

Smartphone als Netzhautkamera: Neue Chancen für die globale Augenversorgung

Internationale Übersichtsarbeit unter Bonner Federführung bewertet Potenzial und Grenzen Smartphone-basierter Netzhautbildgebung

Smartphones könnten künftig eine wichtige Rolle dabei spielen, Augenerkrankungen auch dort frühzeitig zu erkennen, wo spezialisierte augenärztliche Infrastruktur nur eingeschränkt verfügbar ist. Ein internationales Expertenteam unter Federführung des Universitätsklinikums Bonn (UKB) und der Universität Bonn hat nun den weltweiten Stand der Smartphone-basierten Fundusbildgebung umfassend bewertet. Die Forschenden zeigen, welche technischen und klinischen Möglichkeiten bereits heute bestehen, wo die Grenzen der Verfahren liegen und welche Voraussetzungen erfüllt sein müssen, damit Smartphone-basierte Netzhautbildgebung künftig breiter in Screening-, Triage- und telemedizinische Versorgungsstrukturen integriert werden kann.

Die Übersichtsarbeit erscheint jetzt im Fachjournal Progress in Retinal and Eye Research, einem der international renommiertesten ophthalmologischen Journale, das solche Beiträge ausschließlich auf Einladung veröffentlicht.

Smartphones sind weltweit weit verbreitet. Für die Netzhautbildgebung können ihre integrierten Kameras mit speziellen optischen Adaptern und Beleuchtungssystemen kombiniert werden. Dadurch entstehen kompakte und mobile Lösungen, die insbesondere für telemedizinische Anwendungen und für Regionen mit eingeschränktem Zugang zu augenärztlicher Versorgung interessant sein können. Unter Bonner Federführung analysierte ein internationales Autorenteam aus Deutschland, Großbritannien, Brasilien, Indien und den USA 30 technische Lösungen sowie 274 wissenschaftliche Publikationen und weitere relevante Quellen. Neben der technischen Entwicklung der verschiedenen Systeme wurden ihre klinischen Einsatzmöglichkeiten, Bildqualität und diagnostische Leistungsfähigkeit ebenso untersucht wie Telemedizin, künstliche Intelligenz (KI), die Einbindung nichtärztlicher Fachkräfte, regulatorische Anforderungen, Datenschutz und die Implementierung in unterschiedliche Gesundheitssysteme.

Analyse zeigt Potenzial für Screening und Triage

Einige Smartphone-basierte Systeme erreichen bereits heute eine Bildqualität und ein Sichtfeld, die in ausgewählten Anwendungsszenarien Screening oder Triage unterstützen können. Besonders relevant ist die bisherige Evidenz für die diabetische Retinopathie, für Veränderungen des Sehnervenkopfes bei Glaukom (Grünem Star) sowie für ausgewählte Anwendungen bei der Frühgeborenenretinopathie. „Smartphone-basierte Netzhautbildgebung ist inzwischen weit mehr als ein technisches Experiment. Unsere Analyse zeigt, dass sie ausgewählte Screening- und Triage-Szenarien bereits sinnvoll unterstützen kann. Gleichzeitig wollten wir sehr klar herausarbeiten, wo die Evidenz belastbar ist und wo noch wichtige Fragen offen sind“, sagt Privatdozent Dr. Maximilian Wintergerst von der Augenklinik des UKB, der auch an der Universität Bonn forscht.

Augenuntersuchungen näher zu den Menschen bringen

Gerade in Ländern mit begrenzten Ressourcen stehen dem Aufbau flächendeckender Screening-

Programme häufig fehlende technische Infrastruktur, ein Mangel an spezialisierten Fachkräften und hohe Kosten entgegen. Smartphone-basierte Bildgebung könnte hier ein Baustein innerhalb neuer, dezentraler Versorgungskonzepte sein. So können laut Analyse nach entsprechender Schulung auch andere medizinische Berufsgruppen verwertbare Netzhautbilder aufnehmen. Die Aufnahmen können anschließend telemedizinisch an spezialisierte Zentren übertragen und dort beurteilt werden. Ein solcher Ansatz kann insbesondere bei Erkrankungen von Bedeutung sein, bei denen große Bevölkerungsgruppen regelmäßig untersucht werden müssen. Dazu zählt etwa die diabetische Retinopathie. „Dabei ersetzt das Smartphone die augenärztliche Untersuchung nicht. Vielmehr kann es helfen, den Zugang zur retinalen Bildgebung zu erweitern, Betroffene mit auffälligen Befunden frühzeitig zu identifizieren und sie gezielter einer spezialisierten Diagnostik und Behandlung zuzuführen“, sagt Erstautor Raphael Lechtenboehmer aus der Arbeitsgruppe von Wintergerst, die auch selbst in diesem Bereich tätig ist und die Ansätze mit Smartphone-basierter Fundusfotografie in mehreren internationalen Projekten entwickelt und erprobt.

Künstliche Intelligenz könnte die mobile Bildgebung weiter verändern

Die Kombination Smartphone-basierter Netzhautbildgebung mit KI könnte künftig eine wichtige Rolle spielen. KI-Systeme könnten beispielsweise bereits bei der Aufnahme beurteilen, ob die Bildqualität ausreichend ist und ob der erforderliche Netzhautbereich vollständig abgebildet wurde. Darüber hinaus sind eine automatisierte Auswahl geeigneter Einzelbilder aus Bildsequenzen, die Zusammenführung mehrerer Aufnahmen sowie die computergestützte Erkennung krankhafter Veränderungen denkbar. „Gerade bei Screening-Programmen mit großen Patientenzahlen könnte eine solche automatisierte Unterstützung dazu beitragen, begrenzte personelle Ressourcen gezielter einzusetzen“, sagt Wintergerst.

Internationale Zusammenarbeit unter Bonner Federführung

Um für die Arbeit globale Expertise zu vereinen, brachte das Bonner Team Expertinnen und Experten aus verschiedenen Regionen der Welt zusammen. „Die Arbeit zeigt beispielhaft, wie wichtig internationale wissenschaftliche Zusammenarbeit ist, um globale Herausforderungen in der Augenheilkunde zu adressieren. Uns ist der enge Austausch mit führenden Partnern weltweit ein besonderes Anliegen. Dass ein internationales Expertenteam unter Bonner Federführung ein so dynamisches und klinisch relevantes Feld umfassend einordnet, unterstreicht die internationale Vernetzung und wissenschaftliche Sichtbarkeit unseres Standorts“, sagt Prof. Frank G. Holz, Direktor der Augenklinik des UKB und Mitglied des Exzellenzclusters ImmunoSensation3 der Universität Bonn.

Noch fehlen einheitliche Standards und große Implementierungsstudien

Die Analyse macht jedoch auch deutlich, dass für einen breiten Einsatz noch wesentliche Fragen geklärt werden müssen. Dazu zählen Unterschiede zwischen den unterschiedlichen Smartphone-Systemen hinsichtlich Bildqualität und Sichtfeld sowie deren Kompatibilität mit unterschiedlichen Smartphone-Modellen. Hinzu kommen Anforderungen an regulatorische Zulassung, Licht- und Gerätesicherheit, Datenschutz und Cybersicherheit. „Darüber hinaus ist noch nicht ausreichend untersucht, unter welchen Bedingungen Smartphone-basierte Screeningprogramme langfristig wirtschaftlich und nachhaltig betrieben werden können, und ob sie letztlich tatsächlich zu einer verbesserten Versorgung und besseren Behandlungsergebnissen führen“, sagt Wintergerst.

Die Autorinnen und Autoren fordern deshalb größere Implementierungs- und Kosten-Nutzen-Studien sowie Mindeststandards für die Berichterstattung zukünftiger Studien. Sie verstehen ihre Arbeit nicht nur als Bestandsaufnahme der verfügbaren Technologie, sondern auch als eine Orientierung für Kliniker, Forschende und Entscheidungsträger, die prüfen, wo Smartphone-basierte

Netzhautbildgebung sinnvoll in Screening-, Telemedizin- und Überweisungsstrukturen integriert werden kann.

Publikation: Lechtenboehmer R et al.: Smartphone-based fundus imaging in global eye care: Closing the gap; Progress in Retinal and Eye Research; DOI:
<https://doi.org/10.1016/j.preteyeres.2026.101515>