

Isolierte systolische Hypertonie (ISH) – Alt gegen Jung

DOI 10.1055/a-0993-4892

Aktuel Kardiol 2019; 8: 354–361

Verlag und Copyright:

© 2019 by
Georg Thieme Verlag KG
Rüdigerstraße 14
70469 Stuttgart
ISSN 2193-5203

Nachdruck nur
mit Genehmigung
des Verlags

Isolierte systolische Hypertonie (ISH) – Alt gegen Jung

Isolated Systolic Hypertension (ISH) – Old versus Young

Autor

Martin Middeke

Institut

Hypertension Excellence Centre of the European Society of Hypertension (ESH), Hypertoniezentrum München

Schlüsselwörter

Pulswellenanalyse, Therapie, isolierte systolische Hypertonie

Key words

pulse wave analysis, therapy, isolated systolic hypertension

Bibliografie

DOI <https://doi.org/10.1055/a-0993-4892>

Aktuel Kardiol 2019; 8: 354–361 © Georg Thieme Verlag KG Stuttgart · New York | ISSN 2193-5203

Korrespondenzadresse

Prof. Martin Middeke
Hypertension Excellence Centre of the European Society of Hypertension (ESH), Hypertoniezentrum München
Theatinerstraße 35, 80333 München
Martin.Middeke@gmx.de

ZUSAMMENFASSUNG

Die isolierte systolische Hypertonie (ISH) ist definiert als erhöhter systolischer Blutdruck (BD) mit normalen oder niedrigen diastolischen Werten: $> 140 / < 90$ mmHg bei der kon-

ventionellen Blutdruckmessung am Oberarm. Lange bekannt ist die ISH als typische Hochdruckform im Alter. Die Bedeutung der systolischen Blutdruckerhöhung bei juveniler Hypertonie hat dagegen erst in letzter Zeit Aufmerksamkeit bekommen. Dank neuer Messverfahren ist eine bessere Differenzierung der beiden sehr verschiedenen Hochdruckformen möglich. Eine große Blutdruckamplitude im Alter ist Ausdruck eines fortgeschrittenen arteriellen Gefäßschadens und bei Jungen Ausdruck einer besonders guten Prognose. Dementsprechend muss die ISH im Alter behandelt werden und bei den Jungen nicht.

ABSTRACT

Isolated systolic hypertension (ISH) is defined as elevated systolic blood pressure (BD) with normal or low diastolic values: $> 140 / < 90$ mmHg in conventional upper arm blood pressure measurement. ISH has long been known as a typical form of high blood pressure in old age. The importance of systolic hypertension in juvenile hypertension, on the other hand, has only recently received attention. Thanks to new measuring methods, a better differentiation between the two very different forms of hypertension is possible. A large blood pressure amplitude in old age is an expression of advanced arterial vascular damage and in young age a particularly good prognosis. Accordingly, ISH must be treated in old age and not in young age.

WAS IST WICHTIG?

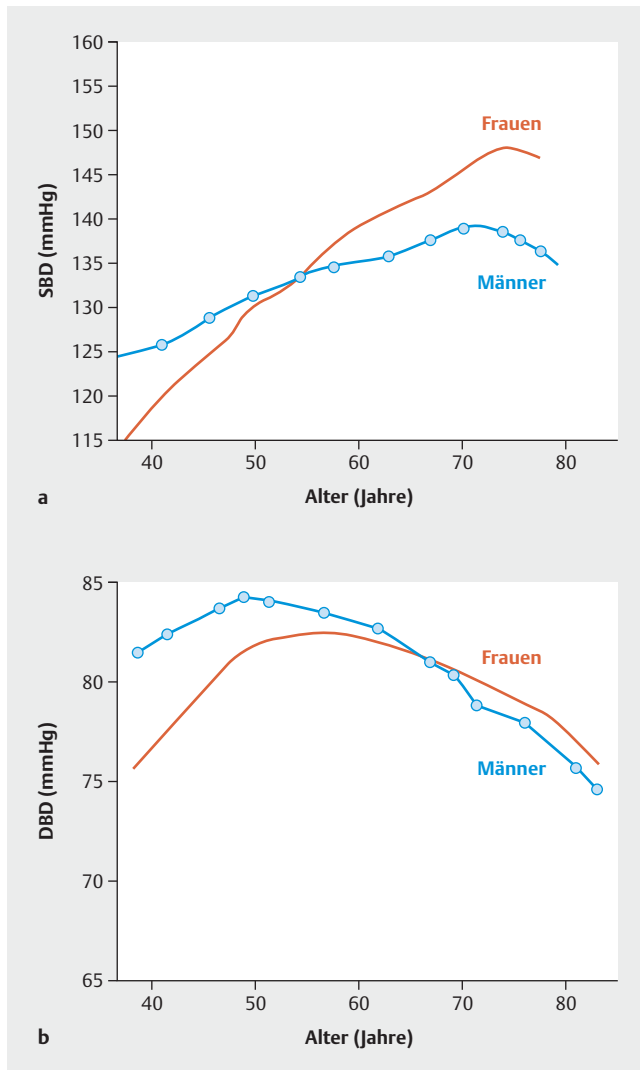
- Die isolierte systolische Hypertonie (ISH) ist die häufigste Hypertonieform mit einer besonderen eigenständigen Pathogenese. Sie erwächst nicht aus einer primären Hypertonie im mittleren Lebensalter.
- Die antihypertensive Therapie bei Patienten mit ISH im Alter ist notwendig und erfolgreich.
- Die systolische Blutdruckerhöhung bei jungen Menschen, bedingt durch eine erhöhte Amplifikation der Druckwelle, hat eine gute Prognose und ist daher entsprechend den Leitlinien nicht zu therapieren.
- Wichtig ist eine individuelle Bestimmung der Hochdruckform durch moderne Messverfahren, um eine jugendliche ISH zu diagnostizieren und damit unnötige Therapien zu vermeiden.

ABKÜRZUNGEN

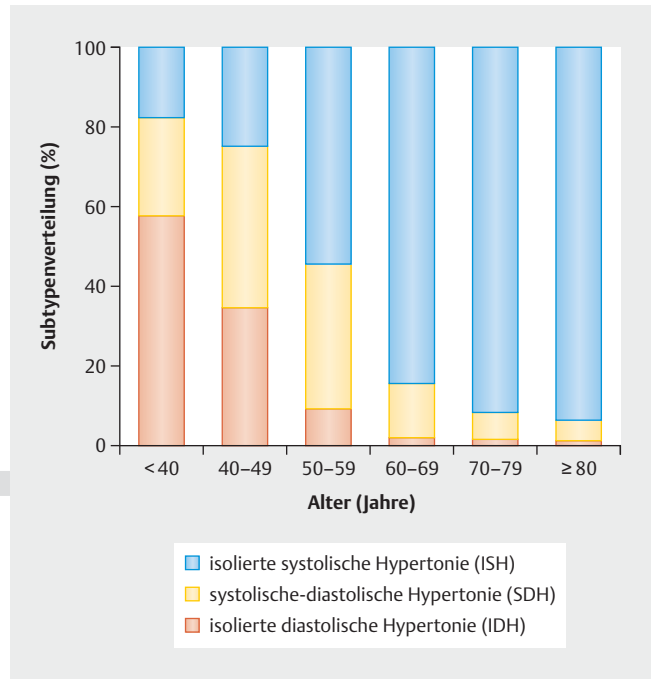
ABDM	Ambulante Blutdruck-Langzeitmessung
ADAM	Aggressive Decrease of Atherosclerosis Modifiers
BD	Blutdruck
DRA	Diastolic reflection Area
EVA	Early vascular Aging
ISH	Isolierte systolische Hypertonie
KHK	Koronare Herzerkrankung
PWA	Pulswellenanalyse

Einleitung

Mit zunehmendem Lebensalter steigt der Blutdruck (BD) stetig an. Während der diastolische BD in der 5. Lebensdekade wieder absinkt, steigt der systolische BD weiter (► **Abb. 1**). Somit kommt



► **Abb. 1** Altersabhängiger Verlauf des systolischen (a) und diastolischen (b) Blutdrucks bei Frauen und Männern (Quelle: Middeke M. Isolierte diastolische Hypertonie. In: Middeke M, Hrsg. Arterielle Hypertonie. Stuttgart: Thieme; 2004).



► **Abb. 2** Die Verteilung der verschiedenen Hypertonieformen in den Altersgruppen [2].

als Folge eines erhöhten peripheren Widerstands. Die ISH entsteht sui generis und nicht als Folge der primären Hypertonie im mittleren Alter [1, 2].

DEFINITION

Die ISH ist definiert als erhöhter systolischer BD mit normalen oder niedrigen diastolischen Werten: $> 140 / < 90$ mmHg bei der konventionellen (brachialen) Blutdruckmessung am Oberarm bzw. $> 135 / < 85$ mmHg als Tagesmittelwert aus der ABDM (ambulante Blutdruck-Langzeitmessung).

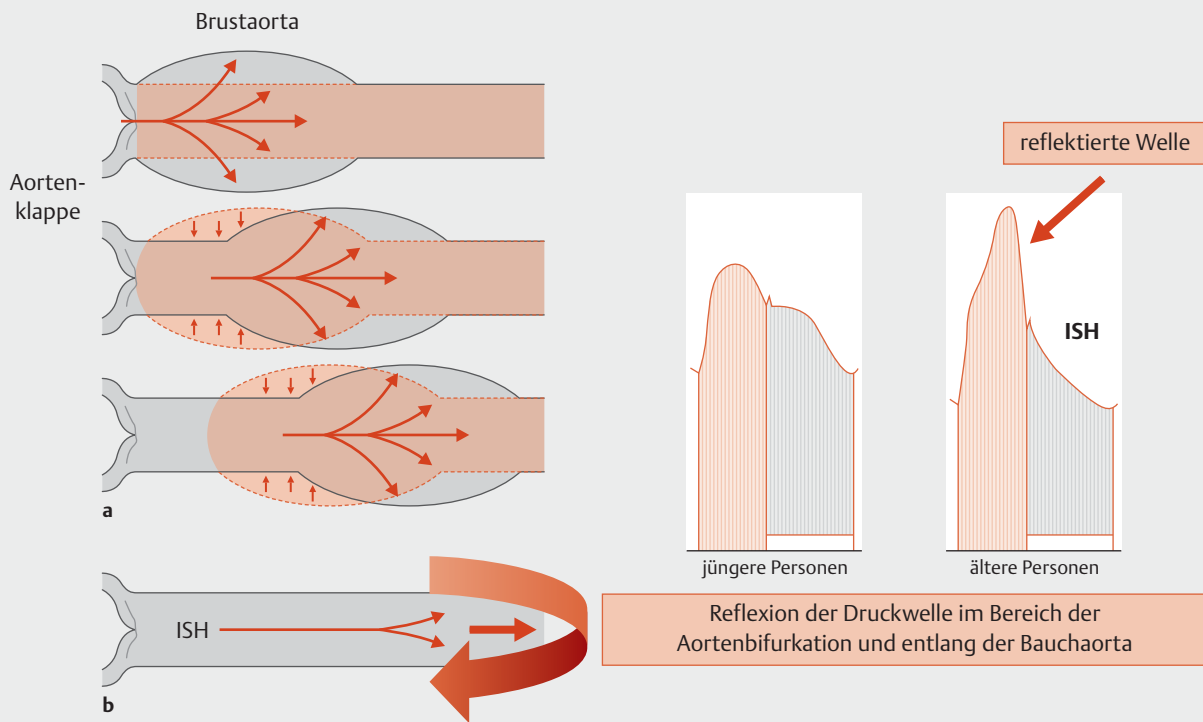
es zur typischen isolierten systolischen Hypertonie (ISH) im Alter mit großer Blutdruckamplitude (Differenz zwischen systolischem und diastolischem Wert). Die ISH ist die häufigste Hypertonieform mit einer Prävalenz von $> 75\%$ bei den über 70-Jährigen (► **Abb. 2**). Die ISH im Alter entsteht als Folge der erhöhten und schnellen Reflexion der Druckwelle bei arterieller Gefäßsteifigkeit mit einer Augmentation (pathologische Erhöhung) des systolischen BD (► **Abb. 3** und **4**).

Tatsächlich ist die Entwicklung der ISH mit dem Alter das klassische Beispiel schlechthin für die Entstehung einer eigenständigen Hypertonieform: Der Elastizitätsverlust der Aorta und der großen Arterien führt über Jahre schleichend und meist asymptomatisch zur häufigsten Hochdruckform mit den bekannten Folgen für Herz, Hirn und Nieren. Die Pathophysiologie der ISH unterscheidet sich somit komplett von der primären Hypertonie in jüngeren Jahren mit Beginn einer diastolischen Blutdruckerhöhung

Pathogenese der isolierten systolischen Hypertonie

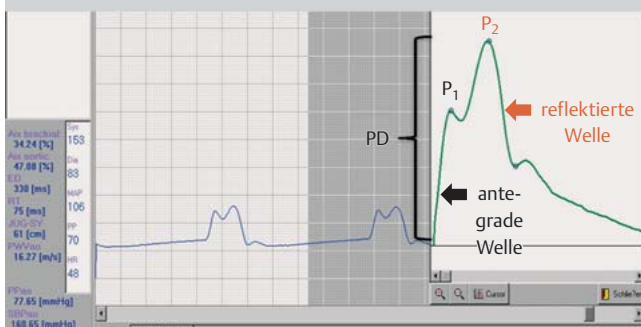
Funktionelle und strukturelle Veränderungen in den großen Kapazitätsgefäßen sind Folgen der physiologischen Alterung der Gefäße, die letztlich bei jedem 5. Menschen über 65 Jahre zu einer (isolierten) systolischen Hypertonie führt mit den ungunstigen kardialen, zerebralen und renalen Folgen. Die Alterung der Gefäße wird beschleunigt durch die klassischen Risikofaktoren wie Rauchen, Fett- und Zuckerstoffwechselstörungen, aber auch andere Faktoren wie z. B. ein langjähriger Vitamin-D-Mangel und ein langjährig erhöhter Salzkonsum können die Entwicklung einer Gefäßsteifigkeit beschleunigen [3–5]. Erst vor einigen Jahren konnte schlüssig gezeigt werden, dass der Entwicklung einer systolischen Hypertonie tatsächlich die Entwicklung einer Gefäßsteifigkeit vorausgeht [1] und die ISH nicht aus der primären Hypertonie im

Verlust der Windkesselfunktion



► **Abb. 3** a Windkesselfunktion der Aorta. Ausbreitung und Amplifikation der Pulswelle. b Verlust der Windkesselfunktion und Augmentation des systolischen Blutdrucks durch die reflektierte Welle bei erhöhter Gefäßsteifigkeit im Alter (Quelle: Middeke M. Pathophysiologie. In: Middeke M, Hrsg. Arterielle Hypertonie. Stuttgart: Thieme; 2004).

$$\text{Augmentationsindex (Aix)} = (P_2 - P_1) / PD \times 100$$



► **Abb. 4** Original-Computerausdruck (arteriograph) einer abnormen Pulswelle mit Augmentation des systolischen Blutdrucks (aortaler Augmentationsindex + 47%): 72-jähriger Patient, brachialer Blutdruck 153/83 mmHg, errechneter aortaler Blutdruck systolisch 160 mmHg, Pulswellengeschwindigkeit 16,2 m/s [8]. PD: Pulsdruck, P₁: Maximum der initialen Druckwelle (syst. Blutdruck), P₂: Maximum der reflektierten Druckwelle, Aix: Augmentationsindex, PWV: Pulswellengeschwindigkeit, SDB: systolischer Blutdruck

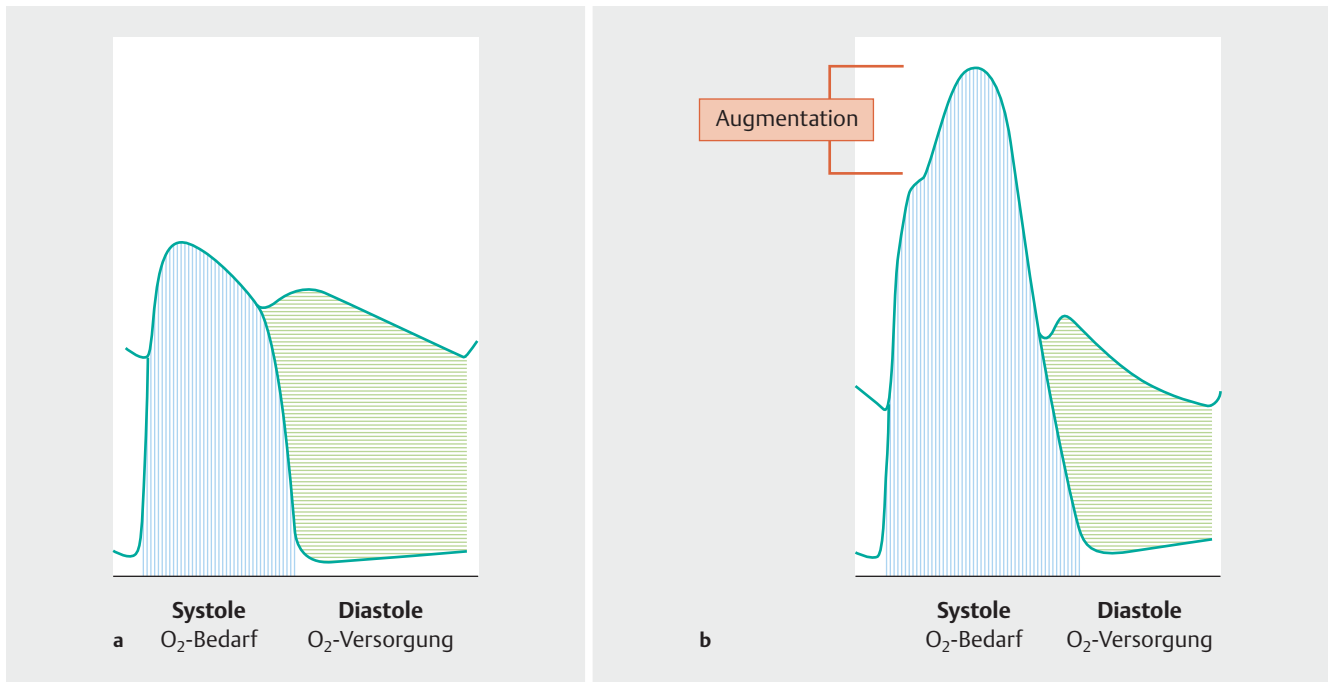
mittleren Lebensalter erwächst [2]. Der hohe systolische Druck führt zu einer mechanischen Belastung der Gefäßwand und mündet so in einen Circulus vitiosus. Weitere Gefäßschädigungen wie Fibrosierung, Mediaproliferation, Inflammation usw. führen zu morphologischen Veränderungen und zur Arteriosklerose.

Die erhöhte arterielle Gefäßsteifigkeit der Aorta ist somit nicht Folge, sondern Ursache der ISH, die durch eine reduzierte Windkesselfunktion der Aorta und eine große Blutdruckamplitude charakterisiert ist (► **Abb. 3**).

Fallbeispiel: Zum Beispiel ist die große Amplitude bei einem BD von 153/83 mmHg eines 72-jährigen Patienten (► **Abb. 4**) Ausdruck der degenerativen Veränderungen und des fortgeschrittenen Gefäßschadens (arterial remodeling).

KURZGEFASST

Die physiologische Gefäßalterung führt zu einer Versteifung der Gefäße und in der Folge in vielen Fällen zu einer systolischen Hypertonie. Die bekannten kardiovaskulären Risikofaktoren beschleunigen diesen Prozess. Die ISH ist die häufigste Hypertonieform mit einer besonderen eigenständigen Pathogenese.



► **Abb. 5** Schematische Druckprofile der arteriellen Pulsweite und des Verhältnisses von O₂-Bedarf und -versorgung bei einer jüngeren Person (a) und bei einer älteren Person mit ISH (b), Augmentation des systolischen Blutdrucks durch die schnell reflektierte Welle und Abnahme der diastolischen Schulter [17].

Kardiales Risiko

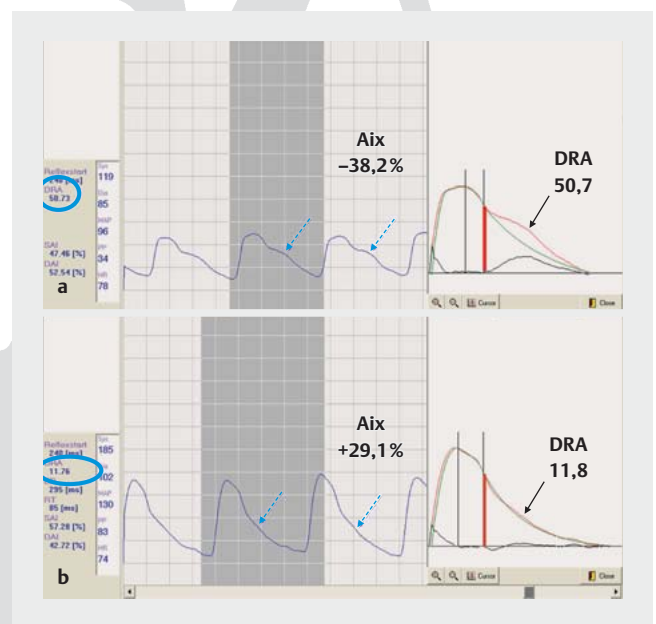
Die Augmentation des systolischen BD durch die retrograde/reflektierte Druckwelle erfolgt bei arterieller Gefäßsteifigkeit verstärkt und beschleunigt, trifft somit das Herz in der Systole und erhöht die Ventrikellast.

Die Zunahme der linksventrikulären Last führt zur Versteifung des linken Ventrikels mit verminderter Compliance, gestörter ventrikuloarterieller Koppelung, der Entwicklung einer diastolischen Herzinsuffizienz und im weiteren Verlauf zur linksventrikulären Hypertrophie [6, 7].

Gleichzeitig wird die kardiale Perfusion in der Diastole vermindert durch die Abnahme des diastolischen Perfusionsdrucks und der Diastolendauer. Das führt zu einem Missverhältnis von kardialen O₂-Bedarf und -versorgung (► **Abb. 5**): Der Sauerstoffbedarf steigt mit Zunahme der Ventrikulararbeit und die Versorgung wird kompromittiert.

Die moderne Pulswellenanalyse (PWA) mit Ableitung der Druckkurve über den gesamten Herzzyklus ermöglicht nicht nur die Detektion und Visualisierung der systolischen Augmentation [8], sondern auch die Berechnung des diastolischen Reflexionsbereichs (DRA) als neuen Parameter zur Beschreibung der Koronarperfusion (► **Abb. 6**). DRA ist ein komplexer dimensionsfreier Parameter, der die Intensität der diastolischen Wellenreflexion und deren Dauer beschreibt. Je höher der DRA ist (Norm > 40), desto besser ist die linke Koronarperfusion.

Die proximale aortale Steifigkeit erscheint insbesondere bei hypertensiven Frauen größer im Vergleich zu hypertensiven Männern [9]. Das könnte erklären, warum Frauen anfälliger sind für die Entwicklung einer diastolischen Dysfunktion.



► **Abb. 6** DRA (Diastolic Reflection Area) ist ein neuer komplexer Parameter zur Beschreibung der Koronarperfusion: Die Fläche unter der Pulswellenreflexion in der Diastole und die Diastolendauer werden gemeinsam evaluiert. Aix: aortaler Augmentationsindex. a Originalableitung (arteriograph) bei einem Patienten mit normalem Blutdruck und guter Koronarperfusion und b bei einem Patienten mit schwerer systolischer und diastolischer Hypertonie und eingeschränkter Koronarperfusion.

Die erhöhte aortale Steifigkeit und vermehrte Pulswellenreflexionen sind assoziiert mit [10]:

- erhöhter Empfindlichkeit der myokardialen Perfusion für Blutdruckschwankungen,
- verminderten Adaptationsmechanismen bei Ischämie,
- eingeschränkter Koronarreserve,
- niedrigerer Ischämieschwelle bei KHK,
- ungünstigerem Remodeling nach Myokardinfarkt,
- schlechterer Prognose bei etablierter KHK.

Der zentrale systolische BD determiniert die kardiale Nachlast und der zentrale diastolische BD determiniert die kardiale Perfusion.

Mikrozirkulationsstörungen

Die Zunahme der pulsilen Komponente der Druckkurve in den arteriellen Gefäßen durch die Überhöhung des systolischen BD und die Abnahme der laminaren Strömung führen auch zur Störung der Mikrozirkulation in Gehirn, Augen und Nieren [11]. Normalerweise herrscht in diesen Organen ein laminarer Fluss ohne wesentliche Druckschwankungen mit hohem Ruhefluss und geringem Widerstand. Ein erhöhter Pulsdruck mit großer Blutdruckamplitude bei überhöhtem systolischem Druck kann sich in die Mikrozirkulation fortsetzen und die Organperfusion beeinträchtigen. Der aortale BD und der zentrale pulsatile Stress (Herzfrequenz \times Pulsdruck) hat unter diesem Gesichtspunkt eine größere Bedeutung als der periphere Blutdruck aufgrund der anatomischen Nähe der Organe (Herz, Gehirn, Augen und Niere). Mittels PWA kann nicht nur die Augmentation des systolischen BD erfasst werden, sondern auch der zentrale aortale BD bestimmt werden.

KURZGEFASST

Die Zunahme der pulsilen Komponente der Druckwelle und die Abnahme der laminaren Komponente bei zunehmender Gefäßsteifigkeit und ISH erhöhen das kardiale Risiko und stören die Mikrozirkulation auch in anderen Organen.

Von EVA und ADAM

Early Vascular Aging (EVA) beschreibt das Konzept der frühen und vorzeitigen Gefäßalterung und der frühzeitigen Erfassung und Beeinflussung einer akzelerierten Gefäßsteifigkeit und nachlassenden Endothelfunktion im Sinne der primordialen Prävention, um die Entwicklung und Manifestation der Arteriosklerose mit allen Folgen für das kardiovaskuläre System zu verhindern bzw. zu verzögern [12, 13]. Tatsächlich ist die Entwicklung der ISH mit dem Alter das klassische Beispiel schlechthin dafür, wie der Elastizitätsverlust der Aorta und der großen Arterien über Jahre schleichend und asymptomatisch zur häufigsten Hochdruckform führt mit den bekannten Folgen für Herz, Hirn und Nieren. Eine frühzeitige Erfassung des akzelerierten vaskulären Alters, z. B. mittels PWA und Messung der Pulswellengeschwindigkeit, ist ein wichtiger Baustein in der Prävention kardiovaskulärer Schäden.

Die Diagnose von EVA sollte idealerweise in einer frühzeitigen, nicht pharmakologischen und/oder pharmakologischen Behandlung münden in Abhängigkeit vom kardiovaskulären Gesamtrisiko. Um EVA zu verhindern, kommt ADAM (aggressive decrease of atherosclerosis modifiers) ins Spiel. Die aggressive, konsequente und frühe Behandlung der kardiovaskulären Risikofaktoren ist heute auch mit gut wirksamen und nebenwirkungsarmen Medikamenten möglich mit großen Erfolgen in der Primärprävention, wie die einschlägigen Interventionsstudien zeigen konnten.

Antihypertensive Therapie und Interventionsgrenzen (► Abb. 7) [15]

Die antihypertensive Behandlung auch der älteren Patienten mit ISH ist notwendig und erfolgreich. Die Europäischen Leitlinien aus 2017 [14] empfehlen den Behandlungsbeginn bei einem systolischen BD >160 mmHg und einen Zielblutdruck von 130–140 mmHg, aber nicht unter 130 mmHg bei aktiven und selbstständigen, „fitten“ Menschen.

Gebrechlichkeit (Frailty) wird erstmalig in den europäischen Leitlinien als Kriterium für die Therapieentscheidung bei Hypertonie im Alter als wichtiger individueller Faktor einbezogen.

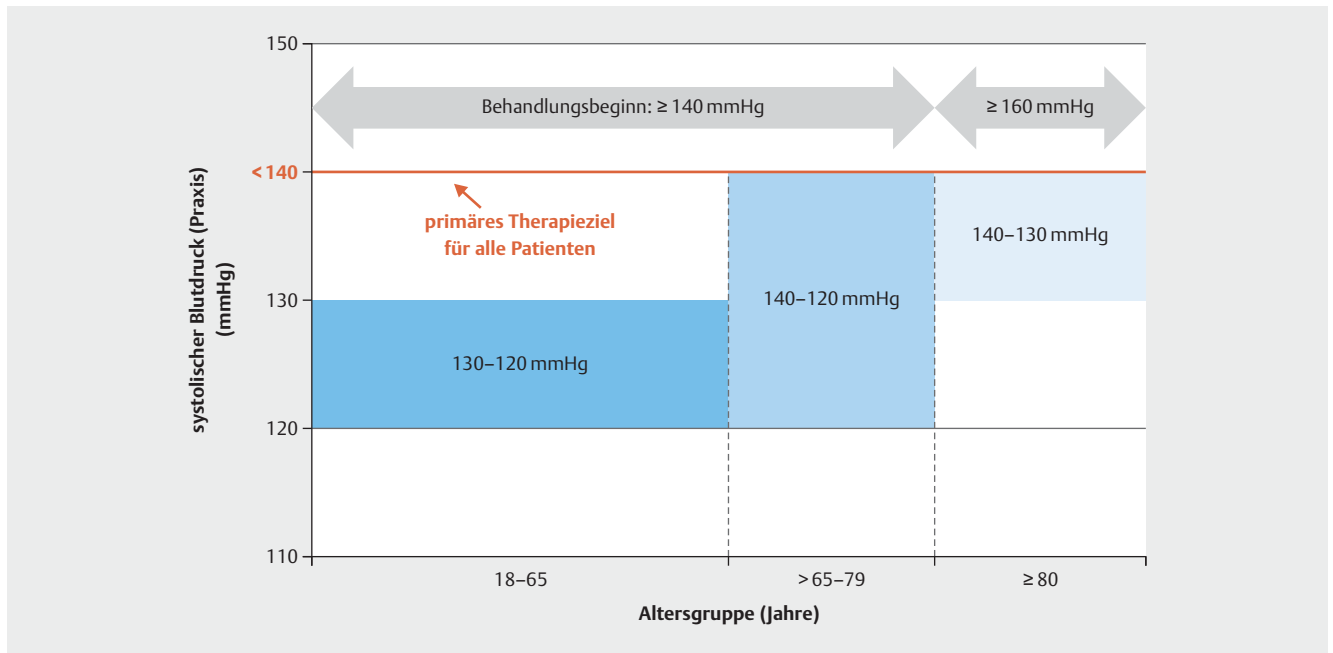
Bei älteren und hochbetagten gebrechlichen Patienten mit eingeschränkter Gefäß- und Kreislaufreagibilität kann ein orthostatischer Kollaps durch einen abrupten Blutdruckabfall beim Aufrichten gravierende Folgen haben wie Sturz, Frakturen, und Immobilität. Auch eine antihypertensive Übertherapie kommt als Auslöser in Betracht und sollte daher durch vorsichtige Titration vermieden werden. Die zerebrale Autoregulation sorgt für eine optimale und konstante zerebrale Perfusion unabhängig vom systemischen BD über einen weiten Bereich des mittleren arteriellen BD von ca. 60–120 mmHg. Wird die Regulationsschwelle unterschritten, können Schwindel und Synkopen auftreten.

Insbesondere bei diesen Patienten muss die antihypertensive Therapie einschleichend mit niedrigen Dosen (Titration) erfolgen, um orthostatische Probleme zu vermeiden.

So bleibt die Entscheidung zur Therapie und die Intensität der Blutdrucksenkung insbesondere bei älteren Patienten stets eine individuelle Entscheidung unter Berücksichtigung der Lebensumstände und der persönlichen Fitness.

Bei der Senkung des systolischen BD darf der diastolische BD bei Patienten ohne KHK auch unter 70 mmHg absinken. Bei Patienten mit KHK sollte dieser Bereich möglichst nicht unterschritten werden, um die Koronarperfusion nicht zu beeinträchtigen.

Zur Auswahl stehen alle Antihypertensiva der ersten Stufe zur Verfügung (RAAS-Hemmer, Diuretika und Kalziumantagonisten). Die Kalziumantagonisten haben die beste Wirkung auf den aortalen BD und die zentrale Hämodynamik. Die Bevorzugung bietet sich daher an bei Patienten mit ausgeprägter Augmentation des aortalen BD [16, 17].



► **Abb. 7** Grenzwerte zum Beginn einer medikamentösen Therapie, primäres generelles Therapieziel (< 140 mmHg) und anzustrebender Zielbereich des systolischen Blutdrucks in Abhängigkeit vom Alter in der ESH/ESC-Leitlinie 2018 (Quelle: Düsing R, Middeke M. Europäische Hypertonie-Leitlinie 2018: Ein Spiegel der schwierigen Datenlage. Dtsch Arztebl 2018; 115: A-1267/B-1070/C-1062).

KURZGEFASST

Die Entwicklung der ISH kann durch präventive Maßnahmen verhindert bzw. verlangsamt werden. Eine manifeste ISH kann erfolgreich behandelt werden.

Juvenile isolierte systolische Hypertonie

Im Gegensatz zur ISH im Alter ist die systolische Blutdruckerhöhung bei den Jungen bedingt durch eine starke Amplifikation (physiologische Erhöhung) der Druckwelle von der Brustorta zum Messpunkt in der Brachialarterie. Mittels PWA können Amplifikationswerte bis zu 60 mmHg gemessen werden. Betroffen sind insbesondere große, schlanke sportliche Jugendliche und junge Männer. Die erhöhte Amplifikation ist Ausdruck einer besonderen Gefäßelastizität und/oder eines erhöhten Herzschlagvolumens bei niedrigem oder normalem zentralen aortalen BD. Die Prognose ist dementsprechend gut und eine blutdrucksenkende Therapie ist den Leitlinien entsprechend nicht erforderlich [14, 18, 19]. Im Gegensatz zur ISH im Alter gilt: je höher die Blutdruckamplitude bei den Jungen, umso besser ist die Prognose [20].

Die konventionelle Messung des BD über der Armarterie überschätzt den aortalen/zentralen BD bei jungen Menschen mit elastischen Gefäßen und unterschätzt diesen bei älteren Patienten mit Gefäßsteifigkeit und Arteriosklerose. Eine Differenzierung ist nicht invasiv mittels moderner PWA möglich [8]. Hierbei wird der brachiale BD gemessen und der zentrale aortale BD über eine Transferfunktion errechnet. Eine Augmentation durch die reflektierte Welle bei älteren Patienten mit erhöhter Gefäßsteifigkeit

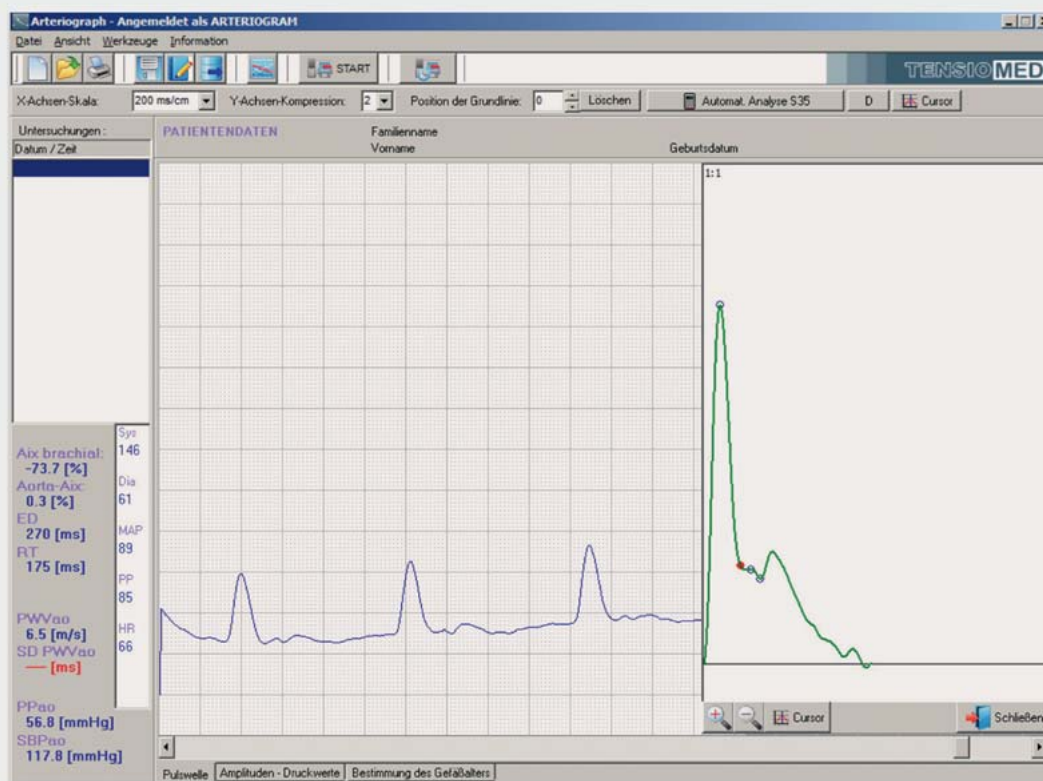
kann direkt abgeleitet werden. Die Ableitung der Druckwelle bei Jungen mit juveniler ISH zeigt hingegen die überhöhte antegrade systolische Welle bei normalem bzw. niedrigem aortalen BD (► **Abb. 8**). Mit zunehmendem Alter lässt die Gefäßelastizität typischerweise in der 3. Lebensdekade auch bei den Jungen nach und die langsame „Materialermüdung“ führt zu einer verminderten Amplifikation und Abfall des peripheren systolischen BD. So nähert sich der brachiale BD dem aortalen Druck wieder an. Diese scheinbare Normalisierung des brachialen BD ist daher letztlich Ausdruck einer nachlassenden Gefäßelastizität. Die Bezeichnung Hypertonie ist für die Erhöhung des systolischen BD bei den beschriebenen Jungen eigentlich nicht angemessen, weil der Terminus eine Regulationsstörung impliziert, die hier nicht gegeben ist.

Es sei auch darauf hingewiesen, dass übliche diagnostische Verfahren zur Abklärung einer Hypertonie hier unangebracht und überflüssig sind, weil sekundäre Hypertonieformen bei normalem bzw. niedrigem diastolischem BD per se ausgeschlossen werden können.

Empfehlenswert ist allerdings die Blutdruckmessung an allen Extremitäten, um eine (seltene) Aortenisthmusstenose auszuschließen, und evtl. eine standardisierte Belastung zur Bestätigung der guten Fitness mit normaler Blutdruckregulation (► **Tab. 1**).

Primäre Hypertonie gibt's auch bei Jungen

Eine behandlungsbedürftige primäre Hypertonie beginnt normalerweise in der 3.–5. Lebensdekade mit einer isolierten diastolischen Hypertonie (► **Abb. 2**) als Folge des erhöhten peripheren Widerstands. Die Ursachen sind vielfältig und individuell unterschiedlich. Häufig entwickelt sich im weiteren Verlauf eine systo-



► **Abb. 8** Originalableitung (arteriograph) der Pulswelle bei einem 20-jährigen Mann (188 cm, BMI 22 kg/m²) mit juveniler ISH: brachialer Blutdruck 146/61 mmHg, zentraler aortaler Blutdruck 118 mmHg systolisch (Norm < 120), Pulswellengeschwindigkeit 6,5 m/s (Norm < 11) [8].

► **Tab. 1** Differenten Aspekte bei isolierter systolischer Hypertonie (ISH) im Alter und bei Jungen (BD: Blutdruck, PWA: Pulswellenanalyse).

	ISH im Alter	juvenile ISH
Pathogenese/Ursache	Augmentation des systolischen BD durch die überhöhte reflektierte Druckwelle bei arterieller Gefäßsteifigkeit	Amplifikation der antegraden Druckwelle bei erhöhter arterieller Gefäßelastizität und/oder erhöhtem Schlagvolumen
Charakteristika	ältere Patienten mit großer Blutdruckamplitude	große, schlanke und sportliche Jugendliche und junge Männer mit normalem diastolischem BD
Diagnostik	brachiale Blutdruckmessung meist ausreichend; evtl. PWA bei normalen brachialen Werten und Organschäden zur Bestimmung des aortalen BD	PWA unabdingbar zur Bestimmung des zentralen aortalen BD
Risiko/Prognose	hohes kardiovaskuläres Risiko	kein Risiko, gute Prognose
Therapie	medikamentöse Therapie meistens notwendig zur Erreichung des Zielblutdrucks und zur Risikoreduktion	keine antihypertensive Therapie notwendig

liche und diastolische Hypertonie. Eine primäre Hypertonie kann auch bereits in jüngeren Jahren auftreten. Jugendliche und junge Erwachsene, die nicht dem oben beschriebenen Phänotyp entsprechen, sind wahrscheinlich einem höheren Risiko ausgesetzt und sollten auch evtl. behandelt werden. Betroffen sind insbesondere übergewichtige und bewegungspassive Jugendliche, die auch bereits eine Erhöhung des diastolischen BD aufweisen.

KURZGEFASST

Eine optimale Messung des BD mit modernen Messverfahren und die individuelle Charakterisierung der Hochdruckform sind notwendig, um eine juvenile ISH zu erkennen sowie unnötige diagnostische Verfahren und eine unnötige Therapie zu vermeiden.

Interessenkonflikt

Der Autor gibt an, dass kein Interessenkonflikt besteht.

Literatur

- [1] Kaess B, Rong J, Larson MG et al. Aortic Stiffness, Blood Pressure Progression, and Incident Hypertension. *JAMA* 2012; 308: 875–881. doi:10.1001/2012.jama.10503
- [2] Franklin SS, Pio JR, Wong ND et al. Predictors of new-onset diastolic and systolic hypertension: the Framingham Heart Study. *Circulation* 2005; 111: 1121–1127
- [3] Avolio AP, Clyde KM, Beard TC et al. Improved arterial distensibility in normotensive subjects on a low salt diet. *Arteriosclerosis* 1986; 6: 166–169
- [4] Giallauria F, Milanese Y, Tanaka T et al. Arterial stiffness and vitamin D levels: The Baltimore Longitudinal Study of Aging. *J Clin Endocrinol Metab* 2012; 97: 3717–3723
- [5] Mayer O jr., Filipovský J, Seidlerová J et al. The association between low 25-hydroxyvitamin D and increased aortic stiffness. *J Hum Hypertens* 2012; 26: 650–655. doi:10.1038/jhh.2011.94
- [6] Chen CH, Nakayama M, Nevo E et al. Coupled systolic-ventricular and vascular stiffening with age: implications for pressure regulation and cardiac reserve in the elderly. *J Am Coll Cardiol* 1998; 32: 1221–1227
- [7] Heffernan KS, Patvardhan EA, Hession M et al. Elevated augmentation index derived from peripheral arterial tonometry is associated with abnormal ventricular-vascular coupling. *Clin Physiol Funct Imaging* 2010; 30: 313–317
- [8] Middeke M. Pulswellenanalyse. *Dtsch Med Wochenschr* 2017; 142: 1461–1465
- [9] Coutinho T, Borlaug BA, Pellikka PA et al. Sex differences in arterial stiffness and ventricular-arterial interactions. *J Am Coll Cardiol* 2013; 61: 96–103
- [10] Weber T, Auer J, O'Rourke MF et al. Arterial stiffness, wave reflections, and the risk of coronary artery disease. *Circulation* 2004; 109: 184–189
- [11] Safar ME, Lacolley P. Disturbances of macro- and microcirculation: relations with pulse pressure and cardiac organ damage. *Am J Physiol Heart Circ Physiol* 2007; 293: H1–H7
- [12] Nilsson PM, Boutouyrie P, Laurent S. Vascular aging: a tale of EVA and ADAM in cardiovascular risk assessment and prevention. *Hypertension* 2009; 54: 3–10
- [13] Middeke M. EVA (Early Vascular Aging) – Übersetzung in den klinischen Alltag. *Dtsch Med Wochenschr* 2019; 144: 329–333
- [14] Williams B, Mancia G, Spiering W et al. 2018 ESC/ESH Guidelines for the management of arterial hypertension. The Task Force for the management of arterial hypertension of the European Society of Cardiology and the European Society of Hypertension. *J Hypertens* 2018; 36: 1953–2041. doi:10.1097/HJH.0000000000001940
- [15] Düsing R, Middeke M. Europäische Hypertonie-Leitlinie 2018: Ein Spiegel der schwierigen Datenlage. *Dtsch Arztebl* 2018; 115: A-1267/B-1070/C-1062
- [16] Williams B, Lacy PS, Thom SM et al. Differential impact of blood pressure-lowering drugs on central aortic pressure and clinical outcomes: principal results of the Conduit Artery Function Evaluation (CAFE) study. *Circulation* 2006; 113: 1213–1225
- [17] Middeke M. Zentraler aortaler Blutdruck: Bedeutender Parameter für Diagnostik und Therapie. *Dtsch Med Wochenschr* 2017; 142: 1430–1436
- [18] O'Rourke MF, Adji A. Guidelines on guidelines: focus on isolated systolic hypertension in youth. *J Hypertens* 2013; 31: 649–654
- [19] Saladini F, Santonastaso M, Mos L et al. Isolated systolic hypertension of young-to-middle-age individuals implies a relatively low risk of developing hypertension needing treatment when central blood pressure is low. *J Hypertens* 2011; 29: 1311–1319
- [20] Saladini F, Fania C, Mos L et al. Office pulse pressure is a predictor of favorable outcome in young- to middle-aged subjects with stage 1 hypertension. *Hypertension* 2017; 70: 537–542