

Executive Summary (max. 15 Zeilen)

Fächerübergreifende telemedizinische Augenhintergrundsdiagnostik bei Internisten und anderen Ärzten zur Optimierung der antihypertensiven Therapie

Hintergrund: Mikroangiopathische Veränderungen in der Netzhaut können als Folge einer arteriellen Hypertonie frühzeitig Gefäßschäden anzeigen und so akuten kardiovaskulären Ereignissen vorausgehen. Ein Monitoring des Augenhintergrunds bietet Informationen über die konventionelle Messung des arteriellen Blutdrucks hinaus.

Absicht: Telemedizinische Beantwortung der Frage, ob eine retinale Mikroangiopathie vorliegt.

Methodik: Mittels Telemedizin wird eine Untersuchung der Netzhautgefäße in Praxen von Internisten oder Allgemeinärzten ohne Patiententransport ermöglicht. Nach digitaler Photographie der Netzhaut (Methode Talkingeyes®) ohne Pupillenweitstellung in der internistischen Praxis durch die Praxis-MTA erfolgt der „Upload“ der Bilder und Daten auf eine internet-basierte elektronische Patientenakte. Anschließend wird eine telemedizinische augenärztliche Bewertung der Netzhautbilder durchgeführt. Das Ergebnis mit Bildern werden als Hardcopy oder elektronisch zurückgesandt. Mittels eines Adobe-Smart-Formulars können alle Patientendaten und der Arztbrief eingesehen und editiert werden.

Ergebnisse: Derzeit sind deutschlandweit 31 Praxen und Kliniken an das talkingeyes®-Netzwerk angeschlossen. Es wurden mehr als 60.000 Patienten untersucht. Die AOK-Bayern vergütet telemedizinische Untersuchungen im talkingeyes®-Netzwerk im Prämienprogramm. Im Rahmen von 14 peer-reviewed Artikel erfolgte eine wissenschaftliche Auswertung der Daten des talkingeyes®-Netzwerk zu den Themen webbasierte Patientenakte, Validierung der Methodik, klinische Korrelationen und automatische Bildverarbeitung.

Träger

Prof. Dr. Georg Michelson 1,2

1 talkingeyes&more GmbH, 91054 Erlangen
Henkestr. 91, Tel.: 09131 610840

www.talkingeyes.de

2 Privates Tele-Ophthalmologisches Institut (TOI), 91054 Erlangen
Henkestr. 91; email: michelson@t-online.de

Innovationscharakter

- telemedizinische Gefäßanalyse der Netzhautgefäße für Internisten und andere Ärzte
- augenärztliche Expertise per Telemedizin

Wesens der Ergebnisverbesserung

- Verbesserung der Therapie bei Hypertoniker
- Verbesserung der vaskulären Risikoeinschätzung
- Monitoring der Hypertonustherapie

Projekttitel

- Fächerübergreifende telemedizinische Augenhintergrundsdiagnostik bei Internisten und anderen Ärzten zur Optimierung der antihypertensiven Therapie

Kategorie

- Versorgungs- und Kooperationsformen

Projektbeschreibung (PDF, max. 4 DIN A4-Seiten) inkl. Beschreibung

Fächerübergreifende telemedizinische Augenhintergrundsdiagnostik bei Internisten und anderen Ärzten zur Optimierung der antihypertensiven Therapie

1. Hintergrund

1. Anatomie

Die Netzhautgefäße versorgen die inneren Netzhautschichten mit Sauerstoff. Die Durchmesser der großen Arteriolen und Venolen betragen ca. 150-200 µm. Durch die herausragende optische Zugänglichkeit der Netzhautgefäße wurde bereits vor 100 Jahren der Zusammenhang zwischen vaskulären Systemerkrankungen und mikroangiopathische Veränderungen der Netzhaut entdeckt. Das ganze Spektrum retinaler Mikroangiopathien wurde "traditionell" bei Hypertonikern klinisch beobachtet. Bereits 1898 beschrieb Marcus Gunn Zeichen der hypertensiven Retinopathie. 1941 präsentierten die Autoren Keith, Wagener und Barker bei Patienten mit Nierenerkrankungen den Zusammenhang zwischen Grad einer hypertensiven Retinopathie und der 3-Jahres-Mortalität. **Abbildung 1 zeigt das Bild einer hypertensiven Retinopathie mit einem Mikroinfarkt.**

2. Pathophysiologie

Hypertonus, Diabetes, Dyslipidämie und Übergewicht sind assoziiert mit multiplen vaskulären Komplikationen. Die Ursache davon liegt in der sich entwickelnden endothelialen Dysfunktion, die zu Arteriosklerose, Thrombose und Inflammation führt. Okulär verursacht die endotheliale Dysfunktion eine Retinopathie, Kataraktausbildung, Makuladegeneration und in bestimmten Fällen ein Makulaödem. Pathophysiologische Grundlage der retinalen Mikroangiopathie sind Aktivierung des Renin-Angiotensin-Systems RAS, Bildung von Advanced Glycation End Products (AGE), Oxidativer Stress und schließlich die Freisetzung von Angiogenese Faktoren wie VEGF. Retinal können 4 Schritte der endothelialen Dysfunktion unterschieden werden, die die ansteigende Grade der hypertensiven Retinopathie darstellen:

1. Vasomotorischer Tonus erhöht sich → arterioläre Einengungen
2. Initiale Verdickung und Media-Hypertrophie → arterio-venöse Kreuzungszeichen
3. Prononzierte arterielle Hypertension → Blut-Netzhaut-Barriere bricht, retinale Blutungen, Mikroinfarkte
4. Fortgesetzte prononzierte arterielle Hypertension → angiogene Veränderungen mit Okklusion von retinalen Kapillaren und VEGF-Freisetzung

Unter Hypertensiver Retinopathie (Atlas of Ophthalmology, www.atlasophthalmology.com) findet man beispielhafte Fundusbilder aller Stadien dieser Mikroangiopathie. **1**

3. Prospektive Studien mit harten Endpunkten als Basis der telemedizinischen Augenhintergrunduntersuchungen

Die wesentlichen Population-basierten Studien untersuchten den Einfluss der Faktoren Alter, Blutdruck, Schlaganfall, Herzinsuffizienz und Wandelastizität auf die retinale Mikroangiopathie.

1. **Alter:** Die Prävalenz einer hypertensiven Retinopathie beträgt ca. 2-14% bei „Nicht-Diabetiker“ und nimmt mit steigendem Alter zu. **4** Es besteht eine starke Assoziation zwischen generalisierter Verengung der retinalen Arteriolen und dem Alter. **5**
2. **Bluthochdruck:** Es besteht hohe Evidenz, dass zwischen Mikroangiopathie der Netzhautgefäße und erhöhten Blutdruckwerten eine strenge Assoziation besteht.
 - Mit steigendem Blutdruck kommt es zu einer Verengung der retinalen Arterien Durchmesser, jedoch nicht der Venendurchmesser. Dementsprechend vermindert sich das arterio-venöse Ratio AVR (AVR= retinale Arterien Durchmesser/Venendurchmesser) mit steigendem Blutdruck. **6**
 - Bestimmte Mikroangiopathie-Zeichen haben unterschiedliche Bedeutungen. Eine generalisierte Einengung oder arterio-venöse Kreuzungszeichen sind eher Zeichen eines

chronischen Bluthochdrucks. Das av-Ratio gilt als der „HbA1c-Wert des Hypertonikers“. Fokale Einengungen, retinale Blutungen, Mikroaneurysmen oder Cotton-Woll-Herde sind eher Zeichen einer akuten Blutdrucksteigerung.

- Retinale Mikroangiopathie-Zeichen treten bereits manchmal ohne Feststellung eines Bluthochdrucks auf. Sie stellen damit Prädiktoren einer essentieller Hypertonie bei Normotoniker dar. Mikroangiopathien der Netzhautgefäße ohne bekannte arterielle Hypertension deuten damit nicht selten auf einen prähypertensiven Status einer arteriellen Hypertonie hin. Es wurde gezeigt, dass eine generalisierte oder fokale Einengungen bei einem Normotoniker ein erhöhtes Risiko für die Entwicklung einer arteriellen Hypertonie aufweist. **7**
- 3. Schlaganfall:** Für den Zusammenhang zwischen retinaler Mikroangiopathie und Schlaganfall besteht höchster Evidenzgrad. Die Ursache liegt darin begründet, dass die retinale und zerebrale Zirkulation sich anatomisch, physiologisch und embryologisch sehr ähnlich verhält. Autopsie-Studien bei Patienten mit Schlaganfall zeigten eine hohe Korrelation zwischen retinalen und cerebralen Gefäßveränderungen. Der retinale Blutfluss war bei Patienten mit lacunaren Gehirninfirmen erniedrigt. Vier große populations-basierte Studien wiesen eine strenge Assoziation zwischen retinaler Mikroangiopathie und Schlaganfall nach.
- Die Studie *Atherosclerosis Risk in Communities study (ARIC)* zeigte, dass Patienten mit retinaler Mikroangiopathie ein 2-4-fach erhöhtes Schlaganfallrisiko aufwiesen, reduzierte kognitive Fähigkeiten in standardisierten neuropsychologischen Tests zeigten, eine erhöhte Anzahl von zerebraler Mikroinfarkten (White-Matter Läsionen) zeigten und häufiger eine zerebrale Atrophie im MRI aufwiesen. Es wurde weiter gezeigt, dass ein 18-fach erhöhtes Schlaganfallrisiko vorliegt, wenn gleichzeitig eine retinale Mikroangiopathie und zerebrale Mikroinfarkte (White-Matter Läsionen) vorliegen. Das 3-Jahres-Risiko für Schlaganfall wurde in der ARIC-Studie als Funktion des Grades der Mikroangiopathie untersucht. Man fand, dass bei Mikroinfarkten ein fast 8-fach erhöhtes Auftretensrisiko für Schlaganfall besteht. **8** Abbildung 2 zeigt die 3-jährige kumulative Inzidenz von Schlaganfall mit zunehmenden Grad der retinalen Mikroangiopathie.
 - Die *Cardiovascular Health Study, Population-basierte Studien aus Wisconsin und Japan* zeigten -unabhängig von traditionellen kardiovaskulären Risikofaktoren- ein 2-fach erhöhtes Schlaganfallrisiko, bzw. 2-3-fach erhöhtes Schlaganfallrisiko bei Vorliegen einer retinalen Mikroangiopathie.
 - Kürzlich wurde gefunden, dass Schlaganfall-Patienten mit arterio-venösen Kreuzungszeichen bzw. stark ausgeprägten fokalen Einengungen ein 3-fach erhöhtes Risiko für einen zweiten Schlaganfall in den kommenden Monaten aufwiesen. **9**
- 4. Herzinfarkt/ Herzinsuffizienz:** Auch ischämische Herzerkrankungen sind assoziiert mit einer retinalen Mikroangiopathie. Die „National Health Examination Survey-Studie“ zeigte, dass bei Vorliegen von arteriellen Einengungen ein 2- bis 6-fach erhöhtes Risiko für ischämische Herzerkrankungen, unabhängig von Hypertonus, Diabetes und Cholesterinspiegel vorliegt. In einer Studie mit 560 männlichen Teilnehmern mit Hypertonus und Hyperlipidämie bestand ein 2,9-fach erhöhtes Risiko für ischämische Herzerkrankung, wenn eine arterielläre Einengung vorlag. Die „Atherosclerosis Risk in Communities study“ fand bei arteriellärer Einengung ein 2,2-fach erhöhtes Risiko für ischämische Herzerkrankung bei Frauen. Ebenfalls wurde mittels der ARIC-Studie das 7-Jahres Risiko für Herzinsuffizienz (Heart Failure) als Funktion des Mikroangiopathiegrades bestimmt **10**
- 5. Gefäßwanddehnbarkeit:** 2007 wurde gezeigt, dass mit abnehmenden Durchmesser der retinalen Arteriolen die Dehnbarkeit der Aorta sinkt. Je enger die retinalen Arteriolen (entspricht niedriges arterio-venöses Ratio), desto geringer war die Dehnbarkeit der Aorta. **11**

4. Diskriminierungsfähigkeit zwischen Gesunden und Erkrankten

Im Rahmen von vielen Studien konnte nachgewiesen werden, dass die retinale Mikroangiopathie bei praktisch allen vaskulären Erkrankungen „anschlägt“: Zerebrovaskuläre Erkrankungen (‐klinischer“ Schlaganfall **12, 13**, ‐MRI“- Schlaganfall **14, 15**, zerebrale Atrophie **16**, kognitive Störungen **17**), koronare Herzerkrankungen **18, 19**, vaskulär-metabolische Erkrankungen wie zukünftiger Diabetes **19, 20**, zukünftige arterielle Hypertension **21, 22, 23**, metabolisches Syndrom **24**, und renale Dysfunktion **25**. Darüber hinaus korrelierte die retinale Mikroangiopathie mit der kardio-cerebro-vaskulären Mortalität **26**

5. Nutzen über einen traditionelle Risikoscore hinaus

Die zusätzliche Verwendung von Parametern der retinalen Gefäßmorphologie verbesserte die traditionelle Schlaganfall-Risikobestimmung bei 10.1% der Patienten mit mittlerem Risiko. 27

6. Überprüfung von Interventionen

Die retinalen Gefäße reagieren sichtbar auf eine wirksame antihypertensive Therapie. Eine erfolgreiche Hypertonie-behandlung zeigt morphologisch den Rückgang der retinalen Mikroangiopathie. 28 Die DIRECT-Protect 2-Studie wies nach, dass AT1-Inhibition zu einer verzögerten Mikroangiopathie und zu einer verstärkten Mikroangiopathie-Regression von ≥ 3 Schritten führte. 29

2. Methode

1. Telemedizinischer Ansatz

Goldstandardmethode für die telemedizinische Untersuchung des Augenhintergrunds ist die digitale Photographie der Netzhaut (Methode Talkingeyes®). Nach Photographie der Netzhaut ohne Pupillenweitstellung durch die Praxis-MTA erfolgt der „Upload“ der Bilder und Daten auf eine internet-basierte elektronische Patientenakte des Tele-Ophthalmologischen Instituts. Anschließend wird eine telemedizinische augenärztliche Bewertung der Netzhautbilder mit computerunterstützter Analyse mit Berechnung der arteriovenösen av-Ratio durchgeführt. Das augenärztliche Ergebnis und die Bilder werden als Hardcopy oder elektronisch zurückgesandt. Mittels eines Smart-Formulars von Adobe können alle eigenen Patientendaten und der Arztbrief eingesehen und als pdf ausgedruckt werden. Die augenärztlichen Befunde können damit schnell zur optimierten Behandlung des Patienten integriert werden.

2. Photographie des Augenhintergrunds vor Ort

Die telemedizinische Photographie des Augenhintergrundes erfolgt vor Ort in der Praxis ohne Weitstellung der Pupille mit anschließender tele-augenärztlicher. Anamneseermittlung: Vor Ort in der Praxis des Allgemeinarztes oder Internisten erfolgt eine standardisierte, ausführliche Dokumentation der Anamnese. Sie umfasst alle wichtigen internistischen Risikofaktoren.

Bildaufnahme: Vor Ort werden ohne Pupillenerweiterung digitale Fundusphotos vom rechten und linken Auge mittels nonmydriatischer Funduskamera (zB. Kowa Nonmyd 5alpha) durchgeführt. Der Bildausschnitt ist immer papillenzentriert und beträgt 45°. Die Bilder und die Anamnese werden per Internet mit einer sicheren web-basierten Kommunikations-Software (MedStage, Siemens) auf einem zentralen Server abgelegt.

3. Telemedizinische Fernauswertung des Augenhintergrunds

Augenärztliche Bildauswertung: In einem zentralen Reading-Zentrum (Privates Tele-Ophthalmologisches Institut Erlangen) werden die Bilder telemedizinisch durch einen Facharzt für Augenheilkunde hinsichtlich dem Vorliegen von retinalen mikroangiopathischen Abnormalitäten, dem arterio-venösen Ratio und Sehnervpathologien ausgewertet. Alle retinalen Arteriolen und Venolen mit einem Durchmesser größer 150 μm werden vermessen. Bei der augenärztlichen Befundung der digitalen Fundus-Bilder besteht die Möglichkeit des elektronischen Zooms mit 5 unterschiedlichen Vergrößerungen und einer Bilddarstellung in 3 unterschiedlichen Farbzusammensetzungen (Farbbild, rotfreies Bild, Grünkanal- Bild). Anatomische Strukturen können vermessen werden. Die Befundung erfolgt streng standardisiert und umfasst die Dokumentation folgender qualitativer Veränderungen der Netzhaut und des Sehnervenkopfes: Bildqualität, Tortuositas vasorum, verdickte Venen, venöse „Beadings“ (Perlschnurbildung), arterielle fokale Engstellung, arterielle generalisierte Engstellung, arterio-venöse Kreuzungszeichen, Cotton-Wool-Herde (Mikroinfarkte), retinale Blutungen, Mikroaneurysmen, harte Exsudate, „Intraretinale Mikroangiopathiezeichen“ (IRMAs), Papillenödem, Neovaskularisationen, Glaskörperblutung. Der Grad der Mikroangiopathie wird nach der Stärke der retinalen Gefäß-Veränderungen festgelegt. Die Ergebnisse der Befundung werden auf einem zentralen Server gespeichert.

Telemedizinischer Befund: Aus den anamnestischen und augenärztlichen Daten wird ein elektronischer Befundbericht erstellt. Nach ca. 2-5 Arbeitstagen erfolgt die Zusendung des telemedizinischen Befundes an den kooperierenden Arzt als „Hardcopy“ oder als pdf-Dokument.

4. Reproduzierbarkeit

Die Untersuchung des Augenhintergrunds mittels digitaler Photographie mit einer qualitativen Evaluation der Netzhaut und Berechnung des arterio-venösen Ratio besitzt eine gute Reproduzierbarkeit. Die Reproduzierbarkeit der quantitativen Analyse beträgt 77% (alpha-Kronbach-coefficient 0,77) 2,3.

5. Kosten und Schulungsbedarf

Das telemedizinische Kamera- und Untersuchungssystem kostet ca. 25.000 €. Für die Schulung „Bildaufnahme und technische Bedienung“ müssen ca. 8h gerechnet werden.

3. Ergebnisse

1. Telemedizinisches Setting für Internisten und andere Ärzte

Für ein kardio-vaskuläres Monitoring der Augenhintergrundgefäße im telemedizinischen Setting ist die Untersuchung des Augenhintergrunds mittels digitaler Photographie sinnvoll und ergänzend, da es als einzige Methode morphologische Veränderungen darstellen kann.

Mit dieser Methode wurden bereits mehr als 60.000 Patienten untersucht. Durch die telemedizinische Untersuchung des Augenhintergrunds wurde bei Patienten in internistischen und allgemeinärztlichen Praxen die Frage beantwortet, ob eine retinale Mikroangiopathie vorhanden ist. Bei bereits manifest erkrankten Hypertonikern kann entsprechend des Stärkegrades der bestehenden Mikroangiopathie die Standard-Behandlung fortgesetzt oder bei Vorliegen einer bereits moderaten oder starken Retinopathie eine erweiterte Diagnostik und oder Therapie erwogen werden (zB 24h Blutdruckprofil, Cholesterin-Spiegel, CRP, IMD). Bei Vorliegen eines „Borderline“-Blutdrucks“ und gleichzeitigem Vorliegen einer moderaten oder starken Retinopathie sollte mit einer antihypertensiven Therapie begonnen werden.

Zusätzlich gab die kardiovaskulär motivierte Netzhautdiagnostik Ausgangspunkt eines betrieblichen Augen-Vorsorgeprogramms sein. Zusätzlich zu der Netzhautgefäßanalyse talkingeyes® kann präventivmedizinisch das potentielle Vorliegen von Frühzeichen untersucht werden von

- Glaukome (Grüner Star) mit Prüfung des Augeninnendrucks und 3-D-Photographie des Sehnerven mit telemedizinischer Befundung
- Makuladegeneration (AMD) mit Photographie der Macula mit telemedizinischer Befundung und die
- Sehkraft (Bildschirmarbeitsplatzverordnung G 37).

Abbildung 3 zeigt den schematischen Aufbau und die telemedizinischen Untersuchungs-möglichkeiten von talkingeyes®. Es besteht die Möglichkeit der zeitweisen Leihe der Untersuchungsgeräte und des medizinischen Personals.

2. talkingeyes®-Netzwerk in Deutschland

Die telemedizinischen Untersuchungen laufen seit 2007. Derzeit sind 31 Praxen und Kliniken an dieses Netzwerk angeschlossen. Abbildung 4 bzw. Tabelle 1 beschreibt die regionale Verteilung der Ärzte.

3. talkingeyes®-Netzwerk wird von AOK-Bayern im Prämienprogramm angeboten

Die telemedizinischen Untersuchungen wird von der AOK-Bayern im Prämienprogramm für 1500 Punkte angeboten. Diese Untersuchungen werden für AOK-Patienten im Rahmen des AOK-Prämienprogramms vergütet. Der AOK-Prämienprogramm-Gutschein ist gültig bei allen Ärzten, die als Kooperationspartner von Talkingeyes diese Untersuchung durchführen. Abbildung 5a, b zeigt den Screen-Shot der AOK-Bayern zu diesem Thema.

4. Wissenschaftliche Auswertung der Daten und Bilder des talkingeyes®-Netzwerk

Im Rahmen von mehreren Publikationen wurden die klinischen Daten wissenschaftlich ausgewertet und publiziert. Es wurden bislang 14 peer-reviewed Artikel zu den Themen Methodik, webbasierte Patientenakte, Validierung der Methodik, klinische Korrelationen und automatische Bildverarbeitung publiziert.

1. [Retinal microangiopathy in arterial hypertension as an early marker of a cerebral macroangiopathy]. **Michelson G**, Engelhorn T, Dörfler A. Dtsch Med Wochenschr. 2011 Nov;136(46):2355-8. Epub 2011 Nov 8. German.
2. [Electronic patient records and teleophthalmology : part 1: introduction to the various systems and standards]. Schargus M, **Michelson G**, Grehn F. Ophthalmologe. 2011 May;108(5):473-84. doi: 10.1007/s00347-010-2314-5. German.

3. [Electronic patient records and teleophthalmology. Part 2: concrete projects in ophthalmology]. Schargus M, **Michelson G**, Grehn F. *Ophthalmologie*. 2011 Jul;108(7):687-95; quiz 696. doi: 10.1007/s00347-011-2353-6. German.
4. Comparison of early retinal microvascular changes and microalbuminuria as indicators for increased cardiovascular risk]. Huchzermeyer C, Schaller B, Schmid K, Schmieder RE, **Michelson G**. *Klin Monbl Augenheilkd*. 2011 Nov;228(11):1003-8. doi: http://dx.doi.org/10.1055/s-0031-1273199. Epub 2011 Apr 12. German.
5. [Prevalence of glaucomatous optic nerve atrophy among a working population in Germany diagnosed by a telemedical approach]. Adler W, Wärtges S, Lausen B, **Michelson G**. *Klin Monbl Augenheilkd*. 2010 Nov;227(11):905-11. Epub 2010 Jul 5. German.
6. [Validation of telemedical fundus images from patients with retinopathy]. **Michelson G**, Laser M, Müller S, Weber F, Wärtges S. *Klin Monbl Augenheilkd*. 2011 Mar;228(3):234-8. Epub 2010 Jun 17. German.
7. Automated quality assessment of retinal fundus photos. Paulus J, Meier J, Bock R, Hornegger J, **Michelson G**. *Int J Comput Assist Radiol Surg*. 2010 Nov;5(6):557-64. Epub 2010 May 19. Review.
8. Glaucoma risk index: automated glaucoma detection from color fundus images. Bock R, Meier J, Nyúl LG, Hornegger J, **Michelson G**. *Med Image Anal*. 2010 Jun;14(3):471-81. Epub 2010 Jan 4.
9. The papilla as screening parameter for early diagnosis of glaucoma. **Michelson G**, Wärtges S, Hornegger J, Lausen B. *Dtsch Arztebl Int*. 2008 Aug;105(34-35):583-9. Epub 2008 Aug 25.
10. Web-based electronic patient record as an instrument for quality assurance within an integrated care concept]. Händel A, Jünemann AG, Prokosch HU, Beyer A, Ganslandt T, Grolik R, Klein A, Mrosek A, **Michelson G**, Kruse FE. *Klin Monbl Augenheilkd*. 2009 Mar;226(3):161-7. Epub 2009 Mar 17. German.
11. [TalkingEyes-and-more]. **Michelson G**. *Biomed Tech (Berl)*. 2005 Jul-Aug;50(7-8):218-26. German.
12. Automated segmentation of the optic nerve head for diagnosis of glaucoma. Chrástek R, Wolf M, Donath K, Niemann H, Paulus D, Hothorn T, Lausen B, Lämmer R, Mardin CY, **Michelson G**. *Med Image Anal*. 2005 Aug;9(4):297-314. Epub 2005 Apr 8.
13. [Telemedical-supported screening of retinal vessels ("talking eyes")]. **Michelson G**, Groh M, Groh MJ, Baleanu D, Harazny J, Horstmann R, Kolominsky-Rabas P. *Klin Monbl Augenheilkd*. 2005 Apr;222(4):319-25. German.
14. Multimodal retinal image registration for optic disk segmentation. Chrástek R, Skokan M, Kubecka L, Wolf M, Donath K, Jan J, **Michelson G**, Niemann H. *Methods Inf Med*. 2004;43(4):336-42

4. Ausblick

Die telemedizinische Beurteilung der Netzhautgefäße als Surrogatparameter der zerebralen Gefäße basiert derzeit auf der Analyse des retinalen Gefäßbaumes. In absehbarer Zeit werden zur telemedizinischen Netzhautgefäßanalyse die Bestimmung des Wall-to-Lumen-Ratio retinaler Gefäße hinzukommen. In mehreren Publikationen konnte von unserer Arbeitsgruppe dargestellt werden, dass das Wall-to-Lumen-Ratio retinaler Arteriolen bei Hypertoniker und Diabetiker ein sehr wichtiger Parameter darstellt zur Beurteilung des Gefäßrisikos. **36-47**

5. Zusammenfassung

1. Mikroangiopathische Veränderungen der Retina korrelieren –unabhängig von traditionellen Risikofaktoren- mit (a) zur Erblindung führenden Augenerkrankungen (Makuladegeneration, Glaukom, Gefäßverschlüsse) und mit (b) zerebro-kardiovaskulären Risikofaktoren bzw. Erkrankungen (Metabolisches Syndrom **31**, kardiovaskuläre Erkrankungen **32**, Alter & arterieller Bluthochdruck **33**, Stroke **34, 35**, Myokardinfarkt **36**).
2. Die Untersuchung der Netzhaut ermöglicht (a) die direkte morphologische Feststellung einer Mikroangiopathie, (b) eine Modifikation einer antihypertensiven Therapie bei manifester Hypertension, bzw. bei Borderline-Hypertension der Ausschluß eines „Weißkittel“-Bluthochdrucks und (c) ein Monitoring der antihypertensiven Therapie mit bildlicher Darstellung der positiven Veränderung.
3. Der telemedizinische Ansatz talkingeyes® ermöglicht eine Fernuntersuchung der Netzhautgefäße in Betrieben und Praxen ohne Patiententransport.
4. Derzeit sind 31 medizinische Einrichtungen an das talkingeyes®-Netzwerk angeschlossen. Mehr als 60.000 Patienten wurden telemedizinisch untersucht.

Literatur

1. Atlas of Ophthalmology, www.atlasophthalmology.com, Editor Michelson G.
2. Validation of telemedical fundus images from patients with retinopathy. Michelson G, Laser M, Müller S, Weber F, Wärtges S. *Klin Monbl Augenheilkd.* 2011 Mar;228(3):234-8. .
3. Telemedical-supported screening of retinal vessels ("talking eyes"). Michelson G, Groh M, Groh MJ, Baleanu D, Harazny J, Horstmann R, Kolominsky-Rabas P. *Klin Monbl Augenheilkd.* 2005 Apr;222(4):319-25.
4. Validation of telemedical fundus images from patients with retinopathy. Michelson G, Laser M, Müller S, Weber F, Wärtges S. *Klin Monbl Augenheilkd.* 2011 Mar;228(3):234-8).
5. Telemedical-supported screening of retinal vessels ("talking eyes". Michelson G, Groh M, Groh MJ, Baleanu D, Harazny J, Horstmann R, Kolominsky-Rabas P. *Klin Monbl Augenheilkd.* 2005 Apr;222(4):319-25.
6. Sharrett AR, Hubbard LD, Cooper LS, et al. Retinal arteriolar diameters and elevated blood pressure: the Atherosclerosis Risk in Communities Study. *Am J Epidemiol* 1999;150:263-270.
7. Wong TY, Klein R, Sharrett AR, et al. Retinal arteriolar diameters and risk for hypertension. *Ann Intern Med* 2004;140:248-255
8. Wong TY, Klein R, Couper DJ, et al. Retinal microvascular abnormalities and incident strokes: the Atherosclerosis Risk in Communities Study. *Lancet* 2001;358:1134-1140
9. De Silva DA, Manzano JJ, Liu EY, Woon FP, Wong WX, Chang HM, Chen C, Lindley RI, Wang JJ, Mitchell P, Wong TY, Wong MC; Multi-Centre Retinal Stroke Study Group. Retinal microvascular changes and subsequent vascular events after ischemic stroke. *Neurology.* 2011 Aug 30;77(9):896-903.
10. Wong TY, Klein R, Sharrett AR, et al. Retinal arteriolar narrowing and risk of coronary heart disease in men and women: the Atherosclerosis Risk in Communities Study. *JAMA* 2002;287:1153-1159
11. Cheung N, Sharrett AR, Klein R, Criqui MH, Islam FM, Macura KJ, Cotch MF, Klein BE, Wong TY. Aortic distensibility and retinal arteriolar narrowing: the multi-ethnic study of atherosclerosis. *Hypertension.* 2007 Oct;50(4):617-22.
12. Wong TY, Klein R, Couper DJ, et al. Retinal microvascular abnormalities and incident strokes: the Atherosclerosis Risk in Communities Study. *Lancet* 2001;358:1134-1140.
13. Yatsuya H, Folsom AR, Wong TY, Klein R, Klein BE, Sharrett AR; ARIC Study Investigators. Retinal microvascular abnormalities and risk of lacunar stroke: Atherosclerosis Risk in Communities Study. *Stroke.* 2010 Jul;41(7):1349-55.
14. Dahlof B, Stenkula S, Hansson L. Hypertensive retinal vascular changes: relationship to left ventricular hypertrophy and arteriolar changes before and after treatment. *Blood Press* 1992;1:35-44.
15. *Arch Neurology* 2006 Wong TY, Klein R, Sharrett AR, et al. Cerebral white matter lesion, retinopathy and incident clinical stroke. *JAMA* 2002;288:67-74
16. Wong TY, Mosley TH Jr, Klein R, et al. Retinal microvascular changes and MRI signs of cerebral atrophy in healthy, middle-aged people. *Neurology* 2003;61:806-811
17. *Stroke* 2002 Wong TY, Klein R, Sharrett AR, et al. Retinal microvascular abnormalities and cognitive impairment in middle-aged persons: the Atherosclerosis Risk in Communities Study. *Stroke* 2002;33:1487-1492
18. Duncan BB, Wong TY, Tyroler HA, Davis CE, Fuchs FD. Hypertensive retinopathy and incident coronary heart disease in high risk men. *Br J Ophthalmol* 2002;86:1002-1006.

- 19 Wong TY, Klein R, Nieto FJ, et al. Retinal microvascular abnormalities and 10-year cardiovascular mortality: a population-based case-control study. *Ophthalmology* 2003;110:933-940
19. Benitez-Aguirre P, Craig ME, Sasongko MB, Jenkins AJ, Wong TY, Wang JJ, Cheung N, Donaghue KC. Retinal vascular geometry predicts incident retinopathy in young people with type 1 diabetes: a prospective cohort study from adolescence. *Diabetes Care*. 2011 Jul;34(7):1622-7.
20. Tanabe Y, Kawasaki R, Wang JJ, Wong TY, Mitchell P, Daimon M, Oizumi T, Kato T, Kawata S, Kayama T, Yamashita H. Retinal arteriolar narrowing predicts 5-year risk of hypertension in Japanese people: the Funagata study. *Microcirculation*. 2010 Feb;17(2):94-102.
21. Wang JJ, Rochtchina E, Liew G, Tan AG, Wong TY, Leeder SR, Smith W, Shankar A, Mitchell P. The long-term relation among retinal arteriolar narrowing, blood pressure, and incident severe hypertension. *Am J Epidemiol*. 2008 Jul 1;168(1):80-8.
22. Smith W, Wang JJ, Wong TY, Rochtchina E, Klein R, Leeder SR, Mitchell P. Retinal arteriolar narrowing is associated with 5-year incident severe hypertension: the Blue Mountains Eye Study. *Hypertension*. 2004 Oct;44(4):442-7.
23. Kawasaki R, Tielsch JM, Wang JJ, Wong TY, Mitchell P, Tano Y, Tominaga M, Oizumi T, Daimon M, Kato T, Kawata S, Kayama T, Yamashita H. The metabolic syndrome and retinal microvascular signs in a Japanese population: the Funagata study. *Br J Ophthalmol*. 2008 Feb;92(2):161-6. Epub 2007 Oct 26.
24. Cuspidi C, Dell'Oro R, Grassi G. Retinal arteriolar narrowing as marker of renal dysfunction: potential value and limitations. *J Hypertens*. 2009 Nov;27(11):2162-4. No abstract available.
25. Kaushik S, Wang JJ, Wong TY, Flood V, Barclay A, Brand-Miller J, Mitchell P. Glycemic index, retinal vascular caliber, and stroke mortality. *Stroke*. 2009 Jan;40(1):206-12. Epub 2008 Oct 23.
26. Prediction of incident stroke events based on retinal vessel caliber: a systematic review and individual-participant meta-analysis. McGeechan K, Liew G, Macaskill P, Irwig L, Klein R, Klein BE, Wang JJ, Mitchell P, Vingerling JR, de Jong PT, Wittman JC, Breteler MM, Shaw J, Zimmet P, Wong TY. *Am J Epidemiol*. 2009 Dec 1;170(11):1323-32.
27. Improvement in Hypertensive Retinopathy after Treatment of Hypertension, Mark W.J. Strachan, M.D. John A. McKnight, M.D. *NEJM*, Volume 352:May 5, 2005 Number 18
28. Sjølie AK, Klein R, Porta M, Orchard T, Fuller J, Parving HH, Bilous R, Chaturvedi N; DIRECT Programme Study Group. Effect of candesartan on progression and regression of retinopathy in type 2 diabetes (DIRECT-Protect 2): a randomised placebo-controlled trial. *Lancet*. 2008 Oct 18;372(9647):1385-93. Epub 2008 Sep 25.
29. TalkingEyes-and-more. Michelson G. *Biomed Tech (Berl)*. 2005 Jul-Aug;50(7-8):218-26.
30. Associations between the Metabolic Syndrome and Retinal Microvascular Signs: The Atherosclerosis Risk in Communities Study. Tien Yin Wong et al., *IOVS* 2004;45:2949-2954
31. Are Retinal Arteriolar or Venular Diameters Associated with Markers for Cardiovascular Disorders? The Rotterdam Study. Kamran Ikram et al., *IOVS* 2004;45:2129-2134
32. Relationships between Age, Blood Pressure, and Retinal Vessel Diameters in an Older Population. Harry Leung et al., *IOVS* 2003;44:2900-2904
33. Retinal microvascular abnormalities and incident stroke: the Atherosclerosis Risk in Communities Study Tien Yin Wong et al., *Lancet*, 1134-1140, 2001
34. Subcortical silent brain infarction as a risk factor for clinical stroke. Kobayashi S, Okada K, Koide H, et al: *Stroke* 28:1932-9, 1997
35. Retinal microvascular abnormalities and ten-year cardiovascular mortality: a population-based casecontrol study. Wong TY, Klein R, Nieto FJ, et al. *Ophthalmology* 2003; 110: 933-40.
36. Pilot study for the evaluation of morphological and functional changes in retinal blood flow in patients with insulin resistance and/or type 2 diabetes mellitus. Forst T, Weber MM, Mitry M,

- Schöndorf T, Forst S, Tanis M, Pfützner A, Michelson G. *J Diabetes Sci Technol*. 2012 Jan 1;6(1):163-8.
37. Salt intake determines retinal arteriolar structure in treatment resistant hypertension independent of blood pressure. Raff U, Harazny JM, Titze SI, Schmidt BM, Michelson G, Schmieder RE. *Atherosclerosis*. 2012 May;222(1):235-40. Epub 2012 Feb 10.
 38. Addition 2 diabetes well controlled on metformin of liraglutide in patients with Type monotherapy improves several markers of vascular function. Forst T, Michelson G, Ratter F, Weber MM, Anders S, Mitry M, Wilhelm B, Pfützner A. *Diabet Med*. 2012 Jan 30. doi: 10.1111/j.1464-5491.2012.03589.x.
 39. New software analyses increase the reliability of measurements of retinal arterioles morphology by scanning laser Doppler flowmetry in humans. Harazny JM, Raff U, Welzenbach J, Ott C, Ritt M, Lehmann M, Michelson G, Schmieder RE. *J Hypertens*. 2011 Apr;29(4):777-82.
 40. Wall-to-lumen ratio of retinal arterioles and arteriole-to-venule ratio of retinal vessels in patients with cerebrovascular damage. Baleanu D, Ritt M, Harazny J, Heckmann J, Schmieder RE, Michelson G. *Invest Ophthalmol Vis Sci*. 2009 Sep;50(9):4351-9. Epub 2009 Apr 1
 41. Analysis of retinal arteriolar structure in never-treated patients with essential hypertension. Ritt M, Harazny JM, Ott C, Schlaich MP, Schneider MP, Michelson G, Schmieder RE. *J Hypertens*. 2008 Jul;26(7):1427-34
 42. Effects of angiotensin II type 1-receptor blockade on retinal endothelial function. Ott C, Schlaich MP, Harazny J, Schmidt BM, Michelson G, Schmieder RE. *J Hypertens*. 2008 Mar;26(3):516-22.
 43. Increased wall:lumen ratio of retinal arterioles in male patients with a history of a cerebrovascular event. Harazny JM, Ritt M, Baleanu D, Ott C, Heckmann J, Schlaich MP, Michelson G, Schmieder RE. *Hypertension*. 2007 Oct;50(4):623-9. Epub 2007 Aug 13
 44. Morphometric age-related evaluation of small retinal vessels by scanning laser Doppler flowmetry: determination of a vessel wall index. Michelson G, Wärtges S, Baleanu D, Welzenbach J, Ohno-Jinno A, Pogorelov P, Harazny J. *Retina*. 2007 Apr-May;27(4):490-8.
 45. Valsartan and retinal endothelial function in elderly hypertensive patients. Oehmer S, Harazny J, Delles C, Schwarz T, Handrock R, Michelson G, Schmieder RE. *Blood Press*. 2006;15(3):185-91.
 46. Intravascular oxygen saturation in retinal vessels in normal subjects and open-angle glaucoma subjects. Michelson G, Scibor M. *Acta Ophthalmol Scand*. 2006 Jun;84(3):289-95.
 47. Effect of nos inhibition on retinal arterial and capillary circulation in early arterial hypertension. Michelson G, Wärtges S, Harazny J, Oehmer S, Delles C, Schmieder RE. *Retina*. 2006 Apr;26(4):437-44

Bilder

Abbildung 1: Hypertensive Retinopathie mit Mikroinfarkt

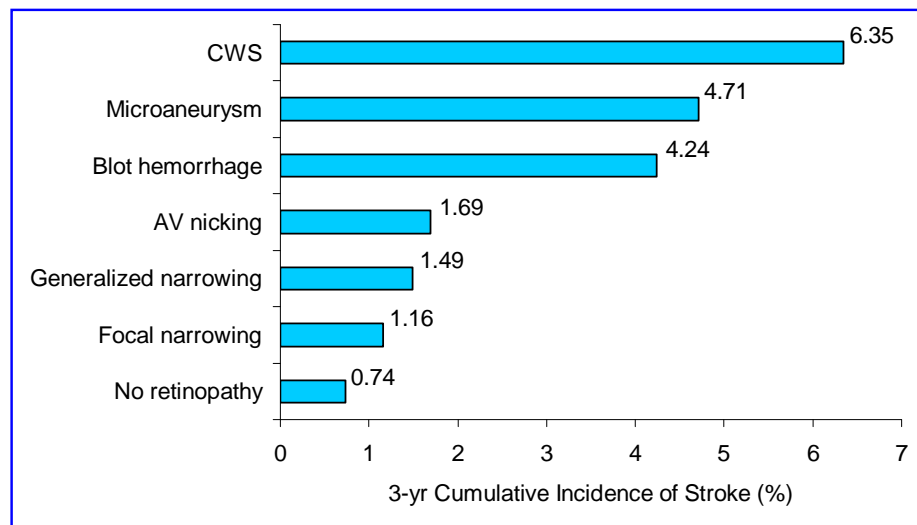
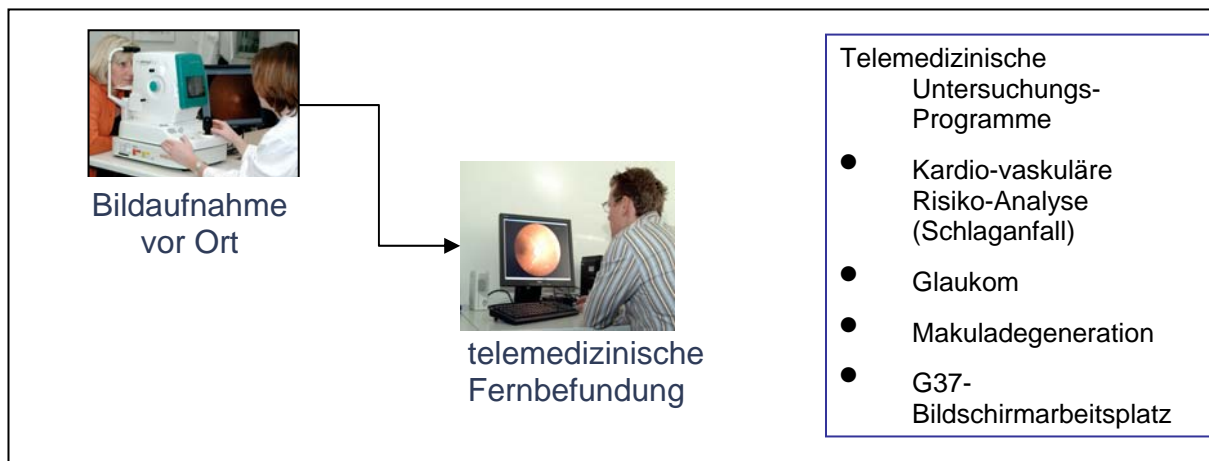


Abbildung 2:

3-jährige kumulative Inzidenz von Schlaganfall mit zunehmenden Grad der retinalen Mikroangioathie aus Wong TY, Klein R, Couper DJ, et al. Lancet, 2001

**Abbildung 3:**

Telemedizinische Untersuchungs-Programme bei talkingeeyes®




Abbildung 4: Regionale Verteilung der Ärzte des talkingeyes®-Netzwerkes

Tabelle 1
Ärzte im talkingeyes®-Netzwerk

Name	Ort	Adresse
1 Frau Dr. Ott	01744 Dippoldiswalde	Rabenauer Str. 9
2 Dr. Jörg Müller	07545 Gera	Lessingstraße 2
3 EPC GmbH - EUROPEAN PREVENTION CENTER	12163 Berlin	Schloßstraße 34
4 Dr. Rainer Weuffen	18055 Rostock	Salvador-Allende-Straße 28
5 Dr. Heike Meisel	18439 Stralsund	Bleistraße 13
6 Dr. med. Rainer Steeb	26389 Wilhelmshaven	Friedrich-Paffrath-Straße 98
7 Herr Falk Requadt	31785 Hameln	Hastenbecker Weg 2
8 Dr. Andreas Söchting	38440 Wolfsburg	Porschestraße 39
9 EPC GmbH - EUROPEAN PREVENTION CENTER	40235 Düsseldorf	Hans-Günther-Sohl-Straße 6-12
10 Kaiserberg Klinik	47057 Duisburg	Mühlheimer Strasse 48
11 Dr. Marcus Steinhaus / Dr. Angela Schmitz-Marcic	50374 Erftstadt, Lechenich	Bonner Straße 19
12 Prof. Dr. Mengden	53113 Bonn	Friedrich-Ebert-Allee
13 Dr. Sabine von Ehrlich-Treuenstädt	67549 Worms Hochheim	Rudolf-Heilgers-Straße 22
14 Dr. Eberhard Glatthaar	77886 Lauf	Hauptstraße 37a
15 Med. Reha-Einrichtungen der Stadt Radolfzell - Mettnau	78315 Radolfzell	Strandbadstraße 106
16 Dres. Kemih	79254 Oberried	Hauptstr. 31
17 Dr. med. Anette Müller-Leimbach	85080 Gaimersheim	Obere Marktstrasse 15
18 Dr. med. Martin Laser	90409 Nürnberg	Am Stadtpark 2
19 Dr. med. Hiltrud Holbach	90461 Nürnberg	Allersbergerstraße 96
20 Dr. Michael Bangemann	90461 Nürnberg	Nibelungenstraße 19
21 Dr. Kornelia Gierrth-Viebig	90480 Nürnberg	Urbanstraße 2
22 Dr. Thomas Schneider	90491 Nürnberg	Äußere Sulzbacher Str. 122
23 Dr. med. Ditterich	90768 Fürth Burgfarnbach	Bernbacher Strasse 17
24 Dr. Dieter Kuschma	91052 Erlangen	Allee am Röthelheimpark 6
25 Prof. Michelson	91054 Erlangen	Schwabachanlage 6
26 Dr. med. Denis Schiro	91161 Hilpoltstein	Kolpingstrasse 9
27 Dr. Schuback	91336 Heroldsbach	Hauptstraße 12
28 Dr. med. Ulrich Richter	93059 Regensburg	Weichser Weg 5
29 Dr. v. Düring	94032 Passau	Nibelungen Platz 1
30 Dipl. med. Holz	94060 Pocking	Klosterstraße 2
31 Dr. Peter Heinz	96132 Schlüsselfeld	Bamberger Straße 32


Tabelle 1
Ärzte im talkingeyes®-Netzwerk

hop



Willkommen bei Ihrer
AOK – Die Gesundheitskasse.

AOK Bayern









START > Shop > Aktionsprämien

Schrift anpassen: A- A A+

- » Jetzt anmelden
- » Prämienprogramm
- » Prämienshop
- » So funktioniert's
- » Kontakt

- » Datenschutz / Haftung
- » Impressum

Aktionsprämien

 Gegen leichte Verspannungen 800 Punkte Mehr	 Für eine bessere Haltung 900 Punkte Mehr	 Für eine bessere Haltung 1000 Punkte Mehr
 Entspannung für den Rücken	 Rundum verwöhnen	 Sorgen Sie rechtzeitig vor!

Login (für angemeldete Nutzer)

Benutzername:

Passwort:

[Anmelden](#)

» Passwort vergessen

» Registrieren

Scheckheft bestellen

SCHECKHEFT BESTELLEN!

» Mehr

Mitglied werden

MITGLIED WERDEN!



Willkommen bei Ihrer
AOK – Die Gesundheitskasse.

AOK Bayern



START > Shop > Aktionsprämien > Talkingeyes Untersuchung

Schrift anpassen: A- A A+

- » Jetzt anmelden
- » Prämienprogramm
- » Prämienshop
- » So funktioniert's
- » Kontakt

- » Datenschutz / Haftung
- » Impressum

Talkingeyes Untersuchung





**talking[®]
eyes**

**Talkingeyes Untersuchung
Sorgen Sie rechtzeitig vor!**

1500 Punkte

Jährlich erleiden ca. 250.000 Menschen einen Schlaganfall. Das standardisierte Untersuchungsprogramm talkingeyes ist eine qualitätsgesicherte Vorsorgeuntersuchung, die der Früherkennung von Erkrankungen des Gefäßsystems, wie Schlaganfall und Herzinfarkt dient und zur Prävention von vaskulärer Demenz und Normaldruckglaukom geeignet ist. Die Gefäße des Augenhintergrundes stehen dabei stellvertretend für die Gefäße im gesamten Körper, vor allem im Gehirn. Eine Teilnahme an talkingeyes zeigt Ihr persönliches Gefäßrisiko auf und ermöglicht Ihnen rechtzeitig geeignete präventive Maßnahmen zu ergreifen. Diese schließen neben weiterführenden Untersuchungen auch Änderungen ihres Lebensstiles (z.B. Stress, Ernährung, sportliche Betätigung) ein. Der Gutschein ist gültig bei allen Ärzten, die als Kooperationspartner von Talkingeyes u. More diese Untersuchung durchführen. Ein Übersichts der teilnehmenden Ärzte und weitere Informationen finden Sie unter [hier](#)

Login (für angemeldete Nutzer)

Benutzername:

Passwort:

[Anmelden](#)

» Passwort vergessen

» Registrieren

Scheckheft bestellen

SCHECKHEFT BESTELLEN!

» Mehr

Mitglied werden

MITGLIED WERDEN!

Abbildung 5:

Vergütung telemedizinischer Netzhautuntersuchungen von talkingeyes® erfolgt auch im Rahmen vom AOK Bayern-Prämienprogramm