

# 6

## Herz

### 6.1 Aufgaben

Beim Herzen (Cor) handelt es sich um einen kräftigen **Muskel**, der als **Hohlorgan** aufgebaut ist. Darunter versteht man ein Organ, das in seinem Inneren einen Hohlraum (Lumen) enthält. Das Herz stellt die **zentrale Blutpumpe** des Herz-Kreislauf-Systems dar: Durch seine Pumpleistung fließt das Blut durch das Gefäßsystem des Körpers. Dabei gelangt es zunächst in den Lungenkreislauf, kehrt von dort zurück zum Herzen und wird in den Körperkreislauf weitergepumpt (► Abb. 7.1):

- Im **Lungenkreislauf** (kleiner Kreislauf) wird das sauerstoffarme, kohlendioxidreiche Blut zur Lunge transportiert (S. 137). Dort gibt es das Kohlendioxid ab und nimmt Sauerstoff auf, bevor es wieder zurück zum Herzen fließt.
- Im **Körperkreislauf** (großer Kreislauf) gelangt das jetzt sauerstoffreiche Blut aus dem Herzen zu den Organen, gibt dort den Sauerstoff ab und fließt als sauerstoffarmes, kohlendioxidreiches Blut wieder zurück zum Herzen (S. 137).

Damit dieser geordnete Blutfluss möglich ist, wird das Herz durch die Herzscheidewand (Septum) in 2 Hälften unterteilt: Die linke Herzhälfte dient als Pumpe des Körperkreislaufs, die rechte Herzhälfte als Pumpe des Lungenkreislaufs.



#### WISSEN TO GO

##### Aufgaben des Herzens

Das Herz arbeitet als Pumpe, die sauerstoffarmes Blut zur Lunge (rechtes Herz) und sauerstoffreiches Blut in den Körper (linkes Herz) pumpt.

### 6.2 Lage, Form und Größe

Das Herz befindet sich im **Brustkorb** (Thorax), und zwar zwischen den beiden Lungenflügeln im **Mediastinum** (S. 146). Dabei liegt es zu etwa  $\frac{2}{3}$  in der linken Brustkorbhälfte und zu etwa  $\frac{1}{3}$  in der rechten (► Abb. 6.1). Seitlich grenzt es an die Lungenflügel, vorn an das Brustbein (Sternum) und hinten an die Speiseröhre (Ösophagus) sowie an die Luftröhre (Trachea). Das Herz ist in den **Herzbeutel** (S. 118) eingebettet. Oben gehen vom Herzen die Hauptschlagader (Aorta) und der Truncus pulmonalis („Lungenstamm“) ab (► Abb. 6.2).

#### Diagnostik Schluckecho

Die räumliche Nähe des Herzens zur Speiseröhre macht man sich bei der **transösophagealen Echokardiografie** zunutze. Bei dieser Herzultraschalluntersuchung führt man einen Schallkopf in die Speiseröhre ein, weshalb diese Methode umgangssprachlich auch als **Schluckecho** bezeichnet wird. Da die Speiseröhre hinter dem Herzen verläuft, kann man mit dieser Technik gut die **hinteren** Anteile des Herzens beurteilen.

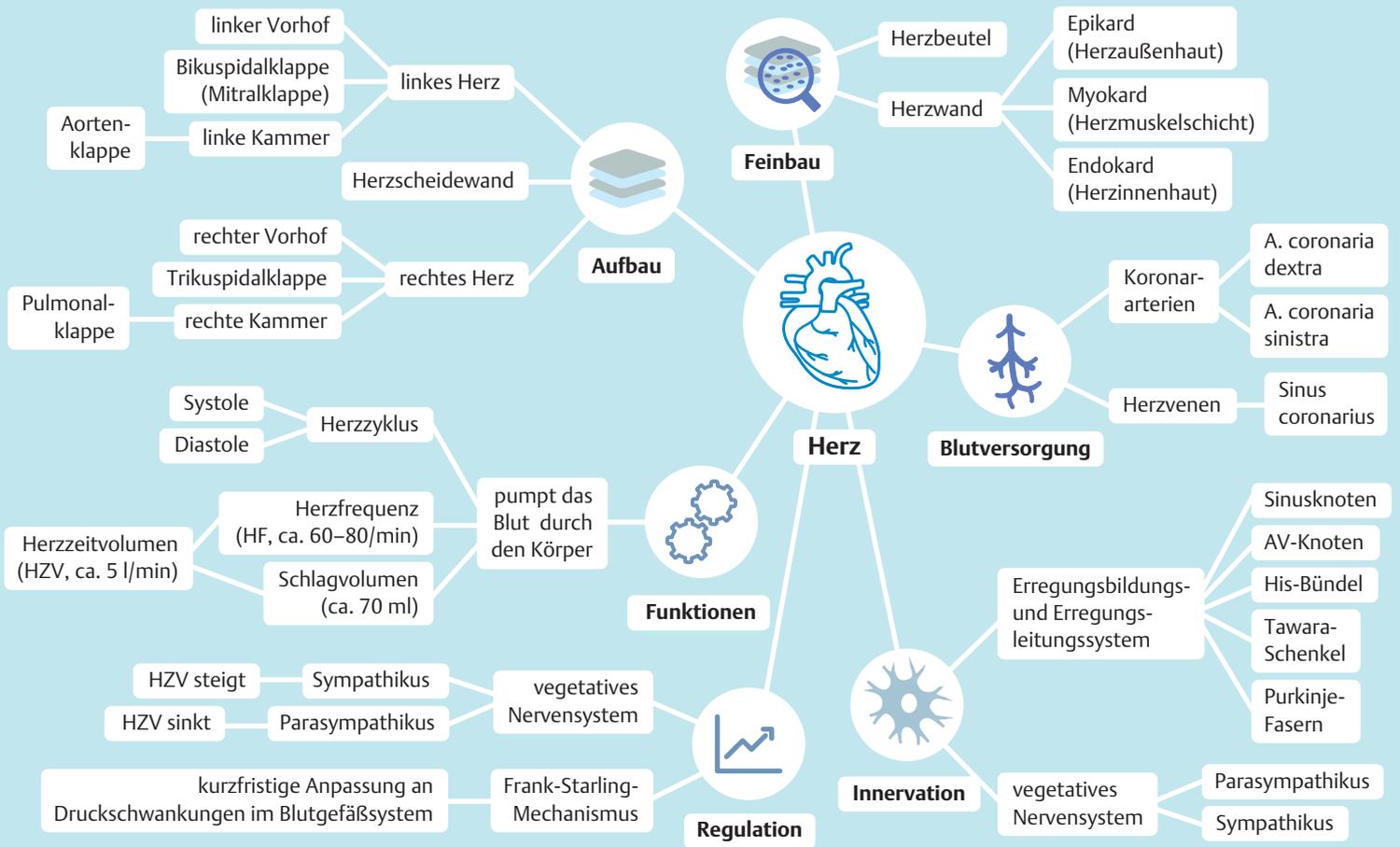
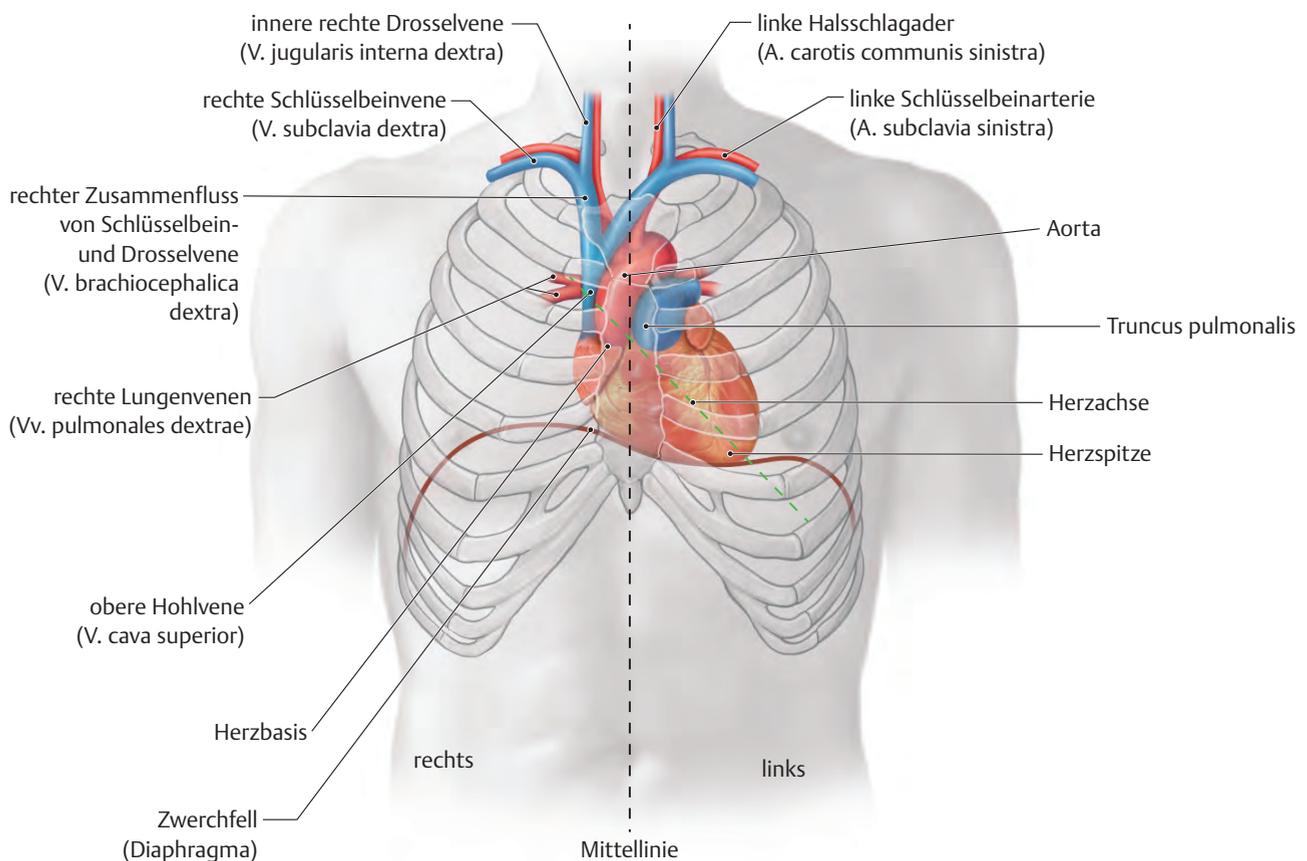
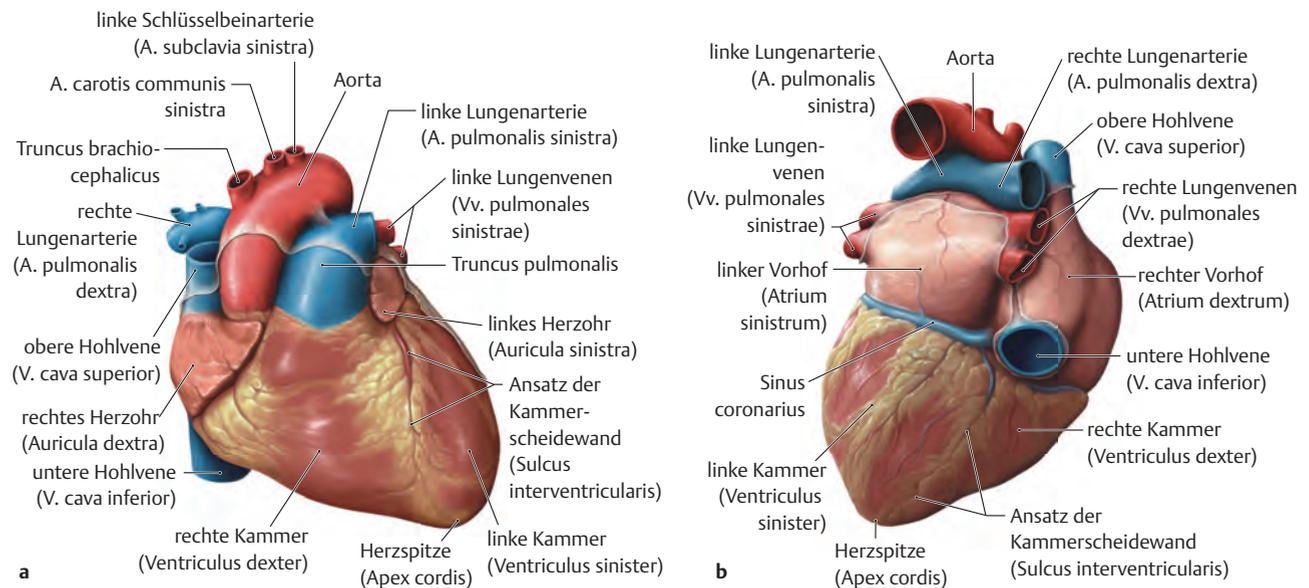


Abb. 6.1 Lage des Herzens im Brustkorb.



Das Herz liegt zu etwa  $\frac{2}{3}$  links der Mittellinie, die Herzachse verläuft schräg nach unten-links. Gefäße, die sauerstoffreiches Blut führen, sind rot dargestellt, Gefäße, die sauerstoffarmes Blut führen, blau. Sie werden in Kap. 7 näher beschrieben.

Abb. 6.2 Form und Aufbau des Herzens.



Gefäße, die sauerstoffreiches Blut führen, sind rot dargestellt, Gefäße, die sauerstoffarmes Blut führen, blau. Sie werden in Kap. 7 näher beschrieben.

- a** Ansicht von vorn. Mit dieser Fläche grenzt das Herz an das Brustbein (Sternum). Aus: Schünke M, Schulte E, Schumacher U: Prometheus LernAtlas der Anatomie. Illustrationen von Voll M und Wesker K. 5. Aufl. Stuttgart: Thieme; 2018.
- b** Ansicht von hinten-unten. Mit dieser Fläche grenzt das Herz ans Zwerchfell. Aus: Schünke M, Schulte E, Schumacher U: Prometheus LernAtlas der Anatomie. Illustrationen von Voll M und Wesker K. 5. Aufl. Stuttgart: Thieme; 2018.

Das Herz ist kegelförmig und liegt schräg im Brustkorb. Seine **Spitze** ist nach links gedreht und zeigt leicht nach vorn-unten. Sie liegt nah an der linken Brustwand etwa in Höhe 5. Interkostalraums (S.313).

Der Teil des Herzens, von dem die großen Gefäße abgehen, wird als **Herzbasis** bezeichnet. Verbindet man die Herzspitze mit der Herzbasis, so erhält man eine Linie, die als **Herzachse** bezeichnet wird (► Abb. 6.1).

### !Merke Herzachse

Die prinzipielle Verlaufsrichtung der Herzachse kann man sich leicht einprägen, indem man sich überlegt, in welche Richtung man seine **rechte Hand** in die **rechte Hosentasche** steckt: nämlich von hinten-oben-rechts nach vorn-unten-links.

Der genaue Verlauf der Herzachse variiert von Mensch zu Mensch: Bei jungen, schlanken Menschen verläuft sie meist steiler als bei älteren oder übergewichtigen Patienten.

Neben der Herzspitze und der Herzbasis kann man am Herzen noch eine **Vorderwand**, eine **Hinterwand** und eine dem Zwerchfell zugewandte Fläche abgrenzen.

In blutleerem Zustand wiegt das Herz eines Erwachsenen im Durchschnitt **300 g**. Durch regelmäßiges intensives körperliches Training kann der Herzmuskel an Dicke zunehmen, wodurch das Herzgewicht steigt (physiologische Herzmuskelhypertrophie). Grob kann man sagen, dass das Herz etwas größer ist als die Faust seines Besitzers.

### Patho Herzmuskelhypertrophie

Von der physiologischen Herzmuskelhypertrophie durch Training muss man die **krankhafte (pathologische) Herzmuskelhypertrophie** abgrenzen. Sie entsteht, wenn der Herzmuskel über einen längeren Zeitraum wegen krankhafter Prozesse vermehrt Arbeit leistet, z. B. wenn er im Rahmen eines Bluthochdrucks (Hypertonie) einen höheren Druck aufbauen muss. Überschreitet die Dicke des Herz-

muskelns ein gewisses Ausmaß, können die einzelnen Herzmuskelzellen nicht mehr ausreichend mit Blut versorgt werden und werden geschädigt. Dies ist etwa ab einem Herzgewicht von über 500 g der Fall, man spricht deshalb von einem **kritischen Herzgewicht**. Folge ist eine Herzmuskelschwäche (Herzinsuffizienz).



### WISSEN TO GO

#### Lage, Form und Größe des Herzens

Das Herz liegt im **Mediastinum** und wird vom **Herzbeutel** umgeben. Seitlich grenzt es an die Lungenflügel, vorn an das Brustbein (Sternum), hinten an die Speiseröhre (Ösophagus) und die Luftröhre (Trachea). Oben gehen vom Herzen die Hauptschlagader (Aorta) und der Truncus pulmonalis („Lungenstamm“) ab. Das Herz hat die Form eines Kegels mit **Herzbasis** und **Herzspitze**, **Vorderwand** und **Hinterwand**. Die Herzspitze zeigt schräg nach links-unten. Ein Herz wiegt ca. 300 g und ist etwas größer als die Faust seines Besitzers.

## 6.3 Aufbau

### 6.3.1 Prinzipieller Aufbau

Damit das Herz seine Pumpfunktion erfüllen kann, ist es als **Hohlmuskel** angelegt, d. h., es besitzt einen Innenraum. Dieser Innenraum wird durch 2 Strukturen unterteilt:

- Die **Herzscheidwand** (Septum) verläuft von der Herzbasis in Richtung Herzspitze und teilt das Herz in eine rechte und eine linke Herzhälfte. Sie besteht größtenteils aus Muskelzellen.
- Das **Herzskelett** verläuft quer zum Septum. Es unterteilt jede Herzhälfte in einen Vorhof (Atrium cordis) und eine

Kammer (Ventriculus cordis). Das Herzskelett besteht aus straffem Bindegewebe.

Damit besitzt das Herz 4 Innenräume (► Abb. 6.3):

- den rechten Vorhof (Atrium cordis dextrum),
- die rechte Herzkammer (Ventriculus dexter),
- den linken Vorhof (Atrium cordis sinister),
- die linke Herzkammer (Ventriculus sinister).

### 6.3.2 Vorhöfe

Die Vorhöfe (► Abb. 6.2b) dienen dazu, das Blut aus den zuführenden Gefäßen in die jeweilige Kammer weiterzuleiten. Damit arterielles und venöses Blut sich dabei nicht vermischen, trennt das **Vorhofseptum** den rechten und den linken Vorhof voneinander. Diese Trennung erfolgt allerdings erst nach der Geburt, im fetalen Kreislauf (S.137) sind die beiden Vorhöfe über eine Öffnung im Vorhofseptum (**Foramen ovale**) miteinander verbunden.

#### Patho Vorhofseptumdefekt

Bei ca. 10% der Menschen verschließt sich das Foramen ovale nicht vollständig. Es bleibt ein **Vorhofseptumdefekt** bestehen, durch den auch nach der Geburt ein Blutaustausch zwischen den beiden Vorhöfen möglich ist. Kleinere Defekte bleiben meist symptomlos, während bei größeren Defekten bei Belastung Kurzatmigkeit oder Leistungsabfall auftreten können. Sie sollten dann verschlossen werden.

Beide Vorhöfe besitzen an ihrem oberen Pol eine Ausstülpung, die **Herzohren** (► Abb. 6.2a). Dabei handelt es sich um Überbleibsel aus der Herzentwicklung, die für den Blutfluss allenfalls eine geringe Bedeutung besitzen. Im Endokard (S.117) der Herzohren werden allerdings die Hormone ANP (Atriales Natriuretisches Peptid) und BNP (B-Typ Natriuretisches Peptid oder Brain Natriuretic Peptide) produziert, die an der Blutdruckregulation (S.140) beteiligt sind.

#### Patho Blutgerinnsel

Da die Herzohren eher abseits des eigentlichen Blutflusses liegen, können sich dort – insbesondere bei erhöhter Gerinnungsneigung oder Vorhofflimmern (S.123) – Blutgerinnsel (**Thromben**) bilden. Gelangen sie mit dem Blut in andere Organe, können sie dort Blutgefäße verstopfen (**Embolie**). Mit der transösophagealen Echokardiografie (s. o.) können diese Thromben in den Herzohren entdeckt werden und es kann versucht werden, sie durch die Gabe von Blutgerinnungshemmern (Antikoagulanzen, z. B. Heparin) aufzulösen.

Die beiden Vorhöfe unterscheiden sich hinsichtlich ihrer Öffnungen, also der Mündungen der zuführenden Gefäße und der Verbindung mit den Kammern:

- In den **linken Vorhof** münden die Lungenvenen aus dem Lungenkreislauf, die Öffnung zur Kammer ist die Bikuspidalklappe (s. u.).
- In den **rechten Vorhof** münden die obere und die untere Hohlvene aus dem Körperkreislauf. Zusätzlich besteht eine Verbindung mit dem Koronarvenensinus (S.119). Er führt das venöse Blut aus der Versorgung des Herzmuskels. Mit der rechten Herzkammer ist der rechte Vorhof über die Trikuspidalklappe (s. u.) verbunden.

### 6.3.3 Herzkammern

Die Herzkammern werden wegen ihres lateinischen Namens (Ventriculus) häufig als Ventrikel bezeichnet. Sie unterscheiden sich in erster Linie in der Stärke ihrer Wandmuskulatur. Der **linke Ventrikel** pumpt das sauerstoffreiche Blut in die

Aorta und weiter in alle Organe des Körpers. Damit der dafür notwendige hohe Druck aufgebaut werden kann, ist die Wand der linken Herzkammer ca. **10–12 mm** dick. Der rechte Ventrikel pumpt das Blut in den Lungenkreislauf, in dem ein wesentlich geringerer Druck herrscht. Die Wand des **rechten Ventrikels** ist daher mit **3–4 mm** wesentlich dünner als die Wand der linken Herzkammer. Das Vorhofseptum setzt sich in den Kammern als **Ventrikelseptum** fort und trennt linken und rechten Ventrikel voneinander.

#### !Merke Herzkammern

Die **rechte** Herzkammer pumpt das Blut in den **Lungenkreislauf**, die **linke** Herzkammer pumpt das Blut in den **Körperkreislauf**.

#### Patho Ventrikelseptumdefekt

Auch im Kammerseptum können nach der Geburt Kurzschlussverbindungen bestehen bleiben. Sie werden **Ventrikelseptumdefekt** genannt und können sich in den ersten Lebensjahren noch von selbst zurückbilden. Geschieht dies nicht, ist auch bei geringer oder fehlender Symptomatik ein Verschluss sinnvoll, um einer Überlastung des linken Ventrikels vorzubeugen.

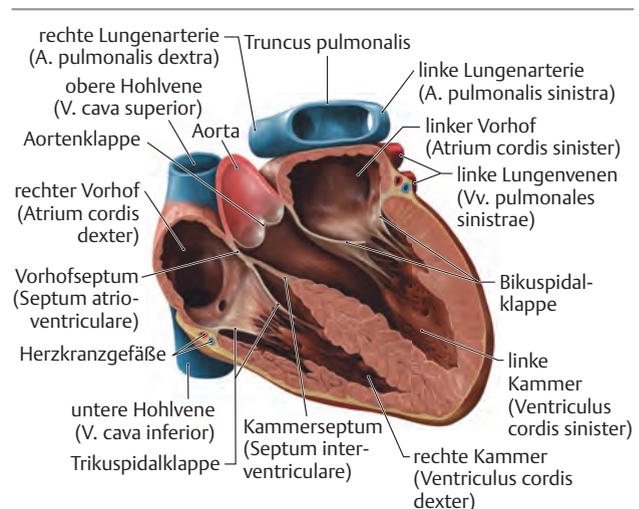
### 6.3.4 Herzklappen

Damit das Blut die einzelnen Innenräume in der richtigen Reihenfolge und in der richtigen Richtung durchströmt, sind 4 Herzklappen angelegt. Alle Herzklappen sind am **Herzskelett** befestigt und liegen somit in einer Ebene. Diese wird auch als Klappen- oder **Ventilebene** bezeichnet (► Abb. 6.4).

#### Atrioventrikularklappen

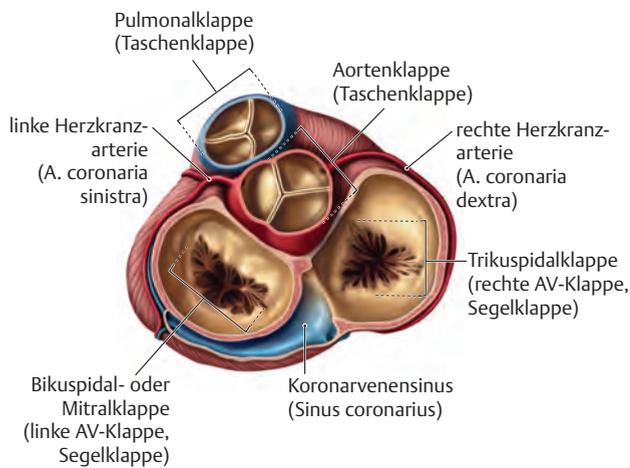
Die beiden **Atrioventrikularklappen** verbinden jeweils Vorhof und Herzkammer (daher der Name AV-Klappe oder Atrioventrikularklappe = Klappe zwischen **Atrium** und **Ventrikel**). Vom Typ her handelt es sich um sog. **Segelklappen**. Ihr Verschlussmechanismus besteht aus segelförmigen Häutchen, deren freie Enden über Sehnenfäden mit der Wand der Herzkammer verbunden sind (► Abb. 6.3). Wenn Blut aus dem Vorhof in die Kammer gepresst wird, öffnen sich die Klappen. Steigt dagegen der Druck in der Kammer, wird das Blut in die Segel hineingedrückt und die Klappe schließt. Die Sehnenfäden beugen dabei dem Umschlagen der Segel in den Vorhof vor. Durch die AV-Klappen wird also

Abb. 6.3 Vierkammerschnitt durch das Herz.



In dieser Schnittebene ist die Pulmonalklappe nicht sichtbar.

Abb. 6.4 Ventilebene mit den vier Herzklappen.



Blick von oben. Im Bild sind die beiden Taschenklappen (Aorten- und Pulmonalklappe) geschlossen, die jeweils 3 Taschen sind gut zu erkennen. Die beiden Segelklappen sind geöffnet. Die Trikuspidalklappe besitzt 3 Segel, die Bikuspidalklappe 2. Sie wird auch Mitralklappe genannt, weil ihre Form an eine Bischofsmütze erinnert (lateinisch: mitra).

verhindert, dass während der Ventrikelkontraktion Blut in den Vorhof zurückfließt.

Die beiden Atrioventrikularklappen unterscheiden sich in ihrem Aufbau:

- Die **rechte AV-Klappe** ist aus 3 segelartige Klappenanteilen aufgebaut, weshalb sie auch **Trikuspidalklappe** (oder kurz: Trikuspidalis) genannt wird.
- Die **linke AV-Klappe** besteht aus nur 2 Segeln, sie wird daher auch **Bikuspidalklappe** (oder kurz: Bikuspidalis) genannt. Häufig wird auch der Begriff **Mitralklappe** (Mitrals) verwendet.

### !Merke Welche Klappe ist wo?

Dass die Trikuspidalklappe rechts liegt, kann man sich daran merken, dass beide Wörter – im Gegensatz zu „Bikuspidalis“ und „links“ – ein **r** enthalten.

## Klappen zwischen Kammern und großen Gefäßen

Zwei weitere Klappen befinden sich zwischen den Herzkammern und den großen ableitenden Gefäßen, also zwischen der rechten Kammer und dem Truncus pulmonalis (**Pulmonalklappe**) und zwischen der linken Kammer und der Aorta (**Aortenklappe**). Diese beiden Klappen sind vom Typ her sog. **Taschenklappen**, die wegen der halbmondförmigen Bauweise ihrer 3 Anteile (Taschen) auch **Semilunarklappen** genannt werden. Im Gegensatz zu den Segelklappen besitzen die Taschenklappen keine Sehnenfäden. Sie erlauben den Blutfluss aus den Herzkammern in die großen Gefäße, bei umgekehrter Fließrichtung fließt das Blut in die Ausbuchtungen der Taschen, sie werden in der Mitte zusammengedrückt und schließen sich. Dadurch wird ein Rückstrom des Blutes aus den Gefäßen in die Kammern verhindert.

## Patho Herzklappenerkrankungen

Alle Herzklappen können von krankhaften Veränderungen betroffen sein. Die beiden wichtigsten sind die Klappeninsuffizienz und die Klappenstenose.

Bei der **Klappeninsuffizienz** **schließt** die Herzklappe **nicht** mehr richtig. Dies führt dazu, dass Blut auch in die entgegengesetzte Richtung durch die Klappe fließt. Eine Klappeninsuffizienz belastet das Herz, weil ständig ein erhöhtes Blutvolumen gepumpt werden muss (**Volumenbelastung**). Am häufigsten ist die Mitralklappe von einer Klappeninsuffizienz betroffen (Mitralsuffizienz).

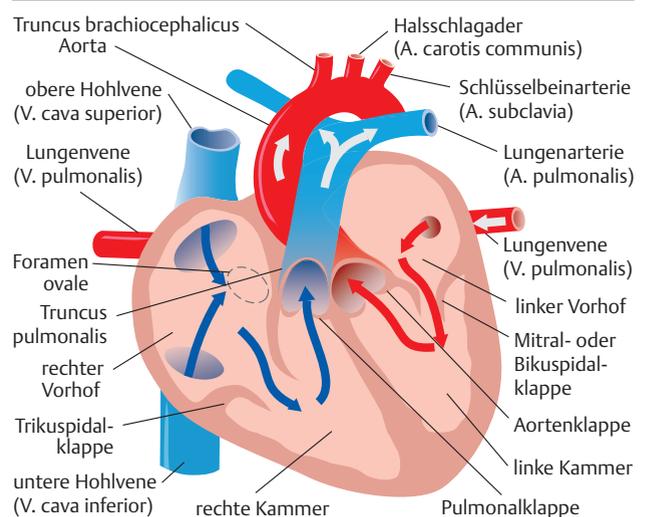
Bei der **Klappenstenose** **öffnet** die Herzklappe **nicht** mehr richtig. Dies hat zur Folge, dass das Blut nur mit erhöhtem Kraftaufwand durch die Klappe hindurchgepumpt werden kann (**Druckbelastung**). Es kommt zur Herzmuskelhypertrophie und im Endstadium zu einer Herzinsuffizienz. Die häufigste Herzklappenerkrankung überhaupt ist die Aortenklappenstenose, bei der sich die Aortenklappe aufgrund von Kalkablagerungen nicht mehr weit genug öffnen kann.

Zur Diagnostik von Herzklappenerkrankungen eignet sich die **Doppler-Ultraschalluntersuchung**. Mit ihr ist es möglich, die Blutflüsse durch die Klappen darzustellen.

## 6.3.5 Weg des Blutes durch das Herz

Aus den oben beschriebenen Strukturen ergibt sich folgender Weg des Blutes durch das Herz (► Abb. 6.5): Das sauerstoffarme, kohlendioxidreiche Blut aus den oberhalb des Herzens gelegenen Organen fließt über die **obere Hohlvene** (Vena cava superior), das aus den tiefer gelegenen Organen über die **untere Hohlvene** (Vena cava inferior) in den **rechten Vorhof**. Von dort gelangt es durch die **Trikuspidalklappe** in die **rechte Herzkammer**. Diese pumpt das Blut durch die **Pulmonalklappe** in den **Truncus pulmonalis** („Lungenstamm“) und weiter über die Lungenarterien in die Lunge. Das aus der Lunge zurückkehrende sauerstoffreiche und kohlendioxidarme Blut gelangt über die Lungenvenen in den **linken Vorhof** und von dort durch die **Bikuspidalklappe** in die **linke Herzkammer**. Diese pumpt es durch die **Aortenklappe** in die **Hauptschlagader** und damit wieder in den Körperkreislauf (s. auch ► Abb. 7.11).

Abb. 6.5 Weg des Blutes durch das Herz.



Die Pfeile stellen die Fließrichtung dar: blaue Pfeile = sauerstoffarmes Blut, rote Pfeile = sauerstoffreiches Blut. Aus: Bommas-Ebert U, Teubner P, Voß R: Kurzlehrbuch Anatomie und Embryologie. Thieme 2011.



**WISSEN TO GO**

**Aufbau des Herzens**

Das Herz besteht aus der rechten und der linken Herzhälfte, getrennt durch die **Herzscheidewand** (Septum). Jede Herzhälfte besitzt einen **Vorhof** (Atrium) und eine **Kammer** (Ventrikel).

Zwischen rechtem Vorhof und rechter Kammer liegt die **Trikuspidalklappe**, zwischen rechter Kammer und Lungenarterie die **Pulmonalklappe**. Zwischen linkem Vorhof und linker Kammer liegt die **Bikuspidalklappe**, zwischen linker Kammer und Aorta liegt die **Aortenklappe**. Bei der Bi- und der Trikuspidalklappe handelt es sich um **Segelklappen**, die Pulmonal- und die Aortenklappe stellen **Taschenklappen** dar. Die Hauptaufgabe der Klappen besteht darin, dafür zu sorgen, dass das Blut nur in eine Richtung fließt.

Das Blut durchfließt das Herz in folgender Reihenfolge:

- **rechtes Herz:** obere/untere Hohlvene → rechter Vorhof → Trikuspidalklappe → rechte Herzkammer → Pulmonalklappe → Truncus pulmonalis („Lungenstamm“)
- **linkes Herz:** Lungenvenen → linker Vorhof → Bikuspidalklappe → linke Herzkammer → Aortenklappe → Hauptschlagader

## 6.4 Feinbau

### 6.4.1 Herzwand

Die Wand des Herzens ist dreischichtig aufgebaut (► **Abb. 6.6**). Sie besteht von innen nach außen aus:

- **Endokard** (Herzinnenhaut),
- **Myokard** (Herzmuskelschicht),
- **Epikard** (Herzaußenhaut, Teil des Herzbeutel).

#### Endokard

Die innere Schicht der Herzwand wird Endokard genannt. Sie kleidet alle 4 Herzhöhlen aus und steht in Kontakt mit dem Blut.

Histologisch ähnelt das Endokard stark dem Endothel, das die Blutgefäße auskleidet. Es besteht aus einem **einschichti-**

**gen Plattenepithel** (S. 88) und einer darunterliegenden dünnen **Bindegewebsschicht**. Die Funktion der Endothelzellen besteht darin, eine möglichst glatte und regelmäßige Oberfläche zu bilden, die einen Blutfluss ohne Turbulenzen gewährleistet und damit der Bildung von Blutgerinnseln entgegenwirkt.

Bei den **Herzklappen** handelt es sich um Ausstülpungen des Endokards. In ihrem Inneren haben sie eine sehr kräftig ausgeprägte Bindegewebsschicht, die ihnen ihre Stabilität verleiht. Ihre Außenseiten sind von einer Endothelschicht bedeckt.

#### Patho Endokarditis

Zahlreiche Krankheitserreger können über die Blutbahn ins Herz geschwemmt werden und dort am Endokard eine Entzündung (**Endokarditis**) verursachen. Besonders häufig siedeln sich die Erreger an den Herzklappen an. In der Herzultraschalluntersuchung (*Schluckecho*, s. o.) können sie dann häufig als sog. **Vegetationen** (Anhängsel) erkannt werden. Eine weitere wichtige Möglichkeit zur Diagnose einer Endokarditis sind Blutkulturen, also das Anzüchten der Erreger aus dem Blut.

#### Myokard

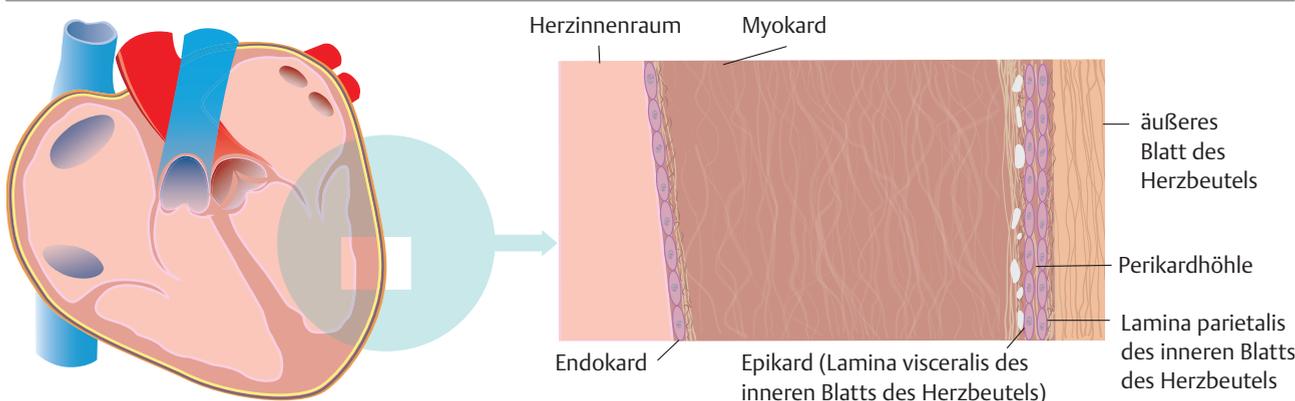
Das Myokard ist die dickste Schicht der Herzwand. Es wird von der quergestreiften **Herzmuskulatur** gebildet, die aus **Herzmuskelzellen** (Kardiomyozyten) besteht. Die Herzmuskelzellen sind in 3 Schichten schraubenförmig um die Herzkammern angeordnet. Wenn sie sich zusammenziehen, kontrahiert das Herz und presst das Blut weiter. Die einzelnen Herzmuskelzellen stehen an den **Glanzstreifen** (S.97) über Gap Junctions (S.72) miteinander in Verbindung. Diese gewährleisten, dass sich die Kontraktion über die gesamte Herzmuskulatur ausbreitet (S. 123).

Weil in den verschiedenen Herzhöhlen jeweils ein unterschiedlicher Druck und damit unterschiedlich viel Muskelkraft benötigt wird, variiert die Dicke des Myokards: Am dicksten ist es im Bereich der linken Herzkammer (s. o.), am dünnsten im Bereich der beiden Vorhöfe.

#### Patho Herzinsuffizienz

Infolge von Herzerkrankungen, wie z. B. einem Herzinfarkt oder einer Herzmuskelentzündung, kann das Myokard so stark geschädigt werden, dass die Pumpleistung des Herzens dauerhaft beeinträchtigt ist. Das resultierende Krankheitsbild wird **Herzinsuffizienz** (Herzmuskelschwäche) genannt. Der Körper kann dann nicht mehr

**Abb. 6.6 Feinbau der Herzwand und des Herzbeutels.**



Die Herzwand besteht aus der dünnen Herzinnenhaut (Endokard), einer mächtigen Muskelschicht (Myokard) und der elastischen Herzaußenhaut (Epikard). Letztere bildet zugleich die innere Schicht des inneren Blatts des Herzbeutels (Perikard) und ist von dessen äußerer Schicht durch die Perikardhöhle getrennt. *Aus: Schewior-Popp S, Sitzmann F, Ullrich L: Thiemes Pflege. Thieme 2017.*

ausreichend mit Sauerstoff versorgt werden. Je nachdem, welcher Teil des Herzmuskels von der Schädigung betroffen ist, spricht man von einer Rechts Herzinsuffizienz, einer Linksherzinsuffizienz oder einer Globalherzinsuffizienz (Ganzherzinsuffizienz).

### Blitzlicht Pflege Herzbettlagerung

Die Herzbettlagerung ist eine für Patienten mit Herzinsuffizienz häufig verwendete Lagerung. Hierfür stellen Sie das Kopfende des Bettes hoch und richten dadurch den Oberkörper des Patienten so auf, dass er in eine leicht sitzende Position gelangt. Die Beine lagern Sie dabei tiefer. Durch das Tieflagern der Beine wird der venöse Rückstrom zum Herzen vermindert und das Herz damit entlastet. Damit der Patient in dieser Position nicht nach unten rutscht, winkeln Sie (oder winkelt er selbst) seine Beine etwas an, und Sie unterlagern seine Kniekehlen. Die Patienten mögen diese Art der Lagerung nicht nur, weil sie ihnen Linderung verschafft, sondern auch deswegen, weil sie ihnen einen größeren Aktionsradius ermöglicht als die liegende Position.

Neben den normalen Herzmuskelzellen, die der Kontraktion dienen (**Arbeitsmyokard**), kommen im Myokard auch **spezialisierte Herzmuskelzellen** vor, die für die Bildung und Weiterleitung elektrischer Impulse verantwortlich sind. Sie werden bei der Erregungsbildung und -leitung (S. 122) besprochen.

### Epikard

Das Epikard ist mit dem Myokard verwachsen und bildet so die Herzoberfläche. Es besteht aus einer Bindegewebs- und einer Mesothelzellschicht. Die **Bindegewebschicht** ist sehr fettreich und gleicht Unebenheiten der Herzoberfläche aus, wie sie z. B. im Bereich der Herzkranzgefäße vorkommen. Dadurch erhält das Herz nach außen hin eine regelmäßige Oberfläche. Die **Mesothelzellschicht** bildet den Abschluss des Epikards. Das Epikard wird anatomisch schon zum Herzbeutel gerechnet, es entspricht der inneren Schicht (Lamina visceralis) des inneren Blattes des Herzbeutels (s. u.).

## 6.4.2 Herzbeutel

Während des Schlagens verändert das Herz seine Größe. Dafür muss es sich bewegen können. Dies wird vom Herzbeutel (**Perikard**) sichergestellt, der aus einem inneren und einem äußeren Blatt besteht. Das **innere Blatt** (Pericardium serosum) besteht aus 2 Schichten: der Lamina visceralis, die dem Epikard entspricht, und der Lamina parietalis. Es ist sehr elastisch und passt sich der Oberfläche des Herzens an. Das **äußere Blatt** (Pericardium fibrosum) des Herzbeutels verstärkt die Lamina parietalis des inneren Blattes. Es ist stellenweise (z. B. am Zwerchfell) mit seiner Umgebung verwachsen. Es weist nur eine geringe Elastizität auf.

### !Merke Herzbeutel

Der Herzbeutel im eigentlichen Sinne besteht aus der Lamina parietalis des inneren Blattes und dem äußeren Blatt. Die Lamina visceralis des inneren Blattes entspricht dem Epikard.

Zwischen der Lamina visceralis und der Lamina parietalis des inneren Blattes befindet sich ein schmaler Spalt, die **Perikardhöhle** (Cavitas pericardiaca). Sie enthält eine geringe Menge seröser Flüssigkeit. Dadurch ist das Herz im Herzbeutel beweglich und kann sich ungehindert zusammenziehen und wieder ausdehnen.

### Patho Perikarderguss

Flüssigkeitsansammlungen in der Perikardhöhle, die über die normale Flüssigkeitsmenge hinausgehen, werden als **Perikarderguss** bezeichnet. Kleine Perikardergüsse verursachen i. d. R. keine Beschwerden, größere Flüssigkeitsmengen engen das Herz im Herzbeutel ein. Dadurch wird es in seiner Funktion beeinträchtigt und kann nicht mehr genug Blut pro Herzschlag auswerfen. Dieser **lebensbedrohliche** Zustand wird **Herzbeuteltamponade** genannt.



### WISSEN TO GO

#### Feinbau des Herzens

Die Wand des Herzens besteht von innen nach außen aus **Endokard** (Herzinnenhaut), **Myokard** (Herzmuskel) und **Epikard** (Herzaußenhaut). Der **Herzbeutel** (Perikard) umgibt das Herz und sorgt dafür, dass es sich im Brustkorb ungehindert zusammenziehen und ausdehnen kann.

## 6.5 Gefäßversorgung und Innervation

### 6.5.1 Gefäßversorgung

Um ihre Funktion zu erfüllen, benötigt die Herzmuskulatur Sauerstoff und Nährstoffe. Deshalb besitzt das Herz ein eigenes System aus Blutgefäßen (Arterien und Venen), die Herzkranzgefäße oder **Koronargefäße** (► Abb. 6.7). Eine Versorgung über Diffusion direkt aus dem Ventrikelblut ist nur für Kardiomyozyten möglich, die dicht unter dem Endokard liegen. Alle tiefer liegenden Kardiomyozyten sind auf die Versorgung über die Koronargefäße angewiesen.

### Arterielle Gefäßversorgung

Zwei Arterien versorgen das Herz mit sauerstoffreichem Blut:

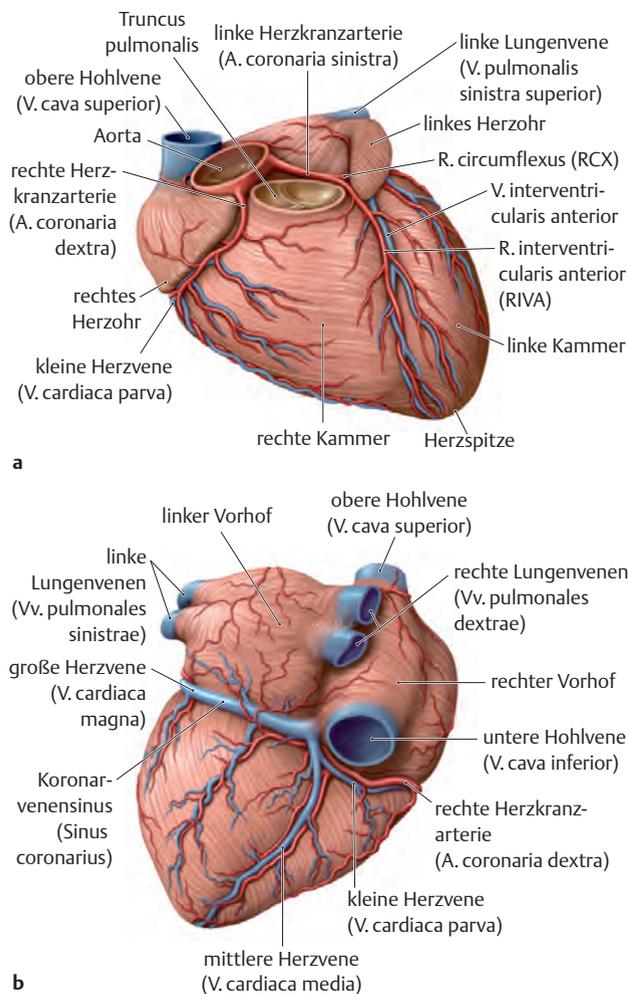
- rechte Herzkranzarterie (A. coronaria dextra),
- linke Herzkranzarterie (A. coronaria sinistra).

Der Ursprung dieser Arterien liegt am Anfang der Hauptschlagader direkt hinter der Aortenklappe in einem Bereich, der **Aortensinus** (Sinus aortae) genannt wird (► Abb. 6.7a). Der genaue Verlauf und die jeweils von der rechten bzw. linken Herzkranzarterie versorgten Bereiche sind von Mensch zu Mensch unterschiedlich. Ganz grob kann man sich merken, dass

- die **rechte Herzkranzarterie** die Wand des rechten Vorhofs und des rechten Ventrikels versorgt, außerdem den Abschnitt des linken Ventrikels, der dem Zwerchfell aufliegt, und
- die **linke Herzkranzarterie** für die Wand des linken Vorhofs (außer dem von der rechten Herzkranzarterie versorgten Abschnitt) und des linken Ventrikels und für die Herzscheidewand zuständig ist.

Es gibt aber auch andere Verteilungen, die ebenfalls als normal betrachtet werden.

Abb. 6.7 Herzkranzgefäße.



Die wichtigsten Koronargefäße im Überblick.

- a Ansicht von vorn. Die beiden Herzkranzarterien entspringen dem Aortensinus. Ihr Verlauf und der ihrer Abgänge können variieren. Hier ist der am häufigsten vorkommende Typ dargestellt. Aus: Schünke M, Schulte E, Schumacher U: Prometheus LernAtlas der Anatomie. Illustrationen von Voll M und Wesker K. 5. Aufl. Stuttgart: Thieme; 2018.
- b Ansicht von hinten-unten. Alle 3 Herzenen sammeln sich im Sinus coronarius, der in den rechten Vorhof mündet. Aus: Schünke M, Schulte E, Schumacher U: Prometheus LernAtlas der Anatomie. Illustrationen von Voll M und Wesker K. 5. Aufl. Stuttgart: Thieme; 2018.

**Patho Herzinfarkt und KHK**

Beim vollständigen **Verschluss** einer Herzkranzarterie wird die Sauerstoffversorgung des betroffenen Gebietes unterbrochen, man spricht vom **Herzinfarkt**. Dabei kommt es innerhalb weniger Minuten durch Absterben von Herzmuskelzellen zu einem Funktionsverlust des Herzmuskels. Das Ausmaß eines Herzinfarktes hängt dabei stark von der Lokalisation des Verschlusses ab und reicht von einem unbemerkten Infarkt bis hin zum plötzlichen Herztod.

Liegen nur **Verengungen** (Stenosen) der Herzkranzgefäße vor, spricht man von der **Koronaren Herzkrankheit (KHK)**. Symptome treten dabei anfangs nur unter körperlicher Belastung auf, nämlich dann, wenn das Herz einen hohen Sauerstoffbedarf hat, aber wegen der Verengung nicht genug sauerstoffreiches Blut den Herzmuskel erreicht.

Die Diagnose von Verengungen oder Verschlüssen in Herzkranzgefäßen erfolgt im Rahmen einer **Herzkatheteruntersuchung** (Ko-

ronarangiografie). Werden dabei Engstellen oder Verschlüsse erkannt, können diese sofort mit einem Ballon aufgedehnt und anschließend mit einem sog. **Stent** (Gefäßstütze) versorgt werden. Diese Methode wird **Perkutane Transluminale Koronarangioplastie (PTCA)** genannt.

**Blitzlicht Pflege Frühmobilisation**

Nach einem Herzinfarkt müssen die Patienten – in Absprache mit dem Arzt – nach und nach wieder an Belastungen herangeführt werden. Dazu gehört z. B., dass der Patient seine Körperpflege wieder selbst übernimmt oder unter Anleitung kurze Strecken im Flur geht. Dabei kann es vorkommen, dass er seine Leistungsfähigkeit falsch einschätzt und unerwartet eine Pause braucht. Mit einem Hocker in der Dusche oder einem Rollstuhl in greifbarer Nähe sind Sie darauf gut vorbereitet.

**Rechte Herzkranzarterie** • Sie zieht vom Aortensinus unter dem rechten Herzohr entlang zur Rückseite des Herzens. Neben der Wand des rechten Vorhofs und des rechten Ventrikels liegen in ihrem Versorgungsgebiet auch die meisten Strukturen des Reizleitungssystems (S.122), so z. B. der Sinusknoten, der AV-Knoten und das His-Bündel. Ein Verschluss der rechten Herzkranzarterie verursacht deshalb besonders oft lebensbedrohliche Herzrhythmusstörungen.

**Linke Herzkranzarterie** • Nach dem Austritt aus dem Aortensinus zieht die linke Herzkranzarterie zunächst ein Stück entlang des linken Herzohrs und teilt sich dann in 2 Hauptäste:

- Der **Ramus interventricularis anterior** (RIVA) verläuft zwischen der rechten und linken Herzkammer weiter nach unten bis zur Herzspitze.
- Der **Ramus circumflexus** (RCX) zieht am linken Herzohr weiter zum linken Herzrand.

Der Abschnitt zwischen dem Ursprung aus der Aorta und der Aufteilungsstelle wird als **Hauptstamm** bezeichnet.

**!Merke RCA, LAD usw.**

Bei Herzkatheteruntersuchungen werden heute oft die englischen Abkürzungen der jeweiligen Herzkranzgefäße verwendet:

- **RCA** (right coronary artery) für die rechte Herzkranzarterie,
- **LCA** (left coronary artery) für die linke Herzkranzarterie,
- **LAD** (left anterior descending) für den Ramus interventricularis anterior und
- **RCX** für den Ramus circumflexus.

**Venöser Blutabfluss**

Der Abfluss des sauerstoffarmen Blutes erfolgt über die Herzvenen, die weitgehend parallel zu den arteriellen Gefäßen verlaufen. Die wichtigsten Herzvenen sind (► Abb. 6.7b):

- die V. cardiaca magna (große Herzvene),
- die V. cardiaca media (mittlere Herzvene) und
- die V. cardiaca parva (kleine Herzvene).

Alle 3 münden in den **Sinus coronarius** (Koronarvenensinus). Er umgibt das Herz auf Höhe der Klappenebene am Übergang von Vorhöfen und Ventrikeln und mündet neben der oberen Hohlvene in den rechten Vorhof.



## WISSEN TO GO

### Gefäßversorgung des Herzens

Das Herz wird durch die rechte Herzkranzarterie (A. coronaria dextra) und die linke Herzkranzarterie (A. coronaria sinistra) mit Sauerstoff versorgt:

Die **rechte Herzkranzarterie** zieht vom Aortensinus zur Rückseite des Herzens. Dabei versorgt sie die Wand des rechten Vorhofs und der rechten Herzkammer. Außerdem liegen in ihrem Versorgungsgebiet auch die meisten Strukturen des Reizleitungssystems.

Die **linke Herzkranzarterie** teilt sich in 2 Hauptäste: Der **Ramus interventricularis anterior** (RIVA oder LAD) verläuft zwischen der rechten und linken Herzkammer nach unten bis zur Herzspitze, während der **Ramus circumflexus** (RCX) zum linken Herzrand zieht. Der Abschnitt zwischen Aorta und Aufteilung in die beiden Hauptäste wird als **Hauptstamm** bezeichnet. Die Äste der linken Herzkranzarterie versorgen bei den meisten Menschen den linken Vorhof, die linke Herzkammer und die Herzscheidewand.

## 6.5.2 Innervation

Ohne Beeinflussung durch das Nervensystem schlägt das Herz in einem Grundrhythmus, da es ein eigenes Erregungsbildungssystem (S. 122) besitzt. Dieser Rhythmus ist aber nicht für alle Lebenssituationen geeignet, z. B. muss das Herz bei körperlicher Leistung schneller schlagen. Solche Anpassungen an die aktuellen Bedürfnisse werden vom **autonomen Nervensystem** (S. 367) veranlasst, das aus Sympathikus und Parasympathikus besteht. Näheres dazu erfahren Sie im Kapitel zur Regulation der Herzleistung (S. 126).



## WISSEN TO GO

### Innervation des Herzens

Ohne Beeinflussung durch das Nervensystem schlägt das Herz in einem Grundrhythmus. Dieser kann bei Bedarf vom **vegetativen Nervensystem** beeinflusst werden.

## 6.6 Funktionen

### 6.6.1 Mechanische Herzaktion

Ein Herzschlag kann in mehrere Phasen unterteilt werden, deren regelmäßiger Ablauf als **Herzzyklus** bezeichnet wird (► Abb. 6.8). Er besteht aus einer Kontraktionsphase (**Systole**) und einer Erschlaffungsphase (**Diastole**).

#### Systole

In der Systole ziehen sich die Herzmuskelzellen zusammen und pressen das Blut aus den beiden Herzkammern in die abgehenden Gefäße, die Aorta und den Truncus pulmonalis („Lungenstamm“). Dabei werden eine Anspannungsphase und eine Austreibungsphase unterschieden.

#### Anspannungsphase

Jede Systole beginnt damit, dass die Herzmuskelzellen der gefüllten Ventrikel in einer bestimmten Reihenfolge durch einen elektrischen Impuls erregt werden. Daraufhin ziehen sie sich zusammen, wodurch der Druck in den beiden Herzkammern ansteigt. Die AV-Klappen werden dadurch geschlossen, der Druck reicht allerdings noch nicht aus, um die Taschenklappen (Aorten- und Pulmonalklappe) zu öffnen. Damit kann das Blut die Kammer nicht verlassen und die Ventrikelmuskulatur „spannt“ sich um das vorhandene Blutvolumen. Zu diesem Zeitpunkt befinden sich etwa **130 ml Blut** in jeder Herzhälfte.

#### Austreibungsphase

Erst wenn der Druck in den Herzkammern diejenigen Drücke übersteigt, die in Aorta und Truncus pulmonalis herrschen, öffnen sich die Taschenklappen und das Blut kann aus den beiden Herzkammern in die Gefäße strömen. Die Austreibungsphase ist beendet, wenn der Druck in den Ventrikeln unter den Druck in den abführenden Gefäßen fällt und sich die Taschenklappen wieder schließen.

Das ausgeworfene Blutvolumen (**Ejektionsfraktion**) beträgt pro Ventrikel ca. **70 ml**. Am Ende der Austreibungsphase bleiben damit ca. **60 ml** Blut in jeder der beiden Herzkammern zurück. Die Ejektionsfraktion beträgt also nur etwa 60% des Volumens, das zu Beginn der Kontraktionsphase in der Kammer vorhanden war.

Da in der Aorta ein höherer Druck herrscht als im Lungenkreislauf, muss auch vom linken Ventrikel während der Systole ein höherer Druck aufgebaut werden als von der rechten Herzkammer. Während der Druck in der **linken** Herzkammer durchschnittliche Maximalwerte von ca. **120 mmHg** erreicht, werden in der **rechten** Herzkammer nur ca. **25 mmHg** gemessen.

Während der Austreibungsphase kommt es auch zur Füllung der Vorhöfe: Wenn sich das Kammermyokard zusammenzieht, wird die **Ventilebene** in Richtung der Herzspitze gezogen. Der dadurch in den Vorhöfen entstehende Unterdruck führt dazu, dass Blut aus den zuführenden Gefäßen in die Vorhöfe fließt.

#### Diastole

In der auf die Systole folgenden Diastole entspannen sich die Herzmuskelzellen wieder, sodass Blut aus den Vorhöfen in die Herzkammern strömt. Die Diastole dauert länger als die Systole, ihre Dauer nimmt aber mit steigender Herzfrequenz ab. Sie wird in eine Entspannungsphase und eine Füllungsphase unterteilt.

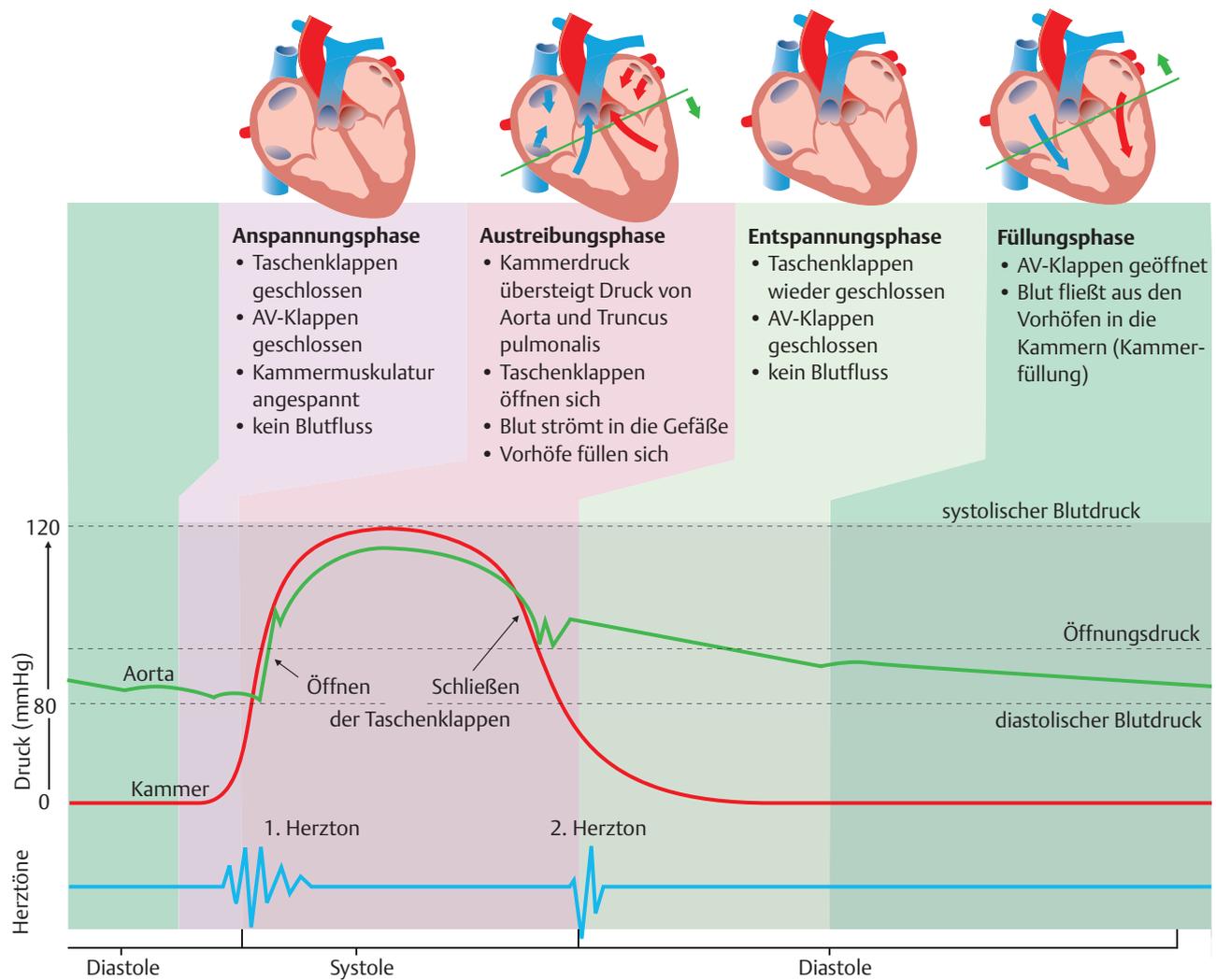
#### Entspannungsphase

Die Entspannungsphase beginnt, wenn der Druck in den Herzkammern wieder unter den Druck in der Aorta bzw. im Truncus pulmonalis gefallen ist und die Taschenklappen geschlossen sind. Da auch die AV-Klappen geschlossen sind, fließt in der Entspannungsphase noch **kein** Blut vom Vorhof in die Kammer. Das Blutvolumen bleibt bei sich entspannendem Myokard und damit sinkendem Druck konstant.

#### Füllungsphase

Erst wenn der Druck in den Kammern unter denjenigen Druck fällt, der in den Vorhöfen herrscht, öffnen sich die AV-Klappen und das Blut strömt aus den Vorhöfen in die beiden Herzkammern. Hierbei spielt wieder der **Ventilebenen-**

Abb. 6.8 Phasen der Herzätigkeit.



Anspannungs- und Austreibungsphase gehören zur Systole, Entspannungs- und Füllungsphase zur Diastole. Die untere Hälfte der Abbildung zeigt die Druckverhältnisse in der linken Herzkammer (rot) und in der Aorta (grün) während der Herzaktion. Überschreitet in der Anspannungsphase der Druck in der Herzkammer denjenigen in der Aorta (Öffnungsdruck), geht die Aortenklappe auf und die Austreibungsphase beginnt. Dieser Zeitpunkt fällt mit dem 1. Herzton zusammen (untere Linie, blau). Der 2. Herzton entsteht beim Schließen der Aortenklappe am Ende der Austreibungsphase. Am rechten Herzen laufen die Phasen analog und fast zeitgleich ab, die Pulmonalklappe ist auf der Abbildung nicht dargestellt. Aus: Schwegler JS, Lucius R: *Der Mensch – Anatomie und Physiologie*. Thieme 2016.

**mechanismus** eine Rolle: Durch die Entspannung des Myokards in der Füllungsphase wird die Ventilebene nach oben verlagert und schiebt sich über die Blutsäule der gefüllten Vorhöfe. Auf diese Weise gelangen bei körperlicher Ruhe ca. 85% des Blutes aus dem Vorhof in die Kammer. Das restliche Blut wird über die **Vorhofkontraktion** in die Kammern gepresst. Bei höheren Herzfrequenzen nimmt allerdings der Anteil der Vorhofkontraktion an der Kammerfüllung zu. Am Ende der Diastole sind die AV-Klappen geschlossen, die Herzkammern mit Blut gefüllt und das Herz damit bereit für eine neue Systole.



## WISSEN TO GO

### Herzzyklus

Ein Herzzyklus besteht aus einer Kontraktionsphase (**Systole**) und einer Erschlaffungsphase (**Diastole**). Während der Systole wird Blut aus den Kammern in die Aorta bzw. den Truncus pulmonalis gepumpt. Während der Diastole werden die Herzkammern wieder mit Blut gefüllt.

Die Systole besteht aus Anspannungs- und Austreibungsphase:

- **Anspannungsphase:** Der Druck in den Herzkammern baut sich auf, alle Klappen sind geschlossen.
- **Austreibungsphase:** Der Druck in den Kammern übersteigt den Druck in der Aorta bzw. dem Truncus pulmonalis. Die Aorten- und die Pulmonalklappe öffnen sich und das Blut wird in die abführenden Gefäße ausgeworfen.

Die Diastole besteht aus Entspannungs- und Füllungsphase:

- **Entspannungsphase:** Der Druck in den Herzkammern sinkt, die Aorten- und die Pulmonalklappe schließen, alle Klappen sind geschlossen.
- **Füllungsphase:** Der Druck in den Vorhöfen übersteigt den Druck in den Kammern, die AV-Klappen öffnen und über den Ventilebenenmechanismus füllen sich die Kammern mit dem Blut aus den Vorhöfen.

## Herztöne und Herzgeräusche

Im Rahmen der mechanischen Herzaktion entstehen Schallwellen, die man beim Abhören des Patienten mit dem Stethoskop (Auskultation) wahrnehmen kann. Dabei unterscheidet man zwischen **Herztönen**, die durch die normale Herzaktion entstehen und auch beim Gesunden auftreten (physiologische Herztöne), und krankhaften (pathologischen) **Herzgeräuschen**, die entstehen, wenn das Blut unregelmäßig strömt, wie es z. B. an defekten Herzklappen der Fall ist.

### Herztöne

Bei der Auskultation hört man beim Gesunden in der Regel 2 Herztöne, die beide beim Schließen von Herzklappen entstehen.

Der **1. Herzton** entsteht zu Beginn der Anspannungsphase durch die Kontraktion der Kammermuskulatur und den dadurch bedingten Schluss der AV-Klappen. Er wird auch als **Anspannungston** bezeichnet und kennzeichnet den **Beginn der Systole**.

Der **2. Herzton** entsteht, wenn am Ende der Austreibungsphase der Druck in den wegführenden Gefäßen den Herzkammerdruck übersteigt und die **Taschenklappen** wieder schließen. Wenn sich die beiden Klappen nicht gleichzeitig schließen, weil die Austreibungsphase von rechter und linker Herzkammer unterschiedlich lang dauert, kann der 2. Herzton auch in 2 Töne gespalten sein. Mit dem 2. Herzton **endet die Systole** und die Erschlaffungsphase der Diastole beginnt.

Ein zusätzlicher 3. (während der Kammerfüllung) und 4. Herzton (bei Vorhofkontraktion) kann bei Jugendlichen normal sein, bei Erwachsenen ist er aber fast immer krankhaft.

### Herzgeräusche

Geräusche, die zusätzlich zu den beiden Herztönen bei der Auskultation zu hören sind, weisen auf krankhafte Veränderungen hin. Diese sind meist an den Herzklappen lokalisiert. Öffnen oder schließen Herzklappen nicht mehr richtig, bildet das vorbeifließende Blut Turbulenzen. Dadurch werden Schallwellen erzeugt, die bei der Auskultation zu hören sind.

### Patho Herzgeräusche

Je nachdem, zu welchem Zeitpunkt des Herzzyklus und an welcher Stelle des Brustkorbs das Herzgeräusch am besten zu hören ist, kann der Arzt Rückschlüsse auf die betroffene Herzklappe ziehen.

- **systolische Herzgeräusche:** Sie entstehen während der Systole, wenn die Taschenklappen verengt sind oder die AV-Klappen nicht richtig schließen. Die häufigste Ursache für ein systolisches Herzgeräusch ist eine Verengung (Stenose) der Aortenklappe.
- **diastolische Herzgeräusche:** In der Diastole können Herzgeräusche durch eine undichte Taschenklappe oder durch verengte AV-Klappen zustande kommen.



## WISSEN TO GO

### Herztöne und Herzgeräusche

Beim Gesunden sind i. d. R. **2 Herztöne** zu hören:

- **1. Herzton:** Beginn der Anspannungsphase, Schluss der AV-Klappen
- **2. Herzton:** Beginn der Entspannungsphase, Schluss der Taschenklappen

**Herzgeräusche** weisen auf krankhafte Veränderungen, meist an den Herzklappen, hin.

## 6.6.2 Erregungsbildungs- und Erregungsleitungssystem

Damit das Herz überhaupt schlägt, muss es elektrische Impulse erhalten. Die Quelle dieser Impulse ist das **herzeigene Erregungsbildungssystem**, ihre Weiterleitung erfolgt über das **Erregungsleitungssystem** des Herzens (► Abb. 6.9). Beide Systeme bestehen nicht aus Nerven- sondern aus **spezialisierten Herzmuskelzellen**. Da keine Reize von außerhalb des Herzens benötigt werden, spricht man von einer „Autonomie des Herzens“.

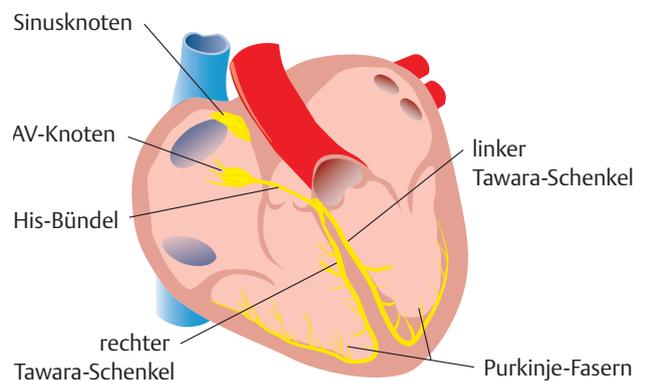
### Erregungsbildungssystem

Der Herzeigenrhythmus geht von sog. **Schrittmacherzellen** aus. Hauptsächlich 2 Strukturen sind zur Impulsbildung in der Lage:

**Sinusknoten (Nodus sinuatrialis)** • Er liegt **oben im rechten Vorhof** direkt neben der Mündung der oberen Hohlvene und generiert beim gesunden Herzen die Impulse (60–80 Schläge/min beim Erwachsenen). Er ist damit das Schrittmacherzentrum des Herzrhythmus (**Sinusrhythmus**). Über die Muskelzellen der Vorhöfe breitet sich der Impuls im Rahmen der Vorhofkontraktion zum AV-Knoten hin aus.

**AV-Knoten (Atrioventrikularknoten, Nodus atrioventricularis)** • Er liegt am **Boden des rechten Vorhofes** und sorgt dafür, dass die Erregung erst mit Verzögerung vom Vorhof auf die

Abb. 6.9 Erregungsbildung und Erregungsleitungssystem.



Der im Sinusknoten gebildete Reiz wird über die Muskulatur der Vorhöfe zum AV-Knoten geleitet. Von dort erreicht er über das His-Bündel und die Tawara-Schenkel die Purkinje-Fasern und schließlich das Kammermyokard. Aus: Bommas-Ebert U., Teubner P, Voß R: Kurzlehrbuch Anatomie und Embryologie. Thieme 2011.

Kammern übergeleitet wird. Dies ist so eingerichtet, damit zunächst die Vorhöfe vollständig kontrahieren und danach erst die Kammern. Vom AV-Knoten aus wird der Impuls über das Erregungsleitungssystem an das Kammermyokard weitergegeben. Fällt der Sinusknoten aus, springt der AV-Knoten als Schrittmacher ein. Sein Rhythmus ist allerdings langsamer (40–50 Schläge/min). Fallen Sinus- und AV-Knoten gleichzeitig aus, können auch die Zellen des Erregungsleitungssystems Aktionspotenziale bilden. Dabei liegt die Frequenz jedoch nur noch bei maximal 20–40 Schlägen/min.

### Patho Herzrhythmusstörungen

Fehler bei der Erregungsbildung führen zu **Herzrhythmusstörungen**. Je nachdem, wo die Erregungsbildungsstörung lokalisiert ist, unterscheidet man verschiedene Formen:

Als **Extrasystole** bezeichnet man einen Herzschlag, der zusätzlich zum normalen Sinusrhythmus auftritt. Ursache hierfür ist ein Impuls, der in einem außerhalb des Sinusknotens gelegenen Schrittmacher entsteht (**ektopter Schrittmacher**).

Beim häufig auftretenden **Vorhofflimmern** produziert ein ektopter Schrittmacher im Vorhof regelmäßige hochfrequente Erregungen. Diese führen im Vorhof zu einer unkoordinierten Kontraktion der einzelnen Herzmuskelzellen (Flimmern), sodass keine effektive Vorhofkontraktion mehr erfolgen kann. Die Kammern schlagen dabei allerdings normal weiter, weil die Erregungen durch die Verzögerung im AV-Knoten weitestgehend abgefangen werden. Die Pumpfunktion des Herzens wird deshalb nicht beeinträchtigt, sodass Vorhofflimmern meist nur geringe oder **keine Symptome** verursacht.

Dagegen ist das **Kammerflimmern** immer ein **lebensbedrohlicher** Zustand. Hierbei verursacht eine in den Kammerwänden kreisende elektrische Erregung hochfrequente, unkoordinierte Zuckungen der Ventrikelmuskulatur. Dadurch kann kein Blut mehr ausgeworfen werden und der Körper ist mit Sauerstoff unterversorgt. Man spricht dann von einer **hämodynamisch relevanten** Rhythmusstörung am Herzen. Kammerflimmern ist die häufigste Ursache des plötzlichen Herztods. Bei Kammerflimmern muss deshalb genau wie beim Herzstillstand unverzüglich mit einer **Reanimation** begonnen werden.

### Erregungsleitungssystem

Das Erregungsleitungssystem sorgt dafür, dass die von den Schrittmacherzellen generierten Impulse weitergeleitet werden und sich schließlich über alle Zellen des Arbeitsmyokards ausbreiten. Seine definierten Bahnen gewährleisten, dass jeder Bereich des Herzens zur passenden Zeit aktiviert wird und eine geordnete Kontraktion entsteht.

**His-Bündel** • Da das Herzskelett eine Isolationsschicht zwischen Vorhof- und Kammermyokard darstellt, können die Impulse nicht direkt von den Muskelzellen der Vorhöfe auf die der Kammer übergehen. Die einzige Möglichkeit der Erregungsweiterleitung durch das Herzskelett ist damit das His-Bündel, das vom AV-Knoten durch die Ventilebene zum Kammerseptum zieht. Dort teilt es sich in die beiden Tawara-Schenkel auf.

**Tawara-Schenkel** • Sie werden auch als **Kammerschenkel** bezeichnet. Der rechte Tawara-Schenkel läuft auf der rechten Seite der Kammerscheidewand zur Herzspitze, der linke Tawara-Schenkel auf der linken Seite. Sie verzweigen sie sich zu den Purkinje-Fasern.

**Purkinje-Fasern** • Sie bilden die Endaufzweigungen des Erregungsleitungssystems und verlaufen innerhalb des Kam-

mermyokards. Erst sie übertragen die Erregung auf die Muskelzellen der Herzkammern, wodurch es zur Kontraktion des Arbeitsmyokards kommt.

### Patho Erregungsleitungsstörungen

Erregungsleitungsstörungen können die Erregungsleitung vom Sinusknoten auf die Vorhöfe (**sinuatrialer Block**) als auch diejenige von den Vorhöfen auf die Kammern (**atrioventrikulärer Block**) betreffen. Auch die Erregungsleitung über die Tawara-Schenkel kann gestört sein. Je nachdem, welcher Kammerschenkel betroffen ist, spricht man hier vom **Rechts-** oder **Linksschenkelblock**. Bei einer Blockierung der Erregungsleitung sinkt die Herzfrequenz, da immer der nachgeschaltete Abschnitt als Schrittmacher einspringt (bei einem Block zwischen Sinus- und AV-Knoten der AV-Knoten mit 40–50 Schlägen/min, bei einem Block zwischen AV-Knoten und His-Bündel das His-Bündel mit 20–40 Schlägen/min usw.).



### WISSEN TO GO

#### Erregungsbildungs- und Erregungsleitungssystem

Spezialisierte Herzmuskelzellen erzeugen elektrische Impulse bzw. leiten diese weiter. Sie bilden das **Erregungsbildungs- und Erregungsleitungssystem** und sind dafür verantwortlich, dass das Herz schlägt. Die Bestandteile des Systems sind Sinusknoten, AV-Knoten, His-Bündel, Tawara-Schenkel und Purkinje-Fasern.

## 6.6.3 Ablauf der Kontraktion

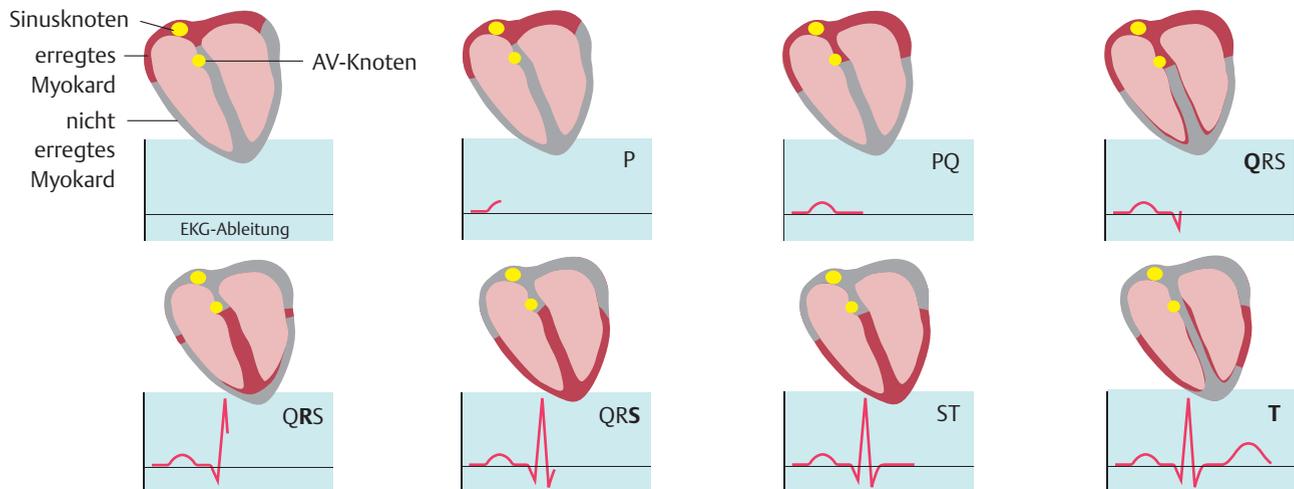
Damit das Herz seine Pumpfunktion erfüllen kann, müssen die 3 Prozesse Erregungsbildung, Erregungsleitung und elektromechanische Kopplung ineinandergreifen.

### Erregungsbildung in den Schrittmacherzellen

Auslöser einer Herzmuskelkontraktion ist die Bildung von Aktionspotenzialen (S.105) in den **Schrittmacherzellen** während der Diastole. Diese sind zur selbstständigen Impulsbildung in der Lage, weil ihr **Ruhemembranpotenzial nicht stabil** ist (S.105). Dies liegt daran, dass durch Kationenkanäle stetig geringe Mengen an  $\text{Na}^+$  in die Zelle fließen, sodass das Membranpotenzial langsam von  $-60\text{ mV}$  auf  $-40\text{ mV}$  steigt und die Membran zu depolarisieren beginnt. Ist dieser Schwellenwert erreicht, öffnen sich spannungsabhängige  **$\text{Ca}^{2+}$ -Kanäle** und  $\text{Ca}^{2+}$  strömt in die Zelle. Es entsteht ein **Aktionspotenzial**. Dass das Aktionspotenzial durch einen  $\text{Ca}^{2+}$ - und nicht durch einen  $\text{Na}^+$ -Einstrom ausgelöst wird, ist eine Besonderheit der Schrittmacherzellen. Durch die Öffnung spannungsabhängiger  $\text{K}^+$ -Kanäle und den folgenden  $\text{K}^+$ -Ausstrom kommt es zur **Repolarisation** der Schrittmacherzelle und damit zur Rückkehr zum Ruhemembranpotenzial.

### Erregungsleitung

Die im Sinusknoten gebildeten Aktionspotenziale werden über die **Muskelzellen der Vorhöfe** an den AV-Knoten weitergeleitet. Dabei erfolgt die Erregungsübertragung zwischen den einzelnen Kardiomyozyten über die Poren (**Gap Junctions**) im Bereich der Glanzstreifen (S.97). Diese gewährleisten, dass die Erregung schnell von einer Zelle auf die nächste überspringt, sodass die Muskelzellen des Vorhofs eine funktionelle Einheit bilden und sich nahezu gleichzeitig zusam-

**Abb. 6.10 Ausbreitung der Erregung im Herzmuskel.**

Die Erregung breitet sich in einer bestimmten Abfolge über die Vorhof- und die Kammermuskulatur aus. Die erregten Bereiche entsprechen dabei jeweils einem Abschnitt im EKG. Details zum EKG finden Sie in ► **Abb. 6.11**. Aus: Huppelsberg J, Walter K: Kurzlehrbuch Physiologie. Thieme 2013.

menziehen. Die Depolarisation wird dabei, wie auch bei den Zellen des Kammermyokards, von einem  $\text{Na}^+$ -Einwärtsstrom hervorgerufen.

Am **AV-Knoten** wird die Erregungsweiterleitung verzögert, damit die Kammern sich erst dann zusammenziehen, wenn die Vorhofkontraktion beendet ist. Der zeitlich getrennten Kontraktion von Vorhöfen und Kammern dient auch das **Herzskelett**: Durch seine isolierenden Eigenschaften verhindert es, dass die Erregung direkt von den Vorhofmyozyten auf die Muskelzellen der Kammern übergreift.

Das auf den AV-Knoten folgende **His-Bündel** und die **Tawara-Schenkel** besitzen eine hohe Leitungsgeschwindigkeit. Dies liegt unter anderem daran, dass sie keine Gap Junctions zu den benachbarten Zellen des Arbeitsmyokards besitzen und damit die Erregung nur an die Zellen des Erregungsleitungssystems weitergeben. Im Bereich der Herzspitze verästeln sich die Tawara-Schenkel in zahlreiche **Purkinje-Fasern**. Diese sind über Gap Junctions mit den Kammermyozyten verbunden und können so die Erregung an die Herzmuskelzellen übertragen.

## Erregungsausbreitung über das Arbeitsmyokard

**Herzmuskelzellen** besitzen im Gegensatz zu Schrittmacherzellen ein **stabiles Ruhemembranpotenzial** von etwa  $-90 \text{ mV}$ . Sie benötigen deshalb einen Impuls von außen, um zu depolarisieren. Diesen Impuls erhalten sie über die Gap Junctions von den benachbarten Myozyten bzw. den Purkinje-Fasern in Form eines Aktionspotenzials. Da alle Herzmuskelzellen direkt miteinander in Verbindung stehen, breitet sich die Erregung sehr schnell auf alle Herzmuskelzellen aus, sodass eine **geordnete Kontraktion** aller Zellen gewährleistet ist (► **Abb. 6.10**).

Wird eine Zelle des Arbeitsmyokards von einem Aktionspotenzial erreicht, öffnen sich **spannungsabhängige  $\text{Na}^+$ -Kanäle** und  $\text{Na}^+$  strömt in die Zelle. Dadurch verschiebt sich das Membranpotenzial in den positiven Bereich auf etwa  $+20 \text{ mV}$ . Das so entstehende **Aktionspotenzial** unterscheidet sich von den Aktionspotenzialen des Erregungsleitungssystems durch seine lange Dauer (ca. 300 Millisekunden).

Grund dafür ist die sog. **Plateauphase**, die sich an die Depolarisationsphase anschließt.

### !Merke Plateauphase

Diese Plateauphase kommt nur bei Herzmuskelzellen vor.

Sie ist gekennzeichnet durch einen langsamen Einstrom von  $\text{Ca}^{2+}$ . Während der Plateauphase ist die Zelle vollständig depolarisiert und die wieder geschlossenen, spannungsabhängigen  $\text{Na}^+$ -Kanäle sind nicht aktivierbar. Dies bedeutet, dass es auch bei einem von benachbarten Zellen eintreffenden Aktionspotenzial nicht zu einem  $\text{Na}^+$ -Einstrom und damit auch nicht zu einer Erregung der Zelle kommen kann. Die Phase, in der die Zelle nicht erregt werden kann, wird als **absolute Refraktärzeit** bezeichnet. Die Refraktärzeit stellt sicher, dass die Zellen nicht vorzeitig wieder erregt werden können und die Herzaktion mit einem geregelten Wechsel zwischen Kontraktion und Entspannung verläuft.

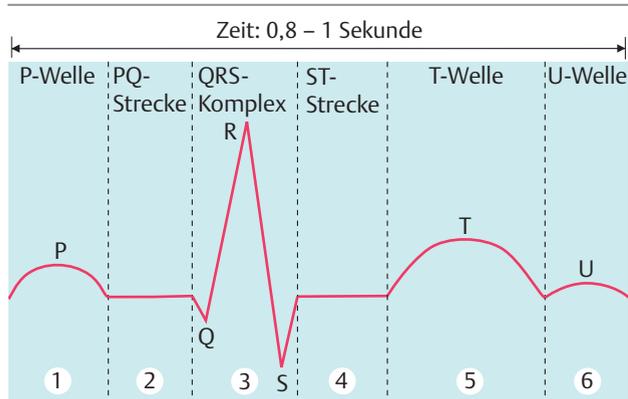
Am Ende der Plateauphase steigt die Permeabilität der Membran für  $\text{K}^+$ . Es kommt zu einem  $\text{K}^+$ -Auswärtsstrom, der den Beginn der **Repolarisationsphase** kennzeichnet. Sie ist gleichbedeutend mit der **relativen Refraktärzeit**, in der zwar eine Erregung möglich, die Erregungsschwelle aber erhöht ist. Die in der relativen Refraktärzeit entstehenden Aktionspotenziale sind von kürzerer Dauer. Am Ende der Repolarisationsphase ist die negative Ladung im Zellinneren und damit das Ruhemembranpotenzial wiederhergestellt. Der Herzmuskel entspannt sich.

### Diagnostik EKG

Das **EKG** (Elektrokardiogramm) ermöglicht es, die Erregungsbildung und -ausbreitung im Herzen zu beurteilen. Wird eine Zelle depolarisiert, besteht zwischen dieser Zelle und ihrer Umgebung eine veränderte Spannung, die ein schwaches elektrisches Feld erzeugt. Dieses elektrische Feld breitet sich im Körper aus und kann auf der Hautoberfläche zwischen 2 Elektroden gemessen werden. Die Elektroden bringt man dazu entweder an den Händen und Füßen oder direkt an der Brustwand an. Anhand der gemessenen Spannungen kann man die einzelnen Phasen des Herzzyklus in Form von Wellen, Zacken und Strecken unterscheiden (► **Abb. 6.11**):

Die **P-Welle** bildet die Erregung der Vorhofmuskulatur ab. Regelmäßige P-Wellen in gleichen Abständen sprechen für eine normale

Abb. 6.11 Elektrokardiogramm.



- 1 Erregungsausbreitung im Vorhofmyokard
- 2 Das gesamte Vorhofmyokard ist erregt.  
Erregungsüberleitung auf die Kammern im AV-Knoten
- 3 Erregungsausbreitung im Kammermyokard
- 4 Beginn der Erregungsrückbildung in den Kammern
- 5 Abschluss der Erregungsrückbildung in den Kammern
- 6 nicht immer vorhanden

Typische EKG-Kurve in Ruhe. Die auf die T-Welle folgende U-Welle tritt nicht immer auf. Aus: Schewior-Popp S, Sitzmann F, Ullrich L: Thiemes Pflege. Thieme 2017.

*Funktion des Sinusknotens. Die Welle ist relativ klein, weil auch die Muskelmasse der Vorhöfe geringer ist als die der Kammern.*

*Die PQ-Strecke entsteht, wenn die Vorhöfe vollständig erregt sind und die Erregung den AV-Knoten erreicht hat. Weil die Fortleitung dort verzögert wird, kann man für eine kurze Zeit keine elektrischen Felder messen. Die Länge der PQ-Strecke gibt an, wie stark der AV-Knoten die Erregungsförderung in die Herzkammern verzögert.*

*Der QRS-Komplex entsteht bei der Erregung der Herzkammern. Die R-Zacke ist die mit Abstand größte Zacke im EKG und bildet die Ausbreitung der elektrischen Erregung von der Klappenebene in Richtung Herzspitze ab. Da die Kammern eine große Muskelmasse besitzen, ist die Zacke sehr ausgeprägt.*

*Die ST-Strecke verläuft gerade. Mit dem Ende des QRS-Komplexes ist die Kammermuskulatur vollständig erregt und nicht in der Lage, erneut zu depolarisieren. Weil man keine Spannung messen kann, befindet sich die ST-Strecke auf Nullniveau.*

*Nach der Kontraktion der Herzkammern bildet sich die Erregung wieder zurück und die Zellen erreichen wieder ihr Ruhemembranpotenzial. Die Erregungsrückbildung wird als T-Welle im EKG dargestellt.*

## Elektromechanische Kopplung

Unter dem Begriff der elektromechanischen Kopplung werden alle Abläufe verstanden, die an der Umsetzung eines elektrischen Impulses (hier: Aktionspotenzial) in mechanische Arbeit (hier: Kontraktion der Herzmuskelzelle) beteiligt sind. Auslöser der mechanischen Kopplung ist das  $\text{Ca}^{2+}$ , das während der Plateauphase aus dem Extrazellulärraum in die Herzmuskelzelle strömt. Dieser  $\text{Ca}^{2+}$ -Einstrom bewirkt, dass sich am **sarkoplasmatischen Retikulum** (S.70) der Zelle Kanäle öffnen und das dort gespeicherte  $\text{Ca}^{2+}$  ins Zytoplasma freigesetzt wird. Dadurch erhöht sich der  $\text{Ca}^{2+}$ -Spiegel im Zellinneren. Über dieselben Vorgänge, wie sie in der Skelettmuskulatur (S.99) stattfinden, kommt es zur Interaktion von Aktin und Myosin und damit zur Kontraktion der Herzmuskelzelle.

Über eine  $\text{Ca}^{2+}$ -Pumpe wird dann das  $\text{Ca}^{2+}$  wieder in das sarkoplasmatische Retikulum zurücktransportiert. Sobald der zytosolische  $\text{Ca}^{2+}$ -Spiegel so weit abgesunken ist, dass die Bindung an Troponin C nicht mehr möglich ist, endet die Kontraktion und der Muskel erschlafft.



## WISSEN TO GO

### Erregung und elektromechanische Kopplung

Die **Erregungsbildung** am Herzen erfolgt in den **Schrittmacherzellen** des Sinusknotens. Die Erregung breitet sich über die Zellen des **Vorhofmyokards** aus, das eine funktionelle Einheit bildet. Sie erreicht den **AV-Knoten**, der sie nur verzögert weiterleitet, damit die Vorhofkontraktion vor der Kammerkontraktion beendet ist. Das **His-Bündel** und die **Tawara-Schenkel** leiten dagegen den Impuls mit hoher Geschwindigkeit weiter an die **Purkinje-Fasern**, die für die Erregung der **Muskelzellen der Herzkammern** verantwortlich sind. Diese geordnete Erregungsleitung sorgt dafür, dass jeder Bereich des Herzens zu passender Zeit kontrahiert. Mitverantwortlich dafür ist die für die Herzmuskelzellen typische **Refraktärzeit**, während deren die Zelle nicht wieder erregt werden kann.

Die **elektromechanische Kopplung** am Herzen entspricht weitestgehend der am Skelettmuskel.

## 6.7 Regulation der Herzleistung

Die autonome Erregungsbildung und die mechanische Kontraktion des Herzens können durch verschiedene Mechanismen beeinflusst werden. Dies ist notwendig, da der Sauerstoffbedarf des Körpers je nach Aktivität unterschiedlich ist: Beim Sport z. B. benötigen wir mehr Sauerstoff als im Schlaf. Deshalb muss auch die Pumpleistung des Herzens an Belastung oder Entlastung angepasst werden.

Durchschnittlich pumpt das Herz in Ruhe mit jedem Herzschlag 70 ml Blut (**Schlagvolumen**). Multipliziert man dieses Schlagvolumen mit der durchschnittlichen Anzahl von 70 Schlägen/min (d. h. mit der Herzfrequenz), so erhält man das **Herzzeitvolumen** (HZV). Meist – wie auch hier berechnet – bezieht sich das Herzzeitvolumen auf den Zeitraum von 1 Minute. Man spricht dann auch vom **Herzminutenvolumen**. Es beträgt ca. **5 l/min**.

Die normale **Herzfrequenz** ist abhängig vom Alter. Beim gesunden, normal trainierten Erwachsenen liegt sie bei 60–80 Schlägen/min, bei Neugeborenen bei bis zu 140 Schlägen/min und beim alten Menschen bei 70–90 Schlägen/min. Ein zu langsamer Herzschlag (in der Regel < 50 Schläge/min) wird **Bradykardie**, ein zu schneller Herzschlag (in der Regel > 100 Schläge/min) **Tachykardie** genannt.

Durch Erhöhung des **Schlagvolumens** und der **Herzfrequenz** kann das Herzzeitvolumen je nach Bedarf auf bis zu 25 l/min, also auf das 5-Fache, gesteigert werden. Hierfür sind im Wesentlichen 2 Regulationsmechanismen verantwortlich:

- **Frank-Starling-Mechanismus:** Er passt die Herztätigkeit kurzfristig an Veränderungen im venösen Rückfluss und an Druckschwankungen in der Aorta an.
- **vegetatives Nervensystem:** Über die Aktivität des Sympathikus und des Parasympathikus kann die Herzleistung an die aktuellen Bedürfnisse des Körpers angepasst werden.

### 6.7.1 Beeinflussung durch den Frank-Starling-Mechanismus

Der Herzmuskel verfügt über einen Mechanismus, der automatisch auf kurzfristige Druckschwankungen im venösen oder im arteriellen System reagiert. Dieser sog. Frank-Starling-Mechanismus beruht darauf, dass die Kontraktionskraft des Herzmuskels abhängig von dessen **Vordehnung** ist. Je stärker die Herzwand in der Diastole gedehnt wird, desto kräftiger kontrahiert sich das Arbeitsmyokard in der darauffolgenden Systole. Der Frank-Starling-Mechanismus spielt vor allem in 2 Situationen eine Rolle: bei erhöhter Vorlast und bei erhöhter Nachlast.

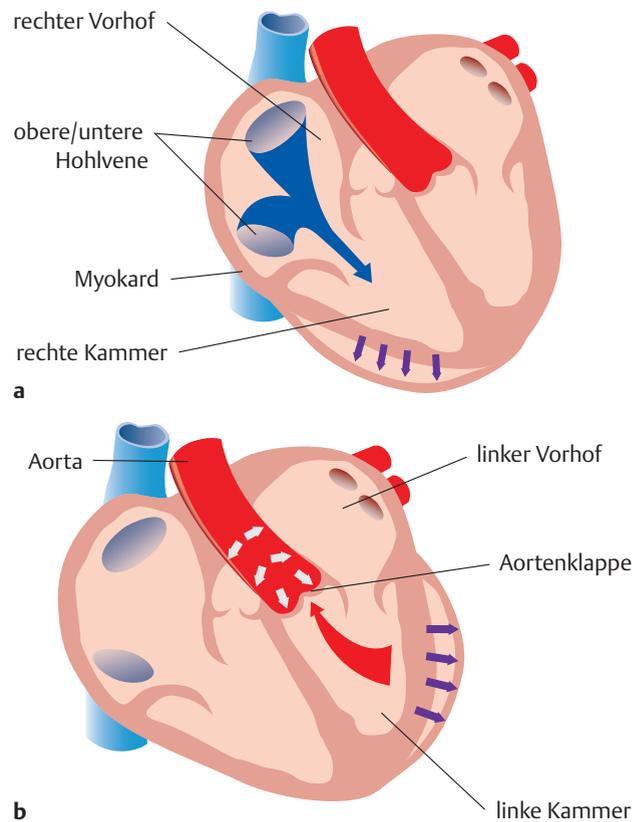
#### Erhöhte Vorlast

Unter einer erhöhten Vorlast (engl.: preload, ► Abb. 6.12a) versteht man einen **vermehrten venösen Rückstrom** zum rechten Herzen und damit eine **erhöhte Volumenbelastung** der rechten Kammer. Eine erhöhte Vorlast kann z. B. bei starker Muskelaktivität auftreten, wenn über die Muskelpumpe (► Abb. 7.6) viel Blut zurück zum Herzen transportiert wird. Kommt es kurzfristig zu einer erhöhten Vorlast, füllt sich die rechte Herzkammer während der Diastole mit einer größeren Menge Blut und das enddiastolische Füllungsvolumen nimmt zu. Dadurch steigt die Wandspannung der Herzkammer und die Herzmuskelzellen sind am Ende der Diastole stärker gedehnt. Diese erhöhte Vordehnung bedingt, dass sie sich während der Systole stärker zusammenziehen, also mehr Kraft entwickeln. Es kann mehr Blut ausgeworfen werden (**Anstieg des Schlagvolumens**), wodurch das Herzzeitvolumen steigt. Ohne diese Regulation würde sich das Blut im venösen System stauen.

#### Erhöhte Nachlast

Unter Nachlast (engl.: afterload, ► Abb. 6.12b) versteht man den Widerstand, gegen den das linke Herz anpumpen muss. Bei einer Erhöhung der Nachlast besteht also für die linke Herzkammer eine **erhöhte Druckbelastung**, d. h., sie muss einen höheren Druck entwickeln, um das Blut durch die Taschenklappen zu pumpen, die durch den Druck in der Aorta geschlossen gehalten werden. Im ersten Herzzyklus nach Erhöhung der Nachlast pumpt das Herz noch mit der gleichen Kraft wie vor der Nachlasterhöhung. Diese Kraft reicht aber nicht aus, um das gesamte Blutvolumen gegen den nun erhöhten Widerstand auszuwerfen, weshalb das endsystolische Restvolumen in der Herzkammer ansteigt. Am Ende der Diastole befindet sich daher mehr Blut in der linken Herzkammer. Dies führt zu einer stärkeren Vordehnung der Herzwand und damit zu einer erhöhten Kontraktionskraft bei der nächsten Systole. Dadurch kann der erhöhte Druck in der Hauptschlagader überwunden und wieder die ursprüngliche Blutmenge gepumpt werden. Es kommt also nicht, wie bei der erhöhten Vorlast, zu einem Anstieg des Schlagvolumens, vielmehr wird **dasselbe Schlagvolumen** mit höherem Druck gepumpt. Eine erhöhte Nachlast tritt beispielsweise bei einem arteriellen Bluthochdruck auf. Ohne den Frank-Starling-Mechanismus käme es zu einem Blutrückstau im Lungenkreislauf.

Abb. 6.12 Frank-Starling-Mechanismus bei erhöhter Vorlast und erhöhter Nachlast.



- a** Vorlast: Die enddiastolische Dehnung in der rechten Kammerwand steigt (lila Pfeile), weil der Ventrikel wegen des erhöhten venösen Rückflusses (blauer Pfeil) mehr Blut enthält. Das Myokard des rechten Herzens kann sich daher bei der nächsten Kontraktion stärker zusammenziehen, es kommt zu einem Anstieg des Schlagvolumens.
- b** Nachlast: Da der Druck in der Aorta erhöht ist (graue Pfeile), muss der Ventrikel mehr Kraft aufwenden, um das Blut auszuwerfen (roter Pfeil). Es bleibt enddiastolisch mehr Blut in der Kammer zurück, und das enddiastolische Volumen steigt an. Dadurch wird die Wand der linken Herzkammer stärker gedehnt (lila Pfeile). Bei der nächsten Systole entwickelt sie deshalb mehr Kraft und kann dasselbe Schlagvolumen gegen den erhöhten Druck auswerfen.

### 6.7.2 Einfluss des vegetativen Nervensystems Sympathikus

Bei körperlicher Anstrengung, psychischer Erregung, in Stresssituationen und oft auch bei Schmerzen steigt die Aktivität des Sympathikus. Die sympathischen Nervenfasern erreichen das Herz als Herznerven (Nervi cardiaci) aus dem **Grenzstrang** (S.368). Der Sympathikus bewirkt über seinen Botenstoff (Transmitter) **Noradrenalin** am Herzen:

- eine gesteigerte Herzfrequenz (positive Chronotropie),
- eine größere Kontraktionskraft und damit ein erhöhtes Schlagvolumen (positive Inotropie),
- eine schnellere Überleitung im AV-Knoten (positive Dromotropie),
- eine schnellere Erschlaffung der Muskulatur (positive Lusitropie).

All diese einzelnen Effekte tragen dazu bei, dass unter dem Einfluss des Sympathikus das **Herzzeitvolumen ansteigt**.

### !Merke Sympathikus

Der Sympathikus ist zuständig für „fight or flight“ (Kampf oder Flucht).

### Parasympathikus

Die Wirkungen des Parasympathikus sind denen des Sympathikus entgegengesetzt. Die Aktivität des Parasympathikus überwiegt hauptsächlich in ruhigeren Situationen, wie z. B. im Schlaf, bei dem die Herzfrequenz normalerweise niedriger ist als im wachen Zustand. Die Nervenfasern entstammen dem **Nervus vagus** (S. 370) und verwenden **Acetylcholin** als Transmitter. Im Gegensatz zum Sympathikus, der auch direkten Einfluss auf die Ventrikel ausübt, beeinflusst der Parasympathikus überwiegend die Vorhöfe inkl. des Sinus- und des AV-Knotens. Seine Effekte auf das Arbeitsmyokard sind nur sehr gering. Er bewirkt daher:

- eine geringere Herzfrequenz (negative Chronotropie),
- eine geringere Überleitung im AV-Knoten (negative Dromotropie),
- eine geringere Kontraktionskraft der Vorhofmyozyten (negative Inotropie).

Unter Einwirkung des Parasympathikus wird also das **Herzzeitvolumen gesenkt**.

### !Merke Parasympathikus

Der Parasympathikus ist zuständig für „rest and digest“ (Ruhens und Verdauen).

### Patho Beeinflussung der Herzfrequenz

Mit Medikamenten, welche die Wirkung des Sympathikus oder des Parasympathikus am Herzen verstärken bzw. abschwächen, kann man Herzfrequenz und Schlagkraft therapeutisch beeinflussen:

Eine **Erhöhung** der Herzfrequenz und der Schlagkraft erreicht man mit Medikamenten, die

- die Aktivität des Sympathikus verstärken (z. B. Adrenalin, Noradrenalin oder Dobutamin) oder
- die Wirkung des Parasympathikus herabsetzen (z. B. Atropin).

Die **Senkung** von Herzfrequenz und Schlagkraft gelingt mit Medikamenten, die die Aktivität des Sympathikus drosseln (z. B. Betablocker).



## WISSEN TO GO

### Regulation der Herzleistung

Die normale **Herzfrequenz** liegt beim Erwachsenen bei 60–80 Schlägen/min, bei Neugeborenen bei bis zu 140 Schlägen/min und beim alten Menschen bei 70–90 Schlägen/min. Das **Schlagvolumen** liegt in Ruhe bei 70 ml und das **Herzzeitvolumen** (HZV) bei ca. 5 l/min.

Die Herzleistung wird im Wesentlichen durch 2 Regulationsmechanismen angepasst:

Druckschwankungen im Kreislaufsystem werden durch den **Frank-Starling-Mechanismus** ausgeglichen. Grundlage dieser Regulation ist das Prinzip, dass die Herzmuskelzellen sich nach einer größeren diastolischen Dehnung in der Systole stärker kontrahieren. Der Mechanismus greift hauptsächlich in 2 Situationen:

- **kurzfristig erhöhte Vorlast (preload):** erhöhter venöser Rückfluss (größere Volumenbelastung) → stärkere Füllung der rechten Herzkammer → enddiastolische Wandspannung steigt → stärkere Kontraktion der Herzmuskelzellen in der Systole → erhöhtes Schlagvolumen, Herzzeitvolumen steigt
- **kurzfristig erhöhte Nachlast (afterload):** erhöhter Druck in der Aorta → erhöhter Auswurfwiderstand → ausgeworfenes Blutvolumen ist verringert → systolisches Restvolumen in der Herzkammer steigt → erhöhtes enddiastolisches Volumen → enddiastolische Wandspannung steigt → stärkere Kontraktion der Herzmuskelzellen in der Systole → größerer Auswurfdruck bei gleich bleibendem Schlagvolumen

Das **vegetative Nervensystem** passt die Pumpleistung des Herzens an die körperliche Belastung an:

- **Sympathikuswirkung:** gesteigerte Herzfrequenz (positiv chronotrop), erhöhte Kontraktionskraft (positiv inotrop), schnellere Überleitung im AV-Knoten (positiv dromotrop) und schnellere Erschlaffung (positiv lusitrop); Botenstoff ist Noradrenalin.
- **Parasympathikuswirkung:** geringere Herzfrequenz (negativ chronotrop) und langsamere Überleitung im AV-Knoten (negativ dromotrop); Botenstoff ist Acetylcholin.

### Mein Patient Herr Bauer\* – „Es wird immer schwerer“

Herr Bauer ist 82 Jahre alt. Als ehemaliger Versicherungskaufmann hatte er einen sehr stressigen Beruf. Aus Zeitmangel trieb er wenig Sport, dafür rauchte er viel – manchmal bis zu einer Schachtel am Tag. Seine Ernährung bestand meist aus dem, was der Automat in der Kantine so hergab. Sein Arzt ermahnte ihn oft wegen seines hohen Blutdrucks, aber Herr Bauer tat das immer ab. Ihm gehe es prima!

Doch im Alter von 56 Jahren erlitt er einen Herzinfarkt. Ganz plötzlich hatte er einen brennenden Schmerz in der Brust, der sich bis in den linken Arm und den Kiefer zog. Zum Glück war er mit seiner Frau an diesem Abend zu Hause. Sie alarmierte direkt den Notarzt. In der Klinik dehnte man das verschlossene Gefäß mit einer Ballondilatation wieder auf und setzte einen Stent ein.

Danach krepelte Herr Bauer sein Leben um. Er hörte mit dem Rauchen auf, trat im Beruf etwas kürzer und stieg sogar manchmal aufs Fahrrad. Doch trotz aller Bemühungen war sein Blutdruck (RR) nur noch schwer in den Griff zu bekommen. Bei den Verlaufskontrollen zeigten sich immer wieder erhöhte Werte (RR 160/100 mmHg) und auch die Cholesterinwerte waren deutlich zu hoch.

Nach und nach entwickelte Herr Bauer Beschwerden, die ihn immer mehr einschränkten. Ging er mal in den Garten, litt er sofort unter Luftnot. Seine Beine wurden immer dicker. Und schließlich trat die Luftnot nicht nur bei Belastung auf – sondern auch in Ruhe.

Eines Tages sitzt er im Sessel im Wohnzimmer und bekommt plötzlich keine Luft mehr. Er hustet schaumigen Auswurf, sein Atem geht rasselnd und seine Lippen sind blau. Seine Frau ruft sofort den Notarzt. Dieser fackelt nicht lange und weist Herrn Bauer notfallmäßig in die nächste Klinik ein. Vor der Abfahrt verabreicht er ihm intravenös eine Injektion mit dem Schleifendiuretikum Furosemid, einem Medikament, das die Wasserausscheidung mit dem Harn erhöht. Für die Fahrt in die Klinik lagern ihn die Notfallsanitäter mit hochgestelltem Oberkörper und verabreichen Sauerstoff.



Herzkrankheiten und beschreiben Sie deren Verlauf! Welcher Myokardabschnitt wird von welcher Herzkrankheit versorgt? Erklären Sie, weshalb es bei einem Herzinfarkt zu Herzrhythmusstörungen kommen kann!

- Bei Herrn Bauer ist seit seinem Herzinfarkt die Pumpleistung des Herzens beeinträchtigt, er leidet unter einer Herzmuskelschwäche (Herzinsuffizienz). Diese kann als Linksherz-, als Rechtsherz- oder als Globalinsuffizienz auftreten, bei der beide Herzabschnitte betroffen sind. Im Lauf der Zeit entwickelten sich bei Herrn Bauer dicke Beine (Beinödeme) und Luftnot. Beides sind Symptome einer Blutstauung vor dem Herzen aufgrund der nachlassenden Pumpleistung. Überlegen Sie, wie das Herz als Pumpe in den Blutkreislauf eingeschaltet ist: Woher bekommt das linke Herz das Blut, woher das rechte? Diskutieren Sie aufgrund dieser Überlegung, welche der drei Formen der Herzinsuffizienz bei Herrn Bauer vorliegt!
- Infolge der nachlassenden Pumpleistung bei einer Herzinsuffizienz sinkt auch das Herzzeitvolumen. Nennen Sie den physiologischen Wert und erklären Sie, wie sich das HZV berechnet! Erläutern Sie, wie das gesunde Herz das HZV über den Frank-Starling-Mechanismus anpassen kann!

\* Fallbeispiel fiktiv, Namen frei erfunden.

#### Lernaufgaben

- Mit dem Herz ist bei Herrn Bauers Erkrankung ein lebenswichtiges Organ betroffen. Benennen Sie die Aufgaben des Herzens und beschreiben Sie dessen Aufbau! Erklären Sie dabei auch, wie das herzeigene Erregungsbildungs- und Erregungsleitungssystem funktioniert!
- Ursache von Herrn Bauers Herzinfarkt war der Verschluss einer Herzkrankheit. Welche Folgen ein solcher Verschluss hat, hängt davon ab, welches Koronargefäß verschlossen ist und wo genau der Verschluss sitzt. Nennen Sie die wichtigsten

## 11.6 Erkrankungen des Lungenparenchyms

### 11.6.1 Infektiöse Erkrankungen

#### Pneumonie

##### Definition Pneumonie

Unter einer Pneumonie versteht man eine infektiöse Entzündung der Lunge (Lungenentzündung).

Die Pneumonie gehört zu den **häufigsten Infektionskrankheiten weltweit**. Sie ist außerdem die Infektionskrankheit, die in den westlichen Ländern am häufigsten zum Tod führt.

##### Pathophysiologie

**Einteilung** • Pneumonien können nach verschiedenen Kriterien eingeteilt werden. Klinisch am wichtigsten ist die Einteilung nach dem Ort, an dem die Infektion erworben wurde:

- **ambulant erworbene Pneumonien** (CAP, community-acquired pneumonia): Sie werden außerhalb des Krankenhauses erworben.
- **nosokomiale Pneumonie** (HAP, hospital-acquired pneumonia): Sie werden im Krankenhaus erworben. Man spricht erst dann von einer nosokomialen Pneumonie, wenn die Erkrankung bei Patienten auftritt, die mindestens seit 48 h stationär sind. Eine neu aufgetretene Pneumonie bei Patienten, die noch keine 2 vollen Tage im Krankenhaus verbracht haben, fällt demnach noch in die Kategorie „ambulant erworbene Pneumonie“.

Die Unterscheidung ist wichtig, da jeweils unterschiedliche Erreger die Pneumonie auslösen, die dann auch entsprechend unterschiedlich behandelt werden muss.

Andere Einteilungen richten sich z. B. nach der Art der Erreger, nach der Lokalisation der Entzündung in der Lunge (im Interstitium oder in den Alveolen) oder nach dem Vorhandensein einer Grunderkrankung. Dies ist insbesondere bei Menschen mit Lungen- oder Herzerkrankung relevant.

**Erreger** • Die häufigste Ursache für eine **ambulante Pneumonie** ist eine Infektion mit **Pneumokokken**. Wesentlich seltener sind andere Keime wie Haemophilus influenzae, Mykoplasmen, Legionellen, Chlamydien oder Viren (z. B. Influenza). Bei geriatrischen Patienten sind häufig Staphylokokken, E. coli oder Klebsiellen die Erreger der Pneumonie.

Bei **nosokomialen Infektionen** unterscheiden sich die Erreger je nach Infektionszeitpunkt. Bei Patienten, die **bis zum 5. Tag** nach ihrer stationären Aufnahme an einer Pneumonie erkranken, sind meist die gleichen Erreger verantwortlich, die auch ambulante Pneumonien auslösen. Bei Manifestation **ab dem 5. Tag** nach stationärer Aufnahme handelt es sich häufig um Infektionen mit deutlich **problematischeren Keimen** (z. B. Pseudomonas aeruginosa, Enterobakterien oder MRSA).

Patienten mit **geschwächter Abwehrlage** (z. B. AIDS-Patienten oder Patienten nach Chemotherapie) infizieren sich v. a. mit Keimen, die beim Gesunden nur selten eine Infektion auslösen (= opportunistische Keime). Hierzu zählen z. B. Pilze (Candida, Aspergillus) oder Viren (Zytomegalie).

**Risikofaktoren** • Besonders gefährdet sind Menschen:

- im höheren Alter (**> 60 Jahre**)
- mit **Vorerkrankungen** an Herz und Lunge
- unter **immunsuppressiver** Therapie

- mit **Schluckstörungen**
- unter **Beatmungstherapie** (z. B. Intubation)
- mit liegender **Magensonde** (über den Tubus sowie die Magensonde können sich die Keime ausbreiten)
- unter Behandlung mit **Protonenpumpenhemmer** wie Pantoprazol (bei einem verminderten Säuregehalt des Magen siedeln sich Darmbakterien an, die dann über die Speiseröhre in die Atemwege gelangen können, z. B. bei Aspiration)
- mit **Bewusstseinsstörungen** (→ erhöhte Aspirationsgefahr)
- nach größeren **Operationen** an Herz, Thorax, Abdomen oder ZNS



#### WISSEN TO GO

##### Pneumonieerreger

Man unterscheidet zwischen **ambulant** (also zu Hause) und **nosokomial** (also stationär) **erworbenen Pneumonien**. Die häufigsten Erreger ambulanter Pneumonien sind **Pneumokokken**, seltener sind Chlamydien, Mykoplasmen, Legionellen oder Viren. Patienten, die während eines längeren Krankenhausaufenthalts eine Lungenentzündung entwickeln, weisen meist **problematischere Keime** (z. B. Pseudomonas aeruginosa, Enterobakterien, MRSA) auf. Die Entstehung einer Pneumonie wird begünstigt durch: hohes Alter, eine immunsuppressive Behandlung, eine Beatmungstherapie und eine liegende Magensonde.

Patienten mit **geschwächter Abwehrlage** infizieren sich v. a. mit Keimen, die beim Gesunden nur selten eine Infektion auslösen (z. B. Pilze).

##### Symptome

Nach dem klinischen Verlauf unterscheidet man eine typische und eine atypische Pneumonie. Die **typische Pneumonie** wird am häufigsten durch Pneumokokken verursacht. Sie führt meistens zur **Lobärpneumonie**. Hier sind die Lungenbläschen (Alveolen) eines Lungenlappens entzündet. Die betroffenen Patienten haben **plötzlich hohes Fieber** mit Schüttelfrost und sind schwer krank. Sie husten stark, auch Schleim, die Atemfunktion ist eingeschränkt (Atemnot).

Die **atypische Pneumonie** geht mit deutlich **milderen Beschwerden** einher. Sie beginnt nur schleichend, die Patienten haben kaum Fieber und einen trockenen Reizhusten. Atemnot tritt erst später auf. Oft passen die relativ milden Symptome gar nicht zum Röntgenbefund, der eine deutliche Entzündung des Lungeninterstitiums zeigt (interstitielle Pneumonie). Die wichtigsten Erreger einer atypischen Pneumonie sind Mykoplasmen, Legionellen und Chlamydien.

Bei **älteren Menschen** kann eine Pneumonie insgesamt mit einer milderen Symptomatik einhergehen. Typisch sind eine nur geringe Temperaturerhöhung und ein leichter Husten mit Auswurf. Hohes Fieber mit Schüttelfrost ist im Alter selten. Es kann zu Verwirrheitszuständen kommen, wenn Flüssigkeitsmangel (Exsikkose) besteht bzw. wenn die Sauerstoffsättigung sinkt. Atemnot, Tachypnoe, Tachykardie und Zyanose können Zeichen einer schweren Pneumonie sein.

Auch bei **Neugeborenen und jungen Säuglingen** verläuft die Pneumonie **oft uncharakteristisch**. Die Kinder weisen ein blassgraues Hautkolorit, Tachy- oder Apnoe und Temperaturinstabilität auf. Gleichzeitig besteht eine Trinkschwäche. Die Kinder sind apathisch. Eine fortgeschrittene Symptomatik zeigt sich durch Sauerstoffmangel mit Zyanose.

Tatsächlich muss eine Pneumokokken-Pneumonie nicht immer dem Bild einer typischen Pneumonie entsprechen.

Andererseits führen Mykoplasmen und Legionellen nicht immer zu einem atypischen Verlauf, sondern können sich klinisch auch als typische Pneumonie äußern.

► **Tab. 11.1** fasst die wichtigsten Symptome der typischen und der atypischen Pneumonie zusammen.



## WISSEN TO GO

### Symptome der Pneumonie

Die **typische Pneumonie** geht mit plötzlichem Krankheitsbeginn, hohem Fieber mit Schüttelfrost, Husten mit gelblich-braunem Auswurf einher. Das Allgemeinbefinden Betroffener ist stark beeinträchtigt.

Bei der **atypischen Pneumonie** sind die Symptome weniger ausgeprägt. Bei leicht erhöhter Temperatur beginnt die Erkrankung meist schleichend. Es besteht ein trockener Husten und lediglich ein geringes Krankheitsgefühl. Besonders ältere Menschen, Neugeborene und junge Säuglinge zeigen häufig eine uncharakteristische Symptomatik.

### Komplikationen

Eine sehr häufige Komplikation ist ein Pleuraerguss (S.384). Schwer verlaufende Pneumonien können zu einer **respiratorischen Insuffizienz** und/oder zu einem akuten Lungenversagen (S.371) führen. Bei abwehrgeschwächten Patienten können die Erreger auch in andere Organe streuen oder **Lungengewebe eitrig einschmelzen** (Lungenabszess, siehe S.356).

### Diagnose

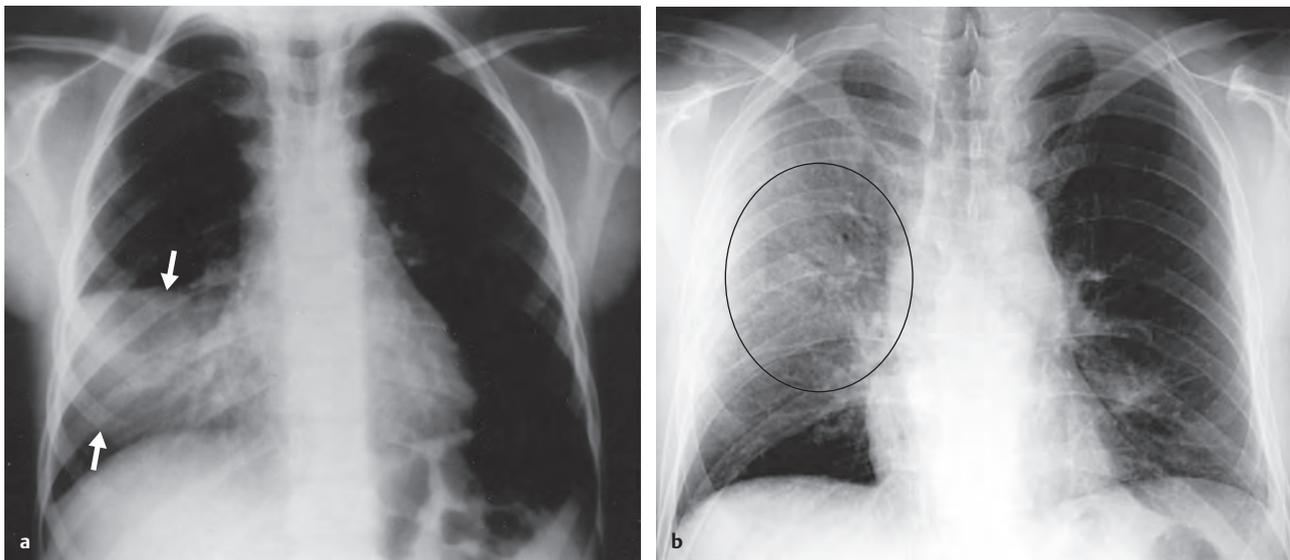
In der Anamnese sollte man v. a. fragen, ob der Patient unter anderen Herz-Kreislauf-Erkrankungen leidet. Bei der Auskultation sind **feinblasige Rasselgeräusche** zu hören. Besteht ein **Pleuraerguss**, reiben die Pleurablätter aufeinander. Beim **Abklopfen** der Lunge ist der Klopfeschall durch das entzündete Gewebe gedämpft.

Die **Röntgenthorax-Aufnahme** macht eine spezifischere Diagnosestellung möglich. Eine Lobärpneumonie imponiert mit **flächigen Verschattungen** (hellere Stellen), die auf ein Lungensegment oder einen -lappen begrenzt sind (► **Abb. 11.1a**). Es können auch die kleinen Bronchien betroffen sein, dies zeigt sich an der **fleckigen Verschattung** im Röntgenbild (Bronchopneumonie). Die **interstitielle Pneumonie** spielt sich eher am **Lungenhilus** ab und breitet sich von dort aus (► **Abb. 11.1b**). Der Radiologie spricht von einer streifigen Zeichnung und milchglasartigen Infiltraten.

**Tab. 11.1** Symptome der typischen und atypischen Pneumonie im Vergleich.

Symptome	typische Pneumonie	atypische Pneumonie
Erkrankungsbeginn	plötzlich	schleichend
Fieber	hoch (bis 40 °C) mit Schüttelfrost	leicht erhöht
Husten	produktiv (gelblich-bräunlicher Auswurf)	trocken
Atemnot	von Beginn an ausgeprägt	langsam zunehmend
Begleitsymptome	Begleitpleuritis	Grippesymptome
Allgemeinbefinden	stark beeinträchtigt	mäßig beeinträchtigt

**Abb. 11.1** Röntgenthorax-Befund bei einer Lungenentzündung.



**a** Lobärpneumonie: Im unteren Bereich der rechten Lunge ist eine flächige Verschattung (Pfeile) sichtbar.

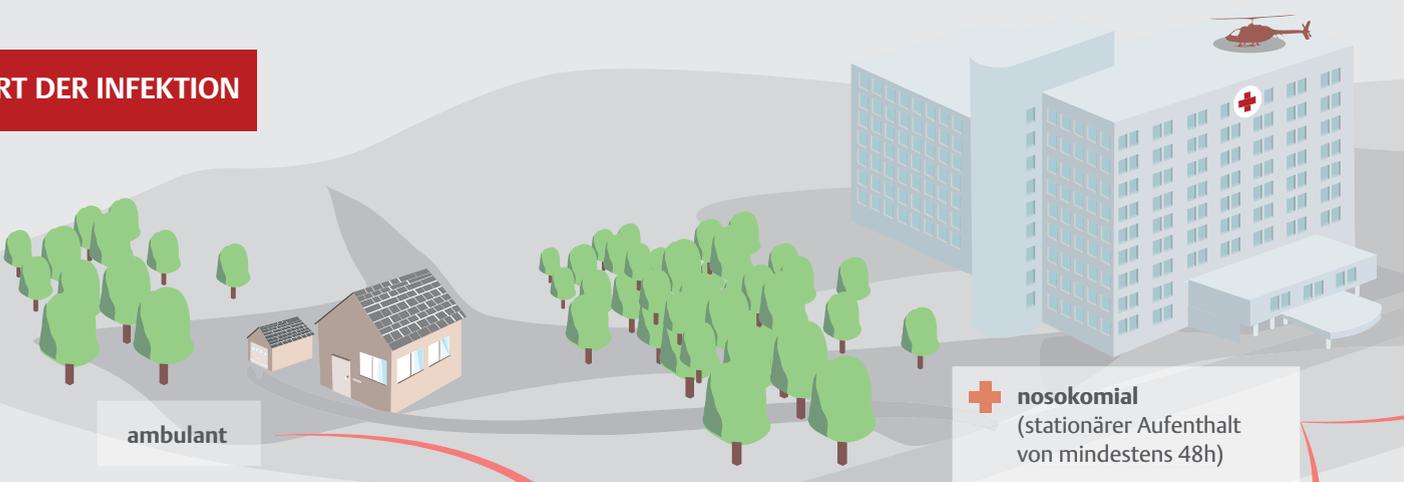
Abb. aus: Galanski M, Dettmer S, Keberle M et al., Hrsg. Pareto-Reihe Radiologie Thorax. 1. Auflage. Thieme; 2009

**b** Interstitielle Pneumonie: Man erkennt eine interstitielle Zeichnungsvermehrung (helle Verschattung).

Abb. aus: Kirchner J, Hrsg. Trainer Thoraxdiagnostik. 2. Auflage. Thieme; 2018

# PNEUMONIE

## ORT DER INFektion



ambulant

**+** **nosokomial**  
(stationärer Aufenthalt  
von mindestens 48h)

bei Manifestation  
<5 Tage auf Station

## ERREGER

z.B. Pneumokokken, Streptokokken,  
Staphylokokken, Klebesillien

z.B. Mykoplasmen, Legionellen,  
Chlamydien

**typische Pneumonie**

- hohes Fieber
- starker Husten und Auswurf
- früh Atemnot

## SYMPTOME

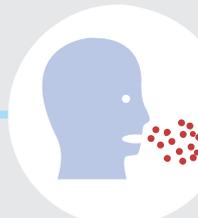
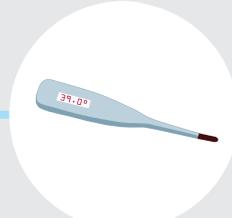
**atypische Pneumonie**

- leichtes Fieber
- mäßiger Husten
- spät Atemnot



Bei Kindern und geriatrischen Patienten führen Keime, die i.d.R. eine typische Pneumonie verursachen, zu uncharakteristischen Verläufen:

- **bei Säuglingen:** Auslöser häufig Staphylokokken, führen u.a. zu Trinkschwäche, Tachy- oder Apnoe
- **bei Kleinkindern:** Auslöser häufig Haemophilus influenzae, neben den gängigen Symptomen klagen sie u.a. über Bauchschmerzen
- **bei geriatrischen Patienten:** Auslöser häufig Staphylokokken, typisch sind eher mildere Verläufen mit geringer Symptomatik, Verwirrheitszustände sind möglich





## ERREGER

bei Manifestation ab  
5. Tag auf Station



Erreger oft „Problemkeime“,  
z.B. Pseudomonas aeruginosa, MRSA

## ORT DER ENTZÜNDUNG

Entzündung  
im Interstitium  
(= interstitielle  
Pneumonie)

Lobärpneumonie

Bronchopneumonie

Entzündung  
in den Alveolen  
(= alveoläre Pneumonie)

In der **Blutuntersuchung** zeigen sich wie bei allen Entzündungen die typischen Zeichen: beschleunigte BSG, erhöhtes CRP und erhöhte Leukozytenzahl. Ein erhöhter Prokalcitonin-Wert ist typisch für bakterielle Pneumonien.

Vor allem bei Patienten, die im Krankenhaus eine Lungenentzündung entwickeln, muss der auslösende **Erreger nachgewiesen** werden. Nur so ist eine gezielte Antibiotikatherapie möglich. Das Untersuchungsmaterial wird z. B. aus dem Sputum gewonnen und dann daraus eine Kultur angelegt. Manche Erreger (z. B. Mykoplasmen, Legionellen) lassen sich indirekt durch Antikörper im Blut nachweisen.

### Therapie

Für die Therapie der **ambulant erworbenen Pneumonie** ist es entscheidend, den Schweregrad der Pneumonie zu beurteilen und festzustellen, ob der Patient ambulant behandelt werden kann oder stationär aufgenommen werden muss. Dazu wendet man folgende Kriterien (sog. CRB-65-Index) an:

- Verwirrung (Confusion)
- Atemfrequenz (Respiratory Rate):  $\geq 30$  Atemzüge pro Minute
- Blutdruck (Blood Pressure):  $< 90 / \leq 60$  mmHg
- Alter:  $> 65$  Jahre

Für jedes zutreffende Kriterium gibt es 1 Punkt. Die Punktzahl ist entscheidend für die Art der weiteren Behandlung:

- Patienten mit 0 Punkten können ambulant behandelt werden.
- Patienten mit 1 oder mehr Punkten sollten stationär aufgenommen werden und müssen bei schweren Formen auf die Intensivstation verlegt werden.

Patienten mit nosokomialer Pneumonie sind ohnehin bereits stationär.

**Antibiotika** • Je nach Form (CAP oder HAP) der Pneumonie werden unterschiedliche Antibiotika eingesetzt. Im Krankenhaus werden die Antibiotika intravenös verabreicht, im ambulanten Bereich steht die orale Antibiotikatherapie im Vordergrund. Patienten mit ambulant erworbener Pneumonie erhalten Amoxicillin, Patienten mit nosokomialer Pneumonie u. a. Ceftriaxon. Die Therapie sollte schnell mit einem gängigen Antibiotikum begonnen und bei Erregernachweis angepasst werden.

**Allgemeinmaßnahmen** • Wichtig sind körperliche **Schonung** (evtl. Bettruhe), ausreichend **Flüssigkeitszufuhr** sowie die **Sekretolyse** bei starkem Auswurf (z. B. mit Acetylcystein oder durch Inhalation von Kochsalzlösungen). **Hohes Fieber** muss **gesenkt** werden. Fällt die Sauerstoffsättigung ab, wird **Sauerstoff** über eine Nasenbrille zugeführt. Bei ausgeprägter respiratorischer Insuffizienz müssen die Patienten über eine Maske beatmet oder intubiert werden.

### Blitzlicht Pflege Basismaßnahmen bei Pneumonie

- **Standardhygienemaßnahmen einhalten** (besondere Maßnahmen bei MRSA und viralen Pneumonien)
- **Pflegeempfänger mit erhöhtem Oberkörper positionieren** (atmungserleichternd)
- **Pflegeempfänger mit Schluckstörung oder Bewusstseins Einschränkung bei der Nahrungs- und Medikamenteneinnahme unterstützen**, siehe auch Aspirationspneumonieprophylaxe (S.27)
- **sicherstellen, dass Pflegeempfänger genügend Flüssigkeit zu sich nimmt** (ausgeglichene Flüssigkeitsbilanz)
- **den Pflegeempfänger regelmäßig mobilisieren**
- **Grundsätzlich gilt: den Pflegeempfänger gezielt beobachten, um eine Pneumonie ggf. frühzeitig zu erkennen**

### Prophylaxe

Menschen ab einem Alter von 60 Jahren sollten gegen **Pneumokokken geimpft** werden. Das gilt auch für Immunsupprimierte, chronisch Kranke sowie für Bewohner von Langzeitpflegeeinrichtungen. Die Ständige Impfkommission (STIKO) empfiehlt die Pneumokokken-Grundimmunisierung für Kinder innerhalb der ersten 14 Lebensmonate.

### Blitzlicht Pflege Pneumonierisiko und Prophylaxe

Mit **atemunterstützenden Maßnahmen** können Pneumonien verhindert werden. Sie sind v. a. dann wichtig, wenn die Pflegeempfänger **immobil** sind oder **Schmerzen** haben. Beides führt dazu, dass die Lunge nicht ausreichend belüftet wird. Auch **eingeschränktes Bewusstsein** und Schluckstörungen erhöhen das Pneumonierisiko. Pflegeempfänger mit Erkrankungen der Atemwege oder Thoraxdrainagen sowie intubierte bzw. tracheotomierte Pflegeempfänger sind ebenfalls besonders gefährdet.

Ziel der Maßnahmen ist es, die Belüftung aller Lungenteile zu gewährleisten. Dazu dienen u. a. **atemunterstützende Positionierungen, Kontaktatmung, atemstimulierende Einreibungen und Atemtrainer**. Eine adäquate Schmerztherapie und die regelmäßige Mobilisation sind ebenfalls wichtige Bestandteile der Pneumonieprophylaxe.

Einer nosokomialen Pneumonie kann durch die konsequente Umsetzung aller Hygienevorschriften vorgebeugt werden.

### Prognose

Die Sterblichkeit nimmt mit dem Alter zu. Die Letalität nosokomialer Pneumonien beträgt bis zu 20% (häufigste tödlich verlaufende Infektion im Krankenhaus).



### WISSEN TO GO

#### Behandlung der Pneumonie

Patienten mit Lungenentzündung werden sofort nach Diagnosestellung antibiotisch behandelt. Die **Antibiotikauswahl** orientiert sich dabei an der **Art der Pneumonie** (ambulant oder nosokomial erworben) und dem damit wahrscheinlichsten Erregerspektrum. Die Patienten sollten sich schonen und ausreichend trinken; hohes Fieber muss gesenkt werden, evtl. benötigen die Patienten Sauerstoff. Menschen über 60 Jahre und Risikopatienten sollten gegen Pneumokokken geimpft werden.

## Sonderform: Aspirationspneumonie

### Definition Aspiration und Aspirationspneumonie

Bei einer **Aspiration** gelangen flüssige (z. B. Speichel, Magensaft) oder feste Substanzen (z. B. Nahrungsbrei, Tabletten, kleine Gegenstände) aus dem Mundraum oder dem Ösophagus bzw. dem Magen während des Einatmens in die Atemwege. Als Folge kann sich eine **Aspirationspneumonie** entwickeln.

### Pathophysiologie

Das Aspirationsrisiko ist erhöht

- bei eingeschränktem oder **fehlendem Bewusstsein** (z. B. übermäßiger Alkoholkonsum, Vergiftungen)
- während der **Narkose**, wenn die Patienten **nicht nüchtern** sind (z. B. Notfall-OP)
- bei **Schluckstörungen**
- bei **nasogastralen Ernährungssonden**
- in der Schwangerschaft

Menschen aus diesen Risikogruppen befinden sich häufig in stationärer Versorgung, sodass in der stationären Versorgung Aspirationspneumonien gehäuft auftreten. Prophylaxemaßnahmen und gezielte Patientenbeobachtung sind wichtig, um Aspirationspneumonien zu verhindern bzw. frühzeitig zu erkennen.

Bei der **toxischen Aspiration** wird **Magensaft** aspiriert. Er schädigt die Schleimhaut der Atemwege und führt zum **toxischen Lungenödem** bzw. schlimmstenfalls zu einem **akuten Lungenversagen** (ARDS). Auf der geschädigten Schleimhaut können sich leicht Bakterien ansiedeln (bakterielle Superinfektion).

Bei der **bakteriellen Aspirationspneumonie** können mit dem aspirierten **Speichel** Erreger, z. B. Bakterien, auch direkt in die Lunge gelangen. Die häufigsten Erreger einer Aspirationspneumonie sind anaerobe **Bakterien der Mundflora** sowie *Pseudomonas aeruginosa* bei hospitalisierten Patienten.

### Symptome

Die Symptome treten mit einer Verzögerung von 2–12 Stunden nach der Aspiration auf. Es kommt zu Hustenattacken. Die Bronchien verengen sich und bilden vermehrt Schleim. Die Atmung fällt dadurch schwer und die Patienten werden zyanotisch. Entwickelt sich eine Aspirationspneumonie, tritt auch Fieber auf.

### Diagnose

Der Röntgenbefund ist anfangs meist unauffällig (Ausnahme: Lungenödem nach Magensaftaspiration), erst später zeigen sich entzündliche Infiltrate und luftleere Bereiche (Atelektase).

### Therapie

Das aspirierte Material muss mit dem Bronchoskop **abgesaugt** werden. Nach dem Absaugen erhalten die Patienten sofort eine **kalkulierte Antibiotikatherapie**, die ein möglichst

breites Erregerspektrum (Anaerobier und gramnegative Bakterien) abdeckt. Das abgesaugte Material wird mikrobiologisch untersucht. Zusätzlich erhalten die Patienten Sauerstoff über eine Nasensonde. Bei Bronchospasmus dienen  $\beta_2$ -Sympathomimetika zur Erweiterung der Bronchien. Zur Therapie des Lungenödems siehe S. 371.

### Prognose

An einer toxischen Aspiration versterben ca. 30 %, an bakteriellen Aspirationspneumonien ca. 10–20 % der Patienten.

### Blitzlicht Pflege Aspirationsprophylaxe

Folgende Maßnahmen dienen der Vorbeugung gegen eine Aspiration:

- bei Pflegeempfängern mit **Schluckstörung**:
  - Oberkörper zur Nahrungsaufnahme und Medikamentenverabreichung hochlagern
  - Zeit zum Essen geben und nicht allein lassen
  - nach dem Essen Mundpflege durchführen
  - geeignete Nahrungsmittel in geeigneter Konsistenz reichen
  - Schlucktraining durch Logopäden
  - keine sedierenden Medikamente verabreichen
- weitere Maßnahmen **bei unterschiedlichen Patientengruppen**:
  - **Schwangere**: nach dem Essen für ca. 30 Min. in aufrechter Position bleiben und öfters kleinere Mahlzeiten
  - **OP-Patienten**: vor und nach OP Nahrungs- und Flüssigkeitskarenz (in Abhängigkeit vom OP-Verfahren und der Arztanordnung)
  - **bewusstlose Patienten**: absaugen, Positionierung in Seitenlage
  - **Patienten mit nasogastralen Ernährungssonden**: die Nahrung sachgerecht verabreichen (Lagekontrolle, Oberkörperhochlagerung)
  - **Kinder**: geeignete Nahrungsmittel (keine zu kleinen und zu harten Lebensmittel, z. B. Nüsse) anbieten, Kind sollte zum Essen aufrecht sitzen (können) und weder spielen noch umhertoben, „Essanfänger“ beim Essen nicht allein lassen



## WISSEN TO GO

### Aspirationspneumonie

Eine Aspirationspneumonie entsteht, wenn **flüssige** (z. B. Speichel, Magensaft) oder **feste Substanzen** (z. B. Nahrungsbrei, Tabletten) in die **Atemwege** gelangt (= Aspiration) und sich daraufhin eine Lungenentzündung entwickelt. Durch die Aspiration wird die **Schleimhaut geschädigt** oder **Bakterien** (z. B. aus dem Mund) gelangen in die Lunge. Besonders hoch ist das Aspirationsrisiko bei **bewusstlosen Patienten**, Patienten mit **Schluckstörungen** oder mit **Ernährungssonden**. Die **Symptome** (Hustenattacken, Atemnot mit Zyanose, Fieber) entwickeln sich meistens einige Stunden nach der Aspiration. Wird Magensaft aspiriert, kann ein **toxisches Lungenödem** entstehen. Das aspirierte Material muss **abgesaugt** werden und die Patienten müssen eine **Antibiotikatherapie** erhalten.

# 44

## Pflege von Menschen mit Erkrankungen des Herzens

### 44.1 Kompetenzen im Blick

Herzerkrankungen zählen zu den gefährlichsten Leiden des Menschen. Beispiel Herzinfarkt: Auch heute noch sterben ca. 30% der Infarktpatienten bevor sie eine Klinik erreichen. Gleichzeitig sind Menschen, die am Herzen erkrankt sind aufgrund einer Herzschwäche (Herzinsuffizienz), oft auch im Alltag massiv eingeschränkt.

Folgende Kompetenzen helfen Ihnen, Betroffene im Rahmen des Pflegeprozesses bestmöglich pflegen zu können. In diesem Kapitel lernen Sie:

- was eine Erkrankung des Herzens für einen Menschen bedeuten kann.
- wie das Herz aufgebaut ist und wie es funktioniert.
- welche Pflegephänomene und welche Leitsymptome bei Menschen mit Erkrankungen des Herzens häufig zu beobachten sind.
- alle Pflegebasismaßnahmen mit dem Fokus auf Gesundheitsförderung, Prävention und Kuration.
- wie Sie die Ressourcen des Pflegeempfängers gezielt für die individuelle Planung und Durchführung der Pflegebasismaßnahmen nutzen können.
- wie Sie die Pflege bei Menschen aller Altersstufen mit Erkrankungen des Herzens verantwortlich planen, organisieren, gestalten, durchführen, steuern und evaluieren können.

Das Kapitel enthält v.a. Inhalte der Kompetenzbereiche I, III.2 und III.3 nach der PflAPrV.

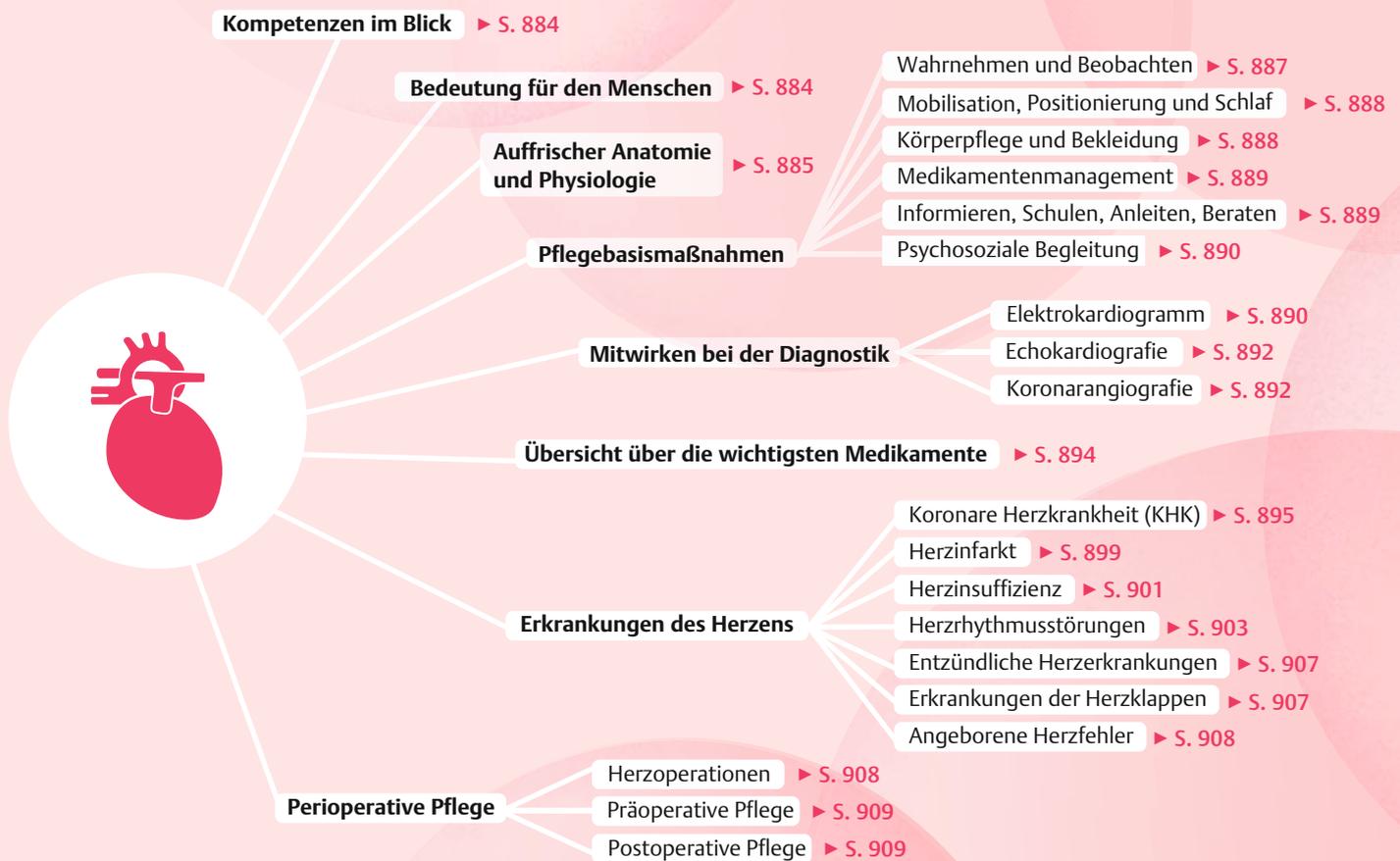
### 44.2 Bedeutung für den Menschen

#### Mein Pflegeempfänger Herr Bauer\*

*„Ich heiße Herr Bauer und ich bin 82 Jahre alt. Früher war ich viel unterwegs und ein richtiger Lebemensch. Geraucht habe ich immer gerne. Vor über 20 Jahren hatte ich dann meinen ersten Herzinfarkt. Ich dachte, ich muss sterben. Seitdem hat sich einiges für mich verändert, doch die Herzprobleme habe ich nie so richtig in den Griff bekommen. Jetzt habe ich dicke Beine und bekomme oft schlecht Luft. Inzwischen kommen meine Frau und ich zu Hause auch nicht mehr alleine zurecht. Deshalb sind wir zu unserem Sohn und seiner Familie gezogen.“ → siehe „Komplexes Fallbeispiel“ (S. 886)*

\* Fallbeispiel fiktiv, Namen frei erfunden

Eine Herzerkrankung ist für viele Pflegeempfänger sehr bedrohlich. Sie haben Angst und machen sich große Sorgen, zumal ihr "zentrales Organ" betroffen ist, das sie am Leben hält. In der Klinik, stationären Pflegeeinrichtung oder auch der ambulanten Pflege werden Ihnen wahrscheinlich oft Menschen mit einer Herzinsuffizienz begegnen, da mehr oder weniger alle Herzerkrankungen in eine Herzschwäche münden. Viele alte Menschen leben, oft als Folgeleiden einer koronaren Herzkrankheit (KHK) oder einer arteriellen Hypertonie, mit einer Herzinsuffizienz. Im Idealfall sind sie medikamentös so eingestellt, dass sie gut damit leben können. Andere können sich kaum belasten und ihren Alltag ohne Hilfe nicht meistern. Aber auch junge Menschen können un-



ter einer Herzinsuffizienz leiden. Gründe hierfür sind angeborene Herzmuskelerkrankungen oder eine verschleppte Herzmuskelerkrankung.

Das Spektrum der Herzerkrankungen ist groß: Zum ganzen Bild gehört auch der Säugling mit angeborenem Herzfehler (und seine besorgte Familie), der evtl. nur mithilfe einer Operation überleben kann. Das bereits mehrfach operierte Kind mit angeborenem Herzfehler erlebt eine andere Kindheit als ein gesundes Kind. Auch für die betroffenen Familien ist diese Situation nicht einfach. Häufig sind angeborene Herzfehler auch verbunden mit einem Gendefekt. Viele Kinder mit Trisomie 21 haben einen angeborenen Herzfehler.

Pflegende begleiten Menschen mit Herzerkrankung und ihre Bezugspersonen in diesen unterschiedlichen Lebenssituationen individuell, je nach Situation.

## 44.3 Auffrischer Anatomie und Physiologie

Das Herz ist ein kräftiger Muskel, der das sauerstoffarme Blut zur Lunge (rechtes Herz) und das sauerstoffreiche Blut in den Körper (linkes Herz) pumpt. Es liegt im Mediastinum und wird vom Herzbeutel (Perikard) umgeben. Das Herz hat die Form eines Kegels mit Herzbasis und Herzspitze, Vorderwand und Hinterwand.

Das Herz besteht aus der rechten und der linken Herzhälfte (▶ Abb. 44.1), die durch die Herzscheidewand (Septum) voneinander getrennt werden. Jede Herzhälfte besitzt einen Vorhof (Atrium) und eine Kammer (Ventrikel). Zwischen den Kammern und den Vorhöfen bzw. den Kammern und den großen Gefäßen (Aorta und Truncus pulmonalis) befinden sich insgesamt 4 Klappen:

- Die Mitralklappe (Bikuspidalklappe) trennt den linken Vorhof von der linken Kammer.
- Die Trikuspidalklappe trennt den rechten Vorhof von der rechten Kammer.
- Die Pulmonalklappe liegt zwischen rechter Kammer und Truncus pulmonalis.
- Die Aortenklappe liegt zwischen linker Kammer und Aorta.

Die Mitralklappe und die Trikuspidalklappe werden als Segelklappen bezeichnet, die Pulmonalklappe und Aortenklappe als Taschenklappen. Die Herzklappen sorgen dafür, dass das Blut nur in eine Richtung fließt.

Von innen nach außen besteht die Herzwand aus 4 Schichten: Endokard, Myokard, Epikard und Perikard. Zwischen Epikard und Perikard liegt die Perikardhöhle. Sie ist mit einem dünnen Flüssigkeitsfilm gefüllt und ermöglicht es dem Herzen, sich gegen umliegende Strukturen zu verschieben.

### Komplexes Fallbeispiel Herr Bauer\* – „Es wird immer schwerer“

Herr Bauer ist 82 Jahre alt und leidet seit mehreren Jahren an einer ausgeprägten Herzinsuffizienz. In seiner Jugend war er sportlich sehr aktiv, doch durch den Job als Versicherungskaufmann wurde es immer schwerer, regelmäßig Sport zu treiben. Oft kam er nach einem langen Tag im Büro erst spät nach Hause, schlief wenig und rauchte viel. In stressigen Zeiten bis zu eine Schachtel täglich. Auch seine Ernährung kam meist zu kurz, so aß er oft einfach das, was es gerade im Büro oder beim Bäcker gab.

Im Alter von 56 Jahren erlitt er dann einen Herzinfarkt. Ganz plötzlich hatte er so einen brennenden Schmerz in der Brust, der sich bis in den linken Arm und den Kiefer zog. Er hatte furchtbare Angst und dachte, er müsse sterben. Zum Glück war er mit seiner Frau an diesem Abend zu Hause gewesen. Sie hatte direkt den Notarzt alarmiert.

Durch das Ereignis hat sich das Leben von Herrn und Frau Bauer stark verändert. Herr Bauer hat mit dem Rauchen aufgehört und sich in eine andere, weniger stressige Abteilung in der Firma versetzen lassen. Auch etwas Sport versuchte er in seinen Alltag zu integrieren, so fuhr er 2-mal in der Woche mit dem Rad zur Arbeit. Auch die vom Arzt verordneten Medikamente nahm er regelmäßig. Doch trotz aller Bemühungen war sein Blutdruck (RR) nur schwer in den Griff zu bekommen. Bei den Verlaufskontrollen zeigten sich immer wieder erhöhte Werte (RR 160/100 mmHg) und auch die Cholesterinwerte waren deutlich zu hoch. Im Laufe der Jahre hat sich bei ihm eine globale Herzinsuffizienz entwickelt.

Seit Herr Bauer und seine Frau nun im Ruhestand sind, verbringen sie viel Zeit miteinander und gehen gemeinsamen Aktivitäten nach. Ihre große Leidenschaft sind Theaterbesuche, Lesungen, aber auch Weinproben und gepflegtes Essen. Doch seit ein paar Wochen kommt Herr Bauer kaum noch aus dem Haus und die Einschränkungen werden immer größer. Die ausgeprägten Ödeme an den Beinen machen ihm das Gehen schwer und die Dyspnoe lässt ihn schnell ermüden. Zunächst hatte er die Dyspnoe nur unter Belastung, immer häufiger klagt er jetzt auch in Ruhe über Atemnot.

In den letzten Tagen verschlechterte sich der Zustand so, dass Herr Bauer ins Krankenhaus musste. Obwohl es ihm nach der Behandlung deutlich besser ging, beschlossen Herr und Frau Bauer nach der Entlassung, zu ihrem Sohn zu ziehen – das hatten sie schon länger so in der Familie besprochen und geplant.

Seitdem erleben die beiden eine deutliche Entlastung. Frau Bauer kocht weiterhin jeden Tag für sich und ihren Mann, aber die Einkäufe und den Wohnungsputz übernimmt die Schwiegertochter. Durch diese Unterstützung kann das Ehepaar sich die vorhandenen Kräfte besser einteilen und die gemeinsame Zeit wieder mehr genießen. Langfristig überlegen Sie, einen ambulanten Pflegedienst hinzuzuziehen, um die Schwiegertochter zu entlasten.

\* Fallbeispiel fiktiv, Namen frei erfunden



#### Lernaufgaben

1. Lesen Sie das Fallbeispiel von Herrn Bauer (erneut). Sowohl sein ungesunder Lebensstil als auch der stressige Job spielen im Zusammenhang mit der Entwicklung einer Herzerkrankung eine große Rolle. Nennen Sie die Risikofaktoren, die Sie bei Herrn Bauer identifizieren können, und erläutern Sie, wie Sie als Pflegefachkraft auf diese Einfluss nehmen können.
2. Welche Leitsymptome weisen bei Herrn Bauer auf eine Links-, welche auf eine Rechtsherzinsuffizienz hin?
3. Setzen Sie sich mit der Pflegediagnose „Verminderte Herzleistung“ auseinander und legen Sie anhand der bestimmenden Merkmale und beeinflussenden Faktoren dar, inwiefern diese Pflegediagnose auf Herrn Bauer zutrifft. Analysieren Sie anschließend, welche weiteren Pflegediagnosen auf Herrn Bauer zutreffen könnten.
4. Frau Bauer hat in der Akutsituation schnell die Situation erkannt und den Notarzt alarmiert. Versuchen Sie in logischer Reihenfolge alle Notfallmaßnahmen zu beschreiben, die in dieser Situation relevant sind. Begründen Sie die aufgeführten Maßnahmen mit der entsprechenden Wirkung.
5. Herr und Frau Bauer kommen derzeit mit der Unterstützung ihrer Familie gut zurecht. Langfristig möchten sie jedoch zur Entlastung der Familie einen ambulanten Pflegedienst hinzuziehen. Welchen potenziellen Unterstützungs- und Beratungsbedarf sehen Sie bei Herrn Bauer und seiner Frau (aktuell und langfristig)? Nennen Sie Angebote, die ein ambulanter Pflegedienst dem Ehepaar unterbreiten könnte.

Weitere Lernaufgaben und Lösungsvorschläge finden Sie unter [www.thieme.de/icare-lernaufgaben](http://www.thieme.de/icare-lernaufgaben).

Das Herz wird durch die Koronargefäße mit Sauerstoff versorgt. Die rechte Herzkranzarterie (A. coronaria dextra) versorgt meist die Wand des rechten Vorhofs und der rechten Herzkammer. Die linke Herzkranzarterie teilt sich in den Ramus interventricularis anterior (RIVA oder LAD) und den Ramus circumflexus (RCX). Sie versorgen bei den meisten Menschen den linken Vorhof, die linke Herzkammer und die Herzscheidewand.

Das Herz schlägt unabhängig vom zentralen Nervensystem des Körpers in einem eigenen (autonomen) Rhythmus. Dabei erzeugen spezialisierte Herzmuskelzellen (Schrittmacherzellen) elektrische Impulse, die über die Zellen des Erregungsleitungssystems weitergegeben werden. Der primäre Taktgeber (Schrittmacher) ist dabei der Sinusknoten in der Wand des rechten Vorhofs. Die dort entstehende Erregung breitet sich über die Zellen des Vorhofmyokards aus und erreicht den AV-Knoten. Er leitet den Impuls etwas ver-

zögert an das His-Bündel weiter, damit die Vorhofkontraktion vor der Kammerkontraktion beendet ist. Über die Tawara-Schenkel wird die Erregung dann an die Purkinje-Fasern weitergegeben. Sie sind für die Erregung der Muskelzellen der Herzkammern verantwortlich.

Die Herzfrequenz wird also primär vom Sinusknoten bestimmt und beträgt beim Erwachsenen 60–80 Schläge/min. Bei Neugeborenen und Säuglingen ist sie mit 120–150 Schlägen/min fast doppelt so hoch. Bei Bedarf passt das vegetative Nervensystem (Sympathikus und Parasympathikus) die Herzleistung (Frequenz, Schlagvolumen bzw. Kontraktionskraft und Überleitungsgeschwindigkeit im AV-Knoten) den aktuellen Umständen an und moduliert so die vom Sinusknoten vorgegebene Frequenz. Bei Erwachsenen liegt das Schlagvolumen in Ruhe normalerweise bei ca. 70 ml und das Herzzeitvolumen (HZV) bei ca. 5 l/min.

Ein Herzzyklus besteht aus einer Kontraktionsphase (Systole) und einer Erschlaffungsphase (Diastole). Während der

Systole wird Blut aus den Kammern in die Aorta bzw. den Truncus pulmonalis gepumpt. Während der Diastole werden die Herzkammern wieder mit Blut gefüllt.

## 44.4 Pflegebasismaßnahmen

Menschen mit einer Herzerkrankung sind häufig körperlich eingeschränkt, da sie nicht mehr so leistungsfähig und belastbar sind. Inwiefern ein Mensch pflegerische Unterstützung benötigt, hängt vom Ausmaß dieser Einschränkung ab. Die individuelle Belastungsgrenze des Pflegeempfängers und der entsprechende pflegerische Unterstützungsbedarf werden ermittelt, indem der Patient immer wieder nach seinem Befinden gefragt, die Vitalparameter erfasst und der Patient genau beobachtet wird (► Abb. 44.3).

### 44.4.1 Wahrnehmen und Beobachten

Bei Menschen mit Herzerkrankungen begegnen Pflegefachkräfte dem Pflegephänomen **gestörte Regulation von Blutdruck und Blutzirkulation**. Typische Leitsymptome dafür sind:

- auffällige Vitalparameter (z. B. Dyspnoe, Tachykardie, Bradykardie, Hypertonie, Hypotonie)
- Synkopen, Schwindel und Palpitationen
- Zyanose und Ödeme
- Thoraxschmerzen

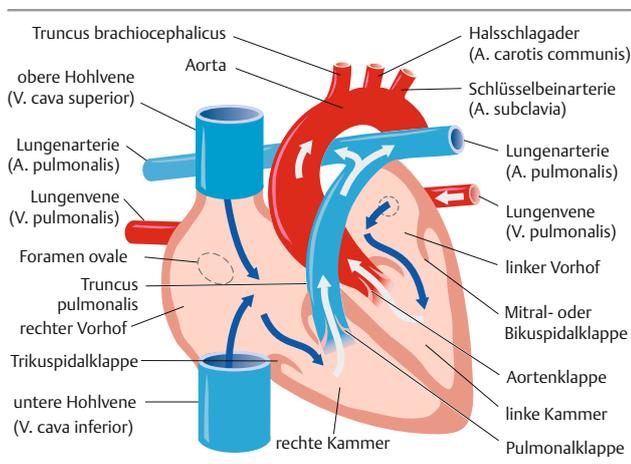
Weitere Leitsymptome im Rahmen des Pflegephänomens „gestörte Regulation von Blutdruck und Blutzirkulation“ finden Sie auch im Kapitel „Pflege bei Erkrankungen des Kreislauf- und Gefäßsystems“ (S. 916).

### Vitalparameter

Pflegefachkräfte kontrollieren und dokumentieren die Vitalparameter von Menschen mit Herzerkrankungen engmaschig. Auffälligkeiten und Veränderungen werden dem Arzt mitgeteilt. Die Normwerte und Abweichungen von Puls, Blutdruck und Atmung können Sie im Kapitel „Vitalparameter“ nachlesen (S. 320).

**Puls und Blutdruck** • Blutdruck und Puls lassen wichtige Rückschlüsse auf die Pumpfunktion des Herzens zu. Sie sollten bei akuten kardialen Erkrankungen 2–3-mal täglich und

Abb. 44.1 Der Blutfluss durch das Herz.



Das venöse Blut aus dem Körperkreislauf gelangt über den rechten Vorhof und durch die Trikuspidalklappe in die rechte Kammer. Anschließend gelangt es durch die Pulmonalklappe in den Lungenkreislauf. Aus dem Lungenkreislauf erreicht das jetzt sauerstoffreiche Blut zunächst den linken Vorhof. Von dort fließt es durch die Mitralklappe in die linke Kammer. Diese pumpt es durch die Aortenklappe in die Aorta und damit in den Körperkreislauf. *Abb. aus: Bommas-Ebert U, Teubner P, Voß R. Kurzlehrbuch Anatomie und Embryologie. Thieme; 2011.*

Abb. 44.2 Vitalparameter.



Puls (a) und Blutdruck (b) sollten bei akuten kardialen Erkrankungen 3-mal täglich, bei körperlicher Belastung und bei pflegerischen Maßnahmen kontrolliert werden. *Fotos: K. Oborny, Thieme*

**Abb. 44.3 Belastungsgrenze.**

Vor und nach allen pflegerischen Maßnahmen sollte der Pflegeempfänger immer wieder nach seinem Befinden befragt werden. Foto: K. Oborny, Thieme

zusätzlich während körperlicher Belastung (z. B. der morgendlichen Grundpflege) kontrolliert werden (► Abb. 44.2). In der ambulanten und stationären Langzeitpflege legt der Arzt die Messintervalle fest. Besonderheiten bei der Erfassung der Vitalparameter:

- **Puls erfassen:** Bei der Pulskontrolle sollte eine volle Minute lang ausgezählt werden, um Herzrhythmusstörungen zu erkennen.
- **Tachykardie:** Eine erhöhte Pulsfrequenz (> 100 Schläge/min) kann für eine Überanstrengung des erkrankten Herzens, für eine Herzrhythmusstörung, oder eine Medikamenten Nebenwirkung (z. B. Beta2-Sympathomimetika) sprechen.
- **Bradykardie:** Eine niedrige Pulsfrequenz (< 60 Schläge/min), die neu auftritt, kann Zeichen eines akuten Problems sein (z. B. Digitalisüberdosierung)
- **Blutdruck:** Menschen mit einer Herzerkrankung nehmen häufig Herzmedikamente ein, die den Blutdruck senken (z. B. Nitrate, Betablocker). Die Wirkung der Medikamente sollte durch regelmäßige Blutdruckkontrollen überwacht werden.
- **Palpitationen:** Viele Menschen klagen über „Herzstolpern“ oder „Herzrasen“ (sog. Palpitationen). Dieses vermeintlich „harmlose“ Symptom kann auch durch Herzrhythmusstörungen (S. 903) ausgelöst werden.

### ! Merke Abweichungen

Puls und Blutdruck sollten sich im Normbereich befinden. Auffälligkeiten (z. B. in Form einer Hypertonie oder Tachykardie) belasten das Herz und sollten, vor allem wenn sie neu auftreten, einem Arzt mitgeteilt werden.

**Atmung** • Feuchte Atemgeräusche weisen auf ein Lungenödem hin.

Atemnot (Dyspnoe) kann auf eine Herzinsuffizienz hinweisen, hervorgerufen durch eine Herzrhythmusstörung oder einen Herzinfarkt. Hier wird unterschieden in:

- Belastungsdyspnoe und Ruhedyspnoe
- akute und chronische Dyspnoe

### Haut

- **Ödeme** sind pathologische Flüssigkeitsansammlungen im Gewebe. Kardial bedingte Ödeme treten häufig bei Herzinsuffizienz auf. Der Unterschied zwischen dem kardial bedingten Ödem und dem Lymphödem ist, dass das kardial

bedingte Ödem wegdrückbar ist. Das Lymphödem hingegen ist hart und lässt sich nicht wegdrücken.

- **Zyanose:** Sind Haut und Schleimhäute bläulich verfärbt, spricht man von Zyanose. In diesem Fall ist die Sauerstoffsättigung im Blut vermindert. Bei bestimmten Herzfehlern oder beim akuten Lungenödem kann eine Zyanose auftreten.

### Schmerzen

Akute Schmerzen im Thorax (Brustkorb) und in der Schulter können auf einen Herzinfarkt oder eine Aortendissektion hinweisen. Es müssen Erstmaßnahmen eingeleitet werden (S. 899).

## 44.4.2 Mobilisation, Positionierung und Schlaf

Die pflegerische Unterstützung bei der Mobilisation und der Positionierung ist abhängig von der individuellen Belastungsgrenze des Pflegeempfängers (► Abb. 44.3).

**Mobilisation** • Bei chronischen Verläufen ist es wichtig, dass der Pflegeempfänger in Bewegung bleibt, da körperliche Schonung und Bewegungsmangel die Erkrankung verschlechtern kann. Pflegefachkräfte unterstützen dabei, die Mobilität zu erhalten und zu fördern. Auch Physiotherapie und Herzsportgruppen fördern die Gesundheit und helfen dabei, mobil zu bleiben.

Die Mobilisation erfolgt meist stufenweise. Das bedeutet, dass die Belastung des Pflegeempfängers täglich gesteigert wird. Das kann bspw. so aussehen:

- 1. Tag: Sitzen an der Bettkante
- 2. Tag: Stehen vor dem Bett
- 3. Tag: Eine Stunde Sitzen im Mobilisationsstuhl

Der Stufenplan wird i.d.R. gemeinsam mit dem Arzt und der Physiotherapie erstellt.

Während der Mobilisation müssen Pflegenden sensibel für Veränderungen sein. Bei Dyspnoe, Schmerzen, Unwohlsein müssen die Maßnahmen abgebrochen werden und es sind die Vitalparameter zu erheben. Auffälligkeiten sind zu dokumentieren und ggf. dem Arzt mitzuteilen.

**Oberkörperhochlage** • Meist wird die **Positionierung in Oberkörperhochlage** (► Video) oder die Herzbettlage (► Abb. 44.11) als angenehm wahrgenommen, da das Herz so entlastet wird.



**Bettruhe** • In manchen Fällen (z. B. bei einer akuten Herzinsuffizienz) kann es nötig werden, dass der Patient Bettruhe einhalten muss. Das muss ein Arzt schriftlich anordnen. Bei Bettruhe müssen Maßnahmen zur Dekubitus-, Thrombose-, Pneumonie- und Kontrakturrephylaxe angewendet werden.

## 44.4.3 Körperpflege und Bekleidung

Inwieweit ein Pflegeempfänger Unterstützung bei der Körperpflege benötigt, ist ebenfalls abhängig von der individuellen Belastungsgrenze. Unter Umständen ist eine komplette Übernahme der Körperpflege im Bett nötig (z. B. im Akutstadium von Herzinfarkt, bei akuter Herzinsuffizienz oder nach einem operativen Eingriff).

**Wassertemperatur** • Grundsätzlich wird von warmem Duschen und Vollbädern abgeraten. Unter dem Einfluss von warmem Wasser erweitern sich die Gefäße. Dadurch besteht die Gefahr, dass das Blut in den peripheren Gefäßen versackt und es zu einem Blutdruckabfall kommt.

**Kräfte einteilen** • In der Dusche sollte es eine Sitzmöglichkeit geben, damit sich der Pflegeempfänger bei Bedarf ausruhen kann.

#### 44.4.4 Medikamentenmanagement

Pflegekräfte sorgen für die regelmäßige Einnahme der Medikamente, um die Herz-Kreislauf-Funktion stabil zu halten. Sie überwachen die Therapie und achten auf mögliche unerwünschte Wirkungen (► Tab. 44.1).

#### 44.4.5 Informieren, Schulen, Anleiten, Beraten

Wegen des chronischen Charakters vieler Herzerkrankungen ist es wichtig, dass Betroffene während des Krankenhausaufenthalts und vor der Entlassung individuell informiert, beraten, angeleitet oder geschult werden.

- **Über Erkrankung, Verlauf und mögliche Symptome informieren:** Zur Reintegration des Pflegeempfängers in den Alltag muss er ärztlich wie pflegerisch über seine Erkrankung aufgeklärt sein. Besonders nach der Erstdiagnose sind viele Patienten verunsichert und fragen sich, wie es mit ihnen weitergeht. Hier ist es nötig, zusammen mit dem Arzt einen individuellen Reintegrationsplan für die Zeit nach der Entlassung zu erarbeiten. In vielen Krankenhäusern wird diese Aufgabe durch den zuständigen Sozialdienst erledigt. Hier werden zusammen mit dem Patienten Rehabilitationsmaßnahmen und häusliche Hilfen erarbeitet.
- **Umgang mit Medikamenten:** Vor der Entlassung des Patienten sollte er darüber aufgeklärt werden, wie wichtig die regelmäßige Einnahme seiner Medikamente ist, um Komplikationen (z.B. Herzinfarkt oder Dekompensation einer Herzinsuffizienz) zu vermeiden. Es muss sichergestellt werden, dass er seine Notfallmedikamente (z.B. Nitrospray) korrekt anwendet. Hier gilt es, den Pflegeemp-

fänger insbesondere dafür zu sensibilisieren, wann eine Einnahme sinnvoll ist (z.B. bei akuter Brustenge) und wann nicht (z.B. bei einem grippalen Infekt). Zudem sollte er mögliche unerwünschte Nebenwirkungen seiner Medikamente kennen, z.B. „Nitratkopfschmerz“ bei Nitrataufnahme, verstärkte Blutungsgefahr bei Antikoagulanzen, Muskelschmerzen bei Statinen, neu auftretende Rhythmusstörungen bei Antiarrhythmika (► Tab. 44.1).

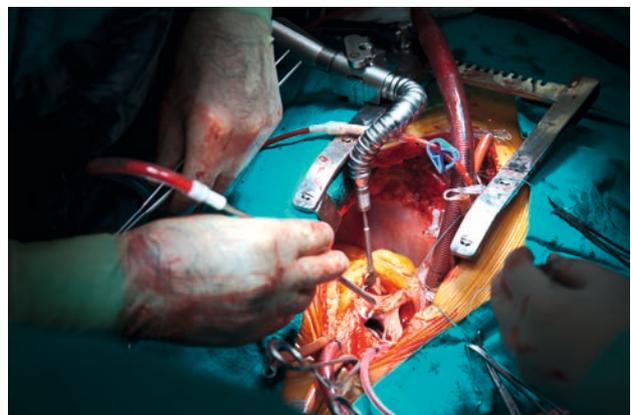
- **Risikofaktoren kennen und abbauen:** Der Patient muss durch den Arzt über den lebenslangen Verlauf seiner Erkrankung aufgeklärt werden. Auch sollte er die sog. kardiovaskulären Risikofaktoren wie Rauchen, Bewegungsmangel, Stress, Übergewicht oder fettreiche Ernährung kennen und bestenfalls abbauen. Unterstützung kann er in Herzsportgruppen (► Abb. 44.4) oder im Rahmen eines Rehaaufenthalts erhalten. Unter der Anleitung von Physiotherapeuten und Ärzten können Risikofaktoren identifiziert und alternative Verhaltensweisen aufgezeigt werden.
- **Fortsetzung der im Krankenhaus begonnenen Therapie:** Pflegende sollten dem Patienten bei Entlassung immer die Medikamente für 2–3 Tage mit nach Hause geben (besonders vor dem Wochenende oder vor Feiertagen). In vielen Kliniken werden Rezepte auch schon bei Entlassung mitgegeben. Ist das nicht der Fall, muss sich der Patient die Medikamente (laut Entlassungsbrief) von seinem Hausarzt verschreiben lassen. Ist der Patient zusätzlich körperlich stark eingeschränkt oder demenziell erkrankt, muss er bei der Medikamentengabe durch einen ambulanten Pflegedienst unterstützt werden. Die Organisation übernimmt der Sozialdienst des Krankenhauses. Dass Unterstützung notwendig ist, muss durch die betreuende Pflegekraft festgestellt und an den behandelnden Arzt weitergegeben werden.
- **Anschluss therapie:** Um einen regelmäßigen ärztlichen Rundumblick zu erhalten, kann der Patient ggf. in ein sog. DMP (Disease-Management-Programm) vermittelt werden. Zu diesem Programm gehört, dass der Patient in festgeschriebenen Zeiträumen einen niedergelassenen Facharzt aufsucht, der den Verlauf der Erkrankung beobachtet, den Patienten weiterhin schult und Komplikationen früh erkennen kann. Derzeit gibt es DMPs u.a. für Patienten mit KHK und Herzinsuffizienz.

Abb. 44.4 Herzsportgruppe.



In Herzsportgruppen trainieren Betroffene ihre Ausdauer. Das Training wird dabei individuell an die jeweilige Belastungsgrenze des einzelnen Teilnehmers angepasst und medizinisch begleitet (Symbolbild). Foto: Robert Kneschke – stock.adobe.com

Abb. 44.5 Herz-OP.



Bei einigen Herz-Operationen muss der Brustkorb eröffnet werden (Sternotomie) und eine Herz-Lungen-Maschine muss die Pumpfunktion des Herzens übernehmen. Foto: derege – stock.adobe.com

### 44.4.6 Psychosoziale Begleitung

Bei Erstdiagnosen oder Diagnosen, die eine Verschlechterung der Krankheit zeigen, sind Betroffene und ihre Bezugspersonen oft sehr verunsichert und benötigen häufig psychische Begleitung. Es quälen sie Fragen, wie die Krankheit in ihr Leben integriert werden kann, welche Auswirkungen sie haben wird und welche Komplikationen eintreten können. Pflegende sollten versuchen, dem Pflegeempfänger und seinen Bezugspersonen bei der Beantwortung dieser Fragen zu helfen und ggf. Informationen an Kolleginnen und/oder den Arzt weitergeben, damit Hilfestellungen organisiert werden können. Grundsätzlich sollten Pflegefachkräfte Gesprächsbereitschaft signalisieren und dem Betroffenen die Möglichkeit geben, über seine Ängste, Sorgen und Nöte zu sprechen (z. B. längerer Ausfall am Arbeitsplatz).



#### WISSEN TO GO

##### Pflegebasismaßnahmen – Herzerkrankungen

Bei Menschen mit Herzerkrankungen begegnen Pflegefachkräfte dem Pflegephänomen **gestörte Regulation von Blutdruck und Blutzirkulation**. Pflegebasismaßnahmen sind:

- **Wahrnehmen und Beobachten:** Vitalparameter (Arrhythmien?, Tachykardien?, Palpitationen?), Atmung (Atemgeräusche?, Dyspnoe?), Haut (Zyanose?, Ödeme?), Schmerzen
- **Mobilisation, Positionierung und Schlaf:** Mobilität fördern je nach Belastungsgrenze
- **Körperpflege und Bekleidung:** individuelle Unterstützung je nach Belastungsgrenze
- **Medikamentenmanagement:** medikamentöse Therapie überwachen
- **Informieren, Schulen, Anleiten, Beraten:** ausführliches Entlassungsmanagement
- **psychosoziale Begleitung:** Gesprächsbereitschaft signalisieren

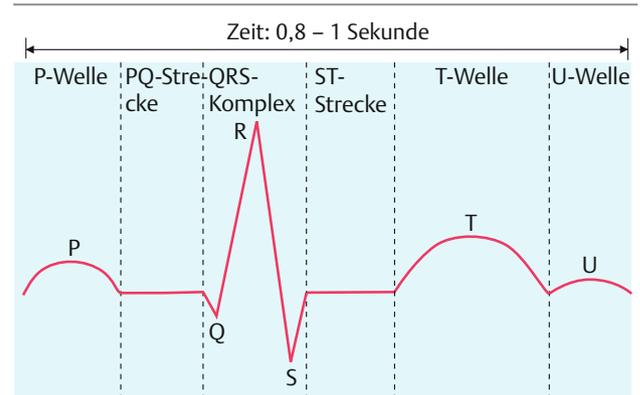
## 44.5 Mitwirken bei der Diagnostik

Am Anfang der Diagnostik stehen immer die Anamnese und die klinische Untersuchung, bei denen der Arzt richtungsweisende Hinweise auf Art und Schwere der Herzerkrankung sammelt. Im Rahmen von Herzerkrankungen kommen folgende apparative Verfahren zum Einsatz: Blutdruckmessung, Elektrokardiogramm, Ultraschalluntersuchung des Herzens, Koronarangiografie. Hier erfahren Sie die wichtigen Grundlagen der Verfahren und die jeweiligen pflegerischen Aufgaben.

### 44.5.1 Elektrokardiogramm

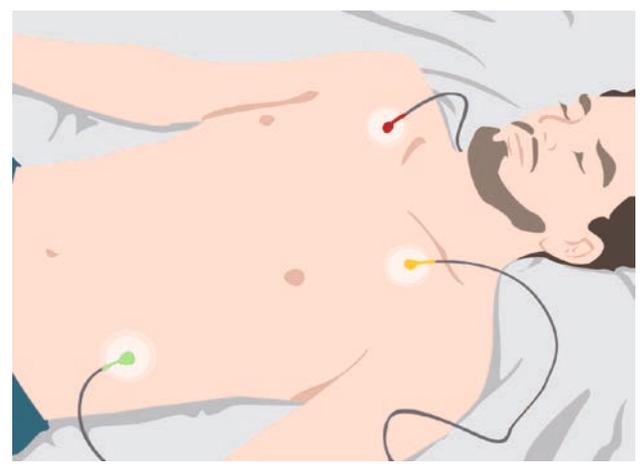
Mit dem Elektrokardiogramm (EKG) werden die elektrischen Abläufe des Herzens dargestellt (► Abb. 44.6). So können Aussagen über die Herzfrequenz, den Herzrhythmus, den Ursprung der Erregungsbildung (Sinusknoten, AV-Knoten, Myokard) und der Erregungsweiterleitung getroffen werden. Da das EKG nur elektrische Signale erfasst, kann keine Aussage über die Herzleistung getroffen werden. Un-

Abb. 44.6 Herzzyklus im normalen EKG.



Schematischer Herzzyklus im EKG. Die einzelnen Phasen des Herzzyklus sind als Strecken, Wellen und Zacken erkennbar und werden unterschiedlich bezeichnet. Diesen idealtypischen Verlauf werden Sie in einem EKG-Ausdruck so nicht zu sehen bekommen, die einzelnen Phasen werden immer leicht abweichen.

Abb. 44.7 Monitor-EKG.



Die Elektroden werden nach dem Ampelschema befestigt.

terschieden werden das Monitor-, Ruhe-, Belastungs- und Langzeit-EKG sowie die Telemetrie.

### Monitor-EKG

Das Monitor-EKG dient der kontinuierlichen Überwachung von Patienten auf Intensiv- oder Überwachungsstationen und zeigt kontinuierlich die EKG-Kurve an. Dazu werden 3 Elektroden am Brustkorb des Patienten nach dem „Ampelschema“ (rot, gelb, grün, ► Abb. 44.7) geklebt.

Falls aus pflegerischen oder diagnostischen Gründen die Monitorüberwachung unterbrochen werden muss, z. B. für den Toilettengang oder für die morgendliche Ganzkörperpflege, kann der Puls am Handgelenk kontrolliert werden. Wichtig ist aber vor allem, dass der Patient beobachtet und nach seinem Wohlbefinden befragt wird.

Die Klebelektroden sollten regelmäßig erneuert werden, um eine einwandfreie Funktion zu gewährleisten und evtl. Hautirritationen zu vermeiden.

## Ruhe-EKG

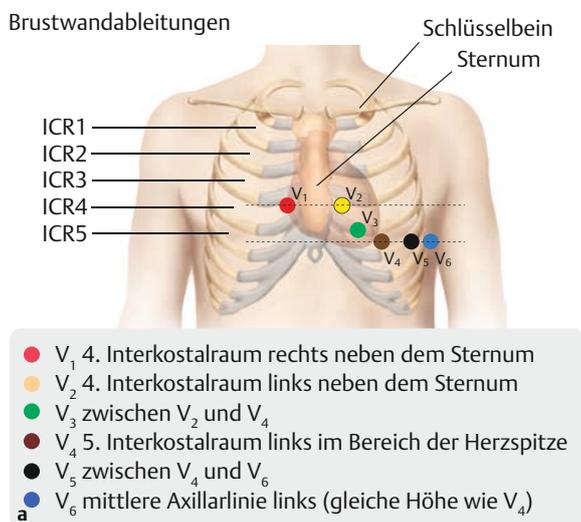
Ein Ruhe-EKG wird erstellt, wenn Verdacht auf eine Herzkrankung besteht, wenn der Verlauf einer Herzkrankung beobachtet werden soll, als Routineuntersuchung vor Operationen oder bei routinemäßigen Check-up-Untersuchungen (► Abb. 44.9). Ein Standard-Ruhe-EKG besteht aus **12 Ableitungen** (12-Kanal-EKG), 6 Brustwandableitungen ( $V_1$ – $V_6$ ) und 6 Extremitätenableitungen (nach Goldberg und Einthoven).

Zunächst werden die Extremitätenableitungen befestigt. Anschließend werden die 6 Brustwandableitungen angelegt. Je nach Ausstattung handelt es sich hierbei um Saug- oder Klebeelektroden. Bei der Verwendung von Saugelektroden kann es hilfreich sein, durch das Auftragen von Kontaktgel oder Hautdesinfektionsmittel die Leitfähigkeit zu erhöhen. Starke Brustbehaarung sollte an den Elektrodenpositionen rasiert werden. Die genaue Lokalisation der 6 Brustwandelektroden orientiert sich an den Interkostalräumen und ist in ► Abb. 44.8 gezeigt.

## Belastungs-EKG

Bei einem Belastungs-EKG wird ein 12-Kanal-EKG während körperlicher Belastung aufgenommen, meistens auf dem Fahrradergometer. Durch die körperliche Belastung sollen Veränderungen am Herzen diagnostiziert werden, die nur bei Anstrengung sichtbar werden bzw. auftreten. So können Anzeichen einer **Durchblutungsstörung** am Herzen, d.h. einer koronaren Herzkrankheit (**KHK**) diagnostiziert werden.

Abb. 44.8 Ruhe-EKG.



## Extremitätenableitungen



Elektrodenpositionen bei einem 12-Kanal-EKG. b: Foto: Max Tactic – adobe.stock.com; c, d, e: Fotos: K. Oborny, Thieme

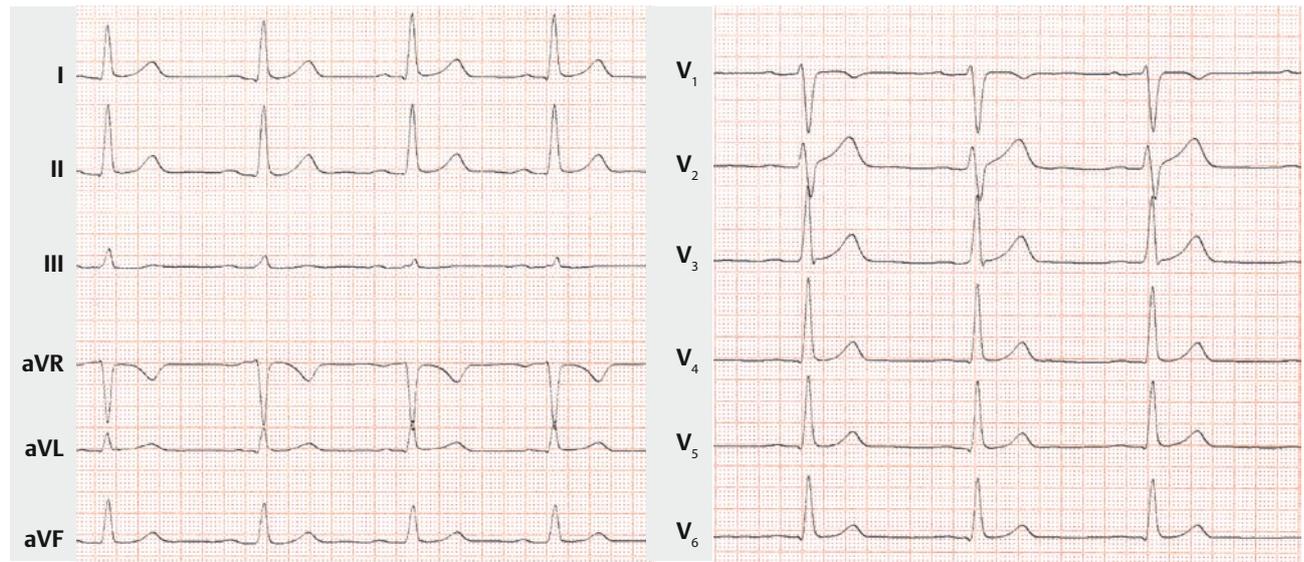
Damit die Extremitätenableitungen nicht stören, werden sie am Rumpf angebracht. Parallel wird der Blutdruck gemessen, die Blutdruckmanschette wird dafür am Oberarm angebracht. Da es zu Komplikationen kommen kann, muss immer ein Arzt anwesend sein, Defibrillator und Notfallmedikamente sollten bereitliegen.

## Langzeit-EKG

Beim Langzeit-EKG wird über 24 Stunden ein EKG abgeleitet und aufgezeichnet. So wird ermittelt, wie sich der **Herzrhythmus** während eines normalen Tages verändert. Der Patient sollte also während des Langzeit-EKGs seinem gewohnten Tagesablauf nachgehen, um rhythmusstörende Faktoren im Alltag des Patienten zu ermitteln. Die entsprechenden Elektroden werden genauso wie beim Monitor-EKG geklebt (► Abb. 44.7). Das dazugehörige Gerät kann um den Hals oder als Umhängetasche um die Schulter getragen werden.

Der **Eventrekorder** (Ereignisrekorder) ist eine besondere Form der EKG-Langzeitaufzeichnung und kann sehr selten auftretende Herzrhythmusstörungen nachweisen. Er ist ungefähr so groß wie ein USB-Stick und wird unter örtlicher Betäubung unter die Haut implantiert. Sobald die Herzrhythmusstörung sicher diagnostiziert ist, kann der Rekorder entfernt werden (spätestens nach 3 Jahren).

Abb. 44.9 Ausdruck eines Ruhe-EKGs.



Normalbefund eines Ruhe-EKGs. Links sehen Sie die 6 Extremitätenableitungen und rechts die 6 Brustwandableitungen. So sollte ein normales EKG ungefähr aussehen. Aus: Trappe H, Schuster H. EKG-Beispiel 1: Normaler Sinusrhythmus. In: Trappe H, Schuster H, Hrsg. EKG-Kurs für Isabel. 7. Aufl. Stuttgart: Thieme; 2017



## WISSEN TO GO

### Elektrokardiogramm (EKG)

Mit dem **Monitor-EKG** kann die elektrische Herzaktivität kontinuierlich überwacht werden. Dazu werden 3 Elektroden nach Ampelschema geklebt: rot → gelb → grün.

Das **Ruhe-EKG** wird eingesetzt in der Routinediagnostik, bei Verdacht auf eine Herzerkrankung und um Krankheitsverläufe am Herzen zu beobachten. Es gibt **6 Extremitätenableitungen** (I, II, III, aVR, aVL und aVF) und **6 Brustwandableitungen** (V<sub>1</sub>–V<sub>6</sub>) (**12-Kanal-EKG**).

Bei einem **Belastungs-EKG** wird ein 12-Kanal-EKG während körperlicher Belastung abgeleitet. Meist fährt der Patient Fahrrad.

Das **Langzeit-EKG** dient der Rhythmuskontrolle über 24 Stunden unter möglichst realistischen Alltagsbedingungen. Die **Elektroden** werden wie beim **Monitor-EKG** angelegt.

## 44.5.2 Echokardiografie

Bei der Ultraschalluntersuchung des Herzens (Echokardiografie; Echo) werden v. a. die **Herzmuskeltätigkeit**, die **Auswurfleistung des Herzens**, die **Herzklappen** und weitere anatomische Strukturen des Herzens untersucht. Wird ein Echo unter körperlicher Belastung durchgeführt, wird dies als Stress-Echokardiografie bezeichnet.

### Transtorakale Echokardiografie (TTE)

Bei der TTE wird der Schallkopf auf der Brust positioniert und der Arzt kann die Herzkammern und die Vorderseite des Organs untersuchen.

### Transösophageale Echokardiografie (TEE)

Möchte der Arzt die dorsalen, also zur Wirbelsäule hin gelegenen Organabschnitte genauer untersuchen, wird der Ultraschallkopf über die Speiseröhre des Patienten bis in die Höhe des Herzens vorgeschoben. Man spricht dann von der transösophagealen (durch die Speiseröhre erfolgenden) Echokardiografie. Besonders die Vorhöfe können bei einer TEE besser beurteilt werden. Sie ist z. B. indiziert, wenn nach Thromben in den Vorhöfen gesucht wird oder um die Herzklappen genau zu beurteilen.

Da die TEE ein invasives Verfahren darstellt, gibt es pflegerisch Folgendes zu beachten.

#### • Vorbereitung:

- prüfen, ob der Patient durch den Arzt schriftlich über die Untersuchung aufgeklärt wurde und die Einverständniserklärung in der Akte vorliegt
- Patienten für die Untersuchung nüchtern lassen
- auf eine vorhandene Venenverweilkanüle achten
- Zahnprothesen des Patienten sollten vor der Untersuchung entfernt werden.

#### • Während der Untersuchung:

- Vitalfunktionen des Patienten mittels Monitor-EKG und Pulsoxymetrie überwachen
- Medikamente nach Arztanordnung vorbereiten (z. B. Dormicum, Propofol)
- Notfallausrüstung und Beatmungsbeutel bereitlegen

#### • Nachbereitung:

- Patienten in stabiler Seitenlage lagern und mittels Pulsoxymetrie und Monitor-EKG überwachen
- nüchtern lassen, bis zum vollständigen Nachlassen der Rachenanästhesie und Sedierung (ca. 2 Stunden)
- Vitalparameter regelmäßig kontrollieren und Patientenklingel in Reichweite legen

## 44.5.3 Koronarangiografie

Bei der Koronarangiografie (Herzkatheteruntersuchung) führt der Arzt einen dünnen Katheter über ein großes Blutgefäß in den Kreislauf des Patienten ein. Je nachdem, ob das linke oder das rechte Herz untersucht werden soll, erfolgt

Abb. 44.10 Fußpulse.



Vor der Untersuchung werden die Fußpulse getastet. Gleichzeitig wird auf die Hautfarbe, die Hauttemperatur und die Sensibilität beider Beine geachtet. *Fotos: K. Oborny, Thieme*

- a** Tasten der A. dorsalis pedis.  
**b** Tasten der A. tibialis posterior.

der Eingriff über eine Arterie (Linksherzkatheter) oder über eine Vene (Rechtsherzkatheter).

Nachdem der Katheter eingeführt und bis zum Herzen vorgeschoben wurde, kann der Arzt über den Katheter Kontrastmittel spritzen (Angiografie). Die Ausbreitung des Kontrastmittels wird dann zeitgleich radiologisch sichtbar gemacht. Auf diese Weise lassen sich bei der Linksherzkatheteruntersuchung z. B. Stenosen der Herzkranzgefäße darstellen (Koronarangiografie). Bei der Rechtsherzkatheteruntersuchung lassen sich dabei z. B. Herzfehler identifizieren.

Über eine eingeführte Drucksonde kann der Arzt bei der Herzkatheteruntersuchung außerdem den Blutdruck im rechten und linken Herzen messen. Die häufigste Indikation für eine Herzkatheteruntersuchung ist die koronare Herzkrankheit (KHK).

### Perkutane transluminale koronare Angioplastie (PTCA)

Bei der PTCA handelt es sich um eine erweiterte Linksherzkatheteruntersuchung. Neben der Darstellung von Koronarstenosen kann der Arzt daneben auch noch mögliche Stenosen aufdehnen. Dazu wird ein spezieller Ballonkatheter in den verengten oder verschlossenen Gefäßabschnitt geführt und dort aufgepumpt, sodass das verengte Gefäß gedehnt wird. Dieses Verfahren nennt man Ballondilatation oder perkutane transluminale koronare Angioplastie, kurz **PTCA** oder **PCI** (perkutane koronare Intervention). Meist wird direkt im Anschluss ein sog. Stent – eine Art Gitterschlauch aus Metall – eingesetzt, der das Gefäßlumen offenhält. Durch das Aufdehnen des Ballons im Koronargefäß kann es zu Herzrhythmusstörungen, Blutungen, Thrombosen, Aneurysmabildung oder einem erneuten Herzinfarkt kommen. Aus diesem Grund wird der Patient während der Untersuchung mittels Monitor-EKG überwacht.

Bei der Rechtsherzkatheteruntersuchung wird am häufigsten die Vena femoralis in der Leiste, alternativ die Vena basilica in der Ellenbeuge punktiert. Bei der Linksherzkatheteruntersuchung wird die Arteria femoralis in der Leiste punktiert, alternativ kann die Arteria radialis am Handgelenk punktiert werden. Im Folgenden wird die Punktion der Arteria femoralis beschrieben.

Die Aufgaben bei der Vor- und Nachbereitung bei Links- oder Rechtsherzkatheteruntersuchung unterscheiden sich dabei nicht wesentlich.

#### Vorbereitung

- Unterlagen der Voruntersuchungen, Einverständniserklärung und Laborparameter mitgeben:
  - Gerinnungsstatus (Quick, pTT): zur Einschätzung der Blutgerinnung
  - Nierenwerte (Kreatinin): Kontrastmittel wird über die Niere ausgeschieden
  - Schilddrüsenwerte (TSH, T3, T4): um die Organfunktion zu überprüfen, bei Einsatz von jodhaltigem Kontrastmittel
- Prämedikation auf Arztanordnung; ggf. Modifizierung gerinnungshemmender Medikamente
- Patienten ca. ab 6 Stunden vor dem Eingriff nüchtern lassen
- Rasur der Leistengegend bei Punktion der Arteria femoralis (nach hauseigenem Standard)
- Vor der Untersuchung werden die Fußpulse getastet, um die arterielle Durchblutung beider Beine zu kontrollieren (► Abb. 44.10).
- Hautfarbe, Hauttemperatur und Sensibilität beider Beine werden beurteilt und dienen als Richtwerte für die Zeit nach der Untersuchung.
- Patienten beim Anziehen des Flügelhemds und medizinischer Thromboseprophylaxestrümpfe (MTS) unterstützen
- Prothesen und Schmuck des Patienten entfernen und sicher verfahren. Den Patienten auffordern, noch einmal die Toilette aufzusuchen.
- Patient im Bett zur Funktionsabteilung bringen

#### Nachbereitung

- engmaschige Überwachung der Vitalwerte (ggf. Monitor-EKG), um einen Volumenmangelschock oder einen akuten Arterienverschluss frühzeitig zu erkennen
- Fußpulse, Hautfarbe (livide/blasse Verfärbung?), Sensibilität (Kribbeln?) und Hauttemperatur (kalt?) des punktierten Beines werden innerhalb der ersten 4 Stunden stündlich beurteilt.
- Punktionsstelle auf Nachblutungen (durchgebluteter Verband?) kontrollieren und Druckverband auf Arztanordnung entfernen

- Bei femoralem Zugang muss der Patient Bettruhe halten. Die Mobilisation beginnt nach Arztanordnung, frühestens jedoch nach 4 Stunden. Da der Patient sich nicht aufsetzen darf, können Hilfsmittel zur Nahrungsaufnahme hilfreich sein (z. B. Strohalm, Schnabeltasse). Besonders wenn der Patient ein Buch lesen will, kann es angenehm sein, das Bett „in der Ebene“ zu kippen, ohne dabei die Leiste zu beugen.
- Unterstützung des Patienten bei den Ausscheidungen (Bettpfanne/Urinflasche)
- neu angeordnete Medikamente verabreichen; auf Arztanordnung ggf. einen Heparinperfusor benutzen

### ACHTUNG

*Auffälligkeiten nach einer Herzkatheteruntersuchung müssen unverzüglich einem Arzt mitgeteilt werden:*

- *Blutdruckabfall, Tachykardie, Kaltschweißigkeit weisen auf einen Volumenmangelschock hin.*
- *Ein nicht tastbarer Fußpuls kann auf einen akuten Arterienverschluss hinweisen.*

*Zudem erhöht Heparin die Blutungsneigung, daher muss besonders auf Blutungen geachtet werden.*



### WISSEN TO GO

#### Diagnostik – Herzerkrankungen

Anamnese, klinische Untersuchung und apparative Verfahren:

- **Blutdruckmessung:** zur Beurteilung des systolischen und diastolischen Drucks in den Gefäßen
- **Elektrokardiogramm:** z. B. zur Beurteilung der Herzfrequenz und des Herzrhythmus
- **Echokardiografie** (Ultraschalluntersuchung des Herzens): z. B. zur Beurteilung der Herzmuskeltätigkeit und der Auswurfleistung des Herzens
- **Koronarangiografie** (Herzkatheteruntersuchung): z. B. zur Beurteilung der Herzkranzgefäße und der Herzklappen

## 44.6 Übersicht über die wichtigsten Medikamente

Bei vielen Herzerkrankungen handelt es sich um chronische Erkrankungen. Daher müssen die Medikamente oft lebenslang eingenommen werden. Pflegende übernehmen eine wichtige Rolle bei der Überwachung der medikamentösen Therapie. Sie sollten den Wirkmechanismus kennen, auf Nebenwirkungen achten und die korrekte Einnahme erklären. Die wichtigsten Medikamente zur Therapie von Herzerkrankungen zeigt ▶ Tab. 44.1.

**Tab. 44.1 Die wichtigsten Medikamente bei Herzerkrankungen.**

Wirkstoffgruppe	häufig verwendete Wirkstoffe und Handelsnamen	Therapieziel/Anwendung	Nebenwirkungen/Beobachtungsaspekte
Betablocker	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Metoprolol: Beloc-Zok</li> <li>• Bisoprolol: Concor</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Senkung der Herzfrequenz → weniger Sauerstoffverbrauch</li> <li>• bei KHK/Herzinfarkt, bei bestimmten tachykarden Rhythmusstörungen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Gefahr der Bradykardie → regelmäßige Pulskontrolle</li> <li>• Gefahr eines Asthmaanfalls → adäquates Handeln (vgl. Pflege bei Lungenerkrankungen)</li> </ul>
Kalziumantagonisten	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Nifedipin: Adalat</li> <li>• Nisoldipin: Baymycard</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Hemmung der Kontraktionskraft des Herzens → Schlagkraft und Schlagfrequenz sinken → Sauerstoffbedarf des Herzens und Blutdruck sinken</li> <li>• bei arterieller Hypertonie</li> </ul>	Gefahr der Hypotonie → regelmäßige RR-Kontrolle
Nitrate	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Glyceroltrinitrat (Nitroglyzerin): Corangin Nitrospray</li> <li>• Isosorbitdinitrat (ISDN): Isoket</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Weitstellung der Gefäße → verengte Herzkranzarterien bei Angina pectoris werden weiter</li> <li>• → zum Herzen führende Venen können mehr Blut aufnehmen → Herz erhält weniger Blut → Senkung der Vorlast des Herzens</li> <li>• in Akutsituationen bei Angina pectoris, KHK, Herzinfarkt</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• senken den Blutdruck, bei Gabe vorher Blutdruck messen (syst. &gt; 100 mmHg)</li> <li>• können Kopfschmerzen induzieren → bei rezidivierenden Kopfschmerzen an Nitratkopfschmerz denken, Info an Arzt</li> <li>• Nitrospray sollte nicht in der Hosentasche getragen werden, da der Wirkstoff wärmeempfindlich ist</li> </ul>
ACE-Hemmer	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ramipril: Delix</li> <li>• Enalapril: Benalapril</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Weitstellung der arteriellen Gefäße → Senkung der Nachlast</li> <li>• hemmt die Gewebeeränderung des Herzens nach einem Myokardinfarkt</li> <li>• bei Herzinsuffizienz, arterieller Hypertonie</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Gefahr der Hypotonie, insbesondere bei Ersteinnahme → Patient wird schrittweise auf das Medikament eingestellt, dabei engmaschige RR-Kontrolle</li> <li>• Reizhusten möglich → wenn belastend für den Patienten, Arzt informieren</li> </ul>

Tab. 44.1 Fortsetzung

Wirkstoffgruppe	häufig verwendete Wirkstoffe und Handelsnamen	Therapieziel/Anwendung	Nebenwirkungen/Beobachtungsaspekte
Thrombozytenaggregationshemmer	<ul style="list-style-type: none"> <li>Acetylsalicylsäure: Aspirin</li> <li>Clopidogrel: Plavix</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Verhinderung von Thrombenbildung → Schlaganfall- und Lungenembolieprophylaxe</li> <li>bei KHK, nach Herzinfarkt</li> <li>Prophylaxe nach PTCA oder Stentimplantation</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Gefahr der verstärkten Blutung bei Verletzungen, Operationen → Patienten aufklären, dass operierender Arzt auf ASS-Einnahme aufmerksam gemacht werden muss. Nach dem Eingriff muss das Medikament unbedingt wieder angesetzt werden (→ ggf. den Arzt hierauf hinweisen)</li> </ul>
Antikoagulanzen	<ul style="list-style-type: none"> <li>Heparin: Heparin</li> <li>Phenprocoumon: Marcumar</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>bei KHK</li> <li>bei künstlichen Herzklappen</li> <li>bei Vorhofflimmern zur Schlaganfallprophylaxe (bei hohem Risiko)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>erhöhte Blutungsneigung (inbes. intrakranielle Blutungen)</li> <li>Gerinnungsparameter müssen regelmäßig kontrolliert werden</li> </ul>
Diuretika („Wassertabletten“)	<ul style="list-style-type: none"> <li>Furosemid: Lasix</li> <li>Hydrochlorothiazid: HCT</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Ausschwemmen von Ödemen</li> <li>weniger Blutvolumen → Vorlastsenkung und Herzentlastung</li> <li>bei Herzinsuffizienz, arterieller Hypertonie, kardialen Ödemen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Sturzgefahr bei (nächtlichem) Toilettengang → sturzgefährdete Patienten auffordern, sich für den Toilettengang zu melden</li> <li>Gefahr der Elektrolytentgleisung (bes. Kalium) → auf neu auftretende Herzrhythmusstörungen achten (Pulsarrhythmie!) und diese dem Arzt melden</li> </ul>
Digitalispräparate (Herzglykoside)	<ul style="list-style-type: none"> <li>Digoxin: Digacin</li> <li>Digitoxin: Digimerck</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Steigerung der Muskelkraft des Herzens, Senkung der Herzfrequenz</li> <li>bei Herzinsuffizienz, verschiedenen Herzrhythmusstörungen</li> </ul>	Gefahr der raschen Überdosierung (enge therapeutische Breite) → auf Symptome einer Überdosierung achten
Statine (Cholesterinsenker)	<ul style="list-style-type: none"> <li>Simvastatin: Zocor</li> <li>Atorvastatin: Sortis</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Cholesterinsenkung, Plaquestabilisierung</li> <li>bei KHK, Herzinfarkt</li> </ul>	Gefahr von starken Muskelschmerzen → entsprechende Äußerungen des Patienten ernst nehmen und an Arzt weitergeben
Antiarrhythmika	<ul style="list-style-type: none"> <li>Amiodaron: Cordarex</li> <li>Lidocain: Xylocain</li> </ul>	verminderte Erregbarkeit des Herzens	wirken negativ auf die Schlagkraft des Herzens, können neue Rhythmusstörungen auslösen

## 44.7 Erkrankungen des Herzens

### 44.7.1 Koronare Herzkrankheit (KHK)

#### Definition Koronare Herzkrankheit

Bei der koronaren Herzkrankheit (KHK) sind die Herzkranzgefäße durch Arteriosklerose verengt. Der Herzmuskel ist dadurch minderdurchblutet und erhält zu wenig Sauerstoff (Myokardischämie). Je nachdem, wie viele der insgesamt 3 großen Koronargefäße betroffen sind, spricht man von 1-, 2- oder 3-Gefäß-Erkrankung.

#### Ursachen

**Arteriosklerose** • Ursächlich für die Erkrankung sind durch Arteriosklerose verengte Koronargefäße. Hierdurch wird die Versorgung des Herzmuskels (Myokard) mit Sauerstoff und Nährstoffen eingeschränkt. Sehen Sie sich die Infografik auf S. 896 an und das [Video zur „Arteriosklerose“](#) (▶ Video), um mehr über das Krankheitsbild zu erfahren.



**Risikofaktoren** • Die kardiovaskulären Hauptrisikofaktoren für die Entstehung der Arteriosklerose sind Fettstoffwechselstörungen, arterielle Hypertonie, Diabetes mellitus, Rauchen, familiäre Veranlagung, männliches Geschlecht und ein Alter über 65 Jahre.

#### Symptome

**Angina pectoris (AP)** • AP-Beschwerden sind das charakteristischste Symptom der Minderversorgung des Herzens mit Sauerstoff – Thoraxschmerzen mit Brennen und Engegefühl hinter dem Brustbein, die typischerweise in die linke Körperhälfte, vor allem in Arm, Unterkiefer und Oberbauch, ausstrahlen. Oft wird die Angina pectoris begleitet von Atemnot, Angst, verminderter körperlicher Belastbarkeit und manchmal auch vegetativen Symptomen wie Erbrechen oder starkem Schwitzen.

**Stabile Angina pectoris** • Viele KHK-Patienten sind medikamentös gut auf ihre Erkrankung eingestellt. Typische Angina-pectoris-Beschwerden treten dann nur unter körperlicher Anstrengung auf, wenn der Sauerstoffbedarf des Herzens erhöht ist. Die Beschwerden sind meist gut mit Nitrospray zu behandeln. In diesem Stadium sprechen wir von der stabilen Angina pectoris.

**Instabile Angina pectoris und akutes Koronarsyndrom** • Bei Fortschreiten der Arteriosklerose oder unregelmäßiger Einnahme der Medikamente kann es zu einer Symptomverschlechterung kommen. Die typischen Angina-pectoris-Beschwerden treten dann häufig schon in Ruhe auf und sind zunehmend schwer – wir sprechen von der instabilen Angina pectoris. Hinter jeder instabilen Angina pectoris kann sich ein Herzinfarkt verbergen, denn in der Akutsituation lassen sich beide symptomatisch nicht voneinander unterscheiden.

# ARTERIOSKLEROSE

## ENTWICKLUNG

Die Arteriosklerose beginnt mit einer Schädigung der inneren Gefäßwand (Intima). Die Auslöser dieser Schädigungen sind noch nicht eindeutig geklärt. Ein Rolle spielen:

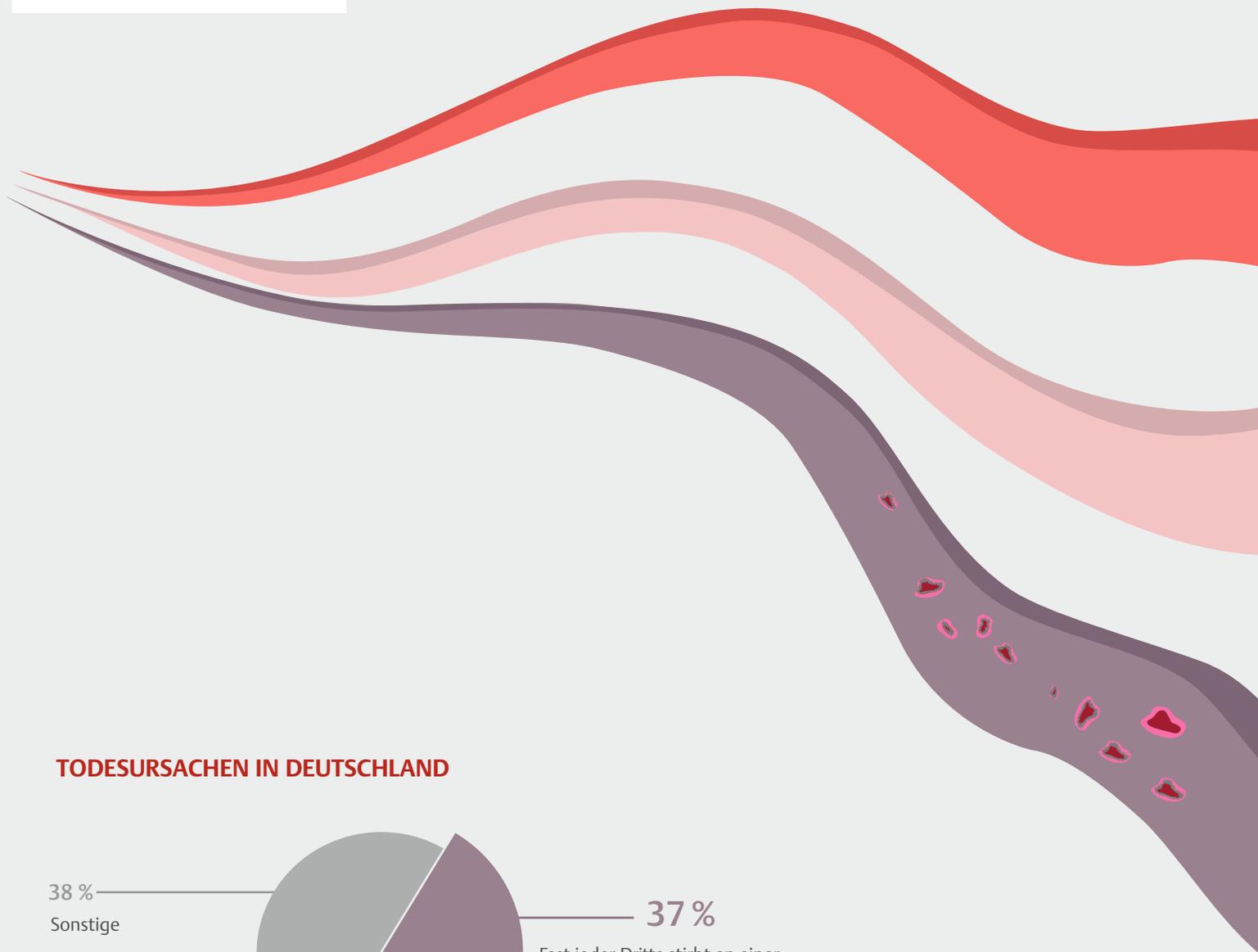
- degenerative Altersprozesse
- mechanische Verletzungen (z.B. durch zu hohen Blutdruck)
- Viren, Bakteriengifte und Immunreaktionen

Entzündungszellen dringen in die Gefäßwand ein. Fett und Kalk lagern sich ein (sog. Plaquebildung).

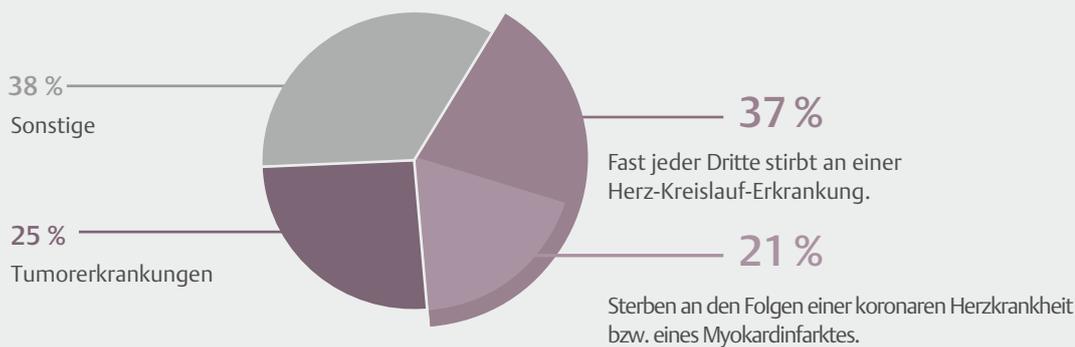
*Umgangssprachlich wird die Arteriosklerose deshalb auch Arterienverkalkung genannt.*

### Verlauf der Arteriosklerose:

- Das Gefäßlumen wird aufgrund der Plaquebildung immer enger.
- Der Blutfluss wird eingeschränkt.
- Es kommt zu Durchblutungsstörungen.
- Gefäßwände werden starr.



## TODESURSACHEN IN DEUTSCHLAND



**Das Gefäß verliert die Fähigkeit zur Anpassung an verschiedene Druckverhältnisse.**

Ein bereits vorhandener Bluthochdruck kann sich dadurch verschlechtern.

**Intima**  
(innere Schicht)

**Media**  
(mittlere Schicht)

**Adventitia**  
(äußere Schicht)

gesunde Arterie

### ♥ PRÄVENTION

- gesunde Ernährung
- reduzierter Salzkonsum
- Bewegung 3 × 30 min pro Woche
- nicht rauchen
- Diabetes gut einstellen
- LDL-Cholesterin senken
- Blutdruck normalisieren

Arterie mit Gefäßverengung

### ! RISIKOFAKTOREN

- arterielle Hypertonie
- Hypercholesterinämie
- Hyperlipidämie
- Diabetes mellitus
- Rauchen
- familiäre Veranlagung
- männliches Geschlecht
- Alter über 65 Jahre

stark verengte Arterie

### + ERKRANKUNGEN

- koronare Herzkrankheit
- Herzinfarkt
- Herzinsuffizienz
- ischämische Darmerkrankungen
- Aortenklappenstenose
- pAVK
- Schlaganfall
- Niereninsuffizienz
- vaskuläre Demenz

Unter dem Begriff **akutes Koronarsyndrom** werden folgende Formen zusammengefasst:

- **Instabile Angina pectoris:** akute Verschlechterung einer bestehenden KHK, oft mit Ruhesymptomen. Der Übergang zum Herzinfarkt ist fließend. Daher wird eine instabile Angina pectoris wie ein Herzinfarkt behandelt, bis das Gegenteil bewiesen ist.
- **NSTEMI (non ST-segment-elevation myocardial infarction):** Herzinfarkt, der im Labor, nicht aber im EKG diagnostiziert werden kann.
- **STEMI (ST-segment-elevation myocardial infarction):** Herzinfarkt, der sich in Labor, Symptomatik **und** EKG zeigt.

### **!Merke** Akutes Koronarsyndrom

Erst durch die Untersuchung der herzspezifischen Enzyme und durch ein EKG lassen sich die instabile Angina pectoris und der Herzinfarkt voneinander abgrenzen. Daher wird eine instabile Angina pectoris immer wie ein Herzinfarkt behandelt (Notfall!), bis das Gegenteil bewiesen ist.

### Diagnostik

Um im Krankheitsverlauf zwischen den verschiedenen Formen der KHK zu unterscheiden, werden folgende diagnostische Maßnahmen durchgeführt:

- Beobachtung der klinischen Symptome
- Ruhe-EKG
- im beschwerdefreien Intervall: Belastungs-EKG (ST-Hebungen unter Belastung)
- infarkttypische Laborparameter (CK, CK-MB, Troponin) zur Unterscheidung zwischen Angina pectoris und Herzinfarkt
- Koronarangiografie zur Darstellung von Lokalisation und Ausmaß der Gefäßverengung, ggf. mit PTCA (S.893)
- Echokardiografie, Stressechokardiografie, um festzustellen, ob die Herzleistung beeinträchtigt ist



### WISSEN TO GO

#### Koronare Herzkrankheit

Bei der KHK sind die Herzkranzgefäße durch Arteriosklerose verengt. **Haupttrisikofaktoren:** Fettstoffwechselstörungen, arterielle Hypertonie, Diabetes mellitus, Rauchen, familiäre Veranlagung, männliches Geschlecht, Alter über 65 Jahre. **Symptome:** Angina pectoris, oft begleitet von Atemnot, Angst und verminderter Belastbarkeit. **Man unterscheidet:**

- **stabile Angina pectoris:** Beschwerden nur unter Anstrengung, mit Nitrospray gut behandelbar
- **akutes Koronarsyndrom:**
  - **instabile Angina pectoris:** kein Herzinfarkt, sondern Verschlechterung der KHK, Beschwerden schon in Ruhe
  - **NSTEMI:** Herzinfarkt, der im Labor, nicht aber im EKG diagnostiziert werden kann
  - **STEMI:** Herzinfarkt, der sowohl im EKG (ST-Strecken-Hebungen) als auch im Labor diagnostiziert werden kann

**Diagnose:** EKG, Echokardiografie, Laboruntersuchungen, Herzkatheteruntersuchung **Therapie:** medikamentös (Betablocker, Kalziumantagonisten, Nitrate, ACE-Hemmer und Statine), PTCA oder koronare Bypassoperation

### Therapie

Das wichtigste Therapieziel ist es, zusammen mit dem Patienten ein Fortschreiten der Erkrankung zu verhindern und die Krankheit in das Leben des Patienten zu integrieren, da eine vollständige Heilung nicht möglich ist. Neben der Reduzierung der Risikofaktoren ist die medikamentöse Therapie der wichtigste Pfeiler. In erster Linie werden eingesetzt:

- **Betablocker:** senken die Herzfrequenz und damit den Sauerstoffverbrauch des Myokards
- **Kalziumantagonisten:** senken die Nachlast des Herzens durch Weitstellung der arteriellen Gefäße
- **Nitrate:** senken die Vorlast des Herzens durch Weitstellung der venösen Gefäße und der Koronarien
- **ACE-Hemmer:** senken die Nachlast des Herzens durch Weitstellung der arteriellen Gefäße
- **Statine:** senken den Cholesterinspiegel und damit das Fortschreiten der Arteriosklerose
- Erreichen die Engstellen innerhalb der Koronargefäße ein kritisches Maß, kann das Gefäß über eine PTCA (S.893) wieder aufgedehnt werden. Kommt auch dies aufgrund eines starken Fortschreitens der Erkrankung nicht mehr in Betracht, kann ein koronarer Bypass (S.908) operativ angelegt werden.

Das akute Koronarsyndrom ist ein Notfall. Hier entspricht das therapeutische und pflegerische Vorgehen dem eines Herzinfarkts (S.899).

### Spezielle Pflege

Beachten Sie die Pflegebasismaßnahmen bei Herzerkrankungen (S.887). Lesen Sie im Folgenden die Besonderheiten bei der Pflege von Menschen mit KHK.

**Wahrnehmen und Beobachten** • Auf Symptome einer Angina pectoris achten (z. B. Dyspnoe, Brustschmerzen, Schwitzen), um Maßnahmen schnell einleiten zu können.

**Ernährung** • Menschen mit KHK sollten auf blähende Nahrungsmittel (z. B. Hülsenfrüchte, Kohlgemüse) verzichten. Eine leicht verdauliche, cholesterinarme Kost ist zu bevorzugen.

#### Informieren, Schulen, Anleiten, Beraten

- Betroffene müssen über den lebenslangen Verlauf der Erkrankung aufgeklärt werden.
- Sensibilisierung für die kardiovaskulären Risikofaktoren. Einige dieser Risikofaktoren können durch den Patienten positiv beeinflusst werden: Rauchen, Bewegungsmangel, Stress, Übergewicht oder fettreiche Ernährung. Betroffene erhalten Unterstützung in Herzsportgruppen (Abb. 1.2) oder im Rahmen eines Rehaaufenthalts. Unter der Anleitung von Physiotherapeuten und Ärzten können Risikofaktoren identifiziert und alternative Verhaltensweisen aufgezeigt werden.
- Medikamentenwirkung und unerwünschte Wirkungen (► Tab. 44.1)
- Maßnahmen zur Prophylaxe von Notfällen: Um Komplikationen zu verhindern, müssen Pflegeempfänger über die Warnsignale eines Angina-pectoris-Anfalls aufgeklärt sein (z. B. zunehmende Atemnot, verminderte körperliche Belastbarkeit). Zudem sollten sie mögliche auslösende Faktoren kennen, wie z. B. körperliche Belastung (vor allem bei Kälte), psychischer Stress und reichhaltige Mahlzeiten.
- Verhalten im Notfall: Neben dem Wissen über die typischen Warnsignale sollte dem Betroffenen in einer Mikro-

schulung erklärt werden, wie er sich bei einem Angina-pectoris-Anfall verhalten soll. Inhalt der Schulung sollten die korrekte Anwendung von Nitrospray (► Tab. 44.1) sowie die sofortige Verständigung des Notarztes sein. Um im Notfall schnell Hilfe holen zu können, eignen sich sog. Hausnotrufsysteme. Diese werden von verschiedenen Hilfsorganisationen angeboten (z. B. Deutsches Rotes Kreuz, Johanniter-Unfall-Hilfe und Arbeiter-Samariter-Bund) und können über den Sozialdienst des Krankenhauses beantragt werden. Immer mehr kommen auch sog. AAL-Systeme (Ambient Assistent Living) auf den Markt der ambulanten Versorgung. Dies sind technische Hilfsmittel wie Tablet-PCs oder Sensoren zur Überwachung der Vitalfunktionen. Insgesamt sollen die Systeme ein sicheres und selbstständiges Leben in der ambulanten Versorgung gewährleisten.



## WISSEN TO GO

### Koronare Herzkrankheit – Pflege

- Pflegebasismaßnahmen bei Herzerkrankungen
- **Wahrnehmen und Beobachten:** auf Symptome einer Angina pectoris achten (z. B. Dyspnoe, Brustschmerzen, Schwitzen)
- **Ernährung:** verdauliche, cholesterinarme, nicht blähende Kost
- **Informieren, Schulen, Anleiten, Beraten:**
  - über Erkrankung und Verlauf informieren
  - über Möglichkeiten zur Reduzierung von kardiovaskulären Risikofaktoren beraten
  - Medikamenteneinnahme, Wirkung und Nebenwirkung
  - Notfallprophylaxe und Verhalten im Notfall

## 44.7.2 Herzinfarkt

### Definition Herzinfarkt

Der Herzinfarkt (Myokardinfarkt) ist eine Komplikation der koronaren Herzkrankheit (Kap. 44.7.1) und wird durch ein verschlossenes Herzkranzgefäß hervorgerufen. Es resultiert ein Sauerstoffmangel im Herzmuskelgewebe, wodurch Herzmuskelzellen absterben (Nekrose).

### Ursachen und Pathophysiologie

Wie auch bei der KHK ist die Arteriosklerose entscheidende Ursache des Herzinfarkts.

Durch die Arteriosklerose bilden sich immer mehr Plaques in den Koronargefäßen. Reißt eines dieser Plaques ein, wird die Gerinnung aktiviert und es bildet sich ein Thrombus, der das Herzkranzgefäß vollständig verschließt. In die dahinterliegenden Muskelzellen gelangt nun kein Sauerstoff mehr und das Gewebe stirbt ab: Es entwickelt sich eine Herzmuskelnekrose mit lebensbedrohlichen Komplikationen.

### Symptome

Das Hauptsymptom ist die Angina pectoris: siehe Symptome bei KHK (S. 895).

„**Stummer Infarkt**“ • Nicht jeder Herzinfarkt muss mit dieser eindrücklichen Symptomatik einhergehen. Besonders weibliche Pflegeempfänger und Menschen mit Diabetes mellitus zeigen manchmal nur unspezifische Symptome wie Übelkeit

und Druckgefühl in der Magengegend. Hier spricht man von einem „stummen Infarkt“, dessen Auswirkungen auf den Körper aber identisch sind.

**Komplikationen** • Besonders in den ersten Stunden nach dem Ereignis kann es zu schwerwiegenden Komplikationen kommen. Hierzu gehören insbesondere Herzrhythmusstörungen (z. B. Kammerflimmern) und die akute Herzinsuffizienz mit nachfolgendem kardialen Lungenödem.

### Diagnostik

Um das Infarktgebiet genauer einzugrenzen und um das verschlossene Gefäß bildgebend darzustellen, wird bei Patienten mit Herzinfarkt eine **Koronarangiografie** durchgeführt. Hierbei besteht gleichzeitig die Option einer therapeutischen Intervention durch **Ballondilatation** und **Stenteinlage** (Akut-PTCA). Weitere Maßnahmen in der Diagnostik des Herzinfarkts sind das 12-Kanal-EKG, Laboruntersuchungen (CK, CK-MB, Troponin) und eine Echokardiografie.

### Therapie

#### Akutsituation

- Akut-PTCA
- medikamentöse Begleittherapie:
  - Bei  $RR_{\text{sys.}} > 100$  mmHg Nitroglyzerinpräparate (► Abb. 44.12)
  - Heparin und ASS i. v. zur Verbesserung der Fließeigenschaften des Blutes und zur Verhinderung der Thrombenanlagerung
  - Clopidogrel, Ticagrelor oder Prasugrel zur (zusätzlichen) Antikoagulation
  - Morphin zu Schmerzbekämpfung und Nachlastsenkung
  - Betablocker, um lebensbedrohliche Herzrhythmusstörungen zu vermeiden
  - optional Diazepam zur Beruhigung
  - Antiarrhythmika bei Herzrhythmusstörungen
  - Katecholamine bei akuter Herzinsuffizienz und kardiogenem Schock

Das praktische Vorgehen in der Akutsituation bestimmt den weiteren Verlauf der Erkrankung. In den letzten Jahren hat sich diesbezüglich besonders die Akut-PTCA, im Rahmen der Koronarangiografie, zu einem Standardverfahren entwickelt. Die Thrombolysetherapie, bei der der Thrombus durch Medikamente aufgelöst wird, ist aufgrund ihrer hohen Komplikationsrate in den Hintergrund getreten.

#### ACHTUNG

Aus einem akuten Koronarsyndrom bzw. Herzinfarkt können sich weitere Komplikationen entwickeln, z. B. Bewusstlosigkeit, Apnoe, Lungenödem und Kammerflimmern. Bei Kreislaufstillstand muss sofort mit der kardiopulmonalen Reanimation (S. 286) begonnen werden.

#### !Merke Medikamente bei Infarkt

Die wichtigsten Notfallmaßnahmen beim Herzinfarkt lassen sich gut mit der Eselsbrücke „Monas BH“ merken: **M**orphin, **O**<sub>2</sub>, **N**itrospray, **A**SS, **B**etablocker, **H**eparin.

#### Im weiteren Verlauf

Medikamentöse Dauertherapie nach einem Herzinfarkt: Betablocker, ACE-Hemmer, gerinnungshemmende Medikamente, Nitratre und Statine.



## KOMPAKT

### Herzinfarkt

- **Ursache:** Ein Herzinfarkt ist eine Komplikation einer KHK mit koronarem Gefäßverschluss und nachfolgender Herzmuskelnekrose.
- **Symptome:** wie schwere instabile Angina pectoris; stumme Infarkte jedoch möglich
- **Diagnostik:** Abgrenzung einer instabilen Angina pectoris von einem Herzinfarkt oft nur durch EKG (ST-Hebungen) und Labor (v. a. Troponin) möglich
- **Therapie:** v. a. Akut-PTCA. Zusätzlich medikamentöse Begleittherapie: Morphin, O<sub>2</sub>, Nitrospray, ASS, ggf. Beta-blocker, Heparin (Monas BH).

## Spezielle Pflege

Beachten Sie die Pflegebasismaßnahmen bei Herzerkrankungen (S. 887). Lesen Sie im Folgenden die Besonderheiten bei der Pflege von Menschen mit Herzinfarkt.

### In der Akutsituation

Die pflegerische Versorgung konzentriert sich in der Akutsituation auf die Assistenz bei der Behandlung sowie auf die Überwachung, Begleitung und psychische Unterstützung des Patienten:

- Patienten möglichst nicht allein lassen und Ruhe vermitteln
- Hilfe holen (Kollegen, Arzt)
- Positionierung in Herzbettlage (► Abb. 44.11), ggf. Fenster öffnen
- 2–3 l Sauerstoff/min verabreichen, bei einer peripheren Sauerstoffsättigung (SpO<sub>2</sub>) von unter 90 %
- Monitor-EKG, Pulsoxymetrie und automatisierte Blutdruckmessung anlegen. Außerdem 12-Kanal-EKG schreiben und dem Arzt sofort vorlegen
- i. v.-Zugang legen (lassen) und für eine schnellstmögliche Blutabnahme sorgen (CK, CK-MB, Troponin, Gerinnung, Blutbild, Elektrolyte); abgenommene Blutröhrchen als Notfall kennzeichnen und in das Labor bringen
- Vorbereitung, Gabe und Überwachung der medikamentösen Therapie (z. B. ASS, Nitrospray, Heparin) → auf Arztanordnung
- ggf. Anmeldung einer Akut-PTCA; seltener auch Anmeldung und Vorbereitung einer Lysetherapie
- Verlegung des Patienten auf die Intensivstation bzw. zur Akut-PTCA in das Herzkatheterlabor. Achtung: Verlegung immer nur mit Arztbegleitung und vollständiger Notfallausrüstung!
- intensivmedizinische Überwachung und Behandlung: Monitor-EKG, Flüssigkeitsbilanz, i. v.-Medikation, ggf. arterielle (blutige) Blutdruckmessung, Bettruhe (auf Arztanordnung) mit entsprechenden Prophylaxen, Behandlung evtl. auftretender Komplikationen, psychische Betreuung

### Im weiteren Verlauf

**Wahrnehmen und Beobachten** • Die ersten 1–2 Tage nach akutem Herzinfarkt wird der Patient auf der Intensiv- bzw. Überwachungsstation betreut. Bei unkompliziertem Krankheitsverlauf kann er danach auf eine normale, periphere Station verlegt werden. Der Patient muss aber weiterhin regel-

mäßig überwacht werden: ggf. Monitor-EKG, 3-mal tägliche Blutdruckkontrolle, evtl. Flüssigkeitsbilanz.

Es kann in den ersten Tagen zu einer leichten Temperaturerhöhung kommen. Dabei handelt es sich um sog. Resorptionstieber, das kein Zeichen einer Infektion, sondern durch körpereigene Umbauvorgänge bedingt ist.

**Mobilisation** • Sobald sich der Zustand des Patienten stabilisiert hat, wird mit der Frühmobilisation auf Arztanordnung begonnen, in Zusammenarbeit mit der Physiotherapie. Sie erfolgt in aufsteigenden Mobilisationsstufen und wird individuell festgelegt, um dem Herz ausreichend Zeit zu geben, sich an die Belastung zu gewöhnen.

Puls und Blutdruck werden vor, während und nach der Belastung überprüft und die Werte miteinander verglichen. Fällt der Blutdruck stark ab, steigt er stark an oder treten Herzrhythmusstörungen auf, muss die Mobilisation sofort

Abb. 44.11 Herzbettlage.



Um das Herz zu entlasten, wird der Pflegeempfänger in Herzbettlage gebracht. Foto: A. Fischer, Thieme

Abb. 44.12 Nitroglyzerin.



Das Nitrospray wird in Notfallsituationen, z. B. bei einem akuten Koronarsyndrom oder bei einem Herzinfarkt, eingesetzt. Foto: A.

Fischer, Thieme

abgebrochen werden. Um eine Überlastung schnell zu erkennen, sollten während der Belastung auch die Hautfarbe (blass?) und die Atmung (gesteigert?) beobachtet werden. Nach jeder Belastung wird eine Ruhepause eingelegt und nochmals Puls und Blutdruck kontrolliert. Nach 3 Minuten sollte der Ruhepuls wieder erreicht sein. Während der Mobilisation sollte der Puls 100 Schläge pro Minute nicht überschreiten.

Ein **Mobilisationsstufenplan** kann damit beginnen, dass der Patient bei der morgendlichen Versorgung im Bett verschiedene Handgriffe übernimmt und sich z. B. selbstständig den Oberkörper wäscht. Im nächsten Schritt wird der Patient mit pflegerischer Unterstützung an die Bettkante gesetzt. Am nächsten Tag kann er auf den Toiletten-/Mobilisationsstuhl mobilisiert werden.

Im Anschluss wird der Pflegempfänger durch einen Physiotherapeuten angeleitet, im Zimmer zu gehen. Sobald er sich selbstständig im Zimmer bewegen kann, erfolgt die Mobilisation auf dem Flur. Hier sollte ggf. ein Rollstuhl mitgenommen werden, um für notwendige Ruhepausen eine Sitzmöglichkeit in Reichweite zu haben. Die höchste Stufe der Frühmobilisation ist das Treppensteigen unter Anleitung eines Physiotherapeuten (► Abb. 44.13).

**Ernährung und Ausscheidung** • Nach der Akutphase wird die Kost schrittweise aufgebaut. Auf blähende und schwer verdauliche Speisen sollte verzichtet werden, damit der Stoffwechsel entlastet und ein Toilettengang (Stuhlgang) ohne viel Kraftanstrengung (Pressen) möglich ist.

**Medikamentenmanagement** • Zur Dauertherapie nach einem Herzinfarkt werden Betablocker, ACE-Hemmer, gerinnungshemmende Medikamente, Nitrate und Statine eingesetzt (► Tab. 44.1). Pflegekräfte informieren den Pflegempfänger über den korrekten Umgang (S. 889).

**Informieren, Schulen, Anleiten, Beraten** • Siehe dazu „Spezielle Pflege bei KHK“ (S. 898).

**Psychosoziale Begleitung** • Allgemein sollte für eine ruhige Umgebung gesorgt und Stress vermieden werden. Durch die enge Überwachung ist die Patientenautonomie eingeschränkt, was für den Patienten eine Belastung darstellt. Daher ist es wichtig, gemeinsam mit dem Patienten einen individuellen Behandlungsplan zu erstellen. Je nach subjektivem

Abb. 44.13 Frühmobilisation.



Bei der Frühmobilisation muss darauf geachtet werden, den Patienten nicht zu überlasten. Wenn er das erste Mal aufsteht, sollte er von 2 Pflegepersonen unterstützt werden. Foto: K. Oborny, Thieme

Empfinden des Patienten sollte dieser täglich bewertet und angepasst werden.

Der Herzinfarkt ist ein lebensbedrohliches Ereignis, das viele Patienten psychisch stark verunsichert und Angst erzeugt. Einige Patienten reagieren mit depressiven Verstimmungen, andere leugnen ihre Gefühle und spielen den Infarkt herunter. Pflegende sollten auf Zeichen von Verunsicherung achten. Es ist hilfreich, wenn Zeit zum Zuhören eingeplant wird, ggf. sollte die Krankenseelsorge hinzugezogen werden.



## KOMPAKT

### Herzinfarkt – Pflege

- Pflegebasismaßnahmen bei Herzerkrankungen
- in der Akutsituation:
  - Patienten nicht allein lassen, Hilfe holen
  - Positionierung in Herzbettlage
  - O<sub>2</sub> verabreichen
  - Vitalparameter und Sauerstoffsättigung erfassen
  - Medikamentenmanagement
  - Verlegung auf Intensivstation vorbereiten
- im weiteren Verlauf: Frühmobilisation, Informieren, Schulen ..., psychosoziale Begleitung

## 44.7.3 Herzinsuffizienz

### Definition Herzinsuffizienz

Von einer Herzinsuffizienz wird gesprochen, wenn das Herz nicht mehr genügend Kraft hat, um das Blut aus dem Herzen auszuwerfen. Hierdurch staut sich das Blut in die Peripherie zurück und nachfolgende Organe können nicht mehr ausreichend mit Sauerstoff versorgt werden.

### Ursachen

Fast alle Herzerkrankungen können zu einer Herzinsuffizienz führen. Die häufigsten Ursachen sind eine KHK, Herzmuskelerkrankungen und Herzklappenfehler.

### Symptome

Je nachdem, wie schnell Symptome der Herzinsuffizienz auftreten, teilt man sie in eine akute und eine chronische Form ein.

**Akute und chronische Form** • Die Symptome der akuten Form entwickeln sich innerhalb von Stunden oder Tagen – Auslöser ist meist ein Herzinfarkt. Die Symptome der chronischen Form entwickeln sich dagegen innerhalb von mehreren Monaten oder Jahren und werden häufig durch eine fortschreitende KHK verursacht.

**Kompensierte und dekompenzierte Form** • Am Anfang kann der Körper die fehlende Herzkraft noch durch andere Mechanismen kompensieren – man spricht von einer kompensierten Herzinsuffizienz. Mit zunehmendem Krankheitsverlauf versagen diese Mechanismen und die Symptome nehmen zu. Man spricht dann von einer dekompenzierten Herzinsuffizienz.

**Links-, Rechts- und Globalinsuffizienz** • Je nachdem, welcher Teil des Herzens hauptsächlich betroffen ist, unterscheidet

man zwischen einer Rechtsherzinsuffizienz, einer Linksherzinsuffizienz und einer Globalherzinsuffizienz (rechtes und linkes Herz). Die daraus resultierenden Symptome lassen sich durch den Rückstau des Blutes in den jeweils dahinterliegenden Kreislauf erklären.

- **Rechtsherzinsuffizienz:** Das Blut staut sich bei der Rechtsherzinsuffizienz in den Körperkreislauf zurück, wodurch Beinödeme (► Abb. 44.14), Halsvenenstauung, Stauungsleber und Stauungsgastritis mit abdominellen Beschwerden und Appetitlosigkeit auftreten können.
- **Linksherzinsuffizienz:** Hierbei staut sich das Blut aus dem linken Herzen zurück in die Lunge. Die Symptome einer Linksherzinsuffizienz äußern sich daher über die Atmung: Lungenstauung mit Dyspnoe (Luftnot) und Orthopnoe (stärkste Luftnot). Übersteigt der Druck in den Lungenvenen einen kritischen Wert, kommt es zum Lungenödem. Die Patienten haben extreme Luftnot und husten schaumiges Sekret ab. Rasselnde Atemgeräusche sind oft ohne Stethoskop hörbar.

### ! Merke Ödeme

Ödeme, die aufgrund einer Herzinsuffizienz entstehen (sog. kardial bedingte Ödeme), sind weich, wenn man sie wegdrückt. Es bleibt dann typischerweise eine Delle bestehen (► Abb. 44.14). Ödeme infolge einer Lymphabflussstörung oder einer Schilddrüsenunterfunktion sind derber und nehmen sofort wieder ihre ursprüngliche Form an (lassen sich also nicht wegdrücken).

## Diagnostik

Um den Schweregrad einer Herzinsuffizienz einteilen zu können, werden folgende diagnostische Maßnahmen gewählt:

- Echokardiografie
- Röntgenthoraxuntersuchung
- Blutuntersuchung
- EKG, Langzeit-EKG
- Linksherzkatheteruntersuchung

**NYHA-Klassifikation** • Anhand der Ergebnisse der Diagnostik kann die Herzinsuffizienz in eines der 4 Stadien nach NYHA

Abb. 44.14 Kardial bedingtes Ödem.



Drückt man das Ödem mit den Fingern ein, bleibt eine Delle bestehen. Typischerweise sind kardial bedingte Ödeme an den Unterschenkeln zu beobachten, vor allem nach längerem Sitzen. Sind sie stark ausgeprägt, können auch die oberen Extremitäten betroffen sein. Foto: Prot – stock.adobe.com

(New York Heart Association) eingeteilt werden. Diese Klassifizierung hat sich international als Standard bewährt:

- **NYHA-Stadium I:** diagnostisch nachgewiesene Einschränkung der Pumpfunktion ohne erkennbare Symptome
- **NYHA-Stadium II:** Luftnot unter schwerer Belastung
- **NYHA-Stadium III:** Luftnot während des einfachen Gehens bzw. unter leichter Belastung
- **NYHA-Stadium IV:** Luftnot im Sitzen und in Ruhe

## Therapie

### Akute Herzinsuffizienz

Entwickelt sich bei einem Patienten eine akute Herzinsuffizienz oder geht eine chronisch-kompensierte Herzinsuffizienz in die dekompensierte Herzinsuffizienz über, erfolgt die weitere Behandlung i. d. R. auf der Intensivstation. Zur Herzkraftsteigerung werden Katecholamine (z. B. Adrenalin, Noradrenalin, Dobutamin) gegeben. Um die Vorlast zu senken, werden Nitrate in Form von Nitrospray eingesetzt. Das sich bei einem Lungenödem ansammelnde Wasser wird durch Schleifendiuretika ausgeschwemmt (z. B. Furosemid, Lasix).

### Chronische Herzinsuffizienz

Bei der chronisch-kompensierten Herzinsuffizienz hat die Therapie vor allem das Ziel, die zugrunde liegende Erkrankung zu behandeln, um ein Fortschreiten der Herzinsuffizienz zu verhindern. Gleichzeitig wird das Herz durch verschiedene Medikamente entlastet (z. B. ACE-Hemmer, Diuretika, Betablocker, siehe ► Tab. 44.1). Wenn die Herzschwäche durch tachykarde Herzrhythmusstörungen bedingt ist, kommen außerdem Digitalispräparate (= Herzglykoside) zum Einsatz.

**Digitalispräparate** • Bei Menschen, die Digitalispräparate einnehmen, muss auf Symptome einer Überdosierung geachtet werden, da die Dosierung des Medikaments sehr schwierig ist. Informieren Sie einen Arzt beim Auftreten von Symptomen, wie z. B. Übelkeit, Erbrechen, Bradykardie, Farbseh- und Bewusstseinsstörungen. Bei einer Intoxikation (Vergiftung) mit Digitalispräparaten werden die Medikamente sofort abgesetzt und Notfallmaßnahmen eingeleitet. Je nach Schwere der Intoxikationserscheinungen wird ein Digitalisantidot appliziert, Aktivkohle gegeben und ggf. ein externer Schrittmacher implantiert (bei Bradykardie).



## WISSEN TO GO

### Herzinsuffizienz

- Die Herzinsuffizienz ist Ausdruck einer **verminderten kardialen Pumpfunktion**.
- Eine Herzinsuffizienz kann akut oder chronisch verlaufen. Die Symptome der akuten Herzinsuffizienz sind akut lebensbedrohlich (kardiales **Lungenödem** und **kardiogener Schock**).
- Je nachdem, welche Herzhälfte betroffen ist, staut sich das Blut in den Lungen- (Linksherzinsuffizienz) oder den Körperkreislauf (Rechtsherzinsuffizienz).
- **Therapie:** herzkraftsteigernde (z. B. Dobutamin, Noradrenalin) und herzentlastende Medikamente (z. B. Diuretika, Betablocker)

## Spezielle Pflege

Beachten Sie die Pflegebasismaßnahmen bei Herzerkrankungen (S.887). Lesen Sie im Folgenden die Besonderheiten bei der Pflege von Menschen mit Herzinsuffizienz.

### Akute Herzinsuffizienz

Die pflegerischen Erstmaßnahmen in der Akutsituation entsprechen denen beim akuten Herzinfarkt (S.899).

- Patienten möglichst nicht allein lassen und Ruhe vermitteln
- Hilfe holen (Kollegen, Arzt)
- Positionierung in Herzbettlage (► Abb. 44.11), ggf. Fenster öffnen
- 2–3l Sauerstoff verabreichen → auf Arztanordnung (► Abb. 44.15)
- Vitalparameter erheben (inkl. Sauerstoffsättigung), ggf. Monitoring, EKG schreiben
- i. v.-Zugang legen (lassen)
- Blutentnahme vorbereiten (Troponin, CK/CK-MB, Gerinnung, Blutbild, Elektrolyte)
- Vorbereitung, Gabe und Überwachung der medikamentösen Therapie (z. B. Furosemid, Dobutamin) auf Arztanordnung

### Chronische Herzinsuffizienz

- **Wahrnehmen und Beobachten:**
  - **Atmung:** Dyspnoe, (Reiz-)Husten, schaumiger Auswurf, Rasselgeräusche, Zyanose → kann auf ein beginnendes **Lungenödem** hindeuten
  - **Gewicht:** tägliche Gewichtskontrollen, um Wassereinsparungen (**Ödeme**) schnell zu erkennen
- **Ernährung:** Bei einer chronischen Herzinsuffizienz muss auf die evtl. ärztlich verordnete beschränkte Flüssigkeitszufuhr geachtet werden. Nimmt der Patient zu viel Flüssigkeit zu sich, kann dies zu einer Dekompensation der Herzinsuffizienz führen. Bei einer akuten oder chronisch dekompensierten Herzinsuffizienz müssen Ein- und Ausfuhr der Flüssigkeit genau bilanziert werden, alternativ kann der Patient täglich gewogen werden.
- **Mobilisation:** körperliche Schonung, ggf. Bettruhe (auf Arztanordnung)
- **Medikamentenmanagement:**
  - medikamentöse Therapie überwachen

Abb. 44.15 Sauerstoff verabreichen.



Zu den Erstmaßnahmen bei akuter Herzinsuffizienz gehört es, Sauerstoff zu verabreichen. Foto: K. Oborny, Thieme

- auf eine Digitalisüberdosierung achten: Übelkeit und Erbrechen, Farbsehstörungen, Bradykardie bis hin zur Asystolie (Herzstillstand), Bewusstseinsveränderungen und Halluzinationen

#### • Prophylaxen:

- bedarfsgerecht je nach körperlichem Zustand
- Maßnahmen zur Obstipationsprophylaxe bei eingeschränkter Flüssigkeitszufuhr

#### • Informieren, Schulen, Anleiten, Beraten:

- Menschen mit einer chronischen Herzinsuffizienz sollten in Bewegung bleiben, um das Herz zu trainieren. In dem sie bspw. regelmäßig spazieren gehen oder an Herzsportgruppen teilnehmen.
- Notfallprophylaxe: Um Komplikationen zu verhindern bzw. frühzeitig zu erkennen, müssen Patienten mit einer Herzinsuffizienz über die Anzeichen einer Dekompensation informiert werden. Anzeichen sind: geringere Belastbarkeit, nächtliche Atemnot und zunehmende Ödeme.

### ACHTUNG

Sehen Sie Hinweise auf eine drohende Dekompensation, z. B. zunehmende Beinödeme oder abnehmende Belastbarkeit, informieren Sie den Arzt.



## WISSEN TO GO

### Herzinsuffizienz – Pflege

- Pflegebasismaßnahmen bei Herzerkrankungen
- **akute Herzinsuffizienz:**
  - Patienten nicht allein lassen, Hilfe holen
  - Positionierung in Herzbettlage
  - O<sub>2</sub> verabreichen
  - Vitalparameter und Sauerstoffsättigung erfassen
  - i. v.-Zugang legen (lassen), Blutentnahme vorbereiten
  - Medikamentenmanagement
- **chronische Herzinsuffizienz:**
  - **Wahrnehmen und Beobachten:** Atmung (Dyspnoe?, Zyanose?, Husten?), Gewicht (Ödeme?)
  - **Ernährung:** ggf. Flüssigkeitsbilanzierung
  - medikamentöse Therapie überwachen
  - bedarfsgerecht, bei eingeschränkter Flüssigkeitszufuhr → Obstipationsprophylaxe
  - **Informieren, Schulen ...:** Bewegung fördern, Notfallprophylaxe: über Symptome einer Dekompensation informieren

## 44.7.4 Herzrhythmusstörungen

### Definition Herzrhythmusstörungen

Herzrhythmusstörungen zeigen sich in einer gestörten Herzfrequenz und/oder Unregelmäßigkeit des Herzschlags.

Grundsätzlich lassen sich Herzrhythmusstörungen einteilen in:

- **Bradykardie** = zu niedrige Frequenz (< 60 Schläge/min), aber rhythmisch
- **Tachykardie** = zu hohe Frequenz (> 100 Schläge/min), aber rhythmisch
- **Bradyarrhythmie** = zu niedrige Frequenz + arrhythmisch
- **Tachyarrhythmie** = zu hohe Frequenz + arrhythmisch
- **Extrasystolen** (ventrikuläre/supraventrikuläre) = zusätzliche Erregungen (aus der Kammer/aus dem Vorhof)

## Ursachen und Pathophysiologie

- **Kardial bedingte Ursachen:** Die Ursache liegt in einer Störung in der Erregungsbildung oder der Erregungsleitung des Reizleitungssystems des Herzens. Zum Beispiel: Herzinfarkt, Herzmuskelerkrankungen, Herzklappenfehler
- **Extrakardiale Ursachen:** z. B. Hormone, Medikamente oder Störungen des Elektrolythaushalts

Die Folge ist bei allen Ursachen die gleiche und betrifft die Funktion des Herzens. Besonders gefährlich sind die hämodynamisch relevanten Herzrhythmusstörungen, denn sie beeinträchtigen die Kreislauffunktion. So schafft es das Herz z. B. bei tachykarden Störungen nicht mehr, ausreichend Volumen zu fördern. Dies liegt an der zeitlich stark verkürzten Füllungsphase (Diastole) des Herzens und kann in Form des Kammerflimmerns sogar zum funktionellen Kreislaufstillstand führen.

## Symptome

- oftmals zunächst keine: Viele der an Herzrhythmusstörungen erkrankten Patienten merken lange Zeit nichts von ihrer Erkrankung.
- Herzklopfen, -rasen, -stolpern (Palpitationen) oder Aussetzen des Herzschlags sprechen für Extraschläge (Extrasystolen).
- **Adam-Stokes-Anfall:** Hämodynamisch relevante Herzrhythmusstörungen können sich in sog. Adam-Stokes-Anfällen zeigen. Dabei kommt es durch akut auftretende Herzrhythmusstörungen zur Sauerstoffunterversorgung des Gehirns. Symptomatisch zeigt sich dies vor allem als sog. kardiale Synkopen mit kurzer Bewusstlosigkeit.

## Diagnostik

Herzrhythmusstörungen zu erkennen ist für die Therapie entscheidend. Insbesondere wenn sie als Komplikation eines Herzinfarkts auftreten, ist es wichtig, dass sie so schnell wie möglich erkannt werden. Aus diesem Grund werden Patienten nach einem Herzinfarkt bzw. Patienten mit unklaren Herzrhythmusstörungen am Monitor-EKG überwacht.

Zur Diagnosefindung bzw. zur Ursachenabklärung von Herzrhythmusstörungen werden folgende Untersuchungen angewendet:

- Ruhe-, Langzeit- und Belastungs-EKG, Eventrekorder (S. 891)
- Echokardiografie
- Herzkatheteruntersuchung

Es gibt sehr viele verschiedene Herzrhythmusstörungen. Eine genaue Einteilung ist nur mit dem EKG möglich. Grundsätzlich werden dabei die Herzfrequenz und der Herzrhythmus beurteilt. Um ein Rhythmusereignis zu dokumentieren, wird ein Ausdruck des Monitor-EKGs zum Zeitpunkt der Rhythmusstörung angefertigt. Die genaue Diagnosestellung erfolgt dann durch den Arzt. Die wichtigsten Herzrhythmusstörungen zeigt ► Abb. 44.16.

## Therapie

**Bradykarde Herzrhythmusstörungen** • Die Therapie akuter, bradykarder Herzrhythmusstörungen erfolgt mit Parasympatholytika (z. B. Atropin) und Sympathomimetika (z. B. Alupent). Liegt dagegen eine längerfristige bradykarde Herzrhythmusstörung vor (z. B. AV-Block III. Grades), ist das Mittel der Wahl die Implantation eines Herzschrittmachers.

**Tachykarde Herzrhythmusstörungen** • Sie werden durch eine ganze Gruppe von Antiarrhythmika therapiert. Die Wirkung dieser Medikamente beruht darauf, dass sie die Erregungsbildung und -leitung beeinflussen. Antiarrhythmika zeigen vereinzelt recht starke Nebenwirkungen, so können sie u. a. erneute Rhythmusstörungen auslösen. Außerdem hemmen sie die Schlagkraft des Herzens. Beruht die Herzrhythmusstörung auf einer Elektrolytstörung (meist Kalium), muss dieses Elektrolyt langsam (über Infusionspumpe) und unter ständiger Monitorkontrolle verabreicht werden. Es gibt verschiedene Gruppen von Antiarrhythmika:

- **Antiarrhythmika der Klasse I:** Natriumkanalblocker
- **Antiarrhythmika der Klasse II:** Betarezeptorenblocker
- **Antiarrhythmika der Klasse III:** Kaliumkanalblocker
- **Antiarrhythmika der Klasse IV:** Kalziumkanalblocker

## ACHTUNG

*Alle Medikamente, die auf den Rhythmus wirken, können wiederum andere Formen von Rhythmusstörungen auslösen. Deshalb ist die Patientenbeobachtung bei Antiarrhythmika besonders wichtig.*

## Herzschrittmachertherapie

Ein Herzschrittmacher (Pacemaker) ist ein elektrisches Gerät, das den Herzrhythmus überwacht und bei Bedarf (intermittierend) elektrische Impulse abgibt, die eine Muskelkontraktion (Herzaktion) erzwingen. Somit wird die Herzfrequenz beschleunigt, wenn das Herz zu langsam schlägt. Alle Herzschrittmacher bestehen aus mindestens einer Sonde und einem Schrittmacheraggregat. Die Sonden werden über das venöse System in das rechte Herz vorgeschoben und im Vorhof und/oder im Ventrikel fixiert. Man unterscheidet zwischen passageren und permanenten Herzschrittmachern. Zudem gibt es Herzschrittmacher mit einer Defibrillatorfunktion.

## Passagerer Herzschrittmacher

Beim passageren Schrittmacher befinden sich die gesamte Steuerungseinheit sowie die Stromversorgung (Aggregat) außerhalb des Körpers. Die Schrittmachersonde wird entweder als Notfallmaßnahme, wie ein zentraler Venenkatheter unter sterilen Bedingungen, oder im Rahmen großer Herzoperationen angelegt. Bei diesen großen Herzoperationen werden die Sonden am unteren Pol der Sternotomiewunde herausgeleitet und manuell an die extrakorporale Bedieneinheit angeschlossen.

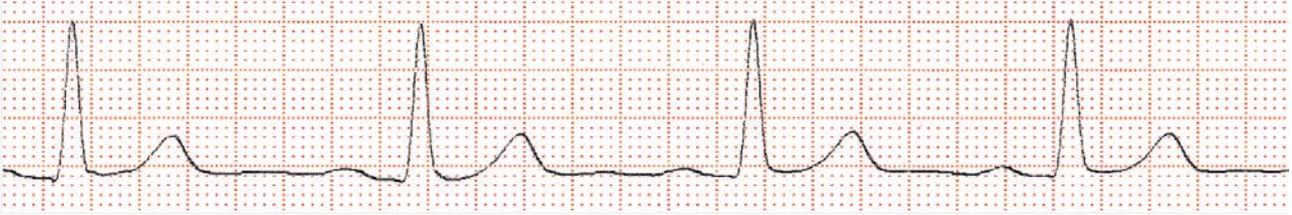
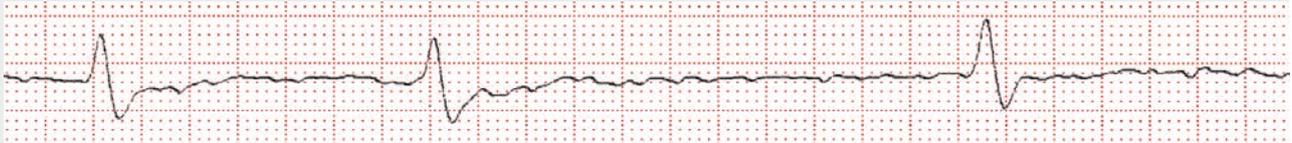
Der Patient trägt das Schrittmacheraggregat, ähnlich wie das Langzeit-EKG, meist um den Hals. Für den Patienten sind die sichtbaren Sonden und das dazugehörige elektrische Gerät oft eine große psychische Belastung. Aus diesem Grund benötigen viele Patienten intensive Beratung und Anleitung bei allen Aufgaben des täglichen Lebens. Der Patient muss darauf hingewiesen werden, keine ruckartigen Bewegungen durchzuführen, da dies die Sonden dislozieren kann. Außerdem müssen die Patienten dauerhaft am Monitor überwacht werden. Wenn die Indikation für eine Schrittmachertherapie nicht mehr gegeben ist (Wirkung des Digitoxins hat nachgelassen, Gefahr der Rhythmusstörung nach OP ist nicht mehr gegeben), können die Sonden wieder gezogen werden.

## Permanenter Herzschrittmacher

**Implantierter Herzschrittmacher** • Beim permanenten Schrittmacher wird das Schrittmacheraggregat implantiert und meist auf dem großen Brustmuskel (M. pectoralis major) di-

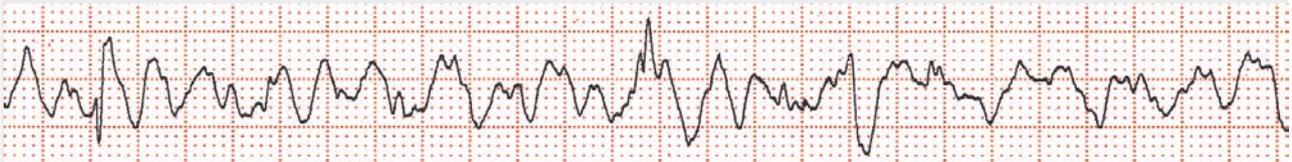
Abb. 44.16 Herzrhythmusstörungen.

## Normalbefund mit gleichmäßigem Sinusrhythmus


 **Vorhofflimmern**


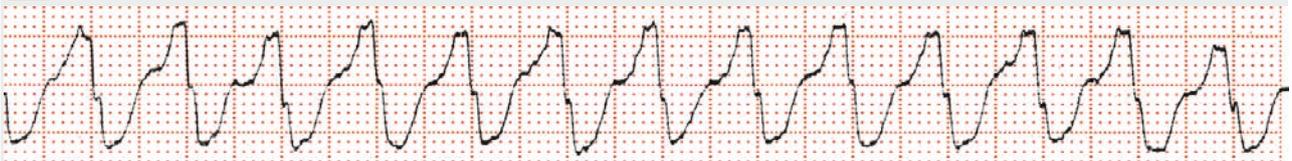
- Frequenz:** Vorhöfe sehr tachykard (250–350 Schläge/min),  
Kammern mit normaler Frequenz
- Puls:** normale Frequenz, evtl. arrhythmisch
- Rhythmus:** arrhythmisch
- Vorhof flimmert, lässt aber nicht jede Erregung zur Kammer durch → daher Pulsfrequenz oft normal
  - oft ohne erkennbare Ursache, teilweise nach Herzinfarkt

 Gefahr des Schlaganfalls durch Bildung von Mikrothromben → auf die korrekte Einnahme der Antikoagulanzen (ASS, evtl. Marcumar) achten

 **Kammerflimmern**


- Frequenz:** sehr tachykard (250–350 Schläge/min)
- Puls:** kein Puls
- Rhythmus:** arrhythmisch
- keine Herzfüllung durch schnelle Tachykardie → Herz-Kreislauf-Stillstand
  - bei angeborenen Defekten, Vergiftungen, nach Herzinfarkt

 Akute Lebensgefahr! Alarm auslösen und mit der Reanimation beginnen. Defibrillator für den Arzt vorbereiten bzw. mittels AED selbst defibrillieren.

 **Ventrikuläre Tachykardie**


- Frequenz:** tachykard
- Puls:** kein Puls oder Tachykardie
- Rhythmus:** arrhythmisch
- je nach Frequenz mit oder ohne ausreichende Herzfüllung → daher evtl. Herz-Kreislauf-Stillstand
  - nach Herzinfarkt, Vergiftungen

 Pulslos → wie bei Kammerflimmern handeln; Vorhandener Puls → sofort Arzt rufen, Patienten nicht alleine lassen, Defibrillator und Notfallkoffer bereithalten

 **AV-Blockierung**


- Frequenz:** normal bis bradykard
- Puls:** normal bis bradykard
- Rhythmus:** Typ I – rhythmisch  
Typ II – evtl. arrhythmisch  
Typ III – arrhythmisch

 Arzt verständigen und Patienten überwachen; ggf. medikamentöse Therapie bzw. Herzschrittmacher

rekt unter der Haut fixiert. Die Anlage eines permanenten Herzschrittmachers ist ein vergleichsweise kleiner chirurgischer Eingriff, der in Lokalanästhesie durchgeführt werden kann. Im Anschluss an die Operation wird die korrekte Lage überprüft. Anschließend wird der Patient ggf. noch eine Zeit lang am Monitor überwacht. Schrittmacheraktivitäten sind im EKG als spitze Zacken (Spikes) vor dem QRS-Komplex bzw. vor der P-Welle zu erkennen. Einige Tage nach dem Eingriff wird die korrekte Elektronik des Aggregats in der Schrittmacherambulanz überprüft. Hier erhält der Patient dann auch seinen Schrittmacherausweis. In diesem sind Funktionsweise und Implantationsdatum eingetragen.

**Implantierbarer Kardioverter-Defibrillator** • Patienten, die unter lebensgefährlichen ventrikulären Tachykardien oder Kammerflimmern leiden oder bei denen ein erhöhtes Risiko für solche Herzrhythmusstörungen besteht (z.B. bei hochgradig eingeschränkter Pumpkraft des Herzens), bekommen einen Defibrillator implantiert (implantierbarer Kardioverter-Defibrillator; ICD). Das Gerät misst kontinuierlich die Herzströme und kann im Falle einer solchen Herzrhythmusstörung sofort eine Defibrillation durchführen.

## Spezielle Pflege

Beachten Sie die Pflegebasismaßnahmen bei Herzerkrankungen (siehe Kap. 44.4). Besonderheiten bei der Pflege von Menschen mit Herzrhythmusstörungen:

- **Wahrnehmen und Beobachten:**
  - Pulsschläge eine volle Minute zählen, um Herzrhythmusstörungen erkennen zu können.
  - Monitor-/Ruhe-EKG auf Arztanordnung
  - Bei Monitor-EKG: Alarmgrenzen regelmäßig kontrollieren (z. B. 2-mal pro Schicht), die vom Monitor erfassten Rhythmusstörungen ggf. ausdrucken und dem Arzt vorlegen
- **Wundmanagement:** Bei Menschen mit einem implantierten Herzschrittmacher oder Defibrillator muss in den ersten Tagen das Wundgebiet beobachtet und der Verband gewechselt werden.
- **Prophylaxen:** Prophylaxen werden bedarfsgerecht je nach körperlichem Zustand angewendet. Menschen, die an Herzrhythmusstörungen leiden, können ein erhöhtes Sturzrisiko haben, wenn sie unter Synkopen leiden. Aus diesem Grund sollten Maßnahmen zur Sturzprophylaxe ergriffen werden (S. 400).
- **Informieren, Schulen, Anleiten, Beraten:** Menschen mit einem implantierten Schrittmacher werden vom Arzt über den Umgang im Alltag mit einem Herzschrittmacher informiert. Pflegefachkräfte beantworten offen gebliebene Fragen. Menschen mit einem implantierten Schrittmacher sollten Folgendes beachten:
  - „betroffenen“ Arm nicht über Brusthöhe emporheben, um den Heilungsprozess nicht zu behindern (ca. 2 Wochen)
  - nach ca. 3 Monaten sind sportliche Tätigkeiten möglich, empfohlen wird z.B. Nordic Walking, Wandern oder Radfahren
  - Schrittmacherausweis ständig bei sich tragen
  - regelmäßige Kontrollen beim zuständigen Kardiologen
  - Symptome einer Schrittmacherinfektion kennen (z. B. lokal begrenzte, warme und gerötete Haut, Fieber), in diesem Fall muss zügig ärztlicher Rat eingeholt werden!
  - Vorsicht bei elektronischen Geräten, sie können die empfindliche Elektronik stören. Dazu zählen starke Magnetfelder (z.B. MRT, in Rundfunk- und Fernsehantennen), Metalldetektoren (z.B. Diebstahlsicherungen in Kaufhäusern, Sicherheitskontrolle am Flughafen), Handys, wenn sie eng am Körper (z.B. in der Hemdtasche) getragen werden, sowie elektrische Heizkissen und große Lautsprecher

Abb. 44.17 Verbotsschild.



Überall dort, wo dieses Symbol angebracht ist, sollten sich Menschen mit Herzschrittmachern nicht aufhalten.

- Das Sicherheitszeichen in ► Abb. 44.17 verdeutlicht, wo sich Menschen mit einem Herzschrittmacher nicht aufhalten sollten.



## WISSEN TO GO

### Herzrhythmusstörungen

Herzrhythmusstörungen zeigen sich in einer gestörten Herzfrequenz und/oder Unregelmäßigkeit des Herzschlags.

- **Ursache:** Störung des Reizbildungs-/Reizleitungssystems des Herzens, z. B. durch Herzinfarkt, Herzmuskelerkrankungen, Medikamente oder Störungen des Elektrolythaushalts
- **Symptome:** z. B. Herzklopfen, -rasen, -stolpern, Extrasystolen, Synkopen
- **Diagnostik:** EKG (Monitor-, Ruhe-, Langzeit- und Belastungs-EKG, Eventrekorder), Echokardiografie, Herzkatheteruntersuchung
- **Therapie:** Medikamente oder Implantation eines Herzschrittmachers
- **Pflege:**
  - Pflegebasismaßnahmen bei Herzerkrankungen
  - ggf. Monitorüberwachung
  - bei der Implantation eines Schrittmachers: Wundmanagement, Informieren, Schulen, ... zum Umgang im Alltag mit einem Herzschrittmacher

## 44.7.5 Entzündliche Herzerkrankungen

### Definition Entzündliche Herzerkrankungen

Je nachdem, welche Schicht des Herzens entzündet ist, spricht man von einer Endokarditis (Entzündung der Innenhaut), Myokarditis (Entzündung der Muskelschicht) oder einer Perikarditis (Entzündung des Herzbeutels).

### Ursachen

- **Akut bakterielle Endokarditis:** in die Blutbahn eingedrungene Bakterien siedeln sich auf den Herzklappen oder an der Herzinnenhaut ab. (Bakteriämie; meist Streptokokken) → häufigste Form
- **Nicht infektiöse Endokarditis:** durch eine Fehlsteuerung des Immunsystems, z. B. bei Autoimmunerkrankungen, allergische Reaktionen oder nach einer Streptokokkeninfektion, z. B. einem eitrigen Halsinfekt (Angina)
- **Myokarditis/Perikarditis:** in die Blutbahn eingedrungene Viren (selten: Pilze, Parasiten, rheumatische Grunderkrankung). Die Myokarditis kann die Folge eines viralen Infekts sein, bei dem sich der Patient zu früh körperlich belastet hat.

### Symptome

Die Symptome reichen von unspezifischen Allgemeinsymptomen wie **Abgeschlagenheit** und Schwäche bis hin zu schweren septischen Reaktionen mit **hohem Fieber** und **Dyspnoe**. Außerdem kann es zu einem Abriss infektiöser Plaques (**septische Embolien**) und damit z. B. zum **Schlaganfall** kommen. Durch fortschreitende Schädigung des Herzens und vor allem der Herzklappen kann eine **Herzinsuffizienz** entstehen.

### Diagnostik

Die Diagnose erfolgt durch die Beobachtung entsprechender klinischer Symptome und den Nachweis der Erreger in der Blutkultur. Zur Beurteilung der genauen Ausdehnung wird häufig eine TEE (S. 892) durchgeführt.

### Therapie

- Antibiotika
- symptomatische Unterstützung

### Spezielle Pflege

- **Wahrnehmen und Beobachten:** Bei entzündlichen Herzerkrankungen wird der Fieberverlauf genau überwacht und mindestens 3-mal täglich die Temperatur kontrolliert. Der Patient wird in den verschiedenen Fieberphasen pflegerisch unterstützt. Um den Kreislauf durch die erhöhte Körpertemperatur nicht zu belasten, sollte das Fieber auf Arztanordnung medikamentös gesenkt werden.
- **Mitwirken bei der Therapie:** Blutabnahme, insbesondere für die notwendigen Blutkulturen, vorbereiten und für einen zügigen Transport in das Labor sorgen. Bei einer Perikarditis wird ggf. eine Punktion durchgeführt (S. 521).
- **Medikamentenmanagement:** Antibiotikatherapie und unerwünschte Wirkungen überwachen
- **Informieren, Schulen, Anleiten, Beraten:** Der Patient sollte sich körperlich schonen, um dem Herzen die Ruhe zu gewähren, die es zum Ausheilen der Entzündung benötigt.



## WISSEN TO GO

### Entzündliche Herzerkrankungen

- **Formen:**
  - Endokarditis = Entzündung der Innenhaut, meist bakteriell
  - Myokarditis = Entzündung der Muskelschicht, meist viral
  - Perikarditis = Entzündung des Herzbeutels, meist viral
- **Symptome:** Abgeschlagenheit und Schwäche bis hin zu schweren septischen Reaktionen mit hohem Fieber und Dyspnoe
- **Komplikationen:** Schlaganfall, Herzinsuffizienz, bei Perikarditis Perikarderguss
- **Diagnostik:** Symptome, Blutkultur, TEE
- **Therapie und Pflege:**
  - Antibiotikatherapie
  - bei Bettruhe Patienten unterstützen, insbesondere bei hohem Fieber
  - bei Perikarditis ggf. Punktion

## 44.7.6 Erkrankungen der Herzklappen

### Ursache, Symptome und Diagnostik

Herzklappenfehler können angeboren oder erworben sein. Bei erworbenen Herzklappenfehlern liegt die Ursache meist in einer durchgemachten Endokarditis, einer Arteriosklerose oder einem Herzinfarkt. Herzklappenfehler können grundsätzlich alle 4 Klappen betreffen und in Form einer Stenose (Verengung) oder Insuffizienz (Verschlussunfähigkeit) vorliegen.

Der **häufigste** erworbene Herzklappenfehler ist die **Aortenklappenstenose**, gefolgt von der **Mitralklappeninsuffizienz**. In der Regel führen Herzklappenfehler unbehandelt auf Dauer zu einer Herzinsuffizienz. Die Betroffenen bemerken die Erkrankung häufig lange Zeit nicht. Erst wenn Symptome einer Dyspnoe auftreten, wird ein Arzt aufgesucht. Der Arzt stellt den ersten Verdacht anhand eines auffälligen Herzgeräusches in der Auskultation fest. Bestätigt wird die Diagnose dann durch die Echokardiografie.

### Therapie und Pflege

Die Veränderung der Herzklappe wird engmaschig kontrolliert. Um ein Fortschreiten der Herzinsuffizienz zu verhindern, wird medikamentös therapiert. Bei symptomatischer Erkrankung muss langfristig eine neue Herzklappe implantiert werden. Teilweise kann dies heutzutage schon über einen Herzkatheter erfolgen, teilweise muss der Thorax eröffnet werden.

Besonders ältere Menschen leiden häufig an einer geringgradigen Aortenklappenstenose, die nicht behandlungsbedürftig ist. Wird die Erkrankung dagegen symptomatisch, muss die entstandene Herzinsuffizienz überwacht werden. Bei Herzklappenersatz haben Pflegenden wichtige Aufgaben in der perioperativen Betreuung des Patienten (S. 743).

## 44.7.7 Angeborene Herzfehler

### Ursache, Symptome und Diagnostik

Angeborene Herzfehler sind häufig und entstehen durch **Fehler während der embryonalen Herzentwicklung**. Sie liegen oft kombiniert vor und können sowohl die Herzklappen als auch die Herzwände betreffen. Zu den häufigsten angeborenen Herzfehlern gehören der **Vorhof- und der Ventrikel-septumdefekt** sowie die **angeborene Aortenklappenstenose**. Angeborene Herzfehler kommen bei chromosomalen Störungen (z. B. Trisomie 21 = Down-Syndrom) gehäuft vor. Weitere Ursachen können Infektionen, Medikamenteneinnahme und Drogenkonsum während der Schwangerschaft sein. Häufig lässt sich aber auch keine Ursache finden.

Die Diagnose kann durch hochauflösenden Ultraschall häufig schon intrauterin gestellt werden.

### Therapie und Pflege

Um eine normale Entwicklung des Kindes zu gewährleisten, muss teilweise schon wenige Tage nach der Geburt operiert werden. Kleinere Defekte der Herzwände (z. B. offenes Foramen ovale) können oftmals schon mittels Herzkatheter verschlossen werden. Bei sehr kleinen Defekten ist keine Therapie nötig.

Kinder mit angeborenen Herzfehlern haben häufig eine **Trinkschwäche**, trotzdem stellt das Stillen keine Kontraindikation dar. Um die Kinder zu entlasten, werden dem Kind mehrere kleine Mahlzeiten angeboten und ggf. eine Magensonde gelegt. Die Pflegeperson beobachtet das Trinkverhalten und die Trinkfähigkeit des Kindes, um die Nahrungsaufnahme entsprechend anzupassen. Sollte Stillen für das Kind zu anstrengend sein, wird die Mutter gebeten, die Muttermilch abzupumpen. Diese wird dem Kind dann über die Magensonde verabreicht. Zur oralen Befriedigung kann die Pflegekraft die Lippen und die Mundhöhle des Kindes mit ein paar Tropfen Muttermilch benetzen.

Bezüglich der Therapie übernehmen Pflegenden wichtige Aufgaben in der **Überwachung** des Neugeborenen. Sie achten auf eine evtl. Zyanose, die Herzfrequenz sowie die Atmung. Außerdem übernehmen sie im Falle einer operativen Intervention die perioperative Versorgung des Kindes. Die Begleitung der Eltern spielt eine wichtige Rolle. Die Eltern benötigen Sachinformationen und fachliche Begleitung bei der Versorgung ihres Kindes, aber auch empathische Zuwendung in der emotional belastenden Situation.

**Psychosoziale Begleitung** • Kinder mit angeborenen Herzfehlern und deren Familie benötigen häufig langfristige Betreuung. Die Kinder leiden häufig unter einer reduzierten Leistungsfähigkeit, die sich auch auf die geistige Leistungsfähigkeit ausdehnen kann, was wiederum zu emotionalen und sozialen Beeinträchtigungen führt. Durch die ständige Angst um das kranke Kind ist das Eltern-Kind-Verhältnis extrem belastet. Geschwister werden häufig zwangsläufig „vernachlässigt“ und die Partnerschaft der Eltern kann darunter leiden. Hier spielen neben einer guten medizinischen Betreuung beim Kinderkardiologen weiterführende psychische und soziale Betreuung des Kindes und der ganzen Familie inkl. Schulbetreuung eine wichtige Rolle.

## 44.8 Perioperative Pflege

Die Herzchirurgie ist ein wichtiger Pfeiler in der Therapie herzkranker Patienten. Lange Zeit galt dabei die Eröffnung

des Brustkorbs (Sternotomie) als unvermeidlich. Seit einigen Jahren ist dies nicht mehr zwingend erforderlich, da viele kleinere Eingriffe mittels Herzkatheter (► Abb. 44.5) oder minimalinvasiv durchgeführt werden können, z. B. Aorten- oder Mitralklappenersatz, Verschluss von Septumdefekten.

Muss das Herz dagegen für die Operation stillstehen, wird der Thorax auch weiterhin eröffnet, z. B. bei der Operation eines herznahen Aortenaneurysmas (► Abb. 44.5). Bei dieser Operationstechnik wird das Herz durch eine kaliumreiche (sog. kardioplege) Lösung zum Stillstand gebracht und die Herz-Lungen-Maschine (kurz: HLM) übernimmt die Blut-oxygenierung (Lungenfunktion) und Pumpfunktion des Herzens. Um das Herz dabei zu schonen, erfolgt die Operation meistens in sog. Hypothermie. Der Patient wird auf eine Körpertemperatur von 25–30 °C heruntergekühlt, um die Ischämietoleranz des Gewebes zu erhöhen. Da bei der offenen Kardiochirurgie auch die Pleurahöhlen eröffnet werden, wird dem Patienten nach der OP eine Thoraxdrainage angelegt.

## 44.8.1 Herzoperationen

**Koronarer Bypass** • Wenn das Herz aufgrund einer koronaren Herzkrankheit nicht mehr ausreichend mit Sauerstoff versorgt werden kann, kann mithilfe eines koronaren Bypasses (Aorto-Cardialer-Venen-Bypass; kurz: ACVB) die Blutversorgung des Herzens wiederhergestellt werden. Hierbei verbindet der Operateur ein herznahes, arterielles Gefäß mit dem poststenotischen Koronarabschnitt, also mit dem Abschnitt hinter der Stenose. Der dafür erforderliche Blutleiter wird der Brustwand (A. mammaria) entnommen. Alternativ kann ein venöses Gefäß genutzt werden. Dieses stammt meist aus dem Bein des Patienten (V. saphena magna) und wird von dort in den Brustkorb verpflanzt. Ein koronarer Bypass wird immer dann durchgeführt, wenn interventionell (d. h. über eine Herzkatheteruntersuchung) keine ausreichende Eröffnung der Koronargefäße mehr möglich ist.

**Operationen bei erworbenen Herzklappenfehlern** • Herzklappenfehler können sowohl offen chirurgisch als auch bei bestimmten Indikationen über Herzkatheter operiert werden. Meistens müssen bestimmte Herzklappen aufgrund einer ausgedehnten Insuffizienz oder Stenose ausgetauscht werden. Als Ersatz werden sowohl biologische Herzklappen (z. B. von Schweinen oder einem verstorbenen Spender) als auch mechanische Metallklappen verwendet. Die Metallklappen versprechen eine längere Haltbarkeit. Der Nachteil ist, dass Patienten lebenslang Antikoagulantien einnehmen müssen. Biologische Klappen haben eine eingeschränkte Funktionsdauer, u. U. muss also ein weiterer Klappenersatz erfolgen.

**Herztransplantation und Kunstherz** • Laut der Deutschen Stiftung Organtransplantation (DSO) wurden im Jahr 2018 in Deutschland 318 Herztransplantationen durchgeführt. Menschen, die auf ein Spenderherz angewiesen sind, müssen häufig lange warten, bis ein passender Spender gefunden ist. Um bei schwerstkranken Patienten die Wartezeit zu überbrücken, können Herzunterstützungssysteme (Kunstherz, künstliche Herzpumpen) implantiert werden. Dieses künstliche Herz kann die Herzfunktion so lange unterstützen, bis ein geeignetes Spenderorgan gefunden ist. Die Koordination von Spenderorganen erfolgt in Deutschland durch die DSO in Frankfurt am Main. Eine Transplantation kann nur in wenigen großen Herzzentren durchgeführt werden und ist extrem aufwendig. In Deutschland gibt es derzeit 27 Zentren,

an denen Herzen transplantiert werden. Der Patient muss nach der Operation lebenslang immunsupprimierende Medikamente einnehmen, um eine Abstoßung zu verhindern.

**Operationen bei angeborenen Herzfehlern** • Kleinere angeborene Herzfehler wie Septumdefekte können zum Teil mittels Herzkatheter operiert werden. Größere und komplexere Herzfehler benötigen dagegen eine offen chirurgische Versorgung. Beim sog. hypoplastischen Linksherzsyndrom sind sogar mehrere Operationen notwendig. Da implantiertes Fremdmaterial nicht mit dem Säugling/Kind mitwächst, muss es im Laufe der Jahre mehrfach ausgetauscht werden.

## 44.8.2 Präoperative Pflege

Herzchirurgische Eingriffe erfordern einen hohen technischen Aufwand und können nur in spezialisierten Kliniken erfolgen. Neben der allgemeinen präoperativen Versorgung (S. 743) sind folgende pflegerische Maßnahmen bei Herzoperationen besonders wichtig:

- Patienten müssen postoperative Fertigkeiten einüben, z. B.
  - Umgang mit der Thoraxdrainage
  - Bewegungsabläufe und Regeln zur Schonung des Brustkorbs: Arme nicht über Schulterniveau, keine einseitige Belastung, Aufstehtechniken ohne Drehung des Brustkorbs
  - Pneumonieprophylaxe mittels Triflow
- kardiologische Untersuchungsberichte bereitlegen, z. B. Echokardiografie, Herzkatheteruntersuchung, EKG
- Eine Rasur (Brust, Abdomen, ggf. Bein) wird nur auf Arztanordnung durchgeführt. Laut RKI muss eine Rasur nicht vorgenommen werden.

Häufig kommen Patienten im Rahmen einer Notfallsituation in die Klinik, sodass keine Zeit zum Einüben von postoperativen Fertigkeiten bleibt. In diesem Fall müssen diese Fertigkeiten postoperativ geübt werden.

## 44.8.3 Postoperative Pflege

Die postoperativen Maßnahmen entsprechen den allgemeinen Maßnahmen nach Operationen (S. 751). Besondere Beachtung erfordern die Thoraxdrainage (S. 511) und die OP-Wunde. Die Wunde wird (je nach hausinternem Hygienestandard) bedarfsgerecht, spätestens im 3-Tage-Intervall, aseptisch versorgt.

**Sternotomie** • Bei der Sternotomie wird das Brustbein durchtrennt, damit der Operateur zum Herzen vordringen kann. Am Ende der Operation wird das Brustbein unter der Haut mit Stahldrähten (Cerclage) verschlossen. Damit das Brustbein wieder zusammenwachsen kann, ist das strikte Einhalten der präoperativ eingeübten Bewegungen wichtig. Pflegenden müssen den Patienten immer wieder darauf hinweisen. Allenfalls kann es zur Instabilität des Sternums und zu Wundheilungsstörungen kommen. Besonders adipöse Patienten mit Diabetes sind von diesen Komplikationen häufiger betroffen.

Der Patient sollte darüber informiert werden, dass er über längere Zeit ein postoperatives Druckgefühl im Brustkorb durch die Drähte, mit denen der Brustkorb wieder verschlossen wurde, empfinden kann. Auch ein Taubheitsgefühl in der linken Brust ist relativ lange normal. Es kann durch die Entnahme der Brustwandarterie entstehen.

**Informieren, Schulen, Anleiten, Beraten** • Nach der Entlassung wird der Patient meistens noch durch eine Rehaeinrichtung betreut. Der Patient sollte darüber informiert sein, dass das Brustbein 3 Monate benötigt, um wieder voll belastungsfähig zu sein. Daher sollte er sich auch nach dem Aufenthalt in der Rehaeinrichtung körperlich schonen und auf ruckartige Bewegungen des Brustkorbs verzichten. Die ärztliche Betreuung erfolgt durch einen niedergelassenen Kardiologen. Grundsätzlich sollten alle Patienten zur Risikoreduktion angeregt werden. Hier eignen sich Antiraucherprogramme der Krankenkassen und Ernährungsberatung. Um die körperliche Fitness zu trainieren, sollte der Patient einer Herzsportgruppe beitreten.



### WISSEN TO GO

#### Perioperative Pflege bei Herz-OPs

**Herzoperationen:** koronarer Bypass, Operationen bei erworbenen Herzklappenfehlern, Herztransplantation und Kunstherz, Operationen bei angeborenen Herzfehlern

#### • Präoperative Besonderheiten:

- postoperative Fertigkeiten einüben, z. B. Bewegungsabläufe, Umgang mit Thoraxdrainage, Pneumonieprophylaxe mittels Triflow
- kardiologische Untersuchungsberichte bereitlegen
- Rasur von Brust und Abdomen, ggf. Bein, bei koronarem Bypass

- **Postoperative Besonderheiten:** Thoraxdrainage und OP-Wunde (aseptischer Verbandwechsel, spätestens im 3-Tage-Intervall). Bei Sternotomie: präoperative eingeübte Fertigkeiten strikt einhalten, (einseitige) Brustkorbbelastung 3 Monate meiden