

## IMI Động học của hắc mạc: Những quan điểm mới, thách thức và tầm quan trọng đối với cận thị trên người.

### A/Prof. Lisa Ostrin

PhD

IMI Committee Chair

University of Houston College of Optometry, Houston, TX, USA

Chủ tịch Ủy ban Viện cận thị thế giới

Trường khúc xạ nhãn khoa, Đại học Houston, Houston, TX, USA

There is increasing interest in the role the choroid plays in the regulation of eye growth and the potential implications this has on the development and treatment of myopia.

*Ngày càng có nhiều mối quan tâm về vai trò của hắc mạc trong việc điều chỉnh sự phát triển của nhãn cầu và những tác động tiềm ẩn của điều này tới sự tiến triển và điều trị cận thị.*

#### What has been learned from animal models?

Extensive work has been performed in animal models, guiding and informing what is known about the dynamic nature of the choroid and its potential role in eye growth and myopia. Three key findings from animal models regarding the choroid and its relevance to human myopia are:

#### Điều gì đã được thấy từ mô hình động vật?

*Rất nhiều công trình đã được thực hiện trên mô hình động vật, hướng dẫn và cung cấp thông tin về những gì đã biết về bản chất động học tự nhiên của hắc mạc, và những vai trò tiềm ẩn của hắc mạc tới sự phát triển của nhãn cầu và cận thị. Ba phát hiện chính từ mô hình động vật về hắc mạc và sự liên quan tới cận thị ở người là:*

- (1) Bidirectional compensatory changes in choroidal thickness occur in response to optical defocus, which predict longer term changes ocular growth rate;  
(1) Những thay đổi bù trừ hai chiều về chiều dày hắc mạc xảy ra để đáp ứng với sự lệch tiêu quang học, điều này dự đoán những thay đổi về lâu dài của tốc độ phát triển nhãn cầu.

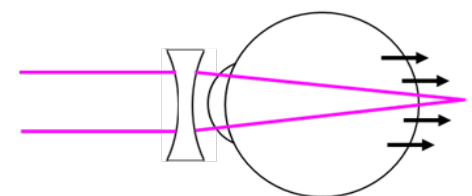
Hyperopic defocus (- lens) → **choroidal thinning** → increased scleral growth → myopia

Myopic defocus (+ lens) → **choroidal thickening** → decreased scleral growth → hyperopia

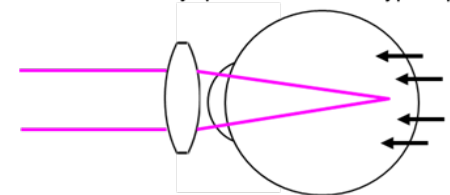
Lệch tiêu viễn thị (kính -) → hắc mạc mỏng hóa → tăng sự phát triển của củng mạc → cận thị

Lệch tiêu cận thị (kính +) → hắc mạc dày lên → giảm sự phát triển củng mạc → viễn thị

-3 D lens → hyperopic defocus → myopia



+3 D lens → myopic defocus → hyperopia



(2) The choroid of animal models is influenced by physiological factors, such as diurnal oscillations in thickness. When normal diurnal variations are disrupted, refractive errors develop.

(2) Hắc mạc trên các nghiên cứu ở động vật bị ảnh hưởng bởi các yếu tố sinh lý, chẳng hạn như dao động ngày đêm ở độ dày. Khi các biến đổi ngày đêm bị gián đoạn, các tật khúc xạ sẽ phát triển.

(3) The choroid secretes growth factors and neurotransmitter molecules that regulate angiogenesis, matrix turnover, and ocular growth, providing potential targets for myopia control.

(3) Hắc mạc tiết ra các yếu tố tăng trưởng và các phân tử dẫn truyền thần kinh giúp điều chỉnh sự hình thành mạch máu, luân chuyển chất nên gian bào và sự phát triển nhãn cầu, và đây cũng là các mục tiêu tiềm năng cho kiểm soát cận thị.

In animals, the immediate bidirectional changes of the choroid predict longer term changes in eye growth.

Further research is needed to understand the mechanisms underlying these findings and explore the feasibility of optically or pharmacologically manipulating the choroid to prevent myopia development.

Ở động vật, những thay đổi hai chiều tức thời của hắc mạc dự đoán những thay đổi lâu dài hơn trong sự phát triển của nhãn cầu. Việc nghiên cứu sâu hơn là cần thiết để hiểu về các cơ chế nền tảng cho những phát hiện này và khám phá ra tính khả thi của các phương pháp quang học hoặc dược học lên hắc mạc để ngăn ngừa sự phát triển cận thị.

### **How do we measure choroidal changes?**

The choroid can be difficult to visualise and quantify. Axial length can serve as a proxy for changes in choroidal thickness, but this approach has its limitations. Optical coherence tomography (OCT) enables high-resolution imaging of the choroid and provides direct measurements of choroidal thickness. However, the posterior border of the choroid is often difficult to detect and the analysis of OCT images often requires manual segmentation; researchers are actively working on developing automated methods. Additionally, alternative imaging techniques like laser doppler velocimetry and optical coherence tomography angiography (OCT-A) are available for evaluating choroidal blood flow. To advance the field, it is crucial to continue developing and validating relevant instrumentation, establish standardized measurement protocols, and enhance imaging techniques to precisely quantify even subtle changes in choroidal thickness.

### **Làm thế nào để chúng ta đo đạc được sự thay đổi của hắc mạc?**

Hắc mạc có thể khó để hình dung và đo lường. Chiều dài trục nhãn cầu có thể đóng vai trò đại diện cho những thay đổi độ dày hắc mạc, nhưng phương pháp này lại có nhiều hạn chế. Chụp OCT cho phép chụp ảnh hắc mạc với độ phân giải cao và cung cấp các phép đo độ dày hắc mạc trực tiếp. Tuy nhiên, bờ sau của hắc mạc thường khó phát hiện và việc phân tích bằng hình ảnh OCT thường yêu cầu thực hiện bằng thao tác thủ công. Các nhà nghiên cứu đang tích cực làm việc để phát triển các phương pháp đo tự động. Ngoài ra, các kỹ thuật hình ảnh thay thế như ứng dụng laser Doppler đo hiệu ứng dòng chảy và chụp OCT-A có sẵn để đánh giá lưu lượng máu hắc mạc. Để nâng cao lĩnh vực này, điều quan trọng là tiếp tục phát triển và thẩm định các thiết bị cần thiết, thiết lập các quy trình đo được tiêu chuẩn hóa, và nâng cao kỹ thuật hình ảnh để đo chính xác những thay đổi nhỏ nhất của hắc mạc.

### **What are the clinical implications of choroidal imaging?**

There is no clear consensus on the role of choroidal imaging in the clinical management of myopia. In addition, for most clinicians, there remain significant barriers to measuring choroidal thickness, and current approaches are both challenging and time-consuming.

### **Ứng dụng trên lâm sàng của hình ảnh hắc mạc?**

Không có sự đồng thuận rõ ràng về vai trò của hình ảnh hắc mạc trong quản lý cận thị trên lâm sàng. Ngoài ra, đối với hầu hết các bác sĩ lâm sàng, vẫn còn những khó khăn đáng kể trong việc đo độ dày hắc mạc và các phương pháp hiện nay đều phức tạp và tốn thời gian.

### **What have we learned from human studies?**

Thinner choroids are generally associated with higher levels of myopia and longer axial lengths. Gender and ethnicity may influence choroidal thickness, but findings are inconsistent. There is nasal-temporal asymmetry, with the nasal choroid consistently shown to be thinner.

### **Chúng ta đã học được những gì từ nghiên cứu trên người?**

Hắc mạc mỏng hơn thường liên quan tới cận thị cao hơn và chiều dài trục nhãn cầu dài hơn. Giới tính và chủng tộc có thể ảnh hưởng tới độ dày của hắc mạc, nhưng những phát hiện không có tính nhất quán. Có sự bất đối xứng mũi và thái dương với hắc mạc phía mũi mỏng hơn.

#### (1) Physiological factors affect choroidal thickness

- Diurnal rhythm – several studies have demonstrated that the choroid is thicker during the night and thinner during the day
- Physical activity – findings are conflicting regarding the influence of physical activity, with some studies reporting that thickness may be affected and others reporting no affect
- Pregnancy –the choroid likely thickens during some months of pregnancy
- Water intake – the choroid may undergo a small increase in thickness after 5 minutes of ingesting one liter of water

#### (1) Các yếu tố sinh lý ảnh hưởng tới độ dày hắc mạc

- *Nhịp ngày đêm – một số nghiên cứu đã chứng minh hắc mạc dày hơn vào ban đêm và mỏng hơn vào ban ngày.*
- *Hoạt động thể chất – những phát hiện đang mâu thuẫn về ảnh hưởng của hoạt động thể chất. Với một số nghiên cứu chỉ ra rằng độ dày hắc mạc có thể bị ảnh hưởng nhưng một số khác thì báo cáo là không ảnh hưởng.*
- *Thai kỳ – Hắc mạc có thể dày lên trong một số tháng của thai kỳ.*
- *Uống nước – Hắc mạc có thể xảy ra một sự gia tăng nhỏ về chiều dày sau 5 phút uống một lít nước.*

#### (2) Pharmacological agents affect choroidal thickness – small and transient changes observed:

- Increased thickness has been observed with Atropine, Homatropine and Alcohol
- No change has been observed with Phenylephrine
- Thinning has been observed with Tropicamide and Caffeine
- Conflicting evidence for Cyclopentolate and Nicotine (thinner or no change) and Pilocarpine (thicker or no change)

#### (2) Tác nhân dược lý ảnh hưởng tới độ dày hắc mạc – những thay đổi nhỏ và thoáng qua được quan sát

- *Tăng độ dày được thấy với Atropine, Homatropine và Alcohol*
- *Không thay đổi độ dày khi sử dụng phenylephrine*
- *Mỏng hắc mạc được thấy với Tropicamide và Caffeine*
- *Bằng chứng mâu thuẫn đối với Cyclopentolate và Nicotine (mỏng hơn hoặc không thay đổi) và Pilocarpine (dày hơn hoặc không thay đổi)*

#### (3) Optical factors affect choroidal thickness – small and transient changes observed:

- Increased thickness when exposed to 1000 lux or when reading white text on a darker background
- Thinning with accommodation or when reading black text on a lighter background
- Conflicting evidence for changes in choroidal thickness when exposed to hyperopic defocus (thickening or no change), myopic defocus (thinning or no change), or exposure to various spectral compositions of light or virtual reality.

#### (3) Yếu tố quang học ảnh hưởng tới độ dày hắc mạc – những thay đổi nhỏ và tạm thời được thấy:

- *Tăng độ dày khi tiếp xúc với ánh sáng 1000 lux hoặc khi đọc văn bản màu trắng trên nền tối hơn*
- *Mỏng hơn khi điều tiết hoặc khi đọc chữ màu đen trên nền sáng hơn*
- *Bằng chứng mâu thuẫn về sự thay đổi độ dày hắc mạc khi bị lệch tiêu viễn thị (dày lên hoặc không đổi), lệch tiêu cận thị (mỏng đi hoặc không thay đổi) hoặc tiếp xúc với các thành phần quang phổ khác nhau của ánh sáng hoặc thực tế ảo.*

### What are the implications in myopia and myopia control?

There is currently **insufficient evidence** to either support or refute the hypothesis that changes in choroidal thickness to short-term optical or environmental cues or after instillation of pharmacological agents (i.e., 5-60 minutes) are reliable predictors of longer-term changes in axial length and thus whether a stimulus is myopiagenic or protective, as a marker of efficacy for myopia control treatments

### Ứng dụng trong cận thị và kiểm soát cận thị là gì?

Hiện tại không có đủ bằng chứng để minh chứng hoặc bác bỏ giả thuyết cho rằng những sự thay đổi độ dày hắc mạc đối với các tín hiệu quang học hoặc môi trường ngắn hạn hoặc sau khi nhỏ thuốc (ví dụ 5-60 phút) là những yếu tố dự đoán đáng tin cậy về những thay đổi dài hạn hơn trong sự thay đổi chiều dài trục nhãn cầu và cho dù một yếu tố là kích thích cận thị hay là yếu tố bảo vệ. Như một dấu hiệu đánh giá hiệu quả của phương pháp điều trị kiểm soát cận thị.

### What further research questions remain to be answered?

- What is the exact nature of the choroid's role in eye growth regulation? Is it an active mediator, a passive signal relay, a diffusion barrier, or a combination of these functions?
- Do the short-term changes in choroidal thickness observed in various conditions have a long-lasting impact on the rate of ocular growth?
- Are the associations between thicker choroids and shorter eyes or less myopic refractive errors, as well as thinner choroids and longer eyes or more myopia, causal or merely a by-product of altered growth?

### Những câu hỏi nghiên cứu xa hơn cần được trả lời?

- Bản chất chính xác về vai trò hắc mạc trong việc điều chỉnh sự phát triển của nhãn cầu là gì? Có phải một yếu tố trung gian tích cực, một tác nhân dẫn truyền tín hiệu thụ động, một rào cản khuếch tán hay là sự kết hợp của các chức năng này?
- Những thay đổi ngắn hạn của độ dày hắc mạc được quan sát trong các điều kiện khác nhau có tác động lâu dài tới tốc độ phát triển của nhãn cầu không?
- Có phải mối liên hệ giữa hắc mạc dày hơn và những mắt ngắn hơn hoặc ít cận thị hơn, cũng như hắc mạc mỏng hơn và mắt dài hơn hoặc cận thị cao hơn là nguyên nhân hay chỉ đơn thuần là kết quả của quá trình phát triển bị thay đổi.

### ACKNOWLEDGMENTS

This IMI White Paper was summarised by IMI Program Director Dr Nina Tahhan PhD, MPH, BOptom. A full list of the IMI taskforce members and the complete IMI white papers can be found at [myopiainstitute.org](http://myopiainstitute.org). The publication and translation costs of the clinical summary was supported by donations from the Brien Holden Vision Institute, ZEISS, EssilorLuxottica, CooperVision, Alcon, HOYA, Théa, and Oculus.

### REFERENCE

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—The Dynamic Choroid: 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>.

### CORRESPONDENCE

Brien Holden Vision Institute Ltd  
Level 4, North Wing, Rupert Myers Building, Gate 14 Barker Street,  
University of New South Wales, UNSW NSW 2052  
[imi@bhvi.org](mailto:imi@bhvi.org)