CÁC ĐỊNH LUẬT HERING, CHÊNH LỆCH CHÉO & CHÊNH LỆCH KHÔNG CHÉO

TÁC GIẢ

Thomas Salmon: Đại học Northeastern State, Hoa kì

THẨM ĐỊNH

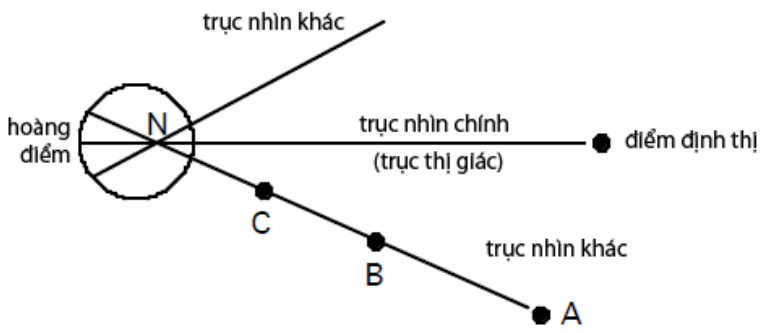
Scott Steinman: Đại học khúc xạ nhãn khoa Nam California, Hoa kì

GIỚI THIỆU

Gần 100 năm sau Wells, Hering đã đưa ra các định luật thị hướng nổi tiếng giúp chúng ta hiểu được vị trí biểu kiến của các vật khi nhìn 2 mắt bình thường.

CÁC ĐỊNH LUẬT THỊ HƯỚNG CỦA HERING

Khái niệm cơ bản trong các định luật Hering là khái niệm **trục nhìn**, đó là một đường thẳng đi từ một vật ở thị trường một mắt, qua điểm nút, (Steinman gọi là đồng tử vào) tới võng mạc. Các trục nhìn có thể được dùng cho các vật ở bất kì vị trí nào trong thị trường, bao gồm điểm định thị cũng như các vật ở ngoại vi. Trục thị giác là **trục nhìn chính,** bởi vì nó đi từ vật định thị tới hoàng điểm (Hình 16.1). Các trục nhìn khác hướng vào các vật nằm ngoài trục thị giác, và các vật này gắn với các điểm trên võng mạc ngoài hoàng điểm.



Hình 16.1 *Thuật ngữ cho một mắt của Hering*

Dưới đây là tóm tắt các định luật thị hướng của Hering:

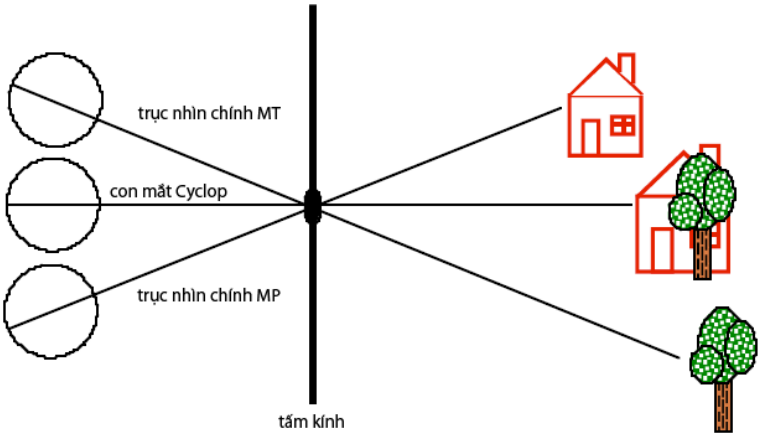
1. CÁC ĐỊNH LUẬT THỊ HƯỚNG THEO VÕNG MẠC	▪ Tất cả các vật nằm trên một trục nhìn cụ thể trong không gian vật đều tạo thành ảnh ở cùng một điểm võng mạc, do đó có cùng thị hướng (các điểm A, B, C ở Hình 16.1). ▪ Mỗi trục nhìn và điểm võng mạc của nó đều có một thị hướng theo võng mạc duy nhất gắn với nó. ▪ Các ảnh rơi vào các vị trí võng mạc khác nhau được nhận thấy là có hướng khác nhau. Mỗi nơ-ron võng mạc gắn với một thị hướng cụ thể. Dù nơ-ron bị kích thích bởi một ảnh, ánh sáng bên ngoài, hoặc một vật nào khác, nó bao giờ cũng gây ra cùng một cảm giác hướng. Hướng gắn với một nơ-ron cụ thể được gọi là dấu vùng (local sign) của nó. (xem Steinman, Foundations of Binocular Vision, trang 10) Các nơ-ron bậc cao khác (thể gối ngoài, vỏ não thị giác) cũng có **các dấu vùng** gắn với chúng.
2. CÁC ĐỊNH LUẬT THỊ HƯỚNG THEO CƠ THỂ (CYCLOPEAN)	▪ Vị trí của tất cả các vật trong không gian được đánh giá như thể nhìn thấy bởi con mắt Cyclop. ▪ Một vật nằm trên trục nhìn chính của cả 2 mắt sẽ biểu hiện như là nằm trên trục nhìn chính của mắt Cyclop. ▪ Nếu một vật ở chu vi và trục nhìn của nó tạo thành một góc so với trục nhìn chính ở một mắt, nó dường như tạo thành một góc như vậy với một trục nhìn tương ứng so với trục nhìn chính của mắt Cyclop. Các định luật này giúp bạn hiểu được vai trò của thị hướng theo võng mạc đối với hướng theo cơ thể, bằng khái niệm mắt Cyclop.

3. CÁC ĐỊNH LUẬT THỊ HƯỚNG ĐỒNG NHẤT HOẶC THỊ HƯỚNG 2 MẮT

- Mỗi trục nhìn trong thị trường của một mắt có một trục nhìn tương ứng ở mắt kia, và các trục nhìn tương ứng có các thị hướng giống hệt nhau.
- Thị hướng của các ảnh hợp nhất rơi vào các điểm võng mạc hơi chênh lệch là trung bình của 2 thị hướng. Điều này cho phép 2 mắt duy trì hợp thị 2 mắt, ngay cả khi 2 mắt không định thị chính xác tuyệt đối.

Hợp thị 2 mắt là hiện tượng trong đó ảnh nhìn thấy bởi 2 mắt được "hợp nhất" thành một ảnh. Nếu có xung đột thị hướng của 2 ảnh thì hướng cảm nhận được của 2 mắt là hướng của ảnh trội. Các ảnh chênh lệch nhiều (2 trục nhìn không tương ứng nhiều) được nhìn ở 2 thị hướng khác nhau (song thị). Tức là, chúng không thể hợp nhất. Hering đã mô tả một thí nghiệm thị giác 2 mắt kinh điển trong cuốn sách của mình: Spatial sense and movement of the eye (1879). Xem bản dịch tiếng Anh của Hurvich và Jameson (1942. trang 38) Nhà xuất bản Đại học Harvard, Cambridge, MA.

Để người quan sát đứng cách cửa sổ khoảng nửa mét, cửa sổ cho phép nhìn ra bên ngoài, giữ cho đầu thật yên, nhắm mắt phải, và hướng mắt trái vào một vật nằm ở vị trí nào đó bên phải. Giả sử đó là một cái cây nổi bật so với môi trường xung quanh. Trong khi định thị vào cây bằng mắt trái, một vết màu đen được vẽ trên ô cửa sổ ở một điểm thẳng hàng với cây. Bây giờ nhắm mắt trái, mở mắt phải và hướng vào vết trên cửa sổ, và xa ra ngoài vết đen đó tới một vật nào đó thẳng hàng với nó, thí dụ một ống khói. Lúc này mở cả 2 mắt và hướng vào vết đen này, vết này sẽ che các phần của cây và ống khói. Cả hai đều được thấy đồng thời, lúc thì cây rõ hơn, lúc thì ống khói rõ hơn, và đôi khi cả hai rõ bằng nhau, tùy theo mắt nào thắng trong sự xung đột. Do đó, người ta thấy vết đen trên ô cửa, cây và ống khói ở cùng một hướng. (Trích từ Howard & Rogers, trang 594)



Hình 16.2 *Minh họa thí nghiệm nổi tiếng của Hering.*
(xem Steinman, Foundations of Binocular Vision Hình 2-9).

Các định luật Hering giúp chúng ta chuyển thông tin thị giác tới con mắt Cyclop, do đó thấy bệnh nhân có thể nhìn được gì ở thị giác 2 mắt bình thường.

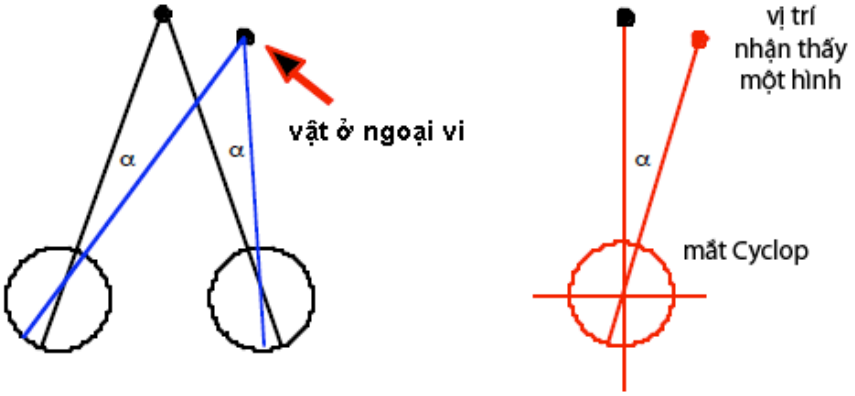
Tóm lại, não sử dụng thông tin hướng theo võng mạc từ mỗi mắt, và tạo ra một cảm giác hướng theo cơ thể mới, hướng này có thể khác với mỗi hướng theo võng mạc. Bình thường, nhận thức hướng của 2 mắt là theo cơ thể, tức là, tất cả các thị hướng được so với một điểm ở trong đầu được gọi là mốc theo cơ thể. Não chúng ta tính thị hướng của các vật dựa vào:

1. Hướng theo võng mạc (võng mạc) ở mỗi mắt, và
2. Sự định hướng của mỗi mắt.

SONG THỊ CHÉO VÀ SONG THỊ KHÔNG CHÉO

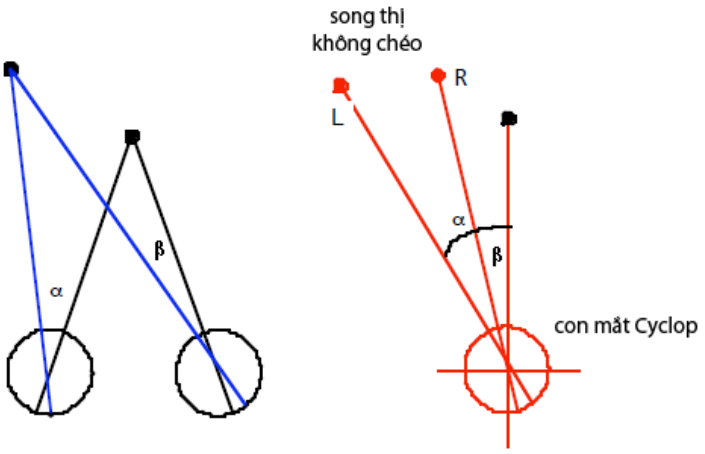
Hình 16.3 minh họa chúng ta cảm nhận thế nào vị trí của các vật thực tế nằm ở một điểm nào đó ngoài điểm định thị. Nó cho thấy cả 2 mắt định thị một vật nằm trên đường giữa, với một vật khác ở bên phải.

Dựa vào các nguyên lí thị hướng Hering, có thể vẽ một trục nhìn từ vật ở ngoại vi tới mắt trái và mắt phải. Trục nhìn của mắt trái tạo thành một góc (α) đối với trục nhìn chính. Trục nhìn của mắt phải cũng tạo thành một góc (cũng là α) đối với trục nhìn chính của nó. Cả 2 trục thị giác này được chuyển sang mắt Cyclop. Trục thị giác của mắt Cyclop là thẳng trước mặt.



Hình 16.3 *Cách chúng ta cảm nhận vị trí của các vật nằm ở một điểm ngoài điểm định thị. Nó cho thấy cả 2 mắt định thị một vật ở trên đường giữa, với một vật khác ở bên phải*

Trục nhìn vào vật ở ngoại vi của mắt trái nghiêng một góc α, ở bên phải mắt Cyclop. Trục nhìn từ mắt phải cũng nghiêng một góc α sang phải. 2 trục thị giác chồng nhau, hướng của con mắt Cyclop là của một vật ở ngoại vi nằm lệch một góc α về bên phải



Hình 16.4 *Cả 2 mắt định thị thẳng trước mặt, nhưng cũng thấy một vật ở bên trái và xa hơn điểm định thị*

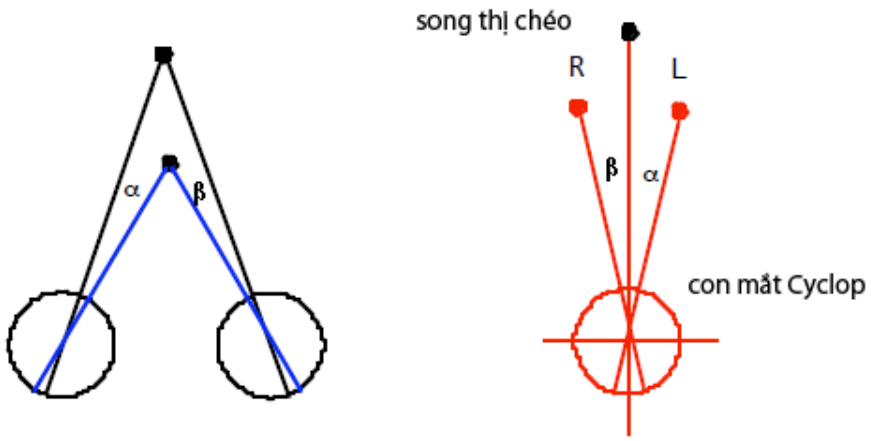
Trong Hình 16.4, cả 2 mắt định thị thẳng trước mặt, nhưng cũng thấy một vật ở bên trái và xa hơn điểm định thị. Các góc của 2 trục thị giác theo võng mạc là α và β. Do 2 trục thị giác được chuyển sang mắt Cyclop và do các góc khác nhau nên vật được thấy đồng thời ở 2 thị hướng khác nhau. Bệnh nhân có song thị. Do ảnh ở bên trái là ảnh được nhìn thấy bởi mắt trái và ảnh ở bên phải được nhìn thấy bởi mắt phải nên nó được gọi là **song thị không chéo.**

*** Các vật nằm ở xa hơn điểm định thị được thấy là song thị không chéo.**

Ở Hình 16.5, cả 2 mắt định thị thẳng trước mặt, nhưng nhìn thấy một vật khác nằm gần hơn điểm định thị. Các góc của 2 trục thị giác theo võng mạc là α và β. Hai góc này bằng nhau nhưng ngược hướng (một ở bên phải, một ở bên trái). 2 trục nhìn (với góc khác nhau) có thị hướng khác nhau. Các trục nhìn này được chuyển sang mắt Cyclop, và vật ở gần được nhìn thấy ở 2 thị hướng khác nhau (song thị). Ảnh ở bên trái được nhìn thấy bởi mắt phải, trong khi ảnh ở bên phải được nhìn thấy bởi mắt trái. Đây gọi là **song thị chéo.**

*** Các vật nằm ở gần hơn điểm định thị được thấy là song thị chéo.**

Song thị chéo và song thị không chéo là hệ quả bình thường của cách hệ thống thị giác kết hợp thông tin từ 2 mắt, do đó chúng là thí dụ song thị **sinh lí**.



Hình 16.5 *Cả 2 mắt định thị thẳng trước mặt, nhưng thấy một vật khác nằm gần hơn so với điểm định thị*

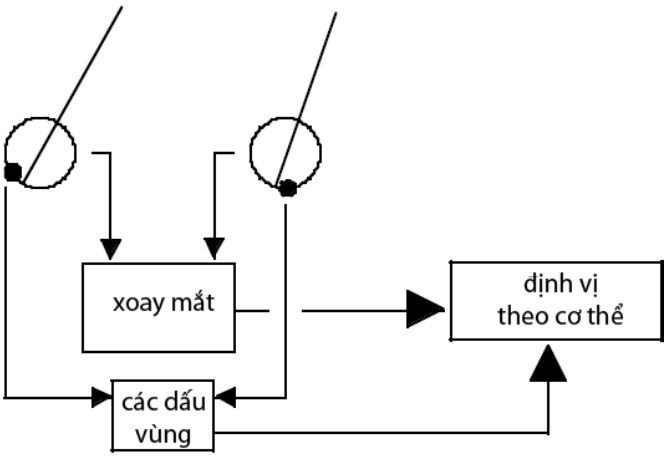
Từ các phân tích này, dựa vào các định luật Hering và khái niệm mắt Cyclop, có thể kết luận rằng một vật sẽ được nhìn thấy là một hình khi nhìn 2 mắt nếu góc của trục thị giác ở mỗi mắt bằng nhau và ở cùng hướng (Hình 16.3). Điều này đúng đối với các vật nằm trên 2 trục thị giác hoặc đối với các vật ở ngoại vi trên các trục thị giác khác.

Khi các trục thị giác ở 2 mắt không cân bằng thì bệnh nhân sẽ thấy song thị khi nhìn 2 mắt. Điều này phù hợp với quan sát của Well rằng một ảnh sẽ được thấy là một nếu nó nằm ở giao điểm của 2 trục thị giác, nhưng nó có thể thấy thành 2 hình khi nó không nằm ở giao điểm.

KẾT HỢP TÍN HIỆU VÀO VỚI ĐỊNH THỊ LỆCH TRỤC

Cũng những nguyên lí này áp dụng khi 2 mắt đang định thị một vật ở bên phải hoặc bên trái, nhưng ngoài thông tin theo võng mạc (dấu vùng), hệ thống thị giác cũng tính đến hướng mà 2 mắt đang hướng vào. Nhắc lại rằng khi não ước tính hướng 2 mắt của một vật, nó sử dụng 2 bộ thông tin từ 2 mắt:

- Thị hướng theo võng mạc hoặc thị hướng võng mạc là trung tâm **(dấu vùng)**
- Tín hiệu cảm thụ bản thể và thần kinh cho biết hướng mà 2 mắt đang hướng vào. Hướng của mắt Cyclop là trung bình của hướng 2 mắt. Điều này được tóm tắt ở Hình 16.6.



Hình 16.6 *Hướng của mắt Cyclop là trung bình của hướng 2 mắt*

Các nguyên lí này, cũng như các định luật Hering và khái niệm mắt Cyclop, có thể được minh họa bằng một số thí dụ lâm sàng.

ÁP DỤNG LÂM SÀNG

a) TEST CHE MẮT VÀ CHUYỂN ĐỘNG PHI

Kiến thức này giúp chúng ta hiểu được tại sao, trong khi làm test che mắt luân phiên, bệnh nhân lác/lé ẩn ngoài thấy chuyển động "cùng chiều" và bệnh nhân lác/lé ẩn trong thấy chuyển động "ngược chiều".

Hình 16.7 là thí dụ một bệnh nhân lác/lé ẩn ngoài định thị một vật ở gần. Mắt phải bị che, do đó nó bị lệch về tư thế nghỉ, tức là ở hướng lác/lé ngoài. Mắt trái định thị vào vật.

Câu hỏi: Thông tin tư thế gì não sẽ nhận được từ 2 mắt để cho biết vị trí (hướng) của vật?

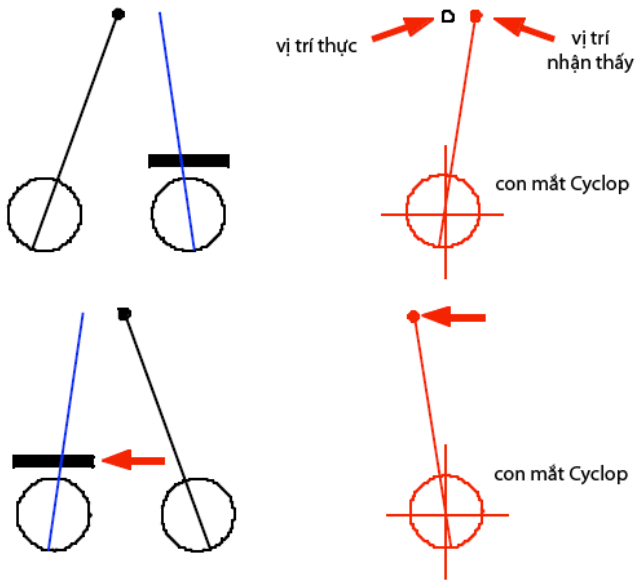
1) Thông tin dấu vùng từ mắt trái cho biết là vật nằm ở trên trục. Thị hướng theo võng mạc của nó là thẳng trước mặt. Không có thông tin dấu vùng từ mắt phải vì nó bị che.

2) Thông tin cảm thụ bản thể cho biết mắt trái đang hướng sang phải, thí dụ 7 điốp lăng kính, trong khi mắt phải hướng sang trái với một góc nhỏ hơn, có thể là 4 điốp lăng kính (tư thế lác ngoài). Tổng cộng góc của cả 2 hướng làm cho trục thị giác của mắt Cyclop hơi nghiêng sang phải.

   Kết hợp thông tin từ 1) và 2) ở trên, hướng chiếu của mắt Cyclop và hướng cảm nhận 2 mắt của vật hơi lệch sang phải so với vị trí thực của nó.

Khi chuyển cái che sang mắt trái (Hình 3.7 dưới) thì mắt phải định thị, trong khi mắt trái chuyển sang tư thế lác ẩn ngoài. Tín hiệu dấu vùng từ mắt phải cho biết rằng vật nằm ở trên trục, trong khi hướng trung bình của 2 trục thị giác hơi lệch sang trái. Kết hợp thông tin này, cảm nhận 2 mắt là trục của mắt Cyclop hơi lệch sang trái, và vật nằm trên. Do đó, vật hiện ra hơi ở bên trái so với trung tâm.

Cần thấy rằng **vật tỏ ra di chuyển cùng hướng với mắt.** Khi mắt lác/lé ẩn ngoài được bỏ che và định thị thì nó di chuyển vào phía trong, cùng hướng di chuyển của cái che. Do đó bệnh nhân nói rằng vật định thị tỏ ra di chuyển "cùng chiều" với cái che.



Hình 16.7 *Khi chuyển cái che sang mắt trái thì mắt phải định thị, trong khi mắt trái di chuyển ra ngoài về tư thế lác/lé ẩn ngoài*

Trong trường hợp bệnh nhân lác/lé ẩn trong, mắt bị che sẽ đưa vào trong. Khi bỏ che, mắt này sẽ quay ra, ngược hướng với cái che. Do đó, bệnh nhân sẽ nói rằng vật chuyển động "ngược chiều" với cái che.

Để tập luyện, bạn vẫn nên dùng logic được minh họa ở Hình 3.7 với trường hợp một bệnh nhân lác/lé ẩn trong để hiểu tại sao bệnh nhân sẽ thấy chuyển động "ngược chiều". Những điều này minh họa thực tế đã tồn tại từ lâu rằng cảm giác hướng 2 mắt không chỉ phụ thuộc vào dấu vùng võng mạc từ hai mắt mà còn phụ thuộc vào các hướng mà 2 mắt nhằm vào. Đáng chú ý là điều này cũng đúng trong điều kiện nhìn một mắt, tức là khi làm test che mắt luân phiên, bởi vì vật được nhìn chỉ với một mắt.

b) ĐO ĐỘ TỤ HỢP THỊ (FUSION VERGENCE TESTING)

Những nguyên lí này cũng có thể dùng để giải thích tại sao, trong khi đo độ tụ hợp thị (dùng lăng kính đáy trong hoặc đáy ngoài đến khi xuất hiện điểm mờ/nhìn thấy 2 hình/điểm phục hồi), vật hiện ra ở giữa khi bệnh nhân hợp thị bằng 2 mắt, nhưng ngay khi bệnh nhân bắt đầu loại bỏ một mắt thì vật sẽ chuyển động về hướng của đỉnh lăng kính khi bạn tiếp tục tăng công suất. Thí dụ, nếu tăng độ lăng kính BO bằng nhau ở 2 mắt, vật sẽ tỏ ra dịch chuyển về phía mũi của mỗi mắt và cả 2 mắt sẽ xoay về phía mũi để duy trì định thị hoàng điểm. Thông tin dấu vùng từ cả 2 mắt cho biết là "định thị hoàng điểm." Do 2 mắt qui tụ bằng nhau nhưng ngược hướng nên hướng cuối cùng của mắt Cyclop là thẳng trước mặt. Do đó vật vẫn hiện ra ở đường giữa.

Giả sử mắt phải bắt đầu bị loại bỏ và không còn hợp thị. Tại thời điểm đó, không còn thông tin dấu vùng và thông tin hướng mắt của mắt phải. Mắt trái vẫn có định thị hoàng điểm, và nó bắt đầu xoay về phía mũi (sang bên phải). Sự định hướng sang phải này của mắt trái không được cân bằng bởi sự định hướng sang trái (qui tụ) của mắt phải. Trong thực tế, một khi hợp thị bị vỡ thì cả 2 mắt sẽ bắt đầu xoay sang phải. Thông tin thị hướng từ 2 mắt di chuyển sang phải sẽ làm cho vật tỏ ra di chuyển sang phải. Nó sẽ tiếp tục di chuyển sang phải khi tăng thêm công suất lăng kính BO.

Cần nhớ rằng nếu bạn đo độ tụ hợp thị và bệnh nhân không nhìn thấy 2 hình thì cần hỏi bệnh nhân là vật tiêu có chuyển động không và khi nào bắt đầu chuyển động. Khi bệnh nhân thấy chuyển động, bạn sẽ biết là bệnh nhân bắt đầu loại bỏ một mắt, và đó là giới hạn của hợp thị 2 mắt (xem Steinman trang 145).

TÀI LIỆU THAM KHẢO

Howard IP and Rogers BJ. **Binocular Vision and Stereopsis,** Oxford University Press, New York. 1995; pp 595

Ono, H. 1991. **Binocular visual directions of an object when seen as single or double,** in Regan D (ed). Vision Vol 9. **Vision and Visual Dysfunction**. A 17 volume series 1991.

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

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.

Kaufmann PL, Alm A and Francis HA. **Adler's Physiology of the Eye, 10th Ed**. Mosby, St. Louis, 2003.

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

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

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

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

Steinman et al**. Foundations of Binocular Vision.** McGraw-Hill, New York, 2000.

Regan D. **Binocular Vision** (Vol 9 in Vision and Visual Dysfunction, 1991).

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

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