BrienHoldenVisionInstitute

ĐO THỊ TRƯỜNG NHÂN ĐÔI TẦN SỐ

TÁC GIẢ

Thomas Salmon: Đại học bang Northeastern, Hoa kì

THẨM ĐỊNH

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

CHƯƠNG NÀY BAO GỒM CÁC NỘI DUNG:

- Đo thị trường nhân đôi tần số
- Phương pháp vật lí thần kinh
- Ngưỡng
- Các phương pháp đo ngưỡng Fechner

ĐO THỊ TRƯỜNG NHÂN ĐÔI TẦN SỐ

Bệnh glôcôm khó chẩn đoán và điều trị bởi vì ở các giai đoạn sớm nó cơ bản là một bệnh không có triệu chứng, và trong một số trường hợp, bệnh nhân glôcôm có thể có nhãn áp bình thường. Chẩn đoán xác định dựa vào soi đáy mắt hoặc soi đáy mắt bằng đèn khe (dùng kính 90 D, v.v) có thể khó khăn.

Đo thị trường tĩnh là tiêu chuẩn hiện nay để chẩn đoán xác định glôcôm, nhưng đo thị trường tiêu chuẩn có thể chẩn đoán được tổn hại sớm. Do glôcôm là một trong những nguyên nhân hàng đầu của mù lòa, một phần chính của nghiên cứu mắt hiện đại đang dành cho việc tìm ra các phương pháp tốt hơn để chẩn đoán glôcôm. Có 2 phương pháp để phát hiện sớm glôcôm:

- Đánh giá cấu trúc (giải phẫu)
- Đánh giá chức năng (vật lí thần kinh)

Mặc dù HRT (Heidelberg Retinal Tomography), GDx (lớp sợi thần kinh analyzer), OCT (Optical Coherence Tomographer), RTA (Retinal Thickness Analyzer) hoặc SWAP (short wavelength automated perimetry) dùng để cải thiện chẩn đoán glôcôm, có một số vấn đề thực tế với các máy sau:

- HRT: đắt tiền
- GDx: đắt tiền
- OCT: đắt tiền
- RTA: đắt tiền, khó học
- SWAP: khám nghiệm mất thời gian và khó làm đối với bệnh nhân

Một khám nghiệm lí tưởng để phát hiện glôcôm ở giai đoạn sớm cần phải:

- Nhạy với những biến đổi tinh vi của bệnh glôcôm
- Không quá đắt
- Sử dụng dễ dàng, thuận tiện và nhanh chóng

ĐO THỊ TRƯỜNG NHÂN ĐÔI TẦN SỐ (TIẾP THEO)

Các khám nghiệm vật lí thần kinh mới cũng đang được phát triển để phát hiện glôcôm ở giai đoạn sớm. Một trong các Khám nghiệm này dựa vào việc phát hiện các tế bào hạch magno là những nơ-ron đầu tiên bị tổn hại trong bệnh glôcôm. Do đó, một khám nghiệm tách biệt các tế bào hạch magno sẽ rất hữu ích. **Thị trường kế nhân đôi tần số Humphrey (FDT)** là một khám nghiệm như vậy.

Trong vài năm qua, đã có một phiên bản mới của FDT, gọi là **Matrix** (Hình 30-1). Các nguyên lí cơ bản của đo bằng máy Matrix giống như là FDT, chỉ khác là nó đo nhiều điểm hơn, với các vùng đo nhỏ hơn FDT. Ngoài ra, kết quả in ra cũng giống như kết quả in của thị trường kế nổi tiếng Humphrey Field Analyzer, giúp cho các bác sĩ dễ phân tích kết quả hơn. Để biết thêm chi tiết về máy này, tham khảo bảng số liệu kĩ thuật ở trang web Zeiss-Humphrey: (http://www.meditec.zeiss.com/)

Hình 30-1: *Thị trường kế Zeiss- Humphrey MATRIX, dùng công nghệ nhân đôi tần số*

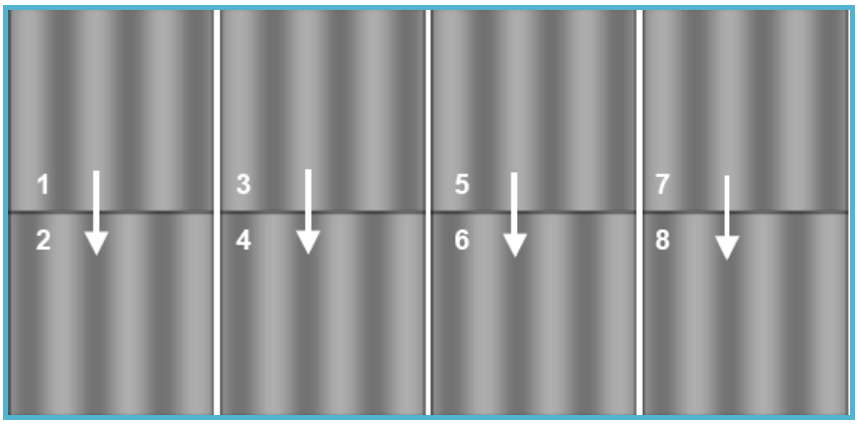
Trang web về thị trường kế Humphrey đã mô tả FDT như sau:

> *Là máy đo thị trường đầu tiên đủ đơn giản, và đủ gọn nhẹ để có thể sử dụng ngay cả trong khám sơ bộ. Với giá hợp lí, FDT có nhiều năm nghiên cứu và thử nghiệm lâm sàng để xác nhận hiệu năng của nó. Máy cho kết quả khám sàng lọc chỉ trong 45 giây và kết quả đo ngưỡng đầy đủ dưới 4 phút mỗi mắt. Trọng lượng chỉ 19 pound, FDT là thị trường kế cơ động nhất và thân thiện với người dùng nhất trong số các thị trường kế hiện có.*

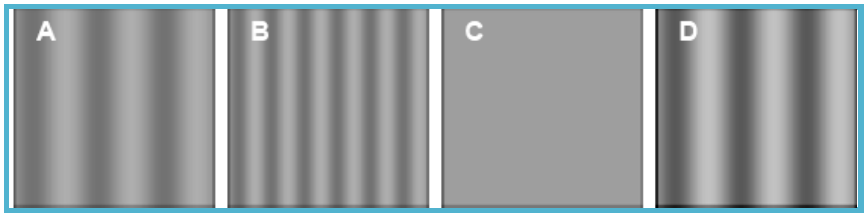
Kích thích ở máy này dùng để kích thích riêng các nơ-ron của hệ thống tế bào magno. Nó gồm có một cách tử sóng sin nhỏ nhấp nháy lệch pha (Hình 30-2).

- Hệ thống magno có thể phát hiện ánh sáng nhấp nháy nhanh, do đó vật tiêu cách tử được để nhấp nháy ở tần số tương đối nhanh 15 Hz. Tần số này cao hơn CFF của hệ thống parvo
- Hệ thống magno có đáp ứng phi tuyến tính, do đó nếu được phát hiện thì hệ thống magno sẽ thay đổi cảm giác để cho cách tử dường như nhân đôi tần số không gian thực của nó, do đó được gọi là nhân đôi tần số. Nếu đáp ứng tuyến tính (hệ thống parvo) thì vật tiêu sẽ là một vùng xám đồng đều: các cách tử lệch pha được hòa nhập vào nhau theo thời gian thành một vùng xám đồng đều
- Người ta dùng các cách tử lớn bởi vì hệ thống magno có độ phân giải không gian kém. Chỉ hệ thống parvo có thể thấy cách tử tần số cao
- Tương phản được thay đổi đến khi bệnh nhân không thể phát hiện được các cách tử. Nếu số lượng đáng kể các sợi tế bào magno bị tổn hại thì bệnh nhân sẽ cần tương phản cao hơn để thấy các cách tử. Đây cơ bản là một khám nghiệm độ nhạy tương phản (Hình 30-3)

ĐO THỊ TRƯỜNG NHÂN ĐÔI TẦN SỐ (TIẾP THEO)



Hình 30-2: *Vật tiêu dùng ở máy FDT là một cách tử sóng sin nhấp nháy ở tần số 15 HZ với các khung hình luân phiên nhấp nháy lệch pha. Các số cho biết chuỗi thời gian của các khung hình*



Hình 30-3: *Nếu các nơ-ron tế bào magno lành lặn thì kích thích thực tế (A) sẽ xuất hiện giống như một cách tử sóng sin với tần số gấp đôi (B). Nếu các nơ-ron tế bào magno bị tổn hại (thí dụ trong bệnh glôcôm) thì sẽ không thấy các sọc, và bệnh nhân sẽ chỉ thấy một trường trống màu xám (C). Lúc này máy sẽ phải tăng tương phản của các sọc để bệnh nhân có thể thấy chúng (D)*

Dụng cụ này dường như rất hữu ích để khám glôcôm bởi vì nó nhanh, sử dụng đơn giản và thậm chí nhạy hơn đo thị trường tiêu chuẩn để phát hiện sớm glôcôm. Test ngưỡng đầy đủ chỉ mất vài phút. Máy này nhỏ và vận chuyển dễ dàng, nhà sản xuất nói rằng bạn có thể đo bệnh nhân có tật khúc xạ tới 3 điốp không chỉnh kính.

PHƯƠNG PHÁP VẬT LÍ THẦN KINH

(Schwartz, 2004 Chương 11)

Các nhà khoa học thị giác và các nhà khúc xạ nhãn khoa quan tâm đến việc đánh giá hiệu năng thị giác. Các thí dụ quen thuộc của các khám nghiệm thị giác lâm sàng gồm:

- Giới hạn phân giải không gian đo bằng thị lực Snellen
- Ngưỡng lượng tăng được đo bằng thị trường tĩnh
- Thích ứng tối được đo bằng test gây lóa sáng
- Độ nhạy tương phản đo bằng thị trường kế nhân đôi tần số (Matrix)
- Các test sắc giác

ĐO THỊ TRƯỜNG NHÂN ĐÔI TẦN SỐ (TIẾP THEO)

Câu hỏi: Tại sao cần phải đánh giá hiệu năng thị giác?

Trả lời: Khi đo hiệu năng ở bất kì trường nào, chúng ta thường cố gắng xác định các giới hạn của hiệu năng. Thí dụ, khi mô tả hiệu năng của một ô tô thể thao, bạn không quá quan tâm đến việc nó chạy tốt thế nào trên biển, mà là nó có thể nhanh thế nào khi chạy hết tốc độ. Bạn có thể không chọn người thắng giải cuộc thi nâng tạ dựa vào trọng lượng người đó nâng được trong khi luyện tập hàng ngày, mà bằng trọng lượng tối đa người đó có thể nâng được. Tương tự, khi đo thị lực, chúng ta thường cố gắng đo các giới hạn của hiệu năng thị giác và điều này đòi hỏi phải đo ngưỡng. Thí dụ:

- Chữ nhỏ nhất
- Độ tương phản tối thiểu
- Ánh sáng yếu nhất
- Thời gian tối thiểu để hồi phục
- Chênh lệch nhỏ nhất

Tất cả những nhiệm vụ này đo khả năng nhận biết một kích thích vật lí của một người. Vấn đề này thuộc về một ngành khoa học gọi là vật lí thần kinh. Một khái niệm cơ bản quan trọng của vật lí thần kinh là **ngưỡng**, và các nhà khoa học đã đưa ra những phương pháp phức tạp để đo ngưỡng.

NGƯỠNG

Trong trường hợp thị giác, từ "ngưỡng" hàm ý là có cường độ kích thích rõ ràng nào đó, nó phân cách cái nhìn thấy và cái không nhìn thấy (Schwartz, 2004 Hình 11-1B). Tuy nhiên, như bạn có thể nhớ lại từ một số kết quả nghiên cứu của chúng tôi, có thể khó xác định một ngưỡng chính xác. Ngoài ra, ước tính ngưỡng có thể khác nhau ở các thời điểm.

Điều gì sẽ xảy ra nếu bạn cố gắng đo một ngưỡng phát hiện thị giác, và bạn làm một thí nghiệm lặp lại nhiều lần? Thí dụ, bạn đặt độ sáng kích thích ở một mức thấp và xem bệnh nhân có thể phát hiện được nó không. Nếu làm thí nghiệm lặp lại nhiều lần, bạn có thể thấy rằng đôi khi bệnh nhân thấy kích thích, nhưng đôi khi không. Với các mức độ kích thích rất thấp, bệnh nhân có thể chỉ phát hiện được kích thích trong (thí dụ) 10% thời gian. Với các mức độ sáng hơn một chút, bệnh nhân sẽ phát hiện được nhiều hơn, thí dụ 50% thời gian, nhưng không phải toàn bộ thời gian. Cuối cùng, nếu độ sáng được đặt đủ cao thì bệnh nhân có thể thấy nó mỗi lần nó xuất hiện. Nếu vẽ biểu đồ tỉ lệ phát hiện theo độ sáng kích thích, bạn có thể có được một hàm đường cong giống như ở Schwartz, 2004 (Hình 11-1C). Nó cho thấy rằng, thay vì một ngưỡng rõ ràng, có một dải độ sáng mà ở đó xác suất phát hiện của bệnh nhân tăng dần từ 0% đến 100%.

Khi vẽ biểu đồ tần số phát hiện (trục y) theo cường độ kích thích (trục x), đối với nhiều thí nghiệm vật lí thần kinh, biểu đồ dữ liệu trông như một đường cong hình chữ S. Loại biểu đồ này được gọi là một hàm trắc nghiệm tâm thần. Hình chữ S của hàm này được gọi là một đường cong hình cung nhọn, nó là một phân phối chuẩn lũy tích.

Câu hỏi: Tại sao bạn nghĩ rằng nhiều thí nghiệm vật lí thần kinh mang lại dữ liệu phù hợp với một phân phối chuẩn lũy tích?

Trả lời: _____

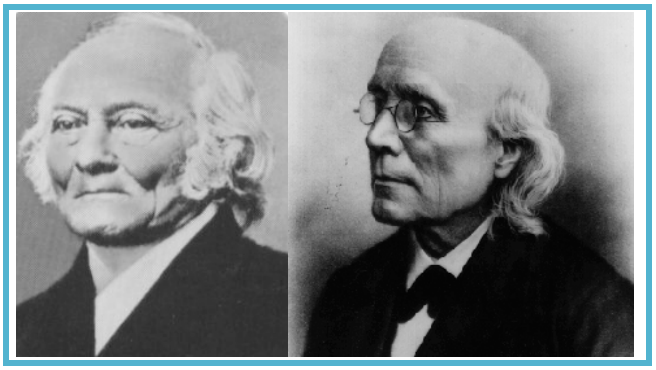
Câu hỏi: Tại sao có sự tăng dần xác suất phát hiện, thay vì một ngưỡng rõ ràng? (xem Schwartz, 2004 trang 239, đoạn 5)

Trả lời: Khi đo ngưỡng, mức độ đáp ứng thần kinh đối với kích thích thường yếu đến mức nó chỉ vừa đủ lớn hơn nhiễu nền ngẫu nhiên ở các nơ-ron. Để có thể thấy được, đáp ứng thần kinh phải vượt quá nhiễu nền, do nhiễu nền thay đổi nên đáp ứng thần kinh cần thiết ở bất kì thời điểm nào để phát hiện kích thích cũng sẽ thay đổi. Theo thời gian, độ nhiễu nền sẽ có một giá trị trung bình nào đó với một phân phối xác xuất của các giá trị trên và dưới số trung bình. Nếu phân phối xác xuất là một phân phối chuẩn thì hàm trắc nghiệm tâm thần sẽ có một hình cung nhọn

CÁC PHƯƠNG PHÁP ĐO NGƯỠNG FECHNER

Cho tới cách đây khoảng 150 năm, hiểu biết về ngưỡng còn hạn chế và phần lớn dựa vào suy đoán hơn là dựa vào các nghiên cứu khoa học được thiết kế tốt. Vào thể kỉ 19, hai nhà khoa học người Đức, **Weber** sau đó là **Fechner**, bắt đầu đề ra các phương pháp khoa học dành riêng cho nghiên cứu thị giác (Hình 30-4).

Ernst Weber (1795-1878), một nhà sinh lí học và giáo sư của Đại học Leipzig, đã cố gắng xác định lượng tăng trọng lượng tối thiểu thêm vào một trọng lượng ban đầu mà một người có thể cảm thấy được. Ông thấy rằng khi trọng lượng bắt đầu trở thành nặng hơn, thì cần một lượng tăng lớn hơn để bệnh nhân phát hiện được sự khác biệt. Tuy nhiên, khi biểu diễn sự chênh lệch như là một phân số của trọng lượng bắt đầu thì nó là tỉ số không đổi trên một dải rộng các trọng lượng (tỉ số Weber).



Hình 30-4: *Ernst Weber (trái) và Gustav Fechner (phải)*

Gustav Fechner (1801-1887) là một nhà vật lí nghiên cứu đáp ứng thị giác đối với kích thích vật lí. Ông đã cố gắng phân tích và dự đoán các đáp ứng giác quan dựa vào toán học và vật lí. Cuốn sách nổi tiếng của ông mang tựa đề Elemente der Psychophysik (các thành phần của vật lí học thần kinh) vào năm 1860, và công trình của ông về thị giác đã lập ra lĩnh vực khoa học vật lí thần kinh.

Trích từ điển bách khoa Grolier, 1994:

> *Mặc dù sách vật lí thần kinh của Fechner đã có từ hơn một thế kỉ, nó vẫn mang lại kiến thức cơ bản cho vật lí học thần kinh hiện đại. Thứ nhất, nó hệ thống hóa khái niệm các ngưỡng cảm giác. Ngưỡng tuyệt đối là lượng năng lượng kích thích nhỏ nhất cần thiết để làm cho kích thích có thể phát hiện được. Ngưỡng khác biệt (còn gọi là độ khác biệt vừa đủ nhận thấy) là lượng năng lượng tối thiểu phải thêm vào một kích thích để tạo ra một sự thay đổi có thể phát hiện được. Thứ hai, sách của Fechner đã đề ra các phương pháp để xác định các ngưỡng này.*

Fechner đã đưa ra 3 phương pháp chính để đo ngưỡng:

- Phương pháp kích thích không đổi
- Phương pháp giới hạn
- Phương pháp điều chỉnh

Mỗi phương pháp gồm có một qui trình thí nghiệm và một qui trình phân tích toán học.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- Schwartz SH. **Visual Perception - A Clinical Orientation, 3rd Edition**. Appleton & Lange, Stamford, Connecticut, 2004
- **The New Grolier Multimedia Encyclopedia**, Grolier Electronic Publishing. 1994
- http://www.meditec.zeiss.com/