

الأثر المادي للذاكرة في الدماغ

سلفي غريسزو

ترجمة: د. محمد قماري

الأمر يتعلق بتجربة فذة، سمحت بإظهار أن الدماغ يقوم بتشفير ذكرى معينة، في عدد من الخلايا العصبية محدد بدقة.

النفس الكندي دونالد هيب Hebb Donald
نعرف أن الذكريات تشفر في دماغنا
على هيئة موزعة داخل شبكة من
الخلايا العصبية، ومع نهاية سنوات
1950 ظهر الدليل بأن مناطق محددة في
الدماغ لها دور المفتاح في عملية الحفظ
Mémorisation وبالأخص في التخزين
المؤقت Court terme للذكريات، ومن هذه
البنى الدماغية منطقة الحصين
Hippocame التي تقع في الجزء الداخلي
من الفص الجداري، حيث قوة الربط بين
الخلايا العصبية تتغير بسرعة (وهو ما
يمكن وصفه بـ "المرونة المشبكية")،
وتمّ تنويع اكتشاف هذه الظاهرة
بتحصيل علماء البيولوجيا العصبية
أريك كاندل Eric Kandel وارفيد

"إننا واثقون إذن، بأن في الدماغ
مسلك مادي للذاكرة"، يؤكد سيرج
لاروش (Serge Laroche)، من مخبر
البيولوجيا العصبية للتعلّم والذاكرة
والاتصال من جامعة باريس جنوب
Paris -Sud، هذه النتائج جاءت تتويجا
لمجهود فريق دولي من اختصاصات
متعددة، وبتنسيق من شينا جوسلين
Sheena Josselyne من جامعة
تورنتو Toronto [1].

"لحد الساعة لدينا نظريات
وتصورات ذات صلة بموضوع الأثر
المادي للذاكرة، ولكن ليس لدينا دليل
صريح" يضيف سيرج لاروش. ومنذ
سنوات 1940 ومع ظهور أعمال عالم

الدماغية"، وفعلا، استطاع أن يبرهن بالتجريب، وللمرة الأولى، أنه باستطاعتنا أن نحدد مسبقا شبكة من الخلايا العصبية، قد تكون هي الأثر في حفظ الذكريات، ثم نعمل على محو هذا الأثر بقتل الخلايا المعنية. والذاكرة الدائمة، وعلى وجه أخص ذاكرة الخوف مشفرة بشكل جيد بدارة عصبونية فزيائية.

نسيان المؤقت

استند علماء الأحياء (البيولوجيون) على دراستين نشرتا سنة 2004 و 2007 الدراسة الأولى بإشراف برينو بونتني، وفيها استطاع فريق العمل أن يجعل من فئران المخبر مصابة بنسيان مؤقت (عابر) [2]، لأجل ذلك عمد الباحثون إلى حقن مادة في بعض المناطق القشرية من دماغ القوارض، والمعاينة باختبار صُمِّم لهذا الغرض، بأن هذه المادة تزيل عندها الذكريات القديمة. لكن كانت هذه التجربة بمثابة البرهان المباشر عن الدور الوظيفي لقشرة الدماغ في استرجاع الذاكرة الدائمة. "هذه التجربة وعلى خلاف التجارب التي تمَّ فيها إحداث آفات بطريقة صناعية بقشرة الدماغ، ففي هذه التجربة كان الأثر مؤقتا. لقد أثبتت

كارلوسن Arvid Carisson وبول غرينغارد Paul Greengard على جائزة نوبل لعام 2000: والظاهرة تتمثل في تسهيل التخزين السريع للمعلومات دون أن تتيح استقرارها الدائم.

لقد تطلب الأمر سنوات إضافية من البحث لفهم أن مسارات الحفظ الدائم تستدعي حوارا بين الحصين والمناطق القشرية في الدماغ.

لكن هل يمكن، على وجه الدقة، تحديد معلومة محزنة في الذاكرة الدائمة؟

منذ سنة 1990 ومع تطور التصوير الطبي للدماغ، بدأ الأمل يكبر من أن هذا الحلم القديم أصبح في متناول المختصين، لكن بمقاربة مغايرة تماما استطعنا أن نصل إلى الهدف المنشود.

"كنا نسعى إلى وضع الأصبع على الطريق المادي (الفيزيائي)، العصبي للذاكرة، لأجل ذلك اخترنا الطريقة الأسهل: إلغائها"، يوضح برينو بونتني Paul Botenpi، من مركز العلوم العصبية التكاملية والمعرفية بمدينة بوردو، الذي قام بتنسيق الدراسة في شقها المتصل بـ "التصوير الطبي

وبعد إضافة بروتين مضىء للفيروس، أمكن للبيولوجيين حساب الخلايا العصبية التي دخلها الفيروس، واستطاعوا أيضا أن يتحققوا من أنها المسؤولة عن تحسن أداء الذاكرة: لقد أبدت تلك الخلايا نشاطا أكبر عند ما يتم وضع الفئران أمام نشاطات تتطلب تشغيل الذاكرة [3].

قاتل العصبونات

كان يجب إيجاد وسيلة لقتل الخلايا العصبية (العصبونات) التي أظهرت إفراز العامل CERB "وهنا أيضا أبدت شينا مقدرة على الإبداع، فتصورت ثم صنعت بُنية جينية تضطر أيضا الخلايا العصبية التي أظهرت إفراز العامل CERB أن تظهر على سطح مستقبلات سمين Toxine الخناق Diphtérique

وحين نقوم بحقن القوارض بعد ذلك بهذا السمين، وهي في الأصل مقاومة له، فإنه يرتبط بالمستقبلات، وتدخل حينها العصبونات بكيفية خاصة في برنامج موت خلوي.

لقد استطاع علماء البيولوجيا العصبية وبأيديهم هاتان الوسيلتان، أن يتخلصوا بكيفية انتقائية من الخلايا العصبية الأكثر

الاختبارات أنه ليس ثمة إعادة تنظيم للخلايا العصبية من أجل تشفير الذكريات، بما في ذلك شديدة القدم منها" يوضح برينو بونتني.

من هنا نشأت فكرة اختيار أثر (مسلك) للذاكرة، صمن دائرة عصبية ثم نعمل على تخريبه، إن القضية ببساطة تعني محو ذكرى تمّ تحديدها مسبقا. "وفي سنة 2004 طلبنا من

شينا جوسلين Sheena Josselyne وهي متخصصة في البيولوجيا الجزيئية Biologiste moléculaire، أن تفكر في بناء جينيّ Génétique يسمح بالتعرف على شبكات عصبونية Neuronaux خاصة بالذاكرة. وبرقت في ذهنها هذه الفكرة الفريدة بأن قامت بإعطاء أولوية لبعض الخلايا العصبية لتكون أكثر فعالية في الاحتفاظ بذكرى".

في تلك الأثناء كانت شينا جوسلين تعمل على عامل يقوي الذاكرة اسمه CERB، ويسهل مرونة تشابك الخلايا ويعزز قدرة الذاكرة الدائمة والذاكرة المؤقتة، وقامت بصناعة فيروس ينفذ داخل بنية الخلايا العصبية ويقوم بإفراز العامل CERB. وتبين أن الفئران التي تم حقنها أصبحت لديها ذاكرة متفوقة!

الصوت. لقد محونا أثر الخوف الذي صنعناه من الذاكرة".

وللتأكد من خلو النتائج من اعوجاج يكون دب إليها بسبب ضعف الأثر في الذاكرة، أعدنا التجربة نفسها لكن قمنا بإضافة صدمتين كهربائيتين للصوت ذاته، وهنا أيضا لاحظنا غياب الأثر في الذاكرة بعد حقن السمين عند القوارض. ويظهر جليا أن النتيجة مستقلة عن مدى "قوة" التذكار.

شبكة مختصة

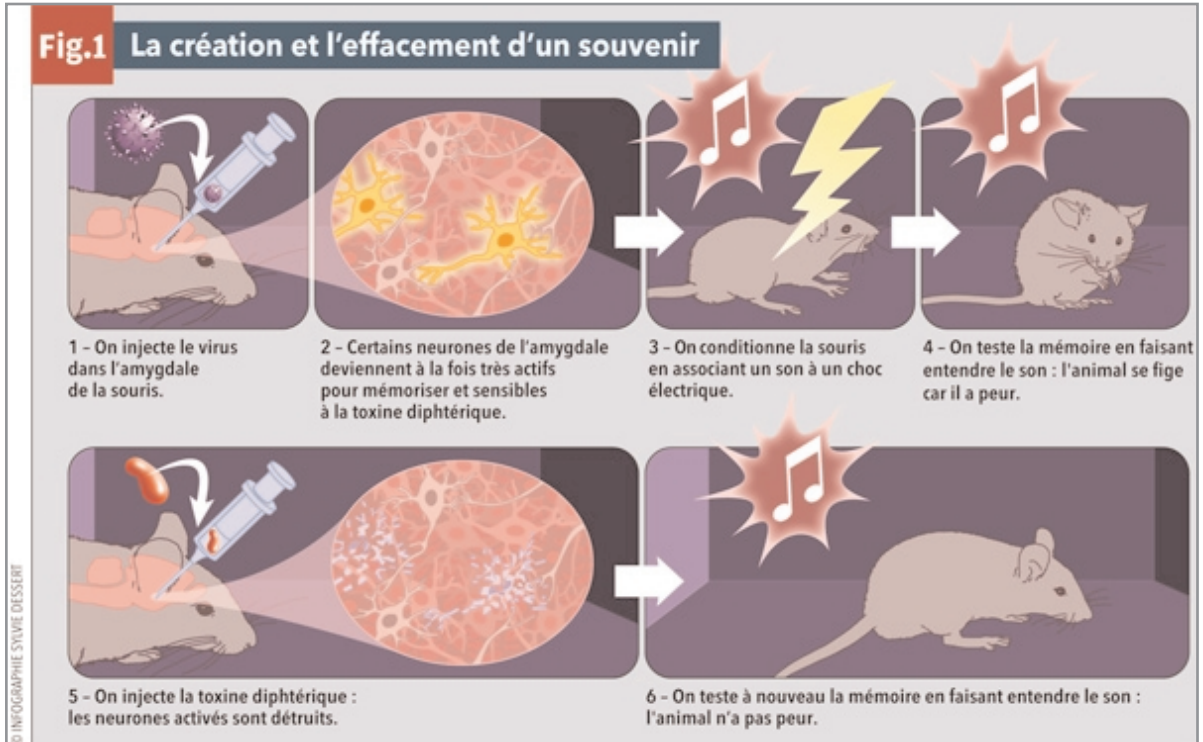
هل التذكار مختص بالشبكة التي أظهرت إفراز مادة BERC على وجه التحديد؟ والجواب بنعم، حسب ما أظهرته دراسة أخرى، حيث لم تظهر الفيروسات التي حقنت للقوارض زيادة في مادة BREC، ولكن حساسية لسمين الحناق. إذن الخلايا العصبية التي قتلت بفعل هذا الأخير لم تكن مختصة بذاكرة الخوف المشتركة بحدوث الصوت. والنتيجة: لم يحدث أي اضطراب بالذاكرة، وبالتالي ففي التجربة الأولى، فإن الشبكة العصبية التي أظهرت BERC هي فعلا الحامل لأثر الذكرى.

نشاطا في مسار (الذاكرة)، وتمت التجربة على الفئران. وفي البداية تم إخضاعها لصدمة كهربائية بعد سماعها صوتا، وبالطبع فإن الفئران تربط بين الصوت والصدمة الكهربائية. وعند سماع الصوت الثاني فإنها لا تتحرك لبعض الثواني، وهي علامة على الخوف، ودرجة عدم حركة الفأر تطرد مع قوة ذاكرته.

لم وقع اختيار الباحثين على هذا الاختبار؟ ببساطة لأنه يضع منطقة صغيرة في الدماغ معروفة بمشاركتها في مشاعر الخوف والعواطف: اللوزة Amygdalae "في هذه المنطقة قمنا بحقن الفيروس قبل التجربة، والنتيجة أن حوالي 20% من المئة من الخلايا العصبية للوزة، أي 10 آلاف خلية تقريبا تم تحويلها" يشرح برينو بوتنبي. بعد ذلك قمنا بتدريب الحيوانات على الاختبار صوت/ صق كهربائي، وقمنا باختبارهم مجددا بعد ذلك بيوم للتأكد من أن ذاكرتهم ما تزال تشغل وأن توقفهم عن الحركة يتم فعلا بعد سماع الصوت، وبعدئذ قمنا بحقن السمين لمجموعة منهم، ومن الغد أعدنا اختبار الحيوانات من جديد. والنتيجة: الحيوانات التي حقنت بالسمين لم تبد أي إشارة تدل على الخوف عند سماع

الحديث أصلا عن قضايا أخلاقية ذات صلة بهذه العملية). بالمقابل فإن هذه التجربة تفتح المجال أمام تحريات أخرى داخل الدماغ، بحيث يمكن تعميم النتيجة على أنماط أخرى من الذاكرة، كذاكرة المجال (المكان). إن أعمالا قد بدأت فعلا في مخبر برينو بوتنبي قصد انتقاء شبكات عصبية في منطقة الحصين Hippocame وقشرة الدماغ.

هل يتمكن هؤلاء الباحثون من تطبيق التجربة على الإنسان، مثلا بتمكنهم من محو بعض الذكريات عند أشخاص يعانون ضغطا عقبي تعرضهم لصدمات؟ حول هذا السؤال يجيب برينو بوتنبي دون تردد: لا، لأننا لا نستطيع أبدا تدمير شبكة خلايا عصبية منتخبة في دماغ الإنسان تكون قد احتفظت في الماضي بذاكريات مؤلمة (دون



التخلص من الضغط بعد التعرض لصدمة؟

بعض الفرق في العالم تعمل على إمكانية التخلص عند الإنسان من ذاكرة الذكريات المؤلمة، منها كريم نادر وزملاؤه من جامعة جيل بمونريال، يدرسون إمكانية التخلص من هذا النوع من الذكريات في مرحلة إعادة الاستحْصاف reconsolidation. ويرتكزون على مبدأ أن استرجاع ذكرى معينة، أيا كانت، يجعلها مجددا غير ثابتة. وهنا بعد استذكار ذكرى مؤلمة، نقوم بحقن الشخص بمشبط تخليق البروت inhibiteur de la synthèse prothéique مثلا مادة بروبرانولول propranolol، فنزيل أثر تلك الذكرى من الذاكرة [1]. وفريق آخر فرنسي يعمل بمدينة تولوز مع ضحايا كارثة مصنع FZA، وهنا لا يتم تحديد الخلايا العصبية بل الذكرى نفسها.

نقاط هامة:

- بمساعدة فيروس محور، يمكن تدعيم عمل بعض الخلايا العصبية للذاكرة عند الفئران.
- عند وضع الحيوان في شروط معينة، بحيث يتم الجمع بين صدمة كهربائية وإحداث صوت، فإن ذكرى الخوف المرتبطة بالصوت تثبت على هذه الخلايا العصبية.
- لقد برهنا على أن تدمير هذه الخلايا؛ فإن ذلك يمحو الذكرى.

[1] J.-H. Han et al., Science, 323, 2941 .9002

[2] T. Maviel et al., Science, 503, 69 .4002

[3] J.-H. Han et al., Science, 613, 754 .7002

المقال الأصلي:

مجلة البحث الفرنسية العدد: 437 جانفي 2010.

Une trace physique de la mémoire

N°734 - 10/0102 La Recherche

مصطلحات وردت في النص:

Mémoire à court terme	الذاكرة المؤقتة (قصيرة المدى)
Mémoire à long terme	الذاكرة الدائمة (طويلة المدى)
Neurones	العصبونات (الخلايا العصبية)
Encodage	التشفير
Hippocame	منطقة الحصين في الدماغ
Une trace physique	أثر مادي