

**Standardisierte Angiographie
bei
okulären Durchblutungsstörungen**

J. Nasemann, Th. Carl, I. Gross

Makula-Netzhaut-Zentrum-München

2012

Danksagung:

Die vorliegende kleine Publikation wurde im Rahmen des Münchner Angio Club (MAC) am 21. März 2012 als Vortrag gehalten.

Ich danke der Pharm Allergan GmbH, die freundlicherweise die Druckkosten übernommen hat.

München, im März 2012

J. Nasemann

Fluoreszenz-Angiographie

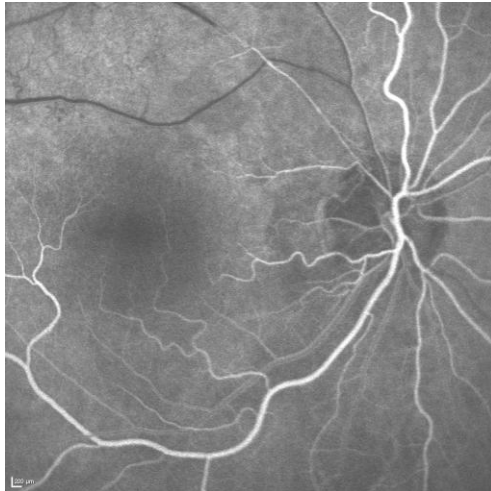
- Darstellung pathologischer Befunde über:
 - Leckage-Phänomene (pathologische Gefäße, Entzündungen),
 - Transmissions-Effekte (PE-Defekte, Blockade durch Blut, Ödem, Pigment),
 - Perfusionsverzögerung.

Perfusionsverzögerung

- Lokale Verlangsamung:
 - sichtbar an der Verzögerung des Füllungsvorgangs in einem Netzhautareal im Vergleich zum benachbarten Gebiet,
 - z.B.: Venenastthrombose, Arterienastverschluß.
- Generalisierte Verlangsamung
 - **keine** sichtbaren lokalen Differenzen, da insgesamt verzögerter Einstrom !!

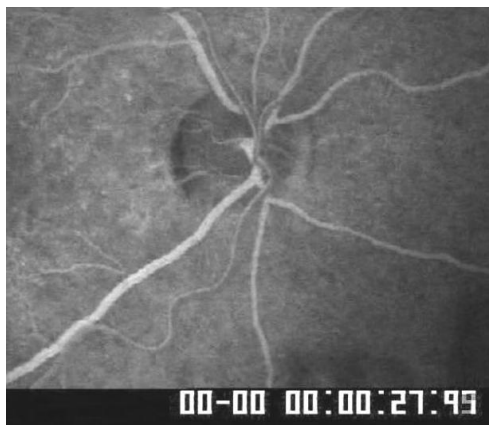
FLA bei Venenastthrombose

Es liegt eine eindeutig erkennbare Verzögerung der Perfusion des temporal oberen Netzhautquadranten vor.



FLA bei Carotisstenose

Da die Perfusion der gesamten Netzhaut verzögert erfolgt, sind keine lokalen Differenzen erkennbar.



Diagnostik des verzögerten Einstroms

- Messung der Zeit von der Injektion bis zum Auftauchen von Fluoreszein in der Zentralarterie auf der Papille
= Injektions-Retina-Zeit (IRT)
- Messung der Dauer des Durchströmens der Netzhaut
= Arteriovenöse Passagezeit (AVP)
- Addition der beiden Größen
= Gesamtperfusionszeit (GPZ)

Injektions-Retina-Zeit (IRT)

- ist die Summation der Perfusionszeiten von:
 - Vena brachialis,
 - Herz und Lunge,
 - A. carotis,
 - A. ophthalmica,
 - und A. zentralis retinae.
- erfaßt die Zirkulationsgeschwindigkeit der Makrozirkulation.

Injektions-Retina-Zeit (IRT)

- ist physiologisch abhängig von:
 - Injektionsort,
 - Injektionsgeschwindigkeit,
 - und Herzfrequenz.
- erfordert daher eine Standardisierung des Injektionsablaufs.
- ist pathologisch verlängert bei:
 - Carotisstenose, Ophthalmikastenose,
 - Bradykardie, Herzinsuffizienz,
 - erhöhtem Widerstand in den Netzhautgefäßen.

Standardisierung der Injektion

- großvolumige Braunüle in der Ellenbeuge,
- nur 0,5 ml Fluoreszein,
- 10 ml NaCl,
- Dreiwegehahn,
- Druckinjektion "mit aller Kraft" und "so schnell wie möglich", d.h. ohne Umschalten des Dreiwegehahns.

Injektionsprinzip

Die Braunüle wird mit einem Dreivegehahn verbunden. Die Injektion des Fluoreszeins erfolgt aber über den Port der Braunüle. Dadurch kann ohne Umschalten des Hahns bimanuell mit hohem Druck injiziert werden, zuerst das Fluoreszein und dann die Kochsalzlösung.



Aufnahmeprinzip

- Videoaufnahme erforderlich, d.h. keine Einzelbilder,
- am besten mit dem Scanning Laser Ophthalmoskop, das ein analoges Signal liefert, welches digital abgespeichert wird,
- zusätzlicher Videotimer erforderlich,
- geht auch mit dem HRA, aber Aufnahme und Auswertung schwieriger.

SLO, Bildanalyse, Video-Timer



Drei-Untersucher-Prinzip

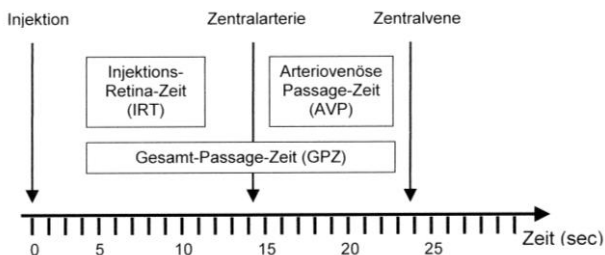
- versierte technische Assistentin bedient die Kamera (SLO, HRA) und "kommandiert" den Patienten,
- Anästhesist führt die Druckinjektion durch,
- dritter "Untersucher" gibt den Startbefehl für die Injektion und startet gleichzeitig den Videotimer und die digitale Aufzeichnung.
- Dauer der Untersuchung 40 Sekunden !

Herzfrequenz und Blutdruck

- Pulsoximeter: Ablesen von O_2 -Sättigung und Herzfrequenz während der Injektion,
- Blutdruckmessung vor der ersten Injektion (rechtes Auge) und nach der zweiten Injektion (linkes Auge),
- Festhalten der Daten im Befundbogen.

Zeitpunkte der Messung

Sowohl für die Messung der Injektions-Retina-Zeit (IRT) als auch der arteriovenösen Passagezeit (AVP) muss der Zeitpunkt des Erscheinens des Fluoreszeins in der Zentralarterie bestimmt werden.



Die arteriovenöse Passagezeit ist die Zeitdifferenz zwischen Anfärbung einer retinalen Arterie und Anfärbung der korrespondierenden Vene.

Bestimmung des Beginns des arteriellen Einstroms

Angiogramm nach 11,4 Sekunden, es ist noch kein Fluoreszein in den epipapillären Arteriolen zu sehen.



Angiogramm nach 11,5 Sekunden. Die erste Fluoreszenz in den epipapillären Arteriolen ist erkennbar (siehe Pfeil). Diese Zeit wird daher als Messpunkt festgehalten und entspricht der Injektions-Retina-Zeit (IRT).

Arteriovenöse Passagezeit (AVP)

- ist die Zeit, in welcher der Fluoreszeinbolus das retinale Gefäßbett durchströmt,
- vom Beginn des arteriellen Einstroms,
- bis zum Ende des venösen Ausstroms,
- erfasst die Mikrozirkulation,
- Problem: Rezirkulation des Fluoreszeins.

Bestimmung der arteriovenösen Passagezeit (AVP)

- Wünschenswert:
 - Digitale Bestimmung von Indikatorverdünnungskurven.
- Problem:
 - Augenbewegungen,
 - Messung an multiplen Gefäßen nötig,
 - Mittelwertbildung fragwürdig.

Praktikable Messung der AVP

- Auftauchen des Fluoreszeins in der Zentralarterie:
 - kann am digitalisierten Angiogramm auf 0,1 Sekunden genau bestimmt werden.
- vollständige Füllung der venösen Gefäße:
 - Verschwinden der laminaren Strömung in der Vene (auf 0,5 Sekunden genau meßbar).
- Die zeitliche Differenz ist die AVP.

Messung der AVP

Bild 20,1 Sekunden nach der Injektion. In der venösen Phase der Angiographie ist noch eine deutliche laminare Füllung der Venen erkennbar (siehe Pfeil). Die Arterien werden aufgrund der geringen Menge injizierten Fluoreszeins bereits wieder dunkel.

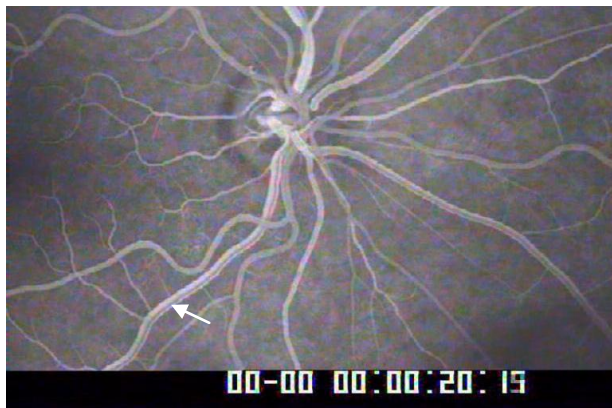
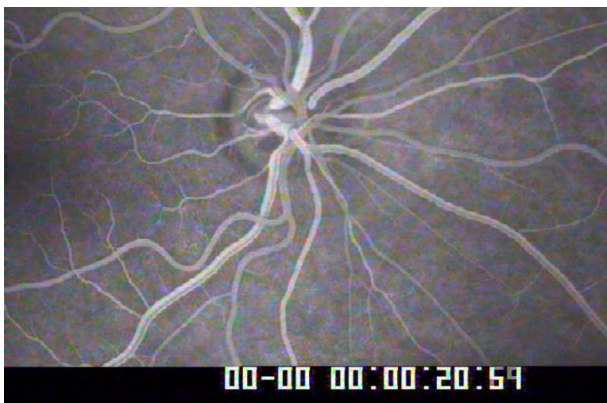


Bild 20,5 Sekunden nach der Injektion. Es ist weiterhin eine laminare Füllung der Venen erkennbar.



Messung der AVP

Bild 21,1 Sekunden nach der Injektion. Im Zentrum der Vene ist immer noch ein schmaler dunkler Streifen als Ausdruck der noch nicht vollständig gefüllten Vene sichtbar (siehe Pfeil).

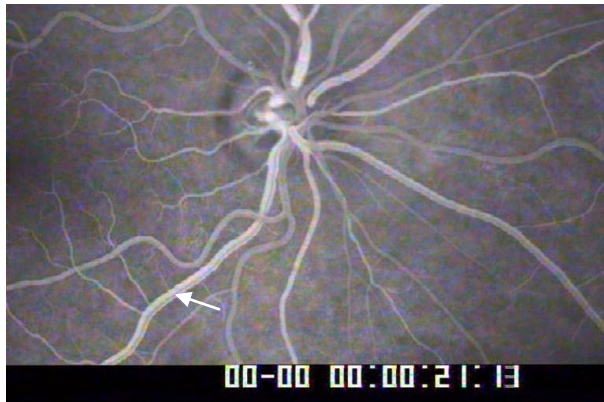
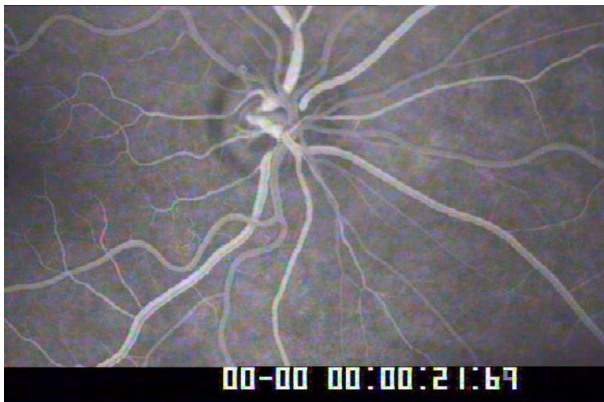


Bild 21,6 Sekunden nach der Injektion. Der zentrale dunkle Streifen in der Vene ist noch nicht ganz verschwunden.



Messung der AVP

Bild 21,9 Sekunden nach der Injektion. Es besteht immer noch eine zarte dunkle Linie in der Längsachse der Vene, die durch die noch nicht vollständige Füllung der Vene mit Fluoreszein bedingt ist (siehe Pfeil).

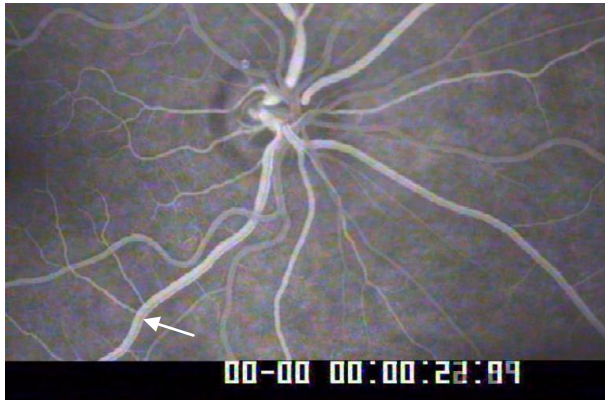
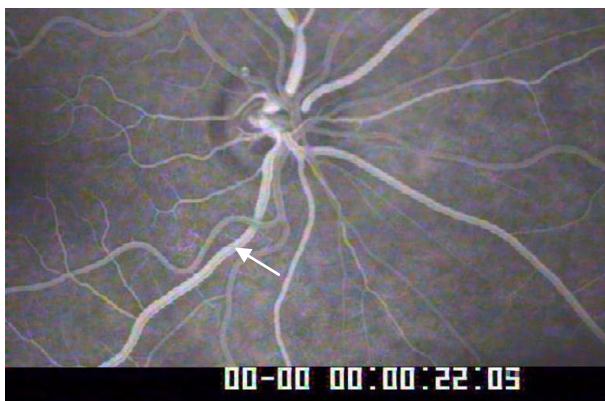


Bild 22,0 Sekunden nach der Injektion. Der dunklere Längsstreifen in der Achse der Vene wird immer schmaler (siehe Pfeil).



Messung der AVP

Bild 22,6 Sekunden nach der Injektion. Bei genauer Betrachtung ist immer noch ein ganz schmaler zentraler dunkler Streifen in einem Abschnitt der Vene erkennbar (siehe Pfeil).

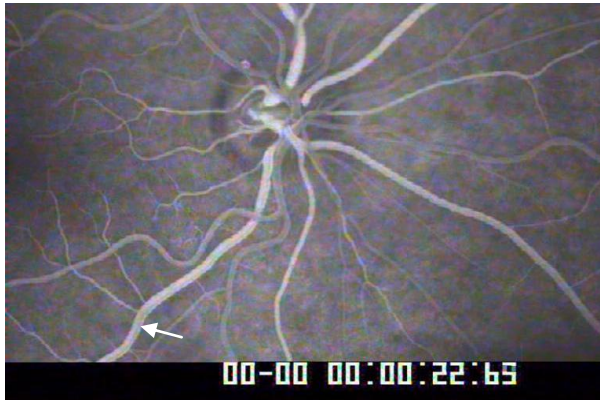
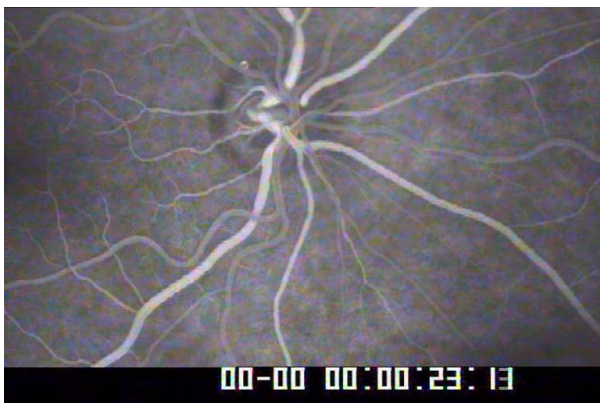


Bild 23,1 Sekunden nach der Injektion. Die laminare Füllung der Vene ist vollkommen verschwunden. Dies ist der Zeitpunkt, der für die Berechnung der AVP als Wert herangezogen wird.



Gesamtperfusionszeit (GPZ)

- Summe aus Injektions-Retina-Zeit (IRT) und arteriovenöser Passagezeit (AVP),
- zeigt das Gesamtausmaß der Perfusionsverzögerung an,
- sagt nichts über die Lokalisation der Ursache (Cor, A. carotis, A. ophthalmika, Retina).

BEFUNDBOGEN

Datum: _____ Unt.Nr.: _____
Patient: _____

1. Messung RA LA

RR: _____ mmHg O₂-Sättigung: _____ % HF: _____ /min
 AV-Ratio (AVR-IMEDOS): _____ (Norm: > 0,78)
 Injektions-Retina-Zeit (IRT): _____ Sek. (Norm: < 15 Sek.)
 Arteriovenöse Passagezeit (AVP): _____ Sek. (Norm: < 10 Sek.)
 Gesamtperfusionszeit (GPZ): _____ Sek. (Norm: < 25 Sek.)
 Arterielle Weite (Autofluoreszenz): _____ A.U.
 Venöse Weite (Autofluoreszenz): _____ A.U.
 AV-Ratio (AVR-HRA): _____

2. Messung: RA LA

RR: _____ mmHg O₂-Sättigung: _____ % HF: _____ /min
 AV-Ratio (AVR-IMEDOS): _____ (Norm: > 0,78)
 Injektions-Retina-Zeit (IRT): _____ Sek. (Norm: < 15 Sek.)
 Arteriovenöse Passagezeit (AVP): _____ Sek. (Norm: < 10 Sek.)
 Gesamtperfusionszeit (GPZ): _____ Sek. (Norm: < 25 Sek.)
 Arterielle Weite (Autofluoreszenz): _____ A.U.
 Venöse Weite (Autofluoreszenz): _____ A.U.
 AV-Ratio (AVR-HRA): _____

Morphologische Besonderheiten: _____

Beurteilung: _____

Auswertung der Perfusionszeiten

- Vergleich mit den Normwerten,
- Verhältnis von IRT zu Herzfrequenz,
- Verhältnis von IRT zu AVP,
- Rechts-Links-Differenzen der Perfusionszeiten.

Normwerte

- Messungen nur auf 0,5 Sekunden genau !
- **IRT** (Injektions-Retina-Zeit):
 - Norm **bis 15,0** Sekunden
- **AVP** (Arteriovenöse Passagezeit):
 - Norm **bis 10,0** Sekunden
- **GPZ** (Gesamtperfusionszeit):
 - Norm **bis 25,0** Sekunden

Morphologische Auswertung

- Achten auf:
 - pulsativen Einstrom (erhöhter peripherer Widerstand und/oder gestörte Windkesselfunktion der großen Gefäße),
 - läppchenförmige Füllungsverzögerung der Aderhaut,
 - Spätphasenleckage der Papille = Ischämiezeichen,
 - Beurteilung der Gefäßweite/ Messung der arterio-venösen Ratio (AVR).

Abschließende Beurteilung

- Summation aus:
 - gemessenen Perfusionszeiten,
 - morphologischen Auffälligkeiten,
 - ophthalmologisch-internistischer Anamnese.
- Frage: Therapie bzw. Therapieänderung erforderlich ?
- ggf. Bericht an Internist/Kardiologen/Hausarzt.

Beispiel: Pathologische Perfusionszeit bei Bradykardie (Oculus unicus)

RR:123/65 O₂-Sättigung: 96 % HF: 43/min

IRT: **24,3** sec. Norm: < 15,0 sec.

AVP: **10,3** sec. Norm: < 10,0 sec.

GPZ: **34,6** sec. Norm: < 25,0 sec.

Beispiel: Pathologische Perfusionszeit bei Carotisstenose rechts

RR:110/67 O₂-Sättigung: 99 % HF: 70/min

Rechtes Auge:

IRT: **16,1** sec. Norm: < 15,0 sec.

AVP: **11,5** sec. Norm: < 10,0 sec.

GPZ: **27,6** sec. Norm: < 25,0 sec.

Linkes Auge:

IRT: **13,5** sec. Norm: < 15,0 sec.

AVP: **10,5** sec. Norm: < 10,0 sec.

GPZ: **24,0** sec. Norm: < 25,0 sec.

Nachwort

Die in dem vorangegangenen Text dargestellte Meßmethode ist aus der Beschäftigung mit der Quantifizierung der okulären Durchblutung seit meiner Habilitationsschrift im Jahr 1992 hervorgegangen.

Die Methode hat sich, anders als die Verfahren, die ich in meiner Habilitation beschrieben habe, aufgrund ihrer relativ einfachen Durchführbarkeit in der klinischen Routine zweifelsfrei bewährt.

Dennoch ist die Methode sicher verbesserbar. Insbesondere die Einbeziehung der Quantifizierung der Gefäßdurchmesser und die Bestimmung der Relation von Makrozirkulations- zu Mikrozirkulationszeit könnte eine weitere Verbesserung des klinischen Werts bedeuten.

Ich hoffe, dass dieses Heft, welches aus Anlass des 5-jährigen Bestehens des Münchner Angio Clubs verfasst wurde, vielleicht gerade für die jüngeren Kollegen, die unsere Veranstaltung besuchen, den Anstoß zu einer weiteren Beschäftigung mit der okulären Durchblutung gibt.

München, 19. März 2012

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'G. G. G. G.' with a long horizontal stroke at the end.

