

الاكتئاب: هل تساهم اختيارات نمط الحياة في التقليل من خطر الإصابة به؟

Cristy Phillips^{1,2*}, Aaron Baldrige¹, Colin Phillips³, Mehmet Akif Baktir⁴ و Atoossa Fahimi⁵

¹قسم العلاج الطبيعي بجامعة ولاية أركنساس، جونزبورو، أركنساس، الولايات المتحدة

²مركز علوم الصحة بجامعة تينيسي، ممفيس، تينيسي، الولايات المتحدة

³قسم الأحياء، بكلية ليون، باتسفيل، أركنساس، الولايات المتحدة

⁴قسم علم وظائف الأعضاء، كلية الطب، جامعة ارجيس، قيصري، تركيا

⁵سيلفريبي جينومكس، سان فرانسيسكو، كاليفورنيا، الولايات المتحدة

المراجعون الصغار

EMILY

العمر: 15



الاكتئاب هو أحد الاضطرابات النفسية الشائعة التي تصيب الملايين من الأشخاص في جميع أنحاء العالم. وهو يختلف عن الحزن؛ فالمزاج السيئ المصاحب للاكتئاب أكثر حدة من تجربة الحزن المعتادة. كما أنه يستمر لمدة أسبوعين ويتعارض مع الأنشطة اليومية. ويمكن أن يساهم التوتر المفرط في الإصابة بالاكتئاب والمشكلات الصحية الأخرى، عن طريق تغيير توازن المواد الكيميائية والهرمونات والبروتينات المناعية. وستعرف -في هذا المقال- الأبحاث الجديدة التي أُجريت حول العلاقة بين التوتر والالتهاب والاكتئاب. وستتعلم أيضًا كيف يمكن لاختيارات نمط الحياة أن تعزز صحة الدماغ وتقلل من الآثار السيئة للتوتر وتحد من خطر الإصابة بالاكتئاب.

الاكتئاب (Depression)

هو اضطراب نفسي يسبب حزنًا شديدًا ويغير طريقة تفكير الشخص وشعوره وتصرفاته.

الاكتئاب أحد الاضطرابات النفسية التي تصيب الملايين من الأشخاص. فهو يؤثر على طريقة تفكير الشخص وشعوره وتصرفاته. كما أنه أكثر حدة من تجربة الحزن. ومن الأعراض المهمة للاكتئاب المزاج السيئ وفقدان المتعة وخسارة الوزن أو زيادته وانخفاض الطاقة والشعور باليأس.

تدوم هذه الأعراض لأكثر من أسبوعين وتتعارض مع أنشطة الشخص اليومية؛ فالإكتئاب يؤثر على الشخص المكتئب وعلى أسرته ومجتمعه. وفي الولايات المتحدة، يُنفق ما يربو على 80 مليار دولار سنويًا على الاكتئاب. والأهم من ذلك، أن الاكتئاب قد يكون قاتلاً، لذا فهو يتطلب القدر نفسه من العناية التي يتطلبها المرض الجسدي الخطير.

نحن نحتاج إلى فهم أسباب الاكتئاب. وقد أدت هذه الحاجة إلى عقود من الدراسة. وتظهر الأبحاث الآن أن العديد من العوامل تساهم في الإصابة بالاكتئاب. وثمة أهمية كبيرة معزوة إلى **التوتر**، كونه أحد العوامل المعروفة التي تساهم في الإصابة بالاكتئاب. فالتوتر قد يسبب الاكتئاب بمرور الوقت [1]. ولكن لحسن الحظ، يمكن لاختيارات نمط الحياة أن تقلل من الآثار السيئة للتوتر والاكتئاب. لذا، دعونا نفكر في العوامل التي تساهم في زيادة خطر الإصابة بالاكتئاب ونقرر ما إذا كان بمقدورنا اختيار مسار صحي يقلل من خطر إصابتنا بهذا الاضطراب.

التوتر قد يسبب الاكتئاب

عادةً ما يكون التوتر أمرًا جيدًا، لأنه يحدث عندما يدرك الدماغ وجود تهديد. وعندما يحدث هذا، يستجيب الدماغ للتهديد المتصور بإفراز هرمونات التوتر، مثل الكورتيزول. وتنتقل هذه الهرمونات عبر الدم إلى بقية أعضاء الجسم، لتساعدنا على الاستجابة للتهديد [2]. فمثلًا، عند الشعور بالتوتر، يرتفع معدل ضربات القلب، وتزداد خلايانا بالزبد من الطاقة.

وبعد انتهاء التهديد، عادةً ما تتوقف استجابة التوتر بسرعة. ولكن هذا لا يحدث دائمًا. فإذا استمر التوتر، تستمر استجابة التوتر أيضًا. ويؤدي هذا إلى اضطراب توازن الجسم، لأن آليات إيقاف التوتر في الجسم تتوقف عن العمل وتعتاد الأنسجة على هرمونات التوتر. وتتضرر أجزاء الدماغ المسؤولة عن التحكم في استجابة التوتر. ويزيد حجم اللوزة -وهي جزء الدماغ المسؤول عن كشف التهديدات وعن شعورنا بالخوف- وتبدأ في الكلام كثيرًا مع مناطق الدماغ الأخرى. ثم يهيمن كلام الدماغ السليبي. وترتبط هذه التغيرات الكيميائية في الدماغ أحيانًا **بالالتهاب** الناجم عن التوتر.

ربط التوتر بالالتهاب

الالتهاب هو خط الدفاع الأول للجهاز المناعي في التعامل مع التهديدات، فالجهاز المناعي يراقب الدماغ والجسم باستمرار بحثًا عن التهديدات. وتتضمن أنواع التهديدات التي

الالتهاب (Inflammation)

هو حالة في الجسم حيث يستجيب فيها الجهاز المناعي للاضطرابات والإصابة والعدوى.

يبحث عنها الجهاز المناعي التحديات النفسية أو تحديات العلاقات أو الإصابات أو التهيجات أو الأمراض أو السموم. ومن ثم، عادةً ما يكون الالتهاب شيئًا آخر جيدًا. بيد أن التوتر المستمر لفترة طويلة قد يسبب التهابًا مفرطًا. ويحدث هذا لأن التوتر المستمر يتسبب في إنتاج الجهاز المناعي بروتينات مسببة للالتهاب، تشير إلى وجود تهديد للجسم، حتى في حالة عدم وجود أي تهديد. وتظهر المشكلة إذا ظلت البروتينات المناعية المسببة للالتهاب نشطة لفترة طويلة جدًا.

وتتلف الخلايا والأوعية الدموية والأنسجة السليمة. وتؤدي البروتينات المسببة للالتهاب أيضًا إلى حدوث تغيرات في الدماغ.

وتربط الأدلة بين البروتينات المناعية المسببة للالتهاب والاكتئاب. فأولًا، لدى الأشخاص المكتئبين المزيد من البروتينات المسببة للالتهاب. ثانيًا، غالبًا ما يعاني الأشخاص الذين تعرضوا للتوتر لفترة طويلة من الالتهاب والاكتئاب. ثالثًا، كثيرًا ما يعاني الأشخاص المصابون بالالتهابات من الاكتئاب. رابعًا، تُظهر الدراسات التي أُجريت على الحيوانات أن الحيوانات تصاب بالاكتئاب عند إعطائها مواد مسببة للالتهاب. وتتحسن بعد إعطائها أدوية مضادة للالتهاب. وتربط جميع هذه الأدلة الالتهاب بالاكتئاب لدى بعض الأشخاص [3].

ثمة نوع فريد من الاكتئاب ينتج عن التوتر والالتهاب

تؤيد العديد من الدراسات فكرة أن الالتهاب الناجم عن التوتر يسبب نوعًا فريدًا من الاكتئاب. وتؤدي البروتينات المسببة للالتهاب إلى اختلال توازن المواد الكيميائية في الدماغ (انظر شكل 1). وتسمح هذه المواد الكيميائية بأنواع مختلفة من «الكلام» في الدماغ. ويمكن للمواد الكيميائية المتخصصة، التي تُسمى **الناقلات العصبية**، أن تتحدث في الدماغ بطرق مختلفة. فيتحدث السيروتونين عن الأكل والنوم والتعلم والشعور بالرضا. ويتحدث الدوبامين عن الحركة والجزء والتحفيز. ويتحدث السيروتونين والدوبامين معًا عن العافية. ويتحدث النورأينفرين عن التهديد وعمًا إذا كان يجب مواجهته أم تفاديه. وعندما يختل توازن هذه المواد الكيميائية، تتحول الرسالة الناتجة من حديثهم إلى تحيز سلبي. وقد يساهم هذا التحيز السلبي في ظهور أعراض الاكتئاب.

وتُسمى أدوية الاكتئاب مضادات الاكتئاب. وتستهدف هذه الأدوية الناقلات العصبية في محاولة لجعل مستوياتها طبيعية. والمشكلة أن هذه الأدوية لا تصلح للجميع. فالعديد من الأشخاص الذين يتناولون مضادات الاكتئاب لا يتعافون من اكتئابهم. وأما الذين يستفيدون منها، فتستغرق الآثار معهم أسابيع. وقد يكون السبب وراء عدم نجاح مضادات الاكتئاب مع الجميع مرتبطًا ب**تخلق النسيج العصبي**، وهو العملية التي يقوم بها الدماغ بتكوين خلايا عصبية جديدة، حيث يحدث تخلق النسيج العصبي في جزء من الدماغ يُسمى الحُصين. وتبدأ بعض الخلايا العصبية التي تكونت حديثًا في الحُصين بالعمل على تنظيم التوتر، وقد تساعد هذه الخلايا العصبية الجديدة

الناقل العصبي (Neurotransmitter)

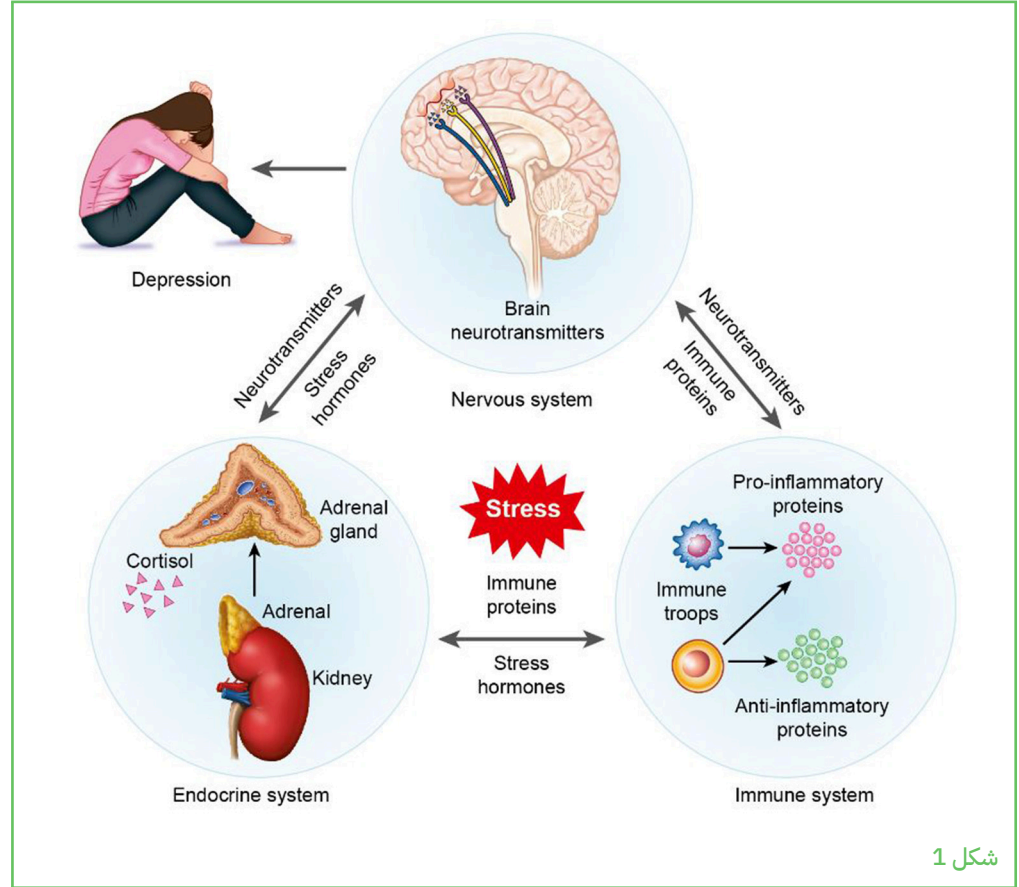
هو مادة كيميائية تنقل المعلومات من خلية عصبية إلى أخرى.

تخلق النسيج العصبي (Neurogenesis)

هي عملية تحدث في أجزاء معينة من الدماغ حيث تتكون خلايا عصبية جديدة لتحل محل الخلايا المصابة.

شكل 1

نظرة عامة على تأثيرات التوتر على الدماغ والجسم. يؤثر التوتر على الجهاز المناعي والجهاز العصبي وجهاز الغدد الصماء. يغير التوتر -على وجه التحديد- إفراز البروتينات المسببة للالتهاب في الجهاز المناعي؛ وتعمل البروتينات المسببة للالتهاب بدورها على أجهزة أخرى. وتغير البروتينات المسببة للالتهاب وظيفة الناقلات العصبية في الدماغ وإفراز هرمونات التوتر في الجسم. ويغير التوتر أيضًا إفراز الناقلات العصبية في الدماغ. وفي المقابل، تؤدي تغيرات الناقلات العصبية إلى تغيير وظيفة البروتينات المناعية وإفراز هرمونات التوتر. وأخيرًا، يغير التوتر مباشرة إفراز هرمونات التوتر من الغدد في جهاز الغدد الصماء (أو الغدد الكظرية الموجودة على الكلى). ثم يؤثر إفراز هرمونات التوتر بدوره على وظيفة الناقلات العصبية والجهاز المناعي. وتتسبب هذه التغيرات المباشرة وغير المباشرة في الدماغ والجسم معًا في ظهور أعراض الاكتئاب.



شكل 1

في تقليل الاكتئاب. غير أن الأشخاص الذين يعانون من التوتر والالتهاب والاكتئاب غالبًا ما تنخفض لديهم مستويات تخليق النسيج العصبي. وبالتالي، لا تُستبدل الخلايا العصبية التالفة في الدماغ باستمرار. وقد يؤدي هذا إلى فشل مضادات الاكتئاب في أداء وظيفتها، لأن الدماغ يحتاج إلى كلاً من خلايا عصبية مُكونة حديثًا وإلى استعادة الناقلات العصبية للشفاء جيدًا [4].

تقليل مخاطر الاكتئاب من خلال نمط الحياة

يعتقد بعض الناس أن الاكتئاب لا يمكن منعه. ويرجع هذا إلى أن العديد من عوامل خطر الإصابة بالاكتئاب ثابتة، مما يعني أنها عوامل وراثية وبيئية وبيولوجية من المستحيل أو الصعب جدًا تغييرها. ولكن ليس جميع العوامل ثابتة. ويمكن تعديل العديد من عوامل نمط الحياة [5].

فقد تؤدي اختيارات نمط الحياة -مثل ما نأكله ومقدار النوم الذي نحصل عليه ومقدار التمارين التي نمارسها- إلى زيادة التوتر أو تقليله. وقد يكون لعوامل نمط الحياة آثار مسببة أو مضادة للالتهاب. لذا، قد يكون الاكتئاب إشارة إلى أننا بحاجة إلى اتخاذ خيارات أفضل فيما يخص نمط الحياة. وقد يؤدي نمط الحياة المتوازن الذي يراعي النظام الغذائي والتمارين الرياضية والنوم إلى تقليل الآثار السيئة للتوتر والالتهاب على الجسم والدماغ.

عوامل نمط الحياة
(Lifestyle factors)

هي اختيارات يمكن تعديلها تؤثر على الصحة والعافية.

التمرين
(Exercise)

هو نشاط يتطلب مجهودًا بدنيًا ويُمارس بهدف تحسين الصحة.

كما أن تناول الطعام الصحي يحمي الدماغ. ويشمل النظام الغذائي الصحي الأطعمة الغذائية ويحد من السعرات الحرارية والسكريات والدهون المشبعة. وتنص الإرشادات الموصى بها على أن الأشخاص الذين تتراوح أعمارهم بين 10 و18 عامًا ينبغي أن يتناولوا 2000 إلى 3200 سعرة يوميًا. ويعتمد العدد الدقيق للسعرات الحرارية التي ينبغي تناولها على جنس الشخص ومستوى نشاطه. ولكن، لا يتعلق الأمر بالسعرات الحرارية وحدها. فثمة أدلة وجيهة على أن بعض الأطعمة تساعد الجسم والدماغ على التعامل بصورة أفضل مع التوتر والالتهاب وأنها -بذلك- تقلل من خطر الإصابة بالاكثاب.

فمثلًا، تقلل الأنظمة الغذائية قليلة الدسم وقليلة السكر من الالتهاب وتعزز الصحة. ومن المهم أيضًا اتباع نظام غذائي غني بالأطعمة النباتية، لأن هذه الأطعمة تحتوي على مركبات مضادة للالتهاب. وهذا سبب ممتاز لتضمين الكثير من الخضار والفواكه الطازجة في أنظمتنا الغذائية.

كما أن ممارسة التمارين الرياضية أحد عوامل نمط الحياة المهمة، لأنها تقلل من نشاط توتر الجسم وأنظمة الالتهاب. وتؤدي ممارسة التمارين الرياضية إلى تحقيق هذا جزئيًا من خلال تقليل البروتينات المسببة للالتهاب وزيادة البروتينات المضادة للالتهاب في الدم. نخرط اليوم في العديد من الأنشطة التي لا تتطلب مجهودًا بدنيًا كبيرًا. من هذه الأنشطة مشاهدة التلفاز وممارسة ألعاب الفيديو وتصفح الإنترنت. وقد تكون جميع هذه الأنشطة ممتعة وقيمة، ولكن من المهم أيضًا ممارسة التمارين البدنية اليومية. فينبغي للأطفال والمراهقين الذين تتراوح أعمارهم بين 6 و17 عامًا ممارسة 60 دقيقة من النشاط البدني كل يوم. وتتضمن الأنشطة البدنية الصحية والمفيدة لعب البيسبول وكرة القدم والرياضات الجماعية الأخرى، وكذلك الجري والسباحة والمشي والسير لمسافات طويلة وقص العشب. وتتضمن هذه الأنشطة -في الواقع- أي شيء يحفزنا على النهوض من كراسينا والتحرك. والشيء الرائع في التمارين الرياضية أنها تجعل الجسم والدماغ سعيدين. ولهذا السبب علينا أن نجعل التمارين اليومية عادة في فترة شبابنا. وينبغي لنا أن نجعل التمرين المنتظم هدفًا مدى الحياة. فإذا حققنا ذلك، سوف نستمتع بالفوائد الصحية طوال الحياة. ومن هذه الفوائد تقليل مستويات التوتر وتقليل مخاطر الالتهاب المفرط وتقليل خطر الإصابة بالاكثاب.

ويُعد النوم عامل نمط الحياة الثالث المهم لصحة الدماغ والجسم. فالعديد من الناس يتبعون نظامًا غذائيًا مناسبًا ويتمرنون بانتظام، ولكنهم بعد ذلك يفقدون الآثار الإيجابية لتلك الاختيارات عندما يخلدون للنوم لمدة 4 إلى 5 ساعات فقط في الليلة. وهم بذلك يتجاهلون المشكلة التي تسببها قلة النوم، حيث تتسبب في إفراز البروتينات المسببة للالتهاب وتؤثر بالسلب على مستويات الهرمونات. وتؤدي هذه التغيرات إلى زيادة خطر الإصابة بالاكثاب، فيحتاج الأطفال والمراهقون إلى قسط كبير من النوم، لأن أجسادهم وأدمغتهم لا تزال في طور النمو. ومقدار النوم الموصى به هو 8 إلى 10 ساعات من النوم كل ليلة. ودون الحصول على قسط كافٍ من النوم، لا يعمل الدماغ بأقصى كفاءة. ولكن بعد النوم لفترات كافية، يصبح الدماغ نشطًا والجسم جاهزًا للعمل.

الخاتمة

يمكن لاختيارات نمط الحياة الصحية أن تعمل على (1) حماية الدماغ والجسم ضد التوتر والالتهاب، و(2) تقليل خطر الإصابة بالاكتئاب، و(3) تقليل أعراض الاكتئاب لدى المصابين به بالفعل. وتشير هذه المعرفة إلى أن علينا اتخاذ خيارات تعزز من صحة دماغنا وجسمنا. وعلينا أيضًا مراقبة أنفسنا لتتأكد من أننا نحرص دائمًا على اتخاذ خيارات صحية. فعندما نتخذ هذه الخيارات الحكيمة بشأن النظام الغذائي والتمارين الرياضية والنوم، سنكون أكثر قدرة على مواجهة المرض عند حدوثه. وسيكون بمقدورنا أيضًا تقديم يد المساعدة لأحبائنا لتحسين صحتهم بأن نكون قدوة حسنة لهم.

المراجع

1. Russo, S. J., Murrough, J. W., Han, M. H., Charney, D. S., and Nestler, E. J. 2012. Neurobiology of resilience. *Nat. Neurosci.* 15:1475–84. doi: 10.1038/nn.3234
2. Joels, M., and Baram, T. Z. 2009. The neuro-symphony of stress. *Nat. Rev. Neurosci.* 10:459–66. doi: 10.1038/nrn2632
3. Iwata, M., Ota, K. T., and Duman, R. S. 2013. The inflammasome: pathways linking psychological stress, depression, and systemic illnesses. *Brain Behav. Immun.* 31:105–14. doi: 10.1016/j.bbi.2012.12.008
4. Phillips, C., and Fahimi, A. 2018. Immune and neuroprotective effects of physical activity on the brain in depression. *Front. Neurosci.* 12:498. doi: 10.3389/fnins.2018.00498
5. Lopresti, A. L., Hood, S. D., and Drummond, P. D. 2013. A review of lifestyle factors that contribute to important pathways associated with major depression: diet, sleep and exercise. *J. affect. Disord.* 148:12–27. doi: 10.1016/j.jad.2013.01.014

نُشر على الإنترنت بتاريخ: 28 يوليو 2023

المحرر: Daniel F. Hermens

مرشدو العلوم: Gabrielle Faye Simcock

الاقتباس: Phillips C, Baldrige A, Phillips C, Baktir MA و Fahimi A (2023) الاكتئاب: هل تساهم اختيارات نمط الحياة في التقليل من خطر الإصابة به؟ *Front. Young Minds* doi: 10.3389/frym.2019.00137-ar

مترجم ومقتبس من: Phillips C, Baldrige A, Phillips C, Baktir MA and Fahimi A (2019) Might Lifestyle Choices Reduce the Risk of Depression? *Front. Young Minds* 7:137. doi: 10.3389/frym.2019.00137

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

حقوق الطبع والنشر © 2019 © 2023 و Phillips, Baldrige, Phillips, Baktir و Fahimi. هذا مقال مفتوح الوصول يتم توزيعه بموجب شروط ترخيص المشاركة الإبداعية [Creative Commons Attribution License \(CC BY\)](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/). يُسمح بالاستخدام أو التوزيع أو الاستنساخ في منتديات أخرى، شريطة أن يكون المؤلف (المؤلفون) الأصلي أو مالك (مالكو) حقوق النشر مقيّدًا 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

EMILY, العمر: 15

نحن طلاب المرحلة الثانوية في سينا كولدج. ولدينا مجموعة متنوعة من الاهتمامات ونستمتع بدراسة العلوم والعلوم الإنسانية. وقد سعدنا بالمساهمة في هذا المقال المثير للاهتمام.

المؤلفون

CRISTY PHILLIPS

أنا أستاذة مساعدة في جامعة ولاية أركنساس، وعضو هيئة تدريس مشارك في مركز علوم الصحة بجامعة تينيسي، ورئيسة تنفيذية سابقة لشركة علاج طبيعي. وبصفتي عالمة أعصاب انتقالية، يحاول بحثي دمج أحدث الأبحاث العصبية في مجال الأبحاث البيولوجية العصبية في طب إعادة التأهيل لحل المشكلات السريرية غير المعالجة، بما في ذلك كيفية استخدام تدخلات نمط الحياة والطب الشخصي لعلاج الاضطرابات النفسية والأمراض التنكسية العصبية. وأحاول فيه ممارسة ما أنصح به من خلال الاهتمام بما أكله وبمقدار ما أمارسه من تمارين رياضية وبحصولي على قسط كافٍ من النوم. *cphillips@astate.edu

AARON BALDRIDGE

لقد تخرجت من كلية ليون بتخصصين في علم الأحياء وعلم النفس وتخصص فرعي في اللغة الفرنسية، وأنا حاليًا طالب في السنة الثالثة في تخصص العلاج الطبيعي بجامعة ولاية أركنساس. ومجال اهتمامي الأساسي في العلاج الطبيعي هو طب الشيخوخة. وأعتقد أننا في مجال العلاج الطبيعي ينبغي أن نكون في طليعة تعديلات نمط الحياة الرامية إلى تحسين الصحة، لا سيما النشاط البدني.

COLIN PHILLIPS

أنا طالب جامعي في السنة الثانية أسعى إلى الحصول على درجة في علم الأحياء من كلية ليون. وآمل الالتحاق بكلية الطب بعد تخرجي. وبصفتي لاعب كرة قدم وبيسبول سابقًا، أعني أهمية النظام الغذائي واللياقة البدنية والنوم على الصحة والأداء. وأدرك أيضًا أهمية أن أكون واعيًا باختيارات نمط الحياة بحيث أحمي دماغي وجسمي مع تقدمي في العمر.

MEHMET AKIF BAKTIR

أنا حاليًا محاضر في كلية الطب، بجامعة إرجيس، قسم علم وظائف الأعضاء. وبعد التخرج من كلية الطب، بجامعة إرجيس، أكملت تخصصًا في قسم علم وظائف الأعضاء الطبي في



الجامعة نفسها. ثم عملت طبيبًا في مركز زراعة نخاع العظم لمدة عامين. وعملت لاحقًا لمدة عامين باحثًا زائرًا في كلية الطب بجامعة ستانفورد في قسم طب القلب والأوعية الدموية. ويتعلق جزء من اهتماماتي البحثية الحالية بكيفية استخدام التمارين الرياضية لحماية الدماغ. وقد وُلدت في عام 1973 في تركيا.

ATOOSSA FAHIMI

أنا طبيبة-عالمة أعكف على دراسة مرض الزهايمر. وقد درست جوانب مختلفة من علم الأعصاب، مثل الذاكرة والنوم والاكنتاب والتوتر والإدمان. وأحرر حاليًا كتيب علم الأعصاب السريري الذي سيوفر إرشادات للأطباء السريريين. وفي وقت فراغي، أمارس التمارين الرياضية لتحسين ذاكرتي وتعلّمي. ولقد ترعرت في إيران وأنهيت دراستي في كلية الطب في أوروبا، وأكملت زمالة في علم الأعصاب في كلية الطب بجامعة ستانفورد. وفي اعتقادي الشخصي أننا يمكننا جميعًا مساعدة البشرية بغض النظر عن العرق أو الأصل.



جامعة الملك عبد الله
للعلوم والتقنية
King Abdullah University of
Science and Technology



النسخة العربية مقدمة من
Arabic version provided by