SỰ PHÁT TRIỂN THỊ LỰC

TÁC GIẢ

Kathryn Saunders: Đại học Ulster, Bắc Ai-len

THẨM ĐỊNH

Tim Fricke: Đại học Melbourne, Melbourne, Australia

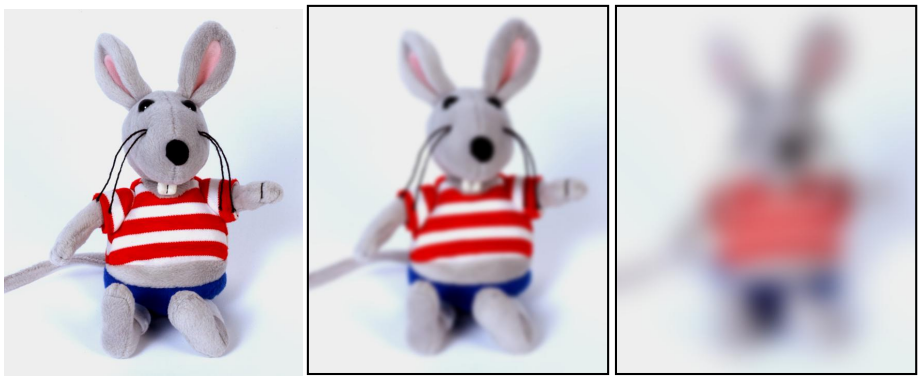
GIỚI THIỆU

Trong bài này, chúng ta sẽ nói về sự phát triển thị lực tương phản cao trong suốt thời kì nhũ nhi và tuổi nhỏ, và xem xét những lí do cơ bản của sự cải thiện thị lực trong những tháng và năm đầu của cuộc đời.

SỰ PHÁT TRIỂN THỊ LỰC

Người ta đã công nhận từ lâu rằng những trẻ rất nhỏ không nhìn được tốt như người lớn, nhưng việc đo thị lực trên thực tế chỉ có thể thực hiện được từ khi có điện chẩm kích thích thị giác và các phương pháp hướng nhìn thiên vị. Mặc dù các nghiên cứu cung cấp các số đo khác nhau, nhưng thị lực của trẻ sơ sinh thường ở khoảng 6/180 hoặc thấp hơn.

Hình 3.1 minh họa ảnh hưởng của giảm thị lực đối với cảnh nhìn. Điều này có thể giúp chúng ta hiểu được thị lực của một đứa trẻ được cải thiện như thế nào nhờ sự cải thiện quá trình xử lí thông tin thị giác tương phản cao. Tuy nhiên, cần coi rằng ở hệ thống thị giác chưa hoàn thiện, không chỉ quá trình xử lí thông tin thị giác tương phản cao đang phát triển và thay đổi mà các mặt khác của chức năng thị giác bao gồm sắc giác và thị lực tương phản, tất cả những yếu tố này có thể ảnh hưởng đến hình ảnh được thấy trong thí dụ này. Do đó, sự mô phỏng này không thể mô tả đầy đủ đứa trẻ nhìn thế nào.

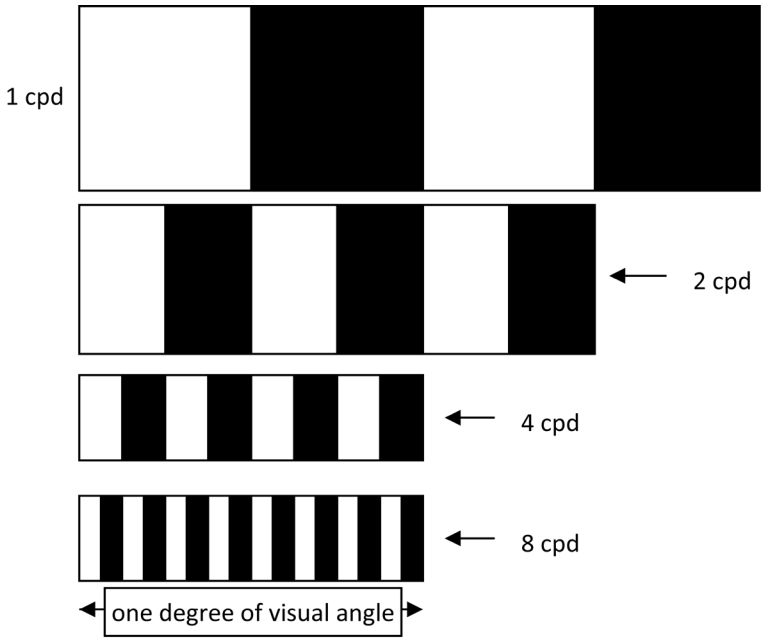


6/6 6/18 6/180

Hình 3.1 *Ảnh hưởng của giảm thị lực đối với cảnh nhìn*

Mặc dù các thầy thuốc có thể nói đến thị lực 6/180 ở một trẻ sơ sinh, rõ ràng các chữ Snellen không được dùng để có được những số đo này (trẻ sơ sinh không đọc được bảng Snellen), nhưng có thể có được những kết quả khi dùng các số đo như chu kì/độ (cycles per degree - cpd) được chuyển thành phân số Snellen. Điều này thuận tiện cho các thầy thuốc làm việc với các đơn vị Snellen hoặc LogMAR, nhưng cần phải thận trọng khi so sánh thị lực của người lớn đo bằng các chữ Snellen với số liệu thị lực của trẻ em được ghi dưới dạng Snellen. Mặc dù có thể chuyển chu kì/độ thành giá trị tương đương Snellen, như đã trình bày ở Chương 1, hai loại kích thích (dạng cách tử hoặc dạng bàn cờ đam so với chữ) là một nhiệm vụ hoàn toàn khác đối với hệ thống thị giác.

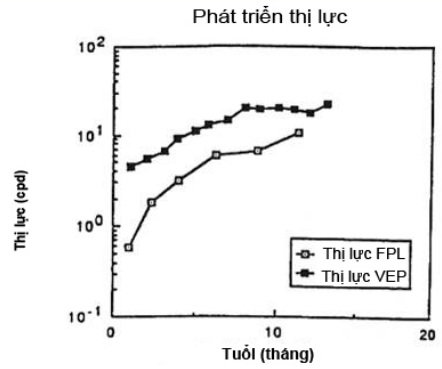
Trước khi xem xét sự phát triển thị lực, chúng ta cần giải thích rõ khái niệm chu kì/độ (cpd). Một chu kì là một vạch đen (hoặc xám) và một vạch trắng ở hình cách tử và số chu kì trong 1° của góc nhìn là kết quả đo. Hình 3.2 cho thấy các cách tử 1 cpd, 2 cpd, 4 cpd và 8 cpd. Do số chu kì/độ tăng như vậy nên nhà khoa học thị giác gọi là tần số không gian. Tần số không gian càng cao thì, chu kì/độ càng nhiều và chi tiết của hình cách tử càng nhỏ. Số chu kì/độ càng ít thì, tần số không gian thấp. Sự tăng gấp đôi hoặc giảm một nửa tần số không gian được gọi là thay đổi octa (Hình 3.2). Thí dụ, tăng 2 octa trong tần số không gian sẽ làm cho cách tử 2cpd trở thành 8cpd. Thị lực 30 cpd bằng một đơn vị tương đương Snellen 6/6, 6cpd bằng 6/30 và 1cpd bằng 6/180



Hình 3.2 *Thay đổi octa trong tần số không gian*

Kết quả thị lực kém đo được ở trẻ sơ sinh cho thấy sự thay đổi nhanh trong 6 tháng đầu của cuộc đời, sau đó tiếp tục tăng lên đến khi đạt được số đo của người lớn ở trẻ lớn. Tuổi có thể đo được kết quả giống của người lớn phụ thuộc rất nhiều vào phương pháp đo thị lực như đã trình bày ở Chương 1. Đối với các phương pháp lâm sàng hơn cho các nhà khúc xạ nhãn khoa (bảng hướng nhìn thiên vị, bảng so khớp chữ và hình), các giá trị giống như của người lớn thường không đạt được ở trẻ dưới khoảng 4-6 tuổi. Chuẩn theo tuổi cho các bảng thị lực để dùng cho trẻ em ở các tuổi khác nhau đã được nêu ở Chương 1. Khi sử dụng VEP, thị lực giống như của người lớn có thể đạt được ở khoảng 6 tháng tuổi, nhưng như đã trình bày ở Chương 1, kết quả này có thể đánh giá quá mức chức năng thực tế của hệ thống thị giác của trẻ nhỏ nói chung, không phản ánh sự trưởng thành vẫn còn tiếp tục ở các mức vỏ não cao hơn.

KHÁC BIỆT GIỮA CÁC PHƯƠNG PHÁP ĐO

ĐIỆN CHẨM KÍCH THÍCH (VEP)	Như đã trình bày ở Chương 1, điện chẩm kích thích thị giác (VEP) là một khám nghiệm khách quan đánh giá đáp ứng thị giác ở mức vỏ não thị giác nhưng không đánh giá được ở mức cao hơn. Không đòi hỏi sự hiểu biết hoặc kinh nghiệm của đứa trẻ và (mặc dù điều này làm cho việc đo tương đối dễ dàng khi nhận thức của bệnh nhân còn hạn chế) không phản ánh chính xác chức năng trong thế giới thực.
HƯỚNG NHÌN THIÊN VỊ	Các phương pháp hướng nhìn thiên vị cũng đã được các nhà khoa học thị giác dùng để đánh giá sự phát triển thị lực. Kết quả thu được từ các phương pháp này bị ảnh hưởng nhiều hơn bởi kĩ năng của người khám và sự chú ý của đứa trẻ cũng như ý muốn thực hiện khám nghiệm hoặc khả năng điều khiển chuyển động mắt đứa trẻ. Cả 2 phương pháp đều có những hạn chế, nhưng đều cung cấp cho cộng đồng khoa học thị giác nhiều thông tin về sự phát triển thị lực và tiếp tục được các bác sĩ điều trị sử dụng rộng rãi để đáng giá chức năng của những bệnh nhân hiểu biết hạn chế hoặc có khó khăn giao tiếp.  Sự phát triển thị lực cách tử (c/deg) theo tháng tuổi. Số liệu VEP của Norcia and Tyler (1985), số liệu FPL của Gwiazda và cs (1980) **Hình 3.3** *Kết quả thực nghiệm của 2 nghiên cứu cổ điển về sự phát triển thị lực ở trẻ nhỏ* Hình 3.3 cho thấy kết quả thực nghiệm của 2 nghiên cứu cổ điển về sự phát triển thị lực của trẻ nhỏ. Những kết quả khác biệt từ nghiên cứu VEP của Norcia và Tyler (1985) và nghiên cứu FPL (hướng nhìn thiên vị buộc chọn) của Gwiazda và cs (1980) minh họa sự khác biệt giữa điện sinh lí và các phương pháp đo thị lực đáp ứng. Chú ý thang độ log trên trục Y. Sự cải thiện thị lực đo được trong 6 tháng đầu của cuộc đời là đáng kể cho dù là dùng phương pháp nào và sau đó cả 2 phương pháp đều cho thấy đường cong dẹt xuống khi thị lực gần đạt được bằng thị lực của người lớn. Nhưng lí do tại sao trẻ nhỏ không nhìn được tốt? và điều gì cải thiện thị lực đo được trong các nghiên cứu này?

CÁC GIÁ TRỊ GIẢI PHẪU

Bảng 3.1 *Sự khác nhau về kích thước giải phẫu giữa người lớn và trẻ sơ sinh*

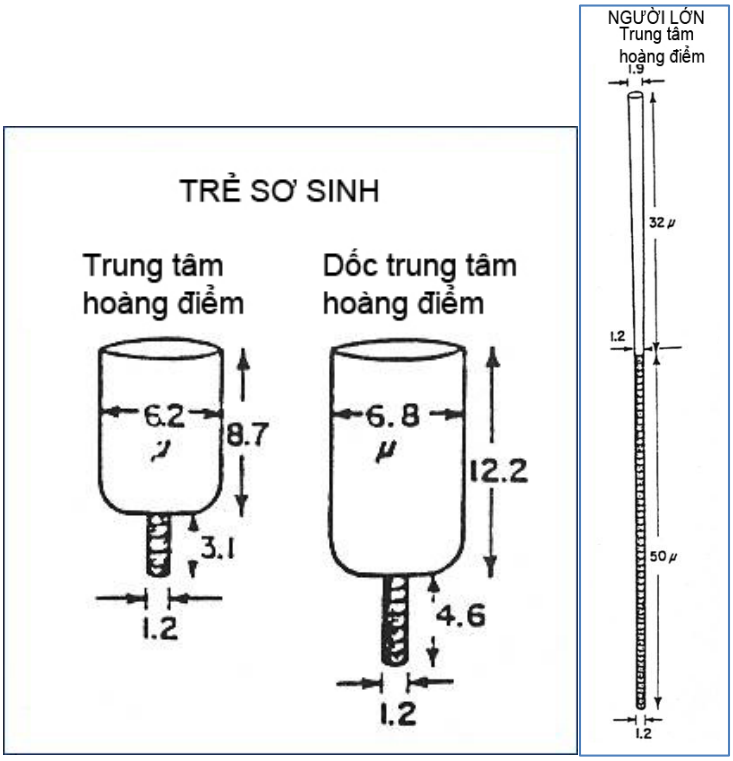
Thông số của mắt	Người lớn	Sơ sinh
Công suất giác mạc	42D	51.2D
Độ dài trục nhãn cầu	25mm	16,8mm
Độ dày thể thủy tinh	3,45mm	3,95mm
Công suất thể thủy tinh	20D (không điều tiết)	34.4D
Đường kính vùng trung tâm hoàng điểm (vùng không có tế bào que)	650-700µm	1000µm
Mật độ tế bào nón ở trung tâm hoàng điểm	42 TB nón/100µm	18 TB nón /100µm
Bề ngang của một tế bào nón trung tâm hoàng điểm	2,0µm	7.5 µm
Độ dài đoạn trong	25µm	10µm
Độ dài đoạn ngoài	60µm	3µm
Khẩu độ tế bào nón ở trung tâm hoàng điểm	0,48 phút cung	0,35 phút cung
Khoảng cách tế bào nón ở trung tâm hoàng điểm	0,58 phút cung	2,30 phút cung
Giới hạn Nyquist* (trung tâm hoàng điểm)	59,7	15,1
*Giới hạn nyquist là tần số không gian cao nhất có thể mã hóa được. Do đó, nó là giới hạn phân giải không gian và phản ánh khoảng cách và độ rộng của tế bào nón.		

Có ít nghiên cứu mô học của mắt trẻ nhỏ. Mặc dù số lượng mắt được nghiên cứu tương đối ít (do đó khi xem xét số liệu cần lưu ý điều này), các nghiên cứu này cũng cung cấp được những dữ liệu mô tả kích thước và hình dạng của các tế bào nón trung tâm hoàng điểm. Điều này cho phép chúng ta tính được ảnh hưởng của những khác biệt giải phẫu này đối với chức năng của mắt trẻ nhỏ và giải thích tại sao trẻ nhỏ có thị lực kém. Đặc biệt, Bảng 3.1 cho thấy rằng khi so với mắt người lớn, tế bào nón trung tâm hoàng điểm của trẻ nhỏ ngắn hơn, khẩu độ của đoạn trong tế bào nón rộng hơn nhiều so với ở người lớn và khoảng cách giữa các tế bào nón tăng ở trung tâm hoàng điểm. Những khác biệt giải phẫu này phải giải thích nhiều cho thị lực kém ở trẻ nhũ nhi.

Khi xét đến giác mạc, thể thủy tinh và độ dài trục nhãn cầu, có thể thấy rằng thể thủy tinh và giải phẫu giác mạc sẽ khiến cho mắt trẻ em cận thị hơn, nhưng độ dài trục nhãn cầu ngắn hơn (như trình bày ở bài sau) ảnh hưởng nhiều hơn đến phần lớn tật khúc xạ của trẻ em khiến cho trẻ sơ sinh thường có viễn thị. Chương 8 sẽ xem xét tật khúc xạ và sự phát triển tật khúc xạ ở trẻ sơ sinh. Khi xem xét thị lực, kích thước tổng của mắt sẽ ảnh hưởng, không chỉ đối với tật khúc xạ mà cả độ phóng đại ảnh và thị lực.

Giới hạn nyquist (tần số không gian cao nhất có thể mã hóa) là giới hạn phân giải không gian và bị giới hạn rất nhiều ở mắt trẻ sơ sinh do khoảng cách và độ rộng của các tế bào nón như đã được trình bày.

HÌNH DẠNG TẾ BÀO NÓN

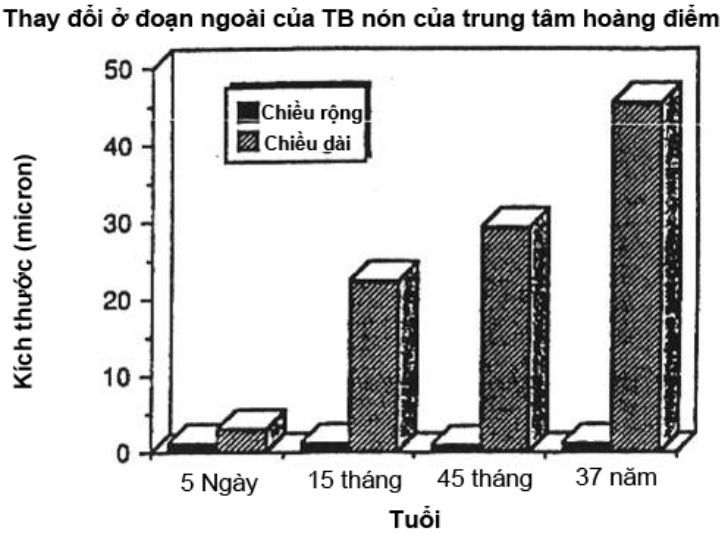


Hình 3.4 *Hình dạng tế bào nón ở trẻ sơ sinh và người lớn*

Bắt đầu bằng các yếu tố võng mạc, có thể thấy ở Hình 3.4 minh họa hình dạng tế bào nón ở trẻ sơ sinh và người lớn, rằng tế bào nón ở trung tâm hoàng điểm của trẻ sơ sinh có đoạn trong và đoạn ngoài ngắn hơn và đường kính của đoạn trong tăng rất nhiều. Đoạn trong không thon dần như được thấy ở đoạn trong của người lớn. Các sơ đồ này được vẽ dựa vào các số đo giải phẫu của các nghiên cứu mô học ở các mắt sau khi chết. Các số đo đã được dùng để mô hình hóa ảnh hưởng của hình dạng tế bào nón chưa hoàn thiện đối với quá trình xử lí ánh sáng ở võng mạc. Vùng trung tâm hoàng điểm được coi là vùng 250 micromét (μm) ở trung tâm hoàng điểm của trẻ sơ sinh.

GIẢI PHẪU TẾ BÀO NÓN CỦA TRẺ NHỎ

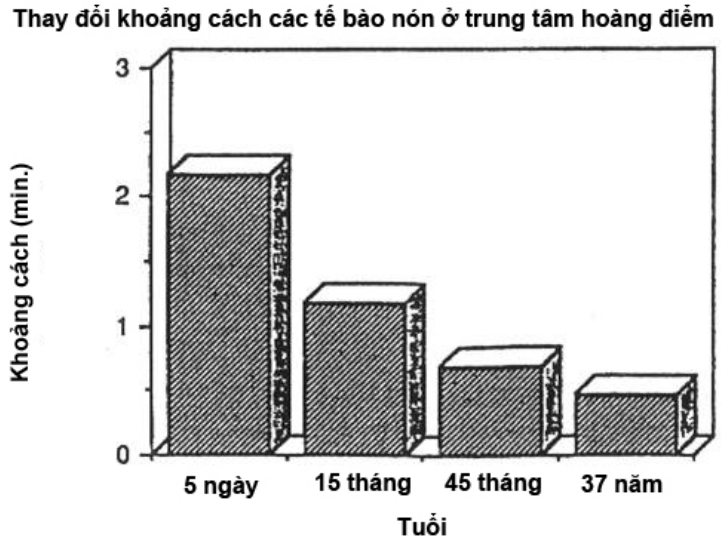
Những khác biệt giải phẫu này sẽ ảnh hưởng đến hiệu quả của tế bào nón trong việc tập trung các tia sáng vào đoạn ngoài. Hình dạng tế bào nón của trẻ sơ sinh khiến cho việc thu nhận các tia sáng xiên đi vào mắt kém hiệu quả hơn.



Hình 3.5 *Nghiên cứu của Yuodelis và Hendrickson (1986): Thay đổi kích thước ở các đoạn ngoài của tế bào nón trung tâm hoàng điểm từ 5 ngày đến 37 tuổi*

Biểu đồ cột này (Hình 3.5) minh họa sự thay đổi độ rộng và độ dài của đoạn ngoài tế bào nón ở các tuổi khác nhau. Mặc dù độ rộng của đoạn ngoài không thay đổi đáng kể trong giai đoạn này, độ dài của đoạn ngoài tăng theo gấp gần 15 lần từ 5 ngày tuổi đến 37 tuổi.

GIẢI PHẪU TẾ BÀO NÓN CỦA TRẺ NHỎ



Hình 3.6 *Thay đổi khoảng cách các tế bào nón trung tâm hoàng điểm theo tuổi.*

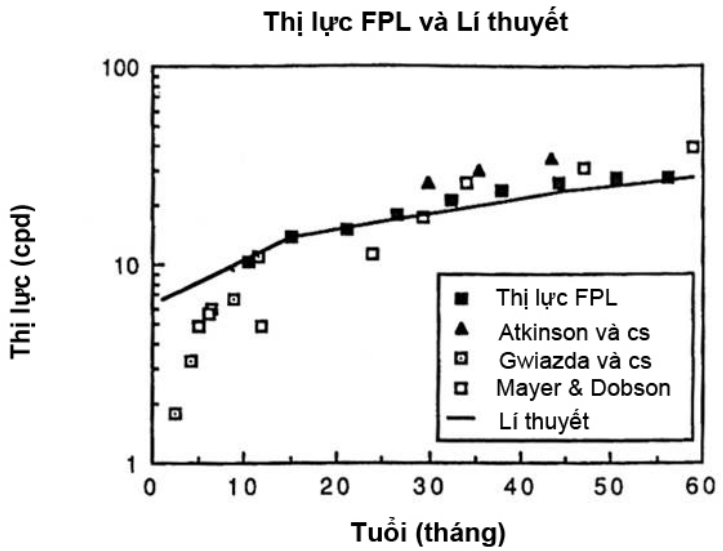
Ngoài thay đổi kích thước và hình dạng, sự giảm độ rộng và tăng số lượng tế bào nón của trung tâm hoàng điểm dẫn đến sự xếp chặt nhanh các tế bào quang thụ của hoàng điểm. Biểu đồ cột này (Hình 3.6) sử dụng số liệu của Yuodelis và Hendrickson (1986) về khoảng cách tế bào nón ở trung tâm hoàng điểm và của Larsen (1971) về độ dài trục nhãn cầu ở mắt đang lão hóa để tính sự thay đổi tính bằng phút của góc nhìn so với tuổi. Thị lực bị giới hạn ở mắt bởi lượng thông tin không gian có thể được mã hóa, do đó sự tăng khoảng cách rõ ràng sẽ ảnh hưởng đến thị lực.

Giải phẫu và cấu tạo tế bào nón trung tâm hoàng điểm rõ ràng liên quan đến thị lực kém ở tuổi nhũ nhi và có thể tóm tắt về giải phẫu tế bào nón của trẻ nhỏ rằng các tế bào nón trung tâm hoàng điểm của trẻ em thì ngắn hơn và mập hơn và có số lượng ít.

NHỮNG YẾU TỐ GIẢI THÍCH CHO THỊ LỰC KÉM Ở TRẺ NHỎ	1. **Mắt trẻ sơ sinh nhỏ hơn:** Mắt trẻ sơ sinh nhỏ hơn sẽ có phóng đại ảnh ít hơn, do đó sẽ không phân biệt chi tiết tốt như mắt lớn. 2. **Trung tâm hoàng điểm có ít tế bào nón hơn:** Phân bố tế bào nón thưa thớt hơn khiến cho khả năng lấy mẫu không tốt bằng mắt người lớn có dạng khảm tế bào nón đông đúc hơn. 3. **Trung tâm hoàng điểm có các đoạn trong tế bào nón ngắn hơn, mập hơn:** Giải phẫu của tế bào nón trẻ sơ sinh làm giảm hiệu quả của tế bào nón và mặc dù khẩu độ của tế bào nón rộng hơn của tế bào nón người lớn nhưng khẩu độ hiệu dụng của nó thực tế bị giảm. 4. **Trung tâm hoàng điểm có các tế bào quang thụ sắp xếp không đều:** Mặc dù nghiên cứu mô học không thể cho biết chính xác sự sắp xếp tế bào nón trung tâm hoàng điểm là không đều (sự không đều thấy được ở các tiêu bản mô học có thể được bàn cãi là do kết quả của quá trình cắt lát võng mạc), có thể là từ những dữ liệu này khác liên quan đến số lượng tế bào nón ở mắt trẻ sơ sinh mà trung tâm hoàng điểm của trẻ sơ sinh có dạng khảm không đều. Điều này làm giảm biên độ tín hiệu thị giác và tăng nhiễu thị giác, gây ra giảm thị lực. 5. **Quang học không phải là yếu tố quan trọng:** Mặc dù kích thước và hình dạng của giác mạc và thể thủy tinh và tật khúc xạ ở trẻ mới sinh đều chưa hoàn thiện, chất lượng quang học kém không đóng một vai trò quan trọng trong việc làm giảm thị lực ở trẻ sơ sinh. Bằng chứng là khả năng thu được các hình ảnh rõ nét của đáy mắt đứa trẻ bằng các phương pháp soi đáy mắt. Quang học phải đủ tốt thì mới có thể thấy rõ được đáy mắt khi soi đáy mắt hoặc chụp ảnh đáy mắt. Ảnh hưởng của hình dạng và sự phân bố tế bào nón đối với thị lực cần phải được xem xét cùng với các yếu tố quang học và giải phẫu khác của mắt.
DỰ BÁO	Khi kết hợp các số liệu liên quan đến kích thước mắt và số lượng tế bào nón, giải phẫu và cấu tạo vào các mô hình mắt trẻ em, những mô hình này dự báo rằng thị lực của trẻ nhỏ kém khoảng 2 octa so với thị lực của người lớn và thị lực tương phản kém 1,3 đơn vị log.

KẾT QUẢ ĐO

Tuy nhiên, khi được đo thì sự giảm thị lực thực tế (đo bằng vật tiêu dạng cách tử) gần bằng 3,5 đến 4,5 octa. Giải phẫu mắt chưa hoàn chỉnh của trẻ sơ sinh không thể giải thích hoàn toàn cho sự giảm thị lực đo được khi mới sinh và nguyên nhân khác của sự chưa trưởng thành cần được tìm ở bên ngoài võng mạc.



Hình 3.7 *Dữ liệu từ một số nghiên cứu cổ điển đánh giá thị lực của trẻ nhỏ bằng phương pháp hướng nhìn thiên vị buộc chọn*

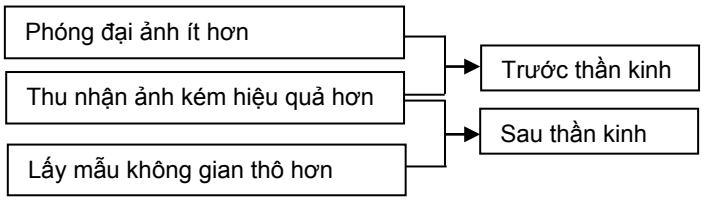
Biểu đồ này (Hình 3.7) sưu tập dữ liệu từ một số nghiên cứu cổ điển đánh giá thị lực của trẻ nhỏ bằng phương pháp hướng nhìn thiên vị buộc chọn. Đường đậm trên biểu đồ là đường phát triển thị lực cách tử theo lí thuyết mà các mô hình phát triển thị lực chỉ kết hợp số liệu giải phẫu mắt dự đoán. Khoảng ngoài 10 tháng tuổi, dữ liệu thực nghiệm và mô hình lí thuyết nói chung thống nhất, gợi ý rằng sự chưa trưởng thành của võng mạc là yếu tố chính hạn chế kết quả đo thị lực bằng phương pháp hướng nhìn thiên vị trong giai đoạn này. Tuy nhiên, đối với những trẻ nhỏ hơn thì số liệu thực nghiệm lệch nhiều so với lí thuyết, với thị lực dự đoán lí thuyết tốt hơn nhiều so với thị lực thực tế đo được. Điều này gợi ý rằng sự chưa trưởng thành ở bên ngoài võng mạc hạn chế sự trưởng thành thị lực.

Mặc dù sự trưởng thành của võng mạc đóng một vai trò quan trọng trong sự cải thiện thị lực của trẻ em, sự phát triển vỏ não cũng quan trọng. Sự myelin hóa các sợi của thị thần kinh cũng còn tiếp diễn trong vài tháng đầu sau khi sinh, đạt tới sự trưởng thành sau 2 năm sau khi sinh và điều này cũng ảnh hưởng đến sự cải thiện thị lực, do tốc độ và chất lượng dẫn truyền thông tin thị giác tới vỏ não tăng lên.

SỰ TRƯỞNG THÀNH VỎ NÃO

Những nghiên cứu mô học ở não trẻ nhỏ, trẻ em và người lớn sau khi chết đã đánh giá các cấu trúc synap hình cành cây ở vỏ não thị giác của người ở các giai đoạn phát triển khác nhau. Các nghiên cứu này cho thấy sự tăng sinh ở các kết nối synap ở tháng thứ 2-8 sau khi sinh. Ở 8 tháng tuổi sau khi sinh, vỏ não thị giác của đứa trẻ có nhiều synap hơn là người lớn. Sự tăng sinh này gợi ý sự phát triển tích cực của các kết nối mới và các đường thần kinh, sau đó là sự "lược bớt" các kết nối trong những năm sau. Sự lược bớt này được coi là phản ánh sự hợp lí hóa các liên kết ở vỏ não: giữ lại các đường hữu ích tích cực, loại bỏ hoạt động xa lạ và nhiễu.

Các nhà khoa học thị giác đã nghiên cứu những dữ liệu mô học cùng với những dữ liệu chức năng và các nghiên cứu vật lí thần kinh của hệ thống thị giác trẻ em và người lớn. Thuyết này cho rằng sự tăng sinh và sự lược bớt các liên kết ở vỏ não sau đó và sự trưởng thành của vỏ não thị giác (và thể gối ngoài) dẫn đến sự trưởng thành các tính

SỰ TRƯỞNG THÀNH VỎ NÃO	chất của trường cảm thụ của vỏ não có thể giải thích cho sự trưởng thành hơn nữa của thị lực tương phản cao. Nhiều chức năng đã biết phụ thuộc vào các tính chất của các trường cảm thụ trưởng thành của vỏ não, đặc biệt quá trình ức chế bên cạnh hoặc ức chế vỏ não xuất hiện trong thời gian này, thí dụ sự điều chỉnh không gian, đặc trưng định hướng, thị lực lập thể, sự phân biệt pha, sự cạnh tranh 2 mắt, và hiệu ứng chéo.
SỰ ỨC CHẾ CẠNH BÊN	Các tế bào trưởng thành ở vỏ não thị giác (và thể gối ngoài) có thể tương tác và ảnh hưởng đến các đáp ứng của nhau thông qua sự ức chế cạnh bên. Sự trưởng thành của các đáp ứng ức chế này và các kết nối chéo giữa các tế bào liền kề ở vỏ não thị giác rất quan trọng cho sự tinh chỉnh của hệ thống thị giác và sự trưởng thành của các quá trình thị giác. Nó đôi khi được gọi là ức chế vỏ não. Sự xuất hiện các tương tác ức chế vỏ não ở hệ thống thị giác cho phép tăng độ nhạy trong khi lấy mẫu không gian. Do đó, sự trưởng thành các trường cảm thụ của vỏ não với các đặc tính ức chế làm tăng độ nhạy và điều này không chỉ giới hạn ở vỏ não thị giác, mà các trường cảm thụ của tế nào ở trong võng mạc và thể gối ngoài cũng trưởng thành. Sự trưởng thành của các đáp ứng ức chế dường như là nguyên nhân của sự cải thiện thị lực cách tử không lí giải được bởi các yếu tố võng mạc.
HỆ THỐNG THỊ GIÁC CỦA TRẺ NHỎ	Thị lực kém của trẻ mới sinh và trong những tuần/tháng đầu có thể do những yếu tố trước thần kinh và sau thần kinh như được thảo luận và minh họa trong Hình 3.8 dưới đây.  **Hình 3.8** *Những yếu tố trước thần kinh và sau thần kinh góp phần vào thị lực kém ở trẻ nhỏ*