BrienHoldenVisionInstitute

TỔNG HỢP 2 MẮT

TÁC GIẢ

Thomas Salmon: Đại học Northeastern State, Hoa kì

THẨM ĐỊNH

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

CÁC ĐỘ HỢP THỊ

Sự hợp thị 2 mắt đòi hỏi cả hợp thị vận động và hợp thị cảm giác. Hợp thị vận động là một điều kiện tiên quyết của hợp thị cảm giác, nhưng hợp thị cảm giác trọn vẹn không phải bao giờ cũng theo sau hợp thị vận động. Hợp thị cảm giác có thể được phân chia thành các mức định tính nối tiếp nhau phức tạp hơn. Trích từ Saladin ở Borish (trang 766): "*Vào đầu thế kỉ 20, Worth (1903) đã đưa ra một phân loại cho thị giác 2 mắt, phân loại này đã trải qua thử thách thời gian thực hành lâm sàng. Trong phân loại này (được mô tả ở Chương 5 kết hợp với test 4 điểm Worth), có 3 mức độ thị giác 2 mắt: Mức độ thứ nhất là đồng thị […] mức độ thứ hai là hợp thị, và mức độ thứ ba là thị giác lập thể*."

Ngay từ đầu thế kỉ 20, những người hành nghề đã nhận thấy tầm quan trọng của thị giác lập thể đối với chẩn đoán vận nhãn, họ coi thị giác lập thể là mức độ cao nhất của khả năng hợp thị cảm giác.

Các mức độ thấp hơn của thị giác 2 mắt là các mức cơ bản phải có trước khi có các mức cao. Các mức độ thị giác 2 mắt giúp ích trong việc phân tích một bệnh nhân có những vấn đề 2 mắt. Bằng việc chẩn đoán mức độ thị giác 2 mắt của bệnh nhân, chúng ta có thể đề ra chế độ tập luyện mắt để đưa lên các mức độ cao hơn.

Ts. Maples thêm vào một mức độ hợp thị giữa độ 1 và độ 2 của hợp thị Worth, do đó ông đưa ra 4 mức độ. Bảng 23.1 so sánh các độ hợp thị truyền thống của Worth với các mức độ thị giác 2 mắt của Ts. Maples.

Bảng 23.1 Các độ hợp thị 2 mắt.

Độ Worth	Độ Maples	Hợp thị cảm giác	Mô tả
0	0	Không có	Ức chế/nhìn một mắt
1	1	Đồng thị	Song thị/chồng hình
2	2	Chồng hình	Không có song thị hoặc chồng hình
	3	Hợp thị	Hợp thị vận động giữ hợp thị bằng lăng kính BI hoặc BO
3	4	Thị giác lập thể	Hợp thị cảm giác cao nhất

TỔNG HỢP 2 MẮT Ở NGƯỠNG

Lợi ích lớn nhất của nhìn 2 mắt là thị giác lập thể, nó là mức độ cao nhất của hợp thị 2 mắt. Chúng ta sẽ nghiên cứu chi tiết hơn về thị giác lập thể ở phần sau, nhưng trước đó, chúng ta sẽ nghiên cứu một lợi ích khác, khó thấy hơn của thị giác 2 mắt, đó là **sự tổng hợp 2 mắt** (binocular summation**)**. Đây là quá trình trong đó thị lực 2 mắt tăng so với thị lực khi nhìn một mắt.

Ở phần trước, chúng ta đã nói về tại sao thị trường 2 mắt lại rộng hơn thị trường một mắt. Nghiên cứu sự tổng hợp 2 mắt thường đề cập nhiều hơn đến các chức năng thị giác (như các ngưỡng) và nó cải thiện thế nào với 2 mắt.

2 mắt tốt hơn một mắt, nhưng tốt hơn bao nhiêu? Bạn có nhìn được tốt hơn 2 lần với 2 mắt không? Thí dụ, chúng ta không kì vọng thị lực 2 mắt tốt gấp 2 lần thị lực một mắt. Nếu một người mất một mắt, thì người đó có mất một nửa thị lực không? Một lần nữa điều này không đúng như vậy. Những bệnh nhân một mắt có giảm một phần hiệu năng thị giác so với bệnh nhân 2 mắt, nhưng ngoại trừ thị giác lập thể và thị trường thì hầu hết các chức năng thị giác gần như giống nhau giữa bệnh nhân một mắt và bệnh nhân 2 mắt.

Các thí nghiệm đã cho thấy rằng sự phát hiện tuyệt đối ánh sáng lờ mờ, ngưỡng 2 mắt bằng khoảng 0.7 lần (tốt hơn 1,4 lần) ngưỡng nhìn một mắt, tức là độ nhạy cải thiện khoảng 0.15 đơn vị log. Số này tuy nhỏ, nhưng trong một số tình huống (như lái xe hoặc bay trong đêm) thì rất quan trọng.

Điều gì giải thích cho độ nhạy cao hơn khi nhìn 2 mắt? Có thể do một quá trình sinh lí nào đó làm tăng tín hiệu vào từ 2 mắt, hoặc có thể chỉ là một vấn đề thống kê. Khi bạn có 2 cảm biến thì xác xuất phát hiện cao hơn so với khi chỉ có một. Nếu riêng mỗi mắt có xác xuất phát hiện một kích thích là 0.6 thì xác xuất thống kê của phát hiện kích thích bằng 2 cảm biến (2 mắt) sẽ là:

$$\mathbf{Pb = Pr + Pl - (Pr \times Pl) = 0.6 + 0.6 - (0.6 \times 0.6) = 0.84} \qquad \mathbf{(1)}$$

Sự cải thiện từ 0.6 đến 0.84 là tăng 1,4 lần, hoặc ngưỡng 2 mắt phải là 0.7 lần ngưỡng một mắt. Pirenne (1943) đã làm các thí nghiệm để đo xác xuất phát hiện một mắt và 2 mắt, và ông đã thấy rằng đối với phát hiện ánh sáng lờ mờ thì ngưỡng 2 mắt tốt hơn 1,4 lần, hoặc bằng 0,7 lần ngưỡng một mắt. Ông đã kết luận rằng loại tổng hợp 2 mắt này có thể được giải thích đơn giản do xác xuất phát hiện lớn hơn. Điều này được gọi là **sự tổng hợp xác suất**. Steinman gọi đây là **thuyết độc lập** của tổng hợp 2 mắt. Tức là, bạn có thể giải thích sự cải thiện đơn giản là do 2 cảm biến độc lập có xác xuất phát hiện ánh sáng mờ tốt hơn là một cảm biến. Tuy nhiên, điều này không chứng minh rằng tổng hợp 2 mắt đơn giản là do thống kê, nó chỉ gợi ý rằng có thể do tăng xác suất phát hiện. Sự tổng hợp 2 mắt có thể do cả tổng hợp xác suất và một cơ chế sinh lí nào đó tăng cường hơn nữa thị giác 2 mắt.

Các thí nghiệm của Matin trong những năm 1960 đã cho thấy rằng trong một số điều kiện nhất định, tăng độ nhạy 2 mắt lớn hơn so với độ tăng có thể được giải thích bằng xác xuất đơn độc. Sự tổng hợp tối ưu xảy ra khi:

1. Các điểm tương ứng ở 2 võng mạc được kích thích bằng các vật tiêu giống nhau, và
2. Khi các kích thích được đưa ra cho 2 mắt đồng thời, hoặc ít nhất cách nhau trong khoảng 100 mili giây.

Đây là những yêu cầu cơ bản cho **sự tổng hợp thần kinh**, đó là một cơ chế thần kinh kết hợp thông tin từ 2 mắt. Steinman có một tóm tắt tốt thí nghiệm của Matin ở trang 160-161. Campbell và Green đã đưa ra một giải thích khác tại sao tổng hợp 2 mắt lại tăng ngưỡng nhìn gấp 1,4 lần. Họ nói rằng bằng cách kết hợp tín hiệu vào từ 2 mắt thì các tín hiệu thần kinh sẽ được cộng vào trong khi nhiễu thần kinh nền (được cho là ngẫu nhiên và không liên quan) sẽ bị hủy một phần. Họ dự đoán rằng chỉ riêng quá trình này làm cho các ngưỡng 2 mắt tăng gấp $\sqrt{2}$ hoặc 1,4 lần (xem trang 162 của Steinman, trong đó có một lỗi in ấn, $\sqrt{2}$ được viết là 2). Do đó, cải thiện 1,4 lần chức năng thị giác có thể được giải thích bằng cả 2 khả năng (tăng tỉ số tín hiệu-nhiễu hoặc tổng hợp thần kinh) nhưng sự tăng nhiều hơn số này sẽ cho thấy rõ rằng tổng hợp thần kinh hoặc các dạng khác của tổng hợp sinh lí có liên quan.

TỔNG HỢP 2 MẮT TRÊN NGƯỠNG

Các thí dụ trong đó sự tổng hợp 2 mắt có thể làm tăng chức năng thị giác so với nhìn một mắt gồm có:

- Thị lực
- Độ nhạy tương phản
- Phát hiện nhấp nháy
- Cảm nhận độ sáng
- Phát hiện ánh sáng lờ mờ

Thị lực
Cả thị lực và độ nhạy tương phản đều tốt hơn khi nhìn bằng 2 mắt, có lẽ do cả tổng hợp thống kê và tổng hợp sinh lí. Thị lực 2 mắt thường tốt hơn một dòng so với thị lực một mắt khi đo trên lâm sàng.

Độ nhạy tương phản
Độ nhạy tương phản 2 mắt tốt hơn 1,4 lần so với độ nhạy tương phản một mắt ở toàn bộ dải, nếu cả 2 mắt được chỉnh kính tốt. (xem **Steinman Hình 6-4**). Tuy nhiên, mức độ tổng hợp 2 mắt thay đổi khi một mắt bị mờ. Khi làm mờ một mắt (bằng kính cộng quá độ) thì độ nhạy tương phản 2 mắt giảm khi độ mờ tăng.

Nếu làm mờ một mắt vừa đủ thì có thể giảm độ nhạy tương phản 2 mắt dưới mức dự kiến của nhìn một mắt. Tức là, ảnh ở một mắt bị mờ nặng làm thị giác 2 mắt giảm nhiều hơn so với ảnh được cung cấp bởi mắt không bị mờ.

Ảnh hưởng này rõ hơn ở các tần số không gian cao. Đối với các tần số không gian cao, ảnh mờ ở một mắt trên khoảng 1.50-2.00 điốp dường như làm giảm tương phản 2 mắt xuống dưới mức của một mắt. Điều này khác nhau giữa các cá thể và có thể giải thích tại sao một số bệnh nhân được đặt kính đơn thị không thể chấp nhận chênh lệch hơn 1.50-2.00 điốp giữa 2 mắt.

Phát hiện nhấp nháy
2 ánh sáng nhấp nháy đồng pha được chiếu vào 2 mắt dường như nhấp nháy sáng hơn là khi được nhìn một mắt. Tuy nhiên, nếu dùng ánh sáng lệch pha thì nhấp nháy gần như biến mất (**Steinman Hình 6-2**). Ngoài ra, tần số nhấp nháy tới hạn cao nhất có thể phát hiện (CFF) trong điều kiện nhìn 2 mắt lớn hơn so với nhìn một mắt nếu các nguồn sáng chiếu vào 2 mắt đồng pha.
Nếu các nguồn sáng lệch pha thì CFF hai mắt thực sự nhỏ hơn so với CFF một mắt (xem Bảng 23.2).
Điều này cũng cho thấy sự tổng hợp hoặc tương tác tín hiệu từ 2 mắt. (xem **Steinman Hình 6-3**).

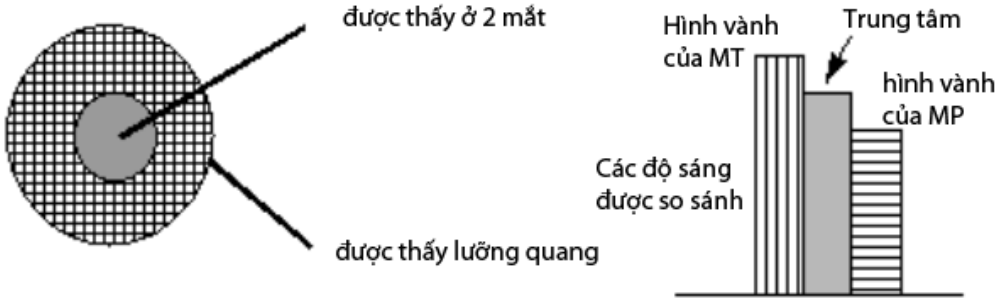
Bảng 23.2 CFF trong điều kiện nhìn một mắt và nhìn 2 mắt.

Điều kiện	CFF điển hình trong điều kiện có ánh sáng
2 mắt: MP, MT nhấp nháy đồng pha	45
2 mắt: MP, MT nhấp nháy lệch pha	30
Một mắt	40

Khi vẽ biểu đồ hàm chuyển điều biến thời gian (Steinman gọi là hàm độ nhạy tương phản thời gian ở Hình 6-3), chúng ta thấy rằng độ nhạy thời gian tốt hơn trong điều kiện nhìn 2 mắt đối với nhấp nháy đồng pha, nhưng kém hơn đối với nhấp nháy đối pha. Sự chênh lệch rõ hơn đối với các tần số thời gian thấp.

Cảm nhận độ sáng và nghịch lí Fechner
Cảm nhận độ sáng hai mắt cho thấy là sự tổng hợp 2 mắt phức tạp hơn là chỉ có tổng cộng 2 tín hiệu vào. Khi cả mắt phải và mắt trái có độ rọi võng mạc bằng nhau, độ sáng cảm nhận được của hai mắt có thể chỉ hơi sáng hơn độ sáng thấy bởi từng mắt.

Trong một số điều kiện, độ sáng của một nguồn sáng được nhìn bằng 2 mắt thực tế thấp hơn so với nhìn bằng một mắt. Nếu đặt một kính lọc độ đen trung tính trước một mắt, trong khi mắt kia nhìn trực tiếp vào một nguồn sáng chói thì cảm nhận độ sáng hai mắt thấp hơn độ sáng được nhìn chỉ bởi mắt không có kính lọc. Hiện tượng này được gọi là **nghịch lí Fechner**, và nó gợi ý rằng hệ thống thị giác lấy trung bình độ sáng giữa 2 mắt. (xem **Hình 6-6 ở Steinman**). Điều này có thể được chứng minh trên thực nghiệm bằng một thiết bị được minh họa ở Hình 23.1 trái.



Hình 23.1 *Kích thích cho thí nghiệm phù hợp độ sáng.*

Điểm trung tâm được thiết kế sao cho độ sáng chiếu vào 2 mắt giống nhau và được hợp thị 2 mắt. Vùng vành được thiết kế sao cho nó cũng được hợp thị, nhưng mỗi mắt thấy một độ sáng khác nhau. Khi các kích thích khác nhau được chiếu vào 2 mắt thì chúng được gọi là được thấy lưỡng quang. Điều này có thể thực hiện được bằng cách dùng một máy haploscope (giống như Synoptophore) hoặc kính phân cực. Vùng trung tâm được đặt ở độ sáng tiêu chuẩn và được chiếu sáng luân phiên với vùng vành. Độ sáng vùng vành của MT được đặt trước, và bệnh nhân phải điều chỉnh độ sáng của vùng vành của MP để làm cho vùng vành có cùng độ sáng với vùng trung tâm. Khi vùng vành của MTđặt chỉnh sáng hơn vùng trung tâm thì độ sáng ở MP phải được chỉnh thấp hơn để phù hợp. Điều này được minh họa ở Hình 23.1 phải.

Sự lấy trung bình độ sáng giải thích **nghịch lí Fechner**. Dưới đây là một câu hỏi thí dụ về chủ đề này từ sách Optometry exam review book (trang 153, 187).

"450*. Đối với độ sáng biểu kiến, nghịch lí Fechner gợi ý rằng sự tích hợp cảm giác 2 mắt dựa vào*

A. *Sự độc lập cảm giác của mắt phải và mắt trái*
B. *Sự lấy trung bình*
C. *Sự tổng hợp tuyến tính*
D. *Sự tăng xung thần kinh*
E. *Sự tăng đáp ứng thần kinh*

Đáp án: ***B***

Nghịch lí Fechner đề cập đến quan sát thấy rằng một kích thích sáng chói được nhìn bằng một mắt dường như sáng hơn khi nhìn bằng 2 mắt với một kính lọc độ đen trung tính đặt trước một mắt. Nghịch lí rất đơn giản: khi bỏ kính lọc ra, ánh sáng hơn đi vào hệ thống thị giác nhiều hơn, nhưng ánh sáng tỏ ra tối hơn. Độ sáng nhận thấy dường như được quyết định bởi sự lấy trung bình độ sáng của 2 mắt."

Thay vì dùng một kính lọc độ đen trung tính, điều gì xảy ra nếu bạn đơn giản che một mắt? Dựa vào sự lấy trung bình đơn giản thì khi nhìn bằng 2 mắt ánh sáng phải tối hơn nhiều so với nhìn một mắt. Tuy nhiên, trong trường hợp này, chúng tỏ ra gần như bằng nhau. Điều này gợi ý rằng cảm nhận độ sáng hai mắt cũng đòi hỏi thông tin đường viền từ cả 2 mắt nếu xảy ra tương tác. Loại bỏ các đường viền của ảnh dường như vô hiệu hóa cơ chế lấy trung bình, gây ra nghịch lí Fechner.

Điều này có thể được kiểm tra bằng cách lặp lại thí nghiệm cho nghịch lí Fechner, nhưng ngoài kính lọc độ đen trung tính đặt trước một mắt, người ta còn gây lệch tiêu ảnh bằng một kính cộng. Việc này làm nhòe các đường viền được thấy trước đó. Khi thực hiện điều này, độ sáng 2 mắt và một mắt bằng nhau, và không thấy nghịch lí Fechner.

Sự truyền giữa 2 mắt
Các hậu hiệu ứng chuyển động có thể được chuyển sang mắt kia ngay cả khi mắt đó đã bị che trong khi hiện kích thích. Điều này cho thấy là tín hiệu vào từ 2 mắt được kết hợp và được xử lí cùng nhau bởi não. Các hậu hiệu ứng nghiêng (**Steinman Hình 6-7**) cũng có thể được chuyển sang mắt kia. Sự truyền giữa 2 mắt mạnh hơn khi mắt trội được kích thích.

Khi tổng hợp 2 mắt là nhược điểm
Ở một số người, ánh sáng nhấp nháy có thể gây ra một cơn động kinh, nhưng nhắm một mắt có thể giảm nhẹ tác dụng này. Trong trường hợp này, độ nhạy 2 mắt lớn hơn là một nhược điểm. Lóa mắt ảnh hưởng thị lực hoặc gây khó chịu dường như cũng nhiều hơn khi nhìn 2 mắt so với khi nhìn một mắt. Đây cũng là một trường hợp trong đó độ nhạy lớn hơn đạt được khi nhìn 2 mắt là một nhược điểm.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

Steinman et al. **Foundations of Binocular Vision**. McGraw-Hill, New York, 2000.
Chapter 3, p. 45; Chapter 6, p. 153-170.

Benjamin, W. **Borish's Clinical Refraction**. WB Saunders, Philadelphia. 2006. Chapter 21.

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

Cuiffreda and Hung's model **(Dual-mode behaviour in the human accommodation system)**. Ophthalmological and Physiological Optics 1988 8, 327-332.

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

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.

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.

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

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

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

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.