

## 2

## Physiologischer Hintergrund

Ina Richling

### 2.1 Physiologie des arteriellen Drucks

Wenn von Blutdruck gesprochen wird, ist im Allgemeinen der **arterielle Blutdruck** gemeint, der in den Arterien gemessen werden kann. Er ist direkt abhängig vom Herzminutenvolumen, bestimmt durch die systolische Pumpfunktion des Herzens und vom Gefäßwiderstand. Der Gefäßwiderstand wird durch das Blutvolumen und den Füllungszustand der Gefäße bestimmt. Neurohumorale, chemische und physikalische Faktoren determinieren die Höhe des Druckes. Neurohumorale Systeme, wie das Renin-Angiotensin-Aldosteron-System und das antidiuretische Hormon (ADH), steuern über den Elektrolyt- und Wassergehalt diesen Füllungszustand. Bei Verminderung der Natriumkonzentration im Blut, des Blutvolumens, des Blutdrucks und der Nierendurchblutung kommt es zu einer Reninausschüttung aus den Zellen des juxtaglomerulären Apparates der Nieren. Dies führt dann dazu, dass **Angiotensin I** von **Angiotensinogen** (ein  $\alpha$ -2-Globulin aus der Leber) abgespalten wird. **Angiotensin I** wird dann durch das **Angiotensin-Converting-Enzym (ACE)** in **Angiotensin II** umgewandelt, welches stark vasokonstriktorisch wirkt, somit den Blutdruck erhöht und gleichzeitig die Ausschüttung von Aldosteron aus der Nebennierenrinde bewirkt. Diese Ausschüttung führt dann zu einer verstärkten Retention von Natrium und Wasser im distalen Tubulus der Nieren, was wiederum zu einer Erhöhung des Blutvolumens und somit zu einer Blutdruck-erhöhung führt.

Bei einer Verminderung des Blutvolumens kommt es durch Anstieg der Osmolalität im Plasma auch zu einer Stimulation der Osmorezeptoren im Hypothalamus, was wiederum zu einer Ausschüttung des **antidiuretischen Hormons (ADH)** (Vasopressin) aus dem Hypophysenhinterlappen führt. ADH führt durch eine verstärkte Wasserrückresorption an den Sammelrohren der Nieren zu einer Antidiurese und somit Konzentrierung des Urins.

Der arterielle Gefäßtonus spielt auch eine wichtige Rolle für die Höhe des Blutdrucks. Durch Ausschüttung von Adrenalin (Epinephrin) und Noradrenalin (Norepinephrin) aus dem Nebennierenmark und Ausschüttung von Endothelinen aus dem Endothel der Blutgefäße kommt es zu einer Vasokonstriktion der Arterien und somit zu einer Erhöhung des peripheren Gefäßwiderstands. Weitere Faktoren wie die intrazelluläre und extrazelluläre Calciumkonzentration sowie die Freisetzung von Stickstoffmonoxid aus Endothelzellen haben einen Einfluss auf die Gefäßweitstellung.

### 2.2 Arterielle Hypotonie

■ **DEFINITION** Eine arterielle Hypotonie ist definiert als ein dauerhaft niedriger systolischer Blutdruckwert unter 100 mmHg. Das National Heart, Lung, and Blood Institute (USA) gibt 90/60 mmHg als Grenzwert an. Es wird zwischen idiopathischer, symptomatischer und orthostatischer Hypotonie unterschieden. Die idiopathische auch primäre (essenzielle) Hypotonie ist die häufigste Form und tritt v. a. bei jungen, meist schlanken Frauen auf. Symptome werden beschrieben mit Schlappeheit, Müdigkeit, eingeschränkter Leistungsfähigkeit sowie kalten Händen und Füßen.

Die symptomatische (sekundäre) Hypotonie ist auf eine definierte Ursache, wie eine Erkrankung (Herzinsuffizienz, Aortenklappenstenose, Herzrhythmusstörungen, Hypothyreose, Nebennierenrindeninsuffizienz, Hypoaldosteronismus u. a.) oder eine unerwünschte Nebenwirkung von Arzneimitteln (Psychopharmaka, Antihypertonika, Antiarrhythmika, Diuretika, Vasodilanzien u. a.), Hypovolämie oder Hyponatriämie sowie lange Bettlägerigkeit und Immobilisation zurückzuführen.

Bei der orthostatischen Dysregulation handelt es sich um einen plötzlichen Blutdruckabfall nach Lagewechsel oder schnellem Aufstehen aus dem Liegen oder Sitzen (Abfall des systolischen Blutdrucks um mindestens 20 mmHg oder des diastolischen Blutdrucks um mindestens 10 mmHg) verursacht durch ein Versacken des venösen Blutes in den Beinen und eine leichte Mangel durchblutung im Gehirn.

Betroffen sind meist Patienten, die generell einen niedrigen Blutdruck aufweisen, ältere Patienten, Diabetiker und Patienten mit Venenleiden. Bei arteriosklerotisch veränderten Hirngefäßen kann es zu neurologischen Ausfällen und zu einer erhöhten Sturzgefahr kommen. Bei älteren Menschen gehört die orthostatische Dysregulation zu den häufigsten Ursachen einer plötzlichen Bewusstlosigkeit. Bei multimorbiden Patienten mit Polypharmazie sollte daher immer auch ein Blick auf die Medikationsliste geworfen werden, um Arzneimittel, die zu Blutdruckabfall führen können, zu detektieren.

Zu den Symptomen einer Hypotonie gehören Schwindelgefühle, Schwarzsehen und Flimmern vor den Augen, Blässe, Kopfschmerzen und Ohrensausen, kalte Hände und Füße, rasche Ermüdbarkeit, verminderte Konzentration, Tachykardie, Kollapsneigung und Synkopen.

Eine arterielle Hypotonie, gerade bei jungen Frauen, ist häufig anlagebedingt. Behandlungsbedürftige Beschwerden sind damit meist nicht verbunden. Niedrige Blutdruckwerte können aber auch Folge von Herzkrankungen, Hormonstörungen, Flüssigkeitsmangel oder von Medikamentennebenwirkungen sein. Hier ist eine Abklärung der Symptomatik sinnvoll.

### 2.2.1 Diagnostik

Zusätzlich zu einer Anamnese und einer 24-Stunden-Blutdruckmessung kann der sogenannte **Schellong-Test** durchgeführt werden. Hiermit wird überprüft, ob eine Neigung zur Orthostase vorhanden ist. Hier legt sich der Patient für 10 Minuten hin, steht anschließend abrupt auf und bleibt 10 Minuten stehen. Jetzt wird regelmäßig der Blutdruck gemessen und nach Symptomen gefragt. Beim Vorliegen einer orthostatischen Dysregulation kommt es zu deutlich niedrigeren Blutdruckwerten und den typischen Symptomen. Bei Neigung zu Ohnmachtsanfällen wird eine sogenannte **Kipptisch-Untersuchung** durchgeführt. Der Patient wird auf einem Untersuchungstisch angeschnallt, der nach der Ruhephase in senkrechte Position gekippt werden kann. Bei tatsächlich auftretender Ohnmacht ist der Patient vor Stürzen geschützt.

### 2.2.2 Nichtmedikamentöse Maßnahmen

Leichte Ausdauersportarten wie Joggen, Walken, Radfahren oder Schwimmen stabilisieren den Kreislauf, sodass es seltener zu einer Orthostase kommt. Ältere Patienten sollten zu mehr Bewegung angeregt werden. Weiterhin sind Wechselbäder sinnvoll. Bei einem Blutdruckabfall sollte sich der Betroffene hinlegen und die Beine hochlegen, dadurch kann das Blut besser zum Herzen zurückfließen. Die Blutverteilungsstörung ist damit behoben, der Blutdruck steigt, das Gehirn wird wieder mit mehr Blut versorgt und dem Patienten geht es schnell besser.

### 2.2.3 Therapie der arteriellen Hypotonie

Medikamente sind in den seltensten Fällen erforderlich und werden wegen möglicher Neben- und Wechselwirkungen nur ungern eingesetzt. Wenn ein Patient eine Therapie wünscht, sollte vorher die Ursache abgeklärt und mögliche Kontraindikationen oder Interaktionen mit bestehender Medikation überprüft werden. Bei Ausschluss kann das sympathische Nervensystem mit Substanzen wie Etilefrin oder Midodrin angeregt werden. Sie wirken agonistisch an adrenergen  $\alpha$ - und  $\beta$ -Rezeptoren. Dies führt zu einer Steigerung der Kontraktilität und der Herzfrequenz und zu einer Zunahme des peripheren Widerstands. Dadurch nehmen Schlagfrequenz und der systolische Blutdruck zu. Da diese Arzneimittel systemisch wirken, können Nebenwirkungen wie Unruhe, Tachykardie, Palpitationen, Herzrhythmusstörungen, Schlaflosigkeit oder Tremor auftreten.

■ **MERKE** Grundsätzlich ist eine Behandlung mit  $\alpha$ -Sympathomimetika nur angezeigt, wenn alle verfügbaren Allgemeinmaßnahmen ausgeschöpft sind, mögliche Kontraindikationen und Wechselwirkungen abgeklärt worden sind und die Behandlung der Grundkrankheit nicht zu einer ausreichenden Kontrolle der Orthostase-Ereignisse geführt hat.

#### Praxistipp

Die Einnahme von  $\alpha$ -Sympathomimetika sollte bis spätestens 16 Uhr erfolgen, um Schlafstörungen zu vermeiden.

## 2.3 Arterielle Hypertonie

Herz-Kreislauf-Erkrankungen stellen in Deutschland die häufigste Todesursache dar. Einer der wichtigsten Risikofaktoren ist die arterielle Hypertonie. Die kardiovaskuläre Mortalität wird bei einem Blutdruckerhöhung um 20/10 mmHg verdoppelt, wohingegen das Risiko

■ **Tab. 2.1** Definition und Klassifikation des Bluthochdrucks. Einteilung der Hypertonie nach Schweregraden (nach ESC/ESH Leitlinie Management der arteriellen Hypertonie 2018)

Kategorie	Systolisch (mmHg)		Diastolisch (mmHg)
<b>Klassifikation bei Praxismessung</b>			
Optimal	< 120	Und	< 80
Normal	120–129	Und/oder	80–84
Hochnormal	130–139	Und/oder	85–89
Hypertonie Grad 1	140–159	Und/oder	90–99
Hypertonie Grad 2	160–179	Und/oder	100–109
Hypertonie Grad 3	≥ 180	Und/oder	≥ 110
Isolierte systolische Hypertonie	≥ 140	Und	< 90
<b>Hypertonie bei ambulanter 24-Stunden-Blutdruckmessung (ABDM)</b>			
Tagesmittel	≥ 135	Und/oder	≥ 85
Nachtmittel	≥ 120	Und/oder	≥ 70
24-Stunden-Mittel	≥ 130	Und/oder	≥ 80
<b>Hypertonie bei Heimblutdruckmessung (HBDM)</b>			
	≥ 135	Und/oder	≥ 85

für kardiovaskuläre Ereignisse um 20 % sinkt, wenn der Blutdruck um 10 mmHg gesenkt wird. Etwa 30 % der erwachsenen Bevölkerung und über 70 % der über 65-Jährigen leiden in Deutschland an Bluthochdruck, wobei knapp ein Drittel der Betroffenen nichts davon weiß. Eine weltweit durchgeführte Untersuchung aus 2017 hat gezeigt, dass bei den medikamentös behandelten Patienten 46 % der Patienten keine ausreichende Blutdruckkontrolle aufwiesen.

#### Apothekenaktion planen

Da die Patienten bei einer Hypertonie meistens keine Symptome zeigen, spielt gerade die Routinemessung in der niedrighochschwellig, einfach zu erreichenden Apotheke eine zentrale Rolle zur Früherkennung einer Hypertonie. Für eine Apothekenaktion, z. B. zum „Welt Hypertonie Tag“ gibt es zahlreiche Materialien auf der Seite der Deutschen Hochdruckliga.

#### Verweis auf Online

Deutsche Hochdruckliga – Infomaterial



■ **DEFINITION** Eine arterielle Hypertonie ist laut europäischer Leitlinie „Management der arteriellen Hypertonie (Version 2018)“ definiert als ein dauerhaft erhöhter Blutdruckwert von > 140 mmHg systolisch und/oder > 90 mmHg diastolisch, basierend auf Blutdruckmessungen in der ärztlichen Praxis.

Je nach Wert wird der Blutdruck in verschiedene Grade eingeteilt. Alternativ können auch Werte aus der ambulanten Blutdruckmessung (24-Stunden-Blutdruckmessung, ABDM) oder der Heimblutdruckmessung (HBDM) herangezogen werden; hier werden andere Grenzwerte gesetzt (■ Tab. 2.1). Sollten erhöhte Blutdruckwerte in der Arztpraxis gemessen werden, aber normale Werte in der ABDM oder HBDM, könnte es sich um den sogenannten „Weißkitteleffekt“ handeln, der bei bis zu 40 % der Patienten auftritt. Eine sogenannte „maskierte Hypertonie“ liegt dann vor, wenn die Werte in der ambulanten Messung erhöht sind, in der Arztpraxis dagegen normal.

#### 2.3.1 Ursachen einer Hypertonie

Bei einer **primären Hypertonie** (essenzielle Hypertonie) ist die auslösende Ursache unbekannt. Überwie-

Tab. 2.2 Beeinflussbare und unbeflussbare kardiovaskuläre Risikofaktoren (nach Schäfer 2021)

Nicht beeinflussbare Faktoren	Beeinflussbare Faktoren		
Alter	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Rauchen</li> <li>■ Cholesterol &gt;190mg/dl</li> <li>■ LDL-Cholesterol &gt; 115mg/dl</li> <li>■ HDL-Cholesterol</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Eiweißausscheidung im Urin</li> <li>■ Übergewicht (BMI &gt; 25 kg/m<sup>2</sup>)</li> <li>■ Stammbetonte Fettverteilung Bauchumfang</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Triglyceride &gt;150mg/dl</li> <li>■ Gicht</li> <li>■ Bewegungsmangel</li> </ul>
Geschlecht	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Männer &lt;40mg/dl</li> <li>■ Frauen &lt;45mg/dl</li> <li>■ Hypertonie ≥140/90mHg</li> <li>■ Diabetes mellitus Nüchternblutzucker &gt;126mg/dl oder nach Glucosebelastung &gt;200mg/dl</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Männer &gt;102cm</li> <li>■ Frauen &gt;88cm</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Krankmachender Stress</li> <li>■ Erhöhter Alkoholkonsum</li> <li>■ Erhöhter Kochsalzverbrauch</li> </ul>
Erbliche Belastung			

gend liegen erbliche Faktoren vor. Daneben begünstigen Lebensgewohnheiten die Entwicklung der Hypertonie, wie z. B. Rauchen, erhöhter Kaffee-, Alkohol- und Salzkonsum, Bewegungs- und Schlafmangel, Übergewicht, Stress und Drogenkonsum. Bei Frauen ist Bluthochdruck oft mit den hormonellen Veränderungen nach den Wechseljahren verbunden, ohne dass man die genauen Zusammenhänge kennt.

Ungefähr 5–10 % der Patienten leiden an einer sogenannten **sekundären Hypertonie**, das heißt, dass eine fassbare Ursache für die Bluthochdruckentstehung besteht. Ursachen hierfür können sein: Phäochromozytom, Hyperthyreose, Cushing-Syndrom, Hyperparathyreoidismus, Hyperaldosteronismus, Nierenarterienstenose, Schwangerschaft oder Schlafapnoesyndrom.

Auch Arzneimittel können den Blutdruck erhöhen. Dazu zählen u. a.: Amphetamine, Bupropion, Corticosteroide, Ciclosporin, Duloxetin, Estrogene, Erythropoetin, NSAID, Sibutramin, Tacrolimus, Venlafaxin, u. a.

**Kardiovaskuläres Gesamtrisiko:** Bei der Klassifizierung ist nicht nur die Höhe des Blutdrucks ausschlaggebend, sondern auch das kardiovaskuläre Gesamtrisiko (Tab. 2.2). Zur Erfassung und Einschätzung des individuellen Risikos innerhalb der nächsten 10 Jahre einen Herzinfarkt zu erleiden, können verschiedene Scores (Procam-, Framingham- oder ESC-Score) verwendet werden. Mittels Einberechnung einzelner Risikofaktoren, wie Dyslipidämie, positive Familienanamnese, Bauchumfang, erhöhter Blutzucker, Alter und Rauchen, lässt sich das Risiko dann berechnen. Es wird empfo-

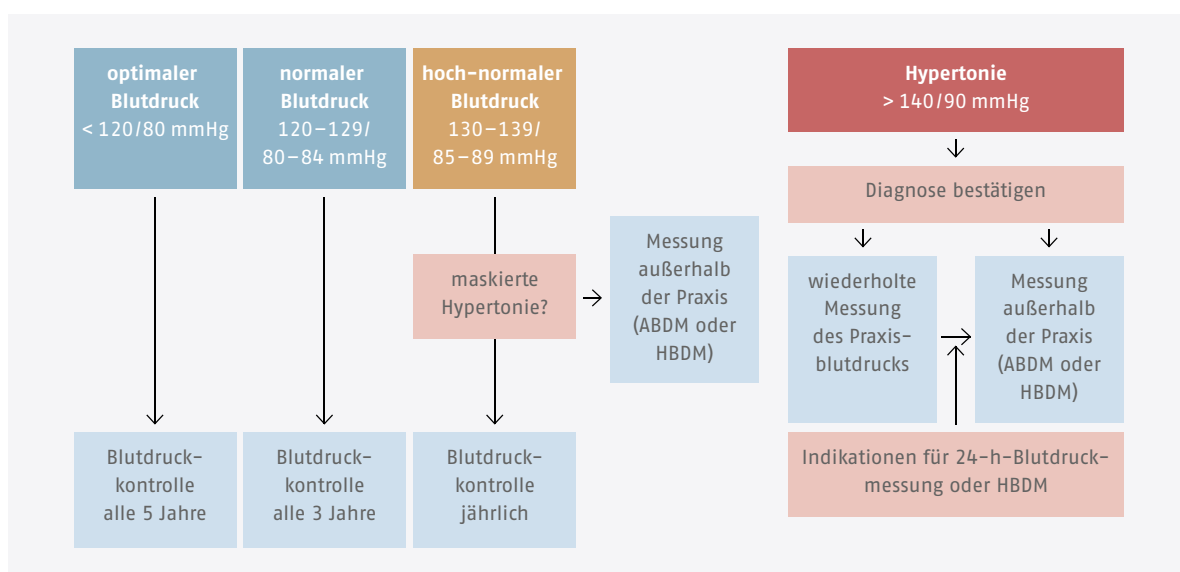


Abb. 2.1 Screening und Diagnose von Hypertonie. Modifiziert nach den ESC/ESH Hypertonie Leitlinien (2018) aus Schäfer 2021

len eine Risikobewertung für Hypertoniepatienten vorzunehmen, wenn sie nicht schon ein hohes oder sehr hohes Risiko infolge einer manifesten Herz-Kreislauf-erkrankung (wie z. B. KHK), einer Nierenerkrankung oder eines Diabetes, eines einzelnen deutlich erhöhten Risikofaktors (wie z. B. Cholesterin) oder einer hypertensiven Linksherzhypertrophie aufweisen.

### 2.3.2 Diagnostik

Die initiale Abklärung eines Patienten mit Hochdruck sollte die Diagnose der arteriellen Hypertonie bestätigen, Ursachen einer sekundären Hypertonie aufdecken und das kardiovaskuläre Risiko einschätzen sowie Endorganschäden und Begleiterkrankungen erkennen.

Dies erfordert eine Blutdruckmessung, die Erhebung der Eigen- und der Familienanamnese (Bluthochdruckvorkommen in der Familie), die körperliche Untersuchung, Labordiagnostik und weitere spezielle diagnostische Tests, wie z. B. die Durchführung eines EKGs. In der europäischen Leitlinie der European Society of Cardiology (ESC) zur arteriellen Hypertonie wird auch vermerkt, wie häufig Blutdruck-Kontrolluntersuchungen stattfinden sollten. Bei einem optimalen Blutdruck (< 120/80 mmHg) sollten mindestens alle fünf Jahre, bei normalem Blutdruck (120 bis 129/80 bis 84 mmHg) alle drei Jahre und bei hochnormalen Werten (130 bis 139/85 bis 89 mmHg) mindestens jährlich Wiederholungsmessungen stattfinden (● Abb. 2.1).