BrienHoldenVisionInstitute

VÒNG ĐỒNG THỊ KINH NGHIỆM

TÁC GIẢ

Thomas Salmon: Đại học Northeastern State, Hoa kì

THẨM ĐỊNH

Scott Steinman: Đại học khúc xạ nhãn khoa Nam California, Hoa kì

NHẮC LẠI VỀ VÒNG ĐỒNG THỊ LÍ THUYẾT

Câu hỏi: - Vòng đồng thị là gì?

- Vòng Vieth-Müller là gì?
- Các giả định nào được dùng khi vẽ vòng Vieth-Müller?
- Những đặc tính của vòng Vieth-Müller?

VÙNG PANUM

Các vật nằm chính xác trên vòng đồng thị được thấy hợp nhất, nhưng điều gì xảy ra nếu vật ở hơi xa hơn vòng đồng thị (ở gần hơn hoặc xa hơn)?

Trong một khoảng ngắn ở 2 phía của vòng đồng thị, các vật vẫn còn được nhìn thấy hợp nhất. Nói đúng ra là chúng rơi vào các điểm võng mạc không tương ứng.

Câu hỏi: Dựa vào các định luật thị hướng theo võng mạc của Hering, bạn có thể giải thích tại sao chúng lại rơi vào các điểm không tương ứng?

Trả lời: Do các điểm ở trên vòng đồng thị không có chênh lệch (tức là có cùng thị hướng ở 2 mắt), các điểm ngoài vòng đồng thị có chênh lệch, chênh lệch này tăng khi càng ra xa vòng đồng thị. Tuy nhiên, mặc dù điều này, nếu độ chênh lệch không quá lớn thì não vẫn có thể hợp thị cảm giác. Vùng ở 2 phía của vòng đồng thị ở đó vẫn có thể thấy được các vật đơn nhất (tức là hợp thị cảm giác) được gọi là **khoảng Panum**. Khoảng này tương ứng với một vùng ở võng mạc được gọi là **vùng Panum**.

Khoảng Panum là một vùng hẹp ở 2 phía của vòng đồng thị tại điểm định thị và rộng hơn ở chu vi. Điều này làm giảm khả năng song thị ở chu vi khi định thị các vật tiêu phẳng, như là một cuốn sách hoặc trang giấy. Do vòng đồng thị có dạng cong nên các mặt phẳng dẹt (như một cuốn sách) sẽ càng ra xa vòng đồng thị khi nhìn ở ngoại vi, nhưng vẫn ở trong khoảng Panum. Nhắc lại rằng các trường cảm thụ và thị lực cũng kém hơn ở chu vi.

Các vùng Panum không có một kích thước cố định mà thay đổi theo các điều kiện kích thích. Nó rộng đối với các vật lớn và chuyển động, nhưng hẹp hơn đối với các vật nhỏ và đứng yên.

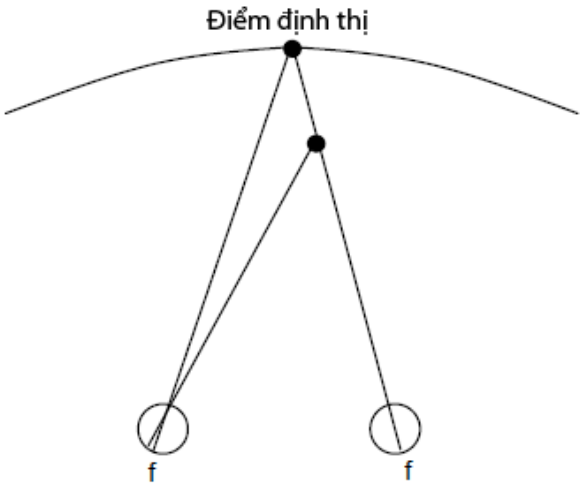
Các vật ở xa vòng đồng thị, tức là ở ngoài khoảng Panum (vùng Panum), gây ra những độ chênh lệch lớn và không thể hợp thị. Do đó các vật này được thấy thành 2 hình. Nhắc lại rằng những chênh lệch lớn có nghĩa là thị hướng đối với vật gây song thị khác nhau nhiều ở 2 mắt. Theo định nghĩa, một vật được nhìn ở 2 thị hướng khác nhau sẽ gây ra song thị.

THỊ GIÁC LẬP THỂ

Với các độ chênh lệch nhỏ, tức là các vật nằm ở một vùng ở 2 phía của vòng đồng thị, não phân tích độ chênh lệch và có thể tính khoảng cách của vật so với vòng đồng thị. Cảm giác lập thể được gây ra bởi chênh lệch võng mạc nhẹ được gọi là **thị giác lập thể**.

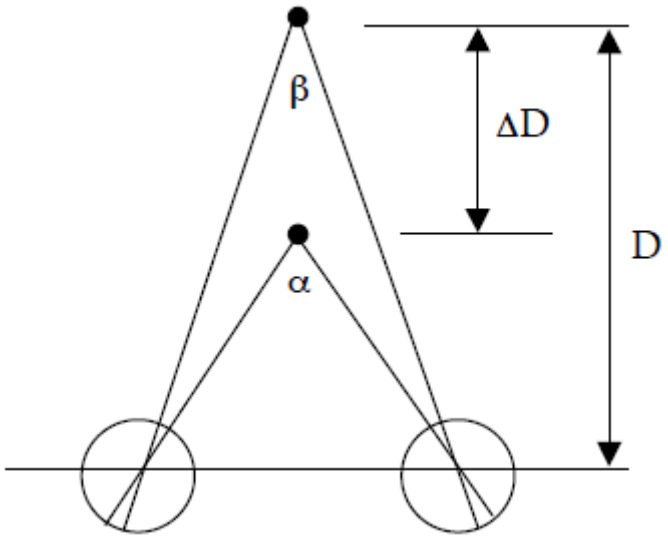
Năm 1838, Wheatstone đã phát hiện ra điều này khi ông thấy rằng một độ nhỏ của chênh lệch võng mạc ở các ảnh của một vật gây ra cảm giác lập thể rõ ràng. *Các vật nằm ở vòng đồng thị không có chênh lệch, do đó chúng ở một khoảng cách bằng nhau từ điểm định thị đến người quan sát.*

Tuy nhiên, nếu trong khi định thị một điểm trên vòng đồng thị, một vật khác được di chuyển ra xa vòng đồng thị về phía người quan sát thì sẽ tạo ra một độ nhỏ chênh lệch ở các ảnh võng mạc của vật ở gần. Hiện tượng này được minh họa ở Hình 19.1.



Hình 19.1 *Di chuyển một vật hơi ra xa vòng đồng thị tạo ra một độ nhỏ chênh lệch võng mạc, do đó kích thích cảm giác lập thể.*

Nếu độ chênh lệch quá nhỏ thì nó sẽ không đủ để gây ra cảm giác lập thể. Khoảng cách tối thiểu mà một vật có thể được di chuyển ra xa vòng đồng thị và gây ra cảm giác lập thể là ngưỡng thị lực lập thể. Độ chênh lệch thường được biểu diễn bằng đơn vị góc, thí dụ 40 giây cung. Nó có thể được tính như ở Hình 19.2 bằng hiệu số giữa góc hội tụ vào điểm định thị và kích thích thị giác lập thể (góc α góc β).

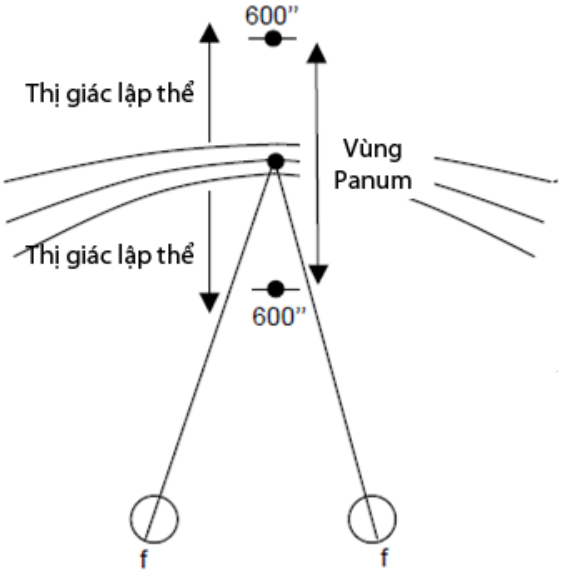


$$\eta = \angle\alpha - \angle\beta$$

Hình 19.2 *Hình học của độ chênh lệch. Chữ eta (η) được dùng để chỉ độ chênh lệch.*

Hình 19.3 cho thấy phạm vi (ở 2 phía của vòng đồng thị) của thị giác lập thể và vùng Panum. Giới hạn này là cho các vật đứng yên ở gần điểm định thị. Các vùng Panum mở rộng tới khoảng ±600 giây cung (10 phút cung) ở cả 2 phía

của vòng đồng thị. Cần thấy rằng ở trong một phạm vi hẹp gần vòng đồng thị này thì không tồn tại cảm giác lập thể, do chênh lệch ở mức độ quá nhỏ không thể kích thích thị giác lập thể.



Hình 19.3 *Mối liên quan giữa vòng đồng thị, vùng Panum và vùng thị giác lập thể.*

VÒNG ĐỒNG THỊ KINH NGHIỆM

Vòng Vieth-Müller là vòng đồng thị lí thuyết, nhưng bạn cũng có thể đo vòng đồng thị trong phòng thí nghiệm. Vòng đồng thị mà bạn thực sự đo được gọi là **vòng đồng thị kinh nghiệm**. Có nhiều phương pháp đo vòng đồng thị của một vật.

Phương pháp AFPP
Hering đã cố gắng đo vòng đồng thị kinh nghiệm bằng cách sắp thẳng hàng một số nhỏ các điểm nằm ở 2 bên của điểm định thị. Trong trường hợp này, các điểm ở một khoảng cách bằng nhau đối với người quan sát dường như nằm trong một mặt phẳng song song với mặt người quan sát. Vòng đồng thị đo bằng phương pháp này được gọi là **vòng đồng thị ở mặt phẳng biểu kiến song song với trán** (AFPP = apparent fronto-parallel plane). Trong số các phương pháp đo vòng đồng thị, phương pháp này phổ biến nhất vì nó tương đối đơn giản. **Steinman Hình 4-5** minh họa phương pháp AFPP.

Ngoài phương pháp AFPP, các phương pháp khác đã được đưa ra để đo vòng đồng thị kinh nghiệm, đó là phương pháp ngưỡng song thị, phương pháp thị giác lập thể và phương pháp Nonius.

Phương pháp ngưỡng song thị
Do vòng đồng thị thực phải nằm ở tâm của khoảng Panum, một cách khác để đo vòng đồng thị kinh nghiệm là tìm các giới hạn của khoảng Panum, sau đó tính tâm của nó. Bệnh nhân định thị vào một que trung tâm, sau đó các que ở chu vi được đưa vào hoặc đưa ra đến khi thấy song thị. Làm lặp lại nhiều lần, các ngưỡng song thị nhìn gần và nhìn xa được vẽ ra để mô tả khoảng Panum, và tính điểm giữa để tìm vòng đồng thị. (**Steinman các hình. 4-7, 4-8**).
Vấn đề đối với phương pháp này là bệnh nhân khó đánh giá khi họ lần đầu thấy song thị, nhất là ở chu vi, nơi khoảng Panum trở nên rộng.

Phương pháp thị giác lập thể
Một cách khác để đo vòng đồng thị là đo các giới hạn gần và xa của vùng nhìn lập thể bằng 0. (**Steinman Hình 4-9**)

Phương pháp Nonius
Phương pháp Nonius được coi là phương pháp chính xác nhất để đo vòng đồng thị kinh nghiệm. Nó được đặt tên theo Nuñez, một nhà toán học Bồ đào nha đã đưa ra một loại thang du xích vào những năm 1500. Năm 1900, Tschermak là người đầu tiên dùng phương pháp du xích 2 mắt này để đo vòng đồng thị. Máy Nonius tương tự máy của Howard-Dolman, chỉ khác là nửa trên của các đường thẳng chỉ được thấy bởi một mắt, và nửa dưới chỉ được thấy bởi mắt kia. Điều này có thể đạt được nhờ sử dụng kính phân cực hoặc màn chắn. Trong khi định thị que trung tâm, bệnh nhân phải căn thẳng nửa trên và nửa dưới của mỗi que chu vi. (xem **Hình 24-7**, ở **Bishop**, Binocular Vision, và ở Adler's Physiology of the Eye, 8th edition, trang 626), để tham khảo thêm, xem Steinman **Hình 4-2** (trang 84).

Đây là một loại nhiệm vụ du xích, do đó rất chính xác. Vì que trên và que dưới được thấy bằng một mắt nên các que không bao giờ hợp nhất, do đó kích thích các điểm không tương ứng (các thị hướng theo võng mạc khác nhau) chừng nào chúng còn ở ngoài vòng đồng thị. Do đó đó chúng sẽ không thẳng hàng. Các que chỉ thẳng hàng khi chúng có thị hướng theo võng mạc giống nhau, đây là cách xác định vòng đồng thị lí thuyết. Do đó, vòng đồng thị Nonius được coi là phương pháp rõ ràng nhất và trực tiếp nhất để đo vòng đồng thị thực. Trong tất các phương pháp này, các vòng đồng thị thường không được đo ngoài 15° lệch tâm. Ngay cả ở 12°, phương pháp AFPP và phương pháp song thị rất khó sử dụng, nhưng vẫn có thể đo được bằng phương pháp Nonius.

SO SÁNH VÒNG ĐỒNG THỊ KINH NGHIỆM & VÒNG ĐỒNG THỊ LÍ THUYẾT

Hình 19.4 cho thấy một số vòng đồng thị kinh nghiệm (được đo ở các khoảng cách định thị khác nhau bằng phương pháp AFPP) so với vòng Vieth-Müller (vòng đồng thị lí thuyết). Nhắc lại rằng theo lí thuyết thì vòng đồng thị phải là một đường tròn, mặc dù đường kính của đường tròn sẽ tăng ở các khoảng cách định thị lớn hơn. Ở vô cực, nó phải gần như một đường dệt. Vòng đồng thị kinh nghiệm lệch khỏi vòng đồng thị lí thuyết theo nhiều cách:

- Các que (chấm) không nằm ở vòng Vieth-Müller.
- Độ lệch khỏi vòng Vieth-Müller khác nhau đối với các khoảng cách định thị khác nhau.
- Hình dạng của vòng đồng thị kinh nghiệm thay đổi theo khoảng cách định thị, do đó không phải lúc nào cũng là một đường tròn.

Với khoảng cách định thị ngắn thì hình cung lõm về phía người quan sát. Ở một khoảng cách nhất định (gọi là **abathic distance**) thì vòng đồng thị AFPP trở thành phẳng, khoảng cách này có thể 1 đến 6 mét, tùy theo cá thể. Ngoài khoảng cách này thì vòng đồng thị AFPP trở thành lồi. Hiệu số giữa vòng đồng thị đo được và vòng đồng thị lí thuyết cho khoảng cách đo đó gọi là **độ lệch Hering-Hillebrand**. Độ lệch này được biểu diễn ở Hình 19.4.

Phương pháp Nonius cho kết quả hơi khác so với phương pháp AFPP, nhưng nó thường vẫn không phù hợp với vòng Vieth-Müller, mặc dù chúng gần hơn so với phương pháp AFPP hoặc phương pháp song thị. Vòng đồng thị Nonius cũng trở nên dẹt hơn với khoảng cách nhìn lớn hơn.

Về mặt lí thuyết, với định thị cân đối ở đường giữa, vòng đồng thị chỉ tồn tại ở mặt phẳng ngang và theo một đường thẳng dọc đi qua điểm định thị. Tất cả các điểm khác trong không gian sẽ kích thích các vị trí võng mạc không tương ứng. Với định thị không cân đối, vòng đồng thị bị xoắn thành một đường cong phức tạp (các hình 2.5, 6 của Tyler ở chương của Christopher Tyler, The Horopter and Binocular Fusion, in Binocular Vision, edited by Regan, 1991). Các vòng đồng thị được thấy ở các hình của Tyler biểu diễn các điểm chênh lệch bằng 0 trong không gian 3 chiều và được gọi là các vòng đồng thị điểm.

Mục tiêu của chúng ta là hiểu những nguyên lí cơ bản của hợp thị 2 mắt, và để cho mục tiêu này thì chỉ cần giới hạn việc xem xét vòng đồng thị ở mặt phẳng ngang. Vòng đồng thị ngang thường được đo bằng cách căn thẳng hàng các que dọc, như thấy ở máy Howard Dolman.

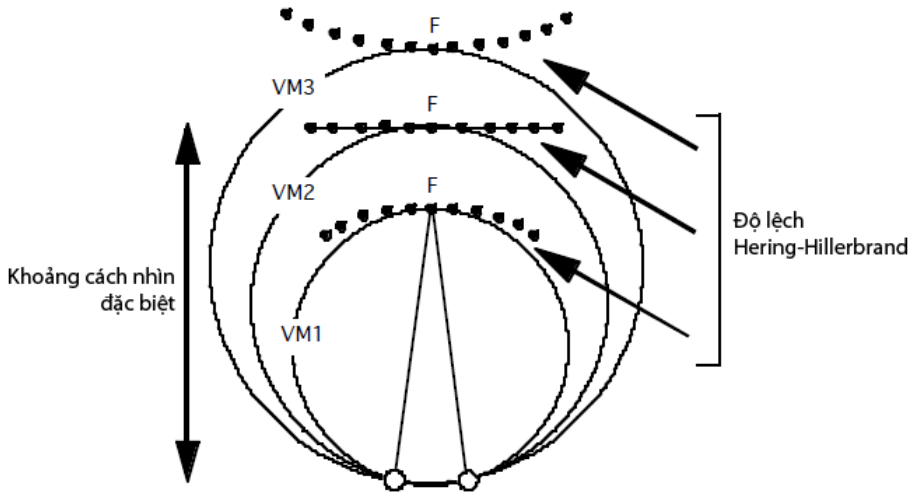
Đo vòng đồng thị sử dụng các que dọc, do đó vòng đồng thị ngang đôi khi còn được gọi là vòng đồng thị dọc (xem Steinman Hình 4-3 hoặc Hình 24-4 ở Adler's Physiology of the Eye, ấn bản lần thứ 9, 1992, trang 776).

LÍ DO CỦA ĐỘ LỆCH HERING-HILLEBRAND

Tại sao các số đo của vòng đồng thị kinh nghiệm lại không phù hợp với vòng Vieth- Müller, ngay cả khi dùng phương pháp Nonius? Điều này có thể do sự phân bố không đều của các thị hướng ở 2 mắt, hoặc do sự méo quang của ảnh võng mạc. Những yếu tố này không được xét đến ở vòng Vieth-Müller. Nhắc lại những giả định gốc của vòng Vieth-Müller:

- Cả 2 võng mạc đều hình cầu.
- Cả 2 võng mạc đều có phân bố đối xứng các dấu vùng ở võng mạc phía mũi và võng mạc phía thái dương.
- Võng mạc mắt phải và mắt trái có cùng kích thước với cùng một cách bố trí dấu vùng.

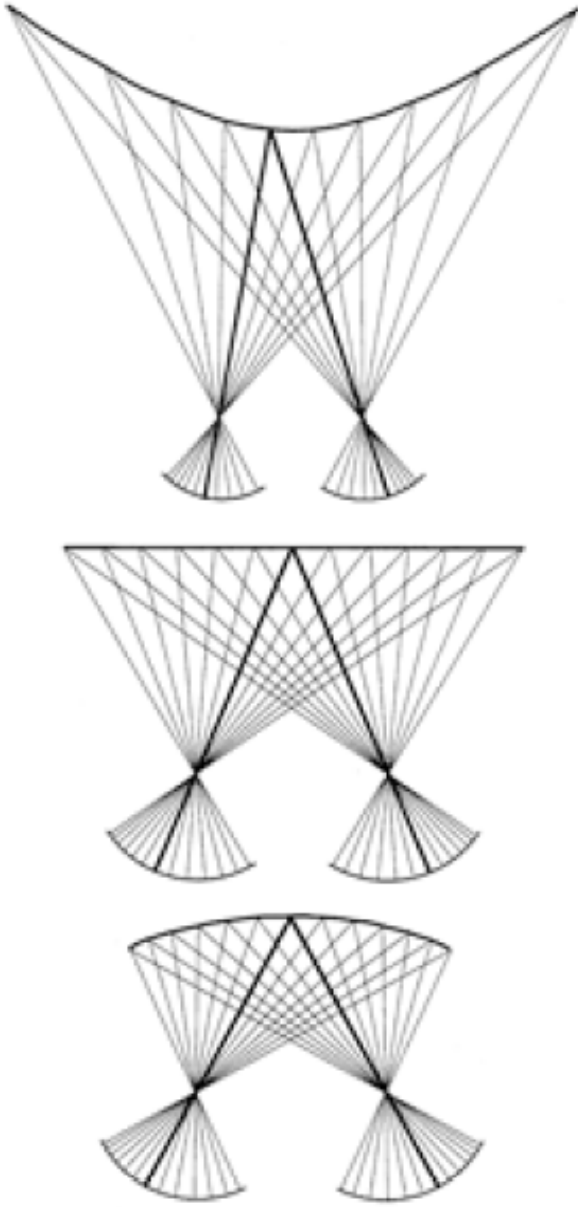
Võng mạc hình cầu
Giả định nhãn cầu hình tròn là phép xấp xỉ sát nhất cho hầu hết các mắt bình thường, nhưng nó có thể không đúng cho tất cả mọi người, nhất là những người cận thị. Những người này có nhãn cầu hơi dài, và điều này có thể làm biến dạng vòng đồng thị. Nhưng độ lệch Hering-Hillebrand được thấy ngay cả ở những mắt bình thường.



Hình 19.4 *Thí dụ các vòng đồng thị AFPP (các chấm) được đo ở các khoảng cách định thị khác nhau. Xem thêm* ***Steinman Hình 4-17****.*

Phân bố bất đối xứng của võng mạc
Một giải thích cho độ lệch Hering-Hillebrand là phân bố bất đối xứng của các thị hướng theo võng mạc (dấu vùng) ở mỗi võng mạc. Nhớ lại rằng khi vẽ vòng đồng thị, thị hướng của võng mạc phía mũi ở một mắt tương ứng với thị hướng của võng mạc phía thái dương của mắt kia. Các nghiên cứu mô học cho thấy rằng các tế bào quang thụ ở võng mạc phía mũi dày đặc hơn so với ở võng mạc phía thái dương. Sự bất đối xứng phía mũi-thái dương này có thể làm cho vòng đồng thị lệch khỏi vòng Vieth-Müller. Điều này cũng giải thích tại sao hình dạng của vòng đồng thị có thể thay đổi từ lõm thành phẳng, sau đó thành lồi, với các khoảng cách nhìn khác nhau (Hình 19.5).

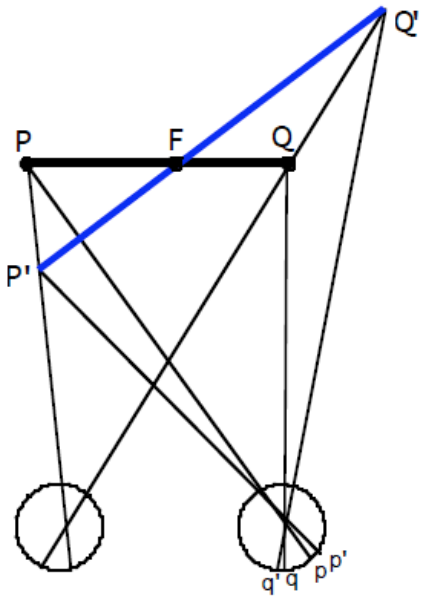
Ngoài bất đối xứng các dấu vùng khu vực ở một mắt, phân bố giữa 2 mắt cũng có thể không tương đẳng. Điều này cũng gây biến dạng vòng đồng thị. Một ánh xạ bất đối xứng từ võng mạc tới vỏ não ở 2 mắt cũng có thể làm cho vòng đồng thị lệch khỏi vòng Vieth-Müller.



Hình 19.5 *cho thấy vòng đồng thị bị biến dạng do các dấu vùng phía thái dương bị ép vào. (Trích từ Hình 2.16 ở Howard & Rogers, Binocular Vision, trang 54 và* http://www.perceptionweb.com/perc0599/editorial.html)

Sự méo quang (optical distortion)
Sự méo quang có thể góp phần vào độ lệch Hering-Hillebrand, nhất là khi độ phóng đại quang học giữa 2 mắt khác nhau. Nếu ảnh tới một mắt được phóng đại thì vòng đồng thị AFPP sẽ nghiêng quanh điểm định thị, như ở hình 19.6 (vẽ lại từ hình 11-6 ở Reading). Các điểm cuối thực của mặt phẳng song song với trán là điểm P và điểm Q. Giả sử không có phóng đại ảnh thì ảnh võng mạc của các điểm này sẽ là các điểm p và q ở 2 võng mạc. Một ảnh bên phải phóng đại được biểu diễn bằng các điểm p' và q'. Vẽ các điểm này ra mắt và tìm giao điểm với trục nhìn mắt trái tương ứng, chúng ta có thể xác định vị trí cảm nhận được của mặt phẳng song song với trán. **Bên được phóng đại dường như ở xa hơn**.

Do một mặt phẳng song song với trán dường như bị nghiêng xa mắt với độ phóng đại lớn hơn nên bệnh nhân sẽ di chuyển các que này gần hơn để phù hợp với mặt phẳng song song với trán. Do đó nếu vòng đồng thị bị nghiêng, nó cho biết độ phóng đại võng mạc lớn hơn ở bên nghiêng lại gần mắt hơn.



Hình 19.6 *Sự méo quang làm cho mặt phẳng song song với trán bị nghiêng. (xem* ***Hình 5-18 của Borish****)*

Chênh lệch định thị
Chênh lệch định thị cũng có thể làm cho vòng đồng thị kinh nghiệm lệch khỏi vòng đồng thị lí thuyết. Ở chênh lệch định thị, 2 trục thị giác của 2 mắt không định thị chính xác vào điểm định thị, do chúng còn hơi non hoặc hơi quá điểm định thị nên chúng vẫn có một độ chênh lệch còn lại. Steinman giải thích tỉ mỉ hiện tượng này ở trang 87-88.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

Benjamin, W. **Borish's Clinical Refraction**. WB Saunders, Philadelphia. 2006.

Ciuffreda KJ and Tannen B. **Eye Movement Basics for the Clinician**. Mosby, St. Louis, 1995.

Goss DA. **Ocular accommodation, convergence, and fixation disparity: A manual of clinical analysis**. Butterworth-Heinemann, Michigan. 1995.

Griffin JF. **Binocular Anomalies - Diagnosis and Vision Therapy, 3rd Edition**, Butterworth-Heineman, 1995.

Hart W. **Adler's Physiology of the Eye, 9th Ed**. Mosby Yearbook, St. Louis. 1992.

Kandel. **Essentials of Neural Science and Behavior**, Appleton & Lange, 1995.

Kaufmann, PL. **Adler's Physiology of the Eye, 10th Ed**. Mosby, St. Louis, 2003.

McCormack GL. In **Borish's Clinical Refraction WB Saunders**, Philadelphia. (1998),

Moses, RA. **Adler's Physiology of the Eye, 8th Ed**. Mosby Yearbook, St. Louis. 1987.

Reading RW. **Binocular Vision**. Butterworth Publishers, Woburn, MA, 1983.

Schor CM and Cuifreda KJ. **Vergence eye movements: Basic and clinical aspects**. Butterworth, Michigan. 1983.

Schwartz S. **Visual Perception - 2nd Edition**. Appleton & Lange, Stamford, CT, 1999.

Steinman et al. **Foundations of Binocular Vision**. McGraw-Hill, New York, 2000. Chapter 4, pp 83-100.

Tyler CW. **The horopter and binocular fusion**. In Regan D, Binocular Vision. London: Macmillan; 1991

Von Noorden GK**. Binocular Vision and Ocular Motility - 5th Edition**. Mosby, St. Louis. 1996.