

Epidemiologie und Pathophysiologie der arteriellen Hypertonie

Prof. Dr. med. Hans-Michael Steffen
Universität zu Köln, Medizinische Fakultät und Uniklinik Köln

1

Sterbefälle nach den häufigsten Todesursachen 2021

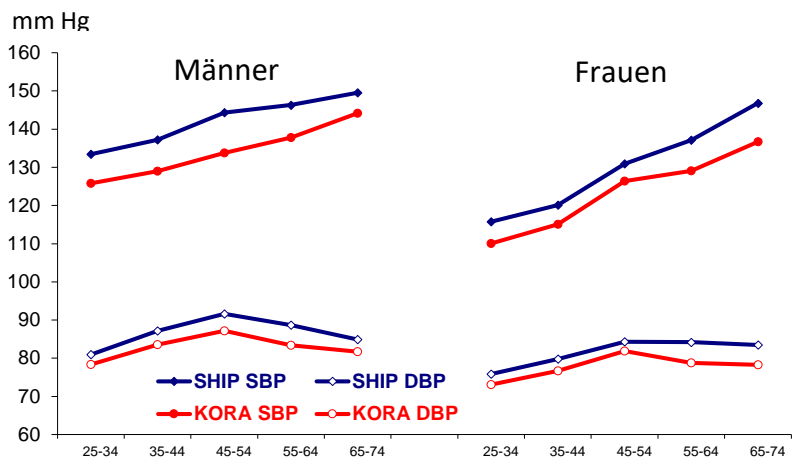
2

Todesursache	Anzahl Todesfälle	Anteil an Gesamtzahl der Todesfälle (%)
Chronische ischämische Herzkrankheit	74.485	7,3
➤ COVID 19	71.371	7,0
Nicht näher bezeichnete Demenz	45.827	4,5
Akuter Myokardinfarkt	45.181	4,4
Bösartige Neubildung der Bronchien/Lunge	44.601	4,3
Herzinsuffizienz	35.131	3,4
Sonstige chron. obstruktive Lungenkrankheit	28.341	2,8
Sonstige nicht näher bezeichnete Todesursachen	25.374	2,5
Hypertensive Herzkrankheit	23.363	2,3
Vorhofflattern und Vorhofflimmern	21.719	2,1

2

3

Altersabhängige Entwicklung des Blutdrucks

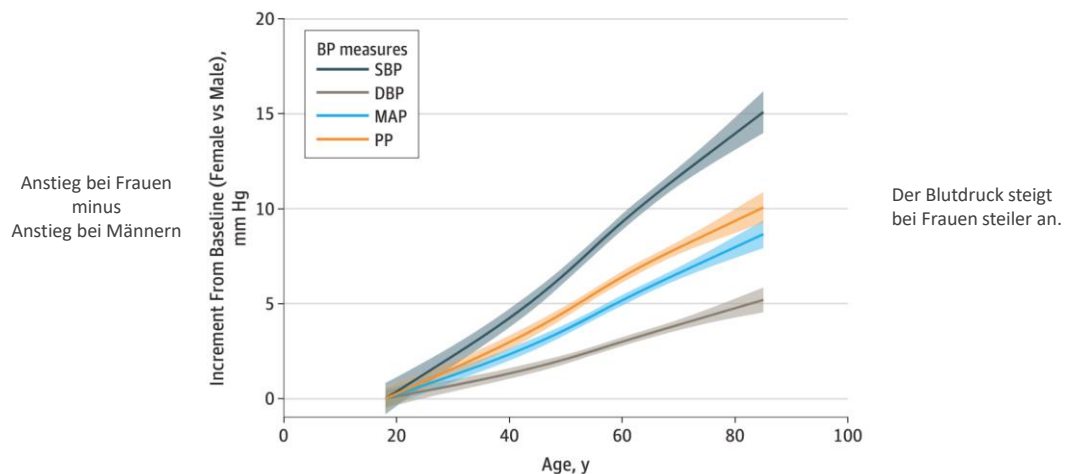


Meisinger C et al., J Hypertens 2006;24: 293

3

4

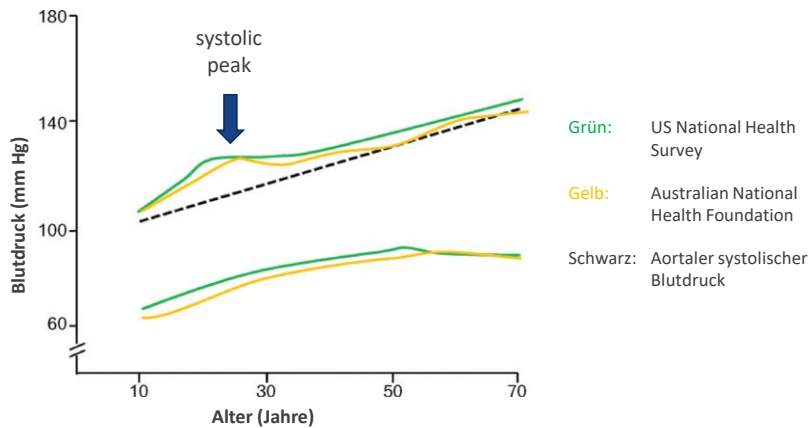
Geschlechterunterschied im altersabhängigen Blutdruckanstieg



Ji H et al., JAMA Cardiol 2020; 5: 19

4

Anstieg des peripheren Blutdrucks nicht linear – ISH der Jungen



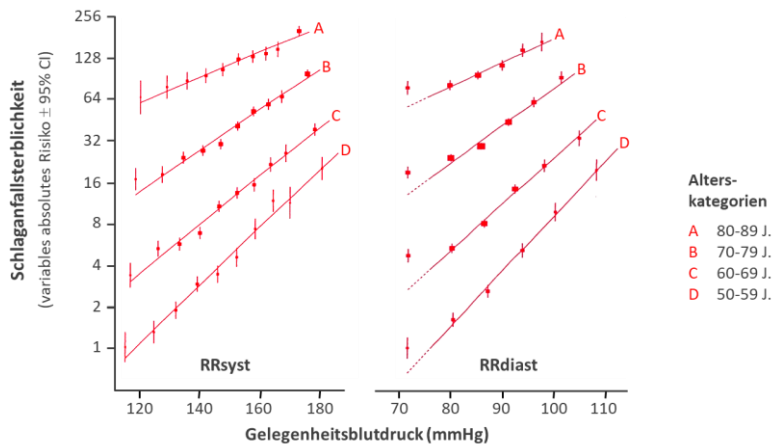
O'Rourke MF et al., J Hypertens 2013; 31: 649

www.hochdruckliga.de/akademie

5

Arterieller Blutdruck und Schlaganfallsterblichkeit

n=958.074 Patienten in 61 prospektiven Observationsstudien mit 12,7 Millionen Patientenjahren



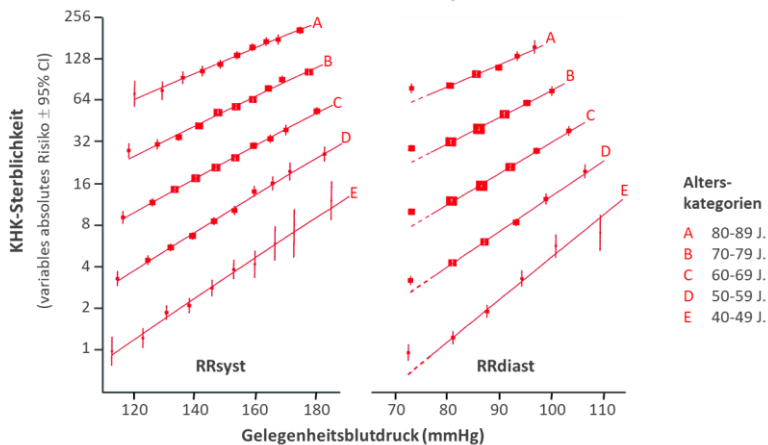
Prospective Studies Collaboration, Lancet 2002; 360: 1903

www.hochdruckliga.de/akademie

6

Arterieller Blutdruck und KHK-Sterblichkeit

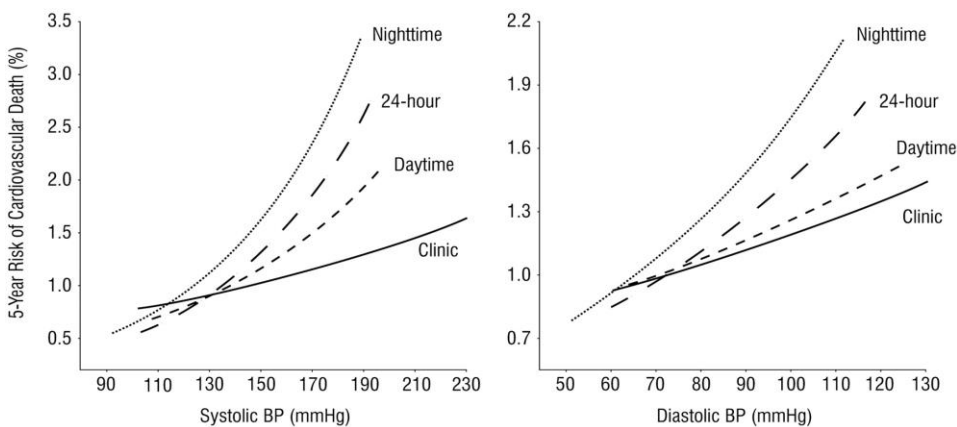
n=958.074 Patienten in 61 prospektiven Observationsstudien mit 12,7 Millionen Patientenjahren



Prospective Studies Collaboration, Lancet 2002;360:1903

Dublin Outcome Study

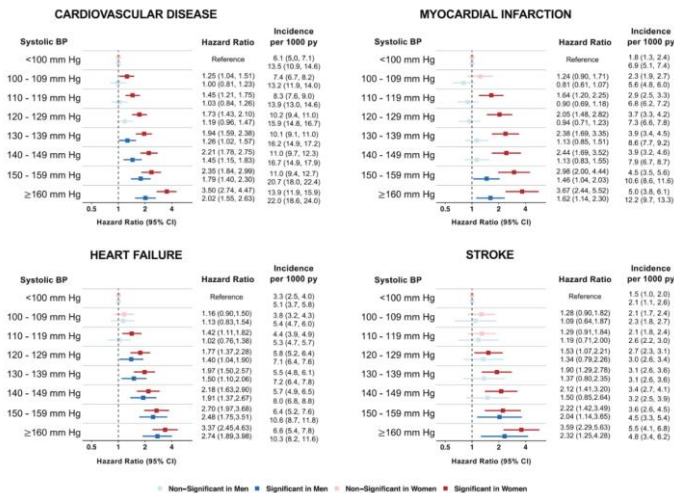
5-Jahres-Risiko für den kardiovaskulären Tod je nach Blutdruckmessung (n=5.292)



Dolan E et al., Hypertension 2005;46:156

Risiko für kardiovaskuläre Erkrankung, Herzinfarkt, Herzinsuffizienz und Schlaganfall bei Frauen bereits ab niedrigeren Blutdruckwerten

9



Ji H et al., Circulation 2021;143: 761

www.hochdruckliga.de/akademie

9

Klassifikation der arteriellen Hypertonie ESH/ESC 2013 – ESH2023 – ISH2020 – AHA/ACC 2017

10

Blutdruck (mmHg)

ESH/ESC 2013/23	syst.	diast.	syst.	diast.	ISH 2020	AHA/ACC 2017
Optimal	<120	<80			Normal	Normal
Normal			120-129	<80		Elevated
			130-139	80-89		HT stage 1
Hoch-normal	130-139	85-89	130-139	85-89	High normal	
Hypertonie						
Grad 1 (mild)	140-159	90-99	140-159	90-99	HT stage 1	HT stage 2
Grad 2 (moderat)	160-179	100-109				
Grad 3 (schwer)	≥180	≥110				
Isol. syst. HT	≥140	<90			≥140/<90	≥130/<80

Mancia G et al., J Hypertens 2013; 31: 1281
Mancia G et al., J Hypertens 2023; in press

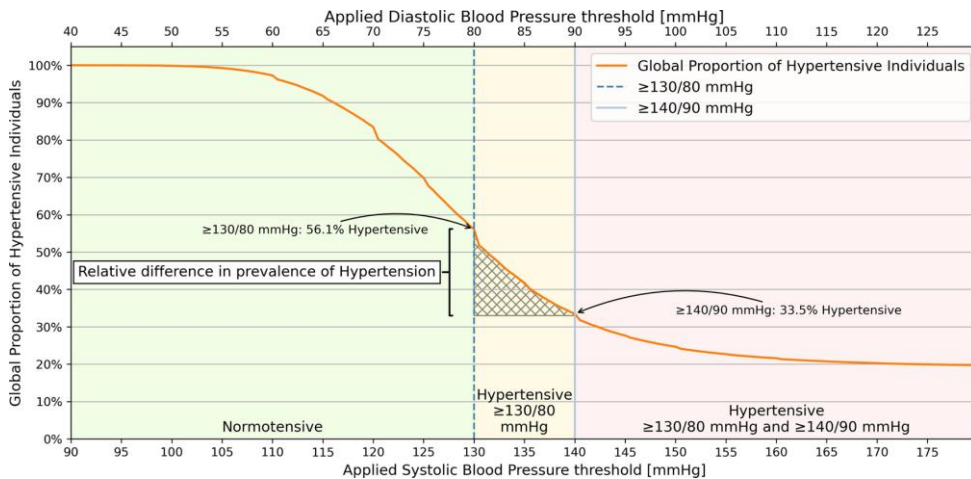
Unger T et al., J Hypertens 2020; 38: 982
Whelton PK et al., Hypertension. 2018; 71: 1269

www.hochdruckliga.de/akademie

10

Weltweite Prävalenz der Hypertonie je nach Grenzwert – May Measurement Month Initiative 2017–2019 (n=4,02 Mio)

11



Nolde JM et al., Hypertension 2022;79: 1509

www.hochdruckliga.de/akademie

11

MONICA/KORA Studie

Hypertonie Definition und CV Tod

12

Table 1 Baseline characteristics of CVD risk factors grouped by BP categories of the 2017 ACC/AHA Guideline in adults between 25 and 74 years old (N = 11 603)

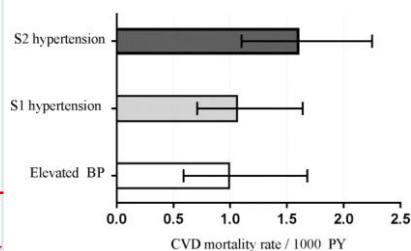
	Normal BP ≤120/80	Elevated BP 120-129/<80	Stage 1 hypertension 129-139/80-89	Stage 2 hypertension ≥140/≥90	P-value
Total, n (%)	2857 (24.62)	1429 (12.32)	3403 (29.33)	3914 (33.73)	<0.0001
Age (years), mean (SD)	47.25 (±13.3)	41.18 (±11.7)	45.12 (±13.8)	46.44 (±12.8)	<0.0001
Men	5982 (51.6)	872 (30.5)	758 (53.0)	1919 (56.4)	<0.0001
Women	5621 (48.4)	1985 (69.5)	671 (50.0)	1484 (43.6)	<0.0001
Smoking	2807 (24.2)	747 (26.2)	389 (27.2)	826 (24.3)	<0.0001
Hyperchole ^a	4687 (40.4)	775 (27.1)	478 (33.5)	1364 (40.1)	<0.0001
Obesity ^b	2123 (18.3)	216 (7.6)	160 (11.2)	605 (17.8)	<0.0001
Physical inactivity	6698 (57.8)	1509 (52.8)	775 (54.2)	1911 (56.2)	<0.0001
Type 2 diabetes	422 (3.6)	26 (0.91)	38 (2.7)	113 (3.3)	<0.0001
Depressed mood	4251 (36.6)	1125 (39.4)	520 (36.4)	1201 (35.3)	0.01
High CVD risk ^c	1616 (13.9)	210 (6.9)	118 (9.5)	460 (13.5)	<0.0001
History of CVD ^d	961 (8.3)	151 (5.3)	108 (7.6)	238 (7.0)	<0.0001
Antihypertensive Medication	1535 (13.2)	130 (4.6)	123 (8.6)	339 (10.0)	<0.0001

^aHypercholesterolaemia: total cholesterol ≥240 mg/dL.

^bObesity: BMI ≥30 kg/m².

^cHigh CVD risk: three or more CVD risk factors present.

^dHistory of CVD: presents prevalent myocardial infarction, heart failure, angina, or stroke.



Höhere Prävalenz depressiver Verstimmung bei behandelten S2-Patienten (47 % vs. 33 %) – möglicher Hinweis auf einen Etikettierungseffekt

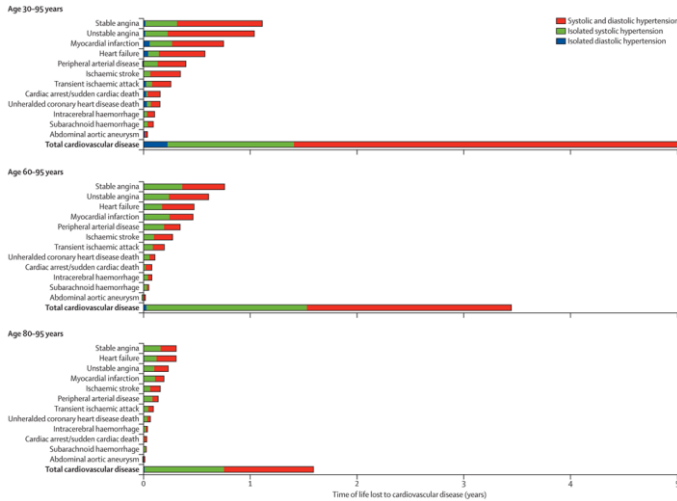
Atasoy S et al., Eur Heart J 2019;40: 732

www.hochdruckliga.de/akademie

12

Verlorene Lebensjahre je nach Eintrittsalter nach dem 30. Lebensjahr bei 1,25 Mio. Patienten

13



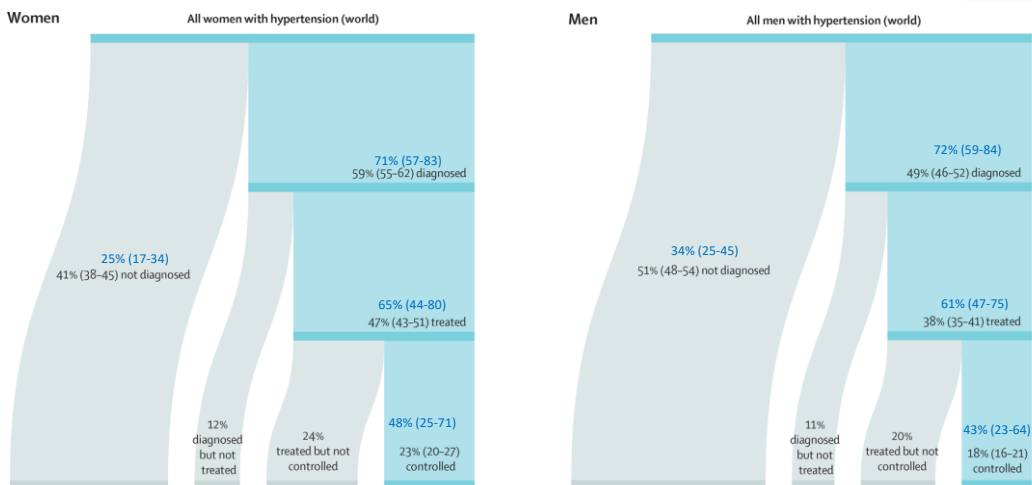
Rapsomaniki E et al., Lancet 2014; 383: 1899

www.hochdruckliga.de/akademie

13

Hypertonie bei Frauen und Männern im Alter von 30-79a Diagnose- und Behandlungskaskade weltweit und BRD

14



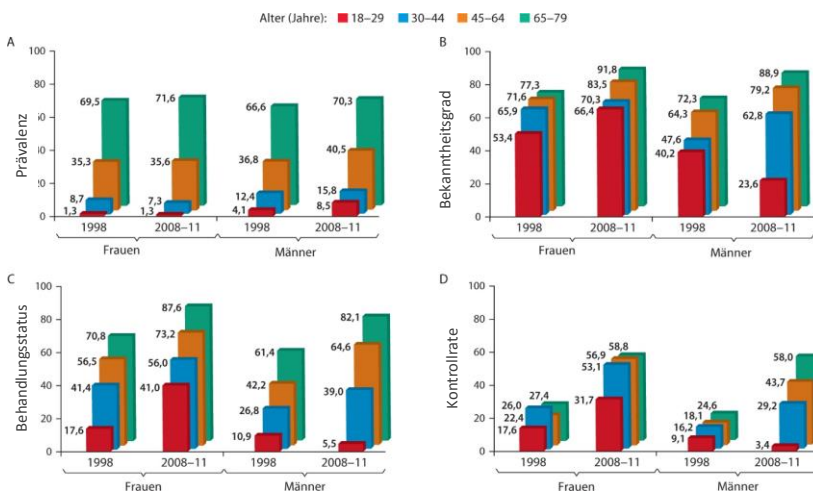
NCD Risk Factor Collaboration, Lancet 2021; 398: 957

www.hochdruckliga.de/akademie

14

Hypertonie in Deutschland 1998 (n=7.108) und 2008-11 (n=7.095)

15



Neuhauser HK et al., J Hum Hypertens 2015; 29: 247 und Steffen HM, MMW Fortschr Med 2016; 158: 63

15

Systemische Hämodynamik bei primärer Hypertonie

16

$$\text{Blutfluß (HZV)} = \frac{\text{Arterieller Blutdruck}}{\text{Gefäßwiderstand}} \quad \text{Normotonie}$$

A. Chronisch (normalgewichtige Patienten)

$$\text{Blutfluß (HZV)} \leftrightarrow = \frac{\text{Arterieller Blutdruck} \uparrow}{\text{Gefäßwiderstand} \uparrow} \quad \text{Hypertonie}$$

B. Frühstadium, jüngere Patienten oder adipöse Patienten

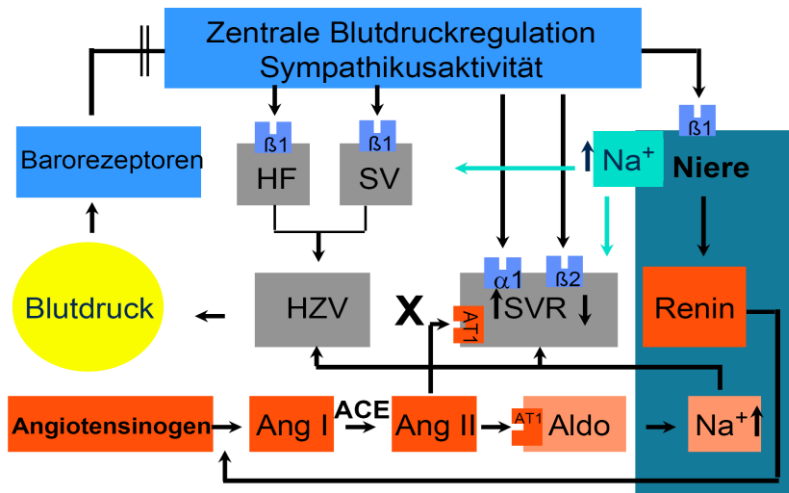
$$\text{Blutfluß (HZV)} \uparrow = \frac{\text{Arterieller Blutdruck} \uparrow}{\text{Gefäßwiderstand} \leftrightarrow} \quad \text{Hypertonie}$$

Kreutz R et al., Arterielle Hypertonie; in: Gerok/Huber/Meinertz/Zeidler, Die Innere Medizin, Schattauer Verlag

16

Neurohumorale Blutdruckregulation

17



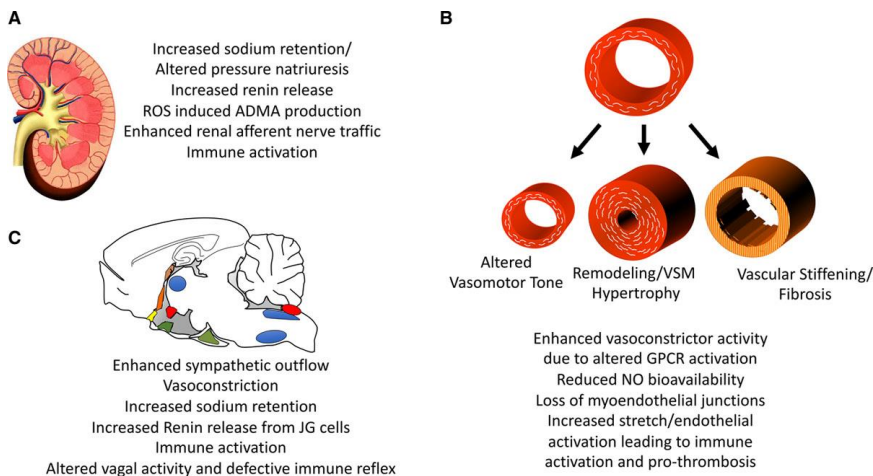
Kreutz R et al., Arterielle Hypertonie; in: Gerok/Huber/Meinertz/Zeldler, Die Innere Medizin, Schattauer Verlag

www.hochdruckliga.de/akademie

17

Störungen an Niere, Gefäßsystem und ZNS tragen zur Pathophysiologie der Hypertonie bei

18

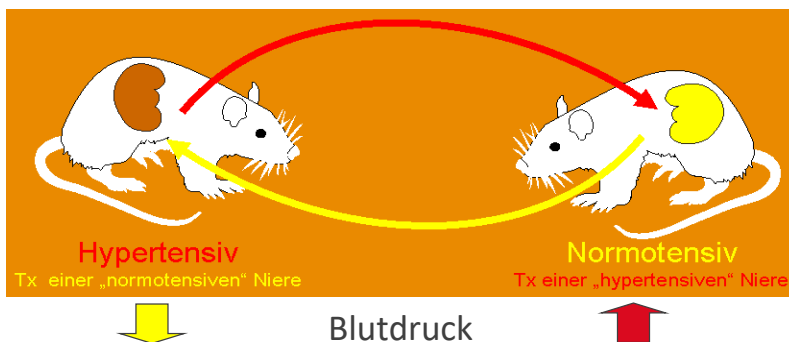


Harrison DG et al., Circ Res 2021;128: 874

www.hochdruckliga.de/akademie

18

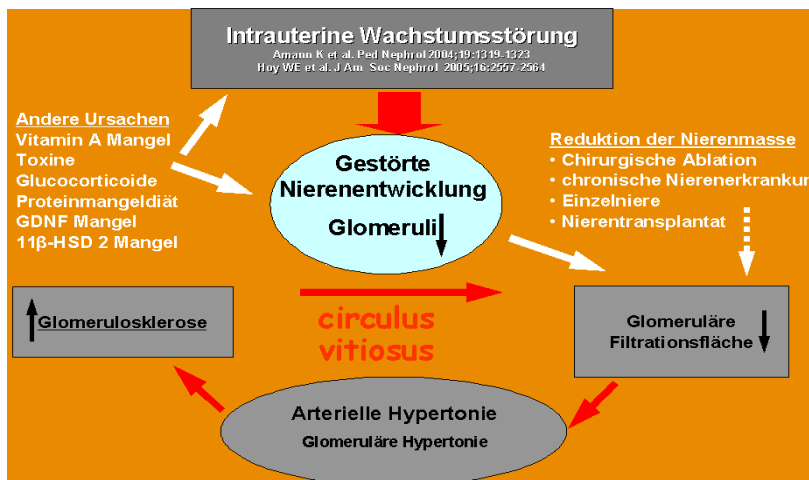
„Blutdruck geht mit der Niere“



Der Blutdruck verändert sich im Rattenmodell durch Transplantation (Tx) einer Niere konkordant zum Blutdruck des Spendertieres. (Kopf D et al., Am J Physiol 1993; 265: F104; Grisk O et al., J Hypertens 2002; 20: 131)

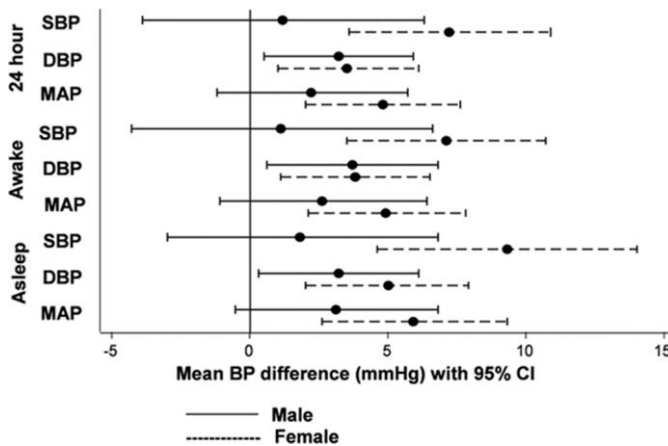
Patienten ohne positive Familienanamnese für Hypertonie benötigen nach Nieren-Tx eine intensivere Behandlung mit mehr Antihypertensiva falls sie eine Niere eines Spenders mit familiärer Hypertonie erhalten. (Guidi E et al., J Am Soc Nephrol 1996; 7: 1131)

Nephronmangel-Hypothese



ABDM-Differenzen im Alter von 25 Jahren
Geburt < 28. Wo oder < 1.000 g (n=151) vs. > 2.499 g (n=119)

21



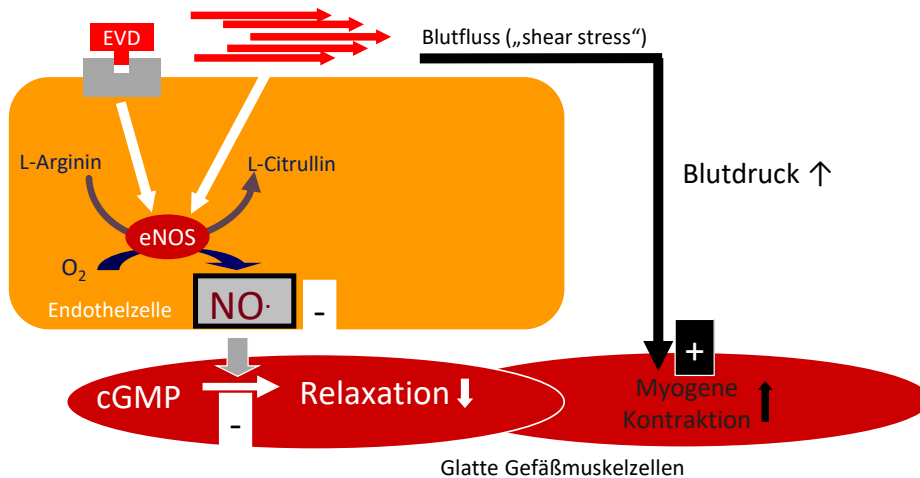
Haikerwal A et al., Hypertension 2020;75: 211

www.hochdruckliga.de/akademie

21

Veränderungen der arteriellen Gefäßregulation bei Hypertonie

22



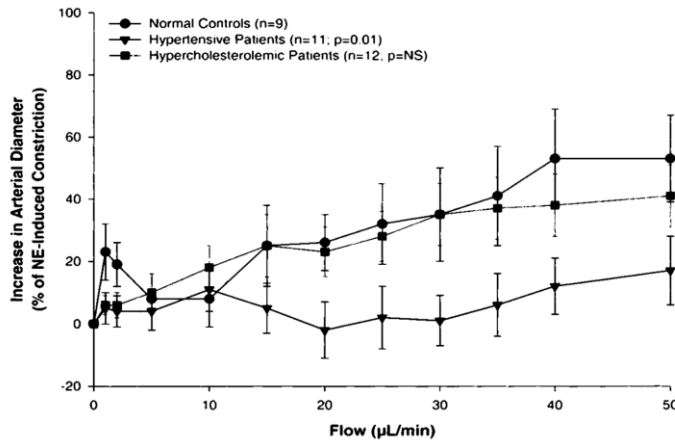
nach R. Kreutz

www.hochdruckliga.de/akademie

22

Reduzierte flussabhängige Dilatation kleiner Arterien bei arterieller Hypertonie (Endotheliale Dysfunktion)

23



aus glutealer Fettgewebsbiopsie isolierte kleine Arterien (Durchmesser 201+/-26 Mikrometer)

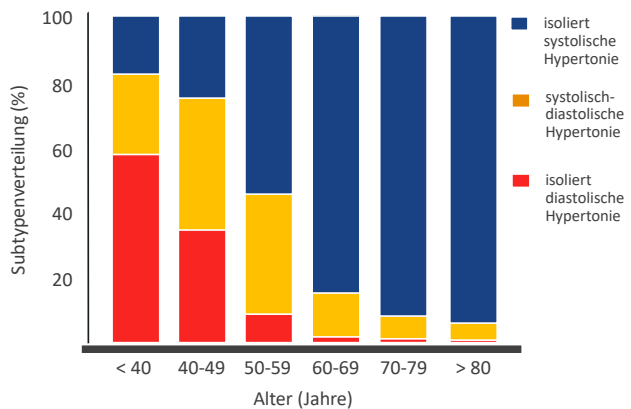
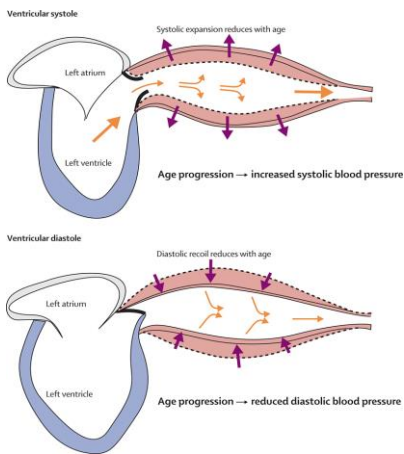
Paniaga OA et al., Circulation 2001; 103: 1752

www.hochdruckliga.de/akademie

23

Bedeutung des „Windkessels“ für die Blutdruckregulation: Einfluss des Alters und ISH

24



Kaplan NM et al., Lancet 2006; 367: 168

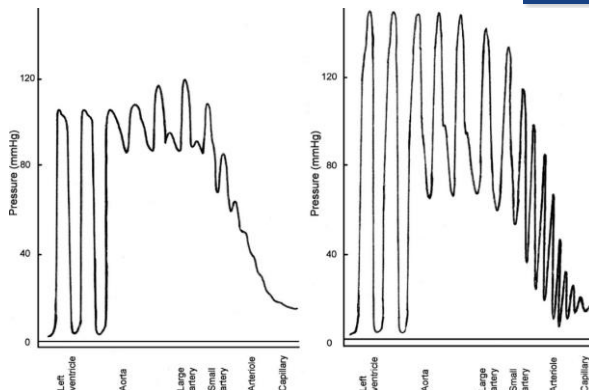
Franklin SS et al., Hypertension 2001; 37: 869

www.hochdruckliga.de/akademie

24

Die Aorta als Windkessel muss elastisch bleiben

25



Bei einem „starrten Rohr“ wird sich der systolische Blutdruck evtl. nicht ausreichend senken lassen.

Gute Windkesselfunktion
= geringe Gefäßsteifigkeit
= junges arterielles Blutgefäß

Schlechte Windkesselfunktion
= hohe Gefäßsteifigkeit
= gealtertes arterielles Blutgefäß

nach M.Hausberg, unbekannte Quelle

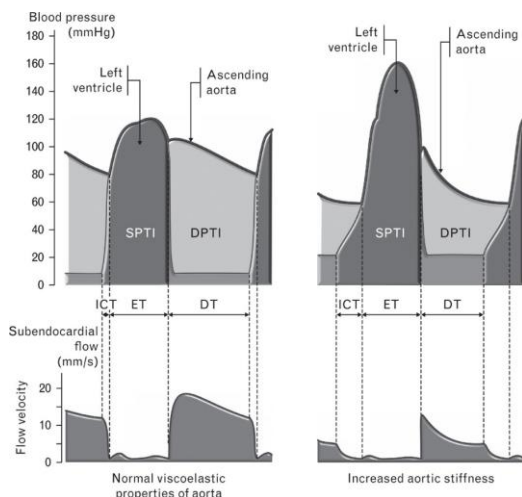
O'Rourke MF et al., J Am Coll Cardiol 2007; 50: 1



www.hochdruckliga.de/akademie

Aortale Steifheit und Myokardischämie

26



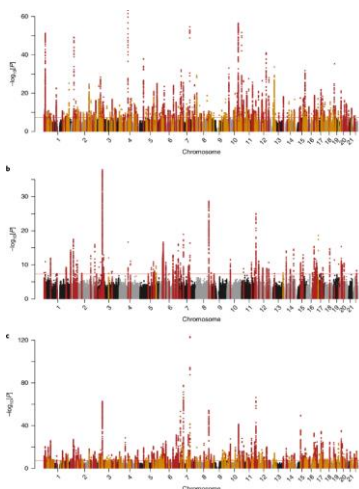
Salvi P et al., J Hypertens 2015; 33: 1767



www.hochdruckliga.de/akademie

Genetische Faktoren und Blutdruck: erklärt werden können ca. 5 % der interindividuellen Varianz des systolischen Blutdrucks

27



Trans-ethnic association study of blood pressure determinants in over 750,000 individuals

	Known loci		Novel loci		p^b
	n (loci)	Average effect ^a (s.d.)	n (loci)	Average effect ^a (s.d.)	
SBP	216	0.32 (0.15)	124	0.24 (0.12)	1.03×10^{-7}
DBP	76	0.27 (0.15)	4	0.14 (0.02)	7.73×10^{-13}
PP	208	0.27 (0.15)	123	0.18 (0.09)	9.57×10^{-12}
Total	304	-	201	-	

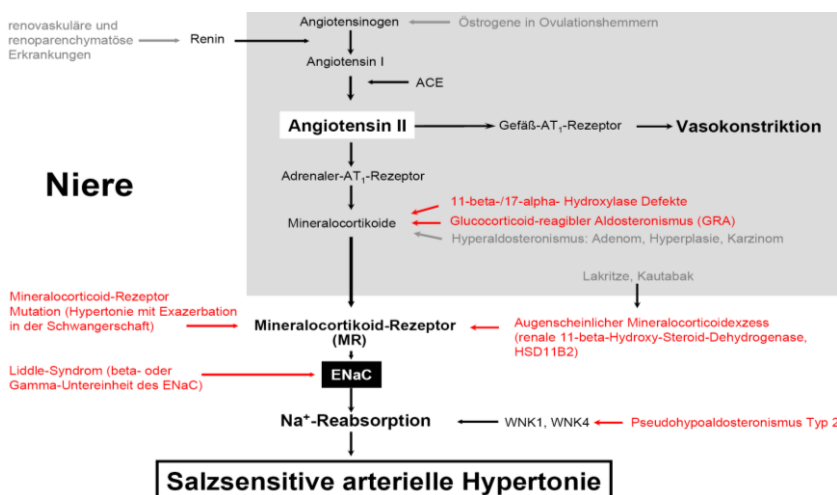
Giri A et al., Nat Genet 2019;51: 51

www.hochdruckliga.de/akademie

27

Häufige sekundäre Hypertonieursachen

28



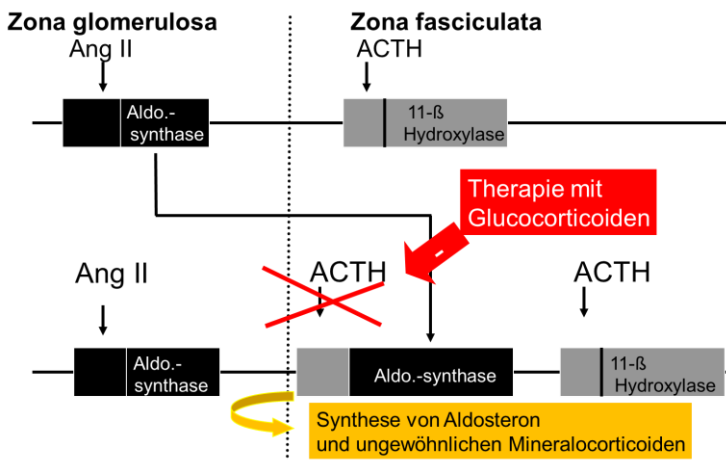
Kreutz R et al., Arterielle Hypertonie; in: Gerok/Huber/Meinertz/Zeidler, Die Innere Medizin, Schattauer Verlag

www.hochdruckliga.de/akademie

28

Glucocorticoid-reagibler Aldosteronismus (GRA)

29



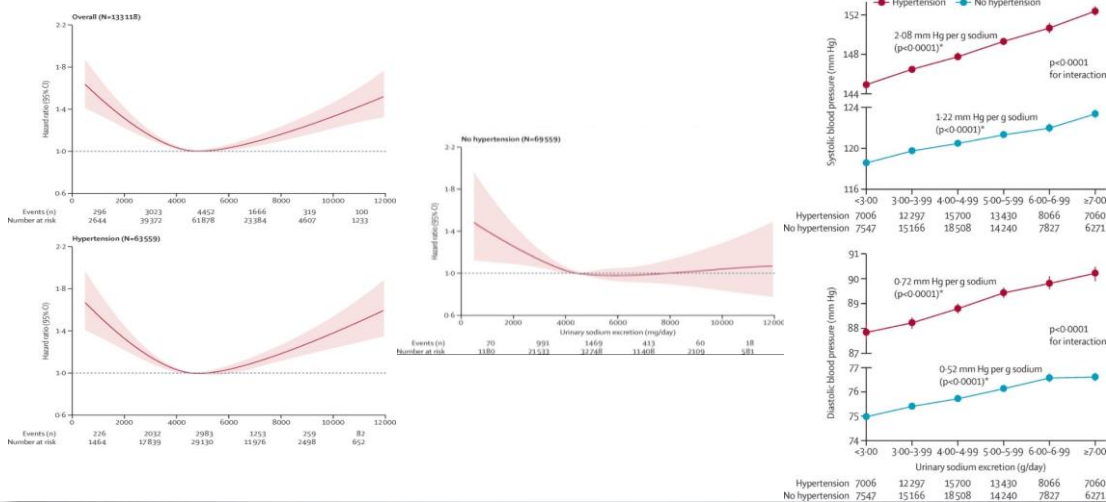
Lifton RP et al., Nature 1992; 355: 262

www.hochdruckliga.de/akademie

29

PURE, EPIDREAM und ONTARGET/TRANSCEND: Tod, MI, Schlaganfall, Herzinsuffizienz und RR-Anstieg/g Na⁺

30

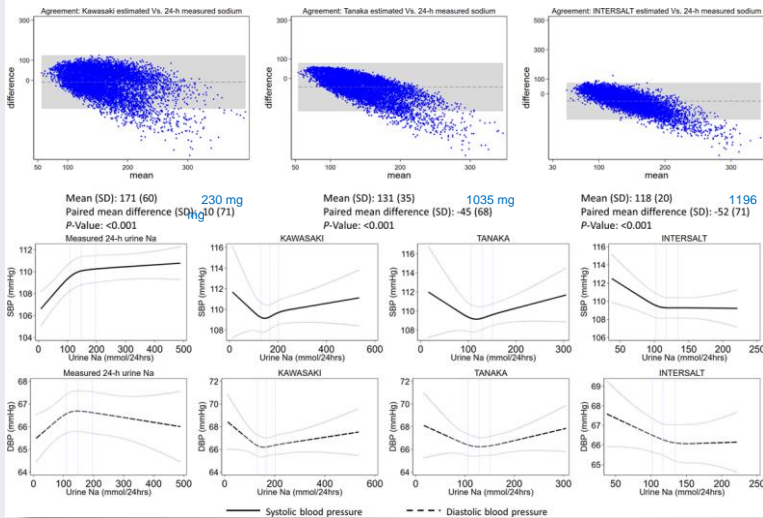


Mente A et al., Lancet 2016; 388: 465

www.hochdruckliga.de/akademie

30

Formeln zur Bestimmung der 24-h-Na⁺-Exkretion aus Spot-Urin: erhebliche Fehler im Vergleich zum Sammelurin



Consensus Document

It is strongly recommended to not conduct, fund, or publish research studies that use spot urine samples with estimating equations to assess individuals' sodium (salt) intake in association with health outcomes: a policy statement of the World Hypertension League, International Society of Hypertension and Resolve to Save Lives

Norman B.C. Campbell¹, Paul K. Whelton², Marcelo Orias³, Laura L. Cobb⁴, Erika S.W. Jones⁵, Renu Gang⁶, Bryan Williams⁷, Nadia Khan⁸, Yook-Chin Chia⁹, Tazeen H. Jafar¹⁰, and Nicole Ide¹¹, for the World Hypertension League, International Society of Hypertension, Resolve to Save Lives

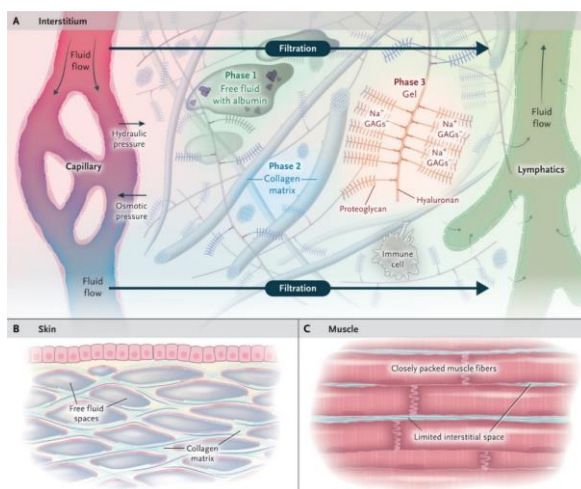
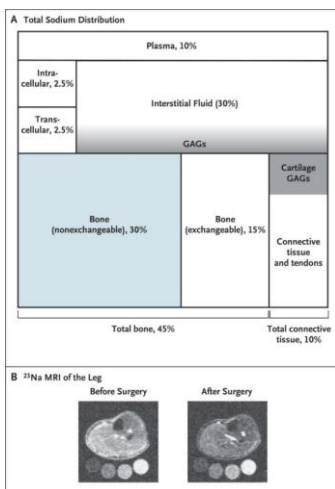
J Hypertens 2023; 41: 683

Naser AM et al., Hypertension 2021;77:2127

www.hochdruckliga.de/akademie

31

Na⁺-Verteilung und Kompartiment-Modell des Interstitiums

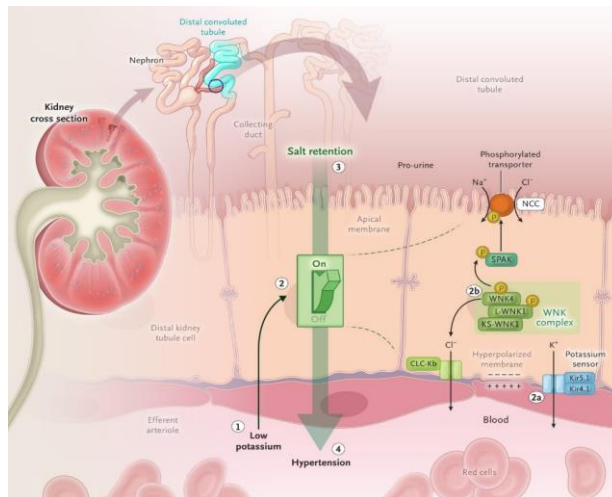


Ellison DH et al., N Engl J Med 2021; 385: 1981

www.hochdruckliga.de/akademie

32

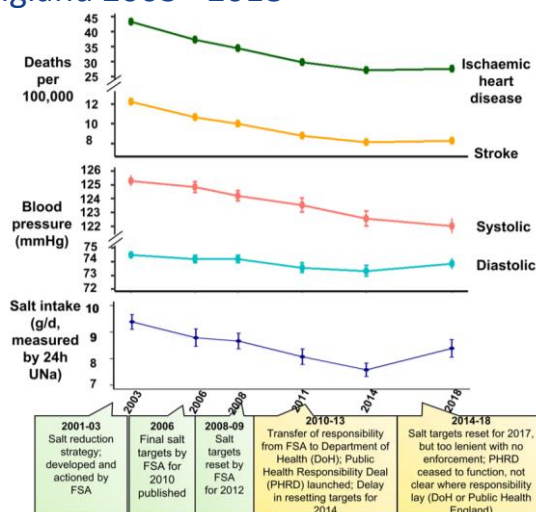
„Kalium-Schalter“, Natriumretention und Hypertonie



Ellison DH et al., N Engl J Med 2021; 385: 1981

www.hochdruckliga.de/akademie

Kochsalzkonsum, Blutdruck und kardiovaskuläre Mortalität in England 2003 - 2018



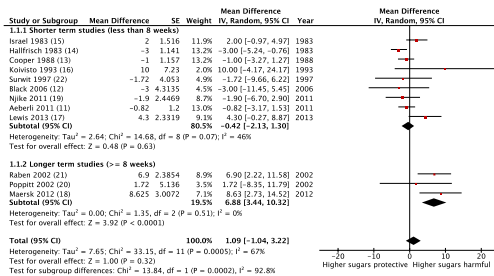
Song J et al., J Hypertens 2023; 41: 1713

www.hochdruckliga.de/akademie

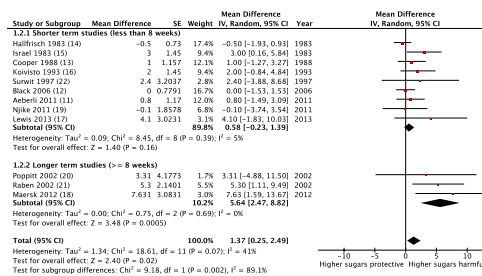
Meta-Analyse: Fruktose/Saccharose-Konsum und Blutdruck – Effekte sind abhängig von der Beobachtungsdauer

35

Systolischer Blutdruck



Diastolischer Blutdruck



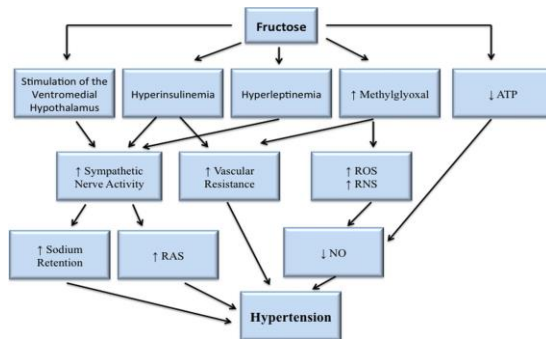
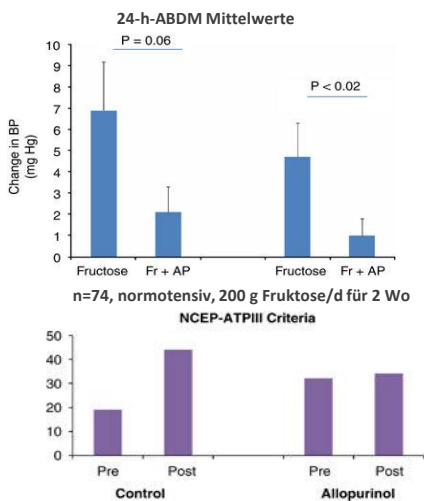
Te Morenga LA et al., Am J Clin Nutr 2014; 100: 65

www.hochdruckliga.de/akademie

35

Fruktose und metabolisches Syndrom

36

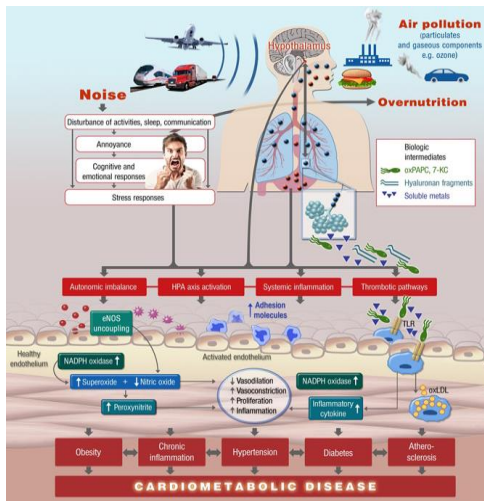


Perez-Pozo SE et al., Int J Obes 2010; 34: 454

DiNicolantonio JJ et al., Open Heart 2014; 1:e000167 www.hochdruckliga.de/akademie

36

Luftverschmutzung und Lärm: mögliche Mechanismen

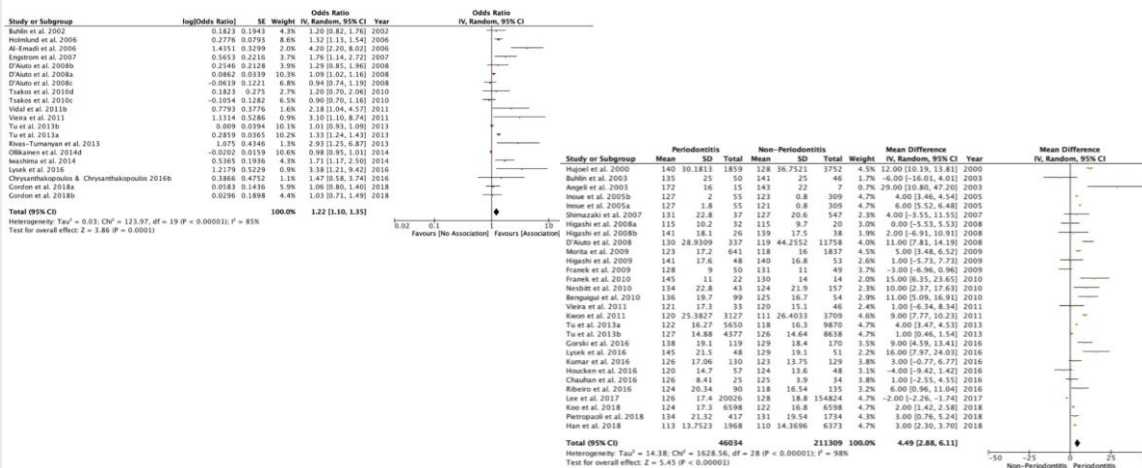


Münzel T et al., Eur Heart J 2017;38: 557

www.hochdruckliga.de/akademie

37

Meta-Analyse: Peridontitis und Assoziation mit Hypertonie bzw. systolischem Blutdruck

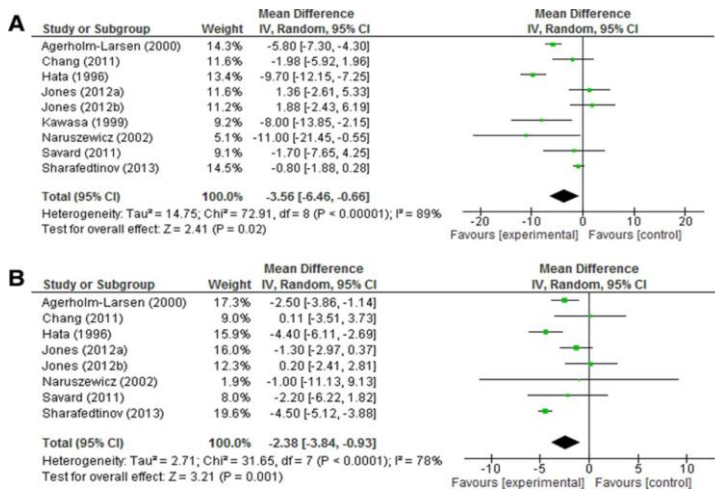


Muñoz Aguilera E et al., Cardiovasc Res. 2020; 116: 28

www.hochdruckliga.de/akademie

38

Meta-Analyse: Einfluss von Probiotika auf den (A) systolischen und (B) diastolischen Blutdruck

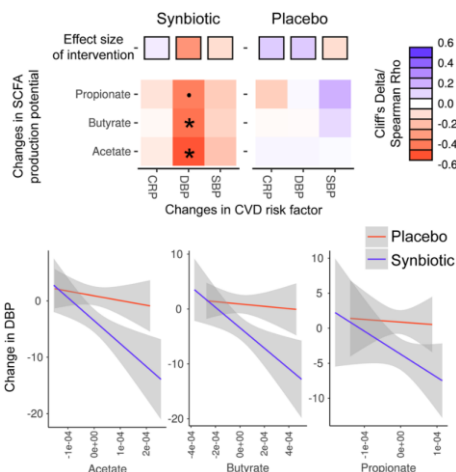


Khalesi S et al., Hypertension 2014; 64: 897

www.hochdruckliga.de/akademie

41

Post-hoc-Analyse: Einfluss eines synbiotischen Joghurts auf die Produktionskapazität für kurzkettige Fettsäuren



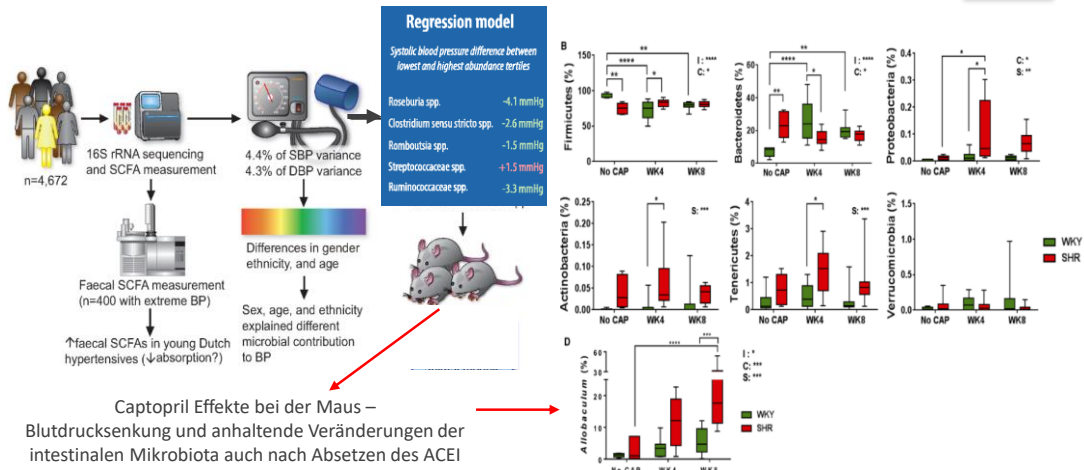
Bartolomaeus H et al., Cardiovasc Res 2020; 116: 1252

www.hochdruckliga.de/akademie

42

Darm-Mikrobiom, kurzkettige Fettsäuren im Stuhl und Blutdruck

43



Verhaar BJH et al., Eur Heart J 2020; 41: 4259

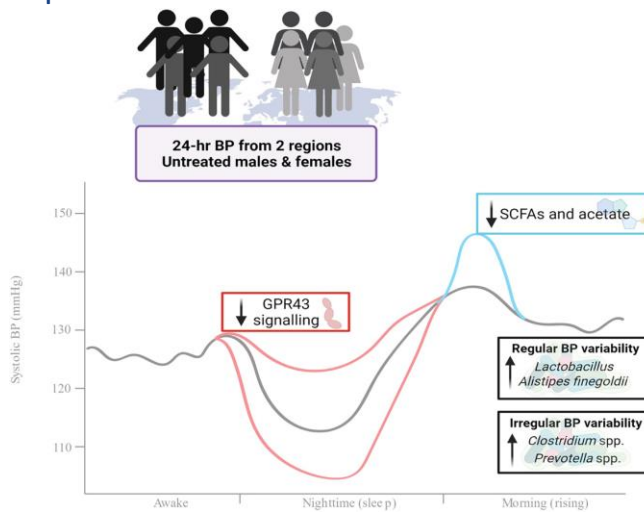
Yang T et al., J Am Heart Assoc 2019; 8: e010721

www.hochdruckliga.de/akademie

43

Blutdruckvariabilität: Häufigkeitsverteilung einzelner bakterieller Spezies und mikrobieller Metabolite

44



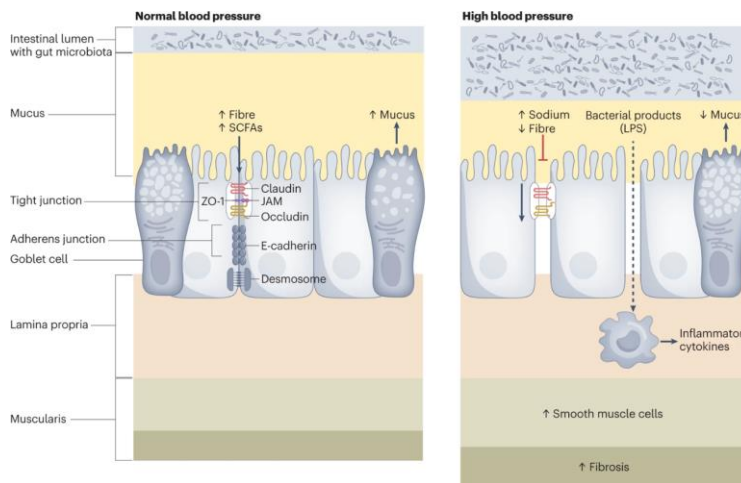
Dinakis E et al., Hypertension 2022; 79: 1690

www.hochdruckliga.de/akademie

44

Hypertonie: Bedeutung der gestörten intestinalen Barriere

45



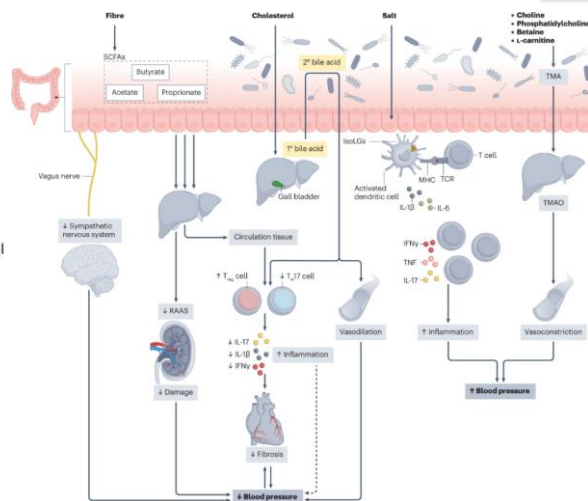
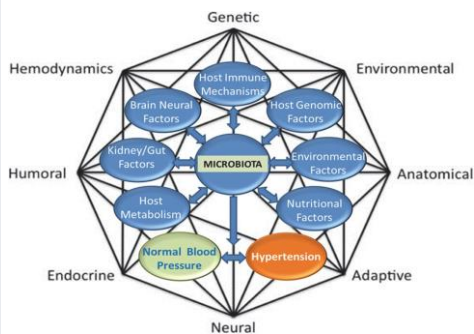
O'Donnell JA et al., Nat Rev Nephrol 2023; 19: 153

www.hochdruckliga.de/akademie

45

Traditionelle Mosaik-Theorie und neue Vorstellungen zur Blutdruckregulation durch Salz, Ernährung und Mikrobiota

46



Raizada MK et al., Hypertension 2017; 70: 479

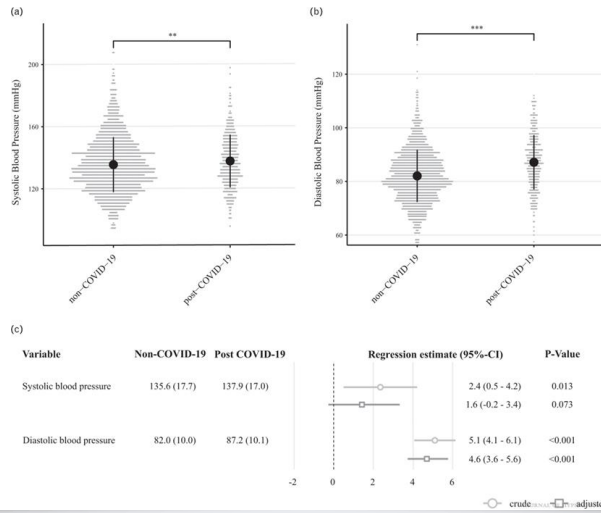
O'Donnell JA et al., Nat Rev Nephrol 2023; 19: 153

www.hochdruckliga.de/akademie

46

Hamburg City Health Study: Blutdruck der Non-COVID-19 vs. Post-COVID-19 Kohorte

47



Schmidt-Lauber C et al., J Hypertens 2023; 41: 1721

www.hochdruckliga.de/akademie

47

48

Vielen Dank für Ihre
Aufmerksamkeit!

48

Literatur

49

- Dinakis et al. Association between gut microbiome and their metabolites with human blood pressure variability. *Hypertension* 2022; 79: 1690-1701
- Drummond et al. Immune mechanisms of hypertension. *Nat Rev Immunol* 2019; 19: 512-532
- Ellison et al. Insights into salt handling and blood pressure. *N Engl J Med* 2021; 385: 1981-1993
- Harrison et al. Pathophysiology of hypertension. *Circ Res* 2021; 128: 847-863
- Ji et al. Sex differences in blood pressure trajectories over the life course, *JAMA Cardiol* 2020; 5: 19-26
- Lifton et al. A chimeric 11-beta-hydroxylase aldosterone synthase gene causes glucocorticoid remediable aldosteronism and human hypertension. *Nature* 1992; 355: 262-265
- Münzel et al. Environmental stressors and cardio-metabolic disease: part II - mechanistic insights. *Eur Heart J* 2017; 38: 557-564

Literatur

50

- Naser et al. Spot urine formulas to estimate 24-hour urinary sodium excretion alter the dietary sodium and blood pressure relationship. *Hypertension* 2021; 77: 2127-2137
- NCD Risk Factor Collaboration. Worldwide trends in hypertension prevalence and progress in treatment and control from 1990 to 2019: a pooled analysis of 1201 population-representative studies with 104 million participants. *Lancet* 2021; 398: 957-980
- Neuhauser et al. Hypertension prevalence, awareness, treatment and control in Germany 1998 and 2008-11. *J Hum Hypertens* 2015; 29: 247-253
- O'Donnell et al. The gut microbiome and hypertension. *Nat Rev Nephrol* 2023; 19: 153-167
- Olsen et al. A call to action and a lifecourse strategy to address the global burden of raised blood pressure on current and future generations: the Lancet Commission on hypertension. *Lancet* 2016; 388: 2665-712

Literatur

51

- Rapsomaniki et al. Blood pressure and incidence of twelve cardiovascular diseases: lifetime risks, healthy life-years lost, and age-specific associations in 1.25 million people. Lancet 2014; 383: 1899-1911
- Verhaar et al. Associations between gut microbiota, faecal short-chain fatty acids, and blood pressure across ethnic groups: the HELIUS study. Eur Heart J 2020; 41: 4259-4267
- Wilck et al. Salt-responsive gut commensal modulates TH17 axis and disease. Nature 2017; 551: 585-589

Kontakt

52



Deutsche
Hypertonie
Akademie

Deutsche Hypertonie Akademie
Akademie für Fortbildung der
Deutschen Hochdruckliga e.V.
Berliner Straße 46, 69120 Heidelberg
www.hochdruckliga.de/akademie

Autor

Prof. Dr. med. Hans-Michael Steffen

Uniklinik Köln
Klinik für Gastroenterologie und Hepatologie und
Universitäres Hypertoniezentrum

Kerpener Str. 62
50937 Köln
Telefon: 0221/47886109
E-Mail: hans-michael.steffen@uk-koeln.de

