



ARTERIOGRAPH



**Der Gold-Standard der nicht-invasiven oszillometrischen Messung
der Pulswellenanalyse**



Careberri Pulswellenanalyse



Careberri ist ein deutsches medizinisches Startup-Unternehmen und hat sich auf Medizingeräte im Bereich der Pulswellenanalyse spezialisiert. Unsere Kernkompetenz liegt dabei auf dem Vertrieb von Arteriograph-Geräten in der DACH-Region, um die nicht-invasive Messung der zentralen Hämodynamik und der arteriellen Gefäßsteifigkeit zu verbreiten.

Arteriograph und Arteriograph24 werden sowohl in Krankenhäusern und Universitätskliniken, als auch zunehmend in niedergelassenen Praxen der Inneren- und Allgemeinmedizin, sowie der verschiedenen Fachbereiche wie Kardiologie, Diabetologie, Gynäkologie, Nephrologie oder Sportmedizin eingesetzt.

Um Ihnen den größtmöglichen Nutzen unserer Geräte zu gewährleisten, unterstützen wir Sie nach dem Kauf bei der Implementierung der Geräte in den Praxisalltag, klären Sie im Rahmen einer persönlichen Schulung über die Anwendung und therapeutischen Maßnahmen auf und stellen Ihnen eine Vielzahl an medizinischen Informationen bereit.

Unser Anspruch ist es, Ihnen Produkte zu liefern, die Ihren Ansprüchen und Bedürfnissen in besonders hohem Maße entsprechen - bei Leistung, Qualität und Service. Mein Team und ich freuen uns auf Sie!

Ihr
Olen Johannsen

Geschäftsführender Gesellschafter





Leitlinien

Bluthochdruck gilt als Risikofaktor Nr. 1 für Herz-Kreislauf-Erkrankungen. Laut statistischem Bundesamt waren 2017 rund 37% der Todesfälle allein auf Herz-Kreislauf-Krankheiten zurückzuführen. Oftmals weisen klassische Risikofaktoren wie Bluthochdruck, Alter, Nikotinkonsum, Diabetes oder Fettstoffwechselstörungen bereits auf ein erhöhtes Krankheitsrisiko hin. Für eine bestmögliche Risikoeinschätzung von Herz-Kreislauf-Erkrankungen empfehlen die ESC/ESH Leitlinien, zusätzlich die Pulswellenanalyse durchzuführen. Die Risikofaktoren verändern bereits im frühen Stadium die Gefäßfunktion und führen zu erhöhter Arterieller Gefäßsteifigkeit und Arteriosklerose.

Zur Diagnostik und Therapie von Patienten mit Bluthochdruck hat die Messung der Pulswellenanalyse daher Einzug in aktuelle Europäische und Deutsche Hypertonie-Leitlinien erhalten.

Pulswellenanalyse

Die nicht-invasiven Methoden zur Messung von Pulswellengeschwindigkeit (PWV), dem aortalen (zentralen) Blutdruck (SBP_{a0}) und der Augmentation (AI_{Xa0}) des zentralen systolischen Blutdruckes bilden eine neuartige Grundlage für eine verbesserte kardiovaskuläre Risikostratifizierung, für differenzialtherapeutische Überlegungen und für eine verbesserte Patientenversorgung. Zahlreiche Studien belegen, dass die Pulswellengeschwindigkeit als Biomarker der arteriellen Gefäßsteifigkeit ein starker unabhängiger Prädiktor der Morbidität und Mortalität ist.

Das innovative nicht-invasive Messsystem Arteriograph (Tensiomed Ltd., Budapest, Ungarn) kann diese Parameter bestimmen und über eine spezielle Pulswellenanalyse individuelle Aussagen über die Gefäßeigenschaften (Funktion, Gefäßalter) machen.



Die Arteriograph-Lösung für die Praxis



Der Arteriograph ist das erste, patentierte Verfahren (US-Patent Nr. 20070106162), das eine auf einer Oberarmmanschette basierende, oszillometrische Messung der PWV und Bestimmung der zentralen Hämodynamik ermöglicht. Einzigartig bei dem Arteriograph ist die Echtzeit-Übertragung und Visualisierung der von der Manschette erfassten Druckkurven in die Arteriograph-Software, um beispielsweise sofort eine Augmentation des systolischen Blutdrucks zu erkennen. Außerdem bietet der Arteriograph24 die zusätzliche Pulswellenanalyse (SBPao, AIXao, PWV) integriert in die Blutdruck-Langzeitmessung.

Das Gerät wurde 2004 als Medizinprodukt zertifiziert. Die Messung ist benutzerunabhängig, schnell durchführbar (ca. 3 Minuten) und ermöglicht die einfache Implementierung der arteriellen Funktionsmessung in den klinischen Alltag.

Die Gerätesoftware bietet einen umfassenden Bericht mit detaillierten Erläuterungen zu den gemessenen Parametern und ihren Schwellenwerten für kardiovaskuläre Morbidität und Mortalität.



Abrechnungsmöglichkeiten

GOÄ Ziffer	Leistung*	1-fach	1,8-fach	2,3-fach
637	Pulswellenlaufzeitbestimmung	13,24 €	23,82 €	30,43 €
639a	Prüfung der Vasomotorik mittels Pulswellenanalyse	26,46 €	47,63 €	60,86 €
648a	Messung des zentralen Arteriendrucks	35,26 €	63,47 €	81,11 €

*abgekürzter Text

Einnahmemöglichkeiten

Anzahl der Arteriograph-Messungen	täglich	monatlich	jährlich
1 Patientenmessung pro Tag	81,11 €	1.703,31 €	20.439,72 €
2 Patientenmessungen pro Tag	162,22 €	3.406,62 €	40.879,44 €
3 Patientenmessungen pro Tag	243,33 €	5.109,93 €	61.319,16 €

*Grundlage: GOÄ Ziffer 648a und 2,3-facher Satz, 21 Arbeitstage pro Monat



Unsere Produkte

ARTERIOGRAPH



- Beste Daten-Reproduzierbarkeit und geringste Varianz
- Authentisch mit einer nachgewiesenen wissenschaftlichen Grundlage
- Patentierte und ständig weiterentwickelte Technologie seit 2004
- Schnell, einfach und benutzerunabhängig
- Herausragendes Kosten-Nutzen-Verhältnis unter klinisch akzeptierten Geräten
- Invasiv und nicht-invasiv validiert

ARTERIOGRAPH24



- Einzigartig, da es eine Kombination aus der 24h ABDM (Ambulante Blutdruck-Langzeitmessung) und dem Arteriograph mit allen Vorteilen darstellt
- Genaue, klinisch validierte Ergebnisse
- Essential, um den zirkadianen Rhythmus aufzudecken
- Einfach und benutzerunabhängig
- Umfassend, da es alle wichtigen peripheren und zentralen hämodynamischen Parameter über 24h zur Verfügung stellt
- Invasiv und nicht-invasiv validiert



- Arteriograph / Arteriograph24
 - Arteriograph Software (CD & USB-Stick)
 - 3 Bügelmanschetten (S, M, L)
 - Transportkoffer Aluminium
 - Bedienungsanleitung
 - Bluetooth-Adapter
 - 4 AA-Alkalibatterien
 - Schutzhülle
- Maßband

Persönliche Schulung

Wir legen besonders viel Wert auf eine persönliche Schulung bei Ihnen vor Ort in der Praxis oder Klinik. Unsere Erfahrung zeigt, dass Anwender mit persönlicher Schulung viel besser mit dem Gerät zurecht kommen und dieses auch häufiger nutzen, weil die Messergebnisse zuverlässiger sind und die Auswertung besser gedeutet werden kann.



Vorteile des Arteriographen



Präzise

Die gemessenen Parameter des Arteriographen sind im Vergleich zu invasiven Methoden sehr genau. Es ist nachgewiesen, dass die Methode die geringste Varianz unter den nicht-invasiven Methoden zur Bestimmung des Arteriellen Gefäßalters hat.

Journal of Hypertension 2010, 28: 2068–2075
High Blood Press Cardiovasc Prev DOI 10.1007/s40292-017-0238-8



Reproduzierbar

Die Reproduzierbarkeit mit dem von Arteriograph gemessenen Werten ist vergleichsweise besser als die der applanationstonometrischen oder piezoelektrischen Methoden.

Journal of Hypertension 2008, 26: 523–528



Bedienerunabhängig

Das System misst vollautomatisch und schnell: Der Benutzer hat lediglich die Manschette anzulegen und die Messung zu starten. Die Messung ist mit dem Umfang einer gewöhnlichen Blutdruckmessung vergleichbar.



Medizinisch

Durch die Arteriograph-Messung kann der genaue Gefäß-Ist-Zustand ermittelt werden und eine genaue Risikoeinschätzung für Arteriosklerose erfolgen. Die zentralen hämodynamischen Parameter wie der zentrale Blutdruck, die Pulswellengeschwindigkeit und der Augmentationsindex bilden die Grundlage für eine verbesserte kardiovaskuläre Risikostratifikation, für differenzialtherapeutische Überlegungen, für eine individuelle Therapiesteuerung und spätere Verlaufskontrollen.

Vorteile des Arteriographen



Schnell

In nur etwa 2-3 Minuten kann diese Messung, im Sitzen oder Liegen, durchgeführt werden, inklusive der Eingabe der Patientendaten.



Einfach

Die auf der Manschette basierende Einzelarmbedienung ist vollständig vom Benutzer unabhängig und kann auch von ungeschultem Personal ohne Probleme durchgeführt werden. Die Messung ist vergleichbar mit einem oscillometrischen Blutdruckmessgerät.



Einzigartig

Der Arteriograph24 stellt eine spezielle Kombination der Ambulanten Blutdruck-Langzeitmessung (ABDM) und der einzigartigen Pulswellenanalyse des Arteriographen dar.



Kosteneffizient

Das Gerät ist tragbar und leicht. Somit ermöglicht es den Einsatz von der Ambulanz bis zum Krankenbett. Es entsteht kein Verbrauchsmaterial, da der Betrieb nur 4 AA-Alkalibatterien oder wiederaufladbare Batterien erfordert. Des Weiteren bestehen hohe Verdienstmöglichkeiten sowie die Übernahme der IGeL durch Privatkassen.



Arteriograph Messparameter

Blutdruck

Der Arteriograph misst die gängigen peripheren Blutdruckwerte wie den systolischen und diastolischen Blutdruck (Sys & Dia), den Brachialen Pulsdruck (PP), den mittleren Arteriellen Druck (MAD) und die Herzfrequenz (HF).

SBPao

Aortaler (zentraler) systolischer Blutdruck.

Bei normaler Gefäßelastizität ist der aortale systolische Blutdruck niedriger als der periphere brachiale Blutdruck. Bei erhöhter Gefäßsteifigkeit und Arteriosklerose kann der zentrale aortale Blutdruck höher sein als der brachiale BD. SBPao ist unter 120 mmHg im Normbereich.

PPao

Zentraler aortaler Pulsdruck.

PPao ist die Differenz zwischen dem zentralen systolischen und dem diastolischen Druck. PPao ist normal unter 50 mmHg.

AIXao

Zentraler aortaler Augmentationsindex.

AIXao beschreibt die Auswirkung der reflektierten Welle auf den zentralen systolischen Blutdruck und wird wie folgt berechnet: $AIXao = (P2-P1)/PP \times 100$. AIXao ist normal unter 33% (siehe Abbildung aus Pulswellenanalyse, Middeke 2017).

RT

Return Time.

Die Return Time bezieht sich auf die Rücklaufdauer der aortalen Pulswelle. RT spiegelt die Eigenschaften der Aortenwand wider. Je steifer die Aortenwand, desto niedriger die Rücklaufdauer. RT ist normal über 124 ms.

PWVao

Zentrale aortale Pulswellengeschwindigkeit.

PWVao wird durch die Eigenschaften der Aortenwand bestimmt (siehe RT). Je steifer die Aortenwand, desto schneller ist die PWVao. Erhöhte Werte der PWVao könnten sich auf ein erhöhtes kardiovaskuläres Risiko beziehen, sowie mögliche Schädigungen der atherosklerotischen Organe. Die Bewertung des arteriellen Alters basiert auf den PWVao-Werten. Höhere SBP- und / oder HR-Werte können den Wert der PWVao erhöhen.

ED

Ejection Duration.

Die Ejection Duration beschreibt die Auswurfzeit des Herzens. ED wird durch die Herzfrequenz beeinflusst.



SD

Standard Deviation.

Die Standard Deviation bezieht sich auf die Standardabweichung der gemessenen Geschwindigkeitswerte der aortalen Pulswelle von Schlag zu Schlag. Je niedriger die SD, desto besser die Qualität der Aufnahme. Die Standardabweichung sollte im **grünen Bereich liegen (0,0-0,7m/s)**. Wenn die SD im **Gelben Bereich (0,7-1,0 m/s)** liegt, ist die Messung akzeptabel, sollte jedoch mit Vorsicht behandelt werden. Der **Rote Bereich (>1,0 m/s)** sollte nicht akzeptiert werden und die Messung muss wiederholt werden.

DRA

Diastolischer Reflexionsbereich.

Die linke Koronararterie versorgt den linken Ventrikel des Herzens mit Blut und Sauerstoff. Diese Arterie wird jedoch hauptsächlich während der Diastole perfundiert. Somit spielt der diastolische Perfusionsdruck und die Dauer der Diastole eine entscheidende Rolle bei der Blutversorgung des linken Ventrikels. DRA ist ein komplexer dimensionsfreier Parameter, der die Intensität der diastolischen Wellenreflexion und deren Dauer beschreibt. Je höher der DRA, desto besser ist die linke Koronarperfusion. DRA ist normal über 40.

SAI/DAI

Systolischer Bereichsindex (SAI) und Diastolischer Bereichsindex (DAI).

Durch das Aufpumpen der Manschette auf den diastolischen Blutdruck können volumetrische Signale erhalten werden. Die Fläche unter der Kurve wird als 100% angenommen und in den systolischen (SAI) und diastolischen (DAI) Bereich unterteilt. In einer normalen und ruhigen Situation bei normaler Herzfrequenz sollte der SAI weniger als 50% und der DAI mehr als 50% betragen. Ein DAI unter 46% kann als ungewöhnlich niedrig angesehen werden.

ABI

Knöchel-Arm-Index.

Die Ermittlung des Knöchel-Arm-Indexes erfolgt, um eine periphere arterielle Verschlusskrankheit (paVK) nachweisen zu können. Bei Patienten mit arterieller Verschlusskrankheit dient die Messung zur Beurteilung der Durchblutungsstörung in den Beinen. Der ABI ist normal über 0,9.

Schwellenwerte wurden aus einer hard end-point follow-up Studie ermittelt, um den optimalen Schwellenwert mit der besten Sensitivität und Spezifität zu bestimmen (Kahan, T. et al.: Aortic stiffness measured by a novel oscillometric method independently predicts cardiovascular morbidity and mortality: a study of 4146 subjects. ESH Congress 2013 Milan). **Die Bewertung des arteriellen Alters** basiert auf dem altersabhängigen Median der Perzentilkurven der PWV-Werte der Aorta, die aus einer Datenbank von 10.000 normal-gesunden Patienten stammen.



Arteriograph Messung

Die Arteriograph-Messung ist vom Umfang und von der Dauer her mit einer herkömmlichen Blutdruckmessung vergleichbar. Deshalb empfindet der Patient sie als nicht unangenehm. Der Patient kann im Liegen und im Sitzen gemessen werden. Die Messung ist ebenso schmerzfrei wie risikolos und kann problemlos von der Helferin durchgeführt werden.

Nach dem Aufpumpen registriert die Manschette wertvolle, aussagefähige Signale, welche die Struktur und Funktion des arteriellen Gefäßsystems inklusive der Aorta widerspiegeln. Die von der Manschette erfassten Druckkurven werden über Bluetooth in Echtzeit in die Arteriograph-Software übertragen.

Auf Basis einer genauen Differenzierung zwischen initialer und reflektierter Pulswelle kann unter Bezug auf den Abstand von Jugulum und Symphyse die Pulswellengeschwindigkeit in der Aorta berechnet werden. Aus der Ermittlung des Ausmaßes der Pulswellenreflexion lässt sich der Augmentationsindex berechnen. Daraus resultieren Informationen sowohl über die Steifigkeit der Aorta (z.B. Arteriosklerose), als auch über den peripheren Widerstand (z.B. Endothelfunktion). Die Diagnose basiert auf der Steifigkeit der Arterien und beurteilt sie mit: optimal, normal, erhöht und abnormal. Das arterielle bzw. biologische Gefäßalter kann anhand einer Normwertkurve leicht abgelesen werden.

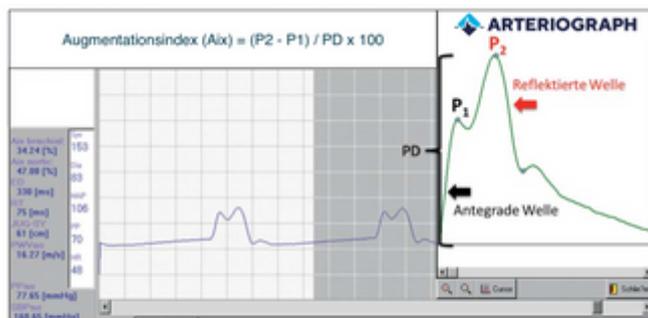


Abb. 4 Druckkurve bei einem älteren Patienten (73 Jahre) mit isolierter systolischer Hypertonie (ISH): brachialer Blutdruck 153/83 mmHg. Erhöhung (Augmentation) des systolischen Drucks durch die reflektierte Welle (Augmentationsindex 47 %) und erhöhter zentraler aortaler Blutdruck mit 160 mmHg (Altersnorm < 130), Pulswellengeschwindigkeit 16,2 m/sec (Norm < 11), PD = Pulsdruck.

Abbildung 1: Augmentation der Pulswelle aus Pulswellenanalyse, Middeke, Dtsch Med Wochenschr 2017; 142: 1464

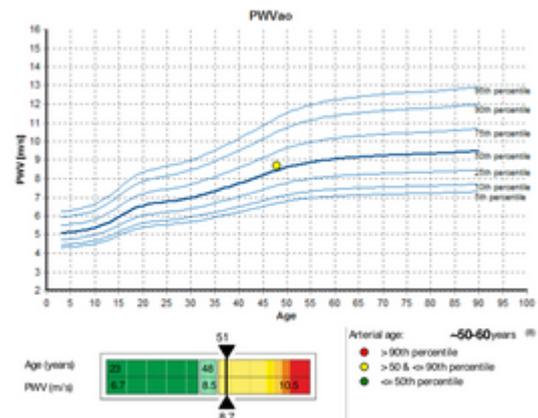


Abbildung 2: Arteriograph-Befund - Bestimmung des Gefäßalters

CAFE und Framingham Studie



In der **CAFE-Studie (Conduit Artery Function Evaluation)** wurde erstmalig gezeigt, dass - bei gleicher Senkung des Blutdruckes in der A. brachialis (konventionelle Messung) - der zentrale Blutdruck mit der Kombination Amlodipin/Perindopril besser gesenkt wurde als mit der Atenolol/Thiaziddiuretikum. Bei 2199 Teilnehmern wurde der Blutdruck sowohl am Arm als auch zentral in der Aorta ascendens gemessen. Aus der peripheren Pulsdruckkurve wurde dabei der Blutdruck in der Aorta bestimmt. In der randomisierten Studie wurde entweder Amlodipin (plus Perindopril bei Bedarf) oder Atenolol (plus Thiaziddiuretikum bei Bedarf) verabreicht. Dabei zeigte sich nach 5 1/2 jährigem Follow-up bei vergleichbarer Blutdrucksenkung in der A. brachialis (konventionelle Messung) ein signifikant günstigerer Einfluss von Amlodipin auf die kardiovaskuläre Morbidität und Mortalität mit Abnahme der Schlaganfallsterblichkeit. Der Aortendruck wurde unter Amlodipin-Therapie im Vergleich zu Atenolol im gesamten Studienverlauf deutlich besser gesenkt, was die Bedeutung des zentralen Blutdrucks als Therapieziel herausstellt.

Differential impact of blood pressure-lowering drugs on central aortic pressure and clinical outcomes: principal results of the Conduit Artery Function Evaluation (CAFE) study.; Williams B et al; Circulation. 2006 Mar 7;113(9):1213-25.

Eine aktuelle Auswertung der **Framingham-Studie** legt die Beziehung zwischen Blutdruck und Gefäßsteifigkeit über einen Zeitraum von 7 Jahren bei 1759 Teilnehmern offen. Dabei wurde festgestellt, dass eine erhöhte arterielle Gefäßsteifigkeit eine signifikante Assoziation mit der zukünftigen Inzidenz von hypertonen Blutdruckwerten besitzt. Umgekehrt erwiesen sich aber initial erhöhte Blutdruckwerte als wenig hilfreich, um eine zunehmende Gefäßsteifigkeit im späteren Verlauf vorauszusagen.

Aortic stiffness, blood pressure progression, and incident hypertension.; Kaess BM et al.; JAMA. 2012 Sep 5;308(9):875-81

Messparameter	Δ mmHg*	95% CI	p
Brachialer Systolischer Blutdruck	0.7	-0.4 bis 1.7	0.2
Zentraler systolischer Blutdruck	4.3	3.3 bis 5.4	<0.0001
Zentraler Pulsdruck	3.0	2.1 bis 3.9	<0.0001

Abbildung 3: *Δ Amlodipine-basierte vs. Atenolol-basierte Therapie (mmHg), aus CAFE-Studie



Hoher Stellenwert von Arteriograph

Klinisches Beispiel: Atherosklerose

Ein 47-jähriger asymptomatischer, augenscheinlich gesunder Patient ohne Vorerkrankungen in Bezug auf das Herz-/Kreislaufsystem hat auf Eigeninitiative eine kardiovaskuläre (CV) Untersuchung bekommen. Die Untersuchung hat ergeben, dass der normotensive Patient einen leicht erhöhten Gesamtcholesterinspiegel hatte. Die SCORE-Analyse (siehe Abbildung 4) zeigte jedoch nur ein geringes Risiko (1%). Daher wurde dieser Patient gemäß der aktuellen Vorgehensweise zur CV-Prävention als "normaler" Patient mit niedrigem CV-Risiko betrachtet. In diesem Fall wird von den einschlägigen Richtlinien keine Intervention vorgeschlagen, nur dass der Patient zu einem späteren Zeitpunkt die CV-Risikobewertung wiederholt.

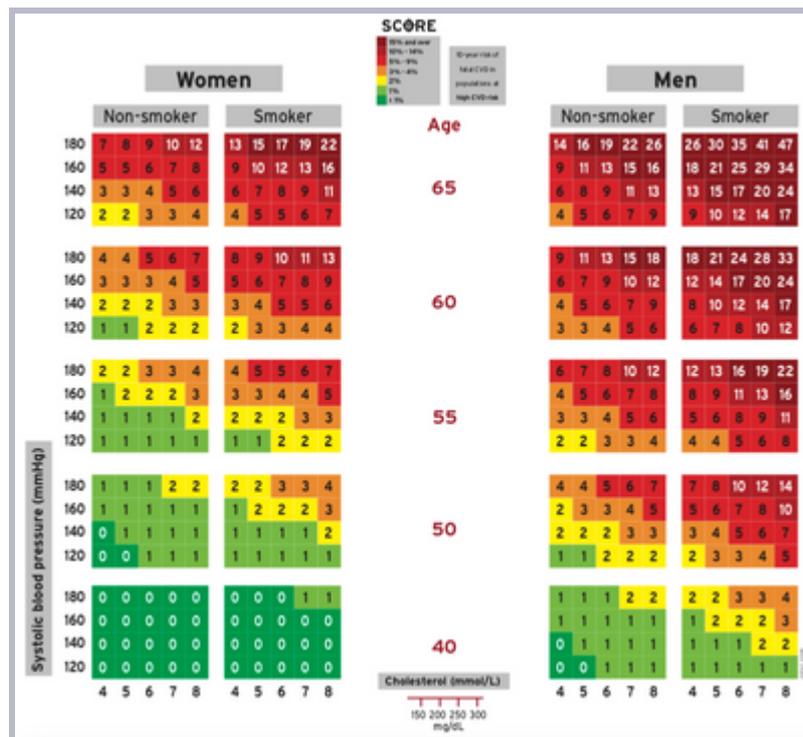


Abbildung 4: SCORE European High Risk Chart

Hoher Stellenwert von Arteriograph



Klinisches Beispiel: Atherosklerose

Die Ergebnisse der durchgeführten Untersuchung mit dem Arteriograph weisen jedoch einen erhöhten zentralen systolischen Blutdruck (SBPao), einen erhöhten Pulsdruck der Aorta (PPao), einen erhöhten zentralen Augmentationsindex (AIXao), einen verringerten diastolischen Reflexionsbereich (DRA) und einen verringerten diastolischen Bereichsindex (DAI) auf (siehe Abbildung 5).

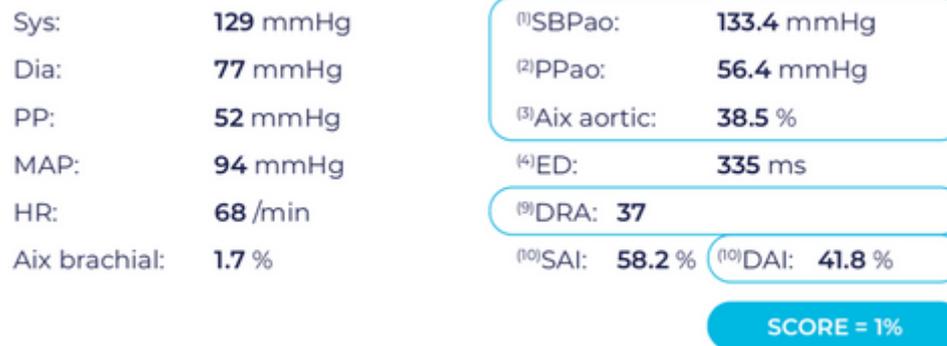


Abbildung 5: Arteriograph-Befund – Suprasystolische und Diastolische Ergebnisse

Die Pulswellengeschwindigkeit der Aorta ist mit 12 m/s erhöht (siehe Abbildung 6). Die PWVao des Patienten liegt jenseits der 95ten Perzentile; das spricht für eine frühe vaskuläre Gefäßalterung (EVA = Early Vascular Aging).

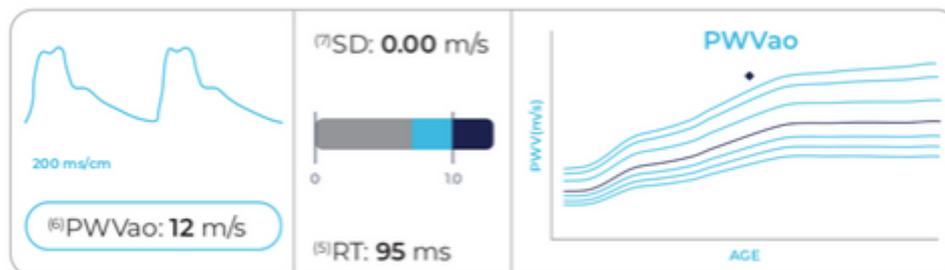


Abbildung 6: Arteriograph-Befund – Bestimmung des Gefäßalters



Hoher Stellenwert von Arteriograph

Klinisches Beispiel: Atherosklerose

In Anbetracht der Tatsache, dass die hohe Pulswellengeschwindigkeit ein Zeichen für vaskuläre Alterung ist und unsere wissenschaftlichen Erkenntnisse zeigen, dass bei einer Sensitivität von 76% eine aortale Pulswellengeschwindigkeit über 9 m/s zu asymptomatischen Karotis-Atherosklerose (Plaques) führen, wurde eine Karotis-Ultraschalluntersuchung durchgeführt (siehe Abbildung 7).

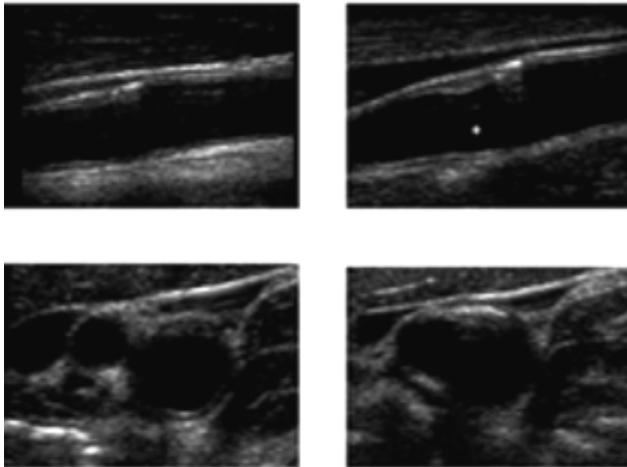


Abbildung 7: Karotis-Ultraschalluntersuchung des Patienten



Abbildung 8: Computertomographie vom Herz des Patienten

Der Karotis-Ultraschall zeigte atherosklerotische Plaques. Da die Atherosklerose eine systemische Erkrankung der mittleren und großen Arterien ist, können wir davon ausgehen, dass auch die Koronararterien von Arteriosklerose betroffen sein können. Daher wurde dem Patienten vorgeschlagen, eine Computertomographie der Koronararterien durchzuführen. Die Herz-CT zeigte mehrere Plaques der Herzkranzarterien (siehe Markierungen in Abbildung 8).

Klinisches Beispiel: Juvenile ISH

Im Gegensatz zur isolierten systolischen Hypertonie (ISH) im Alter ist die systolische Blutdruckerhöhung bei den Jungen bedingt durch eine starke sog. Amplifikation (gutartige Erhöhung) der Druckwelle von der Brustaorta zum Messpunkt in der Armarterie. Mittels Pulswellenanalyse mit Arteriograph 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 (Auswurfleistung des Herzens) bei niedrigem oder normalem Blutdruck in der Brustaorta. Die Prognose ist dementsprechend gut und eine Blutdruck senkende Therapie ist den Leitlinien entsprechend nicht erforderlich.

20-jähriger Mann: 188cm, BMI 22kg/m²

Brachialer Blutdruck: 146/61 mmHg
Zentraler aortaler Blutdruck: 118 mmHg
Pulswellengeschwindigkeit: 6.5 m/s





Wichtigste Studien mit Arteriograph



Allgemeinmedizin

Das Screening auf kardiovaskuläre (CV) Erkrankungen und die Beurteilung des globalen CV-Risikos der Patienten sind fundamentale Aufgaben in der Primärversorgung. Die am häufigsten verwendeten Bewertungssysteme (SCORE, FRS, PROCAM, QRISK) prognostizieren jedoch eher das Bevölkerungsrisiko als das individuelle Risiko. Durch die Verwendung dieser verfügbaren Bewertungssysteme können Patienten mit hohem Risiko in die Kategorie möglicherweise falsch eingestuft werden.⁽¹⁾

Der Arteriograph trägt zur Verbesserung der CV-Risikostratifizierung bei, da die Messung nicht nur den brachialen Blutdruck, sondern auch die Parameter der Pulswellenanalyse liefert, die als unabhängige Marker für kardiovaskuläre Ereignisse bekannt sind. Im Rahmen von longitudinalen Überlebensstudien prognostizierten die von Arteriograph gemessenen arteriellen Steifigkeitsparameter zukünftige kardiovaskulären Ereignisse unabhängig von den traditionellen Risikofaktoren.^(2,3)

1. „Application of existing CVD risk scores may result in considerable misclassification of high risk status.“

Quelle: Tjeerd-Pieter van Staa et al.: Prediction of Cardiovascular Risk Using Framingham, ASSIGN and QRISK2: How Well Do They Predict Individual Rather than Population Risk? PLoS ONE 2014, Vol. 9, No. 10, e106455.

2. „We found measurement of arterial stiffness to be a convenient, inexpensive and reliable method for predicting mortality in patients with advanced heart failure (HF). In addition, it could also be used in outpatients with HF to optimize treatment and thus avoid hospitalization. Arterial stiffness was assessed noninvasively with the Arteriograph (TensioMed, Budapest, Hungary).“

Quelle: Demir, S. et al.: The prognostic value of arterial stiffness in systolic heart failure. Cardiology Journal 2013, Vol. 20, No. 6, pp. 665–71.

3. „Oscillometric aortic PWV (Arteriograph, TensioMed Ltd, Budapest, Hungary) was assessed...Aortic pulse wave velocity assessed by a simple oscillometric method using an arm cuff only, independently predicted all cause mortality and major CV events in a large cohort of subjects attending health screening.“

Quelle: Kahan, T. et al.: Aortic stiffness measured by a novel oscillometric method independently predicts cardiovascular morbidity and mortality: a study of 4146 subjects. Journal of Hypertension 2013, Vol. 31, e102.



Kardiologie

Mehrere Studien wurden in der Kardiologie und in anderen Fachbereichen unter Verwendung von Arteriograph unter verschiedenen klinischen Bedingungen durchgeführt. Hier sind die relevantesten Erkenntnisse.⁽⁴⁾

Zusätzlich zu den oben genannten Fakten liefert der Arteriograph wertvolle Informationen auch in der kardiologischen Praxis. Beispielsweise sind die gemessenen arteriellen Steifigkeitsparameter des Arteriographen signifikante Prädiktoren für die erneuten schwerwiegenden kardialen Ereignisse (MACE) bei Patienten, die bereits einen Herzinfarkt (MI) hatten.^(5,6,7,8)

In früheren Studien mit dem Arteriograph wurde auch nachgewiesen, dass Pulswellengeschwindigkeit, Augmentationsindex und zentraler systolischer Blutdruck in engem Zusammenhang mit der koronaren Herzkrankheit stehen.

Es ist bekannt, dass es einen signifikanten Unterschied zwischen den blutdrucksenkenden Medikamenten hinsichtlich ihrer Senkung des zentralen systolischen Blutdrucks und den Werten der arteriellen Steifigkeit gibt. Mit dem Arteriograph kann die Wirksamkeit der Therapie überwacht werden und eine ideale, individuelle Behandlungsstrategie zur Blutdrucksenkung gefunden werden.⁽⁹⁾

4. „Arterial stiffness was assessed noninvasively by using TensioMed Arteriograph...The independent prognostic indicator aortic PWV may be an easy and reliable method for determining the risk of future events in patients hospitalized with acute MI.“

Quelle: Akkus, O. et al.: Evaluation of Arterial Stiffness for Predicting Future Cardiovascular Events in Patients with ST Segment Elevation and Non-ST Segment Elevation Myocardial Infarction. The ScientificWorld Journal 2013, Article ID 792693.

5. „In the present study, we found a strong correlation between the stiffness parameters measured with the Arteriograph and those obtained using the echo-tracking method...Our findings encourage the implementation of regional and local arterial stiffness and function measurements in daily clinical routine in patients suspected of having CAD.“

Quelle: Gaszner, B. et al.: Comparison of Aortic and Carotid Arterial Stiffness Parameters in Patients With Verified Coronary Artery Disease. Clin. Cardiol. 2012, Vol. 35, No. 1, pp. 26–31.



Wichtigste Studien mit Arteriograph



Kardiologie

6. „Our results confirm the importance of measuring arterial elasticity in patients with CAD predisposition. Also, we have found that an elevated PWV is associated with ISR (In-Stent Restenosis) suggesting its measuring before the procedure which contributes for a better selection of the stent implant. This study confirms the value of Arteriograph in cardiovascular risk assessment as a broadly applicable method for screening the general population.”

Quelle: Prskalo et al.: Arterial stiffness in patients with coronary artery disease: relation with in-stent restenosis following percutaneous coronary intervention. *BMC Cardiovascular Disorders* 2016, Vol. 16, p. 128.

7. „The Pulse Wave Velocity and Augmentation Index were measured using the TensioMed Arteriograph (TensioMed Ltd., Hungary)...As a result of our research we conclude that this type of analysis can provide a simple inexpensive and noninvasive means for studying changes in the elastic properties of the vascular system in patients with the coronary heart disease.”

Quelle: Hlimonenko, I. et al.: Assessment of Pulse Wave Velocity and Augmentation Index in different arteries in patients with severe coronary heart disease. *Conf Proc IEEE Eng Med Biol Soc.* 2007, pp. 1703-6.

8. „Assessment of arterial wave reflections was performed non-invasively with the commercially available Arteriograph apparatus (TensioMed Budapest Hungary, Ltd) by analysis of the oscillometric pressure curves registered on the upper arm with a single pressure cuff...Indeed, in our study, we found that DAI (Diastolic Area Index) and DRA (Diastolic Reflection Area), two markers that reflect the contribution of reflected waves to perfusion of the coronary circulation, were closely associated with CFR (Coronary Flow Reserve), even after adjustment for other factors influencing CFR.”

Quelle: Tritakis, V. et al.: Association of arterial stiffness with coronary flow reserve in revascularized coronary artery disease patients. *World J Cardiol* 2016, Vol. 8, No. 2, pp. 231-9.

9. „Oscillometric aortic PWV (Arteriograph, TensioMed Ltd, Budapest, Hungary) was assessed...Aortic pulse wave velocity assessed by a simple oscillometric method using an arm cuff only, independently predicted all cause mortality and major CV events in a large cohort of subjects attending health screening.”

Quelle: Kahan, T. et al.: Aortic stiffness measured by a novel oscillometric method independently predicts cardiovascular morbidity and mortality: a study of 4146 subjects. *Journal of Hypertension* 2013, Vol. 31, e102.



Nephrologie

Bei einer Nierenerkrankung im Endstadium sterben die meisten Patienten nicht an der Nierenerkrankung selbst, sondern an kardiovaskulären Ereignissen. Daher ist die kardiovaskuläre Risikobewertung in der Nephrologie von großer Bedeutung. Eine Reihe von Studien belegt den prognostischen Wert der Aorten-PWV für die CV-Morbidität und Mortalität bei der ESRD. Der Arteriograph hat sich auch in der Nephrologie bewährt.^(10,11,12)

10. „Subjects underwent monitoring with the TensioMed Arteriograph24 ambulatory arterial stiffness pulse wave velocity (PWV) monitor (TensioMed Ltd, Hungary) for 24 hours...Day and night PWV did not differ between chronic kidney diseased and control groups. Whereas PWV fell at night in control subjects, it did not in those with CKD.”

Quelle: Dhaun, N. et al.: Diurnal Variation in Blood Pressure and Arterial Stiffness in Chronic Kidney Disease. *Hypertension* 2014, Vol. 64, No. 2, pp. 296-304.

11. „The Arteriograph device (TensioMed Ltd, Budapest, Hungary), which has recently been validated against the Complior and SphygmoCor devices, was used to determine indices of arterial stiffness, that is, PWV, AIX, and central SBP before revascularization and at the end of the follow-up period...In conclusion, this study is the first to show that arterial stiffness is higher in patients with refractory aRVH (atherosclerotic RenoVascular Hypertension) than in those with essential hypertension.”

Quelle: Fodor, L. et al.: Arterial stiffness in atherosclerotic renovascular hypertension. *Journal of Hypertension* 2014, Vol. 32, No. 11, pp. 2238–45.

12. „A non-invasive oscillometric method Tensiomed Arteriographdwas applied to assess arterial stiffness parameters...Our findings suggest that arterial stiffness monitoring is a reliable method to assess global cardiovascular risk among kidney-transplanted patients. The oscillometric method is convenient, fast, painless technique to monitor arterial function, which, in the case of pathological findings, proposes more frequent cardiovascular control.”

Quelle: Kovács, D. et al.: Three-Year Longitudinal Clinical Trial of Arterial Function Assessed by a Oscillometric Non-Invasive Method in Comparison With Carotid Sclerosis and Transferrin Kidney-Transplanted Patients. *Transplantation Proceedings* 2014, Vol. 46, No. 6, pp.2168-70



Wichtigste Studien mit Arteriograph



Diabetologie

Der Typ-2-Diabetes mellitus ist auch eine vaskuläre Erkrankung.⁽¹³⁾ Somit liefert die Messung der arteriellen Funktion bei Diabetes wichtige zusätzliche Informationen. Der hohe prognostische Wert des Arteriographen wurde auch bei Diabetes nachgewiesen.^(14,15)

13. „Vascular diseases, particularly atherosclerosis, are major causes of disability and death in patients with diabetes mellitus. Diabetes mellitus substantially increases the risk of developing coronary, cerebrovascular, and peripheral arterial disease.”

Quelle: Creager, MA. et al.: *Diabetes and Vascular Disease Pathophysiology, Clinical Consequences, and Medical Therapy: Part I. Circulation* 2003, Vol. 108, pp. 1527-1532.

14. „In our study we applied a simple, feasible oscillometric method. We have revealed a significant impairment of arterial stiffness, measured as increased PWVao in patients with CAD and T2DM, which reflects premature arterial damage. The cut-off value for PWVao measured by Arteriograph is in good correlation with the recently published recommendation of cfPWV recording...Our findings encourage the implementation of arterial stiffness and function measurements in daily clinical routine in high cardiovascular risk patients with CAD and T2DM.”

Quelle: Lenkey, Zs. et al.: *Comparison of Arterial Stiffness Parameters in Patients With Coronary Artery Disease and Diabetes Mellitus Using Arteriograph. Physiol Res* 2014, Vol. 63, No. 4, pp. 429-37.

15. „The Arteriograph24 is applicable for research purpose. PWV in type 2 diabetes is modestly reduced during the night.”

Quelle: Krogager, C. et al.: *24-h ambulatory pulse wave velocity and central blood pressure in type 2 diabetes. Artery Research* 2014, Vol. 8, No. 3, pp. 73-9.



Es gibt wissenschaftliche Belege dafür, dass ein erhöhter zentraler systolischer Blutdruck und eine mit Arteriograph gemessene erhöhte Arteriensteifigkeit dazu beitragen, diejenigen Patienten zu identifizieren, bei denen eine Präeklampsie in einem späteren Stadium der Schwangerschaft auftritt.^(16,17,18,19)

16. „The Arteriograph (TensioMed Ltd, Budapest, Hungary) was used to measure the AIX, PWV and SBPao. Compared with women who remain normotensive, women who develop pre-eclampsia have higher SBPao and arterial stiffness, which is apparent from the first trimester of pregnancy.”

Quelle: Khalil, A. et al.: Maternal hemodynamics at 11–13 weeks' gestation and risk of pre-eclampsia. *Ultrasound Obstet Gynecol* 2012, Vol. 40, No. 1, pp. 28–34.

17. „The patients' AIX and PWV were measured with the TensioClinic TL1 Arteriograph and TENSIOCLINIC software (TensioMed Ltd.)...After pregnancy, early-onset and late-onset pre-eclamptic patients exhibit differences in vascular function. This result indicates the presence of a higher cardiovascular risk in patients after early-onset pre-eclampsia.”

Quelle: Franz, M.B. et al.: Augmentation index and pulse wave velocity in normotensive and pre-eclamptic pregnancies. *Acta Obstet Gynecol Scand* 2013, Vol. 92, No. 8, pp. 960–6.

18. „Pulse wave velocity (PWV) and augmentation index (AIX) were recorded using the Arteriograph...Multiple consecutive noninvasive measurements of vascular stiffness, CO, SV and TPR were highly correlated confirming repeatability of measurements in the third trimester of uncomplicated pregnancy, so these haemodynamic measurements do not need to be undertaken at a specific time period of the day.

Quelle: Osman, W. et al.: Diurnal variation and repeatability of arterial stiffness and cardiac output measurements in the third trimester of uncomplicated pregnancy. *Journal of Hypertension* 2017, Vol. 35, No. 12, 2436–42.

19. „Pulse wave velocity (PWV) and central BP were measured at 14–18 and 18–24 weeks gestation using a Tensioclinic Arteriograph...PWV is a marker of vascular compliance and is a likely indicator of the degree of maternal vascular adaptation to pregnancy. Higher PWV in this cohort was associated with a significantly increased risk of preterm delivery indicated by maternal and/or fetal disease.”

Quelle: Cockerill, R. et al.: Prediction of iatrogenic preterm delivery in women with chronic vascular disease and/or previous early onset preeclampsia. *Pregnancy Hypertension: An International Journal of Women's Cardiovascular Health* 2015, Vol. 5, No. 1, pp. 53–156.



Wichtigste Studien mit Arteriograph



Gynäkologie

Die verminderte Östrogenproduktion der Eierstöcke in der Perimenopause steht in direktem Zusammenhang mit einer verringerten NO-Synthese (Stickstoffmonoxid) und der Entwicklung einer endothelialen Dysfunktion. Die erhöhten Parameter für die arterielle Steifigkeit können im Rahmen des erwähnten vaskulären Remodeling mit dem Arteriographen nachgewiesen werden, sodass Frauen, die ein erhöhtes Maß an medizinischer Versorgung benötigen, frühzeitig identifiziert werden können.⁽²⁰⁾

20. „Aortic PWV as a measure of arterial stiffness was assessed using an oscillometric device, Arteriograph (TensioMed, Budapest, Hungary)...This study among postmenopausal women provides evidence that increased arterial stiffness as measured by aortic PWV and not carotid IMT may be a marker or a risk factor for LVDD, independent of other classical risk factors.”

Quelle: Albu, A. et al.: Arterial stiffness, carotid atherosclerosis and left ventricular diastolic dysfunction in postmenopausal women. *European Journal of Internal Medicine* 2013, Vol. 24, No. 3, pp. 250–4.



Pädiatrie

Verschiedene Erkrankungen in der pädiatrischen Population (juvenile Hypertonie, Typ-1-Diabetes, bekannte Hypercholesterinämie, intrauterine Wachstumsverzögerung, Nierenerkrankungen, Vaskulitis) können die vaskuläre Funktion beeinträchtigen und folglich auf eine frühe Atherosklerose hindeuten. Die Perzentilkurven der arteriellen Steifigkeitsparameter wurden mit Arteriographen ermittelt und liefern wichtige Informationen über den entwickelten Gefäßschaden und.^(21,22)

21. „A noninvasive, occlusive, oscillometric device (Arteriograph; TensioMed Ltd, Budapest, Hungary) was used for the PWVao measurements...Our study provides the largest database to date concerning arterial stiffness in healthy children and adolescents between the ages of 3 and 18 years, and the technology adopted proved easy to use in large paediatric populations, even at a very young age.”

Quelle: Hidvégi, E.V. et al.: Reference values of aortic pulse wave velocity in a large healthy population aged between 3 and 18 years. *Journal of Hypertension* 2012, Vol. 30, No. 12, pp. 2314–21.

22. „A noninvasive, occlusive, oscillometric device (Arteriograph, TensioMed Ltd, Budapest, Hungary) was used for measurement of arterial function...This paper provides the first description of the reference values of Aixao as applied to genders, based on a large cohort of healthy children and adolescents aged between 3 and 18 years.”

Quelle: Hidvégi, E.V. et al.: Influence of body height on aortic systolic pressure augmentation and wave reflection in childhood. *J Hum Hypertens* 2015, Vol 29, No.8, pp. 495-501.



Der plötzliche Herztod (SCD) bei Sportlern ist eine Tragödie, die von Zeit zu Zeit passieren kann. Bei Athleten, die älter als 35 Jahre sind, sind die meisten SCD-Ereignisse auf eine arteriosklerotische Koronararterienerkrankung zurückzuführen.⁽²³⁾

Die starke Beziehung zwischen CAD und erhöhter arterieller Steifheit wurde nachgewiesen. Daher könnte die Entdeckung erhöhter arterieller Steifigkeitsparameter mit dem Arteriograph bei Athleten über 35 Jahren dazu beitragen, diejenigen Personen zu identifizieren, die ein Risiko für eine SCD haben.⁽²⁴⁾ Darüber hinaus gibt es Daten, dass der atherosklerotische Prozess bereits in jungen Jahren beginnen kann.

Wir haben daher einen guten Grund, den Umfang der Arteriograph-Messungen auch auf jüngere Sportler zu erweitern. Der hohe prognostische Wert des Arteriographen hat sich auch in der Sportmedizin bewährt.^(25,26)

23. „In athletes older than 35, most SCD events are due to acquired atherosclerotic coronary artery disease (CAD). Many of these diagnoses may not be clinically apparent and may first present with sudden death.”

Quelle: Wasfy, M.M. et al.: Sudden Cardiac Death in athletes. *Methodist Debaque Cardiovasc J.* 2016, Vol. 12, No. 2, pp. 76–8.

24. „Atherosclerosis begins in youth. Fatty streaks and clinically significant raised lesions increase rapidly in prevalence and extent during the 15- to 34-year age span.”

Quelle: Strong, J.P. et al.: Prevalence and extent of atherosclerosis in adolescents and young adults. *JAMA* 1999, Vol. 281, pp. 727-35.

25. „Aortic, brachial hemodynamics and arterial stiffness were measured (Arteriograph, TensioMed®, Hungary) before and after a standardized exercise test...Professional rowers showed higher chronic aortic pulse pressure and arterial stiffness. Given the risk associated with elevated aortic pulse pressure and Aix for development of cardiovascular diseases, longterm observations of professional rowers are needed with respect to arterial stiffness and prognosis.

Quelle: Franzen, K. et al.: Acute and chronic effects on central hemodynamics and arterial stiffness in professional rowers. *Physiol Meas* 2016, Vol. 37, No. 4, pp. 544-53.

26. „Aortic pulse wave velocity (PWVao), as a measure of arterial stiffness and augmentation index (AIX%), as a measure of peripheral arterial tone, were assessed by a non-invasive oscillometric tonometry device (Arteriograph; TensioMed Ltd., Budapest, Hungary) from the right arm...Poor cardiorespiratory fitness and higher waist circumference were associated with increased arterial stiffness in children and adolescents with chronic diseases and physical disabilities.”

Quelle: Haapala, E.A. et al.: The associations of cardiorespiratory fitness, adiposity and sports participation with arterial stiffness in youth with chronic diseases or physical disabilities. *Eur J Prev Cardiol* 2017, Vol. 24, No. 10, pp.1102-11.



Arteriograph Patientenflyer

Photo by Reuters/Lark via Getty Images



Sind Sie gefährdet?

Herz-Kreislauf-Erkrankungen ...
die unterschätzte Gefahr!

- Bluthochdruck?
- Gefäßverkalkung?
- Herzinfarkt?
- Schlaganfall?

Gefäß-Check: Wie hoch ist Ihr Risiko?
Eine Vorsorgeuntersuchung für ein langes und gesundes Leben.

Gewissheit in nur 3 Minuten!
Schmerzfrei und risikolos!
Detaillierte persönliche Auswertung



Kosten:
Für diese Vorsorgeuntersuchung (IGeL – Individuelle Gesundheitsleistungen) leisten die Krankenkassen keine Erstattung. Für Preis-anfragen wenden Sie sich bitte an unser Praxisteam.



 **Gefäß-Check hier in der Praxis**

Abbildung 10: Arteriograph Flyer Vorderseite

Was ist Arteriosklerose?

Arteriosklerose ist der lateinische Begriff für Gefäßverkalkung. Sie ist die Ursache der meisten Herzinfarkte und Schlaganfälle. Gefäßverkalkung entsteht unbemerkt. Sie kann bereits in jungen Jahren entstehen, lässt sich aber frühzeitig entdecken und behandeln.

Wann ist ein Gefäß-Check zu empfehlen?

Zur Prävention, Früherkennung und laufender Kontrolle - besonders bei:

- Diabetikern
- Übergewicht
- Erhöhten Blutfettwerten
- Bluthochdruck
- anlagebedingter und altersbedingter Gefäßwandschwäche
- Raucher
- Dauerstress
- Einsetzender Menopause
- koronarer Herzerkrankung
- Herzinsuffizienz
- Sportler

Warum Arteriograph?

Der Arteriograph misst individuelle Gefäßeigenschaften nicht-invasiv um sie bei Bedarf gezielt zu behandeln.

Eine Vorsorgeuntersuchung für ein langes und gesundes Leben!



Für einen Termin sprechen Sie bitte unser Praxisteam an

Gemeinschaftspraxis Baar-Ebenhausen
JEDAMZIK • TAPLI • SIBAEV

Haus- und Familienärzte

Brückenstraße 13a
85107 Baar-Ebenhausen
Tel. 08453 / 436 96 36
Fax 08453 / 436 96 37
www.hausaerzte-be.de
praxis@hausaezrte.be.de

Sprechzeiten
Montag, Dienstag, Donnerstag, Freitag
08:00 - 12:00 und 15:00 - 17:30 Uhr
Mittwoch
08:00 - 12:00 Uhr
und nach Vereinbarung

 **Gefäß-Check hier in der Praxis**

Abbildung 11: Arteriograph Flyer Rückseite

Arteriograph Befund



Abbildung 12: Arteriograph Befund Seite 1/4

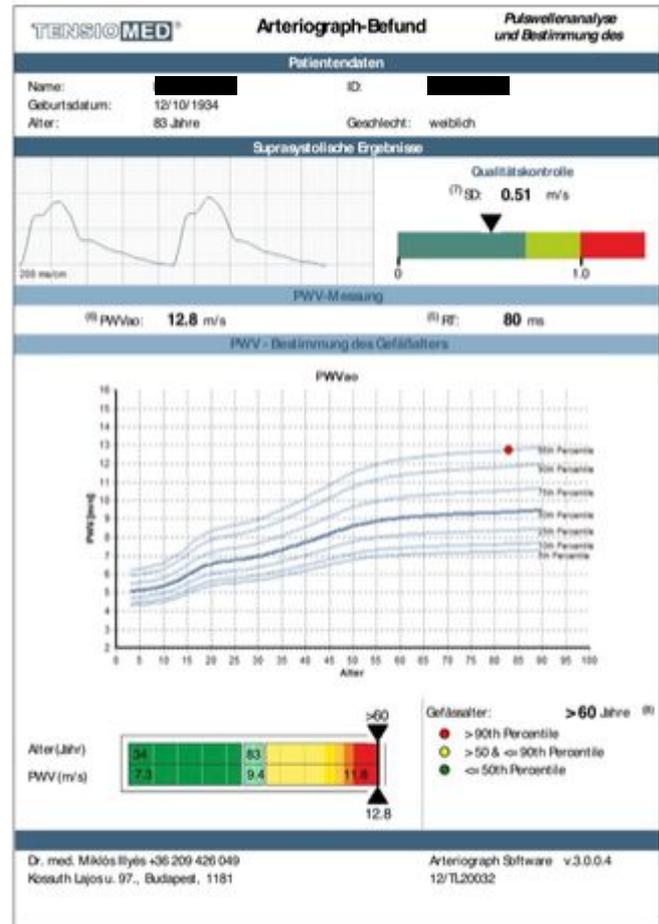


Abbildung 13: Arteriograph Befund Seite 2/4



TENSIOMED

THE ARTERIOGRAPH COMPANY

Careberri Pulswellenanalyse

Marie-Curie-Straße 6

85055 Ingolstadt

Telefon: +49 151 5783 4883

Telefax: +49 841 885 27120

Email: info@careberri.com

Ansprechpartner:

Olen Johannsen

www.careberri.com



www.arteriograph.de