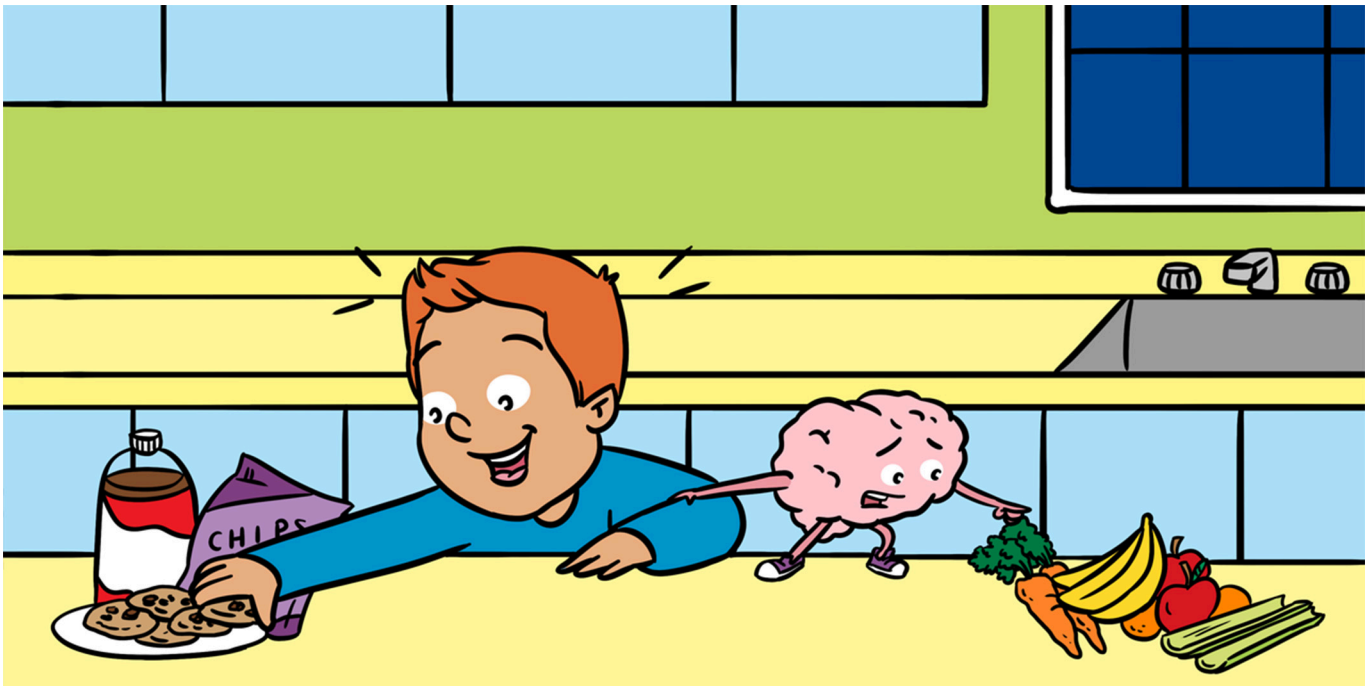
علم الأعصاب وعلم النفس
نُشر على الإنترنت بتاريخ: 17 أكتوبر 2022
doi: 10.3389/frym.2019.00032-ar



ماذا يحدث للمخ عندما نتناول أطعمة غنية بالدهون والسكريات؟

Erika Calvo-Ochoa [1*] ***and Clorinda Arias*** [2]

[1]قسم علوم الأحياء، جامعة ويسترن ميشيغان، كالامازو، ميشيغان، الولايات المتحدة الأمريكي

[2]قسم الطب الجينومي والسموم البيئية، معهد الأبحاث الحيوية، جامعة المكسيك الوطنية المستقلة، مكسيكو سيتي، المكسيك

هل تساءلت يومًا كيف تؤثر الأطعمة المدرجة في نظامك الغذائي على مخك؟ فالمخ عضو خارق مسؤول عن القيام بعدد مذهل من الوظائف في جسم الإنسان، لذلك فهو يحتاج إلى عناصر غذائية عالية الجودة يستمدها من الغذاء الذي تتناوله. ولكن ماذا يحدث لمخك حينما تتناول الأطعمة المصنعة التي تحتوي على نسب عالية من الدهون والسكريات؟ للإجابة عن هذا السؤال، قدمنا نظامًا غذائيًا غنيًّا بالدهون والسكريات لمجموعة من الفئران، ثم درسنا آثار هذا النظام الغذائي على جزء مهم من المخ، وهو الجزء المسؤول عن الذاكرة والتعلم والذي يطلق عليه اسم الحُصين. ومن المثير للدهشة أننا وجدنا أن تناول الأطعمة الغنية بالدهون والسكريات - حتى وإن كان لفترات قصيرة - يُخلف تغييرات ضارة تؤثر على الحُصين. ونعتقد أن هذه التغييرات قد يكون لها تأثير سلبي على الذاكرة ومهارات التعلم.

المراجعون الصغار

HUFFAKER ELEMENTARY SCHOOL
العمر: 10-11

MAXWELL
العمر: 12

الأنظمة الغذائية الغنية بالدهون والسكريات تؤثر على الجسم والمخ على حدٍ سواء

قد تكون على علم أن نظامًا غذائيًّا مفيدًا يشتمل على الحبوب الكاملة والفواكه والخضراوات ومنتجات الألبان والمكسرات والحبوب والبروتين يعد أمرًا مفيدًا لصحتك. وهذا النوع من النظام الغذائي ليس لذيذًا فحسب، وإنما يجعل الأشخاص أقوياء وأصحاء البدن. وعلى النقيض، فإن تناول المأكولات والمشروبات المصنعة الغنية بالدهون الحيوانية المشبعة والسكريات؛ مثل اللحوم المصنعة والكعك والحلويات والمشروبات المحلاة ورقائق البطاطس يمكن أن يضر صحتك. هل تعلم أن تناول هذه الأنواع من الأطعمة باستمرار يمكن أن يسبب لك أمراض مثل **السمنة،** والنوع الثاني من **داء السكري**؟ [1] لا شك أنه من السهل الحصول على الأطعمة المصنعة والمشروبات المحلاة فهي لذيذة المذاق (فمن منا لا يحب قطعة الحلوى أو قطعة بيتزا بالبيبروني؟). لذلك لا عجب أن السمنة وداء السكري هما أكثر الأمراض انتشارًا على مستوى العالم، إذ يقدر عدد مرضى السمنة حول العالم اليوم بحوالي 650 مليون شخص، بينما يقدر المصابون بداء السكري بنحو 422 مليون شخص؛ أليست هذه الأرقام مفزعة؟ والعجيب في الأمر أيضًا أنه بمقدور هذه الأطعمة الغنية بالدهون والسكريات أن تتسبب فيما يتخطى السمنة وداء السكري، حيث يمكنها أن تؤثر على أمخاخنا! في الحقيقة، لاحظ العلماء حول العالم أن الأشخاص المصابين بالسمنة أو داء السكري أكثر عرضة للإصابة بفقدان الذاكرة وحتى الخرف أو **ألزهايمر** عندما يتقدمون في العمر [2]، أتصدق ذلك؟

هل تعلم أن هناك نوعين من داء السكري؟ يحدث النوع الثاني من هذا الداء، وهو النوع الأكثر شيوعًا، عندما يتوقف الجسم تدريجيًا عن الاستجابة لهرمون الأنسولين. ويرى العلماء والأطباء أن السبب وراء هذا هو الإفراط في تناول الأطعمة الغنية بالدهون والسكريات مع عدم ممارسة أي أنشطة رياضية. أما النوع الأول، فهو يحدث عندما يتوقف البنكرياس عن إفراز هرمون الأنسولين، وهو أمر غير مرتبط بالنظام الغذائي.

دور الحُصين في عملية تخزين الذكريات

هل تعلم أن المخ يحتوي على مناطق عالية التخصص لتنفيذ الوظائف المختلفة؟ على سبيل المثال، هناك مناطق مختلفة مسؤولة عن الحديث والمشي والسمع، إلخ. ويطلق على إحدى هذه المناطق عالية التخصص اسم **الحُصين،** وهي منطقة في المخ مسؤولة عن تخزين الذكريات ومساعدتنا على التعلم [3]. ويتكون الحُصين، مثل باقي مناطق المخ، من نوعين رئيسيين من الخلايا: **الخلايا العصبية والخلايا الدبقية.** فالخلايا العصبية في الحُصين تصنع الذكريات من خلال الاتصال مع بعضها البعض عبر أجسام دقيقة تسمى **المشابك العصبية**، وتتمركز هذه الأجسام الدقيقة على أجسام طويلة تشبه الأغصان تسمى **الزوائد الشجيرية (التغصنات)؛** هل كنت تعلم

السمنة (OBESITY)

حالة من زيادة الوزن المفرطة. في معظم الأحوال، يصاب المرء بالسمنة بسبب اتباع نظام غذائي غير صحي مع عدم ممارسة أي نشاط رياضي.

داء السكري (DIABETES)

مرض ينتج عنه ارتفاع مستويات السكر بالدم نتيجة عجز الجسم عن إفراز الأنسولين (النوع الأول)، أو بسبب عدم استجابة الجسم للأنسولين (النوع الثاني).

مرض ألزهايمر (ALZHEIMER'S DISEASE)

مرض يتسبب في التدهور الحالة الذهنية، وفقدان الذاكرة. كما يعرف أيضًا باسم "الخرف"، و "الشيخوخة"، وهو يصيب كبار السن.

الحُصين (HIPPOCAMPUS)

هو منطقة في المخ مسؤولة عن تخزين الذكريات ومهارات التعلم، وهو يتكون من الخلايا العصبية والخلايا الدبقية.

العصبون (الخلية العصبية) (NEURON)

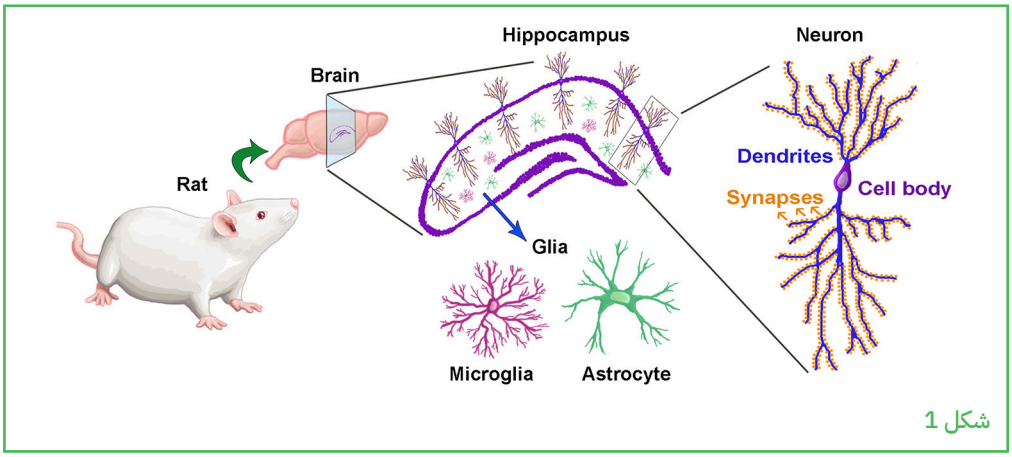
هي خلية عصبية موجودة في المخ والحبل الشوكي مسؤولة عن استقبال المعلومات ومعالجتها ونقلها من خلال الإشارات الكهربائية والكيميائية.

الخلايا الدبقية (GLIAL CELLS)

هي خلايا الدعم داخل المخ، و هناك نوعان من الخلايا الدبقية: الخلايا الدبقية الصغيرة والخلايا النجمية. تغذي الخلايا الدبقية الخلايا العصبية وتحميها وتوفر لها الاستقرار، كما تنشط لحماية الخلايا العصبية من الالتهاب.

أن الخلايا العصبية يمكنها أن تنقل الإشارات الكهربائية مثلما تفعل الأسلاك الكهربائية التي تراها على امتداد الشارع؟ تنتقل هذه الإشارات عبر الزوائد الشجيرية، مما يتيح لرسائل المخ الانتقال بسرعة فائقة. أما النوع الآخر من الخلايا، أي الخلايا الدبقية، فهو يقوم بالعديد من الوظائف.

إذ تغذي الخلايا الدبقية الخلايا العصبية وتوفر لها الحماية والاستقرار. وتلعب كل من الخلايا العصبية والخلايا الدبقية داخل الحُصين دورًا حيويًّا في تخزين الذكريات ومساعدتنا على التعلم (الشكل 1).



شكل 1

هل تعلم أنه عند تلف الخلايا العصبية داخل الحُصين أو موتها، فإن مشكلات مثل فقدان الذاكرة وصعوبات التعلم تبدأ في الظهور؟ يمكن أن يحدث تلف في الخلايا العصبية بعد تعرض الإنسان لضربة شديدة على الرأس مثل الارتجاج، وكذا نتيجة لبعض الأمراض التنكسية العصبية مثل الخرف ومرض ألزهايمر.

دراسة آثار الأطعمة الغنية بالدهون والسكريات على أمخاخ الفئران

نعلم أن الأنظمة الغذائية الغنية بالدهون والسكريات يمكن أن تسبب السمنة وداء السكري، ومن المعلوم أيضًا أن ملايين الناس حول العالم يعانون من هذين المرضين. كما نعلم أن السمنة وداء السكري يزيدان من خطورة الإصابة بفقدان الذاكرة أو الخرف مع التقدم في العمر. لذلك، طرحنا السؤال التالي: هل استهلاك الأطعمة الغنية بالدهون والسكريات يؤثر على مناطق المخ المسؤولة عن تخزين الذكريات، أي منطقة الحُصين؟ للإجابة عن هذا السؤال، قمنا بإطعام الفئران أغذية غنية بالدهون والسكريات، وأجرينا تجارب مختلفة لمعرفة ما يحدث في الحُصين بعد اتباع الفئران لهذا النوع من النظام الغذائي. فقسّمنا الفئران إلى مجموعتين؛ وقدمنا لمجموعة منهما نظامًا غذائيًّا طبيعيًا (المجموعة الضابطة)، وقدمنا للمجموعة الثانية أطعمة غنية بالدهون والسكريات، مع العلم أن وجود المجموعة الضابطة كان أمرًا ضروريًّا، لأننا أردنا مقارنة الحُصين لدى الفئران في الحالتين لرصد التغييرات. وكان من الضروري أيضًا أن تحتوي كل مجموعة على عدة فئران، لأن الحُصين قد يختلف اختلافًا طفيفًا من فأر لآخر. ومن ثم، ضمت المجموعة الضابطة 20 فأرًا، بينما احتوت المجموعة

المشابك العصبية (SYNAPSES)

أجسام دقيقة موجودة عند نهاية الزوائد الشجيرية تستخدم لإقامة الاتصال بين الخلايا العصبية.

شكل 1

الحُصين هو منطقة صناعة الذكريات وتخزينها في المخ. يشار إلى موقع الحُصين في مخ الفأر باللون البنفسجي. إذا فحصنا الحُصين تحت المجهر، فيمكننا أن نرى أنه يتكون من خلايا عصبية وخلايا دبقية. هناك نوعان من الخلايا الدبقية: الخلايا الدبقية الصغيرة والخلايا النجمية. تحتوي الخلايا العصبية على الكثير من المناطق المتخصصة التي تتيح لها استقبال وإرسال الرسائل، وبالتالي الاتصال مع باقي الخلايا العصبية. الزوائد الشجيرية هي أجسام طويلة تشبه الأغصان وتنقل الإشارات الكهربائية في المخ. المشابك العصبية هي أجسام دقيقة على نهايات الزوائد الشجيرية تساعد في عملية اتصال الخلايا العصبية ببعضها البعض.

الزوائد الشجيرية أو التغصنات (DENDRITES)

أجسام طويلة تشبه الأغصان توجد في الخلايا العصبية، وهي مسؤولة عن نقل الإشارات بسرعة فائقة.

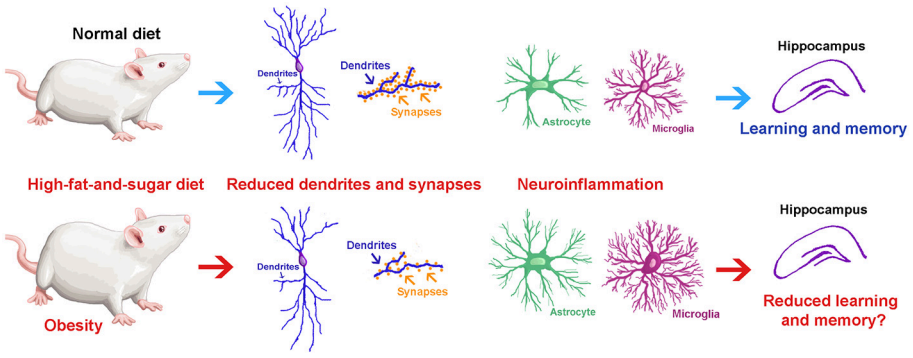
التي قدمنا لها النظام الغذائي الغني بالدهون والسكريات 22 فأرًا. وقدَّمنا للمجموعة الضابطة نظامًا متوازنًا مغذيًّا يتكون من غذاء خاص للفئران يستخدم في المختبرات، بالإضافة إلى ماءً صافٍ للشرب. أما المجموعة الثانية، فقد تناولت شحم الخنزير (دهن خنزير يستخدم أثناء الطهي) مضافًا إلى طعامها الطبيعي، إلى جانب الفركتوز (نوع السكر الرئيسي المستخدم في المشروبات المحلاة) بالإضافة إلى مياه الشرب. قدمنا هذه الأنظمة الغذائية للمجموعتين لمدة 7 أيام، حيث حصلت الفئران في المجموعتين على الكميات التي تريدها من الطعام والماء. وفي نهاية المطاف، أصبحت الفئران التي تناولت الأغذية الغنية بالدهون والسكريات سمينة، ومن ثم التهمت المزيد من الطعام والماء مقارنة بالفئران التي قدمنا لها الأغذية المعتادة.

وتُظهر هذه النتائج أن الفئران تحب الأطعمة الغنية بالدهون والسكريات، وتستهلك الكثير منها، وتصبح سمينة بعد تناول هذه المأكولات، على غرار ما يحدث في الإنسان.

الأغذية الغنية بالدهون والسكريات تؤثر سلبًا على الخلايا العصبية في الحُصين

في التجربة الأولى، قمنا بطلاء الخلايا العصبية في الحُصين بأصباغ مختلفة لدراسة حجمها وشكلها وتركيبها تحت المجهر. كما قارنا الفئران التي حصلت على الأطعمة الغنية بالدهون والسكريات بالفئران التي قدمنا لها الطعام المعتاد، وبحثنا عن التغييرات التي طرأت على الخلايا العصبية (الشكل 2 النصف العلوي). ومما يثير الدهشة أننا وجدنا أن الخلايا العصبية لدى الفئران التي تناولت الأطعمة الغنية بالدهون والسكريات كان لديها زوائد شجيرية أقصر وأقل سمكًا (الشكل 2 النصف السفلي، الصورة على اليسار)، بل إننا وجدنا أن الخلايا العصبية لهذه الفئران لديها عدد أقل من المشابك العصبية على نهايات الزوائد الشجيرية! (الشكل 2 النصف الأسفل، الصورة الوسطى). تذكر أن الزوائد الشجيرية والمشابك العصبية تلعب دورًا حيويًا في عملية الاتصال بين الخلايا العصبية وتكوين الذاكرة، إذ إن التغصنات مسؤولة عن نقل الإشارات والمشابك العصبية، ومن ثم فهي المواقع الفعلية للاتصال العصبي. وقد أظهرت لنا هذه النتائج أن تناول الأغذية الغنية بالدهون والسكريات تؤثر سلبًا على الخلايا العصبية في الحُصين. إذن، ما النتائج التي توصلنا إليها من خلال هذه التجربة؟ فكر في الأمر؛ إذا كانت الخلايا العصبية في الحُصين لدى الفئران التي تناولت الأطعمة الغنية بالدهون والسكريات لديها زوائد شجيرية أقل عددًا وأصغر سمكًا، فإن هذا يعني أن الخلايا العصبية ليست بالكفاءة المرجوة في نقل المعلومات. وبالإضافة إلى ذلك، وحيث إن هذه الخلايا العصبية لديها عدد أقل من المشابك العصبية، فربما تكون غير قادرة على الاتصال بطريقة فعالة مع باقي الخلايا العصبية. ونعتقد أن هذه الآثار السلبية المترتبة على النظام الغذائي الغني بالدهون والسكريات قد تؤدي إلى فقدان الذاكرة وصعوبات في التعلم. كيف يمكن حدوث ذلك؟ المخ عضو سريع التغير، ويُكوّن مشابك عصبية باستمرار أثناء عملية التعلم أو تكوين الذكريات، ولكن الأغذية الغنية بالدهون المشبعة والسكريات تؤثر على قدرته على التغير والتأقلم السريع. ومن ثم،

فإن حصول الخلايا العصبية على العناصر الغذائية عالية الجودة من خلال نظام غذائي صحي ومتوازن يعد أمرًا حيويًا لصحة المخ.



شكل 2

شكل 2

درسنا ما يحدث في الحُصين بعد أن تناولت الفئران أطعمة غنية بالدهون والسكريات لمدة 7 أيام (النصف الأسفل)، وقمنا بمقارنته بالفئران التي تناولت نظامًا غذائيًا عاديًا (النصف الأعلى): (1) الخلايا العصبية لديها زوائد شجيرية أقل، وأقصر وأقل سمكا؛ (2) الخلايا العصبية لديها عدد أقل من المشابك العصبية؛ (3) الخلايا الدبقية أصبحت نشطة بسبب الالتهاب في المخ. توصلنا في النهاية إلى أن النظام الغذائي الذي يحتوي على نسب عالية من الدهون والسكريات وحتى ولو لمدة لا تتجاوز 7 أيام كان سببًا في الإصابة بالسمنة بالإضافة إلى آثاره السلبية على الخلايا العصبية والدبقية في الحُصين. نعتقد أن هذه التغييرات العصبية والدبقية يمكن أن يكون لها تأثير سلبي على الذاكرة والتعلم.

تناول الأطعمة الغنية بالدهون والسكريات يُسبب التهاب المخ

هل تتذكر أن الحُصين مكون من نوعين من الخلايا تسمى الخلايا العصبية والخلايا الدبقية؟ تلعب الخلايا الدبقية دورًا حيويًّا في دعم وظائف الخلايا العصبية، لذلك أردنا معرفة ما إذا كانت الخلايا الدبقية أيضًا تتأثر بتناول نظام غذائي غني بالدهون والسكريات، أم لا. ولمعرفة ذلك قمنا بصباغة نوعي الخلايا الدبقية، أي الخلايا الدبقية الصغيرة والخلايا النجمية، بغرض دراسة حجمها وشكلها. والمدهش أننا وجدنا أن الفئران التي تناولت الأطعمة الغنية بالدهون والسكريات كان لديها خلايا دبقية وخلايا نجمية أكبر حجمًا، وقد تحولت حالتها إلى "نشطة". وعادةً ما تصبح الخلايا الدبقية الصغيرة والخلايا النجمية نشطة حين يكون هناك التهاب، لتتمكن من حماية الخلايا العصبية من أضراره. ربما تكون على دراية بالالتهاب، وكيف يبدو في جسم الإنسان. فالالتهاب هو استجابة موضعية لإصابة ما أو عدوى ما. وقد يصاب الجزء الملتهب من الجسم أحيانًا بالتورم أو الاحمرار، كما قد يتسبب الالتهاب في حدوث نوع من الألم. أما في المخ، فقد يكون الالتهاب مختلفًا في شكله، ويكون الإحساس به قليلًا مقارنة بباقي أجزاء الجسم. والخلايا الدبقية هي المسؤولة عن الاستجابة للالتهاب في المخ ومساعدة الخلايا العصبية على تماثل الشفاء. وحين تصبح الخلايا النجمية نشطة نتيجة الالتهاب، تتضاعف ويكبر حجمها ويصبح لونها أغمق (الشكل 2 النصف السفلي، الصورة اليمنى). وحينما تصبح الخلية الدبقية الصغيرة نشطة، يكبر حجمها أيضًا وتصبح أكثر تشعبًا. إذن، ما النتائج التي توصلنا لها؟ أظهرت لنا النتائج أن النظام الغذائي الغني بالدهون والسكريات يتسبب في التهاب الحُصين، إذ إن الخلايا النجمية والخلايا الدبقية الصغيرة تصبح نشطة كرد فعل لهذه البيئة الضارة.

ما الذي توصلنا إليه؟

من خلال دراستنا لاحظنا أن تناول الأطعمة الغنية بالدهون والسكريات - مهما قصرت مدة تناولها - يسبب السمنة، ويمكن أن تترتب عليه آثار سلبية تصيب الحُصين [4]، ويعد الحُصين من مناطق المخ المهمة في تكوين الذاكرة، لذلك نعتقد أن هذه التغييرات التي تطرأ على الخلايا العصبية والدبقية قد يكون لها تأثير سلبي على الذاكرة ومهارات التعلم. وقد درس علماء آخرون آثار تناول الأطعمة الغنية بالدهون والسكريات لفترات طويلة، حيث وجدوا بالفعل أن الفئران قد أصيبت بفقدان الذاكرة وصعوبات التعلم. ولكن لم تعد هذه النتائج مهمة بالنسبة لنا؟ بالرغم أننا بالتأكيد لسنا فئران إلا إن هناك تشابه في الطريقة التي نعالج بها العناصر الغذائية التي نحصل عليها من الأطعمة وكيفية تأثير هذه العناصر الغذائية على صحتنا. هل تتذكر أن العلماء وجدوا أيضًا أن الأشخاص الذين يتناولون أطعمة غنية بالدهون والسكريات بانتظام ويصابون بالسمنة أكثر عرضة للإصابة بفقدان الذاكرة والخرف؟ قد تفسر هذه النتائج أسباب هذه الظاهرة! كما وجدت الدراسات الأخرى التي أجريناها بالإضافة إلى تلك التي أجراها علماء آخرون أن نوعًا من الدهون يطلق عليها الدهون المشبعة والموجودة بوفرة في الأطعمة المصنعة يمكنها أن تُتلف الخلايا العصبية بشكل مباشر من خلال تغيير الطريقة التي تستخدم بها الطاقة وزيادة الجزيئات التي تسبب الضغط والالتهاب [5, 6].

تدعم كل هذه الدراسات العلمية المذهلة ما يقوله الآباء والأطباء دائمًا؛ ألا وهو اتباع نظام غذائي متوازن وغني بالعناصر الغذائية ويخلو من الأطعمة المصنعة والسكريات، حيث يعد ذلك أمرًا حيويًا للحفاظ على صحتك وقوتك وسلامة عقلك!

مقال المصدر الأصلي

Calvo-Ochoa, E., Hernández-Ortega, K., Ferrera, P., Morimoto, S., and Arias, C. 2014. Short-term high-fat-and-fructose feeding produces insulin signaling alterations, dendritic and synaptic loss and astroglial response in the rat hippocampus. *J. Cereb. Blood Flow Metab.* 34:1001–8. doi: 10.1038/jcbfm.2014.48

المراجع

1. Fung, T. T., Rimm, E. B., Spiegelman, D., Rifai, N., Tofler, G. H., Willett, W. C., et al. 2001. Association between dietary patterns and plasma biomarkers of obesity and cardiovascular disease risk. *Am. J. Clin. Nutr.* 73:61–7. doi: 10.1093/ajcn/73.1.61
2. Parrott, M. D., and Greenwood, C. E. 2007. Dietary influences on cognitive function with aging: from high-fat diets to healthful eating. *Ann. N. Y. Acad. Sci.* 1114:389–97. doi: 10.1196/annals.1396.028
3. Neves, G., Cooke, S. F., and Bliss, T. V. 2008. Synaptic plasticity, memory and the hippocampus: a neural network approach to causality. *Nat. Rev. Neurosci.* 9:65–75. doi: 10.1038/nrn2303

4. Calvo-Ochoa, E. and Arias, C. 2015. Cellular and metabolic alterations in the hippocampus caused by insulin signaling dysfunction and its association with cognitive impairment during aging and Alzheimer's disease. Animal models of study. *Diabetes Metab. Res. Rev.* 31:1–13. doi: 10.1002/dmrr.2531
5. Kwon, B., Lee, H. K., and Querfurth, H. W. 2014. Oleate prevents palmitate-induced mitochondrial dysfunction, insulin resistance and inflammatory signaling in neuronal cells. *Biochim. Biophys. Acta* 1843:1402–13. doi: 10.1016/j.bbamcr.2014.04.004
6. Calvo-Ochoa, E., Sánchez-Alegría, K., Gómez-Inclán, C., Ferrera, P., and Arias, C. 2017. Palmitic acid stimulates energy metabolism and inhibits insulin/PI3K/AKT signaling in differentiated human neuroblastoma cells: the role of mTOR activation and mitochondrial ROS production. *Neurochem. Int.* 110:75–83. doi: 10.1016/j.neuint.2017.09.008

نُشر على الإنترنت بتاريخ: 17 أكتوبر 2022

حرره: Vaughan Macefield

مرشدو العلوم: Taissa Lytchenko and Zhengyi Yang

الاقتباس: Calvo-Ochoa E and Arias C (2022) ماذا يحدث للمخ عندما نتناول أطعمة غنية بالدهون والسكريات؟ Front. Young Minds
doi: 10.3389/frym.2019.00032-ar

مُترجَم ومقتبس من: Calvo-Ochoa E and Arias C (2019) Food for thought: what happens to our brain when we eat foods high in fat and sugar? Front. Young Minds 7:32. doi: 10.3389/frym.2019.00032

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 © 2019 © 2022 Calvo-Ochoa and Arias. 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

HUFFAKER ELEMENTARY SCHOOL، العمر: 10-11

راجع هذا المقال آشلي هيرون ام إس، وزملاؤها في الصف السادس من مدرسة هافاكير الابتدائية في رينو بنيفادا بمساعدة طلاب السنة الأخيرة بجامعة نيفادا برينو، ومعلمي قسم علم الأعصاب تايسا ليتشينكو وجرانت فيرتشايلد. استمتع الطلاب بتعلم تأثير الأطعمة الغنية بالدهون والسكريات على الذاكرة، خاصة عندما أحضر المعلمون شرائح للمخ وعرضوا لهم هذه الأجزاء من المخ أثناء المراجعة. أصبح الطلاب أكثر حماسًا لتعلم المزيد حول المخ، حتى إن رغبتهم في أن يصبحوا علماء في المستقبل قد زادت. كما أنهم قضوا وقتًا رائعًا في مراجعة المقال، وينتظرون نشره بفارغ الصبر!

MAXWELL، العمر: 12

أعيش في بكين وأهتم بالعلوم. أحب لعب الألعاب الإلكترونية، كما أعزف على البيانو أيضًا. ليس لدي إخوة أو أخوات. أستمتع بالقراءة في كل الموضوعات، وليس فقط في مجال العلوم، فأنا أحب أن أعرف شيئا عن كل شيء، وكل شيء عن موضوع لا زلت أبحث عنه.

المؤلفون

ERIKA CALVO-OCHOA

عالمة مكسيكية متخصصة في علوم الأعصاب، وأعمل حاليًا كزميلة في مرحلة ما بعد الدكتوراة في مؤسسة العلوم الوطنية بميشيغان في الولايات المتحدة الأمريكية. أهتم بدراسة التغييرات التي تطرأ على المخ بعد تعرضه لمختلف أنواع المحفزات الضارة، وكيف أن الخلايا العصبية المكونة حديثًا تساعد في إصلاح هذا التلف. وبعيدًا عن المختبر، أحب أن أقضي وقتي مع عائلتي؛ حيث نتنزه ونقيم حفلات شواء ونشاهد الأفلام ونمارس ألعاب الألواح ونذهب إلى البحيرة ونستمتع بجميع الأنشطة الموسمية في ميشيغان. erika.calvoochoa@wmich.edu*

CLORINDA ARIAS

عالمة كبيرة متخصصة في علم الأعصاب في الجامعة الوطنية في المكسيك. أعمل منذ 30 عامًا على دراسة التغييرات التي تطرأ على المخ مع تقدم السن وخاصة عوامل الخطر التي تؤدي إلى الإصابة بمرض ألزهايمر. أحب البحث عن أسرار المخ البشري المذهل. وفي أوقات فراغي، أحب القراءة وطهي الأطعمة الصحية بوصفات طهي عالية.

النسخة العربية مقدمة من
Arabic version provided by

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