

Endspurt Klinik

Innere und Chirurgie

Skript 1

3. Auflage

Herz-Kreislauf-System
Gefäße

Tipp: Die IMPP-
Fragen zu jedem
Lernpaket gibt's
in via medici



Endspurt Klinik

Innere und Chirurgie

Skript 1

Herz-Kreislauf-System, Gefäße

3., vollständig überarbeitete Auflage

102 Abbildungen



Georg Thieme Verlag
Stuttgart • New York

Autoren/Fachbeiräte

Herz-Kreislauf-System:

Dr. med. Alexander M. **Sattler**
Internistische Gemeinschaftspraxis
Obermühlsweg 1
35216 Biedenkopf
Deutschland

Gefäße:

Prof. Dr. med. Federico **Tatò**
Gefäßpraxis im Tal
Tal 13
80331 München
Deutschland

Bibliografische Information der Deutschen Nationalbibliothek

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

Wichtiger Hinweis: Wie jede Wissenschaft ist die Medizin ständigen Entwicklungen unterworfen. Forschung und klinische Erfahrung erweitern unsere Erkenntnisse, insbesondere was Behandlung und medikamentöse Therapie anbelangt. Soweit in diesem Werk eine Dosierung oder eine Applikation erwähnt wird, darf der Leser zwar darauf vertrauen, dass Autoren, Herausgeber und Verlag große Sorgfalt darauf verwandt haben, dass diese Angabe **dem Wissensstand bei Fertigstellung des Werkes** entspricht.

Für Angaben über Dosierungsanweisungen und Applikationsformen kann vom Verlag jedoch keine Gewähr übernommen werden. **Jeder Benutzer ist angehalten**, durch sorgfältige Prüfung der Beipackzettel der verwendeten Präparate und gegebenenfalls nach Konsultation eines Spezialisten festzustellen, ob die dort gegebene Empfehlung für Dosierungen oder die Beachtung von Kontraindikationen gegenüber der Angabe in diesem Buch abweicht. Eine solche Prüfung ist besonders wichtig bei selten verwendeten Präparaten oder solchen, die neu auf den Markt gebracht worden sind. **Jede Dosierung oder Applikation erfolgt auf eigene Gefahr des Benutzers.** Autoren und Verlag appellieren an jeden Benutzer, ihm etwa auffallende Ungenauigkeiten dem Verlag mitzuteilen.

1. Auflage 2013

2. Auflage 2018

© 2013, 2021 Georg Thieme Verlag KG

Rüdigerstr. 14
70469 Stuttgart
Deutschland
www.thieme.de

Printed in Germany

Umschlaggestaltung: Thieme Group
Satz: L42 AG, Berlin; gesetzt aus: PTC APP
Druck: AZ Druck und Datentechnik GmbH, Kempten

ISBN 978-3-13-243039-6

1 2 3 4 5 6

Auch erhältlich als E-Book:
eISBN (PDF) 978-3-13-243040-2
eISBN (epub) 978-3-13-243041-9

Marken, geschäftliche Bezeichnungen oder Handelsnamen werden nicht in jedem Fall besonders kenntlich gemacht. Aus dem Fehlen eines solchen Hinweises kann nicht geschlossen werden, dass es sich um einen freien Handelsnamen handelt.

Das Werk, einschließlich aller seiner Teile, ist urheberrechtlich geschützt. Jede Verwendung außerhalb der engen Grenzen des Urheberrechtsgesetzes ist ohne Zustimmung des Verlages unzulässig und strafbar. Das gilt insbesondere für Vervielfältigungen, Übersetzungen, Mikroverfilmungen oder die Einspeicherung und Verarbeitung in elektronischen Systemen.

Wo datenschutzrechtlich erforderlich, wurden die Namen und weitere Daten von Personen redaktionell verändert (Tarnnamen). Dies ist grundsätzlich der Fall bei Patienten, ihren Angehörigen und Freunden, z.T. auch bei weiteren Personen, die z.B. in die Behandlung von Patienten eingebunden sind.

Um den Lesefluss zu erhalten, wird im Nachfolgenden in der Regel die maskuline Geschlechtsform verwendet. Sie bezieht alle Geschlechter gleichermaßen mit ein.

Auf zum Endspurt!

Es ist so weit: Nach den ganzen Strapazen der letzten Jahre liegt die Ziellinie jetzt vor Ihnen. Nur die letzte Hürde im Studium, die 2. ÄP, steht noch an. Doch nach den unzähligen durchlernten Nächten, der wenigen Freizeit und all dem Stress haben Sie mittlerweile wirklich keine Lust mehr, dicke Bücher zu wälzen, um sich prüfungsfit zu machen?! Dann sind unsere Klinik-Skripte genau das Richtige für Ihren Endspurt! Denn hier finden Sie **alle Fakten für alle Fächer**, die Ihnen im Examen abverlangt werden! Kurz gefasst und leicht verständlich zeigen Ihnen unsere Skripte, worauf es dem IMPP wirklich ankommt!

Lernpakete. Wir haben den gesamten Stoff für Sie in Einheiten unterteilt, die Sie jeweils an einem Tag durcharbeiten können. Mit diesem Plan sind Sie in **90 Tagen** mit unseren Skripten durch und dann bestens vorbereitet auf die 2. ÄP. Die Lernpakete sind natürlich nur ein Vorschlag unsererseits, wie Sie Ihr Lernpensum gestalten. Denn wie schnell Sie beim Lernen vorankommen, hängt natürlich maßgeblich von Ihrem Vorwissen und Ihrer persönlichen Lerngeschwindigkeit ab.

Prüfungsrelevante Inhalte. Damit Sie genau wissen, was Sie können müssen, und das auch auf den ersten Blick erkennen, haben wir **alle Antworten auf die Prüfungsfragen des IMPP gelb hervorgehoben**. Die Markierung umfasst alle zwischen dem Frühjahrsexamen 2008 und dem Herbstexamen 2019 gestellten Fragen. So sind Sie für die Prüfung bestens gewappnet, und Altfragen werden kein Problem mehr darstellen.

Kreuzen. Kreuzen. Kreuzen. Kreuzen ist das A und O, denn so bekommen Sie ein Gefühl für die IMPP-Fragen! Auf **viamedici.thieme.de** haben wir daher für Sie **individuelle Prüfungssitzungen** zusammengestellt, die exakt auf unsere Lernpakete zugeschnitten sind. Sie können also – nachdem Sie ein Lernpaket gelernt haben – auf examen online die passenden Fragen dazu kreuzen und so Ihren eigenen Lernfortschritt überprüfen. In den Prüfungssitzungen werden regelmäßig alle neuen Examina ergänzt, sodass Ihnen keine einzige Frage entgeht!

Mit „Endspurt“ können Sie also **sicher sein**, dass Sie wirklich den **gesamten prüfungsrelevanten Stoff gelernt** haben!

PRÜFUNGSHIGHLIGHTS



Die wichtigsten Infos zu den geprüften Inhalten sind noch einmal als **Prüfungshighlights** zusammengefasst. Die **Anzahl der !** zeigt Ihnen, wie oft das IMPP bestimmte Inhalte abgefragt hat:

- **!** Hierzu gab es 1 Frage.
- **!!** 2 bis 3 Fragen wurden dazu gestellt.
- **!!!** Dieses Thema kam 4-mal oder noch öfter vor.

LERNTIPP



In unseren **Lerntipps** machen wir Sie auf **IMPP-Vorlieben** und typische **„Schlagworte“** in den Prüfungsfragen aufmerksam und nennen Ihnen Tipps und Tricks, um die Labor- oder Bildbefunde schnell und richtig zu interpretieren. Daneben gibt es Infos, worauf es v. a. in der **mündlichen Prüfung** ankommt, und **Eselsbrücken**, mit denen Sie sich bestimmte Fakten noch einfacher merken können. Auch verschiedene Zusammenhänge werden noch einmal veranschaulicht, damit Sie sich die Antworten leichter herleiten können.

BEISPIEL

Mit unseren **Beispielen** zeigen wir Ihnen ganz konkret, womit Sie in der Prüfung konfrontiert werden. Hier können Sie z. B. epidemiologische Rechenaufgaben lösen und das Interpretieren von Laborwerten üben.

PRAXIS In den **Praxistipp-Kästen** finden Sie Fakten, die Sie später in der Klinik brauchen werden und die Sie sich unabhängig von den IMPP-Vorlieben merken sollten.

Damit Sie zusätzlich Zeit beim Lernen sparen und die zusammengehörigen Inhalte „an einer Stelle“ haben, wurden die Fächer **Innere Medizin** und **Chirurgie** zusammengelegt. Die chirurgischen Inhalte können Sie an dem roten Strich am Rand (**OP-Technik**) sofort erkennen und so das Fach Chirurgie auch separat lernen, wenn Sie das lieber möchten.

Auch die übergreifenden Fächer Klinische Pathologie, Pharmakologie und Radiologie sind direkt bei den jeweiligen Krankheitsbildern integriert, aber nicht extra gekennzeichnet.

Im Kleindruck finden alle, die's ganz genau wissen wollen, vertiefende Infos und Fakten.

Fehlerteufel. Alle Texte wurden von ausgewiesenen Fachleuten gegengelesen. Aber: Viele Augen sehen mehr! Sollten Sie in unseren Skripten über etwas stolpern, das so nicht richtig ist, freuen wir uns über jeden Hinweis! Schicken Sie die Fehlermeldung bitte an studenten@thieme.de oder folgen Sie dem Link www.thieme.de/endspurt-klinik. Wir werden dann die Errata sammeln, prüfen und Ihnen die Korrekturen unter www.thieme.de/endspurt-klinik zur Verfügung stellen. Und für den Fall, dass Ihnen unser Produkt gefällt, dürfen Sie uns das selbstverständlich auch gerne wissen lassen! ☺

Alles Gute und viel Erfolg für Ihr Examen
Ihr Endspurt-Team

Inhaltsverzeichnis

Herz-Kreislauf-System



LERNPAKET 1

1 Grundlagen	7
1.1 Diagnostik	7
1.2 Kardiochirurgische Prinzipien	15
2 Herzinsuffizienz	17
2.1 Grundlagen	17
2.2 Klinik und Komplikationen	19
2.3 Diagnostik	20
2.4 Differenzialdiagnosen	20
2.5 Therapie	21

LERNPAKET 2

3 Herzrhythmusstörungen	24
3.1 Grundlagen	24
3.2 Bradykarde Herzrhythmusstörungen	27
3.3 Tachykarde Herzrhythmusstörungen	32

LERNPAKET 3

4 Koronare Herzerkrankung (KHK)	45
4.1 Grundlagen	45
4.2 Klinik und Diagnostik	46
4.3 Therapie	47
4.4 Prognose	50

5 Akutes Koronarsyndrom (instabile AP und Myokardinfarkt)	51
5.1 Grundlagen	51
5.2 Klinik und Komplikationen	51
5.3 Diagnostik	52
5.4 Therapie und Prognose	57
5.5 Prognose	58

LERNPAKET 4

6 Herzfehler	59
6.1 Angeborene Herzfehler	59
6.2 Erworbene Herzklappenfehler	62

LERNPAKET 5

7 Erkrankungen des Myokards	70
7.1 Kardiomyopathien	70
7.2 Myokarditis	74
8 Perikarderkrankungen	74
8.1 Akute Perikarditis	74
8.2 Chronische Perikarditis	76
8.3 Perikarderguss	76
9 Endokarderkrankungen	77
9.1 Infektiöse Endokarditis	77
9.2 Endokarditisprophylaxe	79
9.3 Rheumatisches Fieber	80
9.4 Nichtinfektiöse Endokarditis	81
10 Tumoren und Verletzungen des Herzens	81
10.1 Herztumoren	81
10.2 Verletzungen des Herzens	82
11 Arterielle Hypertonie	82
11.1 Grundlagen	82
11.2 Primäre arterielle Hypertonie	85
11.3 Sekundäre arterielle Hypertonie	85
11.4 Hypertensiver Notfall	86
12 Arterielle Hypotonie und orthostatische Dysregulation	87

Gefäße



Foto: K. Olney, Themed Group

LERNPAKET 6

13 Arterielles Gefäßsystem	88
13.1 Spezielle Diagnostik des arteriellen Gefäßsystems.	88
13.2 Gefäßchirurgische Grundlagen	91
13.3 Arteriosklerose	91
13.4 Akuter und chronischer Arterienverschluss	94
13.5 Funktionelle Durchblutungsstörungen (funktionelle Arteriopathien)	103
13.6 Aneurysmen und Dissektionen	104
13.7 Arteriovenöse Fisteln	110
13.8 Gefäßverletzung	111

LERNPAKET 7

14 Venöses Gefäßsystem	112
14.1 Grundlagen	112
14.2 Varikosis	114
14.3 Thrombophlebitis	116
14.4 Phlebothrombose	117
14.5 Postthrombotisches Syndrom	124
14.6 Chronisch-venöse Insuffizienz (CVI)	125
15 Lymphgefäßsystem	127
15.1 Spezielle Diagnostik im Lymphsystem	127
15.2 Lymphangitis und Lymphadenitis	127
15.3 Lymphödem	127
16 Gefäßtumoren	129
16.1 Benigne Gefäßtumoren	129
16.2 Maligne Gefäßtumoren	130
Sachverzeichnis	131

Herz-Kreislauf-System



LERNPAKET 1

Foto: K. Oborny, Thieme Gruppe

1 Grundlagen

1.1 Diagnostik

Erkrankungen des Herz-Kreislauf-Systems sind in den westlichen Industrienationen die **häufigste Todesursache**. Jeder zweite Todesfall ist auf eine Herz-Kreislauf-Erkrankung zurückzuführen. Die Inzidenz von Herz-Kreislauf-Erkrankungen nimmt mit dem Alter zu und ist eng an **Risikofaktoren** gekoppelt. Prävention, frühzeitige Diagnosestellung und rechtzeitige Therapie verbessern Prognose und Lebensqualität des Patienten.

Eine gute **Anamneseerhebung** und **körperliche Untersuchung** tragen entscheidend zur Diagnosestellung bei.

1.1.1 Anamnese

In der Anamnese sollte geachtet werden auf:

- die aktuellen Beschwerden: Einschränkung der körperlichen Leistungsfähigkeit (Atemnot ab welchem Belastungsgrad?), Schwindel, Synkopen, Palpitationen (wahrgenommene Herzschläge) bis hin zum Herzrasen, Ödemneigung (abends dicke Beine?), Nykturie, gastrointestinale Beschwerden, Angina pectoris (S.46), nächtlicher Husten, unklares Fieber, Gewichtsveränderungen sowie Atemnot beim Schlafen (Schlafen mit erhöhtem Oberkörper?)

- kardiovaskuläre Risikofaktoren (S.93)
- Vorerkrankungen in der Eigenanamnese
- Herz-Kreislauf-Erkrankungen in der Familienanamnese
- die Einnahme von Medikamenten oder Drogen.

1.1.2 Körperliche Untersuchung

Inspektion: Im Rahmen der Inspektion gilt es zu achten auf:

- Atemfrequenz
- Zyanosezeichen an Lippen und Zunge
- Halsvenenstauung
- hepatojugulären Reflux
- konjunktivale Blutungen
- Xanthome (subepidermale Fetteinlagerungen an den Streckseiten der Extremitäten) und Xanthelasmen (gelbliche subepidermale Fetteinlagerungen an den Lidern)
- Teleangiektasien (Erweiterungen oberflächlicher Hautgefäße insbesondere an Wangen und Nase, die mit dem Glasspatel wegdrückbar sind; als sog. Sahli-Gefäßgirlanden auch unter dem Rippenbogen, z. B. bei Lungenemphysem)
- abdominelle Stauungszeichen: Hepatomegalie, Leberdruckschmerz, Gefäßzeichnungen, Aszites, Meteorismus

Tab. 1.1 Wichtige Pulsqualitäten

Pulsqualität	Definition	Erkrankung
Pulsus parvus et tardus	langsamer Puls mit kleiner Amplitude	Aortenklappenstenose
Pulsus celer et altus	schneller Puls mit großer Amplitude	Aortenklappeninsuffizienz
Pulsus paradoxus	inspiratorischer RR-Abfall > 10 mmHg	Perikardtamponade, Pericarditis constrictiva
Pulsus durus	harter Puls	arterielle Hypertonie
Pulsus mollis	weicher Puls	arterielle Hypotonie

- Ödeme
- Stauungsdermatose
- Uhrglasnägel und Trommelschlägelfinger.

Palpation: Palpatorisch überprüft werden:

- **Herzspitzenstoß:** i. d. R. links im 5. ICR in der Medioklavikularlinie tastbar. Bei Linksherzinsuffizienz bzw. Kardiomegalie verlagert er sich nach lateral.
- **Schwirren:** Tritt bei sehr lautem Herzgeräusch auf (am besten mit aufgelegter flacher Hand zu fühlen).
- **Pulsstatus** von A. carotis, A. radialis, A. femoralis, A. poplitea, A. tibialis posterior und A. dorsalis pedis. Beurteilt werden Rhythmus, Charakter und Frequenz.
- **Ödeme:** Treten typischerweise an der unteren Extremität auf und sind wegdrückbar (→ Dellenbildung nach Fingerdruck).
- **Lebergröße und Aszites:** Eine Rechtsherzinsuffizienz führt zu einer stauungsbedingten Hepatomegalie. Bei Aszites tritt typischerweise das Fluktuationswellenphänomen auf.

LERNTIPP

In den Fallbeispielen werden Ihnen bei den verschiedenen Erkrankungen des Öfteren die dazugehörigen Pulsqualitäten unterkommen (Tab. 1.1). Verschaffen Sie sich daher jetzt schon einen Überblick!

PRAXIS Die peripheren Pulse eignen sich nur bedingt dafür, die Herzfrequenz zu beurteilen, da bei Tachyarrhythmien oder früh einfallenden Extrasystolen ein **Pulsdefizit** vorliegen kann. Zur Bestimmung eines Pulsdefizites palpiert man den Puls und auskultiert parallel das Herz. Herzaktionen, auf die kein Puls folgt, sind Zeichen eines Pulsdefizits.

Perkussion: Sie dient der Bestimmung der absoluten bzw. **relativen Herzgrenzen**, der **Lebergröße** und zum Nachweis eines **Aszites** (Flankendämpfung).

Auskultation: Tab. 1.2 gibt eine Übersicht über die Auskultationsorte der einzelnen Herzklappen. Über dem Erb'schen Punkt (3. ICR parasternal links) sind die meisten Herztöne und Herzgeräusche hörbar.

LERNTIPP

Die Auskultationspunkte und die dazugehörigen Herzklappen können Sie sich mit folgendem Spruch merken: „Anton Pulmonalis trinkt (3 Liter) Milch um 22.45 Uhr.“ Die 3 Liter stehen dann für den Erb'schen Punkt (3. ICR links).

Tab. 1.2 Auskultationspunkte der Herzklappen

Herzklappe	Punctum maximum (P. m.)
Aortenklappe	2. ICR rechts parasternal
Pulmonalklappe	2. ICR links parasternal
Mitralklappe	4./5. ICR in der linken Medioklavikularlinie
Trikuspidalklappe	4. ICR rechts parasternal

Herztöne: Der **1. Herztön** (HT) kennzeichnet den **Schluss der Segelklappen** und damit das Ende der Diastole. Er entsteht durch die Vibration der Klappensegel und der Ventrikel. Im EKG liegt er kurz nach Beginn des QRS-Komplexes.

Der **2. HT** entsteht durch den **Taschenklappenschluss**. Er ist kürzer und heller als der 1. HT und im EKG am Ende der T-Welle gelegen.

Der **3. HT** entspricht der frühdiastolischen Ventrikelfüllung und tritt infolge schneller Kammerfüllung oder verminderter diastolischer Dehnbarkeit auf. Er ist tieffrequent und leise mit P. m. über der Herzspitze. Physiologisch ist der 3. HT bei Jugendlichen, **pathologisch bei erhöhtem Füllungsdruck z. B. bei Herzinsuffizienz oder Mitralsuffizienz**.

Der **4. HT** entsteht durch die spätdiastolische Vorhofkontraktion (bei Sinusrhythmus) mit P. m. über der Trikuspidalklappe. Auch er kann bei Jugendlichen physiologisch sein. Ein pathologischer 4. HT tritt bei erhöhtem ventrikulärem Füllungsdruck auf.

Der sog. **Austreibungston** (ejection click) ist ein frühsystolischer Gefäßdehnungston der Aorta (0,05–0,09 s nach dem 1. HT). Er entsteht durch zusammengewachsene Semilunarklappensegel, durch die die Öffnungsbewegung der Taschenklappen abrupt behindert wird (z. B. bei Aorten- bzw. Pulmonalklappenstenose). Ein **systolischer Klick** ist typisch für einen **Mitralklappenprolaps**.

LERNTIPP

Rekapitulieren Sie die Entstehung der einzelnen Herztöne und deren Vorkommen (3. und 4. HT) noch einmal; das Thema wird gerne am Krankenbett geprüft!

Herzgeräusche sind auf Turbulenzen im Blutstrom zurückzuführen. Sie werden nach Lautstärke, Geräuschart, Frequenz, zeitlicher Lage zu den Herztönen und ihrer Fortleitung charakterisiert. Man unterscheidet:

- **akzidentelle Geräusche:** Sie kommen bei Herzgesunden vor, insbesondere bei Kindern und Jugendlichen, sind eher leise (< 3/6) und treten hauptsächlich in der Systole auf.
 - **funktionelle Geräusche:** Sie entstehen durch Hyperzirkulation z. B. bei Hyperthyreose, Sepsis, Fieber, Anämie oder Schwangerschaft.
 - pathologische Herzgeräusche.
- Die **Lautstärke** wird anhand einer Sechser-Skala (1/6–6/6) mit P. m. über der betreffenden Klappe beschrieben.
- 1/6 ist nur mit Mühe hörbar
 - 2/6 leise, aber sofort hörbar
 - 3/6 ist laut, aber noch ohne Schwirren
 - 4/6 mit Schwirren
 - 5/6 ist sehr laut, jedoch nur mit aufgelegtem Stethoskop hörbar
 - 6/6 ist ohne Stethoskop auf Distanz hörbar.
- Das **Geräusch** kann darüber hinaus **decrecendo-, crescendo-, spindel-** oder **bandförmig** sein sowie **proto-, meso-, spät-** oder **holosystolisch-/diastolisch** bzw. auch kontinuierlich (sog. systolisch-

diastolisches Maschinengeräusch) auftreten. Man unterscheidet hochfrequente von mittel- oder niederfrequenten Geräuschen. Eine **Fortleitung** ist beispielsweise in die Karotiden (bei Aortenstenose) oder in die Axilla (bei Mitralinsuffizienz) möglich.

PRAXIS Höherfrequente Töne und Geräusche sind besser mit der Membran, niedrigere Frequenzen (z. B. bei erhöhtem transvalvulärem Blutfluss) besser mit dem Trichter zu hören. Eine rasche Volumenbelastung (Anheben der Beine, z. T. auch schon durch Inspiration) verstärkt viele Töne und Geräusche. Auch kann die Lagerung in Linksseitenlage oder mit nach vorne gebeugtem Oberkörper zu einer Verstärkung insbesondere von Mitral- und Aortenklappengeräuschen führen.

Gewöhnen Sie sich früh eine systematische Beschreibung von Herzgeräuschen an; zuerst wird das Herzgeräusch beschrieben – dann eine Verdachtsdiagnose geäußert!

PRÜFUNGSHIGHLIGHTS

- **! Herz-Kreislauf-Erkrankungen** sind die **häufigste Todesursache** in Deutschland.
- **! Ein 3. HT** tritt bei Herzinsuffizienz durch den erhöhten Füllungsdruck auf.
- **! Die Aortenklappe** wird im 2. ICR rechts parasternal auskultiert.
- **! Akzidentielle systolische Herzgeräusche** haben keinen Krankheitswert und treten insbesondere bei Kindern und Jugendlichen auf.

1.1.3 Apparative Diagnostik

Blutdruckmessung

Den Blutdruck sollte man am besten mehrmals und zu unterschiedlichen Zeiten bzw. Gelegenheiten messen. Dabei gilt es, darauf zu achten, dass der Ellbogen leicht gebeugt wird und die Manschette sich etwa in Herzhöhe befindet. Wichtig sind eine ruhige Umgebung und die korrekte Manschettenbreite. Man sollte außerdem den Patienten den Blutdruck zuhause selbst messen lassen und die verschiedenen Werte miteinander vergleichen. Hierdurch kann eine sog. Weißkittelhypertonie aufgedeckt werden (erhöht gemessene Werte beim Arzt bei normalen Werten im Rahmen der häuslichen Messung). Messfehler:

- **zu hohe Werte:** zu schmale Manschette im Vergleich zum Oberarm, gestreckter Arm, Manschette deutlich unter Herzniveau angelegt, Mönckeberg-Mediasklerose
- **zu niedrige Werte:** zu gering aufgepumpte Manschette.

Der Blutdruck sollte immer **an beiden Armen** gemessen werden, da Blutdruckunterschiede bestehen können. Typische Beispiele: Stenose der A. subclavia oder des Truncus brachiocephalicus, Umfangsdifferenz zwischen rechtem und linkem Arm.

Auch zwischen oberer und unterer Extremität können Blutdruckunterschiede bestehen, z. B.:

- **Blutdruck der oberen Extremität im Vergleich zur unteren Extremität deutlich erhöht:** Aortenisthmusstenose distal des Abgangs der A. subclavia sinistra.

Mittels Langzeit-Blutdruckmessung können hormonell bedingte Blutdruckschwankungen (verändertes Tag-Nacht-Profil) nachgewiesen werden. Die aktuelle Leitlinie der Deutschen Hochdruckliga definiert folgende **Grenzwerte für die arterielle Hypertonie bei 24-Stunden-Blutdruckmessung:**

- Tagesmittelwert $\geq 130/80$ mmHg
- tagsüber $\geq 135/85$ mmHg
- nachts $\geq 120/70$ mmHg

PRÜFUNGSHIGHLIGHTS

- **! Messfehler** und **Blutdruckabweichungen** zwischen den Extremitäten.
- **! Grenzwerte** für die arterielle Hypertonie bei **24-Stunden-Blutdruckmessung**.

Elektrokardiogramm (EKG)

Das EKG (Abb. 1.1) zeichnet elektrische Potenzialschwankungen während der De- und Repolarisationsphase der Herzmuskelzelle auf und gibt damit die elektrische Aktivität des Myokards wieder. Die Potenzialdifferenzen werden an der Körperoberfläche mit verschiedenen Ableitungen registriert. Man unterscheidet die Extremitätenableitung nach **Einthoven I, II, III** (bipolar), **Goldberger aVF, aVL, aVR** (unipolar) sowie die Thoraxwandableitungen nach **Wilson (V₁–V₆, unipolar, Abb. 1.2).**

Die Ausschläge im EKG entsprechen dabei der Erregungsausbreitung:

- **P-Welle** ($<0,1$ s, $<0,25$ mV): Erregungsausbreitung in den Vorhöfen (erst rechts, dann links)
- **PQ-Zeit** (0,12–0,2 s): vollständige Vorhof-Erregung und Überleitung der Erregung auf die Kammer (AV-Knoten-Verzögerung)
- **QRS-Komplex** (0,06–0,1 s): Entspricht der Kammererregung. Die Rückbildung der Vorhoferregung fällt mit dem QRS-Komplex zusammen. Dabei ist die **Q-Zacke** als erster negativer Ausschlag definiert und zeigt die Erregungsausbreitung im Sep-

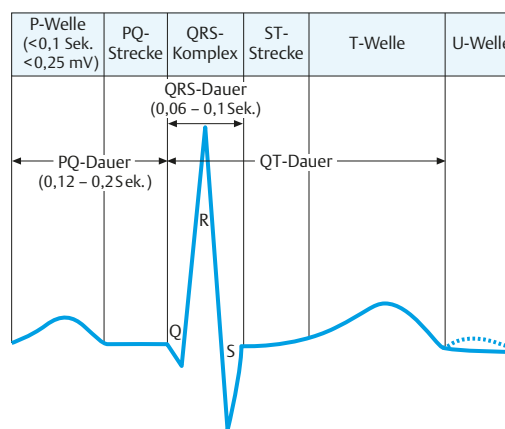


Abb. 1.1 Normales EKG. [aus Baenkler et al., Kurzlehrbuch Innere Medizin, Thieme, 2015]

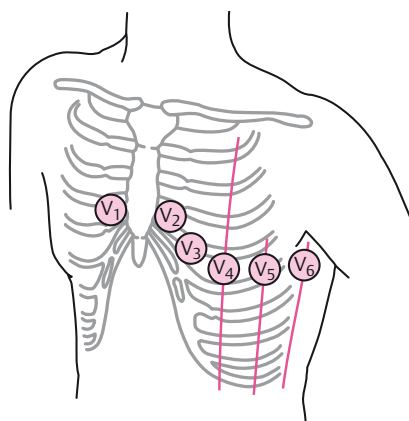


Abb. 1.2 Lokalisation der Brustwandableitungen. [aus Hamm, Willem, Checkliste EKG, Thieme, 2014]

tum. Die positive **R-Zacke** repräsentiert die Ventrikeldepolarisation von der Herzbasis zur Herzspitze. Die S-Zacke ist der negative Ausschlag nach der R-Zacke und entspricht der Erregung epikardnaher Anteile.

- **ST-Strecke** (isoelektrisch): vollständige Erregung der Ventrikel
- **T-Welle**: Sie repräsentiert die Ventrikelrepolarisation.
- **QT-Zeit**: Sie dauert vom Beginn Q bis zum Ende T und ist stark frequenzabhängig. Die QT-Zeit steht für die Gesamtdauer der elektrischen Aktivierung der Kammern. Als Faustregel gilt, dass die T-Welle vor der Hälfte der Distanz zwischen 2 R-Zacken beendet sein sollte. Beim Long-QT-Syndrom (S.42) besteht eine pathologische Verlängerung der QT-Zeit; dies kann angeboren (Ionenkanalerkrankung) oder erworben (z.B. Nebenwirkung bestimmter Medikamente) sein.

Die sog. **vulnerable Phase** kennzeichnet die relative Refraktärphase, in der ein eintreffender elektrischer Impuls Kammerflimmern induzieren kann. Sie liegt im Auf- und beginnenden Abstrich der T-Welle.

Analyse des EKGs

LERNTIPP

Mit großer Wahrscheinlichkeit werden Sie im Rahmen der Prüfung ein EKG vorgelegt bekommen, das Sie befunden müssen. Daher sollten Sie EKG-technisch so fit wie möglich sein. Wichtig ist, dass Sie dabei immer systematisch vorgehen – das macht v. a. auch in der mündlichen Prüfung einen guten Eindruck und hilft Ihnen, nichts zu übersehen. Ideal ist es natürlich, wenn Sie sich an dieser Stelle die Grundlagen noch einmal in Erinnerung rufen und wiederholen, wie man Rhythmus, Frequenz, Lagetyp etc. bestimmt. Vermeiden Sie das frühzeitige Stellen von Diagnosen (z. B.: „Das ist Vorhofflimmern“) und gehen Sie stattdessen deskriptiv vor („Es handelt sich um eine unregelmäßige Schmal-komplextachykardie“).

Folgende Parameter werden bestimmt:

- **Rhythmus**: Besteht ein Sinusrhythmus (→ folgt jeder P-Welle ein QRS-Komplex?) oder eine Arrhythmie?
- **Frequenz**: Um die Herzfrequenz zu ermitteln, bestimmt man den Abstand zwischen 2 aufeinanderfolgenden R-Zacken oder verwendet ein EKG-Lineal. Bei der Befundung ist es wichtig, dass man die **Papiergeschwindigkeit** beachtet (i. d. R. 50 mm/s, seltener 25 mm/s). Bei einer Schreibgeschwindigkeit von 50 mm/s entsprechen **1 mm**: 0,02 s und **5 mm**: 0,1 s (1 mm bei 25 mm/s: 0,04 s).
- **Lagetyp**: s. u.
- **Zeitintervalle**: PQ-Zeit: 0,12–0,2 s, QRS < 0,12 s, QT ist frequenzabhängig.
- **Amplituden**
- **Form der einzelnen Wellen und Zacken**.

Bestimmung des Lagetyps: Der Lagetyp des Herzens (= elektrische Herzachse) ergibt sich aus der Richtung, in die sich die elektrische Erregung hauptsächlich ausbreitet (→ Hauptvektor von QRS). Für die Lagebestimmung vergleicht man die Amplitude von R mit derjenigen von S. In jeder Ableitung findet sich ein vorwiegend positiver oder negativer Ausschlag (sog. Nettovektor). Dieser Nettovektor bezeichnet die Lage des Hauptvektors. Man sucht jetzt den höchsten R-Ausschlag in den Ebenen I, II, III, aVL, aVF oder aVR und vergleicht ihn mit dem Cabrera-Kreis (Tab. 1.3, Abb. 1.3). Man kann den Lagetyp auch ohne Cabrera-Kreis bestimmen:

- 1. Schritt: **Vergleichen** Sie die **Nettovektoren** in den Ableitungen I, II und III. Sind alle Ableitungen positiv, dann gibt es 2 Möglichkeiten:
 - Steiltyp, wenn **III > I**
 - Indifferenztyp, wenn **I > III**
- 2. Schritt: Beurteilen Sie **Ableitung II**
 - Sie ist **positiv**.
 - Linkstyp, wenn auch aVL positiv ist
 - Rechtstyp, wenn aVL negativ ist
 - Sie ist **negativ**.
 - überdrehter Linkstyp, wenn aVL positiv ist
 - überdrehter Rechtstyp, wenn aVL negativ ist.

Tab. 1.3 Lagetypen im EKG

Lagetyp	QRS-Komplex	Auftreten
überdrehter Rechtstyp	überwiegend positiver Ausschlag in III, tief negativ in I	bei starker Rechtsherzbelastung
Rechtstyp	hoch positiver Ausschlag in II und III, negativ in I	physiologisch bei Kindern, bei Erwachsenen Zeichen einer Rechtsherzbelastung
Steiltyp	niedrig positiv in I, hoch positiv in II und III (III > I)	physiologisch bei Jugendlichen Zeichen einer Rechtsherzbelastung
Normtyp (Indifferent- oder Mitteltyp)	hoch positiv in I und II, flachpositiv in III (I > III)	physiologisch bei Erwachsenen und Jugendlichen
Linkstyp	höchste R-Amplitude in I, überwiegend positiv auch in II, überwiegend negativ in III	physiologisch bei Erwachsenen, bei Adipositas Zeichen einer Linksherzbelastung (z. B. Aortenstenose, arterielle Hypertonie)
überdrehter Linkstyp	hoch positiv in I, überwiegend negativ in II, tief negativ in III	bei linksanteriorem Hemiblock, Linksherzhypertrophie, VSD
Sagittaltyp	Amplituden von R und S sind in den meisten Ableitungen ausgeglichen	physiologisch oder bei Rechtsherzbelastung
S _I -/S _{II} -/S _{III} -Typ	in allen Extremitäten-Ableitungen sind deutliche S-Zacken nachweisbar	physiologisch (konstitutionell), bei abnormer Thoraxkonfiguration oder bei Rechtsherzbelastung
S _I -Q _{III} -Typ	tiefes S in Ableitung I und tiefes Q in Ableitung III	physiologisch (konstitutionell), bei abnormer Thoraxkonfiguration oder bei Rechtsherzbelastung

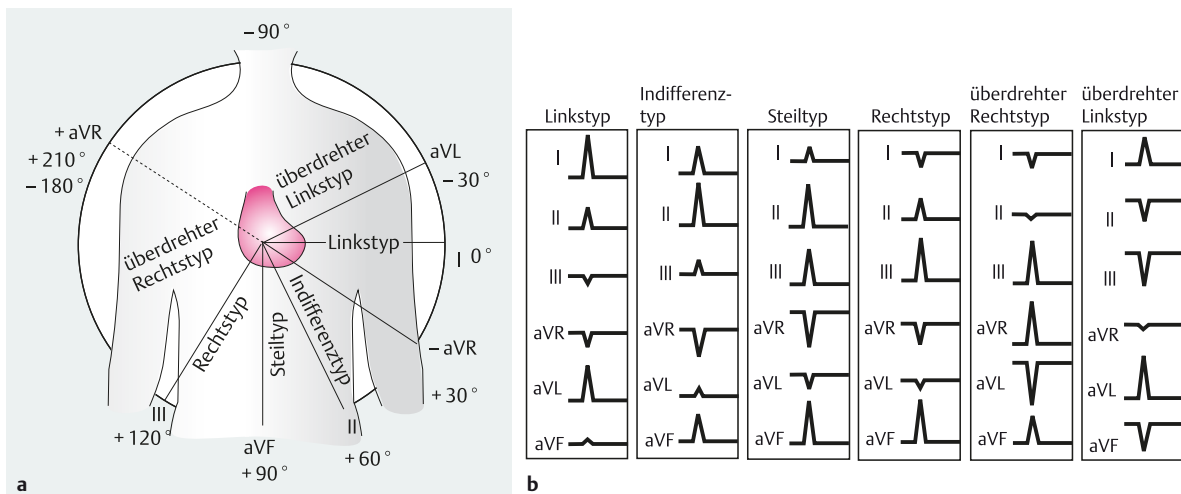


Abb. 1.3 Bestimmung der elektrischen Herzachse und der Lagetypen. a Cabrera-Kreis. b Lagetypen. [a: aus Schuster, Trappe, EKG-Kurs für Isabel, Thieme, 2017; b: aus Hamm, Willems, Checkliste EKG, Thieme, 2014]

LERNTIPP

Üben Sie die Lagebestimmung im EKG; das IMPP fragt gerne danach! Oft reicht hierfür bereits die Beurteilung der Nettovektoren in I, II und III. Versuchen Sie es gleich mal mit Abb. 1.4!

Hypertrophiezeichen: Anhand des QRS-Komplexes lassen sich darüber hinaus **Hypertrophiezeichen** nachweisen. Hierfür wird häufig der **Sokolow-Lyon-Index** verwendet. Er wird berechnet, indem die Amplitudenhöhen von R und S in den entsprechenden Ableitungen addiert werden. Seine Sensitivität ist allerdings begrenzt (**Cave:** Fehldiagnose bei asthenischem Körperbau).

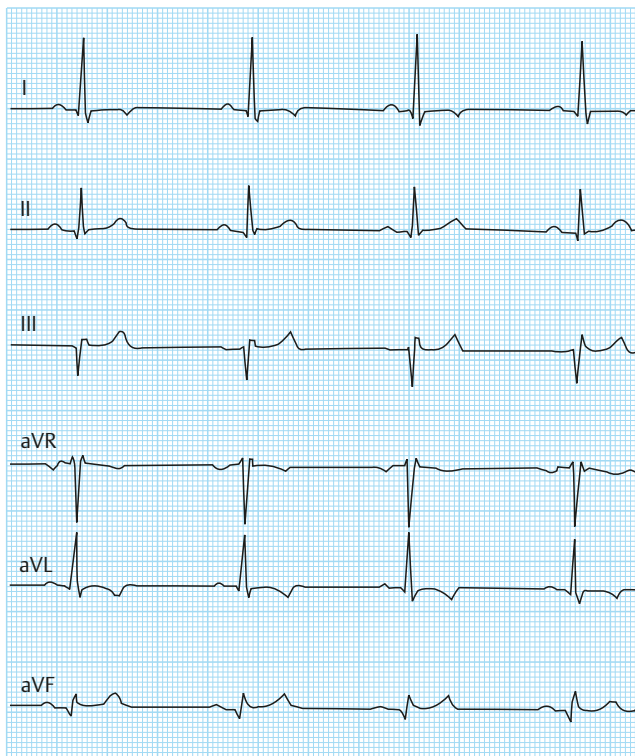


Abb. 1.4 Übungs-EKG (25 mm/s). Es besteht eine Sinusbradykardie (Frequenz 44/min), der Rhythmus ist regelmäßig, Linkslagetyp. Es besteht ein AV-Block I. Grades; P-Welle und QRS-Komplexe sind normal konfiguriert (nicht maßstabsgetreue Darstellung). [aus Hamm, Willems, Checkliste EKG, Thieme, 2014]

- **Linksherzhypertrophiezeichen:** Sokolow-Lyon-Index mit S in V_1 oder 2 + R in V_5 oder 6 $> 3,5$ mV (Abb. 1.5) bzw. Lewis-Index mit $(R_I - S_I) + (S_{III} - R_{III}) > 1,7$ mV.
- **Rechtsherzhypertrophiezeichen:** Sokolow-Lyon-Index mit R in V_1 oder 2 + S in V_5 oder 6 $> 1,05$ mV.

Weitere Veränderungen bei Herzhypertrophie:

- Herzachse neigt sich zur hypertrophen Seite
- veränderte Erregungsrückbildung (z. B. negative T-Welle in V_5 und V_6 bei Linksherzhypertrophie)
- Vorhof-Hypertrophie: **verbreiterte und biphasische P-Welle** in V_1 , die entsteht, da die beiden Vorhöfe unterschiedlich schnell depolarisiert werden:
 - linker Vorhof: **zweigipfelige** oder leicht **eingekerbte P-Welle (p-sinistrotiale)** in den Ableitungen I, II und aVL.
 - rechter Vorhof: **große und spitze P-Welle** in II, III und aVF (**p-dextrototiale**).

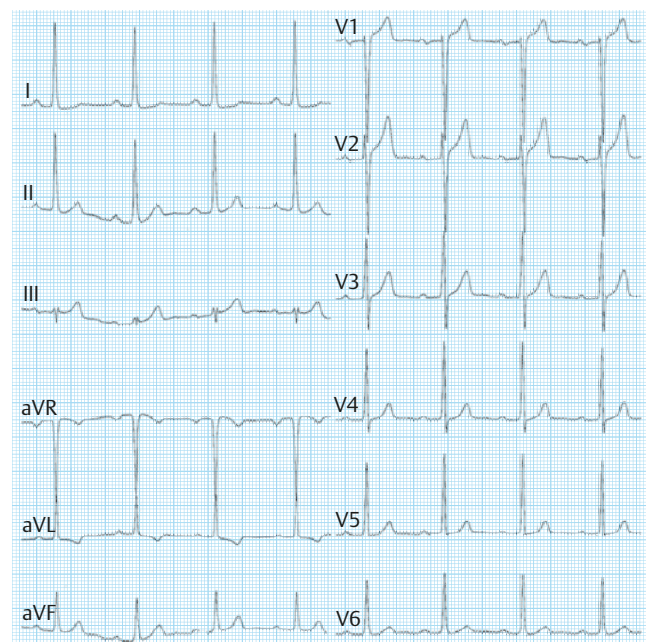


Abb. 1.5 EKG bei Linksherzhypertrophie. Der Sokolow-Lyon-Index ist positiv (5,1 mV). [aus Hamm, Willems, Checkliste EKG, Thieme, 2014]

LERNTIPP

Um beim Sokolow-Lyon-Index und den dazu benötigten R- und S-Zacken nicht durcheinanderzukommen, merken Sie sich einfach Folgendes: Bei der Rechtsherzhypertrophie wird zuerst das **R** verwendet!

LERNTIPP

Die P-Konfiguration bei Vorhofhypertrophie lässt sich besser merken, wenn man im Kopf behält, dass die Erregungsausbreitung in den Vorhöfen „**rechts vor links**“ abläuft. Also wird bei Hypertrophie des rechten Vorhofs das zusätzliche elektrische Potenzial auf die initiale Phase der P-Welle aufsummiert. Bei Hypertrophie des linken Vorhofs ergibt sich eine Verlängerung des Leitungsweges mit zweigipfeligem P.

R/S-Umschlagszone: Die R-Zacke nimmt in den Brustwandableitungen V_{2-5} an Höhe zu, während die S-Zacke an Tiefe abnimmt. Im Bereich **zwischen V_2 und V_3 oder V_3 und V_4** wird das **R größer als das S** (sog. **R/S-Umschlagszone**). In V_6 fehlt die S-Zacke häufig. Bei verschiedenen Erkrankungen kann es zu einer verzögerten Progression der R-Zacke (z. B. bei Vorderwandinfarkt, Linksherzhypertrophie) oder zu einer Persistenz der S-Zacke kommen (z. B. bei Rechtsherzbelastung).

Belastungs-EKG (Belastungsergometrie)

Die Belastungsergometrie dient dazu, kardiopulmonale Symptome bzw. EKG-Veränderungen unter Belastung nachzuweisen. Sie wird auf dem Fahrrad oder Laufband durchgeführt und die bei maximaler Herzfrequenz (220 minus Lebensalter) oder bei definierten Laktat-/Blutgaswerten erreichte Leistung gemessen (in Watt). W150 entspricht dabei beispielsweise der Belastung, die bei einer Herzfrequenz von $150/\text{min}$ erreicht wird. Das Soll für 50 – 60 -jährige Männer liegt bei $2,1 \text{ W/kg KG}$. Absolute Abbruchkriterien sind:

- ST-Strecken-Senkung $\geq 3 \text{ mm}$ ($\geq 0,3 \text{ mV}$ bei üblicher EKG-Ableitung)
- ST-Strecken-Hebung $\geq 1 \text{ mm}$ ($\geq 0,1 \text{ mV}$ bei üblicher EKG-Ableitung)
- Blutdruckabfall $> 10 \text{ mmHg}$ (im Vergleich zum Ausgangsblutdruck) mit Zeichen einer myokardialen Ischämie (Angina pectoris, ST-Senkung)
- mäßige bis schwere Angina-pectoris-Symptomatik
- schwere Dyspnoe
- klinische Zeichen einer Minderperfusion (Zyanose)
- über $> 30 \text{ s}$ anhaltende ventrikuläre Tachykardie
- Erschöpfung des Patienten
- technische Probleme

Defibrillator und Notfallausrüstung müssen bereitliegen.

Absolute Kontraindikationen für die Durchführung einer Belastungsergometrie sind eine **instabile Angina pectoris**, ein akuter Myokardinfarkt, eine dekompensierte Herzinsuffizienz, symptomatische Herzrhythmusstörungen, eine schwere Aortenstenose, eine akute Lungenembolie, eine akute Myokarditis und Perikarditis sowie eine akute Aortendissektion.

LERNTIPP

Zum Belastungs-EKG wird immer wieder gefragt, was „W150“ bedeutet. W150 entspricht dem Belastungsgrad, bei dem eine Herzfrequenz von $150/\text{min}$ erreicht wird.

Langzeit-EKG

Über 24 – 72 h wird per tragbarem Rekorder ein EKG aufgezeichnet. Hauptindikation ist der Nachweis von Herzrhythmusstörungen. Der Patient sollte dabei Buch über seine Tätigkeiten, Medikamenteneinnahmen etc. führen.

Event Recorder

Neben dem Langzeit-EKG können seltene Herzrhythmusstörungen auch mit dem sog. Event Recorder ($\rightarrow$ Aufzeichnung des Herzrhythmus erst nach Aktivierung) sowie einem Loop Recorder (entweder extern oder implantiert; automatisierte Aufzeichnung des gesamten EKGs, Speicherung von definierten Grenzwertverletzungen wie Pausen, Bradykardien, Tachykardien) aufgezeichnet werden. Vorteile des implantierten Geräts sind die kontinuierliche EKG-Aufzeichnung sowie das Fehlen von Dauer Elektroden und Ableitungskabeln.

Röntgen-Thorax

Die Röntgen-Thoraxaufnahme wird in 2 Ebenen mit p.-a.- und seitlichem Strahlengang durchgeführt. Die p.-a.-Aufnahme wird bevorzugt, da das Herz dichter an der Detektorplatte anliegt und so **weniger groß verzerrt** erscheint als in der a.-p.-Aufnahme. Bei der Seitenaufnahme sollte die linke Thoraxseite der Platte anliegen.

LERNTIPP

Nehmen Sie sich die Zeit und prägen Sie sich den Normalbefund einer Röntgen-Thoraxaufnahme gut ein (**Abb. 1.6**). Wiederholen Sie dazu auch die randbildenden Konturen, diese müssen Sie sicher zuordnen können.

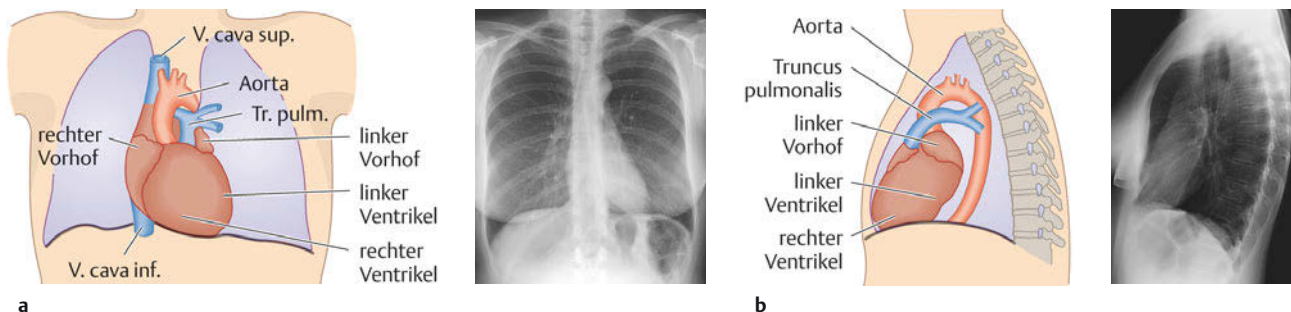


Abb. 1.6 Röntgen-Thoraxaufnahme – Normalbefunde. In den Schemazeichnungen sind die randbildenden Strukturen markiert.

a p.-a.-Aufnahme [aus Oestmann, Radiologie, Thieme, 2005]

b seitliche Aufnahme. [aus Oestmann, Radiologie, Thieme, 2005]