



Das Grundprinzip

Die dynamische Gefäßanalyse ist eine weltweit einzigartige Methode zur nichtinvasiven Untersuchung der Funktion und Autoregulation von Netzhautgefäßen, bei der Gefäßdurchmesser erfasst und analysiert werden. Dies erfolgt anhand von digitalen Bildern des Augenhintergrundes, entlang der Gefäße sowie in Abhängigkeit von der Zeit.

Während der Aufnahme der Bildfolge werden die Autoregulationsmechanismen stimuliert oder provoziert und ihre Gefäßantwort – in Form von Änderungen in den Gefäßdurchmessern – wird aufgezeichnet und analysiert. Die Analyse erfolgt in zeitlicher und örtlicher Abhängigkeit entlang von Gefäßabschnitten. Die verschiedenen Autoregulations- bzw. lokalen Regelungsmechanismen können dabei selektiv durch gezielte Reize untersucht werden. Einige Beispiele hierfür sind:

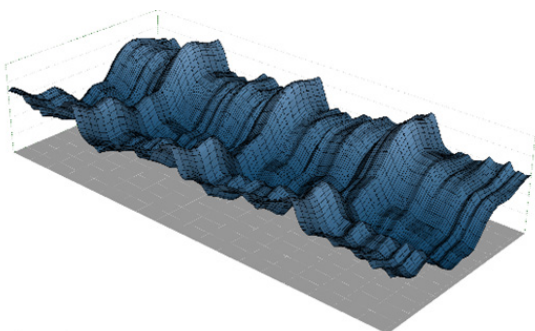
- Die Stimulation mit Flickerlicht zur Untersuchung der neurovaskulären Kopplung und vaskulären Endothelfunktion,
- Die Stimulation durch Blutdruckerhöhung zur Untersuchung der myogenen Autoregulation (Bayliss-Effekt),
- Die Stimulation durch Inhalation unterschiedlich zusammengesetzter Atemgase, beispielsweise 100-prozentiger Sauerstoff, zur Untersuchung der Kontraktionsfähigkeit der Gefäßsegmente.

Die Imedos-Systeme nutzen Flickerlicht als funktionsdiagnostische Standardstimulation, um die retinale endothelabhängige mikrovaskuläre Dysfunktion (MVD) zu untersuchen. Die Gefäßantwort ist NO-vermittelt (endotheliale NO-Synthase) und spielt eine Schlüsselrolle unter den Regelmechanismen der Autoregulation sowie bei vielen Mikrozirkulationsstörungen und vaskulären Erkrankungen verschiedener Organe.

Die Datenbasis der dynamischen Gefäßanalyse

Die Durchführung der dynamischen Gefäßanalyse ist nur mit dem Imedos Dynamic Analyzer (IDA) möglich, einem weltweit einmaligen Gerätesystem, welches eigens für diese Methode entwickelt wurde. Zunächst wird der gewünschte Netzhautbereich des Auges unter Mydriasis eingestellt, um anschließend alle notwendigen Gefäßabschnitte zu markieren und den Analysevorgang zu starten.

Die Bestimmung der Gefäßdurchmesser erfolgt segmentweise mit einer örtlichen Auflösung von 10 µm pro Segment, entlang des markierten Gefäßabschnittes (die messtechnische Auflösung beträgt <1 µm). Dies geschieht in Echtzeit in der laufenden Bildfolge erneut in jedem weiteren Bild an der gleichen Stelle. Bildverschiebungen werden dabei automatisch erfasst und korrigiert. Für jedes 10 µm dünne Gefäßsegment eines Gefäßabschnittes entsteht dadurch der zeitliche Verlauf der Gefäßdurchmesser in dem für die Untersuchung gewählten Zeitintervall. Die Zeitauflösung der Messungen beträgt 25 ms.



Beispiel einer 3D-Datenbasis mit der Aufzeichnung der Gefäßdurchmesser im Zeitverlauf

Die ermittelten Gefäßdurchmesser entlang des Gefäßes und in Abhängigkeit von der Zeit bilden anschließend die links dargestellte 3D-Datenbasis der dynamischen Gefäßanalyse.

Je nach medizinischer bzw. medizinisch-experimenteller Fragestellung kann die Datenbank unterschiedlich ausgewertet werden, z.B. Untersuchungen der Ortsabhängigkeit entlang der Gefäße (Eng- und Weitstellungen), Pulsationsanalysen, Zeitverlaufsanalysen oder Funktionsanalysen bei Verwendung von Stimulationen oder Provokationen der Mikrozirkulation.

Die Phasen und Parameter der Standardfunktionsdiagnostik mit Flickerlicht

- 1. Baseline-Phase:** Der Grundzustand der retinalen Gefäße wird über 50 s aufgenommen, um anschließend die Dilatation bzw. Konstriktion der Gefäße in Prozent zur Baseline zu berechnen.
- 2. Stimulations- bzw. Flickerlicht-Phase:** Für die Funktionsdiagnostik der MVD wird während der Gefäßdurchmesser-Aufzeichnung über 20 s Flickerlicht eingesetzt (Stimulationsphase). Das grüne Messlicht wird dabei im Wechsel der Bildfolge (12,5 Hz) unterbrochen, sodass alternierend ein dunkles Bild einem beleuchteten folgt. Die Aufzeichnung der Gefäßantwort erfolgt kontinuierlich und in Echtzeit.
- 3. Nachphase:** Der Stimulationsphase folgt eine durch das Protokoll vorgeschriebene Nachphase, in welcher die Werte der Gefäßdurchmesser gewöhnlich zum Baseline-Niveau zurückkehren.
- 4. Wiederholung:** Die Phasen 2 und 3 werden je zwei Mal wiederholt. Der Monitor stellt die Gefäßantwort als Zeitverlauf in Echtzeit basierend auf örtlich berechneter Mittelwerte dar, wobei eine Prüfung der Bilder auf Plausibilität und Fehler erfolgt.
- 5. Zusammenfassung aller Phasen:** Die drei Flickerperioden werden mittels Signal-Averaging zusammengefasst. Die Medianwerte werden anschließend berechnet und als Untersuchungsergebnis grafisch dargestellt.

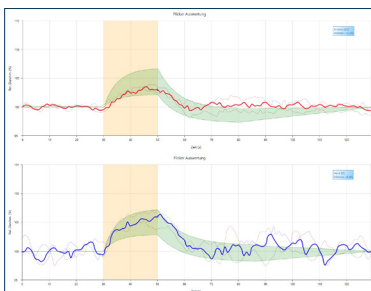
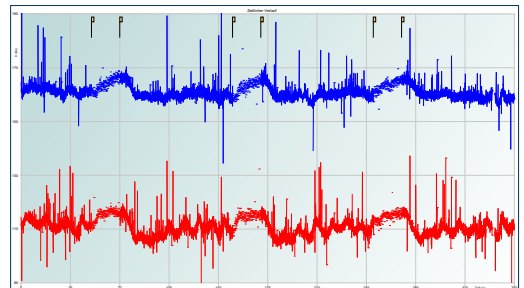


Abbildung links: Grafische Darstellung der berechneten Medianwerte aller drei Flickerphasen für die Arterie (oben) und Vene (unten)

Abbildung rechts: Grafische Darstellung der Gefäßantwort einer kompletten Untersuchung als Zeitverlauf



Das Untersuchungsprotokoll von Imedos orientiert auf einer strikten Standardisierung der Auswertung und beschränkt sich auf die folgenden drei Gefäßparameter:

- **Flicker light induced dilation of the artery (FID art):**
Arteriell Dilatationsmaximum der Gefäßantwort auf die Stimulation mit Flickerlicht in % zur Baseline.
- **Flicker light induced dilation of the vein (FID ven):**
Venöses Dilatationsmaximum der Gefäßantwort auf die Stimulation mit Flickerlicht in % zur Baseline.
- **Flicker light constriction of the artery (FIC art):**
Arteriell Konstriktionsmaximum der Nachphase der Gefäßantwort auf die Stimulation mit Flickerlicht in % zur Baseline.

Diese Gefäßparameter charakterisieren die MVD, die Funktion bzw. Dysfunktion der Autoregulation und zugleich die autoregulative Reserve.

Kontaktieren Sie uns für weitere Informationen!

Imedos Health GmbH

Tatzendpromenade 2A • 07745 Jena • Deutschland

☎ +49 3641-63960

✉ info@imedos.de • www.imedos.de

