BrienHoldenVisionInstitute

LÍ THUYẾT PHÁT HIỆN TÍN HIỆU

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:

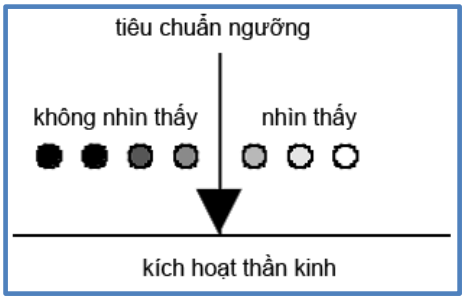
- Kích hoạt thần kinh cần thiết cho phát hiện
- Nhiễu thần kinh nền
- Kích hoạt thần kinh khi có và không có kích thích
- Khả năng phát hiện
- Ảnh hưởng của các tiêu chuẩn khác nhau

GIỚI THIỆU

Khi một người cố gắng phát hiện một kích thích thì các tiêu chuẩn ngưỡng của người đó có thể thay đổi tùy theo các yếu tố như động cơ, sự tập trung chú ý, sự mệt mỏi, v.v. Những yếu tố này ảnh hưởng đến đáp ứng. Đáp ứng cũng có thể thay đổi tùy theo lượng nhiễu nền ở hệ thống thần kinh ở thời điểm đó. **Lí thuyết phát hiện tín hiệu** cố gắng giải thích ảnh hưởng của nhiễu thần kinh nền và các tiêu chuẩn chủ quan khác nhau đối với ngưỡng đo được.

Kích hoạt thần kinh cần thiết cho phát hiện

Khi hệ thống thị giác bị kích thích thì não nhận được một tín hiệu điện. Schwartz (2004) gọi đây là **kích hoạt thần kinh**. Đối với những kích thích rất yếu thì kích hoạt thần kinh nhỏ, nhưng đối với những kích thích mạnh thì kích hoạt thần kinh trở nên lớn. Để giải thích, chúng ta hãy giả định rằng, để bệnh nhân có thể phát hiện được kích thích (nhìn thấy nó), kích hoạt thần kinh phải vượt quá một tiêu chuẩn ngưỡng cố định nào đó ở não. Khi kích hoạt thần kinh vượt ngưỡng này, bệnh nhân sẽ nói "nhìn thấy." Đối với kích hoạt thần kinh dưới ngưỡng, bệnh nhân sẽ nói "không nhìn thấy." (Hình 32-1)

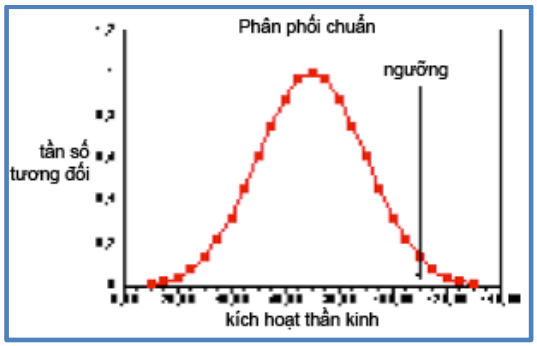


Hình 32-1: *Bất kì khi nào các tế bào quang thụ của võng mạc nhận được một ảnh, chúng gửi tín hiệu đến não tương ứng với cường độ kích thích. Khi tín hiệu thần kinh đủ mạnh, bệnh nhân sẽ nhận thấy là nhìn được vật*

GIỚI THIỆU (TIẾP THEO)

NHIỄU THẦN KINH NỀN

Ngay cả khi không có kích thích, các nơ-ron vẫn phát xung thần kinh ngẫu nhiên. Dù mức hoạt động điện rất thấp nhưng nó vẫn luôn luôn có mặt và được gọi là nhiễu thần kinh nền. Cường độ của nhiễu thần kinh thay đổi. Đôi khi nhiễu gây ra một mức kích hoạt thần kinh rất thấp. Ở bất kì thời điểm nào, giá trị của kích hoạt thần kinh sẽ thay đổi một cách ngẫu nhiên, nhưng chúng ta có thể cho rằng khoảng các giá trị sẽ có một phân phối chuẩn quanh một giá trị trung bình nào đó. Hình 32-2 cho thấy một phân bố xác xuất của các giá trị nhiễu thần kinh. Nó là một đường cong hình chuông, tức là một phân phối chuẩn (phân phối Gauss). Ngay cả khi không có kích thích, não sẽ nhận kích hoạt thần kinh với một phân phối xác xuất như được thấy trong biểu đồ.

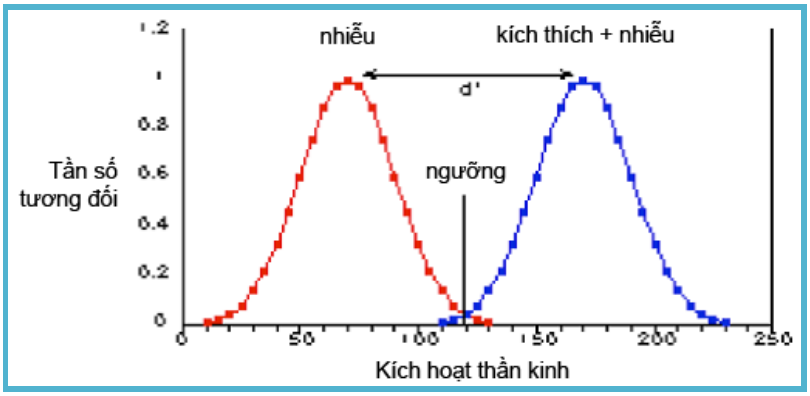


Hình 32-2: *Phân phối của kích hoạt thần kinh do nhiễu đơn độc*

Hình 32.2 cũng cho biết mức kích hoạt thần kinh cho ngưỡng. Nhiễu thần kinh nền thường sinh ra một tín hiệu yếu, thấp hơn nhiều so với tiêu chuẩn ngưỡng để phát hiện. Tuy nhiên, trong một số trường hợp hiếm hoi, nhiễu thần kinh nền có thể đủ mạnh để cao hơn tiêu chuẩn ngưỡng. Trong trường hợp đó bệnh nhân có thể bị nhầm là nhìn thấy kích thích, nhưng thực ra chỉ nhận được kích hoạt thần kinh do nhiễu thần kinh. Xác xuất của điều này rất thấp. Nó tỉ lệ thuận với *diện tích dưới đường cong ở bên phải của đường tiêu chuẩn*. Tất nhiên, điều này chỉ có thể xảy ra nếu tiêu chuẩn ngưỡng đủ thấp để nằm trong khoảng phân bố của nhiễu.

KÍCH HOẠT THẦN KINH KHI CÓ KÍCH THÍCH

Chúng ta sẽ giả định rằng, đối với một mức cường độ cụ thể, kích thích riêng lẻ bao giờ cũng gây ra một mức kích hoạt thần kinh cố định mỗi khi kích thích được đưa ra. Thí dụ, hãy cho rằng kích thích riêng lẻ gây ra một tín hiệu thần kinh có cường độ 100 đơn vị tùy ý. Do nhiễu bao giờ cũng có nên tổng lượng kích hoạt thần kinh nhận được khi kích thích *bật* sẽ là do tác dụng kết hợp của kích thích **+ nhiễu thần kinh**. Vì kích thích bao giờ cũng có cùng một giá trị, và nhiễu thay đổi một cách ngẫu nhiên nên tổng của kích thích+nhiễu cũng sẽ thay đổi. Do sự thay đổi hoàn toàn là do thay đổi của nhiễu nên phân phối xác xuất của tín hiệu kích thích+nhiễu sẽ có dạng giống như phân phối xác xuất của nhiễu (đường cong hình chuông), nhưng sẽ bị dịch sang phải bởi vì sự kích thích là do kích thích được cộng với nhiễu. (Hình 32-3 hoặc Schwartz, 2004 Hình 11-5)



Hình 32-3: *Hai phân phối, đường cong hình chuông bên trái là phân bố xác xuất của nhiễu đơn độc. Đường cong bên phải là phân phối của kích thích+nhiễu*

GIỚI THIỆU (TIẾP THEO)

Chú ý rằng 2 đường cong cho thấy 2 điều kiện kích thích khác nhau: khi kích thích tắt và khi kích thích bật. Bệnh nhân sẽ nhận được kích hoạt thần kinh từ một trong 2 phân phối. Các biểu đồ tương tự được thấy ở Schwartz (2004), nhưng cần biết rằng biểu đồ không cho thấy 2 điều kiện có mặt trong cùng một thời điểm. Đúng hơn là 2 khả năng, kích thích bật hoặc tắt, và cả 2 phân phối được thể thiện trên cùng một đường cong để so sánh. Ở bất kì thời điểm nào, tín hiệu thần kinh sẽ đến từ một trong 2 phân phối này.

Chú ý vị trí tiêu chuẩn ngưỡng được vẽ ra và chỉ xét đường cong kích thích+nhiễu. Hầu hết thời gian, khi kích thích được bật lên thì kích hoạt thần kinh từ kích thích+nhiễu sẽ trên đường tiêu chuẩn, và não sẽ trả lời, "nhìn thấy."

Xác xuất nhìn thấy kích thích, khi nó hiện, tỉ lệ thuận với diện tích bên dưới đường cong ở bên phải của đường tiêu chuẩn. Giả sử tổng diện tích bằng 1.0 thì xác xuất phát hiện, trong trường hợp này, sẽ là khoảng 98%.

Tuy nhiên, cũng chú ý rằng đôi khi ngay cả khi có kích thích, nhiễu thấp đến mức mà tín hiệu thần kinh kết hợp từ kích thích+nhiễu nằm dưới đường tiêu chuẩn ngưỡng. Mỗi khi kích hoạt thần kinh thấp đến mức này thì não trả lời "tôi không thấy gì." Mức độ này được chỉ ra bằng diện tích bên dưới đường cong ở bên trái đường tiêu chuẩn. Theo đường cong này, xác xuất của biến cố này rất thấp: khoảng 2%.

KÍCH HOẠT THẦN KINH KHI KHÔNG CÓ KÍCH THÍCH

Khi không có kích thích, phân phối xác xuất để nhận được một mức kích hoạt thần kinh (do nhiễu đơn độc) được biểu diễn bằng đường cong hình chuông bên trái ở Hình 32-3. Hầu hết thời gian, kích hoạt thần kinh gây ra nhiễu đơn độc là dưới tiêu chuẩn ngưỡng, và bệnh nhân sẽ nói đúng rằng không nhìn thấy gì. Xác xuất nói đúng rằng không thấy kích thích, khi nó không có, tỉ lệ thuận với *diện tích dưới đường cong nhiễu đơn độc ở bên trái của đường tiêu chuẩn*. Trong thí dụ này, có một xác xuất 98% rằng bệnh nhân sẽ nói đúng là kích thích không có.

Cũng chú ý rằng, đôi khi nhiễu đơn độc cũng đủ vượt tiêu chuẩn ngưỡng, và bệnh nhân sẽ nghĩ không đúng rằng nhìn thấy nó. Xác xuất của biến cố này tỉ lệ thuận với diện tích dưới đường cong nhiễu đơn độc ở bên phải của đường tiêu chuẩn: trong trường hợp này là khoảng 2%.

KHẢ NĂNG PHÁT HIỆN

Một bệnh nhân phải quyết định mình thấy hay không thấy một kích thích dựa vào kích thích thần kinh nhận được. Bệnh nhân sẽ không biết kích thích thần kinh đến từ phân phối nào: kích thích đến từ nhiễu đơn độc, hay là đến từ tín hiệu+nhiễu. Chỉ cần kích thích trên ngưỡng thì đáp ứng là giống nhau, bệnh nhân nói "nhìn thấy".

Mỗi lần thử trong thí nghiệm, bệnh nhân cố gắng quyết định là nhìn vào phân phối nhiễu đơn độc hay là phân phối tín hiệu+nhiễu, nhưng thông tin duy nhất bệnh nhân có được là giá trị kích thích thần kinh. Khi cường độ kích thích nhỏ thì đường cong bên phải chỉ bị dịch chuyển nhẹ sang bên phải của đường cong nhiễu đơn độc và 2 phân phối sẽ chồng lên nhau nhiều. Trong trường hợp đó, khó tách kích thích ra khỏi nhiễu, và bệnh nhân có thể sẽ mắc nhiều lỗi.

Nếu cường độ kích thích lớn thì phân phối tín hiệu+nhiễu sẽ bị đẩy xa hơn sang phải và sẽ dễ phân biệt hơn giữa 2 phân phối. Bệnh nhân có thể sẽ mắc ít lỗi.

ẢNH HƯỞNG CỦA CÁC TIÊU CHUẨN KHÁC NHAU

Schwartz, 2004 Hình 11-7 minh họa đáp ứng của một bệnh nhân đối với một nhiệm vụ phát hiện sẽ phụ thuộc thế nào vào mức tiêu chuẩn của mình. Trong thí dụ này, d' nhỏ (cường độ kích thích nhỏ), do đó nếu phân phối nhiễu (N) và phân phối tín hiệu+nhiễu (N+S) được vẽ trên cùng một biểu đồ thì chúng sẽ chồng nhau đáng kể. Tuy nhiên, cần nhớ rằng trong bất kì lần thử nào, bệnh nhân sẽ thấy một tín hiệu thần kinh sinh ra HOẶC LÀ phân phối nhiễu hoặc là phân phối N+S, nhưng không cả hai. Theo lí thuyết phát hiện tín hiệu thì các tiêu chuẩn khác nhau ảnh hưởng thế nào đến kết quả?

Hãy xem xét một thí nghiệm giả định. Một bệnh nhân ngồi trong một buồng tối hoàn toàn đối diện với một bảng hiển thị và, sau khi nghe thấy một âm thanh, phải cho biết là có thấy một ánh sáng yếu hay không. Để đảm bảo sự trung thực của bệnh nhân, người thí nghiệm sẽ trộn lẫn một số lần thử không có tín hiệu. Tức là đôi khi âm thanh phát ra nhưng ánh sáng không bật lên, những lần khác thì có ánh sáng, mỗi lần nghe thấy âm thanh, bệnh nhân phải nói "nhìn thấy" hoặc "không nhìn thấy".

Với mỗi lần thử, có 2 đáp ứng có thể, mỗi đáp ứng có thể đúng hoặc sai. Bảng 32.1 tóm tắt 4 kết quả có thể.

Bảng 32-1: *4 kết quả có thể ở một thí nghiệm phát hiện*

	CÓ KÍCH THÍCH	**KHÔNG KÍCH THÍCH**
NÓI "NHÌN THẤY."	đụng (dương tính thực)	báo động giả (dương tính giả)
NÓI "KHÔNG NHÌN THẤY."	trượt (âm tính giả)	loại bỏ đúng (âm tính thực)

Bệnh nhân đáp ứng với các mức tiêu chuẩn khác nhau thế nào?

TIÊU CHUẨN LỎNG LẺO: CHỈ CÓ NHIỄU

Schwartz, 2004: hình 11-7A cho thấy bệnh nhân sẽ đáp ứng thế nào nếu tiêu chuẩn thấp hoặc lỏng lẻo. Bệnh nhân sẽ nói, "nhìn thấy" với các mức thấp của kích thích thần kinh. Ở đo thị trường bạn sẽ gọi một người như vậy là "thích bấm nút."

Hình 11-7A cho thấy đáp ứng của bệnh nhân thế nào nếu không có kích thích trong một lần thử cụ thể. Trong trường hợp này, não nhận kích hoạt thần kinh từ nhiễu đơn độc. Kích thích sinh ra bởi nhiễu đơn độc thường trên tiêu chuẩn. Bệnh nhân sẽ nói, "nhìn thấy" nhưng nó chỉ là nhiễu. Đáp ứng này được gọi là **báo động giả**, hoặc **dương tính giả**.

Câu hỏi: Xác xuất báo động giả là bao nhiêu với tiêu chuẩn này?

Trả lời: _____

Đôi khi kích thích từ N sẽ dưới tiêu chuẩn. Bệnh nhân nói không thấy gì, điều này đúng: không thấy gì ngoài nhiễu. Điều này được gọi là **loại bỏ đúng hoặc âm tính thực.**

Câu hỏi: Xác xuất loại bỏ đúng là bao nhiêu với tiêu chuẩn này?

Trả lời: Tiêu chuẩn lỏng lẻo: tín hiệu + nhiễu

Hình 11-7A cho thấy đáp ứng của bệnh nhân khi kích thích được bật lên trong lần thử. Tiêu chuẩn không thay đổi, nhưng bây giờ kích thích thần kinh được gây ra bởi phân bố N+S. Hầu hết thời gian, tín hiệu+nhiễu sẽ trên tiêu chuẩn. Bệnh nhân nói "nhìn thấy", điều này đúng. Đây được gọi là **đụng** hoặc **dương tính thực**.

Câu hỏi: Với khả năng phát hiện này và tiêu chuẩn này, xác xuất đụng là bao nhiêu?

Trả lời: _____

Đôi khi, tín hiệu+nhiễu sẽ chỉ gây ra kích thích thần kinh yếu. Tín hiệu được chuyển vào thời điểm mà nhiễu nền rất thấp. Mặc dù thực tế là có kích thích, bệnh nhân trả lời "không nhìn thấy." Biến cố này được gọi là **trượt (âm tính giả)**, bởi vì bệnh nhân không thấy kích thích trong khi thực tế là có nó.

ẢNH HƯỞNG CỦA CÁC TIÊU CHUẨN KHÁC NHAU

Câu hỏi: Với khả năng phát hiện này và tiêu chuẩn này thì xác xuất trượt là bao nhiêu?
Trả lời: _____

Từ các thí dụ này, chúng ta có thể thấy rằng, *khi tiêu chuẩn được đặt thấp, bạn có thể có số đụng nhiều nhưng cũng nhiều báo động giả*. Có thể tác động đến tiêu chuẩn của bệnh nhân bằng cách hứa thưởng hoặc phạt. Thí dụ, giả sử bạn nói với bệnh nhân, "Mỗi lần anh/chị thấy ánh sáng mờ, tôi sẽ cho anh/chị 100 đồng". Điều này sẽ khuyến khích bệnh nhân đặt tiêu chuẩn của mình thấp, và họ sẽ nhanh chóng nói "nhìn thấy." Do đó sẽ dẫn đến nhiều báo động giả, nhưng bệnh nhân hầu như bao giờ cũng nói chính xác mỗi khi thấy nó (số đụng nhiều).

TIÊU CHUẨN CHẶT CHẼ: CHỈ CÓ NHIỄU

Schwartz, 2004: hình 11-7B cho thấy bệnh nhân sẽ đáp ứng thế nào nếu tiêu chuẩn chặt chẽ. Bệnh nhân sẽ nói "nhìn thấy" chỉ khi kích thích thần kinh tương đối cao. Chỉ ở một số ít lần khi nhiễu vượt quá tiêu chuẩn là bệnh nhân nói nhìn thấy.

Câu hỏi: Xác suất có báo động giả (dương tính giả) với tiêu chuẩn này là bao nhiêu?
Trả lời: Hầu hết phân phối N là dưới tiêu chuẩn, do đó hầu như mỗi khi không có kích thích thì bệnh nhân đều nói chính xác là không thấy nó.

Câu hỏi: Xác suất có một loại bỏ đúng với tiêu chuẩn này là bao nhiêu?
Trả lời: Tiêu chuẩn chặt chẽ: tín hiệu + nhiễu

Hình 11-7B cho thấy bệnh nhân sẽ đáp ứng thế nào nếu kích thích được bật lên, khi tiêu chuẩn chặt chẽ. Phần phân phối N+S là trên tiêu chuẩn. Điều này cho biết xác xuất mà bệnh nhân sẽ nói không nhìn thấy, trong khi có kích thích (một lần đụng).

Câu hỏi: Với khả năng phát hiện này và tiêu chuẩn này, xác xuất đụng là bao nhiêu?
Trả lời: Hầu hết phân phối N+S là dưới tiêu chuẩn. Vùng này mô tả các trường hợp trong đó bệnh nhân sẽ nói không thấy kích thích trong khi thực tế là có (trượt).

Câu hỏi: Với khả năng phát hiện này và tiêu chuẩn này, xác xuất trượt là bao nhiêu
Trả lời: Với một tiêu chuẩn cao, bạn sẽ được ít báo động giả, nhưng nhiều số trượt (số đụng ít). Bạn có thể tác động bệnh nhân để đặt tiêu chuẩn của họ cao bằng sự phạt. Thí dụ, nếu bạn nói "anh/chị sẽ bị điện giật nếu nói nhìn thấy khi trong khi nó thực sự không có." Bệnh nhân có thể sẽ đặt tiêu chuẩn của mình rất cao và chỉ đáp ứng nếu đảm bảo chắc chắn là nhìn thấy nó.

Cũng vẫn dùng logic này, bạn cần phân tích xác xuất có được mỗi trong số 4 trả lời với tiêu chuẩn vừa phải được thấy ở Schwartz, 2004 (Hình 11-7C).

- Báo động giả (dương tính giả)
- Loại bỏ đúng (âm tính thực)
- Đụng (dương tính thực)
- Trượt (âm tính giả)

Ở cả test lâm sàng và test thực nghiệm, có thể thay đổi các tiêu chuẩn của một bệnh nhân bằng cách động viên, thuyết phục hoặc bằng cách hứa thưởng hoặc dọa phạt. Hãy hình dung bạn sẽ làm thế nào trong khám lâm sàng.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- Schwartz SH. **Visual Perception - A Clinical Orientation, 3rd Edition**. Appleton & Lange, Stamford, Connecticut, 2004