

## IMI Die dynamische Choroidea: Neue Erkenntnisse, Herausforderungen und mögliche Bedeutung für die menschliche Myopie

### A/Prof. Lisa Ostrin

PhD

IMI-Ausschussvorsitzende

Universität von Houston College of Optometry, Houston, TX, USA

Das Interesse an der Choroidea und ihrer Rolle die sie bei der Regulierung des Augenwachstums spielt sowie an den möglichen Auswirkungen auf die Entwicklung und Behandlung der Myopie nimmt zu.

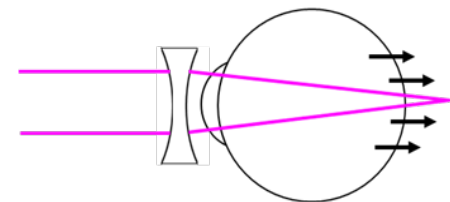
#### Was hat man aus Tiermodellen gelernt?

Es wurden umfangreiche Arbeiten an Tiermodellen durchgeführt, die die Erkenntnisse über die dynamische Natur der Choroidea und ihre potenzielle Rolle beim Augenwachstum und bei der Myopie aufzeigen. Drei wichtige Erkenntnisse aus Tiermodellen über die Choroidea und ihre Bedeutung für die menschliche Myopie sind:

(1) Bidirektionale kompensatorische Veränderungen der Choroideadicke treten als Reaktion auf optische Defokussierung auf, die längerfristige Veränderungen der okulären Wachstumsrate vorhersagen;

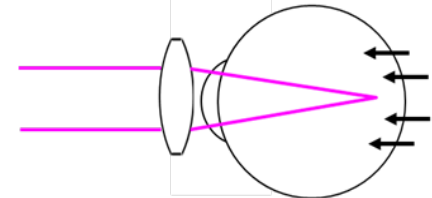
Hyperopischer Defokus (- Linse) -> **choroidale Ausdünnung** -> verstärktes sklerales Wachstum -> Myopie

-3 D lens → hyperopic defocus → myopia



Myopischer Defokus (+ Linse) -> **Verdickung der Choroidea** -> vermindertes Wachstum der Sklera -> Hyperopie

+3 D lens → myopic defocus → hyperopia



(2) Die Choroidea von Tiermodellen wird durch physiologische Faktoren, wie z. B. tageszeitliche Schwankungen der Dicke, beeinflusst. Wenn die normalen täglichen Schwankungen gestört sind, entstehen Brechungsfehler.

(3) Die Choroidea sondert Wachstumsfaktoren und Neurotransmittermoleküle ab, die die Angiogenese, den Matrixumsatz und das Wachstum des Auges regulieren und somit potenzielle Angriffspunkte für die Kontrolle der Myopie bieten.

Bei Tieren sagen die unmittelbaren bidirektionalen Veränderungen der Choroidea längerfristige Veränderungen des Augenwachstums voraus.

Weitere Forschungen sind erforderlich, um die Mechanismen zu verstehen, die diesen Ergebnissen zugrunde liegen, und um zu untersuchen, ob die Choroidea optisch oder pharmakologisch manipuliert werden kann, um die Entwicklung von Myopie zu verhindern.

#### **Wie messen wir Veränderungen der Choroidea?**

Die Aderhaut lässt sich nur schwer darstellen und quantifizieren. Die axiale Länge kann als Indikator für Veränderungen der Choroideadicke dienen, aber dieser Ansatz hat seine Grenzen. Die optische Kohärenztomographie (OCT) ermöglicht eine hochauflösende Darstellung der Choroidea und liefert direkte Messungen der Choroideadicke. Allerdings ist der hintere Rand der Choroidea oft schwer zu erkennen, und die Analyse von OCT-Bildern erfordert häufig eine manuelle Segmentierung; Forscher arbeiten aktiv an der Entwicklung automatischer Methoden. Darüber hinaus stehen alternative bildgebende Verfahren wie die Laser-Doppler-Velocimetrie und die optische Kohärenztomographie-Angiographie (OCT-A) für die Beurteilung des Blutflusses in der Choroidea zur Verfügung. Um das Feld voranzubringen, ist es von entscheidender Bedeutung, die Entwicklung und Validierung relevanter Instrumente fortzusetzen, standardisierte Messprotokolle zu etablieren und bildgebende Verfahren zu verbessern, um selbst subtile Veränderungen der Choroideadicke präzise zu quantifizieren.

#### **Welche klinischen Auswirkungen hat die Bildgebung der Choroidea?**

Es gibt keinen klaren Konsens über die Rolle der Aderhautbildgebung bei der klinischen Behandlung von Myopie. Darüber hinaus bestehen für die meisten Kliniker nach wie vor erhebliche Hindernisse bei der Messung der Choroideadicke, und die derzeitigen Methoden sind sowohl schwierig als auch zeitaufwändig.

#### **Was haben wir aus Humanstudien gelernt?**

Dünnere Choroide werden im Allgemeinen mit höherer Myopie und größeren Achsenlängen in Verbindung gebracht. Geschlecht und ethnische Zugehörigkeit können die Choroideadicke beeinflussen, aber die Ergebnisse sind uneinheitlich. Es besteht eine nasal-temporale Asymmetrie, wobei sich die nasale Choroidea durchweg als dünner erweist.

- (1) Physiologische Faktoren beeinflussen die Choroideadicke
  - Tagesrhythmus - mehrere Studien haben gezeigt, dass die Choroidea während der Nacht dicker und tagsüber dünner ist
  - Körperliche Aktivität - die Ergebnisse hinsichtlich des Einflusses körperlicher Aktivität sind widersprüchlich, wobei in einigen Studien eine Beeinflussung der Aderhautdicke festgestellt wurde, während in anderen Studien kein Einfluss festgestellt wurde.
  - Schwangerschaft - die Choroidea verdickt sich wahrscheinlich während einiger Monate der Schwangerschaft
  - Wasseraufnahme - die Choroidea kann 5 Minuten nach der Einnahme von einem Liter Wasser eine geringe Zunahme der Dicke erfahren
- (2) Pharmakologische Wirkstoffe beeinflussen die Choroideadicke - kleine und vorübergehende Veränderungen werden beobachtet:
  - Eine Zunahme der Dicke wurde bei Atropin, Homatropin und Alkohol beobachtet.
  - Keine Veränderung wurde mit Phenylephrin beobachtet
  - Bei Tropicamid und Koffein wurde eine Verdünnung der Aderhaut beobachtet.
  - Widersprüchliche Ergebnisse für Cyclopentolat und Nikotin (dünner oder keine Veränderung) und Pilocaprin (dicker oder keine Veränderung)
- (3) Optische Faktoren beeinflussen die Choroideadicke - kleine und vorübergehende Veränderungen werden beobachtet:
  - Zunahme der Dicke bei 1000 Lux oder beim Lesen von weißem Text auf dunklerem Hintergrund
  - Ausdünnung bei Akkommodation oder beim Lesen von schwarzem Text auf hellerem Hintergrund
  - Widersprüchliche Belege für Veränderungen der Choroideadicke bei hyperopem Defokus (Verdickung oder keine Veränderung), myopem Defokus (Ausdünnung oder

keine Veränderung) oder bei Exposition gegenüber verschiedenen spektralen Zusammensetzungen von Licht oder virtueller Realität

### **Welche Auswirkungen hat dies auf Myopie und Myopiekontrolle?**

Derzeit gibt es keine ausreichenden Beweise, um die Hypothese zu stützen oder zu widerlegen, dass Veränderungen der Choroideadicke auf kurzfristige optische oder umweltbedingte Reize oder nach der Instillation pharmakologischer Wirkstoffe (d. h. 5-60 Minuten) zuverlässige Prädiktoren für längerfristige Veränderungen der Achsenlänge sind und damit auch für die Frage, ob ein Reiz als Marker für die Wirksamkeit von Behandlungen zur Myopiekontrolle myopiefördernd oder schützend ist.

### **Welche weiteren Forschungsfragen sind noch zu beantworten?**

- Welche Rolle spielt die Choroidea genau bei der Regulierung des Augenwachstums? Ist sie ein aktiver Vermittler, ein passiver Signalübermittler, eine Diffusionsbarriere oder eine Kombination dieser Funktionen?
- Haben die kurzfristigen Veränderungen der Choroideadicke, die bei verschiedenen Erkrankungen beobachtet werden, einen langfristigen Einfluss auf die Wachstumsrate des Auges?
- Sind die Zusammenhänge zwischen dickeren Choroiden und kürzeren Augen oder weniger myopen Brechungsfehlern sowie dünneren Choroiden und längeren Augen oder mehr Myopie kausal oder lediglich ein Nebenprodukt des veränderten Wachstums?

### **DANKSAGUNGEN**

Dieses IMI-Weißbuch wurde von der IMI-Programmdirektorin Dr. Nina Tahhan PhD, MPH, BOptom zusammengefasst. Eine vollständige Liste der Mitglieder der IMI-Taskforce und die vollständigen IMI-Weißbücher finden Sie unter [myopiainstitute.org](http://myopiainstitute.org). Die Kosten für die Veröffentlichung und Übersetzung der klinischen Zusammenfassung wurden durch Spenden von BHVI, ZEISS, EssilorLuxottica, CooperVision, Alcon, HOYA, Théa und Oculus unterstützt. Translated by Peter Wagner PhD. Optometry.

### **REFERENZEN**

Lisa A. Ostrin, Elise Harb, Debora L. Nickla, Scott A. Read, David Alonso-Caneiro, Falk Schroedl, Alexandra Kaser-Eichberger, Xiangtian Zhou, Christine F. Wildsoet; IMI-Die dynamische Choroidea: New Insights, Challenges, and Potential Significance for Human Myopia. Invest. Ophthalmol. Vis. Sci. 2023;64(6):4. doi: <https://doi.org/10.1167/iovs.64.6.4>.

### **KORRESPONDENZ**

Brien Holden Vision Institute Ltd  
Ebene 4, Nordflügel, Rupert Myers Building, Tor 14 Barker Street,  
Universität von New South Wales, UNSW NSW 2052  
[imi@bhvi.org](mailto:imi@bhvi.org)