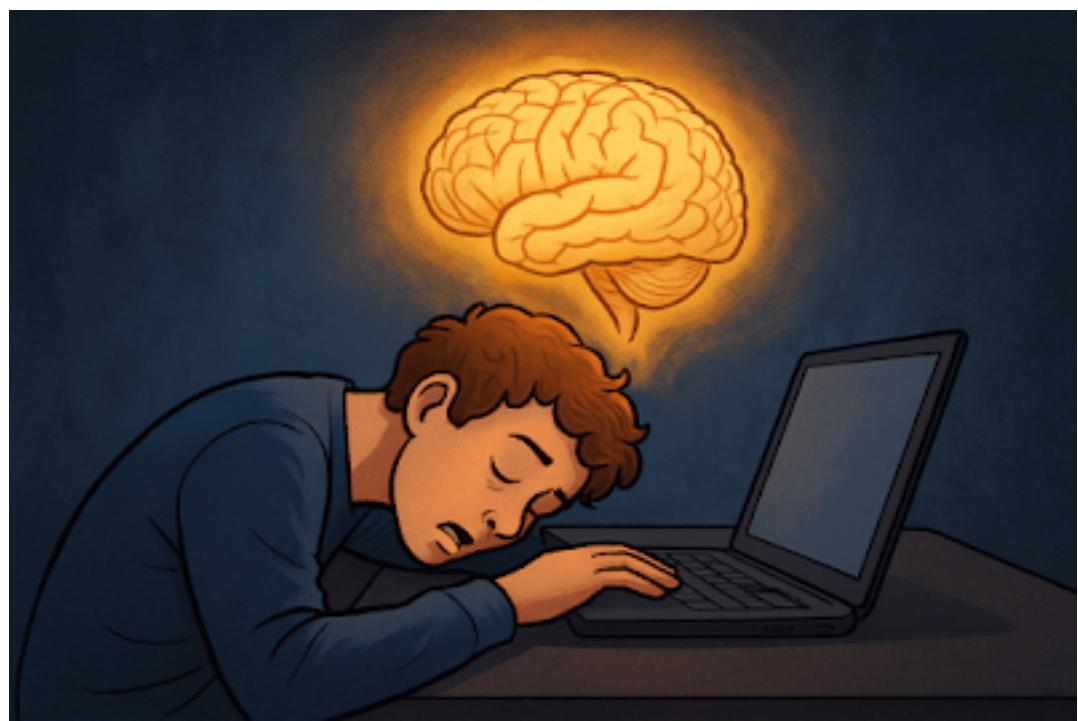
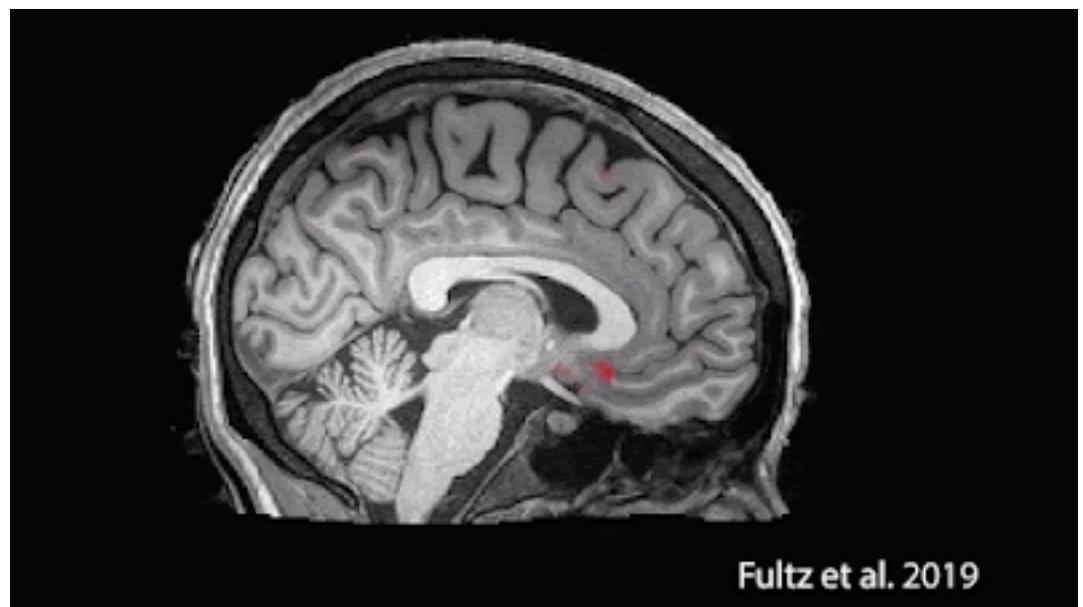


كيف يدفع الإرهاق الدماغ إلى الاستسلام وحالات شبيهة بالنوم وفقدان الانتباه  
وتركيزه مع أن المساء ما يزال مستيقظاً؟



تعلم جميعاً مدى صعوبة التركيز بعد ليلة نوم سيئة. تبين دراسة جديدة ما يحدث داخل الدماغ حين يُفقد التركيز.

بعد السهر طوال الليل، يتعب الدماغ. خلال تلك اللحظات يتوقف فيها فجأة عن التركيز، يحدث ما يثير الاهتمام: يُفرز الدماغ (1) سألاً خاصاً يُسمى السائل النخاعي (CSF) (3، 2)، الذي يُحيط بالدماغ والجبل الشوكي، وهو جانب من جهاز التخلص من السموم في الدماغ (4). ثم يعود هذا السائل إلى الدماغ بعد الانتهاء من حالة عدم التركيز والسرحان هذه، ويساعد تدفق هذا السائل الراجع إلى الدماغ على عودة الدماغ إلى التركيز بعد هذه الاستراحة القصيرة، وهكذا دواليك، وفقاً لدراسة (5) نُشرت في 29 أكتوبر، 2025 في مجلة *Neuroscience Nature*. ثم، عندما تعود إلى التركيز، يندفع السائل النخاعي مرة أخرى.



أثناء النوم، تتدفق موجات من الدم المؤكسج (باللون الأحمر) ثم السائل النخاعي (باللون الأزرق) في الدماغ. (3)

يبدو الأمر كما لو أن الدماغ يأخذ فترات راحة قصيرة للتنظيف لأنه لم يحصل على وقته الطبيعي للتنظيف أثناء

ووجد الدراسة أن حالات ضعف التركيز وقلة الانتباه بسبب الإرهاق والتعب الشديد تصاحبها أيضًا تغيرات هائلة في تدفق الدم وحجم حدقة العين. حتى الآن، لم يكن معروفةً أن هذه الاستجابات الفسيولوجية تعمل بشكل متزامن عند سرحان الدماغ وتوقفه عن التركيز في حالة الإرهاق.

"بقياس هذا الكم الهائل من المعلومات المختلفة عن الدماغ في الوقت نفسه، تمكنا من ملاحظة أن هذه المعلومات المختلفة التي طننا في البداية أنها منفصلة عن بعضها زمنيًّا، كانت في الواقع متزامنة نوعًًا ما في حالة التعب، حيث يتأثر البدن بأكمله، وتحدث كل هذه التغيرات كنظام واحد متصل،" حسب ما صرحت به لورا لويس [Laura Lewis](#)، المؤلف المشارك في الدراسة والأستاذ المساعد في علم الأعصاب بمعهد ماسا تشوستس للتكنولوجيا، لموقع لايف ساينس.

النوم ضروري للحفاظ على صحة الدماغ، ويوصي الخبراء الشباب بالنوم لمدة سبع إلى تسع ساعات يوميًّا. عدم الحصول على قسط كافٍ من النوم يؤدي إلى تعب وإرهاق، و يؤثر ذلك سلبًًا في الصحة البدنية والنفسية، كما يُضعف القدرة على الانتباه ويصبح التركيز معها أكثر صعوبة. حيث لا يعمل كل من الدماغ والبدن بكفاءة.

"لكن الأساس العصبي لحالة ضعف الانتباه الناجم عن قلة النوم لم يُفهم جيدًّا بعد،" بحسب ما ذكره الباحثون في الدراسة. وما زالوا لا يفهمون فهمًًا تامًّا سبب مسؤولية تركيز الدماغ عند الشعور بالتعب. تشير الدراسة إلى أن الأسباب الدقيقة التي تُفسر عدم التركيز هذا ما تزال غامضة.

حصل بعض المشاركين على نومٍ هادئ في منازلهم (بين 6.5 و 9 ساعات). اضطرب آخرون للبقاء مستيقظين طوال الليل في المختبر، مما أدى إلى شعورهم بالتعب والإرهاق الشديد.

في الصباح، قاس الباحثون ما حدث في أدمغة المشاركين باستخدام قبعات تخطيط كهربائية الدماغ (EEG) على المشاركين لتسجيل موجات أدمغتهم عبر أقطاب كهربائية. وفي الوقت نفسه، خضع المشاركون للتصوير بالرنين المغناطيسي الوظيفي (fMRI) للكشف عن أنماط تدفق الدم والسائل الدماغي الشوكي في الدماغ. وقامت أجهزة تتبع حجم الدماغ، وقامت بتسجيل موجات الدماغ، وتغير حجم حدقات المشاركين عند شعورهم بالتعب أو النعاس. وبالتالي، تمكّن الباحثون من تسجيل موجات الدماغ، وتدفق الدم، وتتدفق السائل الدماغي الشوكي، وتغيرات حجم حدقة العين في الوقت نفسه - كما لو كانوا يشاهدون جميع "أنظمة" الدماغ تعمل معًا. وخضع المشاركون أيضًا للتصوير بالرنين المغناطيسي الوظيفي (fMRI) للكشف عن أنماط تدفق الدم والسائل الدماغي الشوكي في الدماغ. وقامت أجهزة تتبع حركة العين حجم حدقة العين لدى

بعد ضبط جميع أجهزة استشعار الدماغ، قام المشاركون في الدراسة ببعض ألعاب الانتباه البسيطة، حيث كان عليهم الضغط على زر بمجرد رؤية صورة أو سماع صوت، لاختبار مدى قدرتهم على التركيز عند التعب أو الراحة التامة.

جمع الباحثون أيضًا بيانات المستوى الطبيعي لنشاط الدماغ في حال الهدوء بعد الطلب من المشاركين الاستراحة لمدة 25 دقيقة بدون القيام بأي مهام، مما أتاح للباحثين خط أساس، "أو نقطة انطلاق للمقارنة.

كما فد تتخيل، الأشخاص المنهكون كانوا أبطأ في ملاحظة الصور والأصوات. كما فاتت عليهم ملاحظة المزيد منها مقارنة بحالتهم حينما كانوا في حال الهدوء والراحة. لكن فريق البحث فوجئ حينما لاحظ تدفقات هائلة من السائل الدماغي الشوكي (سائل التخلص من السموم) داخل أدمغة المشاركين المنهكون، بالإضافة إلى ملاحظتهم موجات بطيئة، وكلاهما يُلاحظان عادةً في نوم حركة العين غير السريعة (5).

على وجه التحديد، تشابهت الأنماط مع ما يُلاحظ عند انتقال الشخص من مرحلة النوم الخفيف (N1) إلى مرحلة النوم العميق (N2)، وهو أول مرحلتين من ثلاث مراحل من نوم حركة العين غير السريعة (6) التي ينتقل الناس خلالها أثناء النوم. قالت لورا لويس: "لم نشهد مثل هذه المظاهر بهذا الحجم في السابق إلا أثناء النوم الحقيقي." بعبارة أخرى عندما يصبح المرء متعبًا جدًا، يتصرف دماغه كما لو كان ينجرف إلى لحظات نوم قصيرة، بالرغم من أنه مستيقظ بالفعل.

ارتبط تدفق السائل الدماغي الشوكي ارتباطًا وثيقًا بتغير حجم حدقة العين، حيث يحدث تدفق موجة كبيرة من سائل الدماغ الشوكي<sup>٦</sup> باتجاه الدماغ بعد اتساع حدقه العين، وحين تنقبض الحدقتان يتدفق السائل الدماغي الشوكي خارج الدماغ.

وكان هذا التلازم بين تدفق السائل داخل وخارج الدماغ وحجم الحدقتين أكثر بروزًا عند المحروميين من النوم، ما قد يشير إلى أن جهاز الدورة الدموية للجسم (ضغط الدم، ومعدل دقات القلب، وما إلى ذلك) يدعم هذا التلازم، وفقًا للباحثين. كما تزامن تدفق السائل الدماغي الشوكي مع أوقات شعور المشاركين بالتعب وضعف التركيز والانتباه أثناء أدائهم المهام الموكلة إليهم.

قال زينونغ يانغ [Zinong Yang](#)، الباحث الأول في الدراسة وباحث علم الأعصاب الحاسوبية في معهد ماسا تشوستس للتكنولوجيا (MIT)، لموقع ليف ساينس: "عندما يحدث ضعف في الانتباه والتركيز، يخرج هذا السائل من الدماغ،

وبعد أن يبدأ في استعادة الانتباه والتركيز، يبدأ الشخص بالاستجابة إلى المنشبهات (الصور والأصوات) مجددًا، يعود هذا السائل بالتدفق تجاه الدماغ، " وأمافت لويس: "هذه أمور لا نفك فيها عادةً على أنها مرتبطة ارتباطًا وثيقًا زمنيًّا (لا نعتقد عادةً أنهما يحدثان تزامنيًّا) - قدرة المرء على الانتباه لما حوله، ثم حركة السائل الأساسية في الدماغ. " فقدان الانتباه يقترب بخروج السائل من الدماغ. بينما تقترب استعادة الانتباه بعودة السائل إليه.

عندما يكون المرء متعبدًا جدًّا، يبدأ الدماغ بالتصرف وكأنه على وشك النوم، حتى لو أنه ما يزال مستيقظًا، كما يغفو موظف في مكان عمله. أو عندما لا يحصل الشخص على قسط كافٍ من النوم، تبدأ مناطق من الدماغ بالتصرف وكأنها تحاول النوم، حتى لو ما يزال الشخص مستيقظًا. تلك "الغفوات القصيرة" تظهر على شكل نوبات من عدم الانتباه، حيث تفوت على الشخص المتعبد أشياء، أو يتفاعل معها ببطء. وبما أن الشخص ما يزال مستيقظًا ويقوم بأشياء، يعود دماغه فجأة إلى "وضع اليقطة" قبل أن يتمكن من الدخول في النوم الحقيقي تمامًا.

لذا يعتقد الباحثون أن فقد الانتباه هذا علامة على بدء هذا الانجراف نحو النوم، لكن النوم الحقيقي لا يحدث أبدًا، لأن الجسم يُعيد إيقاظ الدماغ باستمرار. ولذا يعتقدون أن أنماط نشاط الدماغ التي يلاحظونها قد تعكس تحول الدماغ المحروم من النوم إلى حالة شبيهة بالنوم، ولكن أثناء اليقطة، تشير نوبات عدم الانتباه إلى بدء هذه العمليات الدماغية الشبيهة بالنوم، ولكنها تنقطع قبل أن يبدأ النوم الطبيعي، وذلك لأن الشخص ما زال مستيقظًا.

لم يتضح حتى الآن السبب الوظيفي وراء هذه التغيرات الكبيرة في تدفق السائل الدماغي، كما أشارت لويس، وكتب الباحثون أن الأبحاث المستقبلية قد تتناول دراسة ما إذا كانت هذه الأنماط تؤثر في التخلص من السموم من الدماغ، وكيف تؤثر في ذلك.

تحدث هذه التغيرات المفاجئة والكبيرة في تدفق السائل الدماغي خلال هذه اللحظات التي يكون فيها الدماغ نصف نائم، لكن لا يعرف السبب حتى الآن. قد يكون ذلك مرتبطًا بكيفية تنظيف الدماغ نفسه من السموم: أثناء النوم، حيث يتغير تدفق السائل الدماغي للمساعدة في التخلص من هذه الفضلات (السموم) بعد يوم طويل من العمل والتفكير.

