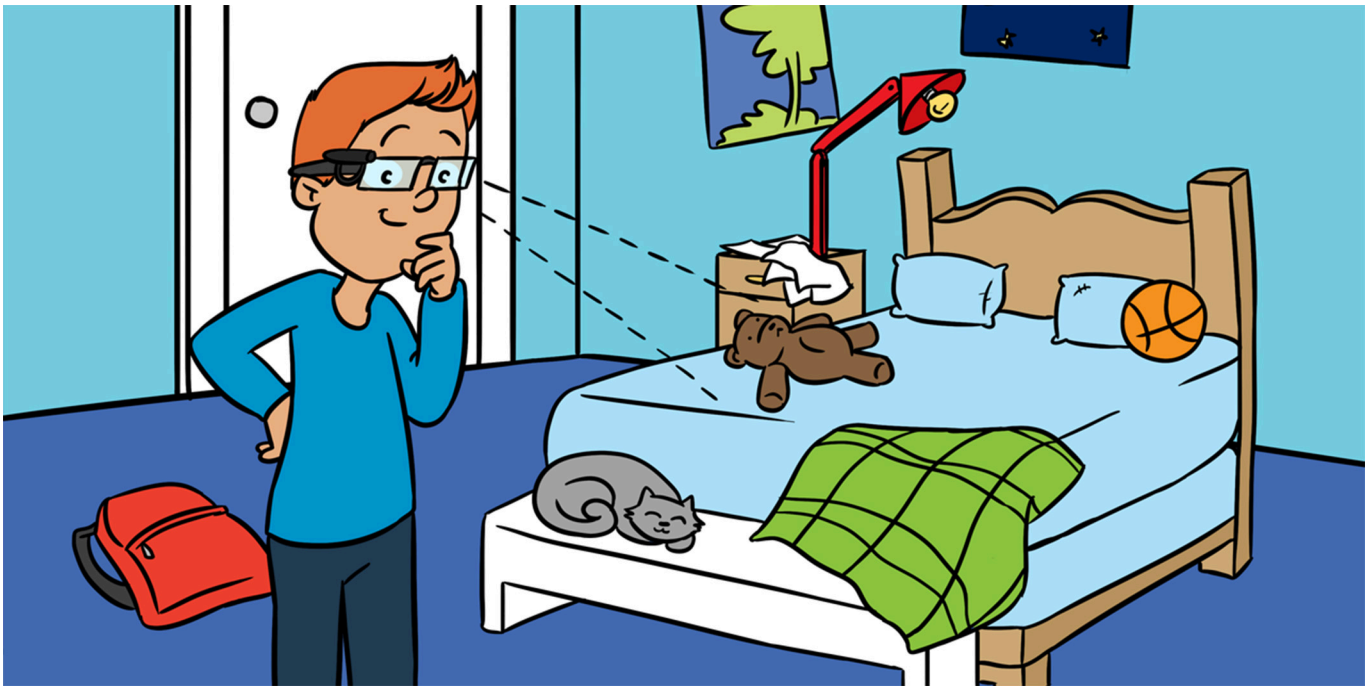
علم الأعصاب وعلم النفس
نُشر على الإنترنت بتاريخ: 07 أبريل 2023
doi: 10.3389/frym.2018.00071-ar



العين السحرية: لماذا علينا تحريك عينينا لنجمع المعلومات حول العالم؟

Jessica Madrid و Michael C. Hout
قسم علم النفس، جامعة ولاية نيومكسيكو، لاس كروسيس، نيومكسيكو، الولايات المتحدة

مَن منا لا يفكر في *ما* يراه طوال الوقت؟! ولكن هل فكرت يومًا في *عملية* الرؤية؟ حتى نرى الأشياء في محيطنا، يحتاج الدماغ أولاً لمعلومات من العينين. وفور توفر هذه المعلومات، يمكن للدماغ استخدامها لتكوين صورة ذهنية للعالم. في الغالب، نشعر كما لو كنا نرى تفاصيل محيطنا بوضوح كبير، كما تبدو التجربة البصرية سلسلة ومتصلة، ولكن بسبب رؤيتنا السلسة والواضحة للعالم، يسهل أن نغفل عن الجهد الكبير الذي تبذله العينان والدماغ لتكوين هذه التجربة. في الواقع، تتحرك العينان باستمرار لتزويد الدماغ بمعلومات جديدة حول العالم من حولنا، ولكن ما الجدوى من ذلك؟ في هذا المقال، سنستكشف آلية حركة العينين وسببها وكيف يكوّن الدماغ تجربة بصرية من كل اللقطات الصغيرة للعالم التي تسجلها العينان.

لماذا نحتاج إلى تحريك العينين؟

من الحقائق المدهشة بشأن حاسة البصر لدى البشر هو أنه على الرغم من الوضوح المتسق الذي يظهر به العالم لنا، فإن وضوح المعلومات المرئية التي نجمعها لا يكون بالقدر نفسه في كل جزء من العين. ويمكنك ملاحظة ذلك بنفسك. أولاً، حدّق في

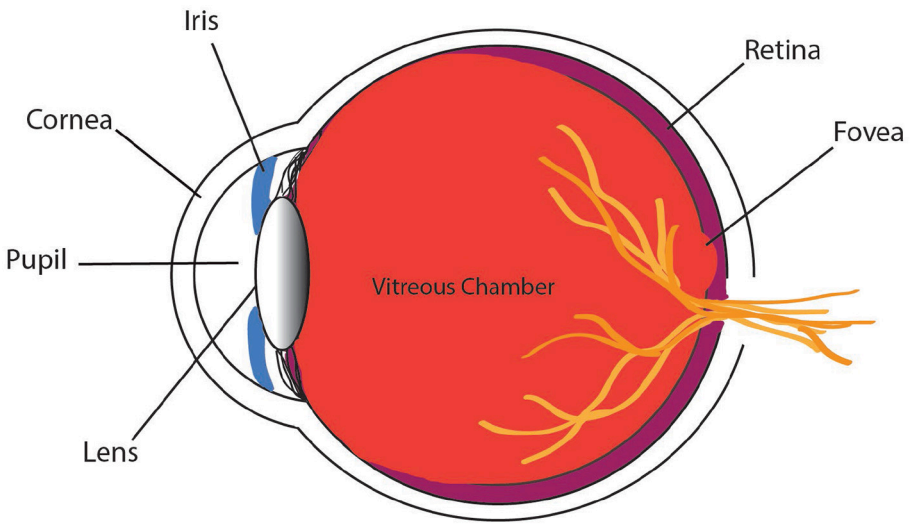
المراجعون الصغار

GONI
العمر: 10

الدائرة الأرجوانية في شكل 1. تسهل قراءة كل من الحروف والأرقام المحيطة بالدائرة بدون تحريك العينين. والآن حدّق في المربع الأزرق. بإمكانك رؤية الدائرة الأرجوانية من طرف عينك ولكن لن تتمكن في الغالب من قراءة الأرقام والحروف المحيطة بالدائرة. المحيط هو تلك الأجزاء المعتمة من حاسة البصر التي يمكنك من خلالها جمع معلومات محدودة. البقعة الأكثر وضوحًا في مركز مجال الرؤية هي النقرة. وتقع النقرة في مركز الشبكية، وهي طبقة داخلية مهمة بالعينين. من أسباب الأهمية الكبيرة للشبكية في حاسة البصر هي أنها مكوّنة من خلايا خاصة اسمها مستقبلات الضوء.

شكل 1

عندما يدخل الضوء العينين، يجتاز القرنية أولاً، وهي القبة الشفافة في مقدمة العينين (راجع شكل 2). وبعد ذلك يدخل الضوء البؤبؤ، وهو الفتحة المظلمة في مركز العين، ثم ينتقل إلى العدسة، وهي جزء من العين يساعد في تركيز الضوء بشكل صحيح. وفي النهاية، يجتاز الضوء الجزء الرئيسي من العين الداخلية، وهو الغرفة الزجاجية. وهذه الغرفة مليئة بمادة تشبه الهلام اسمها السائل الزجاجي. عندما يجتاز الضوء الغرفة الزجاجية، يتم تركيزه على الشبكية كصورة شفافة. وتقوم مستقبلات الضوء الموجودة في الشبكية بتحويل الضوء إلى رسائل عصبية يفهمها الدماغ.



شكل 2

تتوفر مستقبلات الضوء في شكلين: القضبان، وهي مستقبلات ضوء حساسة للمستويات المنخفضة من الضوء وتسمح لنا برؤية ما يحيط بنا حتى في حالة البيئات المظلمة نسبيًا. أما الخلايا المخروطية، فهي مستقبلات ضوء تحمل معلومات اللون وتوفر رؤية واضحة للغاية في البيئات ذات الضوء الساطع. النقرة مكان صغير في

المحيط (PERIPHERY)

منطقة الشبكية الواقعة خارج النقرة. تقل الخلايا المخروطية في هذه المنطقة عن النقرة ولذا تكون الرؤية أكثر إعتامًا هنا.

شكل 1

لا تكون الرؤية واضحة بالدرجة نفسها في كل أجزاء العين. أمسك بالصفحة على بُعد مناسب يتيح لك قراءتها. عندما تنظر إلى الدائرة الأرجوانية مباشرةً، يمكنك بسهولة قراءة الأرقام والحروف المحيطة بها. ولكن عندما تنظر إلى المربع الأزرق، سيظل بإمكانك رؤية الدائرة الأرجوانية من طرف عينك ولكن لن تتمكن من قراءة الأرقام والحروف. عندما تنظر إلى شيء من طرف عينك، فأنت تستخدم محيط العين. تكون الرؤية في أفضل حالاتها عندما تنظر مباشرةً إلى شيء، وهذا لأن النقرة (الواقعة في مركز العين) تتيح لك أكبر مستوى وضوح في الرؤية.

شكل 2

تظهر هنا أجزاء العين، في مشهد جانبي. يجتاز الضوء أولاً القرنية، وهي القبة الشفافة في مقدمة العين، ثم يجتاز البؤبؤ وهو فتحة مظلمة في وسط القزحية. ثم تركز العدسة الضوء على الشبكية أثناء اجتيازه القسم الداخلي من العين والمسمى بالغرفة الزجاجية. والنقرة مكان صغير في وسط الشبكية تكثر فيه خلايا خاصة اسمها الخلايا المخروطية والتي تساعدك على الرؤية بوضوح.

النقرة (FOVEA)

المنطقة الصغيرة في مركز الشبكية التي توفر رؤية واضحة للغاية بسبب كثرة الخلايا المخروطية في هذه المنطقة.

مركز الشبكية تكثر فيه الخلايا المخروطية المتراصة بإحكام. وتتوفر خلايا مخروطية أقل في الأماكن الأبعد عن النقرة. وطريقة ترتيب الخلايا المخروطية في النقرة تفسر سبب كون مركز الرؤية هو الأكثر وضوحًا. ولكن هناك مشكلة في هذا الترتيب؛ فلأن النقرة صغيرة للغاية، تستطيع فقط أن ترسل للدماغ معلومات حول مكان محدود في العالم. والمشكلة أنه غالبًا ما ينجذب انتباهنا لشيء في محيطنا، ولا يمكن تركيز النقرة على أكثر من مكان واحد في المرة الواحدة.

للتعويض عن الحجم المحدود للنقرة، نحرّك العينين عدة مرات سريعة في عملية تسمى الرمش [1]، وهو حركات قصيرة متشنجة تقوم بها العينان وتغيّر اتجاه النظرة من مكان إلى مكان آخر. وتشير النظرة إلى اتجاه العينين وموضع الرأس. عندما تغير اتجاه النظرة، يمكن للنقرة التركيز على مكان جديد وتزويد الدماغ بمعلومات واضحة حول محتويات البيئة المرئية. على سبيل المثال، أثناء النظر إلى هذه الصفحة، تقع الكلمة التي تقرأها حاليًا (وبعض الكلمات المحيطة بها) في المنطقة الواضحة التي توفرها النقرة. لمتابعة قراءة المقال، تحتاج العينان إلى الرمش عدة مرات قصيرة للتركيز على أماكن (كلمات) جديدة. ولأنك تحتاج باستمرار إلى تغيير اتجاه النقرة لترى بوضوح ما تريد النظر إليه، تضطر العينان إلى الرمش ثلاث مرات في الثانية. ومعنى هذا أن العينين تتحركان بوتيرة أكبر من نبضات القلب.

الرَمش (SACCADE)
حركة قصيرة متشنجة تقوم بها العينان عند تحوّل النظرة من مكان إلى مكان آخر.

النظرة (GAZE)
هي اتجاه العينين وموضع الرأس في الفضاء.

على الرغم من قدرتك على الرمش آلاف المرات في اليوم، فالرمش ليس السلوك الوحيد الذي تقوم به العينان. فبين كل مرة رمش، هناك فترة راحة قصيرة اسمها التثبيت. والتثبيت يتيح للعينين التركيز على ما تنظر إليه حتى تتمكن من رؤيته بوضوح. وخلال التثبيت، ترسل العينان معلومات إلى الدماغ حول التفاصيل الدقيقة في البيئة. وتدريجيًا، يمكن للدماغ استخدام هذه المعلومات لتكوين صورة كاملة لما يحتويه العالم من حولك. لملاحظة عمليات التثبيت والرمش بنفسك، يمكنك تجربة النشاط التالي: اطلب من صديق الوقوف معك أمام مرآة. أولاً، انظر إلى انعكاسك. عندما تكون عيناك ثابتتين، يمكنك رؤية وجهك. والآن حرّك عينيك لرؤية أجزاء مختلفة من وجهك. لا يمكنك رؤية عينيك وهما تتحركان، ولكن إذا نظرت إلى انعكاس صديقك أثناء تحريكه لعينيه، فستتمكن من ملاحظة أن عينيه ترمش عدة مرات بسرعة.

التثبيت (FIXATION)
المدة بين مرات الرمش عندما تكون العينان ثابتتين.

إذا كانت عيناك تواصلان الحركات السريعة، لماذا تعجز عن ملاحظتها وهي تحدث؟ بالإضافة إلى ذلك، أليس من المفترض أن يبدو العالم معتمًا أثناء الرمش؟ على الرغم من أن العينين تواصلان الحركات القصيرة السريعة، يكوّن الدماغ تمثيلاً ثابتًا وسلسًا للبيئة المحيطة. وعندما تتحرك العينان، لا تكون واعيًا بالمعلومات المرئية القادمة إلى الدماغ، ما يسمح لك برؤية العالم بوضوح وثبات. ولكن هذا لا يعني انعدام وجود المعلومات، فعلى الرغم من أنه لا يتوفر تفسير كامل لهذه العملية حتى الآن، يعتقد العلماء أن المعلومات المرئية المجمّعة خلال الرمش تكون موجودة في الدماغ في منطقة اسمها القشرة المخية. يمكن للقشرة المخية تخزين المعلومات التي يتم جمعها خلال الرمش، ولكنها ليست المكان الوحيد في الدماغ المرتبط بحركات العينين.

التحكم العصبي في الرمش

يتم تزويد الدماغ بالمعلومات اللازمة لتكوين صورة ذهنية للعالم عن طريق الرمش والتثبيت، ولكن الدماغ يشارك في التحكم في الاتجاه التالي لحركة العينين. فالدماغ يملي على العينين البُعد والاتجاه الخاصين بهذه الحركة. عندما يجذب شيء ما انتباهك وتوجّه نقرتك باتجاهه، تلعب منطقتان في الدماغ دورًا مهمًا في إخبار العينين بوقت الحركة وكيفيتها، وهما الأكيمة العلوية ومجالات العين الأمامية.

تأخذ الأكيمة العلوية المعلومات من العينين والأذنين والحواس الأخرى وتستخدم هذه المعلومات لتحريك العينين باتجاه الأشياء اللافتة لانتباهك [2]. على سبيل المثال، إذا كنت في المدرسة وسمعت إنذار الحريق ينطلق في ركن الغرفة، ستتحرك عيناك في الغالب باتجاه هذا الصوت دون أن تدرك ذلك. تخبر الأكيمة العلوية العينين بوقت التحرك ومكانه، ولكنها تساعد أيضًا في التحكم في كيفية تدوير رأسك وكتفيك. وهذا مهم لأنه في بعض الأحيان لا تكفي حركة العينين للنظر إلى ما تود أن تراه. فعلى سبيل المثال، إذا جذب انتباهك صوت ضجيج خلفك، ستحتاج إلى تحريك جسمك، وليس مجرد عينيك، لتتمكن من رؤية مصدر هذا الضجيج.

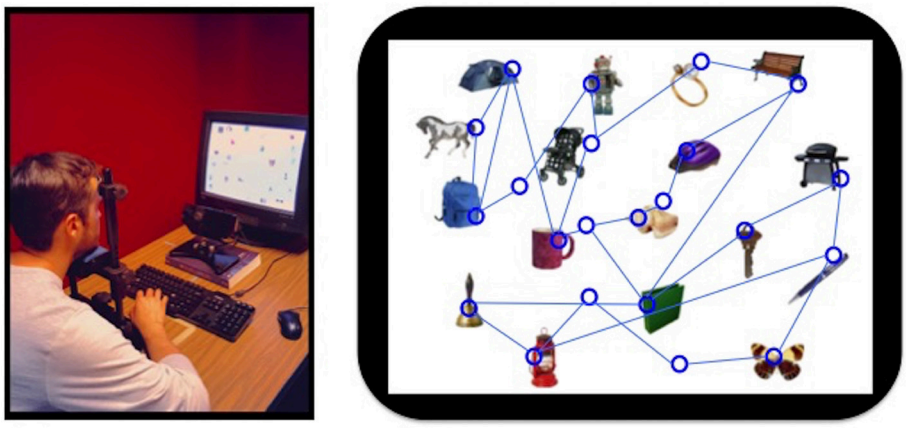
على الجانب الآخر، تفيد مجالات العين الأمامية في مساعدتك على تحريك عينيك باتجاه منطقة تختار بإرادتك النظر إليها [3]. وهذا الجزء من الدماغ يضع خطة للعينين حتى تعرفان كيفية واتجاه الحركة، وهذا اعتمادًا على أهدافك والخواص المرئية للأشياء في البيئة المحيطة بك. الخواص المرئية هي سمات تصف الأشياء كالشكل والحجم واللون. يمكنك اعتبار مجالات العين الأمامية كرسام خرائط. فهذه المنطقة في الدماغ تُفصّل الخواص المرئية للبيئة المحيطة بك، وتُحدد مدى أهمية أو بروز هذه الخواص. إذا كنت تنظر مثلاً إلى ساعة دائرية، ستصنف مجالات العين الأمامية الأشكال الدائرية على أنها مهمة.

يمكن أيضًا أن تصنف هذه المجالات منطقة معينة على أنها مهمة لو كانت لافتة للانتباه بدرجة كبيرة، مثل كوب وردي فاقع على طاولة بلون بني هادئ. المنطقة الأهم في الخريطة بشكل عام هو الاتجاه التالي لحركة العينين. والآن بعد معرفة بعض المعلومات حول آلية حركة العينين، لنطلع على سبب دراسة العلماء لحركات العينين وسبيلهم للقيام بذلك.

لماذا وكيف يدرس العلماء حركات العينين؟

إن تتبع حركة العينين من التقنيات التي تتيح للكمبيوتر حساب اتجاه العينين. وهذا يساعد العلماء على قياس عمليات الرمش والتثبيت التي تقوم بها العينان. وهناك أنواع كثيرة ومختلفة من أدوات تتبع حركة العينين. فبعض هذه الأدوات يستلزم أن يجلس المشارك أمام شاشة كمبيوتر ورأسه متكئ على مسند للذقن (راجع شكل 3A)، بينما يمكن تثبيت أنواع أخرى من هذه الأدوات بإطارات النظارات العادية أو الواقية حتى تتمكن من التجول بها. في العادة، تستخدم أدوات تتبع حركة العينين جهازًا

صغيرًا يسقط ضوءًا لأشعة تحت حمراء (نوع من الضوء لا يمكن للبشر رؤيته بالعين المجردة) باتجاه عينك. ويسبب هذا الضوء انعكاسًا صغيرًا على القرنية. ويمكن للكاميرا الموضوعة أمام العين رصد هذا الانعكاس على القرنية واستخدامه لقياس حركات العين.



شكل 3

شكل 3

تتبع حركة العين: **(A)** في تجربة تتبع حركة العين، يجلس المشارك واضعًا ذقنه على مسند وينظر إلى شاشة الكمبيوتر. ويتم وضع جهاز لتتبع حركة العين (مكوّن من كاميرا ومصباح يعمل بالأشعة تحت الحمراء) بين الشاشة والمشارك لتسجيل حركات العين. **(B)** مثال على المسار الذي يمكن أن تسلكه العينان حول الشاشة أثناء تجربة بحث بصري يُطلب فيها من المشارك البحث عن جرس. تمثل الدوائر التثبيتات، بينما تمثل الخطوط عمليات الرمش. عند معرفة اتجاه نظر المشارك أثناء تجربة بحث بصري، يمكن للعلماء معرفة المصدر الذي جذب انتباه المشارك.

يهتم العلماء بحركات العينين لوجود علاقة قوية بين ما ينظر إليه الإنسان وما يفكر فيه [4]. فبشكل عام، عندما تنظر إلى شيء في البيئة المحيطة بك، يتوجه انتباهك لهذا الشيء أيضًا. على سبيل المثال، لنفترض أنك تنظر من النافذة لأنك سمعت صوت زقزقة عصفور وتريد رؤية شكله. يتركز انتباهك على العصفور، وربما تكون تفكر أيضًا في مدى جمال هذه الزقزقة أو اللون الأزرق الرائع لريش العصفور. على الرغم من أن النظرة والانتباه لا يرتبطان *دائمًا* بهذه الطريقة، نستطيع الاتفاق بشكل عام على أنك تنتبه لما تنظر إليه.

بسبب العلاقة الوثيقة بين حركات العين والانتباه، تجد الأشخاص المهتمين بدراسة آلية الانتباه يستخدمون تقنية تتبع حركة العينين في الغالب. على سبيل المثال، إذا أراد صاحب متجر معرفة الأماكن التي ينبغي له وضع المنتجات فيها، يمكنه استخدام تقنية تتبع حركة العينين لتحديد الأماكن الأكثر جذبًا لانتباه المتسوقين. من الاستخدامات الأخرى لتقنية تتبع حركة العينين هي استكشاف طريقة بحث الناس عن أشياء معينة في البيئة المحيطة بهم، وهذا المجال اسمه البحث البصري. في تجارب البحث البصري، يُعطى المشاركون هدف (صورة معينة) للبحث عنه بين بعض الصور الأخرى المشتتة للانتباه. إذا جربت مسبقًا لعبة أين والدو أو بحثت عن لعبة مفقودة في حجرتك أو ساعدت والديك في البحث عن المفاتيح، تكون قد قمت بالبحث البصري. إن استخدام أدوات تتبع حركة العينين في مجال البحث البصري يسمح للعلماء بدراسة كيفية اختيار الأشخاص للأشياء التي يركزون انتباههم عليها عند البحث عن شيء مفقود (راجع شكل 3B).

من خلال دراسة حركات العين، حصّل العلماء فائدة كبيرة، ليس فقط بخصوص كيفية تعاون العينين والدماغ معًا لرؤية العالم، بل تحسّن فهمهم أيضًا لآلية الأنشطة العقلية مثل الانتباه. تساعد العينان (وحركاتهما) الناس على جمع المعلومات المرئية التي يحتاجونها لفهم البيئة المحيطة بهم. ففي كل مرة نحرك العينين، نزود الدماغ بمعلومات مهمة جديدة حول الأشياء في عالمنا، أي نحصل على "لقطة" جديدة لما يجري في كل جزء من الفضاء المحيط بنا، معلومات مثل الشكل واللون والملمس والحواف. ويستخدم الدماغ هذه المعلومات لمساعدتنا في فهم العالم من حولنا. على سبيل المثال، الملمس الزغبي البرتقالي أمامنا خاص بقطة علينا تجنب دعسها، والحافة الحادة التي نراها هي زاوية طاولة علينا تجنب الارتطام بها. من خلال دراسة حركات العين، يمكننا إدراك أن حتى الحركات الأبسط والأصغر يمكن أن تؤثر كثيرًا في حياتنا.

المراجع

1. Yarbus, A. L. 1967. "Saccadic eye movements," *Eye Movements and Vision* (Boston, MA: Springer). p. 129–46.
2. Klier, E. M., Wang, H., and Crawford, J. D. 2001. The superior colliculus encodes gaze commands in retinal coordinates. *Nat. Neurosci.* 4:627. doi: 10.1038/88450
3. Purves, D., Augustine, G. J., Fitzpatrick, D., Katz, L. C., LaMantia, A. S., McNamara, J. O., et al. 2001. *Neuroscience. 2nd Edn.* Neural Control of Saccadic Eye Movements. Sunderland, MA: Sinauer Associates. Available online at: http://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK10992/
4. Just, M. A., and Carpenter, P. A. 1980. A theory of reading: from eye fixations to comprehension. *Psychol. Rev.* 87:329.

نُشر على الإنترنت بتاريخ: 07 أبريل 2023

المحرر: James A. Mazer

'مرشدو العلوم': Elizabeth Johnson

الاقتباس: Hout MC و Madrid J (2023) العين السحرية: لماذا علينا تحريك عينينا لنجمع المعلومات حول العالم؟ Front. Young Minds
doi: 10.3389/frym.2018.00071-ar

مُترجَم ومقتبس من: Madrid J and Hout MC (2018) Eye Spy: Why We Need to Move Our Eyes to Gather Information About the World. Front. Young Minds 6:71. doi: 10.3389/frym.2018.00071

إقرار تضارب المصالح: يعلن المؤلفون أن البحث قد أُجري في غياب أي علاقات تجارية أو مالية يمكن تفسيرها على أنها تضارب محتمل في المصالح.

COPYRIGHT © 2018 © Hout 2023 و Madrid. هذا مقال مفتوح الوصول يتم توزيعه بموجب شروط ترخيص المشاركة الإبداعية Creative Commons Attribution License (CC BY). يُسمح بالاستخدام أو التوزيع أو الاستنساخ في منتديات أخرى، شريطة أن يكون المؤلف (المؤلفون) الأصلي أو مالك (مالكو) حقوق النشر مقيدًا وأن يتم الرجوع إلى المنشور الأصلي في هذه المجلة وفقًا للممارسات الأكاديمية المقبولة. لا يُسمح بأي استخدام أو توزيع أو إعادة إنتاج لا يتوافق مع هذه الشروط.

المراجعون الصغار

GONI، العمر: 10
أحب القراءة وألعاب الفيديو وممارسة الرياضات، كما ألعب كرة القدم والبيسبول وأكلتي المفضلة هي البيتزا. انتقلت مؤخرًا إلى بلد جديد وسأقيم هناك لمدة عام.

المؤلفون

JESSICA MADRID
أنا طالبة دكتوراة في جامعة ولاية نيومكسيكو، ومجال دراستي هو كيفية أداء العقل لمهامه اليومية مثل تذكر الأشياء والبحث عنها. ما يجذبني في دراسة علم النفس هو تعلّم كيف أن المهام العقلية التي تبدو بسيطة هي في غاية التعقيد في الواقع. تركز أبحاثي على كيفية تعاون البحث البصري والذاكرة لتمكين الناس من البحث عن عدة أشياء في الوقت نفسه. في غير أوقات العمل، أحب القراءة وتجربة وصفات طعام جديدة واللعب مع قطي واسمه "ماوس".

MICHAEL C. HOUT
أنا أستاذ مشارك في قسم علم النفس في جامعة ولاية نيومكسيكو، كما أنني محرر مشارك في دورية *الانتباه والإدراك والفيزياء النفسية*. أدرس في أبحاثي العديد من الأشياء المختلفة، وعلى رأسها البحث البصري (كيفية بحث الناس عن الأشياء) وحركات العين (اتجاه حركة العينين وسببها). في وقت فراغي الضيق للغاية، أحب اللعب مع كلابي والتجول بدراجتي النارية والمشي مسافات طويلة والسفر ولعب الهوكي. mhout@nmsu.edu*

النسخة العربية مقدمة من
Arabic version provided by

جامعة الملك عبدالله للعلوم والتقنية
King Abdullah University of Science and Technology