

HANS-JOACHIM TRAPPE

Herausgeber

# Neues aus Kardiologie und Rhythmologie

**Implikationen für die Intensiv-  
und Notfallmedizin**

Mit 49 zum Teil farbigen Abbildungen  
in 74 Einzeldarstellungen und 27 Tabellen

STEINKOPFF  
VERLAG

Prof. Dr. med. HANS-JOACHIM TRAPPE  
Medizinische Klinik II  
Marienhospital Herne  
Klinikum der Ruhr-Universität Bochum  
Hölkeskampring 40  
44625 Herne

ISBN 978-3-7985-1885-8 Steinkopff Verlag

Bibliografische Information der Deutschen Nationalbibliothek  
Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie;  
detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über <http://dnb.d-nb.de> abrufbar.

Dieses Werk ist urheberrechtlich geschützt. Die dadurch begründeten Rechte, insbesondere die der Übersetzung, des Nachdrucks, des Vortrags, der Entnahme von Abbildungen und Tabellen, der Funk-sendung, der Mikroverfilmung oder der Vervielfältigung auf anderen Wegen und der Speicherung in Datenverarbeitungsanlagen, bleiben, auch bei nur auszugsweiser Verwertung, vorbehalten. Eine Ver-vielfältigung dieses Werkes oder von Teilen dieses Werkes ist auch im Einzelfall nur in den Grenzen der gesetzlichen Bestimmungen des Urheberrechtsgesetzes der Bundesrepublik Deutschland vom 9. September 1965 in der jeweils geltenden Fassung zulässig. Sie ist grundsätzlich vergütungspflichtig. Zuwiderhandlungen unterliegen den Strafbestimmungen des Urheberrechtsgesetzes.

Steinkopff Verlag  
ein Unternehmen von Springer Science+Business Media  
[www.steinkopff.com](http://www.steinkopff.com)

© Steinkopff Verlag 2009  
Printed in Germany

Die Wiedergabe von Gebrauchsnamen, Handelsnamen, Warenbezeichnungen usw. in diesem Werk be-rechtigt auch ohne besondere Kennzeichnung nicht zu der Annahme, dass solche Namen im Sinne der Warenzeichen- und Markenschutz-Gesetzgebung als frei zu betrachten wären und daher von jeder-mann benutzt werden dürften.

Produkthaftung: Für Angaben über Dosierungsanweisungen und Applikationsformen kann vom Verlag keine Gewähr übernommen werden. Derartige Angaben müssen vom jeweiligen Anwender im Einzel-fall anhand anderer Literaturstellen auf ihre Richtigkeit überprüft werden.

Redaktion: Dr. Annette Gasser Herstellung: Holger Frey  
Umschlaggestaltung: Erich Kirchner, Heidelberg  
Umschlagabbildung © UDW  
Satz: K+V Fotosatz GmbH, Beerfelden

SPIN 12649679 Gedruckt auf säurefreiem Papier

H.-J. Trappe

## Neues aus Kardiologie und Rhythmologie: Implikationen für die Intensiv- und Notfallmedizin

In den vergangenen Jahren sind zahlreiche neue Studien, Leitlinien und Techniken aus den Bereichen von Kardiologie und Rhythmologie vorgestellt worden, die wesentliche Implikationen für die Intensiv- und Notfallmedizin haben. So seien an dieser Stelle neue Strategien zu Diagnostik und Therapie des akuten Koronarsyndroms genannt, Leitlinien zur kardiopulmonalen Reanimation und vielfältige Studien zur häufigsten Rhythmusstörung des Erwachsenen, dem Vorhofflimmern [2, 4]. Auch Strategien zur Behandlung von Patienten mit lebensgefährlichen Rhythmusstörungen außerhalb und innerhalb von Kliniken sind kürzlich diskutiert worden, ebenso wie Überlegungen zur automatisierten externen Defibrillation durch Laien [1, 3].

Die vorgestellten Studien, publizierten Ergebnisse oder mitgeteilten Befunde haben besondere Bedeutung für Patienten in der Intensiv- und Notfallmedizin und erfordern nicht nur klare Strategien zu schnellem und überlegtem Handeln, sondern sind bei zögerlicher und/oder falscher Wertung von Befunden mit einem oft tödlichen Verlauf für einen Patienten verbunden. Besonders für Patienten mit lebensgefährlichen Rhythmusstörungen, Herz-Kreislauf-Stillstand oder bradykarden Arrhythmien kann ein Zuwarten oder eine falsche Strategie fatal sein [5]. Fehler werden oft in den ersten Minuten durch mangelnde Anamneseerhebung, flüchtige Untersuchung und fehlende Kenntnisse in der Interpretation des Oberflächen-EKGs gemacht, oft gefolgt von falschen therapeutischen Maßnahmen und vielfach einer überflüssigen medikamentösen und/oder apparativen Polypragmasie. Besonders bei Patienten mit Herzrhythmusstörungen, deren Behandlung häufig als sehr schwierig angesehen wird, werden oft Fehldiagnosen gestellt, weil einfache, aber grundlegende Befunde übersehen und/oder falsch eingeschätzt werden [6].

In diesem Sammelband „Neues aus Kardiologie und Rhythmologie: Implikationen für die Intensiv- und Notfallmedizin“ sollen aktuel-

le Strategien zu Diagnostik und/oder Therapie vorgestellt werden, die zu einer schnellen und richtigen Behandlung führen sollen. „Eine richtige Behandlung muss einfach sein, eine mannigfaltige Behandlung ist falsch und bedingt neue Störungen“, ein Satz, der von dem römischen Philosophen und Literaten Seneca (1–65 n. Chr.) vor vielen Hunderten von Jahren formuliert wurde, soll quasi als „Pate“ für die vorgestellten Arbeiten gelten. In mehreren Arbeiten werden neue Erkenntnisse zu Diagnostik und Therapie von schwerwiegenden Krankheitsbildern wie akutes Koronarsyndrom oder Aortendissektion vorgestellt, im Mittelpunkt sollen aber die vielfältigen Schwierigkeiten in der Diagnostik und Therapie von bradykarden oder tachykarden Rhythmusstörungen stehen. Besonderer Wert wird auf die Zusammenstellung einfacher klinischer Befunde und weniger, aber wichtiger diagnostischer und therapeutischer Verfahren gelegt. Für alle vorgestellten Überlegungen – von der Tablette bis zum Schrittmacher oder Defibrillator – gilt ein Satz von Prof. Hein J. J. Wellens, einem der renommiertesten Rhythmologen weltweit und langjährigem Chef der kardiologischen Klinik der Maastrichter Universitätsklinik, der in großen Lettern im Besprechungsraum seiner

Online publiziert: 16. Mai 2008

Prof. Dr. med. Hans-Joachim Trappe (✉)  
Medizinische Klinik II  
(Schwerpunkte Kardiologie  
und Angiologie)  
Ruhr-Universität Bochum  
Hölkeskampring 40  
44625 Herne, Germany  
Tel.: +49-23 23 / 499-16 04  
Fax: +49-23 23 / 499-3 01  
E-Mail: Hans-Joachim.Trappe@ruhr-  
uni-bochum.de

Maastrichter Klinik zu lesen war: „Was man nicht kennt, erkennt man nicht“!

So wird in den Beiträgen systematisch die Problematik bradykarder und tachykarder Rhythmusstörungen besprochen, ebenso wie die Notwendigkeit einer schnellen Defibrillation und kardiopulmonalen Reanimation bei Herz-Kreislauf-Stillstand innerhalb und außerhalb von Krankenhäusern. Es sollen Überlegungen zur automatisierten externen Defibrillation von Laien diskutiert und neue medikamentös antiarrhythmische Konzepte („Das Konzept

der 5A“) in ihrer Bedeutung für die Intensiv- und Notfallmedizin vorgestellt werden.

Das Buch „Neues aus Kardiologie und Rhythmologie: Implikationen für die Intensiv- und Notfallmedizin“ soll dem in der Intensiv- und Notfallmedizin tätigen Arzt eine Hilfe zur schnellen und sicheren Diagnose bestimmter kardialer Krankheitsbilder sein, und zur richtigen Diagnose führen. Es wurde bewusst darauf verzichtet, komplexe pathophysiologische Zusammenhänge oder molekulare Grundlagen von Rhythmusstörungen im Detail vorzustellen.

Sie wurden nur dann erwähnt, wenn sie zum Verständnis erforderlich erschienen. Es wurde auch versucht, die therapeutischen Überlegungen einfach, klar und „schnörkellos“ vorzustellen, um das Konzept von Seneca einer einfachen Behandlung für den klinischen Alltag zu ermöglichen. Es würde uns freuen, wenn dieses Ziel erreicht würde und der Patient mit kardialen und/oder rhythmologischen Problemen durch die vorgestellten Arbeiten schneller, besser und zielgerichteter behandelt werden könnte.

## Literatur

1. Chan PS, Krumholz HM, Nichol G, Nallamothu BK, and the American Heart Association National Registry of Cardiopulmonary Resuscitation Investigators (2008) Delayed time to defibrillation after in-hospital cardiac arrest. *N Engl J Med* 358:9–17
2. International Liaison Committee on Resuscitation, ILCOR (2005) International consensus cardiopulmonary resuscitation and emergency cardiovascular care science with treatment recommendations. *Resuscitation* 67:157–337
3. Sandroni C, Ferro G, Santangelo S, Tortora F, Mistura L, Cavallaro F, Caricato A, Antonelli M (2004) In-hospital cardiac arrest: survival depends mainly on the effectiveness of the emergency response. *Resuscitation* 62:291–297
4. Trappe HJ (2007) Herzrhythmusstörungen. In: Burchardi H, Larsen R, Kühlen R, Jauch KW, Schölmerich J (Hrsg) *Die Intensivmedizin*, 10. überarb. u. erw. Aufl. Springer, Berlin Heidelberg New York, S 430–443
5. Trappe HJ, Klein H, Lichtlen PR (1992) Fehldiagnosen bei kardialen Arrhythmien. In: Kirch W (Hrsg) *Fehldiagnosen in der Inneren Medizin*. Gustav Fischer, Stuttgart Jena New York, S 91–111
6. Wellens HJJ, Conover B (2006) *The ECG in emergency decision making*. 2nd ed. WB Saunders, Philadelphia, pp 1–281

H.-J. Trappe	Editorial Neues aus Kardiologie und Rhythmologie: Implikationen für die Intensiv- und Notfallmedizin . . . . .	III
H.-J. Trappe, H. J. J. Wellens	Neues zu Diagnostik und Monitoring bei akutem Koronarsyndrom und Aortendissektion . . . . .	1
H.-J. Trappe	Elektrotherapie bei bradykarden oder tachykarden Rhythmus- störungen und akutem Koronarsyndrom . . . . .	17
H.-J. Trappe	Vorhofflimmern – Strategien für die Intensiv- und Notfallmedizin	28
H.-J. Trappe	Kammerflattern, Kammerflimmern und ventrikuläre Tachykardien – Strategien für die Notfall- und Intensivmedizin . . . . .	35
H.-J. Trappe	Das Konzept der „5A“ für die Intensiv- und Notfallmedizin . . . . .	43
H.-J. Trappe	Notfälle bei Herzschrittmacherpatienten . . . . .	57
J. Tebbenjohanns, K. Rühmkorf	Die Katheterablation als Notfalleingriff bei Intensivpatienten mit Rhythmusstörungen . . . . .	68
M. Ferrari	Strategien in der Intensiv- und Notfallmedizin für Patienten mit schwerer Herzinsuffizienz . . . . .	75
A. Geibel, C. Bode, S. Konstantinides	Risikostratifikation und differenzierte Therapiekonzepte auf der Intensivstation bei Patienten mit akuter Lungenembolie . .	84
M. Buerke, M. Russ, R. Prondzinsky, K. Werdan	Infarktbedingter kardiogener Schock – Diagnose, Monitoring und Therapie . . . . .	93

H.-J. Trappe  
H. J. J. Wellens

## Neues zu Diagnostik und Monitoring bei akutem Koronarsyndrom und Aortendissektion

### What is new in diagnostics and monitoring in acute coronary syndrome and aortic dissection?

Eingegangen: 3. März 2008  
Akzeptiert: 11. März 2008  
Online publiziert: 15. April 2008

Serie:  
*Neues aus Kardiologie  
und Rhythmologie:  
Implikationen für die Intensiv-  
und Notfallmedizin*  
Herausgegeben von  
H.-J. Trappe (Herne)

Univ.-Prof. Dr. med.  
Hans-Joachim Trappe (✉)  
Medizinische Klinik II  
(Schwerpunkte Kardiologie  
und Angiologie)  
Ruhr-Universität Bochum  
Hölkeskampring 40  
44625 Herne, Germany  
Tel.: +49-2323/499-1604  
Fax: +49-2323/499-301  
E-Mail: Hans-Joachim.Trappe@ruhr-uni-bochum.de

Hein J. J. Wellens  
Abteilung Kardiologie  
Akademisches Krankenhaus Maastricht  
Universität Limburg, Niederlande

► **Abstract** *Background* Acute chest pain is very frequent in medicine and caused by several cardiac disorders or disorders of the great vessels. In addition, chest pain is also well known as “noncardiac chest pain” or due to functional abnormalities. For prognosis and long-term follow-up, acute coronary syndromes (ACS) and ascending aortic dissections (AoDis) are important disorders. *Results* The ACS represents a heterogeneous group of pts along a continuum of risk from unstable angina (UA) to non-ST-segment elevation (NSTEMI) to ST-segment elevation myocardial infarction (STEMI). The 12-lead surface ECG is able to identify myocardial size and location of the involved coronary artery. Acute AoDis has a poor prognosis with mortality rates of 60% < 24 h, 75% < one week and 90% < three months. Therefore, immediate diagnosis of AoDis is necessary and the methods of choice are echocardiography and cardiac nuclear magnetic resonance imaging. *Conclusions* Chest pain is caused in many pts by acute coronary syndrome or aortic dissection. To avoid poor prognosis in these pts, rapid diagnosis and treatment is necessary. 12-lead electrocardiography, echocardiography and cardiac nuclear magnetic reso-

nance imaging are excellent methods for the diagnosis of these diseases.

► **Key words** acute chest pain – acute ischemic syndromes – aortic dissection – 12-lead surface ECG – echocardiography – cardiac nuclear magnetic resonance imaging

► **Zusammenfassung** *Hintergrund* Akute Thoraxschmerzen sind relativ häufig und können Ausdruck von Erkrankungen des Herzens oder der großen Gefäße sein, sie können aber auch durch nichtkardiale Krankheiten hervorgerufen werden oder funktionell bedingt sein. Für Prognose und Verlauf sind akute Thoraxschmerzen bedeutsam, die durch akutes Koronarsyndrom (ACS) oder Aortendissektion (AoDis) bedingt sind, verbunden mit einer hohen Akutsterblichkeit ohne unverzügliche adäquate diagnostische und therapeutische Maßnahmen. *Ergebnisse* Beim ACS unterscheidet man nicht-ST-Strecken-Hebungs-(NSTEMI/instabile Angina pectoris [IAP]) und ST-Strecken-Hebungsinfarkt (STEMI). Beim Vorliegen von akuten Thoraxschmerzen sollte eine unverzügliche Diagnostik erfolgen, wobei neue Kriterien im 12-Kanal-Oberflächen-EKG nicht nur Lokalisation und Ausmaß eines Myokardinfarktes

festlegen können, sondern in hohem Maße auch den Ort der Koronarläsion identifizieren können. Bei der AoDis versterben unbehandelt etwa 60% < 24 h, 75% < 1 Woche und 90% < 3 Monaten. Entscheidend sind Ort und exakter Nachweis der Dissektionsmembran, wobei auch für dieses Krankheitsbild zur Diagnostik vor allem nichtinvasive bildgebende Verfahren wie Echokardiographie und kardiale Kernspintomographie herangezogen werden.

*Schlussfolgerungen* Akute Thoraxschmerzen sind vielfach durch ACS oder Aortendissektion hervorgerufen, die ohne adäquate und schnelle Therapie eine per se schlechte Prognose haben. Von entscheidender Bedeutung ist eine rasche und sichere Diagnose des zugrunde liegenden Krankheitsbildes, wobei vor allem dem 12-Kanal-Oberflächen-EKG und nichtinvasiven bildgebenden Ver-

fahren (Echokardiographie, kardiale Kernspintomographie) entscheidende Bedeutung zukommen.

#### ► Schlüsselwörter

Akute Thoraxschmerzen –  
Akutes Koronarsyndrom –  
Aortendissektion –  
12-Kanal-Oberflächen-EKG –  
Echokardiographie –  
kardiale Kernspintomographie

## Einleitung

Der akute Myokardinfarkt gehört zu der Gruppe von Erkrankungen, die unter dem Begriff „akutes Koronarsyndrom“ zusammengefasst werden [18, 39]. Das „akute Koronarsyndrom“ (ACS) umfasst verschiedene Phasen der koronaren Herzkrankheit, die unmittelbar lebensbedrohlich sein können [18, 27]. Im klinischen Alltag entsprechen dem „akuten Koronarsyndrom“ die instabile Angina pectoris, der akute Myokardinfarkt und der plötzliche Herztod [24, 37]. Da die Übergänge dieser klinischen Formen fließend sind, hat es sich in den vergangenen Jahren durchgesetzt, nach den Befunden des Oberflächen-Elektrokardiogramms Patienten mit akutem Myokardinfarkt und ST-Strecken-Hebung (ST-Strecken-Hebungsinfarkt [STEMI]) und solche ohne ST-Strecken-Hebung (nicht-ST-Strecken-Hebungsinfarkt [NSTEMI]) bzw. instabile Angina pectoris zu unterscheiden [16, 17]. Nach der Definition der Weltgesundheitsorganisation WHO liegt ein Myokardinfarkt dann vor, wenn 2 von 3 sicheren Infarktkriterien (klinische Symptomatik, infarkttypische EKG-Veränderungen, infarkttypische laborchemische Veränderungen) vorliegen [4, 41]. Pathogenetisch liegt bei beiden Formen des Myokardinfarktes (STEMI und NSTEMI) in über 90% der Fälle der akute Verschluss einer Koronararterie durch eine frische Thrombose vor. In Deutschland ereignen sich jährlich etwa 280 000 Infarkte mit einer Infarktsterblichkeit innerhalb von 28 Tagen von 29,8% [34]. In diesem Beitrag sollen neue Aspekte von Diagnostik und Monitoring des akuten Myokardinfarktes und der Aortendissektion als Krankheitsbilder mit heftigem Thoraxschmerz und schlechter Prognose ohne erfolgte rasche und adäquate Therapie vorgestellt werden.

## Schmerzsymptomatik beim akuten Myokardinfarkt

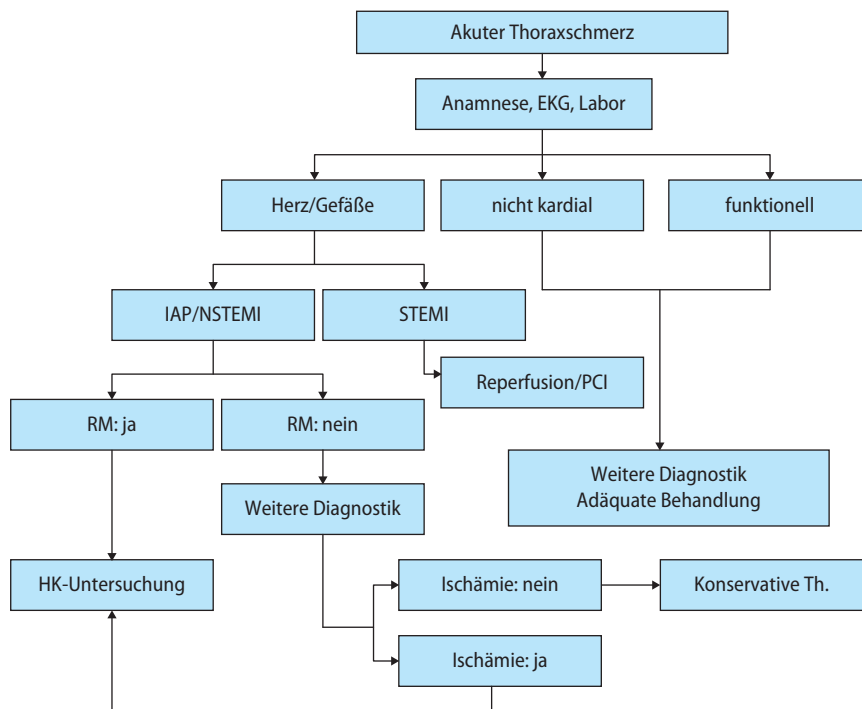
Von großer Bedeutung für die Diagnose eines akuten Myokardinfarktes (STEMI und NSTEMI) ist die Schmerzsymptomatik, die bei den meisten Infarktpatienten als „heftiger akuter Thoraxschmerz“ imponiert [3, 4, 34]: Unter „akuten Thoraxschmerzen“ versteht man plötzlich aufgetretene Schmerzen oder Beschwerden unterschiedlicher Intensität und unterschiedlichen Charakters, die im Bereich des Brustkorbes auftreten [3, 11, 20]. Akute Thoraxschmerzen können allerdings durch eine Vielzahl sehr unterschiedlicher Krankheitsbilder bedingt sein (Tab. 1). Thoraxschmerzen können Ausdruck kardialer Erkrankungen (akuter Myokardinfarkt) oder von Krankheiten der großen Gefäße sein, sie können aber auch durch nichtkardiale Krankheiten („non cardiac chest pain“) oder funktionell bedingt sein

Tab. 1 Kardiale, nicht kardiale und funktionelle Ursachen von Thoraxschmerzen

Kardiale Ursachen	Nicht kardiale Ursachen	Funktionelle Ursachen
Akutes Koronarsyndrom	Pleuritis sicca	Panikattacken
Aortendissektion	Pneumothorax	Angstneurose
Perikarditis	Mediastinalempysem	Herzphobie
Mitralsegelprolaps	Tracheitis	Depression
HNCM/HOCM	Lungenembolie	Hyperventilation
	Ösophagusruptur	
	Tietze-Syndrom	
	Vertebragene Ursachen	
	Intercostal neuralgie	
	Refluxkrankheit	
	Gallenkoliken	
	Diskusprolaps	
	Herpes zoster	
	Medikamente	

HCM = hypertrophe nichtobstruktive Kardiomyopathie, HOCM = hypertrophe obstruktive Kardiomyopathie

**Abb. 1** Algorithmus zum diagnostischen Vorgehen bei akutem Thoraxschmerz. *Abkürzungen:* EKG = Elektrokardiogramm, HK = Herzkatheter, IAP = instabile Angina pectoris, NSTEMI = Nicht-ST-Strecken-Hebungs-Infarkt, PCI = perkutane Koronarintervention, RM = Risikomerkmale, STEMI = ST-Strecken-Hebungs-Infarkt, Th = Therapie



[30]. Thoraxschmerzen sind vielfach von Angst begleitet, wobei das Spektrum von harmlosen Panikattacken bis hin zur begründeten Todesangst bei akutem Koronarsyndrom oder Aortendissektion reicht [16, 17]. Von besonderer Bedeutung für Prognose und Verlauf ist eine rasche differentialdiagnostische Abklärung des Leitsymptoms Thoraxschmerz, wobei vor allem eine Abgrenzung von akutem Koronarsyndrom, Myokardinfarkt, Aortendissektion oder Lungenembolie zu anderen Erkrankungen, die mit Thoraxschmerzen einhergehen, erfolgen muss (Abb. 1). Ohne schnelle und adäquate Therapie können diese Erkrankungen rasch zu irreversiblen Organschäden oder zum Tod eines Patienten führen [24, 35]. Die genaue Beurteilung von Intensität und Charakter des Thoraxschmerzes lässt in vielen Fällen bereits eine Verdachtsdiagnose der zugrunde liegenden Erkrankung zu [34]. Das Leitsymptom Thoraxschmerz hat allerdings beim akuten Koronarsyndrom und beim akuten Myokardinfarkt eine niedrige Spezifität und kann sich erstmals (de novo) oder als Akzeleration einer bisher stabilen Symptomatik präsentieren [16, 17]. Charakteristischerweise ist der Schmerz retrosternal lokalisiert, wird als brennend, drückend, einschnürend und bohrend empfunden, strahlt häufig in Nacken, Hals, Kiefer, Arme oder Oberbauch aus und ist vielfach mit Luftnot, Schweißausbruch, Übelkeit oder anderen vegetativen Zeichen verbunden. Verdächtig für das Vorliegen eines akuten Koronar-

syndroms, und damit prognostisch bedeutsam, sind „Ruhebeschwerden“ von mehr als 20 Minuten Dauer und die Besserung auf antiischämische Medikamente bzw. die nitrorefraktäre Symptomatik. Bei älteren Patienten, bei Frauen und bei Diabetikern sind die Beschwerden allerdings oft atypisch. Bei diesen Patienten finden sich als „Schmerzäquivalent“ häufig nur vegetative Zeichen, Oberbauchschmerzen und/oder Schmerzen im Rücken zwischen den Schulterblättern [34].

## Diagnostik

Die Akutdiagnostik eines Patienten mit heftigen Thoraxschmerzen muss rasch zur definitiven Diagnose führen, da ohne schnelle und adäquate Therapie beim akuten Myokardinfarkt schwere Organschäden auftreten können und/oder Rhythmusstörungen beobachtet werden, die zum Tod eines Patienten führen können [27]. Der plötzliche Herztod durch Kammerflimmern ist die sicher schwerwiegendste Komplikation [39]. Von entscheidender Bedeutung zur differentialdiagnostischen Abklärung sind beim Infarktverdacht vor allem das 12-Kanal-Oberflächen-Elektrokardiogramm und laborchemische Untersuchungen [41]. Andere diagnostische Verfahren wie transthorakale und transösophageale Echokardiographie, in einigen Fällen auch Thorax-CT und Kern-



spintomographie von Herz und großen Gefäßen oder Röntgenthorax-Aufnahmen können im Einzelfall wichtige additive Informationen liefern, sind aber in der Erstdiagnostik beim akuten Koronarsyndrom fast immer ohne Stellenwert. Mittels der verschiedenen nichtinvasiven Verfahren, der Anamnese und der körperlichen Untersuchung lässt sich relativ sicher und in kurzer Zeit das Leitsymptom „akuter Thoraxschmerz“ in eine kardiale und eine nichtkardiale Genese differenzieren.

## ■ Elektrokardiogramm

Von entscheidender Bedeutung bei der Abklärung des Symptoms „akuter Thoraxschmerz“ ist ohne Zweifel die Aufzeichnung eines 12-Kanal-Oberflächen-EKGs [38–40]. Das Elektrokardiogramm erlaubt nicht nur die Diagnose eines ST-Strecken-Hebungs-Infarktes, sondern gibt auch zusätzlich Informationen über Infarktlokalisierung, Infarktausdehnung und das Erkennen möglicher Infarktkomplikationen (sinuatriale, atrioventrikuläre oder faszikuläre Leitungsstörungen) [41]. Das 12-Kanal-Oberflächen-EKG hat eine zentrale Bedeutung bei der Diagnose des akuten Myokardinfarktes und sollte sofort nach Vorstellung des Patienten und 6–12 h später geschrieben werden. Das EKG hat für die Frühdiagnose eines akuten Myokardinfarktes einen hohen Stellenwert, ist aber nur bei 50–70% der Infarktpatienten bei der Aufnahme infarkttypisch verändert. Die Sensitivität des EKGs nimmt im (unbeeinflussten) Verlauf der ersten 3 Tage auf 80% zu. Die Sensitivität ist bei Infarkten im Posterolateralbereich sowie bei rechtsventrikulären Infarkten eingeschränkt. Die Aussagekraft ist ferner limitiert bei bereits abgelaufenen Infarkten, Hypertrophiezeichen und bei Medikamenteneffekten [34].

### ST-Strecken-Hebungs-Infarkt (STEMI)

Definitionsgemäß ist das 12-Kanal-Oberflächen-EKG die diagnostische Methode zur Abgrenzung eines ST-Strecken-Hebungs-Infarktes (STEMI) von den anderen Formen des akuten Koronarsyndroms [14]. Das Ausmaß der ST-Strecken-Hebungen und die Anzahl der betroffenen Ableitungen korrelieren mit der Größe der vom Untergang bedrohten Muskelmasse [40]. ST-Strecken-Hebungen von  $\geq 0,1$  mV in mindestens zwei zusammenhängenden Extremitätenableitungen oder  $\geq 0,2$  mV in mindestens zwei zusammenhängenden Brustwandableitungen bzw. ein neu aufgetretener Linksschenkelblock mit infarkttypischer Symptomatik sind eindeutige Zeichen eines STEMI [34].

## Infarktstadien

Erstes Zeichen einer myokardialen Ischämie und damit der erste elektrokardiographische Hinweis auf das Vorliegen eines akuten Myokardinfarktes ist die Zunahme der T-Wellen-Amplitude; man spricht von einem „Erstickungs-T“, das allerdings nur relativ kurz vorhanden und deshalb meistens nicht nachweisbar ist [14, 32]. Die Hebung der ST-Strecke mit Verschmelzung von ST-Strecke und T-Welle sind bei den meisten Patienten mit akutem Myokardinfarkt häufig das erste „typische“ EKG-Zeichen des ST-Strecken-Hebungsinfarktes (STEMI) [4]. Die Dauer der ST-Strecken-Hebung beträgt allerdings nur wenige Stunden. Es kommt vielfach noch im Stadium der ST-Strecken-Hebung zur Ausbildung einer negativen T-Welle und mit zunehmender Ausbildung der Nekrosezone zur Entwicklung von Q-Zacken in den infarktbezogenen Ableitungen. Ein kompletter R-Verlust führt zum Entstehen von QS-Komplexen.

## Infarktlokalisierung und Infarktausdehnung

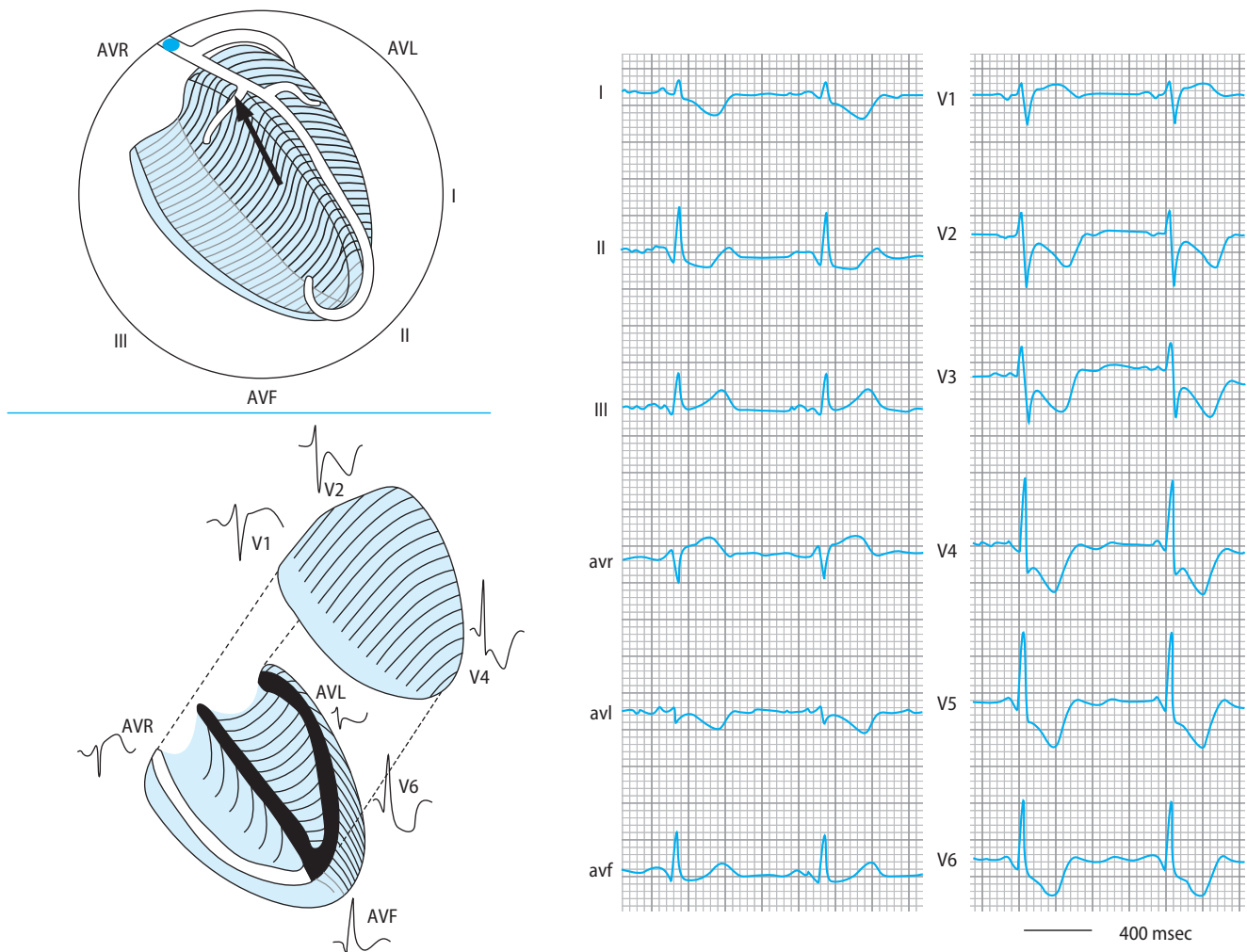
Für die Bestimmung von Lokalisation und Größe eines Infarktes gibt das 12-Kanal-Oberflächen-EKG wichtige Hinweise [32, 41]. Für die Einschätzung von Infarktlokalisierung und -größe ist allerdings eine exakte Analyse aller 12 Kanäle des EKG notwendig. Die betroffenen Ableitungen repräsentieren die Infarktlokalisierung gut (Tab. 2). Es ist gesichert, dass infarkttypische Veränderungen in vielen Ableitungen auf einen großen Infarkt hinweisen. Das Ausmaß der ST-Strecken-Hebungen und die Anzahl der betroffenen Ableitungen korrelieren gut mit der Größe der vom Untergang bedrohten Muskelmasse [14, 40].

## Identifikation des Infarktgefäßes

In den vergangenen Jahren sind intensive Untersuchungen zur Identifikation des Infarktgefäßes aus dem 12-Kanal-Oberflächen-EKG durchgeführt worden, um Entscheidungshilfen für das therapeutische Verfahren (Thrombolyse, PCI) zu erhalten und/oder Hinweise auf drohende Infarktkomplikationen (sinuatriale/atrioventrikuläre Leitungsstörungen, rechts-

Tab. 2 Infarktlokalisierung im 12-Kanal-Oberflächen-EKG

Betroffene Ableitungen	Infarktlokalisierung
V <sub>2</sub> –V <sub>4</sub>	Anteroseptalinfarkt
V <sub>2</sub> –V <sub>6</sub> , I, aVL	Vorderwandspitzeninfarkt
V <sub>5</sub> –V <sub>6</sub> , I, aVL	Anterolateralinfarkt
II, III, aVF	Inferiorer Infarkt
V <sub>7</sub> –V <sub>9</sub>	Posteriorer Infarkt
V <sub>1</sub> , V <sub>3R</sub> –V <sub>4R</sub>	Rechtsventrikulärer Infarkt



**Abb. 2** Hauptstammverschluss links. Neben Zeichen eines proximalen Verschlusses des Ramus interventrikularis anterior (ST-Strecken-Hebung in aVR, aVL und V<sub>1</sub>), zusätzliche Zeichen der posterobasalen Ischämie (ST-Strecken-

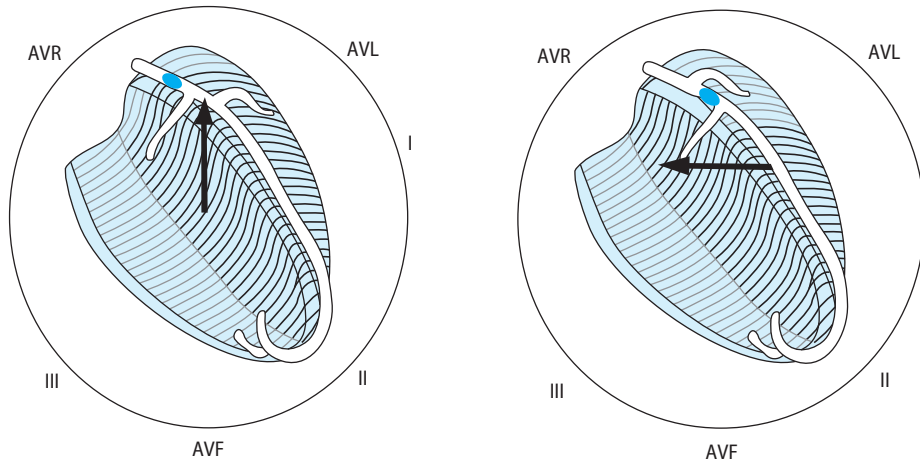
Senkung in II, aVF, V<sub>4</sub>-V<sub>5</sub>). Bemerkenswert ist die höhere ST-Strecken-Hebung in aVR im Vergleich zu V<sub>1</sub> und die ausgeprägtere ST-Strecken-Senkung in V<sub>6</sub> im Vergleich zur ST-Strecken-Hebung in V<sub>1</sub> (modifiziert nach Wellens [34])

ventrikuläre Beteiligung durch Beurteilung der Ableitung V<sub>4</sub>R) zu bekommen [41]. Die elektrokardiographische Identifikation des Infarktgefäßes und die Lokalisation der „Gefäßläsion“ soll neben der Diagnose „Verschluss“ bzw. „hochgradige Stenosierung“ zu einer besseren Abschätzung des Infarktverlaufes und einer gezielten therapeutischen Konsequenz führen. Bei genauer Analyse des 12-Kanal-EKGs in den Extremitäten- und den Brustwandableitungen ist es in hohem Maße möglich, den Ort der Koronarläsion (z. B. Verschluss im proximalen oder mittleren Drittel des Ramus interventrikularis anterior) genau festzulegen (Abb. 2–7). Die Ableitung V<sub>4</sub>R ermöglicht demgegenüber die Lokalisation eines Verschlusses im Bereich der proximalen (ST-Strecken-Hebung in V<sub>4</sub>R  $\geq$  1 mm, positive T-Welle) oder der distalen rechten Koronararterie (ST-Strecken-Hebung in V<sub>4</sub>R  $<$  1 mm, posi-

tive T-Welle) im Vergleich zu einem Verschluss im Bereich der A. circumflexa (keine ST-Streckenhebung, negative T-Welle in V<sub>4</sub>R) (Abb. 8). Die Veränderungen sind allerdings nur wenige Stunden ( $<$  10 h) nachweisbar, so dass eine schnelle Ableitung von V<sub>4</sub>R erfolgen muss [40, 41].

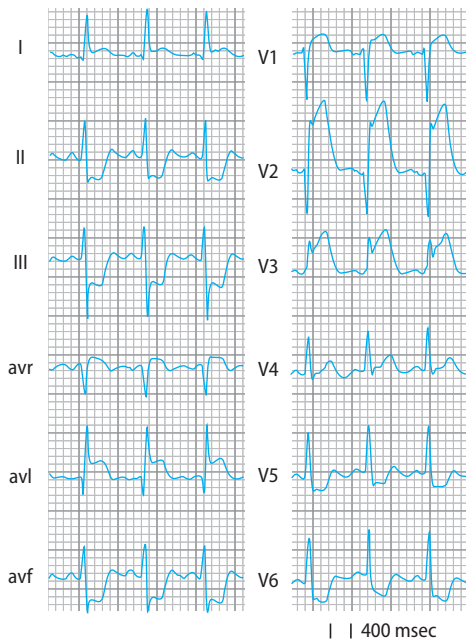
### Infarktzeichen bei Schenkelblöcken und Schrittmacherpatienten

Die Infarkt Diagnostik ist bei Patienten mit Schenkelblockbildern häufig schwierig. Während bei Patienten mit vorbestehendem oder neuem Rechtsschenkelblock die Infarkt Diagnostik nicht beeinträchtigt ist, erschwert ein vorbestehender Linksschenkelblock die Infarkt Diagnostik sehr oder macht sie unmöglich [4]. Tritt im Rahmen eines akuten Koronarsyndroms

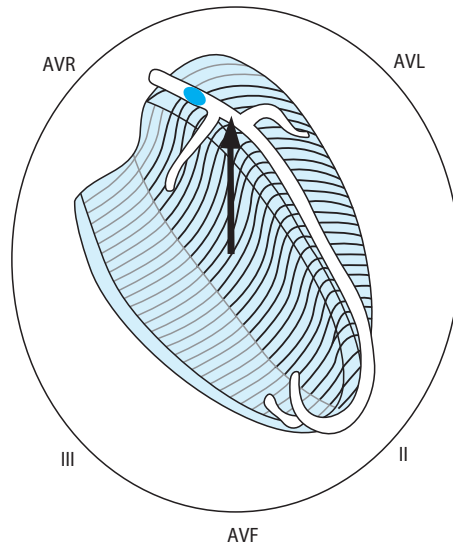


**Abb. 3** Die Bedeutung der vektoriellen Ausrichtung bei unterschiedlichen Verschluss-Lokalisationen im Bereich des Ramus interventrikularis anterior. Je nach Ort des Verschlusses finden sich unterschiedliche ischämische Myokard-

areale, die die septale, laterale und inferoapikale Region des linken Ventrikels umfassen. Der Vektor der ST-Strecken-Hebung ist das Ergebnis des Ausmaßes der Ischämie in der betroffenen linksventrikulären Region



**Abb. 4** Akuter ST-Strecken-Hebungsinfarkt (Vorderwandinfarkt) bei Verschluss des Ramus interventrikularis anterior proximal des ersten septalen und des ersten diagonalen Astes. Zeichen der ST-Strecken-Hebung in V1 und ST-Senkung in V<sub>5</sub>-V<sub>6</sub>, ST-Hebung in aVR und ST-Strecken-Senkungen in den Ableitungen II, III und aVF



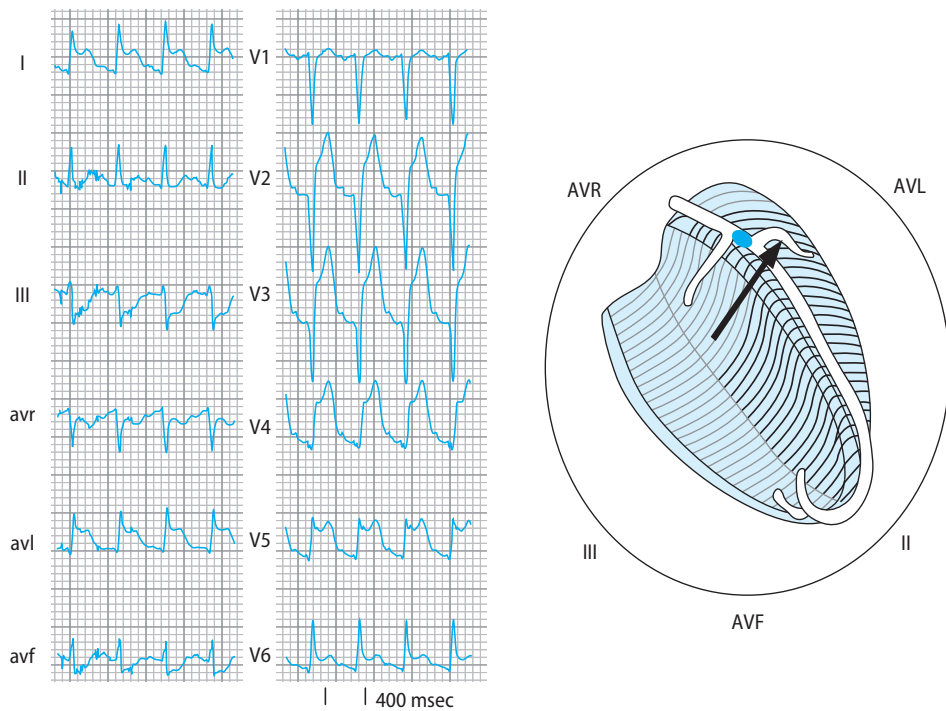
tungen II, III und aVF weisen auf eine globale Ischämie der gesamten anterioren und septalen Anteile des linken Ventrikels hin. Der ST-Strecken-Vektor zeigt in eine superiore Richtung, da der anteroseptale Anteil des Ventrikels das dominante ischämische Areal ist (modifiziert nach Wellens [34])

ein Linksschenkelblock neu auf, wird dieses als Zeichen eines ST-Strecken-Hebungsinfarktes gewertet. Bei Patienten mit implantierten Herzschrittmachern ist die elektrokardiographische Infarkt Diagnostik ebenfalls schwierig oder sogar unmöglich. Hier sind Befunde wie das CABRERA-Zeichen, das ZONE-RAICH-Zeichen oder das Stimulus-qR-Intervall hilf-

reiche elektrokardiographische Zeichen für die Diagnose eines akuten Myokardinfarktes [23].

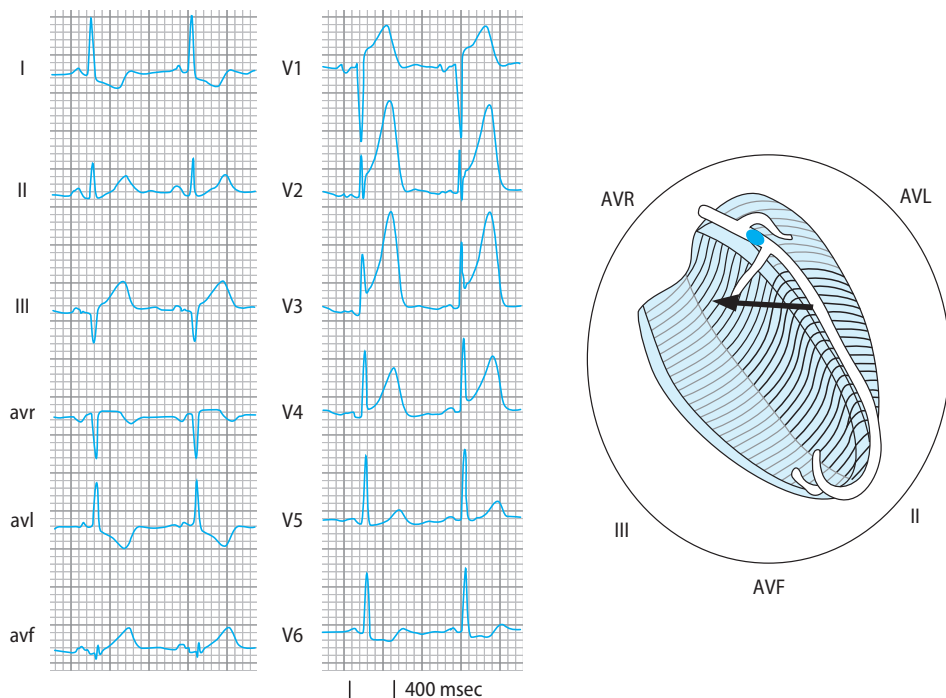
**Nicht-ST-Strecken-Hebungsinfarkt (NSTEMI)**

Liegen bei einem Patienten mit entsprechender thorakaler Schmerzsymptomatik erhöhte kardiale Labor-



**Abb. 5** Akuter ST-Strecken-Hebungsinfarkt (Vorderwandinfarkt) bei Verschluss des Ramus interventricularis anterior distal des ersten septalen und proximal des ersten diagonalen Astes. Zeichen der ST-Strecken-Hebung in den Brustwandableitungen und in aVL, während eine ST-Strecken-Senkung

in den Ableitungen III und aVR zu sehen ist. Der ST-Strecken-Vektor zeigt in eine laterale Richtung mit negativer ST-Strecke in III und aVR, die Ableitung II ist isoelektrisch und in I und aVL ist eine Hebung der ST-Strecke zu sehen (modifiziert nach Wellens [34])



**Abb. 6** Akuter ST-Strecken-Hebungsinfarkt (Vorderwandinfarkt) bei Verschluss des Ramus interventricularis anterior distal des ersten diagonalen und proximal des ersten septalen Astes. Zeichen der ST-Strecken-Hebung in den Brustwandableitungen V<sub>1</sub>-V<sub>4</sub> mit einer ST-Strecken-Senkung in V<sub>5</sub>-V<sub>6</sub>, negative ST-Strecke in der Ableitung aVL. Die myokardiale Ischämie liegt haupt-

sächlich im Bereich des Septums, ersichtlich an der negativen ST-Strecke in aVL, während aVR und II weniger positiv oder isoelektrisch sind. Die Negativität der ST-Strecke in aVL ist hochspezifisch für einen Verschluss des Ramus interventricularis anterior unterhalb des ersten diagonalen Astes (modifiziert nach Wellens [34])