

Medizinische Universität Graz - Institut für Physiologie

BACHELORARBEIT

Hypertonie im Alter

Vorlesung: Physiologie

Autor: Oliver Nedwidek

Begutachterin: Ao. Univ.-Prof. Dr. phil. Anna Gries

September 2016

Eidesstattliche Erklärung

Ich erkläre ehrenwörtlich, dass ich die vorliegende Arbeit selbstständig und ohne fremde Hilfe verfasst habe, andere als die angegebenen Quellen nicht verwendet und die den benutzten Quellen wörtlich oder inhaltlich entnommenen Stellen als solche kenntlich gemacht habe.

Graz, am 01.09.2016

Oliver Nedwidek, eh.

Danksagung

Zunächst möchte ich mich an dieser Stelle bei all denjenigen bedanken, die mich während der Anfertigung dieser Bachelorarbeit unterstützt und motiviert haben.

Ganz besonders gilt dieser Dank Frau ao.Univ.-Prof.ⁱⁿ Dr.ⁱⁿ phil. Anna Gries die diese Arbeit und mich betreut hat. Vielen Dank für die Beratung sowie für die Möglichkeit eine Bachelorarbeit am Institut für Physiologie schreiben zu dürfen.

Ein großes Dankeschön geht auch an meine Freundin, Marlies, die mich in dieser Zeit nicht nur mental unterstützt hat, sondern auch durch ihre Motivation und Geduld immer eine Stütze für mich war.

Zusammenfassung

Diese Bachelorarbeit beschäftigt sich mit dem Thema "Hypertonie im Alter" und gibt einen Überblick über die Volkskrankheit Bluthochdruck. Ziel dieser Arbeit ist es, die Arten, Ursachen und Folgen einer Hypertonie im Alter zu erläutern sowie die Diagnostik und Behandlungsmöglichkeiten zu beschreiben.

Zu Beginn werden relevante physiologische Grundlagen beschrieben, welche generell den Blutkreislauf und die Gefäßeigenschaften betreffen. Es wird auf die Definition sowie Klassifikation des Blutdrucks näher eingegangen. Im nächsten Teil wird die Diagnostik beschrieben und deren Methoden näher erklärt. Es werden direkte und indirekte Blutdruckmessung sowie das ambulante Blutdruck-Monitoring veranschaulicht und auf mögliche Fehler bei der Messung des Blutdrucks eingegangen.

Die Ergebnisse zeigen auf, dass eine arterielle Hypertonie im Alter fast die Hälfte der Bevölkerung betrifft. Außer Allgemeinsymptomen wie Erschöpfung oder Ermüdung verläuft eine Hypertonie meist unauffällig. Kommt es zu schwerwiegenden Konsequenzen sind bereits Jahre vergangen. Die Folgen sind gravierend und meist auf eine hypertoniebedingte Arteriosklerose verschiedener Gefäßabschnitte zurückzuführen. Trotz der Tatsache, dass Bluthochdruck weltweit zu den fünf häufigsten Ursachen der Gesamtsterblichkeit zählt, wird diese Erkrankung oft von den Betroffenen bagatellisiert. Somit ist es schwierig Menschen mit dieser Erkrankung von der notwendigen lebenslangen Medikamenteneinnahme zu überzeugen, da Antihypertensiva wie jedes Medikament Nebenwirkungen aufweisen.

Bei älteren Menschen sollte der Blutdruck auf mindestens $< 160/95$ mmHg gesenkt werden, um die Mortalität und kardiovaskuläre Morbidität zu verringern. Speziell hier ist auf eine isolierte systolische Hypertonie (ISH) zu achten und der Therapieplan dementsprechend anzupassen. Des Weiteren sollte die Blutdrucksenkung im Alter besonders vorsichtig und langsam vollzogen und auf generelle Nebenwirkungen die mit dem Alter verbunden sind geachtet werden.

Zusammenfassend kann festgehalten werden, dass eine Hypertonie im Alter nicht unausweichlich ist. Obwohl eine genetische Präposition existiert, bestimmt auch die Gestaltung des Lebens eine wesentliche Rolle. Übergewicht, ungesunde Ernährung, zu wenig Bewegung und Stress sind die vier größten Risikofaktoren die eine Hypertonie begünstigen. Werden diese Faktoren im Leben beachtet sinkt das Risiko für das Leben im Alter.

Abstract

This bachelor thesis deals with the topic of hypertension in the elderly and gives an overview of this widespread disease. The aim of the present thesis is to illustrate the different types and causes of hypertension as well as the risks which might occur. Furthermore, diagnostic and therapeutic methods are described.

First of all, important physiological basics which affect the circulation of the blood and the properties of the vessels will be discussed. A definition of the blood pressure as well as a classification will be given. Next, the diagnosis of hypertension and its methods will be shown. Direct and indirect measurement of blood pressure as well as blood pressure monitoring will be illustrated and the possible errors of measurement will be discussed.

The results show that half of the elderly human population suffer from a hypertension. The general symptoms are prostration and physical fatigue. Mostly the course of this disease is unobtrusive. The fatal consequences show up until years later. These are serious and appear mostly due to arteriosclerosis of different types of vessels. Although hypertension is one of the five most frequently reasons for overall mortality rate, a hypertension is mostly ignored by patients. Thus, it is not always easy to convince hypertensives of a lifelong drug ingestion because like all other drugs, antihypertensive drugs have also side effects.

The blood pressure of older people should be lowered to at least $> 160/95$ mmHg to reduce the mortality and cardiovascular morbidity. Especially the elderly people could be affected from a isolated systolic hypertension (ISH) which needs a special adaptation of treatment plan. Furthermore, the reduction of blood pressure should be performed very carefully and slowly. In addition, the general side effects of elderly people should be considered.

In summary, it can be said that a hypertension in the elderly is not inevitable. Although a genetic preposition exists, the lifestyle is an important factor which has influence on the course of disease. The four major risk factors which promote a hypertension are overweight, unhealthy diet, insufficient exercises and stress. The risks of life in old age decrease by taking these factors into account during lifetime.

Inhaltsverzeichnis

1	Einführung	1
2	Physiologie	2
2.1	Blutkreislauf	3
2.2	Gefäßeigenschaften	4
2.3	Definition des Blutdrucks	5
2.4	Klassifikation des Blutdrucks	7
3	Diagnostik	8
3.1	Direkte Blutdruckmessung	8
3.2	Indirekte Blutdruckmessung	9
3.3	Ambulantes Blutdruck-Monitoring	11
3.4	Fehler der Blutdruckmessung	11
3.4.1	Einfluss der Manschette	12
3.4.2	Einfluss des Körpergewichts	13
4	Ergebnisse	14
4.1	Klassifikation des Alters	14
4.2	Arterielle Hypertonie	14
4.2.1	Isolierte systolische Hypertonie (ISH)	15
4.2.2	Isolierte diastolische Hypertonie (IDH)	16
4.3	Ursachen	17
4.3.1	Sekundäre Hypertonie	19
4.4	Symptome	19
4.5	Risiken und Folgen	19
4.5.1	Risikostratifizierung	19
4.5.2	Folgeerkrankungen	20
4.5.3	Koronare Herzkrankheit	21
4.5.4	Herzfrequenz	24
4.6	Therapiemethoden und Behandlungen	25
4.6.1	Allgemeinmaßnahmen	25
4.6.2	Medikamentöse Blutdruckeinstellung	26
4.6.3	Medikamente zur Blutdrucksenkung	28
4.6.4	Nebenwirkungen	30
5	Schlussfolgerung	32
6	Diskussion	34

A	Physikalische Gesetze der Blutströmung	38
B	Arbeitsphasen des Herzens, Herzzyklus	39
C	Blutdruckmessung am Oberarm	40

1 Einführung

Im zunehmenden Alter steigt der systolische Blutdruck kontinuierlich an. Die Volkskrankheit Bluthochdruck tritt zu einem großen Teil bei älteren Menschen auf. (vgl. Arasteh et al. 2009, S. 1000f, vgl. Silbernagl and Despopoulos 2012, S. 219, vgl. Friedrich 2007, S. 81)

Die Gründe für eine Hypertonie sind unterschiedlich und reichen von familiärer Neigung, Übergewicht und falscher Ernährung bis zu Bewegungsmangel, Nikotinkonsum und einem höheren Alter. Letzteres soll im Rahmen dieser Bachelorarbeit näher betrachtet werden.

Der Grund hierfür liegt im Verlust der Elastizität der Gefäßwände. Dies führt zu einer Versteifung der Gefäße und in weiterer Folge zu einer Erhöhung des Blutdrucks. Den Blutdruck richtig zu diagnostizieren ist nicht immer einfach und führt bei Falschanwendung zu Verfälschungen des Messergebnisses. Da die Blutdruckmessung ein fester Bestandteil des pflegerischen Alltags ist und auch der Selbstmessung des Patienten ein hoher diagnostischer sowie prognostischer Stellenwert eingeräumt wird, ist es wichtig die verwendeten Methoden der Blutdruckmessung zu verstehen und richtig anzuwenden.

Dieses Thema wurde gewählt, weil Bluthochdruck eine Erkrankung ist die sehr häufig auftritt und welcher man zu einem Teil entgegenwirken kann. Das Auftreten der Hypertonie im höheren Alter ist ein natürlicher Prozess, welcher je nach Lebensgestaltung begünstigt oder vermindert werden kann. Unabhängig von der Ursache kann ein zu hoher Blutdruck Schäden an den Gefäßen verursachen und in weiterer Folge andere Krankheiten auslösen. Hier gilt es, die Maßnahmen individuell an die tatsächlichen Bedürfnisse anzupassen und bei Auftreten von mehreren Ursachen zu differenzieren und richtig entgegen zu lenken.

Es soll in dieser Bachelorarbeit auf die Veränderungen im Blutdruck und deren verschiedene Arten eingegangen, mögliche diagnostische sowie therapeutische Methoden beschrieben und die folgenden Fragen beantwortet werden:

- Welche Arten der Hypertonie treten im höheren Alter auf?
- Was sind die Hauptursachen einer Hypertonie im höheren Alter und welche Symptome bringen sie mit sich?
- Welche Behandlungen und Therapiemethoden für Hypertonie gibt es, die für ältere Menschen geeignet sind?

2 Physiologie

Blut ist eine komplexe Substanz, welche aus wasserlöslichen Stoffen und festen Bestandteilen besteht. Es wird durch ein vielfach verzweigtes Röhrensystem, welches aus seriellen und parallelen Gefäßbetten besteht, transportiert. Dieser Kreislauf kann grob in drei Bereiche eingeteilt werden (vgl. Friedrich 2007, S. 72f):

- geschlossenes System (Gefäße)
- Pumpe (Herz)
- Verbraucher (Kapillargebiet)

Das Blut durchläuft vom linken zum rechten Ventrikel verschiedene Schaltungen und es gelten für die Blutströmung mehrere physikalische Gesetzmäßigkeiten. Diese sind in Anhang A angeführt. (vgl. ebd., S. 72f)

Eine Übersicht des menschlichen Blutkreislaufes ist in Abbildung 1 dargestellt. (vgl. Arasteh et al. 2009, S. 3f)

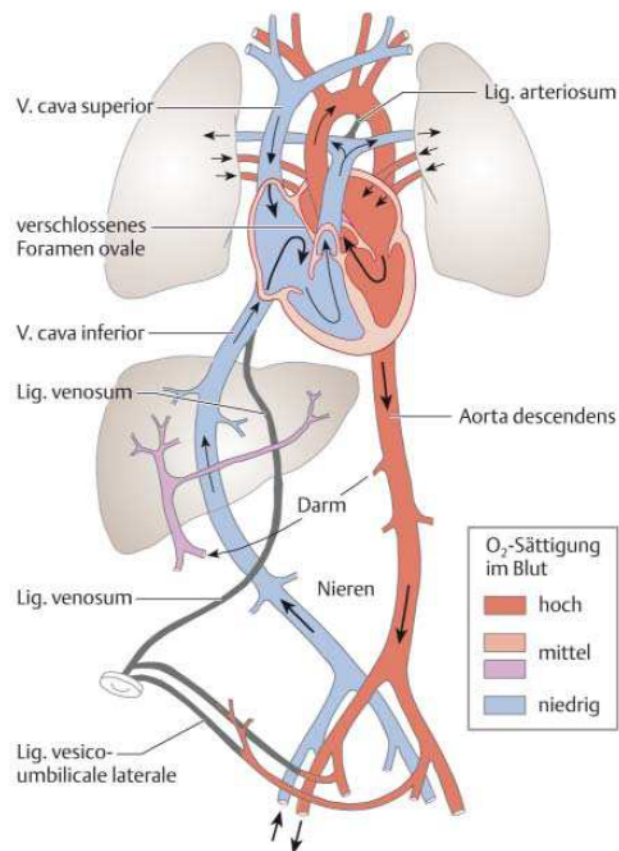


Abbildung 1: Blutkreislauf des menschlichen Körpers (modifiziert aus Arasteh et al. 2009, S. 3)

2.1 Blutkreislauf

Funktionell kann der Blutkreislauf in die folgenden zwei Systeme unterteilt werden (vgl. Friedrich 2007, S. 74):

- **Hochdrucksystem:**

- Aorta
- Verteilersystem (große und kleine Arterien)
- Widerstandssystem (präkapilläre Arteriolen und Kapillaren)

- **Niederdrucksystem:**

- postkapilläre Venolen, Venen, V. cava
- rechtes Herz
- A./V. pulmonalis

Um eine ständige Bewegung des Blutes in den Gefäßen zu gewährleisten, agiert das Herz als Pumpe des Gesamtsystems. Die Herzklappen dienen als Ventile und stellen sicher, dass der Blutstrom immer in die gleiche Richtung läuft. Verallgemeinert kann das Herz als Muschelschlauch, welcher sich rhythmisch zusammenzieht und dabei den Inhalt des Schlauches auspresst, angesehen werden. Das einfachste Herzmodell besteht aus einer Kammer mit je einer Klappe an beiden Enden. Bei der Systole wird diese Kammer zusammengezogen und verhindert somit durch die erste Klappe einen Rückstrom des Blutes in die zuführenden Gefäße (Venen). Bei der Diastole kommt es zum Erschlaffen der Kammer und es wird durch die zweite Klappe

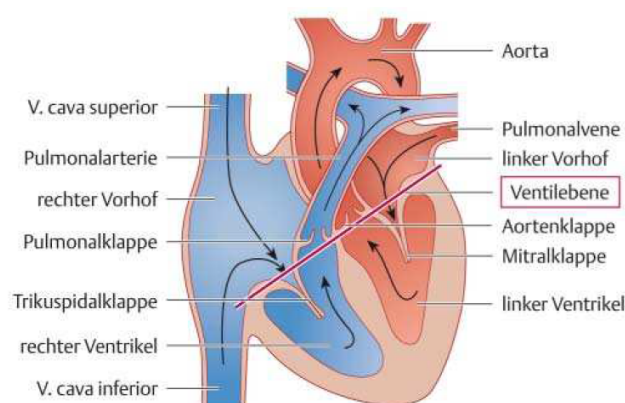


Abbildung 2: Menschliches Herz und Blutstromrichtung (Arasteh et al. 2009, S. 4)

gewährleistet, dass das Blut aus den abführenden Gefäßen (Arterien) nicht in das Herz zurück läuft. Erweitert man dieses Model um einen Vorhof, in welchem das Blut während der Kammerkontraktion gesammelt wird, geht die Füllung der Kammer schneller voran. Bei der

Erschlaffung der Kammer spritzt der Vorhof das Blut in die Kammer, sodass Systole und Diastole schnell ablaufen können. Das menschliche Herz, dargestellt in Abbildung 2, besteht aus zwei Teilen, welche jeweils aus Kammer und Vorhof bestehen. Der rechte Teil presst das Blut in die Lungen während der linke Teil für die Versorgung des restlichen Körpers verantwortlich ist. (vgl. Lippert 2006, S. 130f)

Die vier Arbeitsphasen der Herzkammern sind in Abbildung 3 gezeigt. Diese bestehen aus Füllungs- (1) , Anspannungs- (2), Austreibungs- (3), Entspannungs- (4) und Füllungsphase (5). (vgl. ebd., S. 80)

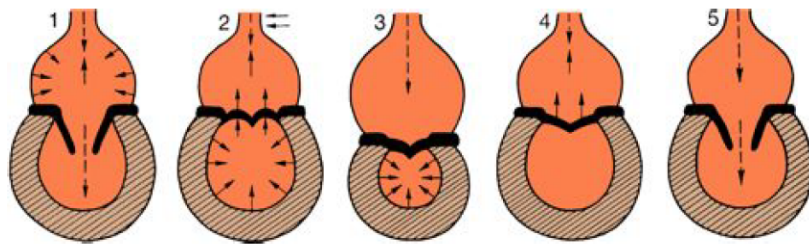


Abbildung 3: Arbeitsphasen der Herzkammern (Lippert 2006, S. 80)

Eine detaillierte Übersicht über den Herzzyklus und die Arbeitsphasen des Herzens ist in Anhang B zu finden.

Das Blutvolumen des Blutkreislaufs teilt sich wie folgt auf (vgl. Friedrich 2007, S. 78):

- 80 % Niederdrucksystem
- 15 % Hochdrucksystem
- 5 % Herzhöhlen

Eine Übersicht der Druck- und Volumsverhältnisse entlang des Kreislaufsystems ist in Abbildung 4 darstellt. Die hier gezeigten Drücke wurden im Liegen gemessen. (vgl. ebd., S. 74f)

Ohne Tätigkeit des Herzens würde im gesamten Gefäßsystem ein statischer Füllungsdruck von ca. 7 mmHg herrschen. Dieser ist durch das Füllungsvolumen von ca. 5 l Gesamtblut vorgegeben. Da dieser Druck größer als Null ist, ist mehr Blut im Gefäßsystem vorhanden als hineinpassen würde. Die Gefäße werden somit ausgedehnt und drücken aufgrund ihrer Eigenelastizität auf die Blutsäule. Zum Vergleich würde in einem gerade gefüllten horizontalen, dünnen und starren Rohr ein Füllungsdruck von Null herrschen. (vgl. Friedrich 2007, S. 74f)

2.2 Gefäßeigenschaften

Ein Maß für die Dehnbarkeit der Gefäßwände ist die Compliance C . Sie ist der Kehrwert des Volumenelastizitätskoeffizienten E , welcher wiederum ein Maß für die Steifigkeit der Gefäßwän-

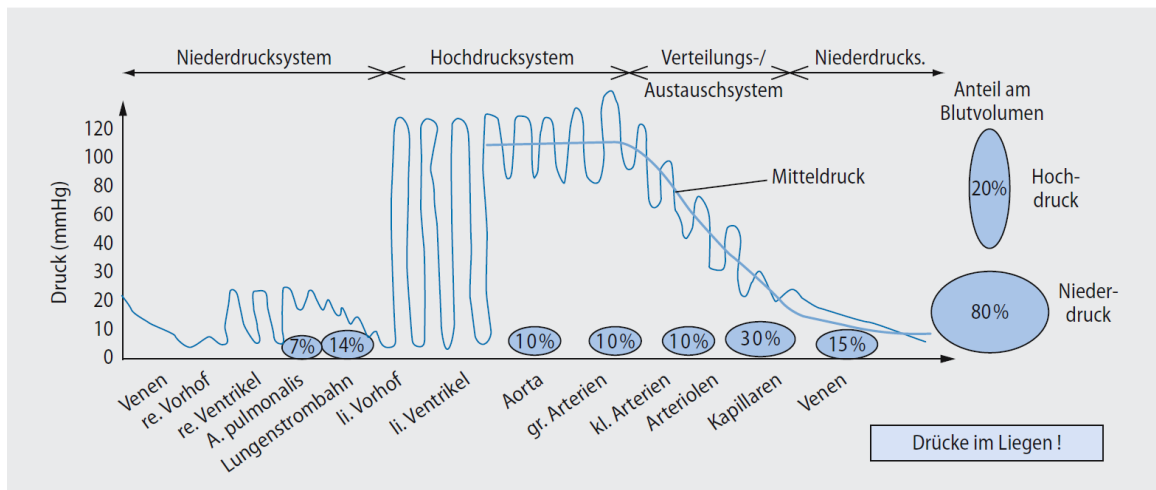


Abbildung 4: Druck- und Volumenverhältnisse entlang des Kreislaufsystems (Friedrich 2007, S. 74)

de ist. Die beiden Größen sind wie folgt als Verhältnis des Volumenunterschiedes ΔV und des Druckunterschiedes ΔP definiert:

$$C = \frac{\Delta V}{\Delta P} \quad (1)$$

$$E = \frac{\Delta P}{\Delta V} = \frac{1}{C} \quad (2)$$

In den Arterien, welche der Druckspeicherung dienen, ist die Compliance niedrig. Im Niederdrucksystem, dessen Aufgabe die Volumenspeicherung ist, ist die Compliance und dementsprechend die Wandelastizität hoch und die Änderung des intravenösen Drucks gering. Die Austauschstrecke zwischen Intravasalraum und Interstitium bilden die Kapillaren. (vgl. Friedrich 2007, S. 74f)

Die Aorta zieht sich während der Diastole zusammen und dehnt sich bei der Systole wieder aus. Dieser Vorgang wird als Windkesselfunktion bezeichnet und ermöglicht der Aorta einen gleichmäßigen Blutstrom im arteriellen System sowie eine kontinuierliche Diffusion in den Kapillaren. Dieser Druckausgleich moduliert auch den Blutdruck. (vgl. Schuchert 2016)

Eine Veranschaulichung der Windkesselfunktion ist in Abbildung 5 für das Auftreten der Systole und der Diastole dargestellt. (vgl. Fritsch and Kühnel 2009, S. 89)

2.3 Definition des Blutdrucks

“Unter Blutdruck schlechthin ist der arterielle Blutdruck im Körperkreislauf gemeint.“ (Silbernagl and Despopoulos 2012, S. 218)

Während der systolischen Auswurfphase steigt dieser zu einem Maximum an. Dieser Wert wird als systolischer Druck P_S bezeichnet. In der Anspannungsphase hat der arterielle Blutdruck sein

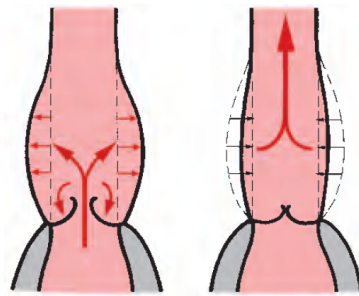


Abbildung 5: Windkesselfunktion bei Systole (links) und Diastole (rechts) (Fritsch and Kühnel 2009, S. 89)

Minimum, den diastolischen Druck P_D , erreicht. Die Differenz dieser beiden Werte ($P_S - P_D$) wird als Blutdruckamplitude bezeichnet und ist eine Funktion des Schlagvolumens (SV) sowie der Compliance C . Der mittlere arterielle Blutdruck (MAD) oder Mitteldruck, bezeichnet als \bar{P} , entspricht dem über die Zeit gemittelten Wert von systolischem und diastolischem Druck. Er kann näherungsweise aus

$$\bar{P} \approx \frac{1}{3}(2P_D + P_S) \quad (3)$$

berechnet werden. Eine Übersicht über den Verlauf des arteriellen Blutdrucks und deren Werte ist in Abbildung 6 dargestellt. (vgl. Silbernagl and Despopoulos 2012, S. 218f)

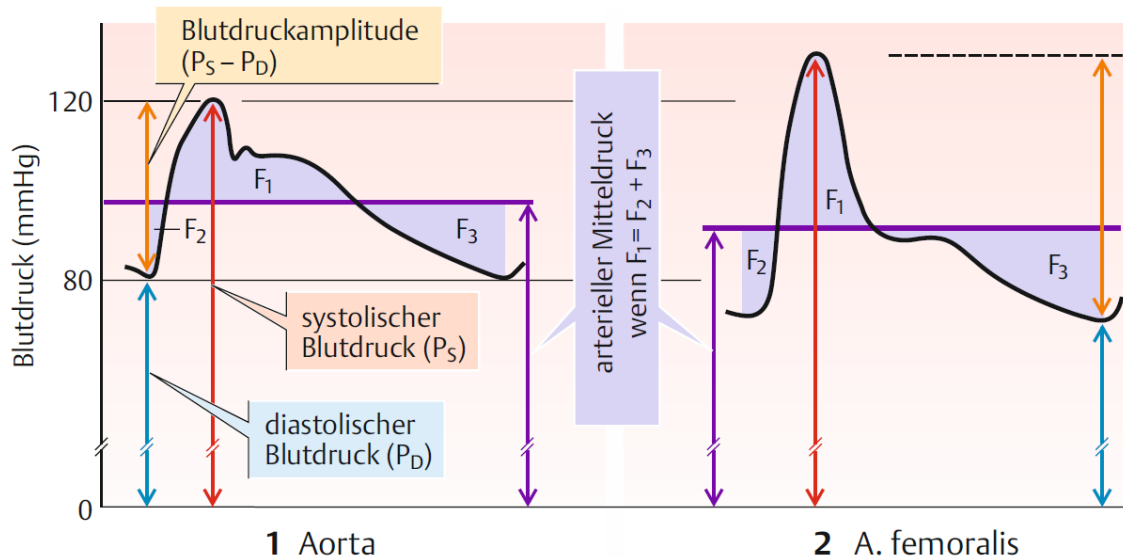


Abbildung 6: Verlauf des arteriellen Blutdrucks (Silbernagl and Despopoulos 2012, S. 219)

Der mittlere Blutdruck ist entscheidend für die periphere Durchblutung. (vgl. Silbernagl and Despopoulos 2012, S. 218) In Tabelle 1 sind Werte des arteriellen Mitteldrucks für verschiedene Bereiche des Körperkreislaufes angeführt. (vgl. Lippert 2006, S. 140)

Der Blutdruck (BD) kann als Produkt aus dem totalen peripheren Gefäßwiderstand (TPW) und

	arterieller Mitteldruck	
	kPa	mmHg
Arterien	13 - 10	100 - 75
Arteriolen	10 - 5	75 - 40
Kapillaren	5 - 2	40 - 15
Venulen	3 - 1.5	20 - 10
Venen	< 2	<15

Tabelle 1: Mitteldruck an verschiedenen Bereichen des Körperkreislaufes (Lippert 2006, S. 140)

dem Herzzeitvolumen (HZV) definiert werden. Diese Definition wird in Gleichung 4 gezeigt. (vgl. Arasteh et al. 2009, S. 1001)

$$BD = TPW \cdot HZW \quad (4)$$

2.4 Klassifikation des Blutdrucks

Die Einteilung des arteriellen Blutdrucks in unterschiedliche Stufen ist anhand der Werte des systolischen und diastolischen Drucks in Tabelle 2 dargestellt. Oberhalb des definierten Grenzwertes von 140/90 mmHg spricht man von einer Hypertonie. Ab hier erhöht sich das kardiovaskuläre Risiko so, dass eine suffiziente antihypertensive Behandlung die Lebenserwartung und -qualität deutlich verbessern kann. (vgl. Arasteh et al. 2009, S. 1000f)

Stufe	systolisch (mmHg)	diastolisch (mmHg)
Optimal	< 120	< 80
Normal	120 - 129	80 - 84
Hochnormal	130 - 139	85 - 89
Bluthochdruck (Hypertonie)		
Grad 1 (mild)	140 - 159	90 - 99
Grad 2 (moderat)	160 - 179	100 - 109
Grad 3 (schwer)	≥ 180	≥ 110
isolierte systolische Hypertonie	≥ 140	< 90

Tabelle 2: Klassifikation des arteriellen Blutdrucks (European Society of Hypertension (ESH), 2007, zit. In: Arasteh et al. 2009, S. 1000)

3 Diagnostik

“Nicht nur der Arzt, sondern auch die Patienten selbst sollten die Technik der Blutdruckmessung kennen, [...]“ (Arasteh et al. 2009, S. 1010)

Die Blutdruckmessung ist ein fester Bestandteil des pflegerischen Alltags. Es ist aber auch wichtig, dass man als Patient und Patientin die Technik und Methodik der Blutdruckmessung beherrscht und versteht. Die Selbstmessung hat eine hohe diagnostische und prognostische Bedeutung. Die Selbstmessung weist im Vergleich zur Messung durch den Arzt oder die Ärztin eine engere Beziehung zur kardiovaskulären Mortalität auf. (vgl. Arasteh et al. 2009, S. 1010) Auch der “Weißkittel“-Effekt sei hier erwähnt, von welchem ca. 15 % der Patienten und Patientinnen betroffen sind. Hierbei steigt der Blutdruck vorübergehend an, sobald dieser durch medizinisches Personal gemessen wird. (vgl. ebd., S. 1010)

Im Folgenden werden die wichtigsten Methoden zur Diagnose einer Hypertonie besprochen sowie die häufigsten Fehler, welche bei nicht korrekter Durchführung der Blutdruckmessung auftreten können, beschrieben.

3.1 Direkte Blutdruckmessung

Die direkte Blutdruckmessung erfolgt über eine im Blutstrom liegende Nadel. (vgl. Silbernagl and Despopoulos 2012, S. 218)

Diese invasive Methode wird verwendet um die Druckverhältnisse im Hoch- oder Niederdrucksystem zu ermitteln. Ein großer Vorteil gegenüber der indirekten Messung ist die kontinuierliche Verfügbarkeit des Messsignals und somit der Blutdruckwerte und der daraus resultierenden Blutdruckkurve. Des Weiteren ist bei dieser Methode eine Grenzwertüberwachung und eine Alarmierung bei Unterschreitung gegeben. Wie in Abbildung 7 gezeigt wird, wird über einen

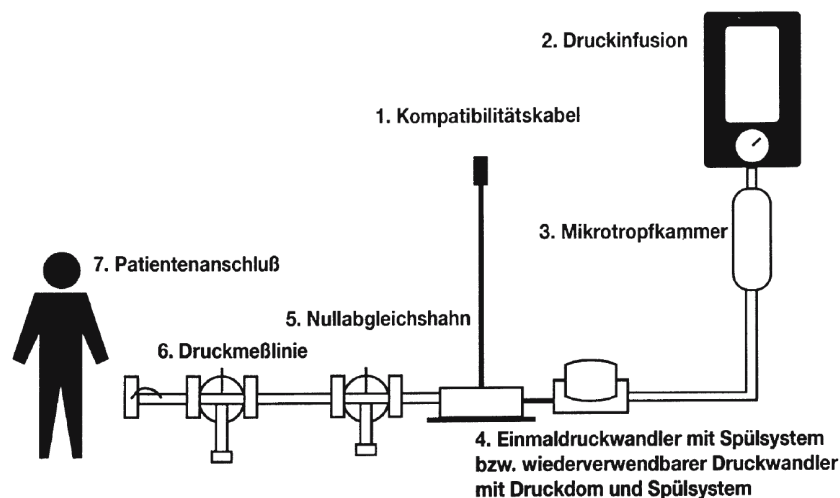


Abbildung 7: Direkte, invasive Blutdruckmessung (Kramme 2007, S. 652)

intraarteriellen Katheter eine Verbindung zwischen intravasaler Blutsäule und flüssigkeitsgekoppeltem Druckwandler hergestellt, welcher den Druck als mechanische Größe in ein elektrisches Signal umsetzt und somit der weiteren Datenverarbeitung zur Verfügung stellt. (vgl. Kramme 2007, S. 652)

3.2 Indirekte Blutdruckmessung

Bei der indirekten Messung wird der Blutdruck “unblutig“ gemessen. Am häufigsten erfolgt dies durch die Methode von Riva-Rocci (RR). Die Werte für systolischen sowie diastolischen Blutdruck werden hierbei anhand der Korotkow-Geräusche bestimmt. (vgl. Arasteh et al. 2009, S. 1010)

Das Schema dieser routinemäßigen Blutdruckmessung ist in Abbildung 8 dargestellt. Es wird eine aufblasbare Manschette straff über den Oberarm gelegt und ein Stethoskop auf die Ellenbeuge aufgesetzt. Die Manschette wird unter manometrischer Kontrolle über den Erwartungswert des systolischen Druckwertes P_S aufgepumpt. Es kommt zum Verschwinden des Radialis-

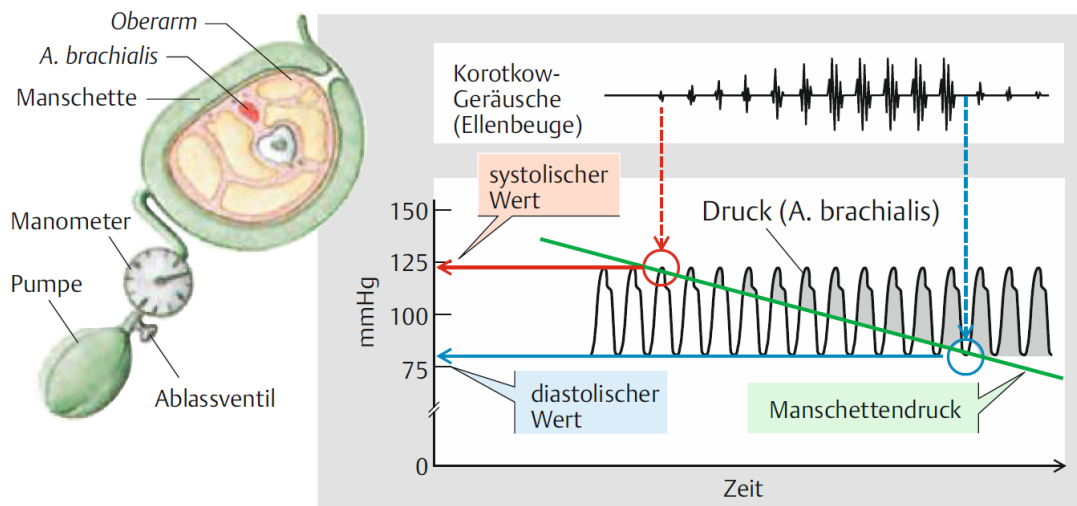


Abbildung 8: Blutdruckmessung nach Riva-Rocci (Silbernagl and Despopoulos 2012, S. 219)

Pulses. Anschließend wird der Manschettendruck langsam (2 - 4 mmHg/s) gesenkt, bis das erste pulssynchrone Korotkow-Geräusch zu hören ist. Ist dies der Fall, ist der systolische Druck unterschritten und der Wert wird vom Manometer abgelesen. Die zweite Ablesung wird bei der Unterschreitung des diastolischen Drucks P_D durchgeführt. Dies ist der Fall, wenn die anfangs lauten Korotkow-Geräusche leiser und dumpfer werden. (vgl. Silbernagl and Despopoulos 2012, S. 218)

“Die Diagnosestellung einer Hypertonie erfordert mindestens 3 Messungen an 2 verschiedenen Tagen in sitzender Körperhaltung nach mindestens 5 Minuten Ruhe.”(Arasteh et al. 2009, S. 1010)

Des Weiteren sollten die folgenden Punkte beachtet werden (vgl. Arasteh et al. 2009, S. 1010):

- Lagerung des Armes in Herzhöhe.
- Anpassung der Manschettenbreite auf Armumfang.
- Initialmessung an beiden Armen. Weitere Messungen am Arm mit höheren Werten.
- Unterschied zw. beiden Armen > 20 mmHg \Rightarrow Verdacht auf Gefäßstenose oder Aortenisthmusstenose
- Keine Messung an paretischen oder lymphödematösen Armen sowie am Shuntarm von Dialysepatienten und Dialysepatientinnen.
- Arteriosklerose \Rightarrow teilweise nur systolischer Druck erfassbar.
- orthostatische Dysregulationen \Rightarrow wiederholte Messung des Blutdrucks im Stehen

Eine Übersicht über die wichtigsten Regeln der Blutdruckmessung am Oberarm wird in Anhang C gezeigt. (vgl. Middeke 2004, S.21f)

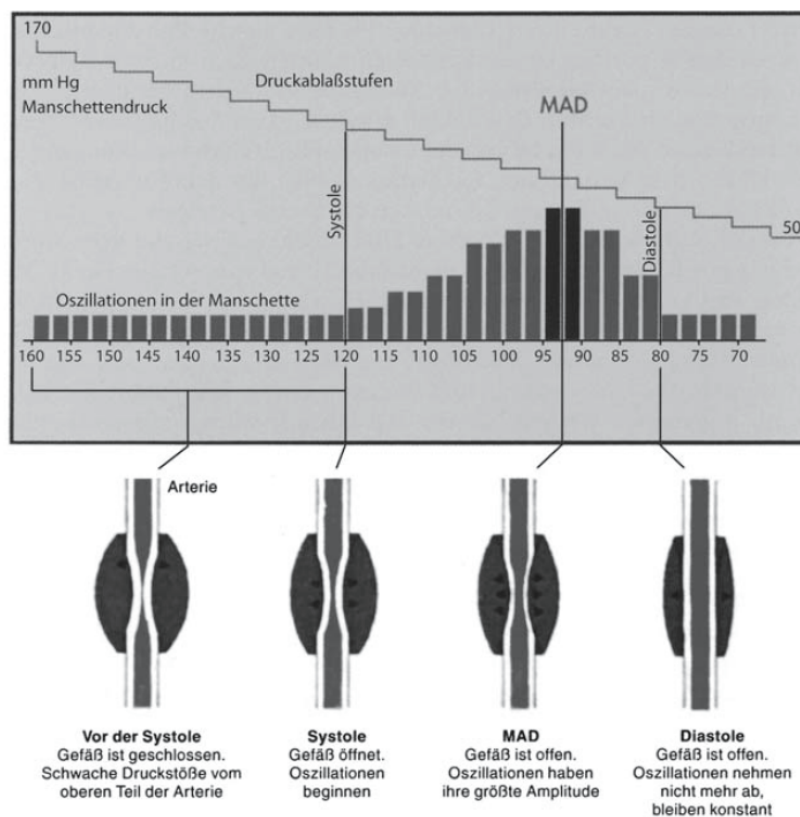


Abbildung 9: Prinzip der oszillometrischen Messmethode (Kramme 2007, S. 650)

Eine weitere, häufig verwendete Methode der indirekten Blutdruckmessung stellt die oszillometrische Methode dar. Hierbei fällt das Abhören des Menschen durch das Stethoskop weg und die Messung erfolgt automatisch. Bei diesem, in Abbildung 9 dargestellten, Prozess wird die Manschette aufgepumpt bis die Arterie geschlossen ist. Danach wird der Druck automatisch abgelassen und erreicht den systolischen Druckwert P_S beim Öffnen der Arterie. Es kommt zu Oszillationen. Haben diese Schwingungen ihr Maximum erreicht, entspricht der gemessene Wert dem mittleren arteriellen Blutdruck (MAD). Sind die Schwingungen abgeklungen und bleiben konstant, hat man den diastolischen Druckwert P_D ermittelt. (vgl. Kramme 2007, S. 649)

3.3 Ambulantes Blutdruck-Monitoring

Mittels tragbarem Gerät wird der Blutdruck alle 15 bis 30 Minuten ambulant gemessen und in weiterer Folge unter Alltagsbedingungen aufgezeichnet. Hierbei kann der sogenannte “Weißkittel“-Hochdruck vermieden werden, welcher entstehen würde, wenn eine Gelegenheitsmessung durch medizinisches Personal durchgeführt werden würde. Dies ist bei 15 % der PatientInnen der Fall. (vgl. Arasteh et al. 2009, S. 1011)

Durch die zirkadiane Regulation des Blutdrucks kommt es im Normalfall zu einem nächtlichen Absinken des Blutdrucks um mehr als 10%. Hierbei spricht man von “Normal-Dipper“. Kommt es zu einem Absinken $< 10\%$ (“Non-Dipper“) oder gar zu einem Anstieg im Blutdruck (“Inverted-Dipper“) muss diese Auffälligkeit abgeklärt und gegebenenfalls der antihypertensive Therapieplan angepasst werden. Ein Vergleich zweier 24-Stunden-Blutdruckprofile ist in Abbildung 10 (oben) für einen erhaltenen nächtlichen Abfall sowie für eine aufgehobene zirkadiane Regulation (“Non-Dipper“) (unten) dargestellt. (vgl. ebd., S. 1011)

3.4 Fehler der Blutdruckmessung

“Die Diagnose eines Bluthochdrucks ist immer mit einer gewissen Willkürlichkeit behaftet, da es sich um eine quantitative und keine qualitative Abweichung handelt, [...]“ (Arasteh et al. 2009, S. 1000)

Bei der Riva-Rocci-Methode können in der sog. auskultatorischen Lücke zwischen Systole und Diastole Geräusche verschwinden. Wird dieser Vorfall nicht beachtet, kann es zu falschen Werten des Blutdruckergebnisses kommen. (vgl. Arasteh et al. 2009, S. 1010)

Bei jüngeren Menschen wird oft der unmittelbar am Herzen liegende Blutdruck überschätzt. Der systolische Blutdruck nimmt bei jungen Menschen entlang der großen Gefäße zu. Grund hierfür ist die Windkesselfunktion. Aufgrund der Reflexion der Pulswelle in den arteriellen Gefäßen kann sich der systolische Blutdruck in der Aorta erheblich von jenem Wert der A. brachialis unterscheiden. Mit zunehmendem Alter, steigt der zentrale systolische Blutdruck an. Dieser Wert ist allerdings höher als der eigentlich gemessene periphere Blutdruck. Demnach sind bei älteren Patienten und Patientinnen die am Arm gemessenen Blutdruckwerte niedriger als die

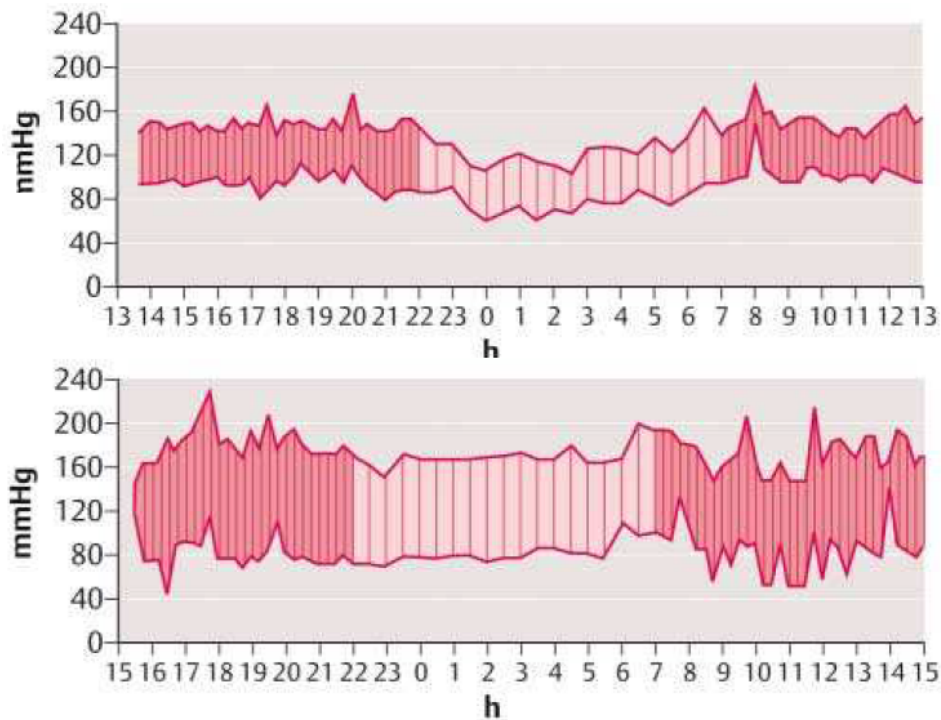


Abbildung 10: 24-Stunden-Blutdruckprofil von nächtlichem Blutdruckabfall (oben) und “Non-Dipper“ (unten) (Arasteh et al. 2009, S. 1011)

des zentral aortalen Blutdrucks und in weiterer Folge die kardialen Belastungen höher als man aufgrund der Messung vermuten würde. (vgl. Schuchert 2016)

3.4.1 Einfluss der Manschette

Bei wiederholter Blutdruckmessung muss der Manschettendruck davor für mindestens 1 - 2 Minuten komplett abgelassen werden. Es könnte sonst zu einem venösen Stau kommen, welcher einen erhöhten diastolischen Blutdruckwert P_D vortäuscht. (vgl. Silbernagl and Despopoulos 2012, S. 218)

Die Manschetten sollte mindestens 20 % breiter sein als der Armdurchmesser. Sie darf weder zu locker sitzen noch zu schmal sein, da sich sonst ebenfalls eine Verfälschung des diastolischen Wertes P_D ergeben würde. Bei übergewichtigen Patienten und Patientinnen sowie Athleten und Athletinnen kann die Messung auch am Oberschenkel durchgeführt werden. (vgl. ebd., S. 218) Beträgt der Armumfang mehr als 40 cm muss eine breitere Manschette mit 18 cm verwendet werden. Ist die Manschette zu schmal, wird bei großem Armumfang punktuell ein zu hoher Druck erzeugt. (vgl. Arasteh et al. 2009, S. 1010)

3.4.2 Einfluss des Körpergewichts

Bei übergewichtigen Patienten und Patientinnen besteht bei zunehmender Weichteildicke die Gefahr, falsche Blutdruckwerte zu ermitteln. Die Abbildungen 11 und 12 zeigen den Vergleich von direkter (intraarterieller) Blutdruckmessung mit indirekter Messung nach Riva-Rocci und Korotkoff von insgesamt 50 Patienten und Patientinnen. Die Messungen wurden mit drei verschiedenen Manschettenbreiten von 6 cm, 13 cm und 18 cm durchgeführt. (vgl. Rosenthal and Kolloch 1984, S. 97f)

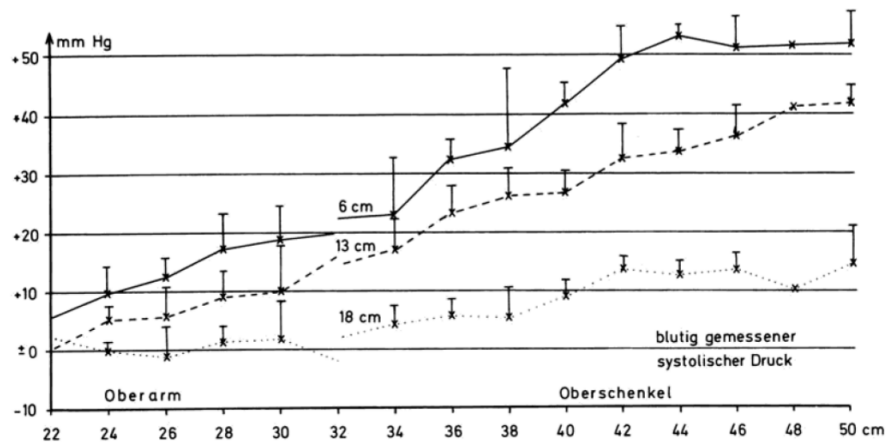


Abbildung 11: Vergleich zwischen direkter und indirekter systolischer Blutdruckmessung. Der Nullwert entspricht dem Wert der direkten Messung. (Rosenthal and Kolloch 1984, S. 98)

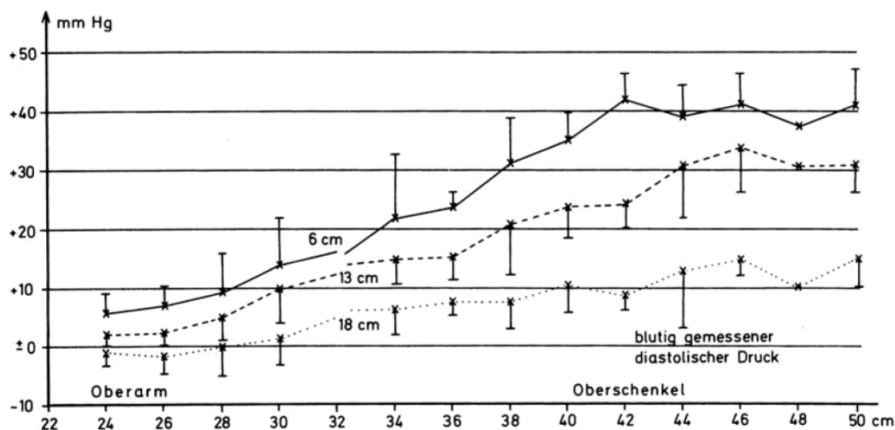


Abbildung 12: Vergleich zwischen direkter und indirekter diastolischer Blutdruckmessung. Der Nullwert entspricht dem Wert der direkten Messung. (Rosenthal and Kolloch 1984, S. 98)

4 Ergebnisse

“Ein optimal regulierter Blutdruck ist für die Versorgung der Gewebe unerlässlich.“ (Silbernagl and Despopoulos 2012, S. 218)

Bei einem chronisch erhöhten Blutdruck kann es zu Schäden an den Gefäßen kommen. Speziell Herz, Gehirn, Niere und Netzhaut können dadurch in Mitleidenschaft gezogen werden. Aber auch ein zu geringer Blutdruck (Hypotonie) kann schaden. Es kann beispielsweise zu Schock, Anoxie oder Gewebeuntergang kommen. (vgl. Silbernagl and Despopoulos 2012, S. 218)

Pathologisch gesehen, ist eine Hypertonie eine Störung des Regelkreises der den Blutdruck unter normalen Bedingungen konstant hält. (vgl. Arasteh et al. 2009, S. 1000f)

4.1 Klassifikation des Alters

Um eine altersbedingte Hypertonie festzustellen, ist es wichtig zu wissen, ab wann man als “alt“ gilt. Verschiedene Hypertonie-Gesellschaften haben hier unterschiedliche Klassifikationen und Festlegungen. Diese sind in Tabelle 3 angeführt. (vgl. Schäfer et al. 2012, S. 3)

Age term	ESH/ESC 2007	ESH/ESC 2009	JNC7 2003	CHEP 2010	DHL 2008	SHG 2009	NICE 2011	ACCF/AHA 2011
Adults	-	< 65	<65	< 60	<60	-	< 55	<65
Young old	-	-	-	-	-	-	-	65 - 74
Older old	-	-	-	-	-	-	-	75 - 84
Old	-	65 - 79	≥ 65	≥60	60 - 79	-	65 - 79	-
Very old	≥ 80	≥ 80	-	≥ 80	≥ 80	-	≥ 80	-
Old old	-	-	-	-	-	-	-	≥ 85

Tabelle 3: Klassifikation des Alters in Jahren abhängig von der Hypertonie-Gesellschaft¹ (Schäfer et al. 2012, S. 3)

4.2 Arterielle Hypertonie

“Im Alter von > 65 Jahren findet man bei 40 - 50 % der Bevölkerung eine arterielle Hypertonie.“ (Arasteh et al. 2009, S. 1003)

Ein Überblick über die Altersabhängigkeit des Blutdrucks ist in Abbildung 13 dargestellt. (vgl. Silbernagl and Despopoulos 2012, S. 219)

Bei jüngeren Menschen ist der Anteil an elastischen Fasern in herznahen Arterien und vor allem in der Aorta hoch. Diese zieht sich während der Diastole zusammen und dehnt sich bei der

¹ESH/ESC ... European Society of Hypertension/European Society of Cardiology, JNC ... Joint National Committee, CHEP ... Canadian Hypertension Education Program, DHL ... Deutsche Hochdruckliga, SHG ... Schweizerische Hypertonie-Gesellschaft, NICE ... National Institute for Health and Clinical Excellence, ACCF/AHA ... American College of Cardiology/American Heart Association (vgl. Schäfer et al. 2012, vgl. Mancia et al. 2013)

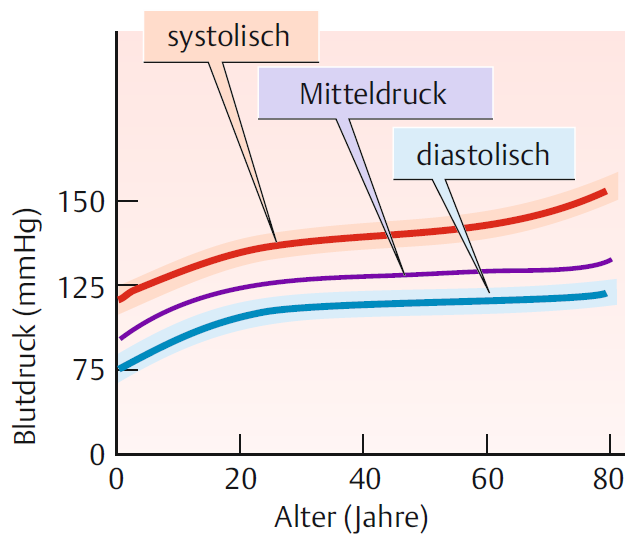


Abbildung 13: Altersabhängigkeit des Blutdrucks (Silbernagl and Despopoulos 2012, S. 219)

Systole wieder aus. Dieser Druckausgleich moduliert auch den Blutdruck. Eine gesunde Aorta ist in Abbildung 14 (links) dargestellt, bei welcher eine intakte Windkesselfunktion vorliegt. Speziell bei jüngeren Menschen nimmt der systolische Blutdruck entlang der großen Gefäße aufgrund der Windkesselfunktion zu. (vgl. Schuchert 2016)

Die Elastizität und Dehnbarkeit der großen Leitungs- und Kapazitätsgefäße nehmen mit zunehmendem Alter ab. Demnach werden die Gefäße mit fortschreitendem Lebensalter steifer. Das hat zur Folge, dass sich die arteriellen Pulswellen beschleunigen und sich an den arteriellen Gefäßverzweigungen stärker und früher reflektieren. In weiterer Folge wird der systolische Anteil der zentralen Pulswelle erhöht. Dieser Vorgang ist in Abbildung 14 (rechts) dargestellt. (vgl. ebd.)

“Die Compliance der Aorta beträgt beim jungen Menschen ca. $0,9 \text{ ml}_{\text{Blut}}/\text{mmHg}$. Sie nimmt mit dem Alter ab, die Aorta wird steifer. Hierdurch wird der Druckabfall stärker [...] Um größere Druckabfälle zu verhindern, steigt kompensatorisch der systolische Blutdruck mit dem Alter an (physiologische Altershypertonie!).“ (Friedrich 2007, S. 81)

Der Verlauf des Blutdrucks der großen Arterien ist in Abhängigkeit des Alters in Abbildung 15 dargestellt. Es ist ersichtlich, dass bei älteren Menschen die Amplitude erhöht und die Erhöhung der Druckwelle geringgradig ist. (Middeke 2004, S. 24)

4.2.1 Isolierte systolische Hypertonie (ISH)

Von einer isolierten systolischen Hypertonie spricht man, wenn es zu einem erhöhten systolischen Wert von $> 140 \text{ mmHg}$ kommt, der diastolische Blutdruckwert aber normal unter 90 mmHg bleibt. Die ISH ist eine Erkrankung alter Menschen. Von den 40 - 50 % der Bevölkerung, welche

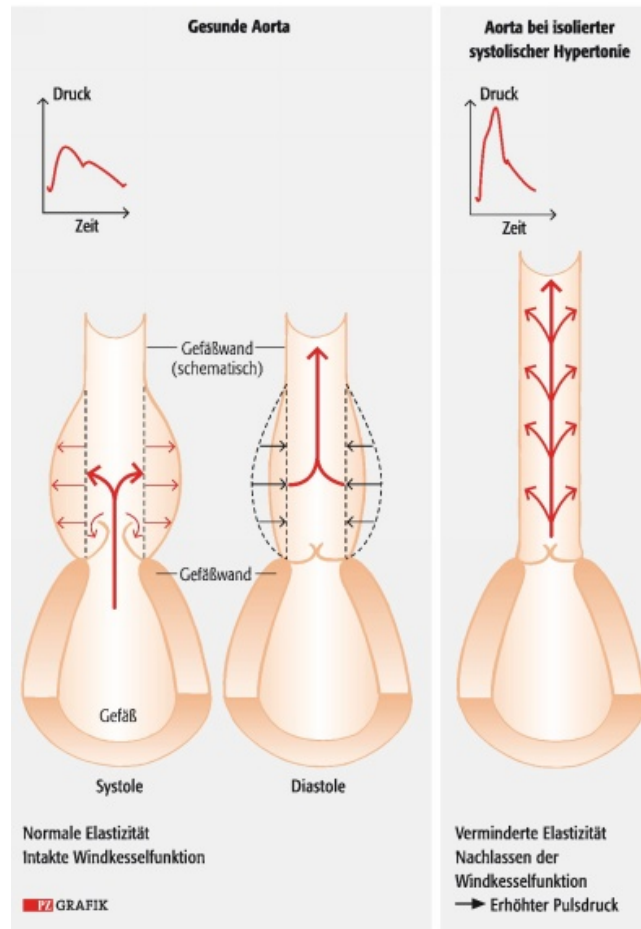


Abbildung 14: Normale (links) und verminderte (rechts) Elastizität der Aorta (Schuchert 2016)

älter 65 Jahre sind und an einer arteriellen Hypertonie leiden, handelt es sich bei 60 % um eine systolische Hypertonie. Ursache hierfür stellt beispielsweise eine ausgeprägte Arteriosklerose der großen zentralen Gefäße (Aorta) dar. Hier geht die Windkesselfunktion verloren, welche der Abfederung und Verlangsamung der Pulswelle dient. Speziell bei Patienten und Patientinnen mit einer Aortensklerose besteht die Möglichkeit einer zusätzlichen Störung der Regulation des peripheren Widerstandes. Die kardiovaskuläre Diagnose ist trotz eines normalen diastolischen Blutdruckwerts schlecht. Der systolische Wert muss auf Werte unter 160 mmHg gesenkt werden. (vgl. Arasteh et al. 2009, S. 1002f)

4.2.2 Isolierte diastolische Hypertonie (IDH)

Die isolierte diastolische Hypertonie tritt besonders bei jungen Menschen auf. Der Beginn der IDH verläuft klinisch stumm und wird deshalb oft nicht erfasst. Im weiteren Verlauf geht die diastolische Hypertonie meist in eine systolische und diastolische Hypertonie über. Ein Vergleich von isoliert systolischer und isoliert diastolischer Hypertonie ist in Tabelle 4 dargestellt. (vgl. Middeke 2004, S. 18)

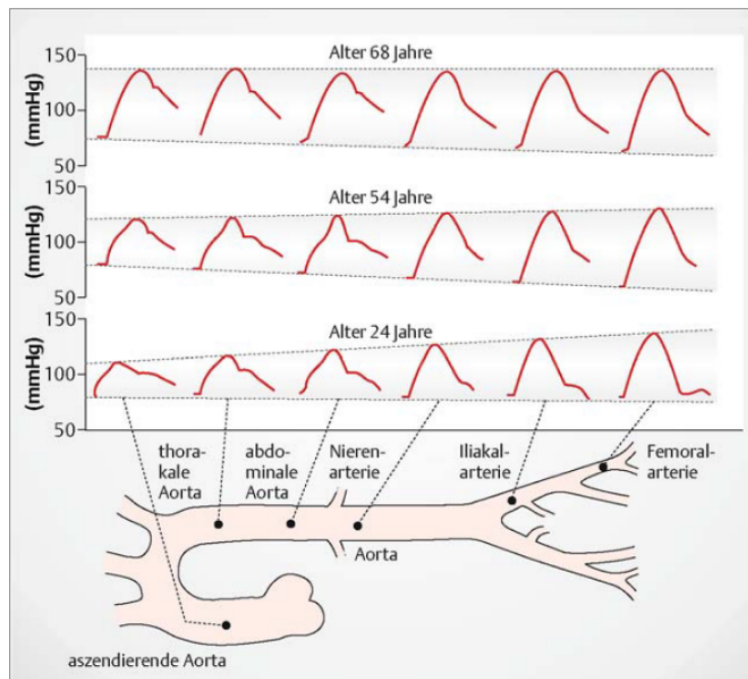


Abbildung 15: Verlauf des Blutdrucks der großen Arterien in Abhängigkeit des Alters (Middeke 2004, S. 24)

	isolierte diastolische Hypertonie (IDH)	isolierte systolische Hypertonie (ISH)
Alter	jüngerer Alter	höheres Alter
Pathomechanismus	erhöhter peripherer Widerstand, kleinste Gefäßwiderstände	gestörte Windkesselfunktion u. Compliance, große Gefäße
Risiko	Risikofaktor	Risikofaktor

Tabelle 4: Charakteristika der isoliert diastolischen (IDH) und isoliert systolischen Hypertonie (ISH) (modifiziert aus Middeke 2004, S. 18)

4.3 Ursachen

“Im menschlichen Körper wird der Blutdruck durch einen sehr komplexen Mechanismus reguliert. Dabei treten biochemische Botenstoffe, Organe, Blutgefäße und das Nervensystem miteinander in Wechselwirkung. Dieser Mechanismus ist bis heute nur teilweise erforscht.“ (Deutsche Hochdruckliga e.V. DHL® 2015)

Demnach sind die körperlichen Ursachen für den zu hohen Blutdruck nicht bekannt. Es gibt allerdings Faktoren, welche die Umstände einer Hypertonie begünstigen. In vielen Studien wurde herausgefunden, dass in erster Linie die Erbanlage und der persönliche Lebensstil die Erhöhung des Blutdrucks begünstigen. Speziell die folgenden vier Faktoren führen zu Bluthochdruck (vgl. Deutsche Hochdruckliga e.V. DHL® 2015):

- zu wenig Bewegung
- ungesunde Ernährung
- Übergewicht
- Stress

Es ist ersichtlich, dass Adipositas der häufigste Risikofaktor bei der Entwicklung einer Hypertonie ist. Fast 75 % aller Menschen die an einer Hypertonie leiden sind übergewichtig. Umgekehrt ist die Häufigkeit einer Erkrankung bei übergewichtigen Personen ca. 50 %. Die Beziehung zwischen dem Body Mass Index (BMI) und dem relativen Hypertonierisiko ist in Abbildung 16 dargestellt. (vgl. Middeke 2004, S. 10)

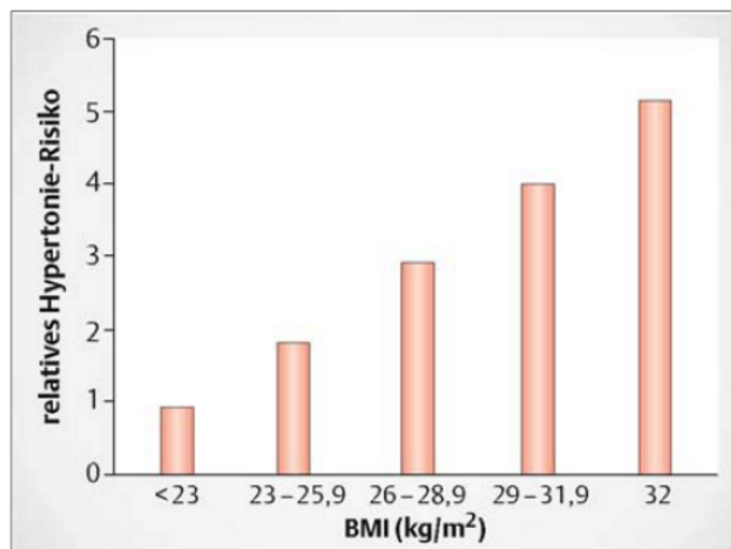


Abbildung 16: Zusammenhang zwischen BMI und relativem Hypertonierisiko (Middeke 2004, S. 10)

Des Weiteren wird angenommen, dass bei der Hypertonie eine polygene Vererbung vorliegt und somit die Blutdruckhöhe von mehreren Genen beeinflusst wird. Eine monogene Vererbung hingegen konnte nur bei seltenen Hochdruckformen, bei welchen Störungen der Ionentransportwege der Niere auftreten, gezeigt werden. (vgl. Arasteh et al. 2009, S. 1002)

Auch die erhöhte Natriumchloridzufuhr (NaCl) kann zu erhöhtem Blutdruck führen. In unserer Gesellschaft liegt die diätetische Zufuhr bei 10 - 15 g/Tag was deutlich über dem Bedarf von 3 g/Tag liegt. Die Tatsache, dass dennoch der Großteil der Bevölkerung nicht an einer Hypertonie leidet, lässt sich durch die oben erwähnte Vererbung erklären. Somit fehlt bei der Mehrzahl der Bevölkerung die genetische Prädisposition einer Hypertonie. (vgl. ebd., S. 1002)

Jedoch kann die Reduktion der diätetischen Natriumchloridzufuhr zu einer Senkung des Blutdrucks führen. Bei anderen diätetischen Faktoren wie Kalium, Kalzium, Fetten und Alkohol ist

die Rolle über die Zufuhr unklar definiert. Derzeit geht man davon aus, dass das diätetische Zuführen von Kalium und Kalzium den Blutdruck in geringem Maße senkt, während eine fettreiche Ernährung (Cholesterin, gesättigte Fettsäuren) sowie chronischer Alkoholkonsum langfristig zu einer Erhöhung des Blutdrucks führen. (vgl. ebd., S. 1002)

4.3.1 Sekundäre Hypertonie

Bei 10 % der Menschen, welche an einer Hypertonie leiden sind organische Erkrankungen die Ursache für den zu hohen Blutdruck. Beispiel hierfür wäre eine Verengung der Nierenarterien. In diesem Fall spricht man von einer sekundären Hypertonie, bei welcher zunächst die zugrundeliegende Krankheit zu behandeln ist. Dies führt bei manchen Patienten und Patientinnen bereits zur Normalisierung des Blutdrucks. (vgl. Deutsche Hochdruckliga e.V. DHL[®] 2015)
“Ca. 75 % der Patienten mit sekundärer Hypertonie sind “Non-Dipper““ (Arasteh et al. 2009, S. 1011) (vgl. Kapitel 3.3)

4.4 Symptome

“Es gibt keine typischen Hypertoniesymptome.“ (Arasteh et al. 2009, S. 1006)
Oft werden Nasenbluten und Kopfschmerzen als Zeichen eines erhöhten Blutdrucks angesehen. Dennoch gibt es prinzipiell keine typischen Symptome einer Hypertonie. In manchen Fällen kommt es zu Allgemeinsymptomen welche langsam und schleichend auftreten. Diese können schnellere Erschöpfung oder raschere Ermüdbarkeit sein und sind der/dem Patientin/en oft nicht als Konsequenz einer Hypertonie bewusst. Aufgrund dieser fehlenden Symptomatik ist es oft schwer, Menschen die an einer Hypertonie erkrankt sind, von einer lebenslangen Medikamenteneinnahme zu überzeugen, denn die schwerwiegenden Konsequenzen einer Bluthochdruckerkrankung sind erst nach Jahren ersichtlich. (vgl. Arasteh et al. 2009, S. 1006)

4.5 Risiken und Folgen

Nach Angaben der WHO steht die Hypertonie weltweit an dritter Stelle als Ursache für die Gesamtsterblichkeit. Die Gegenüberstellung der Mortalitätsraten der vier größten Risikofaktoren weltweit ist in Abbildung 17 dargestellt. (vgl. Middeke 2004, S. 1)

4.5.1 Risikostratifizierung

Durch die klinische Einschätzung des Schweregrades anhand der Blutdruckklassifikation (siehe Kapitel 2.4) werden der Verlauf und die Prognose der Hypertonie bestimmt. Diese Einschätzung erfolgt anhand der Blutdruckhöhe, des Grades der Organschäden sowie der vorhandenen Begleiterkrankungen. In Tabelle 5 ist eine Risikoeinstufung, in den nächsten 10 Jahren eine

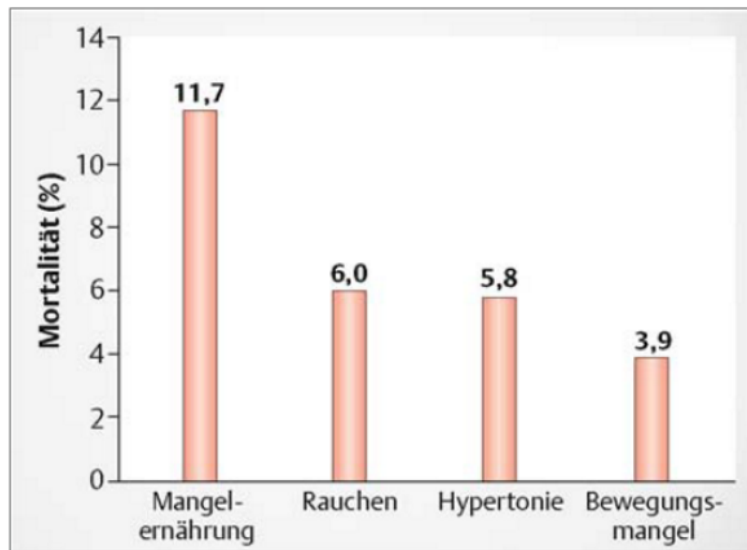


Abbildung 17: Mortalitätsrate der wichtigsten Risikofaktoren weltweit (Middeke 2004, S. 1)

andere Risikofaktoren oder Krankheiten	Klassifikation des Blutdrucks				
	normal	hochnormal	Hypertonie		
			Grad I	Grad II	Grad III
keine Risikofaktoren	durchschnittliches Risiko	durchschnittliches Risiko	schwach erhöhtes Risiko	mäßig erhöhtes Risiko	hohes Risiko
1 - 2 Risikofaktoren	schwach erhöhtes Risiko	schwach erhöhtes Risiko	mäßig erhöhtes Risiko	mäßig erhöhtes Risiko	sehr hohes Risiko
≥ 3 Risikofaktoren oder Endoorganschäden oder Diabetes	mäßig erhöhtes Risiko	hohes Risiko	hohes Risiko	hohes Risiko	sehr hohes Risiko
klinisch manifeste kardiovaskuläre Erkrankung	hohes Risiko	sehr hohes Risiko	sehr hohes Risiko	sehr hohes Risiko	sehr hohes Risiko

Tabelle 5: Risikostratifizierung der Blutdruckstufen¹ (modifiziert aus Arasteh et al. 2009, S. 1014)

kardiale oder zerebrale Komplikation durch Hypertonie zu erleiden, angeführt. (vgl. Arasteh et al. 2009, S. 1013f)

4.5.2 Folgeerkrankungen

Die meisten Folgeerkrankungen einer Hypertonie lassen sich auf eine hypertoniebedingte Arteriosklerose verschiedener Gefäßabschnitte zurückführen. Die hier betroffenen Organe sind Herz, Niere, Gehirn, Augen sowie die Gefäße der unteren Extremitäten. Etwa die Hälfte der Todesursachen von Patienten und Patientinnen mit Hypertonie betreffen das Herz. Die wichtigsten kardialen Erkrankungen sind Linksherzhypertrophie und -insuffizienz sowie koronare Herzkrankheit. (vgl. Arasteh et al. 2009, S. 1008)

¹durchschnittliches Risiko: < 10 %, schwach erhöhtes Risiko: 15 - 20 %, mäßig erhöhtes Risiko: 20 - 30 %, hoch bis sehr hohes Risiko: > 30 % (vgl. Arasteh et al. 2009, S. 1014)

Als Erkrankungen der Niere können gelegentlich Mikroalbuminurien beobachtet werden und bei 5 % der Hypertoniepatienten und Hypertoniepatientinnen kann eine Proteinurie auftreten. Bei nicht ausreichender Behandlung kann es über Jahre hinweg zu einer zunehmenden intrarenalen Druckbelastung führen, welche zu einer Nephrosklerose und in weiterer Folge zu einem terminalen Nierenversagen führt. (vgl. ebd., S. 1008)

“Die Prävalenz der Hypertonie beträgt bei Schlaganfall bis zu 90 %. Eine effektive antihypertensive Therapie kann hingegen zu einem deutlichen Rückgang des Risikos für diese Erkrankung führen.“ (Arasteh et al. 2009, S. 1008)

Folgende Mechanismen können im Rahmen einer Hypertonie zum klinischen Bild eines Schlaganfalls führen (vgl. Arasteh et al. 2009, S. 1008f):

- Transitorische ischämische Attacken
- Hirninfarkt
- hypertensive Massenblutung
- akute Hochdruckenzephalopathie

Des Weiteren erhöht eine arterielle Hypertonie das Risiko, an einer Demenz zu erkranken erheblich. Die zerebrale Leistungsfähigkeit bei älteren Patienten und Patientinnen konnte hingegen nachweislich durch leitliniengerechte Senkung des Bluthockdrucks verbessert werden.

Die Beeinträchtigungen im Auge entstehen großteils durch eine hypertoniebedingte Arteriosklerose der retinalen Gefäße. Weitere hypertoniebedingte Gefäßveränderungen sind wie folgt angeführt (vgl. ebd., S. 1009):

- Bauchaortenaneurysma
- Aortendissektion
- Periphere arterielle Verschlusskrankheit

4.5.3 Koronare Herzkrankheit

In der Studie von Franklin et al. 2001 wurde der Einfluss des Blutdrucks auf koronare Herzkrankheiten unter Veränderung des Alters untersucht. Es wurde der Stellenwert von diastolischem (DBP) und systolischem (SBP) Blutdruck sowie Pulsdruck (PP) als Anzeichen einer koronaren Herzkrankheit (CHD) überprüft. Hierbei wurden insgesamt 3060 Männer und 3479 Frauen im Alter zwischen 20 und 79 Jahren untersucht. Die Cox-Regression wurde an Alter und Geschlecht angepasst.

Mit zunehmendem Alter geht das Hauptanzeichen für eine koronare Herzerkrankung schrittweise vom systolischen auf den diastolischen Blutdruck über und endet schlussendlich beim

Pulsdruck. Bei Patienten und Patientinnen die jünger als 50 Jahre alt sind, ist der stärkste Prädiktor der diastolische Blutdruck. Im Alter von 50 bis 59 Jahren wurde eine Übergangsphase festgestellt, in welcher alle 3 Indikatoren gleichermaßen aussagekräftig sind. Ab einem Lebensalter von 60 Jahren ist der wichtigste Prädiktor für die Koronare Herzkrankheit der Pulsdruck. (vgl. Franklin et al. 2001, S. 1245)

Die Teilnehmer und Teilnehmerinnen der Studie und deren klinische Charakteristik sind in Tabelle 6 gruppiert in 3 Altersklassen dargestellt. Die durchschnittliche Nachlaufzeit war 17 Jahre, während dieser 807 Teilnehmer und Teilnehmerinnen (532 Männer und 275 Frauen) eine koronare Herzerkrankungen entwickelt haben. (vgl. ebd., S. 1245)

Klinische Charakteristik		Alter (Jahre)			P ¹
		< 50	50 - 59	≥ 60	
Geschlecht	<i>weiblich</i>	2126	768	585	< 0.0001
	<i>männlich</i>	1908	676	476	
Alter (Jahre)		35 ± 8	54 ± 3	67 ± 5	
Verhältnis von TC zu HDL Cholesterin		4.2 ± 1.6	4.6 ± 1.7	4.8 ± 1.5	
BMI (kg/m²)		25.0 ± 4.3	26.2 ± 4.0	25.9 ± 3.8	
Diabetes (%)		1	5	10	
Raucher (%)		46	44	22	
Blutdruck (mmHG)	<i>systolisch</i>	120 ± 15	131 ± 18	141 ± 21	
	<i>diastolisch</i>	78 ± 10	81 ± 10	79 ± 10	
Pulsdruck (mmHg)		42 ± 9	50 ± 12	62 ± 17	

Tabelle 6: Klinische Charakteristiken der Studienteilnehmer und Studienteilnehmerinnen eingeteilt in Altersgruppen (modifiziert aus Franklin et al. 2001, S. 1246)

Der Unterschied zwischen systolischem und diastolischem Blutdruck als Anzeichen einer Erkrankung ist in Abbildung 18 als Funktion des Alters dargestellt. Sie zeigt die Differenz der beiden β -Koeffizienten von systolischem $\beta(SBP)$ sowie diastolischem Blutdruck $\beta(DBP)$, welche aus der Cox-Regression stammen. Die zugehörige Regressiongerade ist in Gleichung 5 dargestellt und hat einen Signifikanzwert P von 0.008. (vgl. ebd., S. 1247)

$$\beta(SBP) - \beta(DBP) = -1.4948 + 0.0290 \cdot \text{Alter} \quad (5)$$

Die zugehörigen Komponenten der Cox-Regression (proportionales Hazard-Modell) von Abbildung 18 sind in Tabelle 7 dargestellt. Für den Standardfehler wurde ein Anstieg von 10 mmHg der Blutdruckkomponenten der Hazard-Ratio (HR) zugeordnet. Das verwendete Wald χ^2 wurde in Gleichung 6 definiert.

$$\chi^2 = \left(\frac{\beta}{SE} \right)^2 \quad (6)$$

¹P ... p-Wert, Signifikanzwert

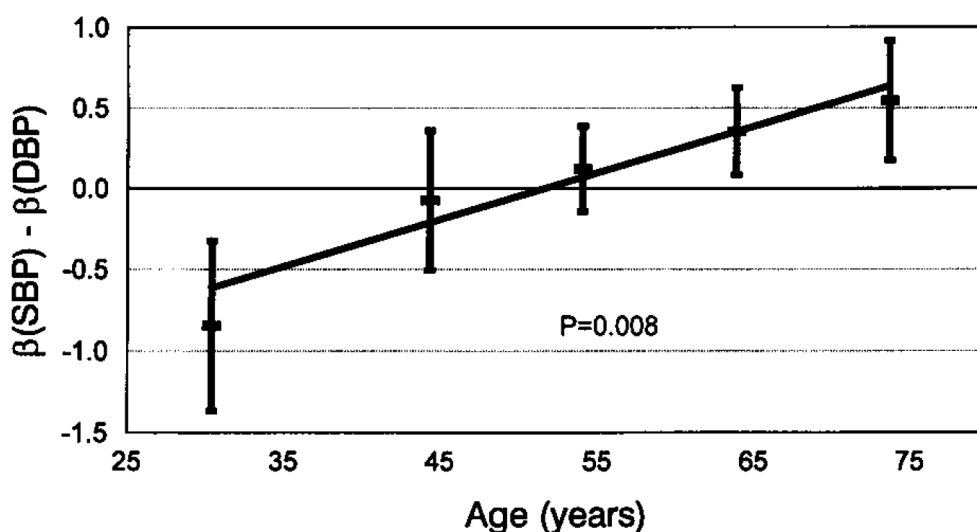


Abbildung 18: Differenz in der Prognose einer koronaren Herzerkrankung von systolischem (SBP) und diastolischem Blutdruck (DBP) als Funktion des Alters (Franklin et al. 2001, S. 1247)

Komponenten	β	SE ²	Wald χ^2	HR (95 % CI) ³
<i>Alter < 50 Jahre</i>				
SBP	0.13	0.04	10.8	1.14 (1.06 - 1.24)
DBP	0.29	0.06	21.8	1.34 (1.18 - 1.51)
PP	0.02	0.07	0.1	1.02 (0.89 - 1.17)
<i>Alter 50 - 59 Jahre</i>				
SBP	0.08	0.03	6.3	1.08 (1.02 - 1.15)
DBP	0.10	0.06	2.9	1.11 (0.99 - 1.24)
PP	0.11	0.05	5.4	1.11 (1.02 - 1.22)
<i>Alter \geq 60 Jahre</i>				
SBP	0.16	0.03	30.0	1.17 (1.11 - 1.24)
DBP	0.11	0.06	3.2	1.12 (0.99 - 1.27)
PP	0.21	0.04	36.9	1.24 (1.16 - 1.33)

Tabelle 7: Koeffizienten der Cox-Regression von systolischem (SBP) und diastolischem (DBP) Blutdruck sowie Pulsdruck (PP) (Franklin et al. 2001, S. 1247)

Es ist ersichtlich, dass in der Gruppe mit TeilnehmerInnen jünger als 50 Jahre der diastolische Blutdruck mit einer Hazard-Ratio (HR) von 1.34 ($P < 0.001$) das relevante Anzeichen für die Erkrankung darstellt. In der Altersgruppe 50 bis 59 Jahren haben alle drei Komponenten in etwa den gleichen Wert für HR. Ab einem Alter von 60 Jahren übernimmt die Rolle des stärksten Prädiktors der Pulsdruck mit einer HR von 1.24 ($P < 0.001$). (vgl. ebd., S. 1247)

²SE ... Standardfehler

³HR (95 % CI) ... Hazard-Ratio mit 95 %igen Konfidenzintervall

4.5.4 Herzfrequenz

Bei Menschen, die an einer Hypertonie leiden, liegt die Herzfrequenz betrachtet über 24 Stunden signifikant höher als bei Menschen mit normalem Blutdruck. Zu Beginn einer Hypertonie ist die erhöhte Herzfrequenz Ausdruck eines erhöhten Sympathikotonus und ist während des Verlaufs einer Hypertonie ein zusätzlicher unabhängiger Risikofaktor. Eine erhöhte Herzfrequenz kann auch das Risiko, eine Hypertonie zu entwickeln begünstigen. Eine Erhöhung der Herzfrequenz um 10 Schläge pro Minute resultiert in einer 14 %igen Erhöhung der kardiovaskulären Mortalität sowie einer 20 %igen Erhöhung der Gesamtmortalität. (vgl. Middeke 2004, S. 3f)

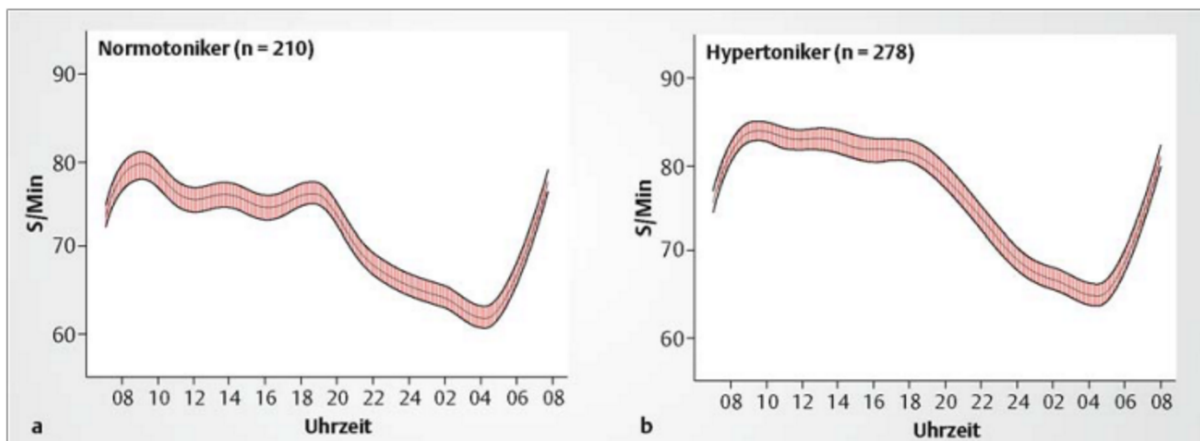


Abbildung 19: Herzfrequenzrhythmus und -niveau über 24 Stunden während einer Normotonie (a) und Hypertonie (b) (Middeke 2004, S. 4)

	Herzfrequenz ⁴ (Schläge pro Minute)			
	Normotonie (n = 210)		Hypertonie ⁵ (n = 278)	
	\bar{x}	$\sigma_{\bar{x}}$	\bar{x}	$\sigma_{\bar{x}}$
24 Stunden	72.8	10.0	77.7	9.7
Tag	75.3	10.7	81.3	10.3
Nacht	65.7	9.5	69.0	9.5

Tabelle 8: Herzfrequenz über 24 Stunden während einer Normotonie und Hypertonie (modifiziert aus Middeke 2004, S. 4)

In Abbildung 19 ist der Herzrhythmus sowie das Niveau über 24 Stunden bei einer unbehandelten Hypertonie (n=278) und Normotonie (n=210) dargestellt. Die statistischen Kennwerte dieser Grafik sind in Tabelle 8 angeführt. (vgl. ebd., S. 3f)

⁴ \bar{x} ... Mittelwert, $\sigma_{\bar{x}}$... Standardabweichung

⁵Signifikanzwert $p < 0.001$

4.6 Therapiemethoden und Behandlungen

“Das wesentliche Behandlungsziel der arteriellen Hypertonie ist nicht nur, den Blutdruck in den Zielbereich einzustellen, sondern Hypertonie-bedingte [sic] Folgen wie Schlaganfall und Herzinsuffizienz zu verhindern oder zumindest zu verringern.“ (Schuchert 2016)

Die Art und der Beginn einer Therapie werden abhängig vom kardiovaskulären Gesamtrisiko (vgl. Tabelle 5) bestimmt. Als erstes werden prinzipiell nichtmedikamentöse Allgemeinmaßnahmen empfohlen. Diese reichen jedoch für eine suffiziente Blutdrucksenkung oft nicht aus. Da bereits bei den Schweregraden 1 und 2 (vgl. Tabelle 2) kardiovaskuläre Risikofaktoren oder bestehende Endorganschäden die Gefahr kardialer oder zerebraler Ereignisse stark steigen lassen, wird auch häufig hier schon eine medikamentöse Therapie angewandt. Im Schweregrad 3 (vgl. Tabelle 2) müssen auf jeden Fall Antihypertensiva verordnet werden. (vgl. Arasteh et al. 2009, S. 1015)

Ziel der Therapie ist es, unter Ruhebedingungen einen zuverlässigen Blutdruck mit dem systolischen Wert von < 140 mmHg und diastolischen Wert von < 90 mmHg zu erreichen. Bei zusätzlichem Auftreten folgender Krankheiten oder Symptome sollte ein Blutdruck von 130/80 mmHg eingestellt werden: (vgl. ebd., S. 1015)

- Diabetes mellitus
- Niereninsuffizienz und/oder Proteinurie
- zerebrovaskuläre Erkrankungen
- koronare Herzkrankheit

4.6.1 Allgemeinmaßnahmen

Die ausführliche Aufklärung des Patienten und der Patientin über Art der Krankheit sowie mögliche Folgen und der betonte Hinweis auf eine konsequente Durchführung der Behandlung sind die Voraussetzungen jeder Therapie. Speziell bei aktiveren und beschwerdefreien Patienten und Patientinnen wird die Krankheit Bluthochdruck oft bagatellisiert. Als nächster Schritt ist die Lebensgestaltung im medizinisch notwendigen und praktisch machbaren Maße anzupassen. Hierbei sind die folgenden Allgemeinmaßnahmen zu beachten. (vgl. Arasteh et al. 2009, S. 1015)

- geregelte Nachtruhe und Arbeitspausen
- ausreichende körperliche Bewegung
- Nikotin- und Alkoholkarenz
- Diätberatung

- regelmäßige Entspannungsübungen

“Als effektivste Allgemeinmaßnahmen bei Hypertonie müssen [sic] Gewichtsreduktion und körperliche Aktivität angesehen werden.“ (Arasteh et al. 2009, S. 1015)

Eine gesunde Lebensweise stellt das wichtigste und wirksamste Mittel gegen Bluthochdruck dar. Deshalb zahlt sich eine, wenn auch massive, Änderung des Lebensstils auf jeden Fall aus, da man dadurch eine leichte Hypertonie auf normale Blutdruckwerte senken kann. Bei schweren Formen kann eine gesunde Lebensart eine Reduktion der benötigten Medikamente bewirken. Zusätzlich zu den oben angeführten Maßnahmen sollte darauf geachtet werden, wenig Kochsalz zu sich zu nehmen. (vgl. Deutsche Hochdruckliga e.V. DHL[®] 2015)

4.6.2 Medikamentöse Blutdruckeinstellung

Im Gegensatz zu einer leichten oder mittelschweren Hypertonie, muss bei Menschen mit einer schweren Hypertonie sofort mit einer Behandlung durch Medikamente begonnen werden. Auch das Gesamtrisiko von Hochdruckpatienten und Hochdruckpatientinnen ist ausschlaggebend für die Form der Therapie. Umso höher die Anzahl der Risikofaktoren, desto niedriger sollte der Blutdruck sein und entsprechend durch Medikamente gesenkt werden. (vgl. Deutsche Hochdruckliga e.V. DHL[®] 2015)

“Um eine dauerhafte Blutdrucksenkung zu erreichen, müssen fast alle Hypertoniepatienten lebenslang Medikamente einnehmen.“ (Arasteh et al. 2009, S. 1015)

Aus diesem Grund ist eine genaue Planung und sorgfältige Überwachung während der Therapie notwendig. Hierfür sollten die folgenden Punkte beachtet werden. (vgl. Arasteh et al. 2009, S. 1016)

- Wirklatenz
- Mono- versus Kombinationstherapie
- Einnahmetreue
- Ursachen für Wirkungslosigkeit
- Sinnvolle Kontrolluntersuchungen
- Nebenwirkungen

Wirklatenz: Bei einigen Substanzen tritt der volle antihypertensive Effekt erst nach Wochen ein. Dies gilt vor allem für β -Rezeptor-Blocker, Diuretika, ACE-Hemmer, AT₁-Rezeptor-Blocker und zentralwirksame Pharmaka. Mögliche Änderungen einer langfristigen Therapie sollten demnach erst nach Abwarten des zeitlich notwendigen Intervalls erwogen werden. (vgl. ebd., S. 1016)

Mono- versus Kombinationstherapie: Die Empfehlung, zunächst mit einer Monotherapie zu beginnen ist nicht mehr zeitgerecht. Eine niedrig dosierte Kombination von Antihypertensiva ist oft sinnvoller. Studien zur Hypertoniebehandlung der letzten Jahre haben gezeigt, dass fast alle Patienten und Patientinnen zwei oder mehr Medikamente zur suffizienten Blutdruckbehandlung einnehmen müssen. (vgl. ebd., S. 1016)

Einnahmetreue: Die Einnahmetreue oder Compliance wird einerseits wegen der teilweise hohen Nebenwirkungen der Arzneimitteltherapie und andererseits wegen der häufig vorhandenen Symptomlosigkeit trotz stark erhöhter Blutdruckwerte, nicht immer konsequent umgesetzt. Viele Patienten und Patientinnen sind deshalb schwer von der regelmäßigen Tabletteneinnahme zu überzeugen. Folgende Maßnahmen zur Verbesserung der Einnahmetreue haben sich bewährt: (vgl. ebd., S. 1016)

- Selbstmessung durch Patienten oder Patientin
- einfache Therapieschemata
- feste Terminvereinbarungen, mit Einbestellung bei Nichterscheinen
- gute Information über Krankheit an Patient und Patientin sowie Partner und Partnerin
- strukturierte Schulungsprogramme (speziell für Hypertoniker und Hypertonikerinnen)

Ursachen für Wirkungslosigkeit: Als Grund für mangelnde Effektivität der medikamentösen Behandlung muss oft die mangelhafte Einnahmetreue angenommen werden. Andere Gründe sind zu geringe Dosierung der Medikamente oder manchmal eine Salz- und Wasserretention. Bei einer schwer einstellbaren Hypertonie sollte die Möglichkeit einer sekundären Hypertonie in Betracht gezogen werden. (vgl. ebd., S. 1016)

Sinnvolle Kontrolluntersuchungen: Zu Beginn der Therapie sollten die Werte für Kalium und Kreatinin sowie der Urinstatus alle 3 und später alle 12 Monate kontrolliert werden. (vgl. ebd., S. 1016)

Nebenwirkungen: Sedierende Medikamente beeinträchtigen generell die Verkehrstüchtigkeit. Während der ersten Zeit der Blutdruckeinstellung leiden Patienten und Patientinnen oft an Müdigkeit und Leistungseinbußen. Diese Symptome klingen allerdings nach einigen Wochen wieder ab. Störungen der Sexualfunktion bei Männern müssen speziell erfragt werden, da diese als Nebenwirkung oft nicht spontan angegeben werden. Sie sind aber häufig der Grund für eine mangelnde Einnahmetreue. (vgl. ebd., S. 1016)

Zusätzlich können noch Benommenheit, Schwindel, Allergien, Hautreaktionen und Magen-Darm-Beschwerden wie Übelkeit, Verstopfung oder Durchfall auftreten. (vgl. Deutsche Hochdruckliga e.V. DHL[®] 2015)

Bei alten Menschen kann eine konsequente Blutdrucksenkung auf mindestens $< 160/95$ mmHg ebenfalls die Mortalität und kardiovaskuläre Morbidität senken. Allerdings muss speziell hier auf eine erhöhte Prävalenz einer isolierten systolischen Hypertonie geachtet werden. (vgl. Kapitel 4.2.1) Um das Risiko einer antihypertensiven Therapie im Alter gering zu halten, sind folgende Punkte zu beachten: (vgl. Arasteh et al. 2009, S. 1019)

- besonders vorsichtige, langsame Blutdrucksenkung
- möglichst einfaches Therapieschema
- Vermeidung von Antihypertensiva, die zu orthostatischen Blutdruckabfällen führen können
- Beachtung von Nebenwirkungen, welche generell im Alter vermehrt auftreten

4.6.3 Medikamente zur Blutdrucksenkung

Die von nationalen und internationalen Hypertoniegesellschaften empfohlenen Medikamente erster Wahl sowie deren Kombination sind in Abbildung 20 dargestellt. Diese Medikamentengruppen können großteils untereinander kombiniert werden. Generell gilt, dass Medikamente mit gleichem Wirkstoff nicht gemeinsam verabreicht werden sollen. Stattdessen sollte eine sinnvolle Ergänzung gewählt werden. (vgl. Arasteh et al. 2009, S. 1017)

Weitere Medikamente zur Blutdrucksenkung sind α -Rezeptor-Blocker, zentralwirkende Antihypertensiva sowie direkte Vasodilatoren. Erstes hat wegen der Tendenz, Volumenretention zu induzieren an Bedeutung verloren, zentralwirkende Antihypertensiva werden in Kombinationstherapien schwerer Hypertonien eingesetzt und letztere verfügen nicht über ausreichend lange Wirkungsdauer um als Medikamente erster Wahl empfohlen zu werden. (vgl. Arasteh et al. 2009, S. 1018)

Zur Behandlung einer Hypertonie stehen sehr wirksame Arzneimittel zur Verfügung. Diese haben unterschiedliche Angriffspunkte und Nebenwirkungen und können nahezu jedem älterem Menschen, der an einer Hypertonie leidet, eine angepasste Therapie ermöglichen. Im höheren Lebensalter treten neben der Hypertonie oft noch weitere altersbedingte Erkrankungen auf, die bei der Behandlung der Hypertonie in Betracht gezogen werden müssen. Es ist heute jedoch möglich, einzelne Arzneimittel oder Kombinationen an die jeweiligen Bedürfnisse und Anforderungen anzupassen. Besonders Diabetes mellitus und das gleichzeitige Vorliegen eines metabolischen Syndroms, aber auch eine atherosklerotische Gefäßverengung können durch eine

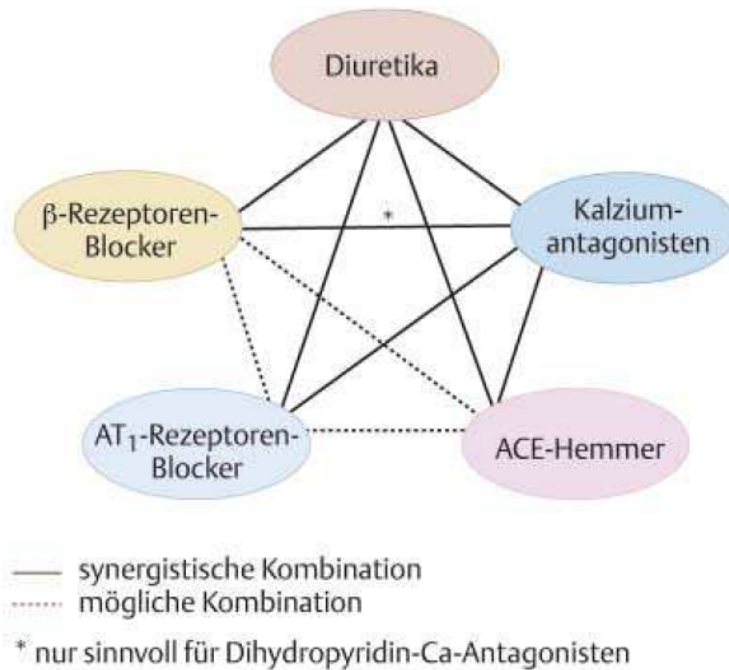


Abbildung 20: Antihypertensiva 1. Wahl und deren Kombination (Arasteh et al. 2009, S. 1017)

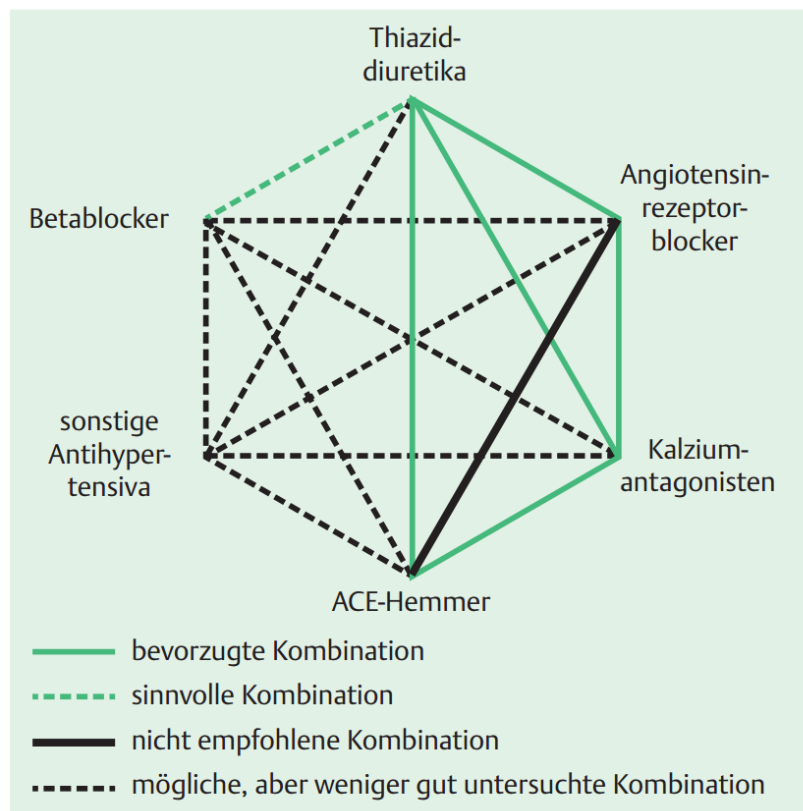


Abbildung 21: Therapiealgorithmus der ESC/ESH-Leitlinie für Hypertonie (Zivanovic et al. 2015, S. 239)

optimale Therapie behandelt werden. (vgl. Tragl 1999, S. 52)

Die aktuellen Leitlinien der ESC/ESH (European Society of Hypertension/European Society of Cardiology) empfehlen den in Abbildung 21 dargestellten Therapiealgorithmus. Dieser basiert auf der Behandlung mit ACE-Hemmern/Angiotensinrezeptorblockern, Kalziumkanalblockern und Thiaziddiuretika. Bei kardialer Komorbidität werden Beta-Rezeptor-Blocker (Beta-Blocker) eingesetzt. (vgl. Zivanovic et al. 2015, S. 238)

4.6.4 Nebenwirkungen

“Jede medikamentöse Therapie hat unerwünschte Nebenwirkungen, das gilt auch für Blutdrucksenker.“ (Deutsche Hochdruckliga e.V. DHL[®] 2015)

Die Nutzen der Behandlungen überwiegen die Nebenwirkungen jedoch bei weitem, bedenkt man die möglichen Folgeerkrankungen wie Schlaganfall und Herzinfarkt. Die Häufigkeit der Nebenwirkungen ist unterschiedlich und unter anderem von der Art des Arzneimittels abhängig. Derzeit gibt es kein Medikament zur Blutdrucksenkung, bei welchem keine Nebenwirkungen auftreten. Im Folgenden werden typische Nebenwirkungen blutdrucksenkender Medikamente erster Wahl beschrieben: (vgl. Deutsche Hochdruckliga e.V. DHL[®] 2015)

- Alle blutdrucksenkenden Medikamente:
 - Schwindel, Benommenheit, Blutdruckabfall
 - Allergien, Hautreaktionen
 - Magen-Darm-Beschwerden wie Übelkeit, Verstopfung oder Durchfall
- ACE-Hemmer:
 - trockener Reizhusten
 - Angioödem (Hautschwellung)
 - Anstieg des Kaliumspiegels im Blut
- AT1-Antagonist:
 - insgesamt sehr gute Verträglichkeit
 - Husten (selten)
 - Angioödem (Hautschwellung)
 - Anstieg des Kaliumspiegels im Blut
- Kalziumantagonisten:
 - Hautrötung mit Wärmegefühl (Flush)

- Palpitationen (stark empfundener Herzschlag)
 - Kopfschmerzen
 - Verlangsamung der Herzfrequenz (nur bei Non-Dihydropyridinen wie Verapamil, Diltiazem)
 - Wasseransammlungen (Ödeme) im Unterschenkel und Knöchelbereich
- Betablocker:
 - Verengung der Bronchien
 - Verlangsamung der Herzfrequenz
 - Verschlechterung bestehender Durchblutungsstörungen der Extremitäten
 - Müdigkeit, Schlafstörungen
 - sexuelle Funktions- oder Potenzstörungen
 - negative Beeinflussung des Zuckerstoffwechsels
- Thiaziddiuretika:
 - Abfall des Natrium- und/oder Kaliumspiegles im Blut
 - Anstieg des Harnsäurespiegels im Blut, Gicht
 - Verschlechterung des Zuckerstoffwechsels
 - Mundtrockenheit, Durst

Speziell α -Rezeptor-Blocker, welche zu orthostatischen Blutdruckabfällen führen können, sind bei Patienten und Patientinnen im erhöhten Alter zu vermeiden. Des Weiteren sind Medikamente mit Nebenwirkungen, welche vermehrt im Alter auftreten zu vermeiden, wie beispielsweise herabgesetzte Glykosidtoleranz des Herzens unter diuretika-induzierter Hypokaliämie sowie Verschlechterung einer bestehenden Herzinsuffizienz durch hoch dosierte β -Rezeptoren-Blocker. (vgl. Arasteh et al. 2009, S. 1019)

5 Schlussfolgerung

Die Ergebnisse zeigen auf, dass eine arterielle Hypertonie bei Menschen, die älter als 65 Jahre sind, fast die Hälfte (40 - 50 %) der Bevölkerung betrifft. Der Grund hierfür liegt im Verlust der Elastizität und Dehnbarkeit der großen Leitungs- und Kapazitätgefäße. Diese nehmen mit zunehmendem Alter ab und die Gefäße werden mit fortschreitendem Lebensalter steifer. Das hat zur Folge, dass sich die arteriellen Pulswellen beschleunigen und in weiterer Folge sich stärker und früher reflektieren. Dadurch wird der systolische Anteil der zentralen Pulswelle erhöht. Während jüngere Menschen vermehrt an einer diastolischen Hypertonie leiden, sind mehr als die Hälfte (60 %) der HypertonikerInnen, die älter als 65 Jahre sind, von einer isolierten systolischen Hypertonie (ISH) betroffen. Hierbei geht die Windkesselfunktion verloren, welche der Abfederung und Verlangsamung der Pulswelle dient. Speziell bei Patienten und Patientinnen mit einer Aortensklerose besteht die Möglichkeit einer zusätzlichen Störung der Regulation des peripheren Widerstandes.

Die körperlichen Ursachen für Bluthochdruck sind nicht bekannt. Allerdings gibt es viele Faktoren welche die Umstände einer Hypertonie begünstigen. Zu den wichtigsten zählen die Erb-anlage und der persönliche Lebensstil. Speziell Übergewicht, zu wenig Bewegung, ungesunde Ernährung und Stress tragen zu der Erhöhung des Blutdrucks bei. Auch die erhöhte Natriumchloridzufuhr kann mit Grund für eine Hypertonie sein.

Aber es können auch organische Erkrankungen für einen zu hohen Blutdruck verantwortlich sein, denn 10 % der Menschen, die an einer Hypertonie leiden, sind von einer sekundären Hypertonie betroffen. Hierbei kann die Heilung der zugrundeliegenden Krankheit wieder zur Normalisierung des Blutdrucks führen.

Außer Allgemeinsymptomen wie schnellere Erschöpfung oder raschere Ermüdung verläuft eine Hypertonie meist unauffällig. Es gibt keine typischen Symptome für eine Hypertonie. Dennoch werden Nasenbluten und Kopfschmerzen oft damit in Verbindung gebracht. Aufgrund dieser fehlenden Symptomatik wird die Krankheit oft nicht ernst genommen. Kommt es aber dennoch zu schwerwiegenden Konsequenzen einer Bluthochdruckerkrankung sind bereits Jahre vergangen.

Die Folgen sind schwerwiegend und meist auf eine hypertoniebedingte Arteriosklerose verschiedener Gefäßabschnitte zurückzuführen. Trotz der Tatsache, dass Bluthochdruck weltweit zu den fünf häufigsten Ursachen für die Gesamtsterblichkeit zählt wird diese Erkrankung oft von den Betroffenen bagatellisiert. Anhand des Grades einer Hypertonie und der weiteren Anzahl an Risikofaktoren und des Vorhandenseins von Diabetes, Endorganschäden oder anderen kardio-vaskuläre Erkrankungen kann das Gesamtrisiko, an einer Hypertonie zu erkranken, stratifiziert

werden.

Etwa die Hälfte der Todesursachen von Patienten und Patientinnen mit Hypertonie betrifft das Herz. Als die wichtigsten Beispiele wurden Linksherzhypertrophie und -insuffizienz sowie koronare Herzkrankheit angeführt. Bei letzteren verändert sich der primäre Prädiktor dieser Erkrankung mit dem Anstieg des Alters. Es wurde gezeigt, dass das Hauptanzeichen einer koronaren Herzerkrankung vom diastolischen Blutdruck im Alter unter 50 Jahren übergeht auf den Pulsdruck ab einem Alter von 60 Jahren. Zwischen dem 50. bis 59. Lebensjahr sind diastolischer und systolischer Blutdruck als auch der Pulsdruck gleichermaßen aussagekräftig.

Neben dem Herz sind Niere, Gehirn, Augen sowie die Gefäße der unteren Extremitäten von Folgeerkrankungen einer Hypertonie betroffen. Die Prävalenz der Hypertonie beträgt bei Schlaganfall bis zu 90 %. Aber auch das Risiko, an einer Demenz zu erkranken steigt durch eine Hypertonie erheblich, sowie die Entstehungen von Gefäßveränderungen wie Bauchortenaneurysmen, Aortendissektionen und periphere arterielle Verschlusskrankheit.

Wesentliches Behandlungsziel ist es nicht nur, den Blutdruck in den Zielbereich einzustellen, sondern auch die Folgen zu verhindern oder zu verringern. Die Art und der Beginn einer Therapie sind abhängig vom kardiovaskulären Gesamtrisiko.

Generell wird eine nichtmedikamentöse Therapie bevorzugt, reicht jedoch für eine suffiziente Blutdrucksenkung oft nicht aus. Bei den Schweregraden 1 und 2 steigt, durch das kardiovaskuläre Risiko oder einen bereits bestehenden Endorganschaden, die Gefahr kardialer oder zerebraler Ereignisse stark, dass bereits hier medikamentöse Therapie angewandt werden muss. Im Schweregrad 3 müssen auf jeden Fall Antihypertensiva verordnet werden.

Es ist schwierig, Menschen mit dieser Erkrankung von der notwendigen lebenslangen Medikamenteneinnahme zu überzeugen, da Antihypertensiva, wie jedes Medikament, Nebenwirkungen aufweisen. Neben Schwindel, Benommenheit, Allergien und Bauchbeschwerden, was bei jedem blutdrucksenkenden Medikament auftritt, können je nach Kombination der Medikation zusätzliche Nebenwirkungen auftreten.

Zusammenfassend kann gesagt werden, dass eine Hypertonie im Alter großteils von der Ernährung und dem Lebenswandel eines Menschen abhängt. Obwohl eine genetische Prädisposition existiert hat jeder Mensch die Möglichkeit, durch ausgiebige Bewegung, eine gesunde Ernährung sowie ein stressreduziertes Leben das Risiko einer Hypertonie zu senken. Kommt es dennoch zu einem dauerhaft erhöhten Blutdruck, sollte dieser nicht ignoriert, sondern konsequent behandelt werden. Die Folgen sind eindeutig und unausweichlich, obwohl man dies als Hypertonikerin und Hypertoniker aufgrund der fehlenden Symptomatik oft nicht klar erkennt.

6 Diskussion

Die Abnahme der Elastizität und die resultierende Versteifung der Gefäße sind natürliche Prozesse, die mit Zunahme des Alters auftreten. Diese können zu einer Hypertonie im Alter führen, wenn die genetische Prädisposition gegeben ist. Ist dies jedoch nicht der Fall, liegt es am Menschen selbst und in weiterer Folge wie er sein Leben gestaltet, ob eine Bluthochdruckerkrankung mit hoher oder niedriger Wahrscheinlichkeit auftritt.

Da der komplexe Mechanismus des Blutdrucks heute nur teilweise erforscht ist und somit die körperlichen Ursachen nicht bekannt sind, gilt es, sich an die Faktoren zu halten welche eine Hypertonie begünstigen und diesen entgegenzuwirken. Hierbei kann eine allgemein als "gesund" bezeichnete Lebensweise bereits helfen, den Blutdruck zu senken. Viel Bewegung, gesunde Ernährung und kein Stress gelten generell in unserer Gesellschaft als gesundheitsfördernd. Wird dies auch konsequent umgesetzt führt es nicht nur zu einem vitaleren Leben, sondern kann auch die Vitalität des Lebens im Alter verbessern.

Andererseits ist es falsch zu glauben, allen Krankheiten oder Beschwerden nur durch einen gesunden Lebensstil entgegenwirken zu können. Liegt beispielsweise eine sekundäre Hypertonie vor, muss die Ursache für die organische Erkrankung gefunden und behandelt werden.

Da eine Hypertonie generell keine signifikanten Symptome zeigt, ist die einzige Möglichkeit auf Gewissheit die regelmäßige Blutdruckmessung und deren korrekte Interpretation. Zeigen die Ergebnisse der Messung auf, dass eine Erhöhung des Blutdrucks vorliegt, muss eine Maßnahme eingeleitet werden um den Blutdruck zu senken. Keinesfalls darf eine Hypertonie ignoriert werden. Die Folgen sind eindeutig und schwerwiegend. Nicht umsonst zählt die Bluthochdruckerkrankung zu den weltweit fünf häufigsten Ursachen der Gesamtsterblichkeit und resultiert in Erkrankungen wie Herzinfarkt oder Schlaganfall.

Je nach Grad der Hypertonie sollte die empfohlene Behandlung angewandt werden. Oft kann durch eine Früherkennung eine bewusste und konsequente Änderung der Lebensumstände den Blutdruck wieder in den richtigen Bereich bringen. Sollte dies nichts helfen, eine Form der Hypertonie höheren Grades vorliegen oder weitere Risikofaktoren mitwirken, muss mit einer medikamentösen Therapie begonnen werden. Hierbei gilt es, den Blutdruck zu senken und die weiteren Folgen einer Hypertonie zu verhindern oder zu vermindern.

Für eine dauerhafte Senkung des Blutdrucks ist eine lebenslange Medikamenteneinnahme notwendig. Von dieser Meinung sind nicht immer alle Patienten und Patientinnen überzeugt und beenden oder unterbrechen die Therapie aufgrund einer täuschenden Besserung des Gesundheitszustandes. Um die Einnahmetreue aufrecht zu halten sollten die Hypertoniker und Hy-

pertonikerinnen in den Therapieplan und -ablauf aktiv miteingebunden werden. Speziell ältere Personen, welche sehr oft ohnehin mehrere Medikamente einnehmen, könnten hierbei eine unnötige zusätzliche Belastung durch Nebenwirkungen sehen. Es gilt, sie unbedingt vom Gegenteil zu überzeugen und nachhaltig über ihre Lage aufzuklären. Denn Nebenwirkungen haben Antihypertensiva sowie jedes andere Medikament auch. Wichtig ist es, die passende Kombination von blutdrucksenkenden Medikamenten zu finden als auch diese an die oftmals komplexe Medikamentenanamnese der PatientInnen anzupassen.

Eine Hypertonie im Alter ist nicht unausweichlich, wird aber durch das Leben bis zum Alter beeinflusst. Ist die Diagnose vorhanden, sollte eine konsequente Behandlung eingeleitet werden, denn die Folgen sind unausweichlich und oft erst dann zu erkennen, wenn es bereits zu spät ist.

Literatur

- Arasteh, K., H.-W. Baenkler, C. Bieber, R. Brandt, T. Chatterjee, and H.-W. Baenkler (2009). Duale Reihe: Innere Medizin. *Georg Thieme Verlag*.
- Deutsche Hochdruckliga e.V. DHL[®] (2015). Bluthochdruck wirksam bekämpfen. <https://www.hochdruckliga.de/bluthochdruck.html>. Online, aufgerufen am 20.07.2016.
- Franklin, S. S., M. G. Larson, S. A. Khan, N. D. Wong, E. P. Leip, W. B. Kannel, and D. Levy (2001). Does the Relation of Blood Pressure to Coronary Heart Disease Risk Change With Aging? *Circulation* 103(9), 1245–1249.
- Friedrich, O. (2007). Das Erste - kompakt: Physiologie - GK1. *Springer Lehrbuch*.
- Fritsch, H. and W. Kühnel (2009). Taschenatlas Anatomie, Band 2 Innere Organe. *Georg Thieme Verlag*.
- Kramme, R. (2007). Medizintechnik. *Springer Medizin Verlag*.
- Lippert, H. (2006). Lehrbuch Anatomie. *Elsevier GmbH, Urban & Fischer Verlag*.
- Mancia, G., R. Fagard, K. Narkiewicz, J. Redon, A. Zanchetti, M. Böhm, T. Christiaens, R. Cifkova, G. De Backer, A. Dominiczak, M. Galderisi, D. E. Grobbee, T. Jaarsma, P. Kirchhof, S. E. Kjeldsen, S. Laurent, A. J. Manolis, P. M. Nilsson, L. M. Ruilope, R. E. Schmieder, P. A. Sirnes, P. Sleight, M. Viigimaa, B. Waeber, F. Zannad, , J. Redon, A. Dominiczak, K. Narkiewicz, P. M. Nilsson, M. Burnier, M. Viigimaa, E. Ambrosioni, M. Caulfield, A. Coca, M. H. Olsen, R. E. Schmieder, C. Tsioufis, P. van de Borne, , J. L. Zamorano, S. Achenbach, H. Baumgartner, J. J. Bax, H. Bueno, V. Dean, C. Deaton, C. Erol, R. Fagard, R. Ferrari, D. Hasdai, A. W. Hoes, P. Kirchhof, J. Knuuti, P. Kolh, P. Lancellotti, A. Linhart, P. Nihoyannopoulos, M. F. Piepoli, P. Ponikowski, P. A. Sirnes, J. L. Tamargo, M. Tendera, A. Torbicki, W. Wijns, S. Windecker, , D. L. Clement, A. Coca, T. C. Gillebert, M. Tendera, E. A. Rosei, E. Ambrosioni, S. D. Anker, J. Bauersachs, J. B. Hitij, M. Caulfield, M. De Buyzere, S. De Geest, G. A. Derumeaux, S. Erdine, C. Farsang, C. Funck-Brentano, V. Gerc, G. Germano, S. Gielen, H. Haller, A. W. Hoes, J. Jordan, T. Kahan, M. Komajda, D. Lovic, H. Mahrholdt, M. H. Olsen, J. Ostergren, G. Parati, J. Perk, J. Polonia, B. A. Popescu, Ž. Reiner, L. Rydén, Y. Sirenko, A. Stanton, H. Struijker-Boudier, C. Tsioufis, P. van de Borne, C. Vlachopoulos, M. Volpe, and D. A. Wood (2013). 2013 ESH/ESC Guidelines for the management of arterial hypertension. *European Heart Journal*, 2159–2219.
- Middeke, M. (2004). Arterielle Hypertonie. *Georg Thieme Verlag*.
- Rosenthal, J. and R. Kolloch (1984). Arterielle Hypertonie: Ätiopathogenese, Diagnostik, Therapie. *Springer Verlag*.

- Schäfer, H.-H., J. N. De Villiers, I. Sudano, S. Dischinger, G.-R. Theus, P. Zilla, and T. Dieterle (2012). Recommendations for the treatment of hypertension in the elderly and very elderly—a scotoma within international guidelines. *Swiss medical weekly*.
- Schuchert, A. (2016). Hypertonie bei Senioren. <http://www.pharmazeutische-zeitung.de/index.php?id=39477>. Online, aufgerufen am 06.07.2016.
- Silbernagl, S. and A. Despopoulos (2012). Taschenatlas Physiologie. *Georg Thieme Verlag*.
- Tragl, K. (1999). Handbuch der Internistischen Geriatrie. *Springer Medizin*.
- Zivanovic, I., S. Ewen, M. Böhm, and F. Mahfoud (2015, dec). Neue Studien zur Hypertonie. *Kardiologie up2date 11*(04), 237–249.

A Physikalische Gesetze der Blutströmung

In Abbildung 22 sind die geltenden physikalischen Gesetze, welche bei der Blutströmung Anwendung finden sowie deren Beschreibung, dargestellt. (vgl. Friedrich 2007, S.73)

Tab. 4.1. Physikalische Gesetze der Blutströmung, Bedeutung und Anwendungen		
Gesetz	Formalismus	Erläuterung, Bedeutung und Anwendungen
Ohm	$\dot{V} = \frac{\Delta P}{R}$	Im Kreislauf gilt: $\dot{V}_{ges} = HZV$ (~5–6 l/min). Treibende Kraft ΔP großer (kleiner) Kreislauf $\rightarrow \bar{P}_{art.} - ZVD$ bzw. $(\bar{P}_{pulm.art.} - \bar{P}_{i.atrial})$, R systemisch $\rightarrow TPR$ (~20 mmHg \times l \times min) ■ Tab. 3.8.
Hagen-Poiseuille	$R = \frac{8}{\pi} \eta \frac{l}{r^4}$	Der Widerstand R wird primär über den Gefäßradius bestimmt (4. Potenz \rightarrow Halbierung von r erhöht R um Faktor 16, d. h. Abnahme \dot{V} um Faktor 16), sekundär über Viskosität. Das Gesetz ist nur gültig für laminare Strömungen!
Viskosität	$\eta = \frac{\text{Scher-Spannung}}{\text{Scher-Rate}} = \frac{F/A}{\Delta \dot{v} / \Delta r}$	Intrinsische Reibung der Flüssigkeitsschichten bei Bewegung gegeneinander (Newton-Reibung): Scher-Spannung \rightarrow Kraft F, um Flüssigkeitsschicht der Fläche A gegeneinander zu verschieben. Scher-Rate \rightarrow lineares Geschwindigkeitsgefälle zwischen Wand und Flüssigkeit. $\eta = \text{const.}$ für Wasser, Plasma (Newton-Flüssigkeit), $\eta \neq \text{const.}$ für Suspensionen (Blut!).
Wandspannung (Laplace)	$T \propto P_{tm} \cdot \frac{r}{d}$	Transmurale Druckdifferenz $P_{tm} = P_{intravasal} - P_{extravasal}$ bestimmt passive Dehnung des Gefäßumfangs und erzeugt Wandspannung T, welche die glatten Muskelzellen auffangen müssen. In Kapillaren ist T sehr klein (r \downarrow), in Aorta sehr groß (r, P_{tm} \uparrow).
Kirchhoff	Seriell: $R_{ges} = \sum_i R_i$ $(\Delta P)_{ges} = \sum_i (\Delta P)_i$ Parallel: $\frac{1}{R_{ges}} = \sum_i \frac{1}{R_i}$ $\dot{V}_{ges} = \sum_i \dot{V}_i$	R_{ges} serieller Röhren wird größer, paralleler Röhren kleiner mit zunehmender Verzweigung. An seriellen Gefäßabschnitten fällt der Perfusionsdruck immer mehr ab (Verteilungsgefäße, kleine Arterien, Arteriolen) bei gleichem \dot{V} . Im parallelen Kapillarstromgebiet herrscht initial in allen Kapillaren gleicher Perfusionsdruck $\rightarrow \dot{V}$ teilt sich auf. In Kapillaren herrscht langsame Strömung.
Kontinuität	$\dot{V}_{ges} = \text{const.}$	Integrierte Volumenstromstärke (\dot{V} , HZV) in [l/min] bleibt in jedem Gesamtgefäßabschnitt serieller Röhren (Arterien, Kapillaren, Venen) erhalten und ist unabhängig von der Querschnittsfläche.
Strombahnquerschnitt	$A = \pi \cdot r^2$	Der Querschnitt der Aorta beträgt ~5 cm ² , bei Verzweigung nach peripher resultiert eine Abnahme der Einzelgefäßquerschnitte um den Faktor 10 ⁷ auf kapillär ~5 \times 10 ⁻⁷ cm ² (Kapillardurchmesser ~5–8 μ m). Aber: Gesamtquerschnitt nimmt um das 1000-fache nach peripher zu \rightarrow Parallelschaltung von ~10 ¹⁰ Kapillaren.
Strömungsgeschwindigkeit (mittlere lineare)	$\bar{v} = \frac{\dot{V}}{A}$	Nach Kontinuitätsgesetz bleibt HZV überall erhalten, aber der Querschnitt nimmt nach peripher stark zu $\rightarrow \bar{v}$ wird immer kleiner (Aorta: 20 cm/s \leftrightarrow Kapillare: 0,3 mm/s)! ■ Tab. 4.2.
Reynolds-Zahl (turbulente Strömung)	$Re = \frac{2r \cdot \bar{v} \cdot \rho}{\eta}$	Bis $Re \sim 1100$ ist die Strömung laminar (\rightarrow paraboloides Strömungsprofil, $\vartheta=0$ an Gefäßwand, $\vartheta=$ maximal in Gefäßmitte). $Re > \sim 2000$: turbulente Strömung

\dot{V} : Volumenstromstärke [l_{Blut}/min]. R: Strömungswiderstand [mmHg/(l \times min⁻¹)]. ΔP : axiale Druckdifferenz [mmHg]. \bar{P} : Mittelwert. TPR: totaler peripherer Widerstand. r: Gefäßradius. \bar{v} : über Gefäßquerschnitt gemittelte Strömungsgeschwindigkeit [cm/s]. Re: Reynolds-Zahl [dimensionslos]. η : Viskosität [Pa \times s]. P_{tm} : transmurale Druckdifferenz. d: Gefäßwanddurchmesser

Abbildung 22: Physikalische Gesetze der Blutströmung sowie deren Bedeutung und Anwendungen (Friedrich 2007, S. 73)

B Arbeitsphasen des Herzens, Herzzyklus

In Abbildung 23 sind die Arbeitsphasen des Herzens detailliert dargestellt. Des Weiteren wird Bezug genommen auf Aorten- und Venendruck sowie Stromstärke und Herztöne. (vgl. Silbernagl and Despopoulos 2012, S.202f)

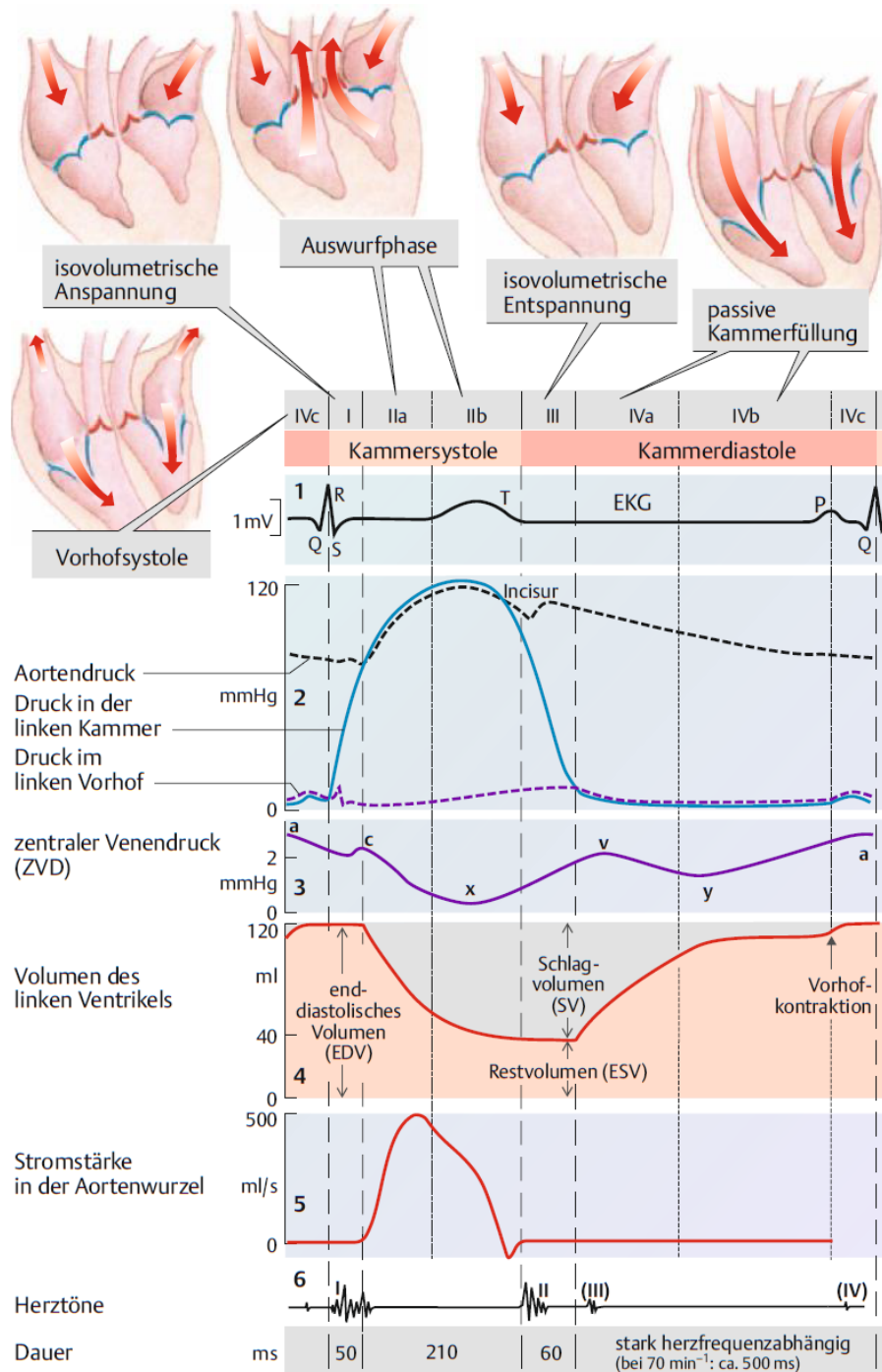


Abbildung 23: Herzzyklus (Silbernagl and Despopoulos 2012, S. 203)

C Blutdruckmessung am Oberarm

Die wichtigsten Regeln zur Blutdruckmessung am Oberarm sind in Abbildung 24 dargestellt. (vgl. Silbernagl and Despopoulos 2012, S.21f)

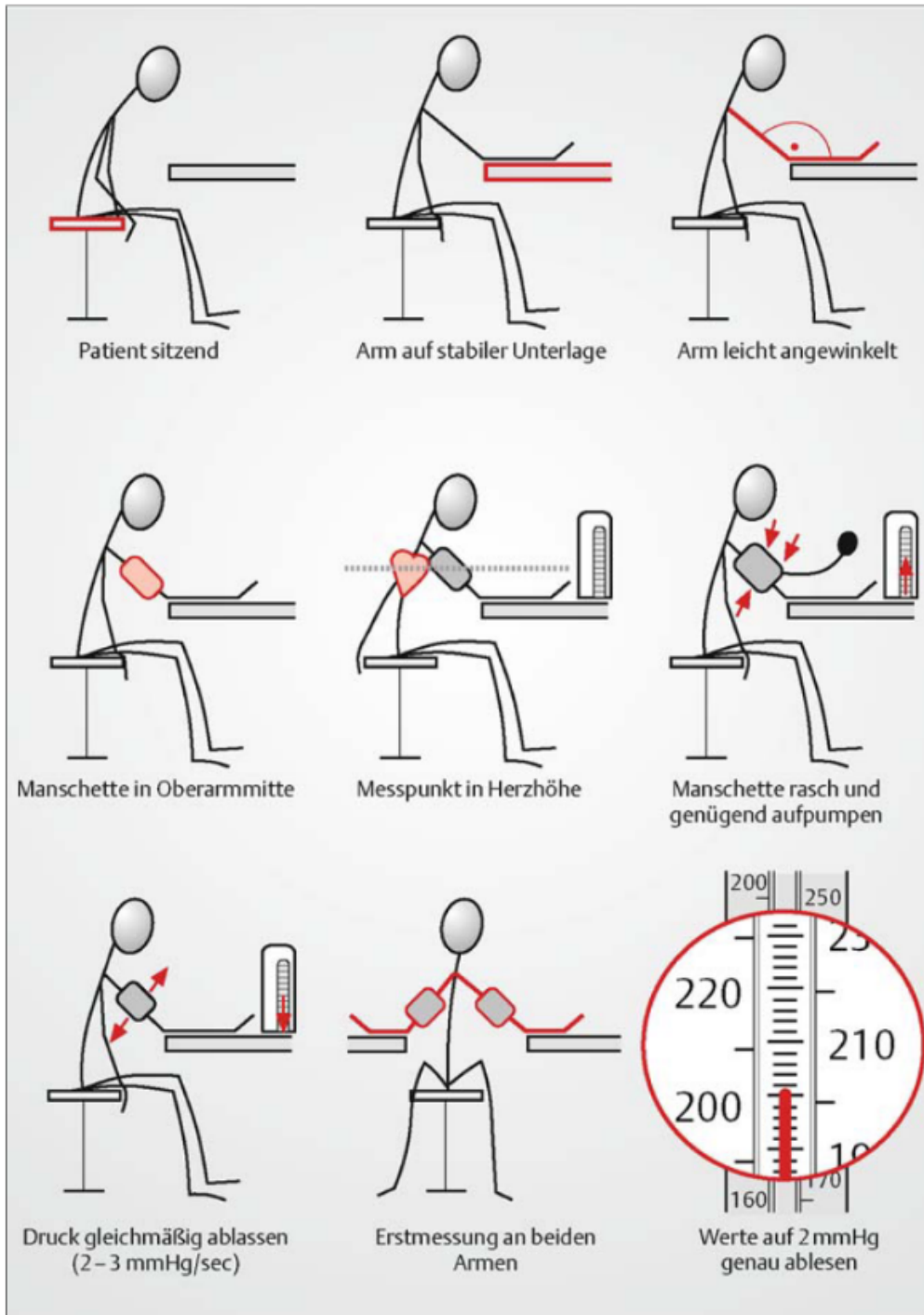


Abbildung 24: Regeln für die Blutdruckmessung am Oberarm (Middeke 2004, S. 22)