BrienHoldenVisionInstitute

QUI TỤ HAI MẮT, HỢP THỊ CẢM GIÁC & VÒNG ĐỒNG THỊ

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 HỢP THỊ VẬN ĐỘNG & ĐỘNG TÁC QUI TỤ

Có 6 loại động tác mắt qui tụ

- Qui tụ hợp thị: được gây ra bởi chênh lệch võng mạc
- Qui tụ điều tiết: được gây ra bởi điều tiết
- Qui tụ trương lực: phân bố xung thần kinh cơ bản của các cơ ngoại nhãn khi không có kích thích
- Thích ứng qui tụ: được gây ra bởi qui tụ hợp thị và qui tụ điều tiết, tiếp tục chúng theo thời gian
- Qui tụ nhìn gần: được gây ra bởi cảm nhận vật ở gần
- Qui tụ chủ động

Các cơ chế này được điều khiển bởi các trung tâm riêng rẽ ở não và hoạt động phối hợp để hỗ trợ **hợp thị vận động**, tức là, chúng hướng 2 mắt để cho các ảnh rơi vào **các điểm võng mạc tương ứng**.

TƯƠNG QUAN CỦA CÁC THÀNH PHẦN QUI TỤ

Hình 5-16 ở chương của **McCormack** (Borish Chương 5) tóm tắt tương quan giữa các thành phần khác nhau của qui tụ.

Qui tụ trương lực là hoạt động cơ bản để đưa 2 mắt từ tư thế nghỉ giải phẫu (lác/lé ngoài khoảng 17 điốp lăng kính) về tư thế song song hoặc gần song song. Nếu bạn chuẩn bị định thị một vật ở gần thì qui tụ nhìn gần kích thích một động tác qui tụ mạnh, động tác này đưa 2 mắt đủ gần nhau để qui tụ hợp thị và qui tụ điều tiết (AC/A) có thể hoạt động.

Nếu định thị gần được duy trì thì xung thần kinh qui tụ hợp thị và qui tụ điều tiết sẽ kích thích sự thích ứng qui tụ, sự thích ứng này lại tiếp tục duy trì thêm đáp ứng qui tụ. Do sự thích ứng qui tụ tăng, yêu cầu cho qui tụ hợp thị và qui tụ điều tiết giảm. Điều này được điều chỉnh bằng vòng hồi tiếp. Do tư thế trương lực của 2 mắt bình thường là hơi lác/lé ẩn trong nên cần có một độ nhẹ qui tụ hợp thị âm và điều tiết phản xạ âm để định thị một vật ở xa.

THÔNG TIN THÊM VỀ QUI TỤ HỢP THỊ

Nhắc lại rằng **qui tụ hợp thị** được coi là cơ chế quan trọng nhất dùng để *tinh chỉnh* sự định thị vào vật nhìn. Tất cả các thành phần qui tụ khác giúp căn chỉnh 2 mắt ở mức độ thô hơn, nhưng hợp thị vận động chính xác vẫn là nhờ qui tụ hợp thị.

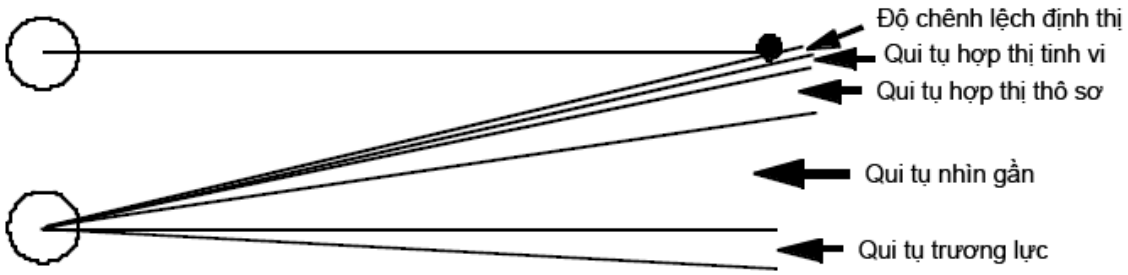
Qui tụ hợp thị gồm có 2 thành phần:

- Qui tụ hợp thị dương
- Qui tụ hợp thị âm

Các nhóm tế bào cuống não riêng biệt được gọi là tế bào qui tụ và tế bào phân kì phân bố xung thần kinh cho qui tụ hợp thị dương và qui tụ hợp thị âm tương ứng. Số tế bào phân kì ít hơn đáng kể so với số tế bào qui tụ, điều này giải thích biên độ và tốc độ thấp hơn của động tác phân kì. Ngoài ra, cả qui tụ và phân kì đều thể hiện những tính chất gợi ý rằng mỗi loại đều được phân chia nhỏ hơn thành các thành phần tương tự hợp thị cảm giác thô và tinh. (McMormack, trang 165)

Ngoài ra còn có các hệ thống điều khiển qui tụ hợp thị thô sơ và hệ thống điều khiển qui tụ hợp thị tinh vi. **Qui tụ hợp thị thô sơ** đáp ứng với các vật tiêu lớn và các độ chênh lệch võng mạc lớn. Những điều chỉnh tinh vi sau đó được tiếp tục bởi cơ chế **qui tụ hợp thị tinh vi**. Hệ thống phản hồi âm (được thấy ở các sơ đồ) cho phép qui tụ hợp thị tinh vi định thị chính xác 2 mắt và hoàn thành hợp thị vận động. Tuy nhiên, nó thường không thực hiện việc này một cách hoàn hảo. Khi hoàn thành qui tụ hợp thị tinh vi, thường vẫn còn một mức độ nhỏ bất cân bằng của 2 trục thị giác. Tức là, vẫn còn lại độ chênh lệch nhỏ, độ chênh lệch này tiếp tục kích thích cơ chế qui tụ hợp thị tinh vi. Độ chênh lệch này được gọi là **chênh lệch định thị** (Hình 18.1).

Chênh lệch định thị thường nhỏ đến mức ảnh vẫn có thể hợp thị được khi nhìn 2 mắt. Nhắc lại rằng qui tụ hợp thị không chỉ gây ra hợp thị vận động. Nó có sự trợ giúp từ các cơ chế qui tụ khác (qui tụ trương lực, qui tụ nhìn gần, qui tụ điều tiết).



Hình 18.1 *Các thành phần qui tụ hoạt động khi chuyển định thị từ xa đến gần.*

Chênh lệch định thị được xác định bằng yêu cầu qui tụ hợp thị (vật ở gần thế nào) và gia lượng tín hiệu thần kinh. Gia lượng mô tả đáp ứng của hệ thống điều khiển qui tụ hợp thị tinh vi đối với chênh lệch võng mạc. Mối quan hệ giữa chênh lệch định thị, yêu cầu qui tụ hợp thị (DVD) và gia lượng (G) được thấy ở phương trình sau (trích từ McCormack, trang 166).

$$FD = DVD \times \left[1 - \left(\frac{G}{1+G}\right)\right]$$ …Phương trình 18.1

Các giá trị gia lượng bình thường là khoảng 100, nhưng với gia lượng cao hơn thì chênh lệch định thị nhỏ hơn đối với một khoảng cách đã cho. Đối với một gia lượng cố định, chênh lệch định thị sẽ tăng cho các khoảng cách định thị gần hơn.

Một minh họa đơn giản là xem xét một người có qui tụ trương lực làm cho 2 trục thị giác song song, do đó bệnh nhân có 2 mắt cân bằng khi nhìn xa. Nếu bệnh nhân có KCĐT 64 mm thì yêu cầu qui tụ để định thị ở 40 cm là 15 điốp lăng kính. Nếu qui tụ do cảm giác nhìn gần và qui tụ điều tiết đem lại 10 điốp lăng kính qui tụ, yêu cầu qui tụ hợp thị còn lại là 5 điốp lăng kính. Bảng 18.1 cho thấy chênh lệch định thị thay đổi thế nào với các giá trị gia lượng khác nhau, theo phương trình 18.1. Chúng ta sẽ nghiên cứu chi tiết hơn về chênh lệch định thị ở phần sau.

Bảng 18.1: Chênh lệch định thị của các mức gia lượng khác nhau khi yêu cầu qui tụ hợp thị là 5 điốp lăng kính. Tất cả các đơn vị đều là điốp lăng kính.

Yêu cầu qui tụ hợp thị (DVD)	Gia lượng (G)	Chênh lệch định thị (FD)
5	100	0.05
5	125	0.04
5	150	0.03

Cần thấy rằng qui tụ hợp thị đòi hỏi một độ chênh lệch nhất định để tiếp tục hoạt động.

Câu hỏi: Điều gì sẽ xảy ra nếu cơ chế này đặt 2 trục thị giác hướng đúng vào điểm định thị?

Trả lời: Yêu cầu qui tụ sẽ trở thành 0 và kích thích để duy trì qui tụ đúng sẽ mất đi. Không có qui tụ hợp thị, 2 mắt sẽ nhanh chóng quay trở lại tư thế nghỉ. Tuy nhiên, độ chênh lệch lúc này sẽ tăng và 2 mắt sẽ phải quay trở lại về phía định thị. Đây là một cách không ổn định và không hiệu quả để duy trì hợp thị vận động. Saladin (Chương 21 ở Borish, trang 748-749) giải thích cách mà chênh lệch định thị giúp duy trì sự cân bằng 2 mắt ổn định như thế nào. (Tài liệu tham khảo khác: Schor and Cuiffreda: Vergence eye movements: basic and clinical aspects, 1983)

[…] Cơ chế điều khiển qui tụ hợp thị điều khiển kiểu phân bố xung thần kinh đến khi đạt được mức qui tụ mong muốn, trong đó hệ thống điều khiển hoạt động để triệt tiêu tín hiệu báo lỗi qua quá trình phản hồi âm. Cũng như với hệ thống điều tiết, tình trạng triệt tiêu này sẽ thích hợp nếu mức qui tụ ở một vị trí nghỉ, tuy nhiên, ngay cả khi thực sự đạt tới điểm này thì hệ thống cũng trở thành không ổn định bởi vì nó không có tín hiệu vào. Nó sẽ dao động qua lại trong một vùng chết vài phút cung, tùy theo hình dạng kích thích. […] Cần có một vùng chết để giữ cho nhiễu tự nhiên (tín hiệu ra trong khi không có tín hiệu vào từ bên ngoài) khỏi liên tục kích thích hệ thống. […] Tuy nhiên, thay vì đi tới điểm 0 (tâm của vùng chết), hệ thống đi tới một bên của vùng chết, do đó để lại một độ sai đặc hiệu hướng nhỏ để sinh ra tín hiệu cần thiết cho sự điều khiển. […] Độ chênh lệch còn lại để mang lại tình trạng ổn định cần thiết hoặc phân bố xung thần kinh duy trì trên lâm sàng được gọi là chênh lệch định thị.

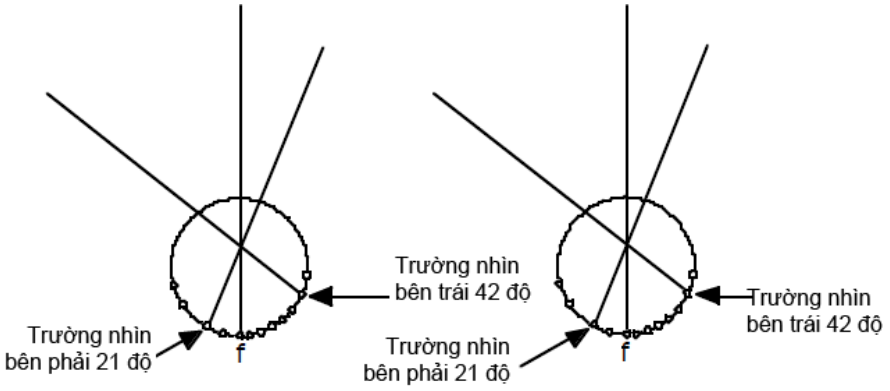
HỢP THỊ CẢM GIÁC & GIỚI THIỆU VỀ VÒNG ĐỒNG THỊ

Hợp thị vận động là một điều kiện tiên quyết của hợp thị cảm giác, nó là quá trình được hệ thống thị giác sử dụng để kết hợp các ảnh võng mạc từ 2 mắt thành một nhận thức thị giác hợp nhất. Chúng ta đã tiếp xúc một số khái niệm cơ bản của hợp thị cảm giác khi học về các thị hướng tương ứng giữa 2 mắt. Hợp thị vận động hướng 2 mắt vào cùng một vật, lúc này bạn sẽ có các các ảnh giống nhau rơi vào các vị trí tương ứng ở 2 võng mạc. Các nhà khoa học thị giác ở thời kì đầu đã cố gắng tìm hiểu hợp thị cảm giác xảy ra thế nào.

"Cha Franciscus Aguilonius (1613) nhận thấy rằng các ảnh được chiếu vào 2 mắt hơi khác nhau, do chênh lệch góc nhìn của 2 mắt. Ông đã sử dụng sự kiện này để đưa ra một phân tích các vị trí trong không gian sẽ rơi vào các điểm tương ứng ở 2 mắt." (trích từ Tyler, The Horopter and Binocular Fusion, in Binocular Vision, edited by Regan, 1991, trang 19) Từ các định luật thị hướng, chúng ta biết rằng các vật ở các vị trí khác nhau trong không gian rơi vào các vị trí võng mạc khác nhau, và mỗi vị trí võng mạc khác nhau có một thị hướng khác nhau gắn với nó. Nói một cách khác, mỗi điểm võng mạc có thị hướng theo võng mạc hoặc dấu vùng riêng của nó. Theo các định luật thị hướng 2 mắt của Hering, mỗi trục nhìn ở một mắt đều có một trục nhìn tương ứng ở mắt kia có cùng thị hướng. Do đó, mỗi điểm võng mạc ở một mắt có một điểm tương ứng ở võng mạc mắt kia có cùng thị hướng.

Câu hỏi: Thị hướng gắn với một điểm tương ứng là thị hướng theo võng mạc hay là thị hướng theo cơ thể?

Trả lời: Hình 18.2 minh họa khái niệm thị hướng tương ứng và điểm tương ứng khi 2 mắt định thị một vật ở vô cực. Ảnh của vật định thị rơi vào cả 2 hoàng điểm, trong khi một điểm riêng lẻ khác, nằm ở 42° bên trái điểm định thị, kích thích một cặp điểm tương ứng: ở phía mũi của võng mạc mắt trái và ở phía thái dương của võng mạc mắt phải. Tương tự, một điểm riêng lẻ trong không gian, nằm ở 21° bên phải điểm định thị, kích thích một cặp điểm tương ứng khác. Đối với mỗi cặp điểm tương ứng, bạn có thể xác định vị trí của một điểm riêng lẻ trong không gian kích thích chúng.

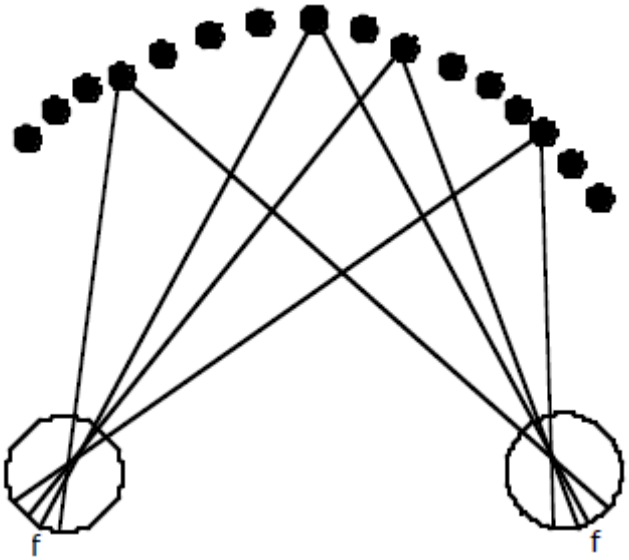


Hình 18.2 *Các điểm tương ứng có các thị hướng theo võng mạc giống nhau.*

Có thể xác định vị trí các điểm trong không gian kích thích các điểm tương ứng bằng cách tìm giao điểm của các trục nhìn tương ứng. Đây là cách dễ hơn để hình dung và đo lường khi 2 mắt định thị một vật ở gần. Nếu bạn nối một số lớn các trục nhìn tương ứng qua 2 võng mạc thì sẽ tạo thành một hình cung tương tự ở Hình 18.3. Hình cung chứa các điểm này được gọi là vòng **đồng thị** (horopter). Thuật ngữ này được đưa ra bởi Aguilonius và nghĩa là "đường chân trời của thị giác".

NHỮNG ĐẶC TÍNH CỦA VÒNG ĐỒNG THỊ LÍ THUYẾT

Theo định nghĩa, vì một vật nằm trên vòng đồng thị có cùng thị hướng ở mỗi mắt nên ảnh của nó rơi vào các điểm võng mạc tương ứng. Các điểm võng mạc tương ứng có chênh lệch bằng 0, do chúng có các thị hướng theo võng mạc giống nhau.



Hình 18.3 *Vòng đồng thị hoặc "đường chân trời của thị giác".*

Do đó, định nghĩa của vòng đồng thị là quĩ tích của các điểm ở trong không gian gây ra **chênh lệch võng mạc bằng 0**. Do chênh lệch sinh ra bởi sự dịch chuyển ngang của 2 mắt, vòng đồng thị là một hình cung ở mặt phẳng ngang.

Aquilonius cho rằng vòng đồng thị nằm ở một đường tròn bao gồm điểm định thị và các điểm nút của 2 mắt (hình 18.3). Khi 2 mắt định thị một vật ở xa thì đường tròn này lớn, khi mắt định thị một vật ở gần thì đường tròn nhỏ hơn. Mỗi khoảng cách định thị có một vòng đồng thị gắn với nó. Vieth (năm 1818) sau đó là Müller (năm 1840) đã nghiên cứu hình dạng của vòng đồng thị, và vòng đồng thị lí thuyết với hình học mô tả ở trên được gọi là **vòng đồng thị Vieth-Müller**, hoặc **vòng Vieth-Müller**.

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**.

Do nó dùng các que dọc để đo vòng đồng thị nên 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).

TÀI LIỆU THAM KHẢO

Benjamin, W. **Borish's Clinical Refraction**. WB Saunders, Philadelphia. 2006. Chapter 5, pp 135-146.

Steinman et al. **Foundations of Binocular Vision**. McGraw-Hill, New York, 2000. Chapter 4, pp 81-83.

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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