



## **Pulswellenanalyse (Arteriograph / Mobilograph)**

Bei dem Arteriographen handelt es sich um klinisch und wissenschaftlich patentiertes Messsystem, welches zur Beurteilung verschiedener Messparameter des arteriellen Gefäßsystems eingesetzt werden kann.

Das primäre Einsatzgebiet des Arteriographen liegt in der Darstellung der arteriellen Gefäßsteifigkeit (Englisch: (arterial stiffness). Die arterielle Gefäßsteifigkeit selbst beschreibt sowohl die strukturellen als auch die funktionellen Eigenschaften des arteriellen Gefäßsystems.

Zur präzisen Evaluierung des arteriellen Gefäßsystems sind verschiedene Parameter notwendig, die jeweils mit dem Arteriographen hochsensitiv beurteilt werden können (Sensitivität – Wahrscheinlichkeit, ein krankhaftes Geschehen korrekt zu identifizieren).

### **Indikationen (Anwendungsgebiete)**

- **Bestimmung der Pulswellengeschwindigkeit** – die Pulswellengeschwindigkeit, die in Meter pro Sekunde angegeben wird, beschreibt die Geschwindigkeit, mit der die erzeugte Druckwelle das arterielle Gefäßsystem durchläuft. Im Vergleich zur Strömungsgeschwindigkeit ist die Geschwindigkeit der Pulswellen höher. Entscheidender Parameter für die Pulswellengeschwindigkeit ist die Elastizität des Gefäßes. Je starrer die Gefäßwand, desto schneller ist die Pulswelle. Somit stellt die Pulswellengeschwindigkeit einen entscheidenden Faktor in der Beurteilung der arteriellen Gefäßsteifigkeit dar, da eine vorliegende Arteriosklerose die Gefäßsteifigkeit signifikant ansteigen lässt. Die Pulswellengeschwindigkeit ist von entscheidender Bedeutung, da sie bei einer deutlichen Erhöhung der Geschwindigkeit mit einer vermehrten Mortalität (Sterblichkeit) der Patienten assoziiert ist.
- **Bestimmung des Augmentationsindex** – der Augmentationsindex Alx stellt einen Parameter der Gefäßsteifigkeit dar, der sich aus der Differenz von zwei verschiedenen Parametern zusammensetzt, dem systolischen Blutdruck und dem diastolischen Blutdruck. Laut aktueller Studien kann die Bestimmung des Augmentationsindex zur verbesserten Beurteilung einer vorliegenden arteriellen Schädigung eingesetzt werden.
- **Bestimmung des zentral-aortalen Blutdrucks** – unter Verwendung des Arteriographen besteht auch die Möglichkeit, simultan den zentral-aortalen Blutdruck zu bestimmen, der ebenfalls einen Einfluss auf die Gefäßsteifigkeit hat. Ein erhöhter aortaler Blutdruck geht einem erhöhten Blutdruck in der Brachialisarterie (Oberarmarterie) voraus.
- **Bestimmung des Knöchel-Arm-Index** – der Knöchel-Arm-Index (Ankle-Brachial blood pressure Index, ABI) stellt den Quotienten aus den am Unterschenkel und am Oberarm gemessenen systolischen Blutdrücken dar. Die Ermittlung dieses Parameters erlaubt die Beurteilung einer vorliegenden peripheren arteriellen Verschlusskrankheit (pAVK; krankhafte Verengung der Arterien von Armen und/oder Beinen). Mit Hilfe dieses Parameters ist es daher möglich, zusätzlich zur Gefäßsteifigkeit auch Aussagen zum Lumen (Öffnung) der Arterien machen zu können. Ein Quotient zwischen 0,9 und 1,2 gilt als physiologisch (gesund). Unterschreitet der Knöchel-Arm-Index jedoch diesen Wert, so ist von einer arteriellen Durchblutungsstörung auszugehen.

Der Knöchel-Arm-Index korreliert relativ präzise mit der Stadieneinteilung der pAVK nach Fontaine.



Sollte der Knöchel-Arm-Index einen Wert von unter 0,4 unterschreiten, so besteht eine akute Nekrosegefahr (vermehrter Untergang von Zellen) auf Grund der Sauerstoffunterversorgung.

Auch Werte über 1,3 sind pathologisch, da sie auf eine Sklerose (Verkalkung) der Media (Arterien-schicht) hinweisen, die beispielsweise im Rahmen eines Diabetes mellitus auftreten kann.

## **Das Verfahren**

Der Arteriograph stellt ein nicht-invasives Verfahren dar, dessen Sensitivität in Bezug auf die Bestimmung der Pulswellengeschwindigkeit, des zentral-aortalen Blutdrucks und des Augmentationsindex sowohl die vorhandenen nicht-invasiven als auch invasiven Verfahren übertrifft.

Mit Hilfe des Arteriographen ist es möglich, einen Nachweis von ungünstigen Gefäßveränderungen bereits im Frühstadium nachzuweisen. Auf Grund der Erkennung im Frühstadium sind Gefäßveränderungen, die zu einer Versteifung der Arterien führen, teilweise reversibel (rückgängig zu machen).

## **Die Technik des Verfahrens stellt sich wie folgt dar:**

Zur Berechnung der Pulswellengeschwindigkeit ist eine Differenzierung zwischen der initialen und der reflektierten Pulswelle notwendig, so dass die Bestimmung der Pulswellengeschwindigkeit in der Aorta präzise angegeben werden kann.

Basierend auf der Berechnung lassen sich nun Aussagen über eine vorliegende Arteriosklerose und über die Endothelfunktion (Innenauskleidung der Gefäße) machen. Hieraus lässt sich nun das biologische Gefäßalter anhand einer Normkurve ablesen.

Als Grenzwert für das Vorliegen eines Endorganschadens gelten 10 Meter pro Sekunde, da sich bei einem Vorliegen einer höheren Pulswellengeschwindigkeit die Wahrscheinlichkeit für das Auftreten letaler (tödlicher) kardiovaskulärer Ereignisse erhöht.

## **Darstellung der Pulswellenanalyse mit Hilfe des Mobilographs**

Der Augmentationsindex (Aix) wird in der Literatur immer wieder in Abhängigkeit von Geschlecht, Alter und Herzrate zitiert. Aus diesem Grund verwendet man gerne eine diesen Gegebenheiten entsprechende normierte Darstellung. Zuerst wird dabei der Augmentationsindex mit Hilfe einer empirisch ermittelten Regression(1) auf 75 Herzschläge normalisiert. Diesen Parameter bezeichnet man dann als Aix@75. Untersucht man nun einen repräsentativen Bevölkerungsquerschnitt, wie beispielsweise in (2) beschrieben, so erhält man einen altersabhängigen Schätzwert für Aix@75 plus ein zugehöriges Konfidenzintervall. Diese einschlägigen Untersuchungen haben auch gezeigt, dass es einen signifikanten Unterschied im Mittelwert des Aix@75 zwischen Mann und Frau gibt.

Basierend auf eigenen Untersuchungen mit einem selbst erhobenen Bevölkerungsquerschnitt von rund 2.000 Personen, wurden die in der folgenden Abbildung dargestellten Mittelwerte und 90% Konfidenzintervalle ermittelt. Wie in den bereits angesprochenen Untersuchungen, ist auch bei den selbst erhobenen Messungen ein Ansteigen des Aix bis zum 55. Lebensjahr zu erkennen. Danach kommt es bei beiden Geschlechtern zu einer Plateaubildung. Der Unterschied im Niveau des Aix zwischen den Geschlechtern liegt bei 8 bis 10%. Liegen nun Messwerte über dem geschlechts- und altersspezifischen Intervall sind weiterführende Untersuchungen entsprechend den europäischen

**Hausärztliche Praxis**  
Dirk Oetelshoven  
FA für Innere Medizin



Behandlungsrichtlinien für Hypertonie(3) anzuraten, um die zu Grunde liegende Störung aufzuspüren.