemischte und verkalkte Plaques darzustellen. Die Strahlenbelastung des Kardio-CT mit der aktuellen Gerätegeneration ( $\geq 256$  Detektionszeilen) liegt mit 1 mSv deutlich unter der invasiver Herzkatheter ( $< 6$  mSv). Limitationen: Calcium-Score von  $> 400$  sowie ausgeprägte Herzrhythmusstörungen.

6.2 **MR-Angiografie:** Das Stress-MRT ist geeignet, Myokard-Durchblutungsstörungen ohne Strahlenexposition nachzuweisen (alternativ Stressechokardiografie, Myokardperfusionsszintigrafie).

### 6.3 **Koronarangiografie:**

Indikation:

- Patienten mit AP der CCS-Klasse III und IV oder mit hoher klinischer Vortestwahrscheinlichkeit ( $> 85 \text{ \%}$ ) für das Vorliegen von Koronarstenosen

- Patienten aufgrund nichtinvasiver Diagnostik (siehe 4.3) mit hohem Risiko (ischämisch induzierte Wandbewegungsstörung  $> 10 \text{ \%}$  des linken Ventrikels)

- Patienten mit Hochrisikomerkmale, bei denen die nichtinvasive Diagnostik keinen zuverlässigen Ausschluss ergeben hat oder aufgrund von Behinderung oder Erkrankung nicht durchführbar ist.

Keine Indikation:

- Bei fehlender Bereitschaft des Patienten zu einer revaskularisierenden Therapie

- Bei fehlender therapeutischer Konsequenz

- Bei Patienten mit einer hohen Komorbidität, bei denen das Risiko der Koronarangiografie größer ist als der Nutzen durch die Sicherung der Diagnose

- Zugang:
- Punktion der A. radialis (Seldinger-Technik)
  - Punktion der A. femoralis (Judkins-Technik)

Evtl. ergänzende Diagnostik oder Therapieoptimierung (Stentimplantation):

- Intravaskulärer Ultraschall (IVUS): Beurteilung der Gefäß- und Plaquemorphologie
- Optische Kohärenz-Tomografie (OCT): Hohe Auflösung intramuraler und luminaler Gefäßstrukturen (z. B. Koronardissektion)
- Intrakoronare Dopplerflussmessung mit Bestimmung der fraktionellen Flussreserve (FFR), bzw. instantaneous wave free ratio (iwFR) zur Klärung der Relevanz mittelschwerer Stenosen (FFR  $\leq$  0,8, iwFR  $\leq$  0,89)

Ko.: Herzinfarkt, Kammerflimmern, zerebrale Embolie, Hämatome, Aneurysma spurium und AV-Fisteln an der Punktionsstelle; Gefäßspasmus (A. radialis), Kontrastmittel-Nephropathie (siehe unten)

Letalitätsrate: < 0,1 % (bei notfallmäßiger Indikation höher als bei elektiver Indikation)

Sensitivität und Spezifität bei KHK (Mittelwerte):

Methoden	Stenosegrad	Sensitivität (%)	Spezifität (%)
- Ergometrie	75	45 - 50	85 - 90
- Stress-SPECT/MPS:	70	73 - 92	63 - 87
- Stress-(Ergometrie)-Echo	70	80 - 85	80 - 88
- Stress-(Dobutamin)-Echo	70	79 - 83	82 - 86
- Stress-(Dobutamin)-MRT	70	79 - 88	81 - 91
- Vasodilatator-MRT	70	67 - 94	61 - 85
- Vasodilatator-PET	60	81 - 97	74 - 91
- Koronare CT-Angiografie	70	95 - 99	64 - 83
- Koronarangiografie	50	95 - 99	64 - 83

### Th.: **I. Kausal (inkl. Folgeschäden und Rezidive):**

- Ausschalten von Risikofaktoren einer Arteriosklerose:

- Primärprävention (vor Auftreten einer Gefäßerkrankung)
- Sekundärprävention (Vermeidung einer Progression der Gefäßerkrankung)
- Tertiärprävention (Vermeidung von Folgeschäden und Rezidiven nach Manifestation)

Zielwerte und Behandlung der Risikofaktoren:

- Lebensstiländerung: Beendigung des Rauchens (siehe Kap. XIII.2) vermindert das kardiovaskuläre 10-Jahresrisiko um bis zu 50 %!
- Gewichtsnormalisierung  $\rightarrow$  optimales Körpergewicht: BMI < 25 kg/m<sup>2</sup>, Taillenumfang < 94 cm (m) bzw. < 80 cm (w)
- Ernährung: Fettarme, ballaststoffreiche Kost, angereichert mit mehrfach ungesättigten Omega-3-Fettsäuren (z.B. Kaltwasserfische). Eine „mediterrane“ Kost (mit regelmäßigem Verzehr von Obst, Salat, Gemüse, Olivenöl, Fisch, mäßiger Weinkonsum) vermindert das kardiovaskuläre 10-Jahresrisiko um 50 % (Lyon Diet Heart Study), Alkoholaufnahme < 100 g/Woche.
- Kontrolliertes körperliches Training: 150 - 300 min/Woche mit moderater Intensität (64 - 76 % der maximalen Herzfrequenz) oder 75 - 150 min/Woche mit hoher Intensität (77 - 95 % der maximalen Herzfrequenz). In der Primärprävention vermindert sich das kardiovaskuläre 10-Jahresrisiko um bis zu 50 %. Leichte körperliche Belastungen erhöhen die Lebenserwartung um 3 Jahre.
- Erlernen von Stressbewältigung und Entspannungstraining
- Zielwert für den Blutdruck (siehe Kap. arterielle Hypertonie): Generell systolisch 120 - 130 mmHg, > 65 Jahre systolisch 130 - 140 mmHg
- Zielwerte für Lipide:  
Bei vorhandener KHK (Sekundärprävention): LDL-Cholesterin < 55 mg/dl (1,4 mmol/l) oder Senkung des Ausgangswertes um 50 % bei Nichterreichen des Zielwertes  
Nüchtern-Triglyzeride  $\leq$  150 mg/dl (1,7 mmol/l)  
Übrige Zielwerte für Primärprävention und Non-HDL-Cholesterin: Siehe Kap. Lipidstoffwechselförderung
- Optimale Einstellung eines Diabetes mellitus: HbA<sub>1c</sub>  $\leq$  7,0 % (53 mmol/mol)
- Grippeimpfung

### **II: Symptomatisch:**

Das CCS wird ambulant behandelt, das akute Koronarsyndrom ist eine absolute Indikation zur Klinikeinweisung mit Arztbegleitung (NAW), da erhöhtes Infarktrisiko mit evtl. rhythmologischen und/oder hämodynamischen Komplikationen besteht.



## Therapie des chronischen Koronarsyndroms:

### A) Medikamentös:

- Basistherapie (zur Verhinderung eines Myokardinfarktes und Senkung der Letalität):
  - Acetylsalicylsäure (ASS) 100 mg/d (NW + KI: Siehe Kap. Prophylaxe arterieller Thrombosen)  
Bei ASS-Unverträglichkeit; z.B. Clopidogrel (75 mg/d)  
Am Vortag einer geplanten PCI: ASS 300 mg, Clopidogrel 300 mg  
Bei Indikationsstellung zur Intervention im Katheterlabor: ASS 250 mg i.v. plus Clopidogrel 600 mg p.o. (Initialdosis) oder bei hohem ischämischen Risiko ASS 250 mg i.v. plus Prasugrel 60 mg p.o. (Initialdosis)
  - Betablocker (siehe unten)
  - Statine für alle Patienten in tolerierter Maximaldosis
  - ACE-Hemmer: Bei Herzinsuffizienz, Diabetes mellitus, arterieller Hypertonie
- Antianginöse, antiischämische Therapie
  - Betarezeptorenblocker  
Wi.: Senkung des myokardialen O<sub>2</sub>-Bedarfes durch Verminderung von Herzfrequenz, Kontraktilität und Blutdruck unter Belastung. Einziges Antianginosum mit prognostischem Nutzen (Senkung der Letalität), in den ersten 12 Monaten nach Infarkt und bei eingeschränkter linksventrikulärer Funktion  
NW: Dosisabhängiger negativ inotroper Effekt, Bradykardie, AV-Block  
KI: Asthma bronchiale, AV-Block II°  
(Weitere Einzelheiten und Präparate: Siehe Kap. Antiarrhythmika)
  - Kalziumantagonisten (KA):  
Die im Handel befindlichen L-Kanal-Antagonisten blockieren die L- (long lasting) Kalziumkanäle → Senkung des peripheren Gefäßwiderstandes (Nachlast)
    - Benzothiazepin-(Diltiazem-)Typ
    - Phenylalkylamin-(Verapamil-)Typ } Non-Dihydropyridin-Typ
Beide Gruppen zählen zu den Klasse IV-Antiarrhythmika und sollten nicht mit Betablockern kombiniert werden (Gefahr von höhergradigem AV-Block und/oder Bradykardie)
    - Dihydropyridin- (Nifedipin-)Typ: Präparate siehe Kap. HypertonieInd: KA können allein oder in Kombination mit Betablockern unter Berücksichtigung der NW eingesetzt werden. Dihydropyridin-KA sind im Zeitraum von 4 Wochen nach Herzinfarkt und bei akutem Koronarsyndrom kontraindiziert.
  - Nitrate  
Wi.: - Vasodilatation mit vorzugsweiser Vorlastsenkung → Abnahme des venösen Rückflusses → Abnahme von HZV, Herzarbeit, O<sub>2</sub>-Verbrauch des Herzens.  
- Kein Einfluss auf Prognose/Letalität (rein symptomatische Wirkung)  
NW: Kopfschmerzen, Blutdruckabfall, reflektorische Tachykardie, Toleranzentwicklung (Vermeidung durch nitratfreies Intervall von 8 - 12 h)  
KI: Hypotonie, Schock, hypertrophische obstruktive Kardiomyopathie (HOCM) und Aortenklappenstenose; gleichzeitige Verordnung von PDE-5-Hemmern (z.B. Sildenafil, Vardenafil, Tadalafil) → erhöhtes Risiko für Herzinfarkt!  
Kurzwirksame Nitrate: Therapie des akuten Angina-pectoris-Anfalls  
Glyceroltrinitrat (Nitroglyzerin):  
Dos: 1 - 2 (- 3) Hub sublingual (1 Sprühstoß = 0,4 mg), Wirkungseintritt innerhalb weniger Min., Abbau nach 20 - 30 min

Wirkung	Nitrate	Kalziumantagonisten	Betablocker
Sauerstoffverbrauch	↓	↓	↓
	Vorlastsenkung > Nachlastsenkung	Vorwiegend <u>Nachlast-</u> senkung (peripherer Widerstand ↓)	Verminderung von Nachlast und Herz- frequenz

### Zweitliniensubstanzen

#### 1. Langwirksame Nitrate: Zur Anfallsprophylaxe:

- Isosorbiddinitrat (ISDN):  
Dos: 1 x täglich 1 Retardpräparat mit 20 - 120 mg p.o.
- Isosorbid-5-Mononitrat (ISMN):  
Kein first-pass-Effekt in der Leber, Halbwertszeit von 4 - 5 h, Wirkdauer 8 h  
Dos: 1 x täglich 1 Retardpräparat mit 40 - 60 mg p.o.
- Pentaerithryltetranitrat (PETN): Dos: 2 x 50 mg/d p.o.

#### 2. Molsidomin: Wi., NW + KI ähnlich wie langwirksame Nitrate, jedoch geringe Toleranzentwicklung

Dos: 2 - 3 x 2 mg/d p.o. oder 8 mg/d als Retardpräparat

### 3. Ivabradin:

Wi.: If-Ionenkanalblocker des Sinusknotens. Die antiischämische Wirkung beruht wie bei Betablockern auf der Absenkung der Herzfrequenz. Kein Einfluss auf intraatriale, atrioventrikuläre und intraventrikuläre Überleitungszeiten.

Ind: Therapie der stabilen AP mit Sinusrhythmus bei KI oder Unverträglichkeit von Beta-blockern oder bei unzureichender Herzfrequenzeinstellung unter Betablockertherapie

NW: Lichtbedingte visuelle Symptome (Phosphene), Bradykardien, erhöhtes Risiko für Vorhofflimmern u.a.

KI: Herzfrequenz < 70/min; fehlender Sinusrhythmus, SA-Block, AV-Block III°, akutes Koronarsyndrom u.a.

WW: Keine gleichzeitige Therapie mit Verapamil, Diltiazem, CYP3A4-Inhibitoren

Dos: 2 x 5 mg/d, unter Frequenzkontrolle (!) Steigerung auf maximal 2 x 7,5 mg/d nach 3 Wochen

### 4. Ranolazin

Wi: Selektiver Hemmer des späten Na<sup>+</sup>-Einstroms und der Kalziumüberladung

Ind: Zusatzmedikament bei unzureichender Wirkung der anderen antianginösen Medikamente; Günstige Effekte bei Diabetikern mit höheren HbA<sub>1c</sub>-Werten

NW: QT-Verlängerung

KI: Schwere Niereninsuffizienz (GFR < 30 ml/min)

Dos: 2 x 375 mg (initial), 2 x 500 mg (nach 2 Wochen)

### 5. Trimetazidin

Wi.: Hemmung der Beta-Oxidation der Fettsäuren und Verstärkung der Glukoseoxidation (siehe Internet - in Deutschland nicht im Handel)

## B) Revaskularisation

**Prognostische Indikation:** Linker Hauptstamm > 50 %, proximaler LAD > 50 % und 2- oder 3-Gefäßerkrankung mit eingeschränkter linksventrikulärer Funktion (LV-EF: < 35%) mit dokumentierter Ischämie oder hämodynamischer Relevanz (FFR [fraktionelle Flussreserve] < 0,80, iwFR [instantaneous wave free ratio] < 0,89)

**Symptomatische Indikation:** Jede Stenose > 50 % mit limitierender Angina unter optimaler Therapie

Ziele: - Myokardiale Perfusionsverbesserung

- Besserung der Angina pectoris-Symptomatik

- Senkung des (Re-)Infarktrisikos

- Verbesserung von Belastbarkeit und Prognose bei KHK

**Revaskularisationsart: Perkutane coronare Intervention (PCI) versus Coronary Artery Bypass Graft (CABG):** Entscheidungsfindung im Herzteam entsprechend der Koronarmorphologie, z. B. Syntax Score, ein angiografischer Score, der alle Stenosen der KHK erfasst (→ siehe [www.syntaxscore.com](http://www.syntaxscore.com)).

Als Therapie der Wahl gilt die PCI bei Ein- und Zwei-Gefäßerkrankungen ohne proximale LAD-Stenose. PCI und CABG gelten als gleichwertige Therapien bei Ein- und Zwei-Gefäßerkrankung mit proximaler LAD-Stenose und Hauptstammstenose mit niedrigem Syntax-Score (≤ 22). Bei komplexer Dreigefäßerkrankung und/oder Hauptstammkrankung und bei Patienten mit Diabetes mellitus und Mehrgefäßerkrankung ist CABG Therapie der Wahl.

### ▶ **Perkutane coronare Intervention (PCI) = PTCA (perkutane transluminale coronare Angioplastie):**

1. Standardmethode: Ballonkatheterdilatation mit nachfolgender Stentimplantation

2. Stentimplantation → 3 Ziele:

- Beseitigung von (drohenden) Akutverschlüssen nach PCI

- Verbesserung der Gefäßdurchgängigkeit nach unzureichendem PCI-Ergebnis

- Verminderung der Restenoserate im Vergleich zur PCI

Stenttypen:

- Drug eluting stents (DES):

Diese sind zur Vermeidung einer überschießenden Intimahyperplasie mit Gefahr der Restenosierung mit antiproliferativen Substanzen beschichtet sind, z.B. Sirolimus, Everolimus, Zotarolimus, Biolimus A9 (Immunsuppressiva), Paclitaxel (Chemotherapeutikum). Aufgrund der verzögerten Endothelialisierung bedarf es einer längeren dualen Plättchenhemmung.

- Unbeschichtete Metallstents (bare metal stents = BMS)

- Resorbierbare koronare Gefäßgerüste (Scaffold): Polymere Milchsäure, degradable Magnesiumlegierungen werden nach einer Stützphase von Monaten umgebaut und erlauben eine Wiederherstellung der Gefäßfunktion und -beweglichkeit. Eine Medikamentenbeschichtung erfolgt mit Everolimus.

3. Andere Kathetermethoden haben nur bei speziellen Indikationen begrenzte Bedeutung:
- Rotationsangioplastie (Rotablation): Stark verkalkte Stenosen, Abgangsstenosen
  - Direktionale coronare Atherektomie (DCA) bei ostialen Stenosen
  - Ultraschallangioplastie/koronare Lithotripsie
  - Cutting balloon: Behandlung komplexer Stenosen
  - Medikamentenbeschichteter Ballon: Rezidivstenosen
  - Laser-PCI (z.B. bei verkalkten Stenosen)

Erfolgsquote der PCI: Unmittelbare Erfolgsquote bis 95 % (verbleibender Stenosegrad < 50 %). Schwere kardiale und zerebrale Komplikationen (MACCE: Tod, Myokardinfarkt, apoplektischer Insult): Bei stabiler Angina pectoris < 0,5 %, bei instabiler Angina pectoris bis 1 %

Prophylaxe von Restenosen durch duale Antiplättchentherapie (DAPT): ASS 100 mg/d **plus** Clopidogrel 75 mg/d - Dauer der dualen Plättchenhemmung: 6 Monate, ASS wird lebenslang gegeben.

Komplikationen:

- Dissektion der Koronararterie mit akutem Koronarverschluss (7 % bei PCI) und evtl. Infarkt (2 %) → 3 Therapiemöglichkeiten:
    1. Einbringen eines Stents = Methode der 1. Wahl (Erfolgsrate 85 %)
    2. Notfallmäßige Bypassoperation
    3. Konservative intensivmedizinische Infarkttherapie.
  - Stentthrombose: Früh bis 30 Tage, spät bis ein Jahr, sehr spät länger als ein Jahr je nach Risikosituation und Stentart 1,5 - 2,0%  
**Cave**: NSAR nicht in Kombination mit ASS/Clopidogrel!
  - Restenosierungen: Nach Ballondilatation bis 40 %, nach Stentimplantation < 30 %, nach DES < 10 %, wobei sich 95 % der Restenosen innerhalb von 6 Monaten bilden. Die meisten Patienten mit Restenose können ohne erhöhtes Risiko einer erneuten Stentimplantation zugeführt werden.
  - Intravasale Embolisierung (Einsatz von Protektionssystemen in Bypässen)
- **Operative Koronarrevaskularisation = Aortokoronare Bypass-Op. = ACB-Op. (CABG = coronary artery bypass graft)**

Voraussetzung:

- Nachweis vitalen Myokards im Revaskularisationsbereich
- Anastomosierbare periphere Koronararterie, umfassende arterielle Revaskularisation

Ind: siehe oben

KI (relativ): - Generalisierte (proximal + distal lokalisierte) Koronarsklerose  
- Erheblich eingeschränkte Pumpfunktion des Herzens (Auswurfraction des linken Ventrikels < 20 - 30 %)  
- Bedeutsame Komorbiditäten mit zu großem Op.-Risiko

**Operationsverfahren**

- Klassisch:  
Sternotomiezugang, Stilllegen des Herzens unter Verwendung einer Herz-Lungen-Maschine
  - Überbrückung der Koronarstenose mittels der rechten oder linken A. thoracica (mammaria) interna (RIMA- bzw. LIMA- (ITA-)Bypass)
  - A. radialis-Bypass; seltener A. gastroepiploica-Bypass
  - Aortokoronarer Venenbypass (ACVB)
- Minimal invasiv:
  - MIDCAB (minimally invasive direct coronary artery bypass): Revaskularisation des Ramus interventricularis anterior (RIVA) mit linksseitigem Arteria-mammaria-interna-Bypass (LIMA-Bypass) am schlagenden Herzen nach linker anterolateraler Minithorakotomie
  - TECAB (totally endoscopic coronary artery bypass)
  - OPCAB („off-pump coronary artery bypass“): Operative Revaskularisation einer Mehrgefäßerkrankung am schlagenden Herzen (ohne Herz-Lungen-Maschine) über eine partielle oder komplette Sternotomie
  - Hybrid-Verfahren (Kombination von MIDCAB und PCI, z.B. bei fehlendem Bypassmaterial)

Ergebnisse:

- Klinikletalität bei CCS, normaler linksventrikulärer Funktion und elektiver Operation: Ca. 1 - 3 % (bei instabiler Angina pectoris u./o. Herzinsuffizienz 3 - 6 %). Perioperativ treten bei ca. 5 % der Patienten (meist kleine) Herzinfarkte auf.

- Zerebrale Insulte (1 - 2 %), 0,5 % bei Anwendung Non-touch-Verfahren (Nichtkanülieren und Nichtausklemmen der Aorta)
- 80 % der Patienten sind postoperativ beschwerdefrei.
- Jährliche Sterberate 1 - 2 % → 10-Jahresüberlebensrate ca. 80 % (bei Patienten mit eingeschränkter linksventrikulärer Funktion sind die Ergebnisse ungünstiger).
- Offenheitsrate:  
 Venenbypass: 32 - 71 % nach 10 Jahren  
 IMA-Bypass: 90 - 95 % nach 10 Jahren! Nach IMA-Bypass sterben innerhalb von 15 Jahren 27 % weniger Patienten als nach Venenbypass!  
 A. radialis-Bypass: 63 - 83 % nach 10 Jahren

#### Nachbehandlung nach Bypass-Op.:

Als Dauertherapie werden Thrombozytenaggregationshemmer eingesetzt (ASS 100 mg/d). Bei Unverträglichkeit von ASS Wechsel auf P2Y<sub>12</sub> Rezeptorantagonist (z.B. Clopidogrel)

### **C) Therapierefraktäre KHK:** 1. Koronarsinus Reducer (→ *siehe Internet*), 2. Herztransplantation

**Prq:** Folgende Faktoren bestimmen den Verlauf der KHK:

#### 1. Lokalisation der Stenosen und Zahl der betroffenen Koronararterien:

Jährliche Letalitätsraten (ohne Revaskularisation):

- 1-Gefäßkrankung: 3 - 4 %
- 2-Gefäßkrankung: 6 - 8 %
- 3-Gefäßkrankung: 10 - 13 %
- Hauptstammstenose der LCA: > 30 %

#### 2. Ausmaß der Myokardischämie: Mit dem Nachweis einer Ischämie, der Häufigkeit und Schwere der Angina pectoris-Anfälle steigt das Infarkttrisiko.

#### 3. Funktionszustand des linken Ventrikels: Mit zunehmender Linksherzinsuffizienz und Auftreten höhergradiger ventrikulärer Rhythmusstörungen verschlechtert sich die Prognose (siehe Herzinsuffizienz). Eine Ruhe-EF < 35 % geht mit einer jährlichen Mortalitätsrate von > 3 % einher.

#### 4. Progression der koronaren Herzkrankheit, abhängig vom Ausmaß der Gefäßrisikofaktoren: siehe Risikostratifizierung (siehe oben)!

Anm.: Nach den Ergebnissen der COURAGE-Studie verbessert PCI-Therapie bei stabiler KHK, die optimal medikamentös behandelt wird, nicht signifikant die Prognose (Beobachtungszeitraum 4,6 J.).

## AKUTES KORONARSYNDROM (ACS) [I24.9]

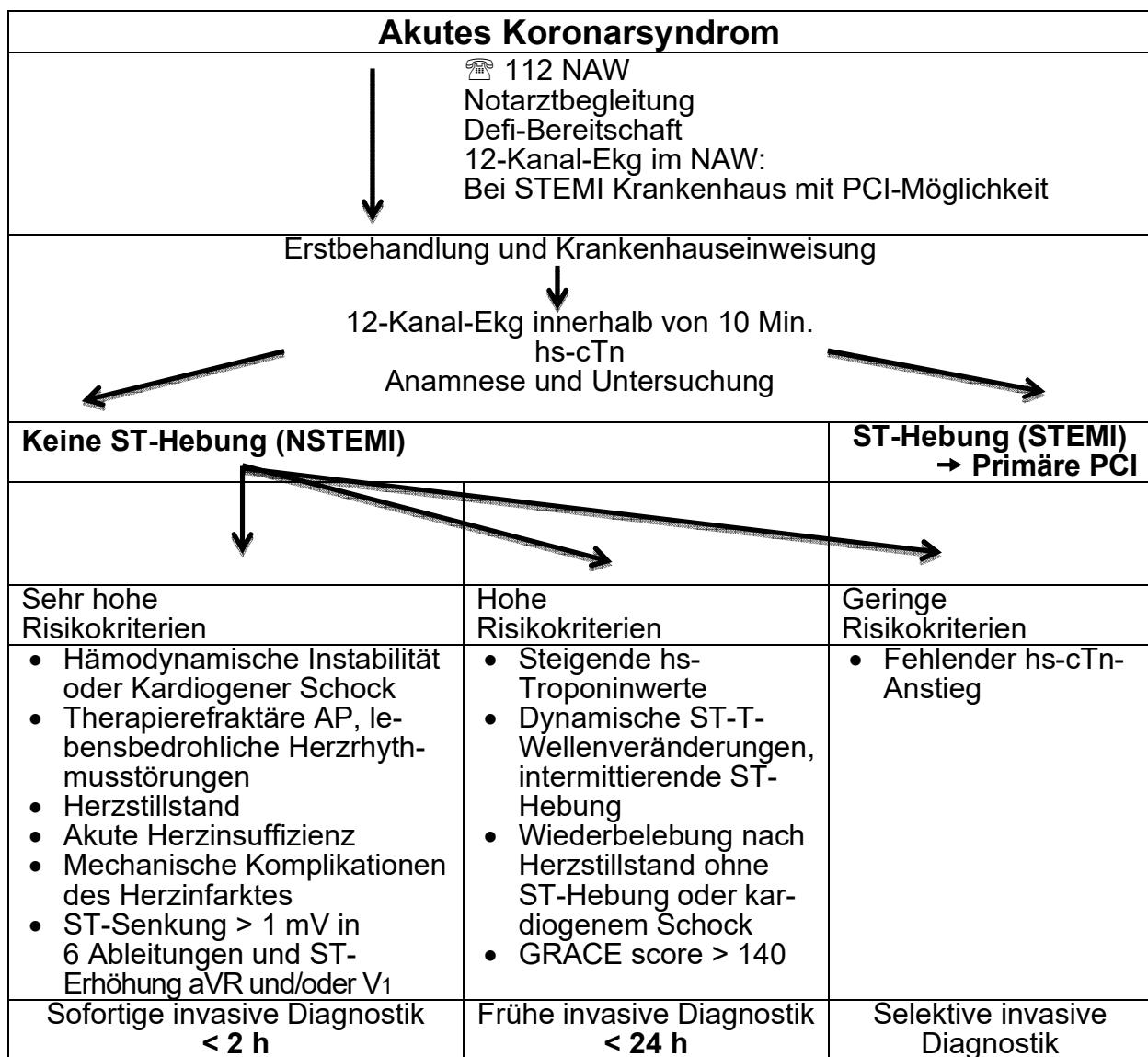
**Internet-Infos:** siehe Internet [www.dgk.org/leitlinien](http://www.dgk.org/leitlinien)

- Def:**
1. Nicht-ST-Streckenhebungsinfarkt (NSTEMI): Anstieg von Troponin, aber keine persistierende ST-Hebung (evtl. ST/T-Alterationen)
  2. ST-Streckenhebungsinfarkt (STEMI): Anstieg von Troponin plus persistierende ST-Hebung (> 20 Min.)
  3. Instabile Angina pectoris ohne Troponin-Anstieg

**Di.:** Das führende Symptom ist der Brustschmerz unter Berücksichtigung von Schmerzcharakter, Alter, Begleiterkrankungen und kardiovaskulären Risikofaktoren. Die Klassifikation der Patienten basiert auf den aktuellen Ekg-Veränderungen (ST-Verlauf, neu aufgetretener LSB und RSB) und den Troponinwerten.

Bei Einsatz des hochsensitiven cardialen Troponins (hs-cTn) ist bei niedrigem Ausgangswert zum Zeitpunkt des Erstkontaktes und fehlendem Anstieg zum Zeitpunkt der Kontrolle (1 Std. nach dem Erstkontakt) ein Herzinfarkt auszuschließen. Ein Herzinfarkt ist hochwahrscheinlich, wenn zum Zeitpunkt der Erstbestimmung zumindest moderat erhöhte Werte vorliegen, die bei der Zweitbestimmung deutlich ansteigen.

Andere Ursachen für eine hs-cTn Erhöhung: Myokardschaden (ohne akute Ischämie), MINOCA, spontane Koronardissektion, Lungenembolie (DD !), Myokarditis, kardiale Dekompensation, Herz-Op., PCI, hypertensive Krise, Stress-Kardiomyopathie, Aortenklappenstenose, Aortendissektion, Tachy- oder Bradyarrhythmien, infiltrative Erkrankungen (Amyloidose, Sarkoidose, Hämosiderose), chronische oder akute Niereninsuffizienz, neurologische Ereignisse (Apoplex, subarachnoidale Blutung), Sepsis, starke körperliche Belastung (z.B. Marathonlauf) u.a.



\*) **GRACE-Risk-Score:** Mithilfe von mehreren Risikoparametern wird beim ACS ein Punktwert ermittelt. Liegt das Ergebnis unter 108 Punkten, ist das Risiko der Patienten, im Krankenhaus zu sterben < 1 %. Ein mittleres Risiko (1 - 3 %) haben Patienten mit 109 bis 140 Punkten. > 140 Punkte sind mit einer Sterberate im Krankenhaus von > 3 % assoziiert.  
(GRACE-Risk Score Calculator → *siehe Internet [www.outcomes-umassmed.org/grace/](http://www.outcomes-umassmed.org/grace/)*)

**Th.:** ■ **Erstbehandlung:**

- **Sauerstoffgabe** über Nasensonde (4 - 8 l/min) bei Sauerstoffsättigung < 90 % (Pulsoxymetrie-Kontrolle), Oberkörper erhöht lagern bei Atemnot und akuter Herzinsuffizienz
- **Nitroglycerin** 1 - 3 Hub (1 Hub = 0,4 mg) sublingual, in der Klinik über Perfusor (1 - 5 mg/h i.v.).  
KI: RR < 90 mmHg, Einnahme von PDE-5-Inhibitoren u.a.
- Nur **bei starken Schmerzen Morphine** 3 - 5 mg i.v., danach 2 mg alle 5 - 15 Min. bis zur Schmerzfreiheit (mögliche Resorptionshemmung von p.o. verabreichten Clopidogrel).  
NW: Atemdepression, Hypotonie, Übelkeit
- Bei Übelkeit / Erbrechen Antiemetika (z.B. Metoclopramid)
- Bei vagaler Reaktion Atropin 0,5 mg i.v.
- **Thrombozytenaggregationshemmer:** Alle Patienten mit ACS erhalten ASS

■ **Weitere Behandlung in Abhängigkeit von Ischämie und Blutungsrisiko (CHA<sub>2</sub>DS<sub>2</sub>-Vasc, HAS-BLED-Score:**

- Hohes/mittleres Ischämierisiko: Mehrgefäß-KHK, Diabetes mellitus, Rezidiv-Myokardinfarkt, pAVK, chronische Niereninsuffizienz.
- Hohes Blutungsrisiko (ARC-HBR-Definition): Intrakranielle Pathologien, Z.n. intrazerebraler Blutung oder ischämischem Insult, kürzliche gastrointestinale Blutung, Leberversagen, Koagulopathie, Dialyse, sehr hohes Alter (Internet: [www.precisedaptscore.com](http://www.precisedaptscore.com))
- Bei sehr hohem Blutungsrisiko ASS und Clopidogrel für 1 Mon. anschließend Clopidogrel
- Bei hohem Blutungsrisiko DAPT für 3 Mon., gefolgt von ASS
- Bei niedrigem Blutungsrisiko und niedrigem Ischämierisiko DAPT für 3 Mon. mit ASS und Ticagrelor, dann Ticagrelor

- Bei niedrigem Blutungsrisiko und erhöhtem Ischämierisiko dauerhafte antithrombotische Kombinationstherapie (z. B. ASS und P2Y<sub>12</sub>-Rezeptorantagonist) oder ASS plus Rivaroxaban
- Bei gleichzeitiger Indikation zur antithrombotische Therapie von Vorhofflimmern Tripeltherapie (N)OAK und DAPT für ≤ 1 Woche. Dann bei normalem Risiko für 12 Mon. (N)OAK und singuläre Antiplättchentherapie (SAPT: ASS oder P2Y<sub>12</sub> Rezeptorantagonist); bei hohem Blutungsrisiko (N)OAK und SAPT für 6 Mon., dann (N)OAK; bei hohem Ischämierisiko Tripeltherapie für 1 Mon., gefolgt von (N)OAK und SAPT [single antiplatelet therapy] bis 12 Mon. Anschließend in allen Fällen Monotherapie mit (N)OAK

## **MYOKARDINFARKT (MI)** [I21.9]

**Syn:** Herzinfarkt

**Def:** Ischämische Myokardnekrose, meist infolge KHK mit hochgradiger Stenose oder Verschluss einer Koronararterie (Typ 1) oder multifaktoriellbedingter Myokardschaden ohne Plaqueruptur (Typ 2). Es kommt zum Anstieg von Troponin und mind. einem der folgenden Kriterien: Ischämische Beschwerden, neue signifikante ST-Veränderungen oder neuer Linksschenkelblock. Entwicklung neuer Q-Zacken im Ekg, Bildgebung mit Verlust vitalem Myokards oder Nachweis einer neuen regionalen Wandbewegungsstörung, Nachweis eines intrakoronaren Thrombus durch Angiografie oder Autopsie.

Nach den initialen Ekg-Veränderungen unterscheidet man MI mit und ohne ST-Streckenhebung:

- **NSTEMI** = non ST-segment elevation myocardial infarction = Nicht-ST-Streckenhebungsinfarkt mit Anstieg von Troponin, aber ohne persistierende ST-Hebung
- **STEMI** = ST-segment elevation myocardial infarction = ST-Streckenhebungsinfarkt mit Anstieg von Troponin und persistierender ST-Hebung (> 20 Min.)

**Klinische Klassifikation des Myokardinfarktes (MI):** ([www.escardio.org](http://www.escardio.org))

- MI Typ 1: Spontaner Myokardinfarkt mit Ischämie bei primär koronarem Ereignis wie Plaqueruptur, Einreißungen oder Dissektion mit Ausbildung eines intraluminalen Thrombus in einer oder mehreren Koronararterien mit konsekutiv vermindertem Blutfluss
- MI Typ 2: Ischämiebedingte Myokardschädigung durch ein Missverhältnis zwischen Sauerstoffangebot und -bedarf mit Ausbildung einer Myokardnekrose, z.B. bei Koronarspasmen, Koronarembolien, Koronardissektion, Arrhythmien, Anämie, Hypertonie oder Hypotonie
- MI Typ 3: Symptome myokardialer Ischämie mit typ. Ekg-Veränderungen oder Kammerflimmern. Tod vor Biomarkerbestimmung.
- MI Typ 4: a) Bei PCI - b) Stent/Scaffold-Thrombose - c) In-Stent-Restenose
- MI Typ 5: Bei/nach CABG

**Ep.:** Inzidenz (STEMI/100.000/J) zeigt große geographische Unterschiede und beträgt aktuell in Frankreich 55, Schweden 58, Belgien, Tschechien und Japan < 100. In den Mittelmeerländern 80 - 120 und in Deutschland um 120 (siehe auch Kap. KHK).

**Ät.:** Arteriosklerose, selten Koronarembolie

**Pg.:** Arteriosklerose → stabiler → instabiler = vulnerabler Plaque → Plaque-Ruptur → thrombotischer Verschluss → Herzinfarkt. 70 % der Herzinfarkte ereignen sich in Stenosen unter 50 %.

Auslösende Faktoren:

- Plötzliche Kraftanstrengung, Stress-Situationen mit stärkeren Blutdruckschwankungen
- Bei instabiler Angina pectoris besteht ein akutes Infarktrisiko (20 %)!
- In den Morgenstunden (6 - 12 Uhr) ereignen sich 40 % aller Infarkte. Zirkadiane Rhythmik der Infarkthäufung durch Zunahme der Gerinnungsaktivität in dieser Zeit.

**Di.:** Klinik, Labor, Ekg, Bildgebung

**KL.:** Eine typische Infarktsymptomatik zeigte sich in der MONICA-Studie nur in ca. 40 % der Pat. mit Infarkt.

- Intensive, anhaltende Angina pectoris-Schmerzen vorwiegend retrosternal lokalisierte Schmerzen, die ausstrahlen können zum Hals, Unterkiefer, Schulterregion, linken (rechten) Arm und die durch Ruhe oder Nitroglyzerin kaum beeinflussbar sind. Schmerzausstrahlung: Siehe Klinik der Angina pectoris. Evtl. nur retrosternales Druckgefühl.

**Aber:** Bis zu 20 % der Herzinfarkte gehen ohne Schmerzen einher ("stumme" Infarkte), insbesondere bei Diabetes mellitus (infolge autonomer diabetischer Neuropathie) und bei älteren Patienten. 40 % aller Infarktpatienten haben keine Angina pectoris-Anamnese (Infarkt = Erstmanifestation der KHK!).

Atypische Schmerzsymptomatik (15 %), bes. bei Diabetikern, Frauen und älteren Patienten: Evtl. keine thorakalen Schmerzen, sondern nur Oberbauchschmerzen, insbes. bei Hinterwandinfarkten

- Schwächegefühl, Angst und vegetative Begleitsymptomatik (Schwitzen, Übelkeit, Erbrechen u.a.), evtl. subfebrile Temperaturen
- Herzrhythmusstörungen (95 % d.F.): Ventrikuläre Rhythmusstörungen (ventrikuläre Tachykardien, Kammerflimmern), AV-Blockierungen
- Oft Blutdruckabfall, evtl. mit zerebralen Funktionsstörungen
- Symptome einer Linksherzinsuffizienz (1/3 der Pat.): Luftnot u.a. - siehe Kap. Herzinsuffizienz
- Rechtsventrikulärer Infarkt: Fehlende Lungenstauung, aber Halsvenenstauung; oft Bradykardie

- DD:**
- Instabile Angina pectoris ohne Troponin-Anstieg
  - Besonders bei Hinterwandinfarkt kann sich der Infarktschmerz infradiaphragmal projizieren → DD des akuten Abdomens (Gallenkolik, akute Leberschwellung, Ulkuserperforation, akute Pankreatitis u.a.)
  - Lungenembolie mit Pleuraschmerz (D-Dimer-Erhöhung) (evtl. ebenfalls infradiaphragmale Projektion), Kollaps und infarktähnlichen Ekg-Bildern.  
Di.: Typische Enzymkonstellation beim Herzinfarkt.
  - Aneurysma dissecans bzw. Aortendissektion: Starke, evtl. wandernde Thoraxschmerzen; bei proximaler Typ Stanford A-Dissektion möglicherweise abgeschwächte oder fehlende Pulse und Blutdruckdifferenz zwischen beiden Armen, bei Aortenklappeninsuffizienz diastolisches Geräusch.  
Di.: MRT oder CT-Thorax, Rö. Thorax (doppelte Aortenkontur), transösophageale Farbduplexechokardiografie! (Einzelheiten: Siehe Kap. Hypertonie)
  - Stress-Kardiomyopathie (siehe dort)
  - Weitere DD: Siehe Kap. KHK!

**Ausk.:** Bei kardialen Komplikationen kann es zu Geräuschbefunden kommen, z.B.

- Perikardreiben bei Pericarditis epistenocardica
- Systolikum bei nekrotisch bedingter Ventrikelseptumperforation, bei Mitralinsuffizienz infolge Papillarmuskeldysfunktion oder Dilatation des Herzens mit relativer AV-Klappeninsuffizienz → täglich auskultieren!
- Feuchte Rasselgeräusche bei Lungenstauung/Lungenödem (Killip s.o.)

**Lab:**

- hs-cTn (hochsensitives cardialen Troponin - assayspezifische Grenzwerte - siehe oben) ist herzmuskelspezifisch und der entscheidende Biomarker zum Nachweis eines Herzinfarktes - siehe oben. Die Troponinkonzentration nach Herzinfarkt korreliert mit der Infarktgröße.

- Creatinkinase (geringe Relevanz in der Akutdiagnostik):  
Verhältnis von CKMB/CK beträgt beim Infarkt i. d. R. 10 - 20 %.  
Ursachen für eine Erhöhung der Gesamt-CK sind zahlreich, z.B.

- Herzinfarkt und Myokarditis
- I.m.-Injektionen, Operationen, Traumen, körperliche Anstrengung, epileptische Anfälle, arterielle Embolien/Verschlüsse, Reanimation, Entbindung
- Muskelerkrankungen (Muskeldystrophie, Polymyositis, Rhabdomyolyse, Muskelverletzung)
- Intoxikationen, Delirium tremens
- Nekrotisierende Pankreatitis, akute Leberzellnekrose, Malignome
- Endokrine Myopathien: Hypo- oder Hyperthyreose, Hypoparathyreoidismus, M. Addison
- Trichinose, Coxsackie B-Virusinfektion
- Medikamente: CSE-Hemmer u.a. lipidsenkende Medikamente, trizyklische Antidepressiva u.a. Psychopharmaka; Vincristin, Ciclosporin u.a.
- Alkoholabusus, Heroinkonsum

Anm.: Makro-CK - 2 Varianten (Verdacht: CK-MB/CK > 25 %):

- Makro-CK-1 = Immunkomplex aus CK-BB und IgG; Vorkommen bei 1 % der älteren Menschen (insbes. Frauen); kein Krankheitswert
- Makro-CK-2 = Oligomer der Mitochondrien-CK; Vorkommen z.B. bei malignen Tumoren, nekrotisierenden Lebererkrankungen

- Unspezifische begleitende Parameter: Erhöhungen von Leukozyten, BZ, BSG, CRP

## **E k g**

Ekg-Erstellung und Befundung innerhalb von 10 Minuten nach medizinischem Kontakt. In den ersten 24 h kann dieses negativ sein.

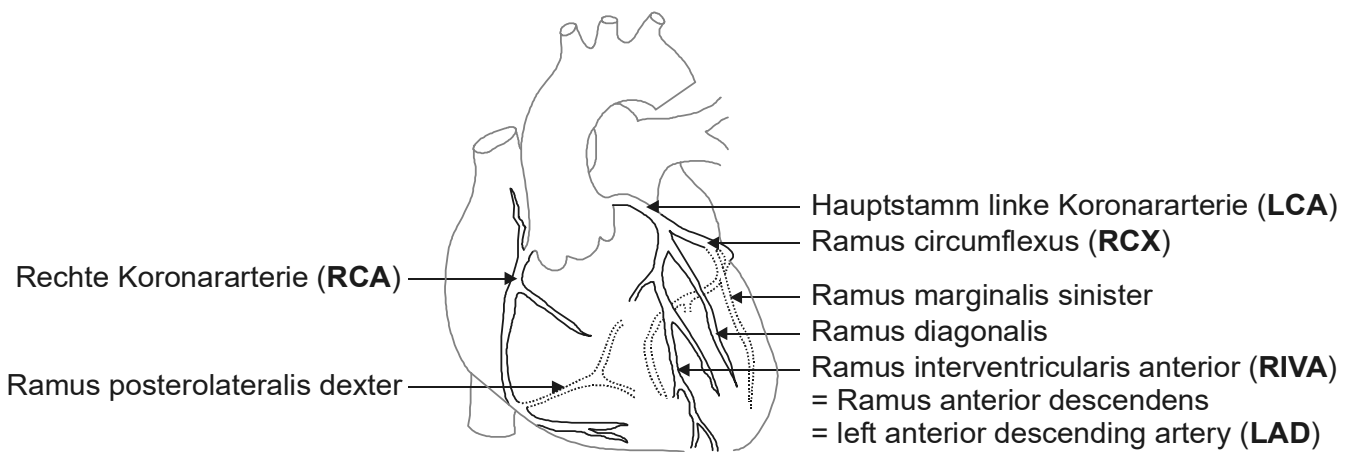
Aussagemöglichkeiten des Ekg:

1. Infarktausmaß und -lokalisation
2. Alter des Infarktes

Bei einem transmuralen Infarkt kommt es durch Ausfall der zur Infarktregion gehörenden Potenziale zu einer Auslenkung der Vektorschleife entgegengesetzt zur Infarktregion.





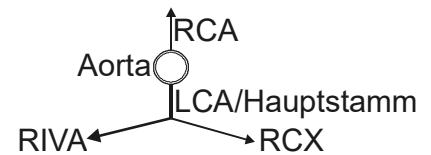


Infarkte betreffen in den meisten Fällen die Muskulatur der linken Kammer. Die Lokalisation entspricht dem Versorgungsgebiet der verschlossenen Koronararterien (siehe Abbildung).

Die Variabilität der Koronararterien und die Unkenntnis des Versorgungstyps machen es fast unmöglich, aus den infarkttypischen Ekg-Ableitungen exakt den Verschluss des Koronargefäßes zu ermitteln. Dies ist nur angiografisch möglich. Als Anhalt zur Infarktlokalisierung kann jedoch folgende Zuordnung gelten:

Koronararterie	Infarktlokalisierung	Direkte Infarktzeichen	Indirekte Zeichen
RIVA proximal	Großer Vorderwandinfarkt	V <sub>1</sub> -V <sub>6</sub> , aVL, I	(II), III, aVF
RIVA nach Abgang der Diagonaläste	Anteroseptaler Infarkt	V <sub>1</sub> -V <sub>4</sub> , aVL, I	(II), III, aVF
Diagonalast	Lateralinfarkt	aVL, I, V <sub>5</sub> -V <sub>7</sub>	
Posterolateralast	Posterolateralinfarkt	II, III, aVF, V <sub>5-6</sub>	I, aVL, V <sub>1-3</sub>
RCX	Strikt posteriorer Hinterwandinfarkt	V <sub>7-9</sub> , aVF, III	V <sub>1-2</sub>
RCA	Inferiorer Hinterwandinfarkt Rechtsventrikulärer Infarkt	II, III, aVF V <sub>3r</sub> -V <sub>6r</sub> , V <sub>1</sub>	V <sub>1-3</sub>

Isolierte rechtsventrikuläre Infarkte sind selten. Im Rahmen inferiorer Hinterwandinfarkte kann es zu einer Infarktausdehnung auf den rechten Ventrikel kommen → Ekg bei Verdacht auch rechtsthorakal schreiben (V<sub>3r</sub> - V<sub>6r</sub>).



### Bildgebende Verfahren

#### 1. (Farbdoppler-)Echokardiografie:

- Morphologische Herzdiagnostik (Herzvergrößerung, Klappenstatus, Nachweis von Thromben (am empfindlichsten mittels TEE) und Komplikationen: Perikarderguss, Papillarmuskeldysfunktion oder -abriss mit akuter Mitralinsuffizienz, Ventrikelseptumruptur)

- Funktionsdiagnostik: Beurteilung der Ventrikelwandbewegung, der Pumpleistung, der Vorhof- und Ventrikelfüllung, der Klappenfunktion.

##### • Regionale Wandbewegungsstörungen (rWbSt):

- Hypokinesie (verminderte Wandbewegung)
- Akinesie (fehlende Wandbewegung)
- Dyskinesie (systolische Auswärtsbewegung)
- Aneurysma (Ausbuchtung der verdünnten Herzwand)

##### • Verminderte/fehlende Dickenzunahme der Infarktzone

**Merke:** Beim frischen MI treten rWbSt zeitlich sehr früh auf (noch vor Enzym- und Ekg-Veränderungen). Fehlende rWbSt sprechen mit 95 %igem Vorhersagewert gegen einen Herzinfarkt.

#### 2. Linksherzkatheteruntersuchung:

- Koronarangiografie: Identifikation von Stenosen oder Verschlüssen der Koronararterien als Voraussetzung für PCI/Bypass-Operation

- Lävokardiogramm: Identifikation hypo-/a-/dyskinetischer Ventrikelwandareale

#### 3. MRT: Morphologische Veränderungen, Vitalitätsdiagnostik, Perfusionsanalyse

### Komplikationen nach Herzinfarkt:

#### ► Frühkomplikationen (< 48 h): **40 % der Patienten überleben nicht den ersten Postinfarkttag!**

##### 1. Herzrhythmusstörungen

- Ventrikuläre Extrasystolie (95 - 100 %): Häufige polymorphe VES, R-auf-T-Phänomen und Couplets gelten als Warnarrhythmien mit erhöhtem Risiko für Kammerflimmern. Kammerflimmern tritt aber auch ohne Warnarrhythmien auf!

- Ventrikuläre Tachykardien und Kammerflimmern:  
Kammerflimmern tritt am häufigsten innerhalb der ersten 4 h nach Infarkt auf, in 80 % aller Fälle in den ersten 24 h. 80 % der Patienten, die beim Infarkt plötzlich versterben, erliegen einem Kammerflimmern.
- Vorhofflimmern mit absoluter Tachyarrhythmie (prognostisch ungünstig)
- Bradykarde Herzrhythmusstörungen: Sinusbradykardie, AV-Blockierung (bes. beim inferioren Infarkt)

## 2. Herzinsuffizienz

### 2.1 Linksherzinsuffizienz [I50.19] und kardiogener Schock [R57.0]:

- Urs:
- Myokardialer Funktionsausfall: Wenn der Infarkt 20 % des linken Ventrikels betrifft, sind regelmäßig Zeichen der Linksherzinsuffizienz nachweisbar; sind mehr als 40 % des linken Ventrikels infarziert, resultiert meist ein kardiogener Schock mit einer Letalität von über 90 %.
  - Herzrhythmusstörungen
  - Therapie mit negativ inotropen Substanzen, z.B. Antiarrhythmika, Betablocker
  - Volumenmangel
  - Seltene Ursachen eines kardiogenen Schocks bei Myokardnekrose:
    - Ventrikelseptumperforation (bis 4 %) mit akutem Links-Rechts-Shunt und Lungenüberflutung (neu aufgetretenes Systolikum, Farbdoppler)
    - Papillarmuskelabriss (bis 8 %) mit akuter Mitralinsuffizienz (neu aufgetretenes Systolikum)
    - Ventrikelwandruptur (1 %) mit Herzbeutel tamponade (häufig gedeckte Perforation)
    - Perikarderguss (Antikoagulanzen relativ kontraindiziert!)

#### Diagnose der Linksherzinsuffizienz:

- Klinik: Feuchte Rasselgeräusche über den basalen Lungenabschnitten, 3. Herzton, Dyspnoe
- Rö. Thorax: Zeichen der Lungenstauung
- (Farbdoppler-)Echokardiografie: Nachweis von hypo-/akinetischen Infarktarealen, Ventrikelseptumperforation, Papillarmuskeldysfunktion oder -abriss, Perikarderguss, Abschätzung der Ejektionsfraktion u.a.
- Labor: Natriuretische Peptide BNP/NT-proBNP: Ausdruck eines chronischen Myokardschadens, Ausschluss akuter Herzinsuffizienz (negativer prädiktiver Wert > 90 %)

#### Kriterien des kardiogenen Schocks (SCAI-Klassifikation):

- Arterielle Hypotonie mit RR systolisch < 90 mmHg
- Herzindex < 2,2 l/min/m<sup>2</sup> (normal: > 2,5 l/min/m<sup>2</sup>)
- PCW-Druck > 15 mmHg (normal: 8 - 12 mmHg)

**Merke:** Kammerflimmern ist die häufigste, Pumpversagen die zweithäufigste Todesursache nach Infarkt!

### 2.2 Rechtsherzinsuffizienz bei rechtsventrikulärem Infarkt

KL: Hypotonie, erhöhter zentralvenöser Druck, keine Lungenstauung

#### ► Spätkomplikationen (> 48 h):

- Herzwandaneurysma [I25.3]: Bis 20 % aller Infarktpatienten  
Di.: Echo: Systolische + diastolische Auswölbung der verdünnten linksventrikulären Wand mit systolischer paradoxer Wandbewegung nach außen; meist im Bereich der Vorderwandspitze, seltener der basalen Hinterwand; Thrombenbildung in ca. 50 %.  
Ekg: Evtl. persistierende ST-Überhöhung  
Komplikationen eines Aneurysmas: Embolie, Linksherzinsuffizienz, Rhythmusstörungen, Ruptur mit Herzbeutel tamponade
- Arterielle Embolien; Risiko für Thromboembolie bei Nachweis eines muralen LV-Thrombus 5 %
- Frühperikarditis bei Herzinfarkt (Pericarditis epistenocardica) einige Tage nach Infarkt
- Postmyokardinfarktsyndrom = "Dressler-Syndrom" [I24.1]: 1 - 6 Wochen nach Infarkt in ca. 3 % auftretende Spätperikarditis/Pleuritis - Th.: NSAR, evtl. Kortikosteroide
- Arrhythmien
- Herzinsuffizienz
- Persistierende oder rezidivierende Angina pectoris und Infarktrezidiv

- Th.:**
1. Allgemeinmaßnahmen und initiale Therapiemaßnahmen
  2. Reperfusionstherapie
  3. Prophylaxe einer koronaren Rethrombose
  4. Therapie von Komplikationen
  5. Rehabilitation
  6. Langzeitstrategie zur Prävention eines Reinfarktes und zur Prognoseverbesserung

## Zu 1. Allgemeinmaßnahmen

### 1.1 In der Prähospitalphase:

- **Notarzt rufen (Deutschland Tel. 112)**
- Bereits im Notarztwagen unter Berücksichtigung der Klinik (Schmerzbeginn) und des 12-Kanal-Ekg (STEMI ?) die Zuweisung in Zentren mit PCI-Möglichkeit planen.
- Bei Linksherzinsuffizienz Lagerung mit erhöhtem Oberkörper (30°)
- Venenzugang, keine i.m.-Injektionen, Ekg-Überwachung + Defibrillationsbereitschaft
- O<sub>2</sub>-Zufuhr per Nasensonde (4 - 8 l/min, Pulsoxymetrie-Kontrolle) bei Sauerstoffsättigung < 90 %, Kurzatmigkeit und akuter Herzinsuffizienz
- Gabe von Nitraten: z.B. Nitroglycerin (1 Kapsel = 0,8 mg) sublingual oder 2 Sprühstöße (= 0,8 mg) unter Blutdruckkontrolle, evtl. Nitroinfusion per Dosierpumpe  
KI: RR < 90 mmHg, Einnahme von PDE-5-Inhibitoren (Sildenafil, Vardenafil [ $< 24$  h] oder Tadalafil [ $< 48$  h])
- Sedierung und Analgesie nach Bedarf - bei starken Schmerzen Morphin: 3 - 5 mg i.v., danach 2 mg alle 5 - 15 Min. bis zur Schmerzfreiheit  
NW: Atemdepression, Hypotonie, Übelkeit
- Antithrombin- und antithrombozytäre Therapie:
  - ASS: 150 - 300 mg p.o., alternativ 75 - 250 mg i.v.
  - Heparin: Initialdosis: UFH (70 IE/kg KG, max. 5.000 IE i.v.) oder NMH (z.B. Enoxaparin: 0,5 mg/kg i.v.-Bolus)

**Merke:** Die sofortige Gabe von ASS (schon bei Verdacht auf Herzinfarkt) zeigte in der ISIS-2-Studie eine Letalitätssenkung von über 20 %!

**Cave** i.m.-Injektionen wegen Fibrinolyse/Antikoagulanzen-therapie. Keine Gabe von NSAR bei Therapie mit Thrombozytenaggregationshemmern.

### 1.2 In der Hospitalphase:

- **Intensivstation** in den ersten Tagen mit Kreislaufüberwachung (rhythmologisches und hämodynamisches Monitoring) und Reanimationsbereitschaft
- Bettruhe, bei Zeichen der Linksherzinsuffizienz mit erhöhtem Oberkörper
- Psychische Abschirmung, medikamentöse Sedierung, z.B. Diazepam, initial 5 mg langsam i.v.
- O<sub>2</sub>-Gabe per Nasensonde (4 - 8 l/min) bei Sauerstoffsättigung < 90 % (Pulsoxymetrie-Kontrolle)
- Behandlung der Infarktschmerzen:
  - Kurzwirksame Nitrate entlasten das Herz und haben auch auf Infarktschmerzen einen günstigen Einfluss.  
NW: Kopfschmerzen, Blutdruckabfall, reflektorische Tachykardie  
KI: Siehe 1.1  
Dos: Glyceroltrinitrat (Nitroglycerin): 1 - 3 Hub (1 Hub = 0,4 mg) sublingual, anschließend 1 - 5 mg/h i.v. unter RR-Monitoring
  - Bei starken Schmerzen Morphin: Siehe oben
- **Duale Antiplättchentherapie (DAPT):** (ID = Initialdosis; ED = Erhaltungsdosis für 12 Monate)
  - Acetylsalicylsäure (ASS): ID 150 - 300 mg p.o., 75 - 100 mg/d p.o. lebenslang **plus**
  - Ticagrelor: ID 180 mg, ED 2 x 90 mg/d (KI für Ticagrelor: Vorherige intrakranielle Blutung oder bestehende Blutungen) **oder**
  - Prasugrel: ID 60 mg; ED 10 mg (KI: Vorherige intrakranielle Blutung, vorheriger ischämischer Schlaganfall oder transitorische ischämische Attacke oder bestehende Blutungen; Prasugrel wird generell nicht für Patienten  $\geq 75$  J. oder mit einem Körpergewicht < 60 kg empfohlen) **oder**
  - Clopidogrel: ID 300 - 600 mg, ED 75 mg/d
- Betablocker: Bei Fehlen von Kontraindikationen (akute Herzinsuffizienz, systolischer Blutdruck < 120 mmHg, Herzfrequenz < 60/min), unabhängig von begleitender Fibrinolyse oder PCI i.v.-Gabe erwägen. Bei KI innerhalb der ersten 24 h Reevaluation einer möglichen späteren Betablockertherapie.
- ACE-Hemmer: Beginn innerhalb von 24 h bei Vorderwandinfarkt, Lungenstauung, LVEF  $\leq 40$  %, Diabetes mellitus bei Fehlen von KI. Bei ACE-Hemmer-Unverträglichkeit: AT1-Blocker
- CSE-Hemmer: Bei allen Patienten frühe Hochdosistherapie unabhängig vom LDL-Cholesterinwert unter Berücksichtigung von KI + NW  
Zielwert: LDL-Cholesterin < 55 mg/dl (1,4 mmol/l)
- Influenza-Impfung

**Zu 2. Reperfusionstherapie:** Diese sollte so schnell wie möglich erfolgen ("time is muscle")!

**2.1 Primäre PCI: Therapie der Wahl:** Innerhalb von 120 min nach Erstkontakt und bei allen Patienten mit Symptomen einer Ischämie von  $\geq 12$  h Dauer und anhaltender ST-Hebung

## 2.2 Konservative Therapie mit Aktivatoren der Fibrinolyse (Fibrinolytika, Thrombolytika):

Erfolgskriterium: Durchgängigkeits-(Reperfusion-)Rate innerhalb 90 Min. nach Lysebeginn.

### Voraussetzungen:

- Keine Kontraindikationen (siehe Kap. Tiefe Venenthrombose)
- Akuter Infarkt mit ST-Hebung (STEMI) ohne Möglichkeit einer Akut-PCI nach Erstkontakt innerhalb von 120 min

### Substanzen (Einzelheiten: Siehe Kap. TVT):

- Streptokinase (Streptase®) wirkt indirekt fibrinolytisch (alle übrigen Fibrinolytika wirken direkt); wegen Antigenität Vorinjektion mit Kortikosteroiden.
- Alteplase (Actilyse®)
- Reteplase (Rapilysin®)
- Tenecteplase (Metalyse®)
- Zusatztherapie: Clopidogrel (ID: 300 mg bei Pat. ≤ 75 J., ED: 75 mg/d, zusätzlich zu ASS

	Dosierung	Begleittherapie
Streptokinase (SK)	1,5 Mio U i.v. über 30 - 60 Min.	<u>Enoxaparin:</u> Bei Patienten unter 75 J. i.v.-Bolus von 30 mg, 15 min später und alle 12 h bis zur Revaskularisation oder Entlassung 1 mg/kg s.c. Bei Patienten über 75 J keine Bolusgabe, 0,75 mg/kg s.c. alle 12 h Bei Kreatinin-Clearance < 30 ml/min s.c. Dosis im Abstand von 24 h altersunabhängig
Alteplase (rtPA)	15 mg i.v.-Bolus 0,75 mg/kg über 30 Min., dann 0,5 mg/kg über 60 Min. i.v. Gesamtdosis ≤ 100 mg	
Reteplase (rPA)	10 U und 10 U i.v.-Bolus im Abstand von 30 Min.	
Tenecteplase (TNK-tPA)	i.v.-Bolus 30 mg bei KG von < 60 kg 35 mg bei KG von 60 bis < 70 kg 40 mg bei KG von 70 bis < 80 kg 45 mg bei KG von 80 bis < 90 kg 50 mg bei KG von > 90 kg	Höchst Dosen beachten: Siehe ESC-Guidelines 2017

### Antithrombotische Begleittherapie (Alternativen):

- Heparin (UFH): 60 U/kg i.v.-Bolus, max. 4.000 U; gefolgt von i.v.-Infusion mit 12 U/kg über max. 48h (max. 1.000 U/h), Ziel-aPTT 50 - 70 s. Kontrolle nach 3, 6, 12, 24 h
- Fondaparinux (nur mit Streptokinase): 2,5 mg i.v. Bolus, gefolgt von 2,5 mg s.c./d bis zur Entlassung (maximal 8 Tage)  
KI: Kreatinin-Clearance < 20 ml/min

### Indirekte Kriterien einer erfolgreichen Reperfusion nach Lyse:

- Verschwinden der Infarktschmerzen
- Rückbildung der ST-Streckenhebung im Ekg um 50 - 75 %

Anm.: Evtl. kann es zum Auftreten von Reperfusionssarrhythmien kommen.

### Direkter Nachweis einer Rekanalisation durch Koronarangiografie.

Erfolgsrate: Eine Rekanalisation wird in 70 - 80 % d.F. beobachtet (Durchgängigkeitsrate nach 90 Min.). Innerhalb von 35 Tagen nach Infarkteintritt kann durch frühzeitige Lyse die Letalität um ca. 50 % gesenkt werden.

**Merke:** Nach erfolgreicher i.v.-Lyse in 20 - 25 % Reokklusionen innerhalb von 4 bis 8 Wochen. Alle Patienten sollten kurzfristig eine Koronarangiografie erhalten zur Entscheidung über evtl. weitere Reperfuionsmaßnahmen (PCI, Bypass-Operation).

## Zu 3. Prophylaxe einer koronaren Rethrombose

ASS (ED 75 - 100 mg) lebenslang. DAPT (ASS plus Ticagrelor oder Prasugrel, bei KI Clopidogrel) für 12 Monate. Hierdurch sinkt die Mortalität innerhalb des ersten Jahres nach Infarkt um ca. 15 %, das Reinfarktisiko um ca. 30 %.

Bei Indikation für orale Dauer-Antikoagulation bei valvulärem Vorhofflimmern in Abhängigkeit vom Blutungsrisiko befristete Dreifachbehandlung mit Vitamin K Antagonist (VKA), ASS und Clopidogrel für 1 Monat. Anschließend Zweifachtherapie für 12 Monate mit VKA + ASS. Danach lebenslange VKA-Monotherapie. Bei nichtvalvulärem Vorhofflimmern werden NOAK bevorzugt.

### Nachweis linksventrikulärer Thromben (Echokardiografie):

Bis zu 50 % der größeren Vorderwandinfarkte mit Apexbeteiligung führen zu wandständigen linksventrikulären Thromben (dagegen nur ca. 5 % der Hinterwandinfarkte). Um das Risiko für Hirnembolien zu vermindern, wird daher eine temporäre Antikoagulationstherapie bis zu 6 Monaten empfohlen (INR-Zielbereich: 2,0 - 3,0).

## **Zu 4. Therapie von Komplikationen**

Rhythmusstörungen und Linksherzinsuffizienz sind die häufigsten Komplikationen nach Herzinfarkt.

### **4.1 Rhythmusstörungen**

Durch frühzeitige Gabe von Betablockern können das Risiko von Kammerflimmern vermindert und die Gesamtletalität gesenkt werden.

**Beachte:** Vor jeder antiarrhythmischen Behandlung möglichst Kontrolle und Therapie des Serumkalium (Normwert: 3,75 - 5,0 mmol/l) und Magnesiums (Normwert: 0,75 - 1,05 mmol/l)

#### ▶ Ventrikuläre Tachyarrhythmien:

- Anhaltende Kammertachykardien und Kammerflimmern: Unter Reanimationsbereitschaft Defibrillation, bei Erfolglosigkeit Reanimation und Amiodaron 150 mg i.v.
- Polymorphe ventrikuläre Tachykardie: Betablocker (Linksherzinsuffizienz ausgeschlossen) oder Amiodaron 150 mg i.v. bei normaler QT-Zeit. Notfall-Angiografie einplanen.
- Rezidivprophylaxe tachykarder ventrikulärer Rhythmusstörungen: Kontrolle und evtl. Korrektur des Elektrolythaushaltes; Gabe von Betablockern, evtl. Amiodaron (unter Beachtung von NW + KI)

#### ▶ Tachykardes Vorhofflimmern (ESC Guidelines 2020):

- Frequenzkontrolle: Betablocker, Diltiazem oder Verapamil wenn EF  $\geq$ 40%; Betablocker und/oder Digoxin bei EF  $\leq$ 40%
- Kardioversion: Vernakalant (KI: ACS oder schwere Herzinsuffizienz (HI)), Propafenon oder Flecainid (KI: Schwere strukturelle Herzerkrankung (ssHE); Amiodaron i.v. unter Monitorüberwachung bei HI und ssHE und bei Fehlen von Kontraindikationen)
- Elektrokardioversion bei hämodynamischer Beeinträchtigung (Weitere Einzelheiten siehe Kap. Vorhofflimmern)

#### ▶ Sinusbradykardie, AV Block-II° (Mobitz 2) oder AV-Block III°:

- Atropin 0,5 - 1,0 mg i.v. (keine Betablocker!)
- Implantation eines passageren Schrittmachers bei Bradykardie mit hämodynamischer Instabilität und/oder Synkope  
Anm.: AV-Leitungsstörungen bei Hinterwandinfarkt (Ischämie des AV-Knotens) haben eine bessere Prognose als bei Vorderwandinfarkt mit Septumbeteiligung.

### **4.2 Akute Linksherzinsuffizienz und kardiogener Schock:**

Ziele: Symptomverbesserung, Oxygenierung normalisieren, Organperfusion und Hämodynamik sichern, kardiale und renale Schäden begrenzen.

#### ▶ Kausale Therapie:

- Frühzeitige Myokardrevaskularisation und Beseitigung korrigierbarer Ursachen (Rhythmusstörungen, Absetzen negativ inotroper Pharmaka u.a.)
- Klappenersatz bei akuter Mitralinsuffizienz

**Merke:** Bei Patienten im kardiogenen Schock kann die Prognose nur durch eine rasche Reperfusionstherapie entscheidend gebessert werden (Notfall-PCI oder Notfall-Bypass-Operation).

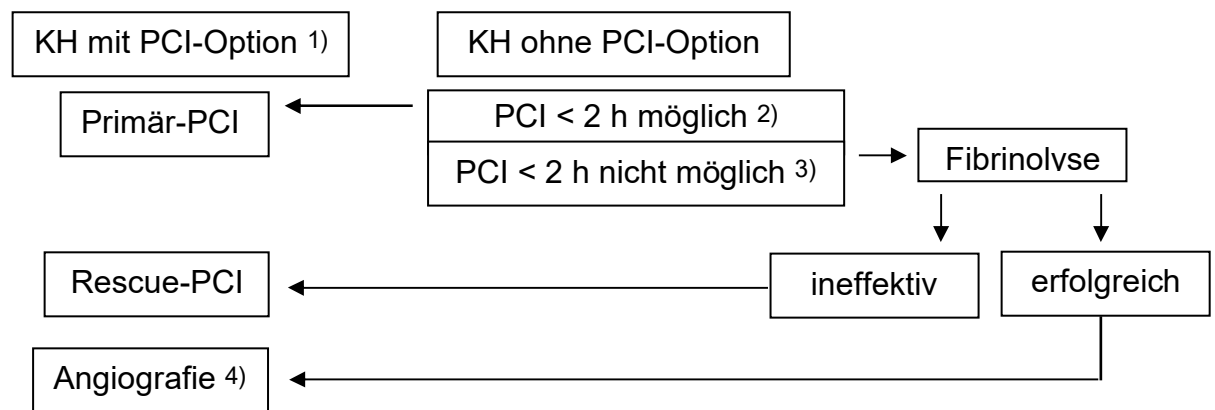
Hämodynamisch relevante Ventrikelseptumperforation: Frühzeitige Operation

#### ▶ Symptomatische Therapie:

- Sitzende Lagerung + O<sub>2</sub>-Gabe per Nasensonde
- Optimale Steuerung der Vorlast unter Kontrolle von RR, linksventrikulärem Füllungsdruck und Herzzeitvolumen
- Bei unzureichender Oxygenierung (Blutgasanalyse) bei Bedarf nichtinvasive Beatmung mit positivem endexpiratorischen Druck (PEEP), evtl. Intubation
- Intravenöse Diuretikagabe; frühzeitiger Beginn = besseres Überleben, z.B. Furosemid: Initial 20 - 40 mg i.v., Wiederholung nach 1 - 4 h oder Dauerinfusion
- ACE-Hemmer - KI: Hypotonie, Hypovolämie und Niereninsuffizienz
- Aldosteronantagonisten - KI: Niereninsuffizienz und/oder Hyperkaliämie
- Vasoaktive Substanzen:
  - Dobutamin: Stimuliert  $\beta$ 1-Rezeptoren und wirkt dadurch positiv inotrop, wirkt kaum vasostrriktorisch und hat nur eine geringe positiv chronotrope Wirkung.  
Dos: 2 - 20  $\mu$ g/kg/min i.v.  
NW: Tachykardie, proarrhythmische Wirkungen, Zunahme des myokardialen O<sub>2</sub>-Verbrauches u.a.

- **Noradrenalin:** Positiv inotrop und vasopressorisch; im kardialen Schock nur dann indiziert, wenn sich der Blutdruck allein durch Dobutamin und Ausgleich eines evtl. Volumenmangels nicht stabilisieren lässt.  
Dos: 0,1 - 1,0 µg/kg/min i.v.
- Andere Substanzen haben bisher keinen prognostischen Benefit gezeigt.
- **Bei Volumenmangel:** Ausgleich mit isotonischen Vollelektrolytlösungen. Bei Rechtsherzinfarkt ist neben der Reperfusion eine vorsichtige Volumengabe zur Erhöhung der Vorlast (Füllungsdrücke) erforderlich.
- **Bei weiter bestehender Lungenstauung** (nach Ausschluss einer schweren Aortenklappenstenose oder HOCM):
  - I.v.-Gabe von Vasodilatoren (Nitroglycerin), bes. bei erhöhtem Blutdruck
  - Hämofiltration/Ultrafiltration
- **Mechanische Kreislaufunterstützungssysteme:**
  - **Intraaortale Ballon-Gegenpulsation (IABP):** Nutzen nicht gesichert (IABP-Shock II-Studie), als Überbrückung mechanischer Komplikationen (VSD) bis zur OP  
KI: Bedeutsame Aortenklappeninsuffizienz; Aortenaneurysma
  - **Perkutanes kardiales Assistensystem (Impella-Pumpen:** Förderleistung 2,5 – 4,0 L/min)
  - **Veno-arterielle ECMO (siehe dort)**
  - **Links- oder biventrikuläre Unterstützungssysteme (Assist devices)**

### **Therapiesynopsis für PCI bei STEMI (ESC-Leitlinien 2018):**



- 1) 24 Stunden-Bereitschaft, Durchführung ≤ 60 Min. nach STEMI-Diagnose
- 2) Zeit vom Erstkontakt des Patienten bis zur Ballondilatation sollte < 90 Min. betragen.
- 3) Wenn PCI nicht möglich: Fibrinolyse ≤ 10 Min. nach Erstkontakt
- 4) 2 - 24 h nach Fibrinolysebeginn

**Memo:** 20 % aller erfolgreich lysierten Infarktpatienten erleiden ohne weitergehende invasive Diagnostik/Therapie einen Reinfarkt innerhalb von 4 - 8 Wochen nach Infarkt!

### **Zu 5. Rehabilitation nach Herzinfarkt in 3 Phasen:**

#### 5.1. Akutkrankenhaus

- Intensivstation mit Dauerüberwachung
- Frühmobilisation

Bei unkompliziertem Verlauf Krankenhausaufenthalt ca. 7 Tage

#### 5.2. Anschlussheilbehandlung (AHB):

Rehabilitationsklinik oder ambulantes Therapiezentrum: Beseitigung/Therapie von kardiovaskulären Risikofaktoren (insbes. Rauchen, Hypertonie, Diabetes u.a.), Bewegungstherapie, Abbau von Ängsten, Gesundheits-Coaching, Vorbereitung zur Wiedereingliederung in den Beruf, Belastungserprobung

#### 5.3. Stufenweise Wiedereingliederung ins Alltags- und Berufsleben, Teilnahme an ambulanter Herzgruppe

**Prg:** 40 % der Patienten versterben schon am 1. Postinfarkttag, davon über die Hälfte in den ersten Stunden nach Symptombeginn (häufigste Todesursache Kammerflimmern). Ohne Revaskularisationstherapie versterben ca. 15 % im Krankenhaus (= Klinikletalität). Durch systemische Thrombolyse sinkt die Klinikletalität auf knapp 10 %, durch Primär-PCI auf ca. 5 %. In den ersten 4 Wochen versterben damit ca. 50 % aller Infarktpatienten = Ergebnisse des MONICA-Projektes (monitoring trends and determinants in cardiovascular disease). Die Überlebenschance hängt vom Zeitintervall bis zur Verfügbarkeit einer effektiven Therapie ab.

Mit zunehmender Linksherzinsuffizienz steigt die Letalität beim akuten Herzinfarkt

→ Killip-Klassifikation der Herzinsuffizienz:

I	Keine Linksherzinsuffizienz:	Letalität < 5 %
II	Mäßige Linksherzinsuffizienz mit basalen RG:	Letalität bis 20 %
III	Schwere Linksherzinsuffizienz/Lungenödem:	Letalität bis 40 %
IV	Kardiogener Schock:	Letalität bis 90 %

Innerhalb von 2 Jahren nach Krankenhausentlassung versterben weitere 5 - 10 % aller Infarktpatienten an plötzlichem Herztod.

Die Langzeitprognose des Koronarkranken ist abhängig von:

1. Grad der linksventrikulären Funktionseinschränkung: Größe des akinetischen/dyskinetischen Myokardareales. Eine Ejektionsfraktion < 35 % gilt als prognostisch ungünstig.  
Primärprävention des plötzlichen Herztodes durch ICD bei fortgeschrittener Herzinsuffizienz mit EF ≤ 35 % und NYHA > II - Zeitpunkt: ab 40 Tage nach Infarkt,
2. Ischämiezeichen (Angina pectoris oder Ischämiezeichen im Belastungs-Ekg bzw. in der Myokardperfusionsszintigrafie),
3. Höhergradigen ventrikulären Rhythmusstörungen, neu aufgetretenem LSB
4. Zahl der betroffenen Gefäße: Die jährliche Mortalitätsrate nimmt von der Ein- bis zur Dreifäß-erkrankung zu und ist am ungünstigsten bei unbehandelter Stammstenose,
5. Fortbestehen von Risikofaktoren = Progression der koronaren Herzkrankheit  
Obwohl die Beendigung des Rauchens die 10-Jahressterblichkeit um ca. 50 % reduzieren kann, sind bei Erstinfarkt 30 % aller Patienten Raucher, beim Zweitinfarkt immer noch 20 %.
6. Prognoseverbesserung durch Allgemeinmaßnahmen:
  - 6.1. Nikotinkarenz
  - 6.2. Mediterrane Ernährung: Tierfett-, kochsalzarme, ballaststoffreiche Ernährung inklusive Obst und Gemüse, Seefisch; Gewichtsnormalisierung bei Übergewicht
  - 6.3. Körperliche Aktivität (PA): Aerobe Belastung über 150 - 300 Min/Woche mit moderater Intensität (64 - 76 % der maximalen Herzfrequenz) oder 75-150 Min/Woche mit hoher Intensität (77 - 95 % der maximalen Herzfrequenz) oder eine gleichwertige Kombination aus beidem über die Woche verteilt .
  - 6.4. Optimale Blutdruckeinstellung bei Hypertonie (siehe dort)
  - 6.5. Optimale Einstellung eines Diabetes mellitus: HbA<sub>1c</sub> ≤ 7,0 %
  - 6.6. Jährliche Grippeimpfung bei allen, bes. älteren Patienten (siehe Internet: *ESC-Leitlinien 2013*)
7. Prognoseverbesserung durch Medikamente und Therapiemaßnahmen
  - 7.1. Betablocker ohne intrinsische Aktivität (ISA): Abnahme rhythmogener Todesfälle, Reinfarkt und Herzinsuffizienz. Reevaluation 12 Mon. nach Infarkt (Fortführung der Betablocker-Therapie nur bei spezieller Indikation: Hypertonie, chronischer Herzinsuffizienz, Arrhythmien)
  - 7.2. Thrombozytenaggregationshemmer: Acetylsalicylsäure (ASS) 100 mg/d und ein P2Y<sub>12</sub> Rezeptorantagonist (Ticagrelor, Prasugrel oder Clopidogrel) 12 Monate nach akutem MI = duale Anti-Plättchen-Therapie (DAPT), anschl. ASS 100 mg/d lebenslang. Diabetiker nach ACS bei geringer Blutungsgefahr DAPT für 3 Jahre.
  - 7.3. Medikamentöse Cholesterinsenkung: Statine (HMG-CoA-Reduktase Hemmer) in tolerierter Höchstdosis; Zielwert für LDL < 55 mg/dl und 50 %ige Senkung des Ausgangswertes, bei Nichterreichen des Zielwertes zusätzlich weitere cholesterinsenkende Medikamente (siehe Kap. Fettstoffwechselstörung)
  - 7.4. ACE-Hemmer: Nach Herzinfarkt kommt es zu strukturellen Umbau- und Anpassungsvorgängen des Herzens ("remodeling"), die im ungünstigen Fall zu einer Expansion der Infarktnarbe, zu Hypertrophie und Dilatation des linken Ventrikels mit Verschlechterung der Prognose führen. ACE-Hemmer können diesen negativen Prozess aufhalten und senken bei Patienten unabhängig von der LV-Funktion die Gesamtmortalität (SAVE-, AIRE-, TRACE-Studien u. a.) Bei Unverträglichkeit (z.B. Husten) oder KI von ACE-Hemmern kommen AT<sub>1</sub>-Blocker (ARB, Sartane) in Betracht.
  - 7.5. Aldosteron-Rezeptor-Antagonist (Spironolacton, Eplerenon): Bei Persistieren der Herzinsuffizienz (NYHA II - IV) und einer LV-EF ≤ 40 % trotz Behandlung mit ACE-Hemmern (bzw. AT<sub>1</sub>-Blockern) und Betablockern
  - 7.6. Sacubitril/Valsartan: Anstelle von ACE-Hemmern und/oder Sartanen, wenn Symptome bei leitliniengerechter Therapie der Herzinsuffizienz fortbestehen.
  - 7.7. Kardiale Resynchronisationstherapie bei einer LV-EF ≤ 35 % und einem linksschenkelblockartigen QRS Komplex (Dauer: 120 - 150 ms) und fortbestehender Herzinsuffizienz (NYHA > II) trotz optimaler medikamentöser Therapie. Evtl. Kombination mit ICD.
  - 7.8. ICD bei symptomatischer Herzinsuffizienz (NYHA II - III), reduzierter LV-Auswurffraktion (LV-EF ≤ 35%) nach optimaler medikamentöser Therapie über 40 Tage