9 ذاكرة المهارات والعادات والإشراط

في سنة 1910 كتب الفيلسوف الفرنسي هنري بيرغسون عما نعرفه بمصطلح الذاكرة غير الصريحة. وكانت كتابته مركزة بخاصة على العادات: [إنها] ذاكرة مختلفة بشدة... موجهة بالأفعال، موجودة في الحاضر وناظرة إلى المستقبل فقط... وفي الواقع لم تعد تمثل الماضي بالنسبة إلينا، بل إنها تمارسه بالفعل، وإذا بقيت تستحق لقب الذاكرة فذلك ليس لأنها تحتفظ بالصور الماضية بل لأنها تطيل من الأثر المفيد لهذه الصور حتى اللحظة الراهنة».

ونحن حينما نقابل زائراً فإننا نمد يدنا للسلام عليه. كذلك يمكننا النظر إلى السماء في يوم غائم ونعتقد باحتمال هطول المطر. وحينما نقرأ ونحن راشدون فإننا نمارس مهارة معقدة من حركة العين وفهم النص التي تطورت خلال آلاف الساعات من الممارسة. إن مقدار الدقة أو الصحة في قيامنا بهذه الأشياء يعتمد على خبراتنا الماضية وعلى الفرص التي أتيحت لنا في التعليم والممارسة. إلاّ أننا نتعلم بالتأكيد ونؤدي هذه المهارات ومهارات أخرى لا حصر لها من غير أن نكون على وعي بأننا نستخدم الذاكرة. في هذا الفصل الأخير عن الذاكرة غير الصريحة سنعالج أمثلة عن تعلم المهارات. وتعلم العادات، وتعلم الفئات والإشراط التقليدي. سوف توسع

obeikandi.com

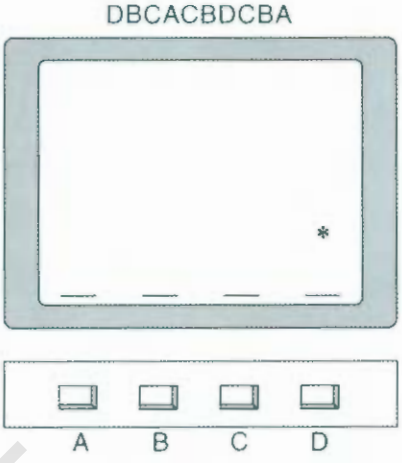
هذه الأمثلة المناقشة في موضوع الذاكرة غير الصريحة التي وردت في الفصول السابقة وسوف توضح أثرها الواسع على الحياة اليومية.

مهارات الحركة

كما لاحظنا في الفصل الأول، جاء أول تلميح بأن الذاكرة منتظمة في أجهزة منفصلة، من دراسات تعلم المهارات الحركية. فعلى الرغم من أن المريض إتش إم فاقد لذاكرة الحقائق والأحداث ولعملية التذكر العادي بشكل شديد، تعلم أن يقتفي الخط الخارجي ـ للنجم في المرآة. لقد كان هذا النوع من تعلم المهارات على الدوام يسير على الفهم على أنه شيء خاص ومختلف عن عملية تذكر الأحداث الواقعة حديثاً. لنأخذ مثالاً على ذلك، عندما نتعلم وضعية جديدة لحركة اليد في لعبة التنس (كرة المضرب) يبدو مقبولاً الافتراض، أما استعراض تسديد ضربة تم تطويرها في هذه الليلة يختلف اختلافاً جوهرياً من تذكر دروس لعبة التنس ذاتها أو تذكر الوقت التي استخدمنا فيه وضعية حركة اليد المناسبة للفوز بمباراة معينة. إن حدسنا عن المهارات الحركية والمهارات الحركية الإدراكية هي صحيحة تماماً. يتم احتواء المهارات المكتسبة داخل الإجراءات التي يتم التعبير عنها من خلال الأداء. وهي ليست صريحة. إذ لا يحتاج المرء أن يصرح عن أي شيء ولا يمكن للمرء حتى ولو مارسنا الضغط عليه أن يقول الشيء الكثير عما يفعله أو يقوم به. وفي الواقع تظهر التجربة العملية أن محاولة التعبير عن المعرفة الواعية بالمهارة الحركية أثناء عملية أدائها هي طريقة جيدة لتعطيل عملية التنفيذ.

بإمكاننا أن نتعلم المهارة الحركية من دون أي وعي تماماً بما يتم تعلمه.

تم استعراض هذه الظاهرة المثيرة للفضول في دراسات ذات شكل كعلم المهارات الحركية تدعى التعلم المتعاقب. في المثال الأكثر شيوعاً في

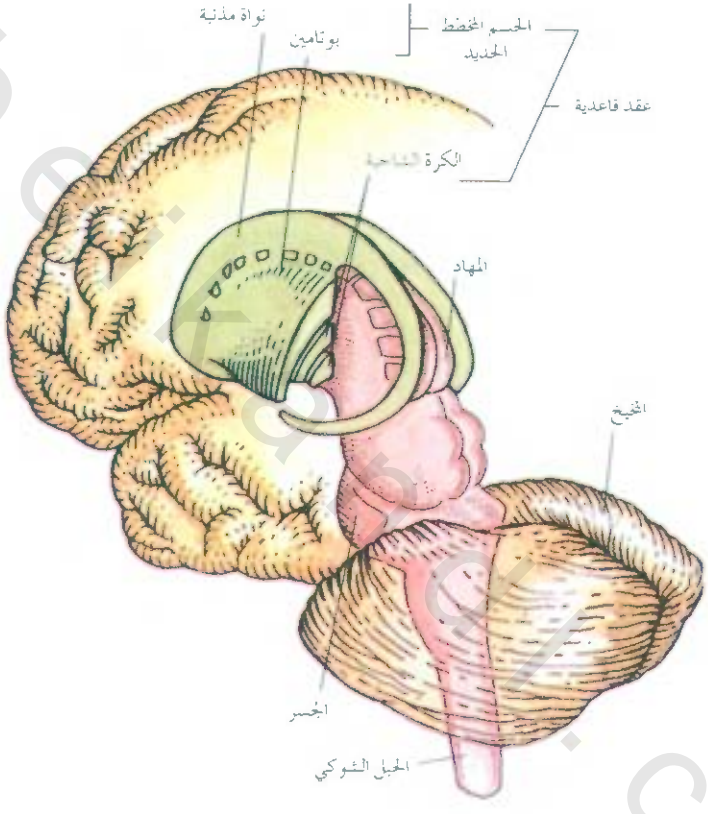


صحة تعلم التسلسل كما هو ظاهر على الكومبيوتر. أربعة خطوط أفقية صغيرة تظهر دائماً في أسفل الشاشة لتبين المواقع المحتملة الأربعة للنجمة A أو B أو C أو D خلال التدريب، تظهر النجمة متحركة بشكل متسلسل من موقع إلى موقع آخر من المواقع الأربعة بنمط تم تحديده مسبقاً. يستجيب أفراد الدراسة لكل مرة تظهر فيها النجمة بأقصى سرعة ممكنة عن طريق الضغط على المفتاح الذي يقع مباشرة تحت المؤشر.

دراسة هذا النوع من العلم يقوم الأفراد بالضغط بسرعة على المفاتيح استجابة لإشارة بصرية تظهر بشكل متعاقب في واحد من أربعة مواقع على الشاشة (A أو B أو C أو D). على سبيل المثال، خلال 400 محاولة تدريب متتابعة يمكن أن تظهر الإشارة بشكل متسلسل في مواقع DBCA CBDCBA إلى أن يشاهد المفحوصون هذا التسلسل 40 مرة. وبالممارسة يتعلم المفحوصون تدريجياً تسلسل حركات الراجعة الماهرة للاستجابة إلى الإشارة البصرية المتغيرة.

ينعكس تعلم المهارة في التحسن التدريجي لسرعة الاستجابة، أثناء شروع المفحوصين في التنبؤ بمكان ظهور الإشارة البصرية. ومع ذلك إذا تغير التسلسل فجأة، يصبح الأداء بطيئاً مرة ثانية. وجد پول ريبر وسكواير أن مرضى فقدان الذاكرة الذين تعلموا هذه المهمة بشكل من لم يُظهروا بالرغم من ذلك أي وعي بهذا التسلسل عند تطبيق الاختبار عليهم مباشرة.

وجد الباحثون في دراسات التصوير الطبقي أن الكثير من المناطق الدماغية يتم تحريضها خلال عملية تعلم التسلسل.



منظر لبنى الدماغ ذات الأهمية بالنسبة إلى تعلم المهارة الحركية.

تتضمن هذه المناطق اللحاء الحسي حركي وبنيتين عميقتين في الدماغ يُعرف أنها تتدخل في التعلم الحركي والنواة المذنبة وبوتامين (التي تدعى جميعاً الجسم المخطط الجديد). تترابط شدة التحريض داخل هذه المناطق مع كمية المعلومات التي حصل عليها الفرد فعلاً من التسلسل. في إحدى دراسات تعلم التسلسل التي تستخدم تقانة التصوير الطبقي بواسطة إطلاق

البوزترون PET، وجد غريغوري بيرنز وزملاؤه في جامعة بتسبرغ ازدياد النشاط في الجسم المخطط الجديد الأيمن عندما يتغير التسلسل المنتظم للأرقام في منتصف جلسة الاختبار.

ومع ذلك لم يكن المشاركون على وعي بالبناء التسلسلي للأرقام كما لم يكونوا واعين بتغير هذا التسلسل.

المناطق اللحائية هي أيضاً هامة أثناء عملية تعلم المهارة الحركية، ويمكن لهذه المناطق أن تعمل معاً مع الجسم المخطط الجديد. أجرى أرفي كارني وليسلي أنغرليدر وزملاؤهما في المعهد الوطني للصحة النفسية، دراسات التصوير الطبقي على متطوعين طبيعيين مستخدمين تقانة الرنين المغناطيسي الوظيفي. تدرَّب المتطوعون بأسرع ما يمكن على مهمة مهارة حركية حيث لامسوا الإبهام مع كل إصبع من أصابع اليد بتسلسل محدد. وكما كان متوقعاً، تم تحريض منطقة اللحاء الحركية التي تمثل الأرقام بواسطة هذه المهمة. وكان الاكتشاف المثير للدهشة هو أنه بعد التدريب المطول، الذي من خلاله ضاعف الأفراد من سرعتهم في أداء تسلسل حركة الإصبع، أصبحت منطقة اللحاء الحركية التي كان لها دخل في هذه المهمة أكبر.

استمرت هذه المنطقة المتوسعة داخل اللحاء الحركي لعدة أسابيع وكذلك فعلت القدرة على أداء المهمة بالسرعة الزائدة.

يبدو أنه من المحتمل أن تستخدم الممارسة نشاط عصبونات إضافية في اللحاء الحركي بشكل يتناسب مع مستوى البراعة والسرعة التي استطاع أفراد المدرسة أن يؤدوا بها الحركات المتاحة. ليس معروفاً المكان النهائي الذي يتم فيه اختزاع المهارة الحركية. ومع ذلك، وكمثل الأمثلة الأخرى للذاكرة غير الصريحة التي تناولناها، بما في ذلك الشكل الأبسط لحيوان الإبليشا، من المحتمل أن يحدث تعلم المهارة الحركية على شكل تغيرات داخل المدارات المكرسة أساساً لأداء المهارة المطلوبة. أحد الاحتمالات هو

حدوث عملية اختزان الذاكرة داخل مناطق اللحاء الحركي التي انخرطت في هذه العملية أثناء الممارسة. والاحتمال البديل هو حدوث تغيرات مشبكية أساسية في الاتصالات الصادرة عن اللحاء باتجاه الجسم المخطط الجديد.

إن السمة المثيرة للاهتمام في تعلم المهارة الحركية هي أن هناك نقلة أثناء عملية التعلم التي تكون فيها أجهزة الدماغ ذات أهمية. لقد مر جميعنا بخبرة أداء مهارة كنا قد تدرَّبنا عليها بشكل جيد، مثل قيادة السيارة بطريقة تلقائية جداً. وبينما نقود السيارة على طريق مألوفة قد نلاحظ فجأة أننا نتقدم على نحوٍ مرضٍ تماماً لعدة دقائق على مرشد أو دليل ذاتي العمل من غير أن نعطي انتباهاً واعياً. تفيد هذه التجربة أن مناطق الدماغ المتدخلة في عملية الانتباه والوعي تكون ذات أهمية في بداية عملية تعلم المهارة وتصبح هذه المناطق أقل أهمية مع تقدم عملية التعلم. لقد دوَّن ستيف بيترسون وزملاؤه في جامعة واشنطن بسانت لويس هذه الظاهرة بواسطة دراسات التصوير الطبقي. في بداية عملية التعلم يميل اللحاء ما قبل الأمامي أن ينخرط في العملية على نحو ينسجم مع دوره المعروف في تخزين المعلومات للاستخدامات المؤقتة. يقوم التعلم المبكر أيضاً بجعل اللحاء الجداري ينخرط في العملية، وهي منطقة معروفة في أهميتها بالنسبة للانتباه البصري. أظهرت نشاطات أخرى أن النشاط في اللحاء ما قبل الأمامي واللحاء الجداري يميزان أيضاً ما بين الأفراد الذين أصبحوا على وعي لما قد تعلموه والأفراد الذين لم يعوا ذلك. أخيراً، تأتي أهمية المخيخ خلال المراحل المبكرة من تعلم المهارة الحركية. والمخيخ هو بنية كبيرة تقع في خلف الدماغ ومن المحتمل أن تكون ضرورية لتنسيق منظومة معينة من الحركات اللازمة للحركة الماهرة حسنة الأداء ولتنظيم الزمن لهذه الحركات. لذلك يبدو أن اللحاء ما قبل الأمامي واللحاء الجداري والمخيخ جميعاً منخرطون في مرحلة مبكرة من تعلم المهارة الحركية يؤمّن نشاطهم المشترك تجمع الحركات الصحيحة مع بعضها البعض وتكريس كل من الانتباه والذاكرة العاملة لصالح المهمة المطلوبة. وبعد ممارسة المهارة يبدي اللحاء ما قبل

الأمامي واللحاء الجداري والمخيخ نشاطاً أقل بينما تصبح البنى الأخرى بما في ذلك اللحاء الحركي واللحاء الحركي المكمل المجاور أكثر انخراطاً في عملية تعلم المهارة.

يمكن لهذه البنى مجتمعة مع الجسم المخطط الجديد أن تختزن المعلومات القائمة على المهارة في ذاكرة طويلة الأمد وأن تسمح بإجراء مسهل للحركات الماهرة.

تعلم المهارات

تعلم المهارة الحركية يعني اكتساب إجراء ما يمكن العمل به في هذا العالم. يصح القول نفسه عند تعلم العادات الجديدة. خلال عملية النمو التي نمر بها نتعلم أن نقول «من فضلك» و«شكراً» وأن نغسل أيدينا قبل تناول الوجبات وأن نقوم بعدد من السلوكات الأخرى. نكتسب كثيراً من هذه العادات في وقت مبكر من الحياة من غير أن نبدي أي جهد واضح ومن غير أن نلاحظ بشكل خاص حدوث عملية تعلم. وبهذا المعنى يكون معظم أشكال تعلم العادات ذا طبيعة غير صريحة. ويتبين لنا أن للجسم المخطط الجديد أهمية بالنسبة لتعلم العادات بنفس المقدار الذي له بالنسبة لتعلم المهارات الحركية. وفي دراسة بالغة الأهمية قام مارك باكارد وريتشارد هيرش ونورمان وايت، في جامعة مكفيل، بتدريب الجرذان على أداء مهمتين مختلفتين. أفصحت هذه الدراسة عن فروق تفيد في التمييز بين ذاكرة العادات والذاكرة الصريحة. وبين إحدى هاتين المهمتين كان على الحيوانات أن تبحث عن الطعام في ثمانية أذرع لمتاهة دائرية الشكل. وفي كل يوم من عدة أيام كان يتم وضع الحيوانات في المتاهة ثم يتم نقلها بعد أن كانت قد حصلت على المكافأة عن كل ذراع من أذرع المتاهة الثمانية، كلما زار الحيوان الذراع ذاته في المتاهة في سبيل الحصول على المكافآت الثماني تم احتساب ذلك خطأً عليه. يتذكر الجرذ الذي يؤدي المهمة بفعالية أي الأذرع

التي زارها من قبل دون أن يكرر زيارته لها. ويظل الأداء في مهمة الذاكرة هذه عندما يتأذى جهاز الحصين لكن تأذي النواة المذنبة ليس له أي أثر.

في مهمة مشابهة بشكل سطحي والتي استخدم فيها الجهاز نفسه كان على الحيوانات أن تتعلم الدخول إلى أربعة أذرع (من أصل ثمانية) مميزة بضوء لكل منها. وكانت هذه الأذرع الأربعة المضاءة هي الوحيدة المحتوية على مكافأة الطعام. وبعد مرور أسبوعين من التدريب تعلمت الحيوانات بشكل تدريجي أن تدخل إلى الأذرع الصحيحة.

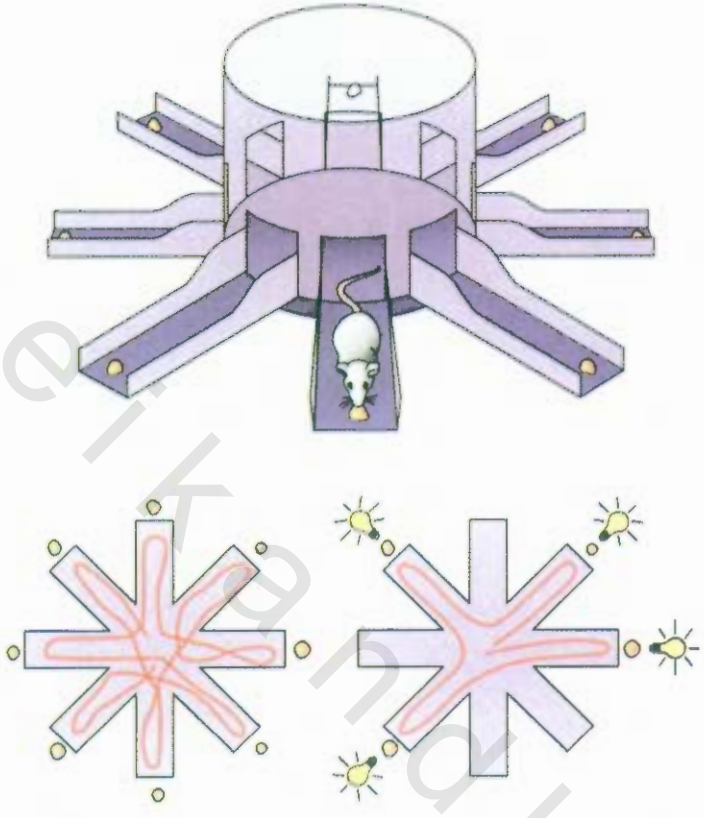
في هذه الحالة تعطلت عملية التعلم لدى إصابة النواة المذنبة بالأذية وليس بإصابة جهاز الحصين. هذا الفصل بين آثار الأذية الواقعة على النواة المذنبة والأذية الواقعة على الحصين قد نجم عن الحقيقة التي مفادها أن هاتين المهمتين على الرغم من تشابههما كما تبدوان من النظرة الأولى فإنهما مختلفتان في الصميم.

وفي سير الحيوان في مهمة البحث عن الطعام، اكتسب واستخدم المعلومات المتعلقة بكل حدث على حدة. هذا يعني أنه كان عليه أن يتذكر الموقع المحدد الذي زاره للتو في يوم معين. وما كان يلزمه للتذكر يختلف بالنسبة لكل يوم اختبار.

يحتاج هذا النوع من التعلم إلى الحصين. وفي المقابل كانت المهمة الأخرى ثابتة لا تتغير من يوم إلى يوم آخر. وكان على الحيوان أن يتعلم الجوانب المنتظمة في هذه المهمة. احتوت بعض الأذرع على مكافأة الطعام بشكل دائم واكتسب الجرذ هذه المعلومات بشكل تدريجي من خلال تكرار المحاولة. لقد كانت هذه المهمة الثانية مثالاً على تعلم العادات. لقد تبين أنه من الصعب دراسة تعلم العادات عند البشر لأننا نميل إلى تذكر كل خطوة في المهمة كلما استطعنا. كما أننا سنستخدم استراتيجية الذاكرة الصريحة في المهام التي تتعلمها الجرذان وحتى القردة بشكل غير صريح على شكل عادة. وكمثال على ذلك، بمقدورنا أن نتعلم أي الأذرع الأربعة في المتاهة

(من أصل الأذرع الثمانية) هي الأذرع الصحيحة وذلك بعدد قليل فقط من المحاولات عن طريق التذكر السريع لمواقع الأذرع الصحيحة كما أنه ليس هناك من داعٍ لبناء العادة لأنه يتوفر لدينا جهاز عالي الفعالية للذاكرة الصريحة متخصص في التعلم السريع. في المقابل تستطيع الجرذان أن تتعلم أن تميز بشكل تدريجي فقط أذرع المتاهة ذات المكافأة في الأذرع التي ليس فيها مكافأة. وربما تتعلم الجرذان أن تميز أذرع المتاهة بالطريقة ذاتها التي يتعلم بها الإنسان أن يميز الأنواع الفاخرة من الشراب عن الأنواع العادية أو اللوحات الأصلية عن اللوحات المنتحلة.

وفي هذه الحالات يحصل تقدم في عملية التعلم على نحو تدريجي طالما أن الفرد يتعلم الأبعاد المناسبة للمشكلة. وهكذا يتعلم الجرذان تدريجياً من غير اعتماد على الحصين وذلك لأنها لا تتذكر وإنما هي تسيطر ببطء على المشكلة كما نفعل نحن مع المهارة. باستطاعة العلماء أن يدرسوا تعلم العادات عند البشر إذا اتخذوا خطوات خاصة في تصميم المهمة تمنع حدوث عملية التذكر. استخدمت باربرا نولتون وسكوايرمهمة طوّرها من قبل مارك غلوك في جامعة روتجرز. تم تقديم المهمة لأفراد الدراسة على أنها لعبة التنبؤ عن الطقس. وفي كل محاولة كان سير الفرد للتنبؤ من البطاقات المقدمة له فيما سيكون الطقس ماطراً أم صحواً. تم استخدام أربع بطاقات مختلفة في كل محاولة يمكن أن تظهر بطاقة واحدة أو بطاقتين أو ثلاث بطاقات. وترتبط كل بطاقة بعلاقة احتمالية مسبقة مع النتيجة وتكون محصلة النتيجتين متساوية في الأغلب. وكمثال على ذلك، تترابط إحدى البطاقات الأربع مع الطقس الصاحي بنسبة 75٪ من الوقت، ومع الطقس الماطر بنسبة 25٪ من الوقت. بينما تتنبأ بطاقة أخرى بحدوث الطقس الصاحي بنسبة 57٪ من الوقت، والطقس الماطر بنسبة 43٪ من الوقت. فكل بطاقة لها علاقة تنبؤية مع النتيجة. في كل محاولة يختار الفرد الطقس الماطر أو الصاحي ويتلقى على الفور إشارة تنويه راجعة تفيد بما إذا كان الاختيار صحيحاً أم غير صحيح. ونظراً لأن المهمة ذات طبيعة احتمالية من



متاهة دائرية ذات ثمانية أذرع تستخدم لمقارنة الذاكرة الصريحة وذاكرة العادات عند الجرذان. وفي مهمة الذاكرة الصريحة يكون الطعام متوفراً في نهاية كل ذراع (الجانب الأيسر السفلي). وبالممارسة يتعلم الجرذ الطبيعي أن يجد جميع الطعام عن طريق دخول كل ذراع مرة واحدة فقط، بعد المرور بممر يشبه ما هو مبين في الشكل. في مهمة ذاكرة العادات (الجانب الأيمن السفلي)، يتوفر الطعام في أربعة أذرع فقط والتي فيها إضاءة، وتتعلم الجرذان أن تزور هذه الأذرع.

المستحيل أن يكون الاختيار صحيحاً في كل الوقت. وبالتالي سيكون حظ النجاح في تذكر الجواب الصحيح لكل مجموعة من المفاتيح قليلاً، وسينتهي الأفراد إلى استخدام التخمين معتمدين على نوع من مشاعر الحدس. صرح معظم أفراد الدراسة بأنه كان لديهم إحساس ضعيف بأنهم لم يتعلموا أي شيء على الإطلاق. ومع ذلك يتعلم الأفراد الطبيعيون عن ماذا تولي

البطاقات أهمية وتتحسن قدرتهم على التنبؤ بالنتيجة الصحيحة عن الطقس تدريجياً. كما يتعلم مرضى فقدان الذاكرة بنفس معدل السرعة الذي يتعلم به الأفراد الطبيعيون.

وخلال 50 محاولة من التدريب يتحسن أداء المجموعتين كلتيهما من درجة 50٪ نسبة الإجابة الصحيحة (وفقاً لأداء عامل الحظ) إلى درجة 65٪ نسبة الإجابة الصحيحة.

مهمة التنبؤ بالطقس. يقرر أفراد الدراسة في كل محاولة أياً من النتيجتين المحتملتين للطقس (المطر أو الطقس الصحو) ستحدث بناءً على هيئة مؤلفة من بطاقة واحدة أو بطاقتين أو ثلاث بطاقات (من أصل أربع بطاقات ممكنة) التي تظهر على شاشة الكومبيوتر.

وبالرغم من أدائهم الطبيعي في مهمة التنبؤ إلاّ أن لدى مرضى فقدان الذاكرة ضعفاً ملحوظاً في الإجابة عن الأسئلة المتعلقة بالحقائق الصريحة حول حلقة واحدة من حلقات التدريب. إن المرضى المصابين بأمراض تؤثر على النواة المذنبة من مثل مرض هنتينغتون أو مرض باركنسون غير قادرين على تعلم هذه المهمة نفسها في التنبؤ بالطقس. خلال محاولات التدريب الخمسين اختار هؤلاء المرضى اختبارات صحيحة لا تفوق عن 53٪ من الوقت في أي مجموعة مؤلفة من عشر محاولات. وبذلك تكون النواة

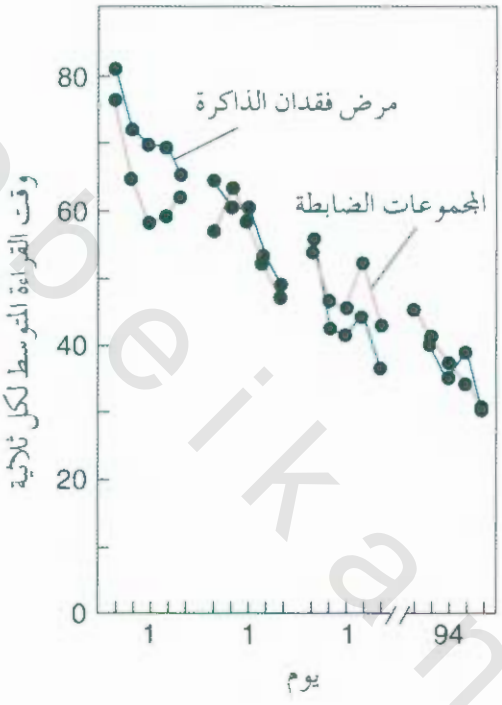
المذنبة ذات أهمية بالنسبة لبعض أنواع تعلم العادات عند الإنسان كما هو الحال تماماً عند حيوانات التجربة. من الممكن تحليل أهمية النواة المذنبة للتعلم التدريجي للمهارات والعادات على المستوى الخليوي. قام ولفرام شولتز وزملاؤه في جامعة فريبورغ في سويسرا بتسجيل الاستجابات العصبية عند قردة في حالة اليقظة في منطقة دماغية تدعى Substantia nigra التي تزود النواة المذنبة بالمعلومات الرئيسية. تكون كلتا النواة المذنبة Substantia nigra مصابتين عند مرضى مرض باركنسون، إذ تحتوي كلتاهما على نسبة عالية من العصبونات التي تستخدم الدوبامين كناقل عصبي. لقد درّب شولتز القردة على الاستجابة إلى صوت كما قدم عصير التفاح كمكافأة للحيوانات حينما تستجيب خلال ثانيتين.

ومع بداية التدريب كانت العصبونات تطلق السيالة العصبية كلما حصلت الحيوانات على المكافأة. وفيما بعد، وبعد أن أصبحت القردة تؤدي المهمة بشكل حسن كانت هذه العصبونات ذاتها تطلق السيالات العصبية استجابة إلى الصوت الذي تعلّمت القردة أنه يتنبأ بشكل ثابت بالمكافأة. وبذلك تستطيع عصبونات الدوبامين أن ترسل إشارة عن وجود مكافأة. يتم إرسال إشارات المكافأة هذه إلى مناطق عليا من الدماغ مثل اللحاء الأمامي الذي يعتبر مهماً بالنسبة للانتباه وتنظيم الأفعال. تعتبر القدرة على التنبؤ بالتغذية الراجعة الإيجابية أمراً مركزياً بالنسبة إلى عملية التعلم، كما أنه من المحتمل أن تكون عصبونات الدوبامين في الجسم المخطط الجديد والبنى المقبلة عبارة عن آلية داخلية هامة للتعلم الموجه بالتغذية الراجعة وبالمكافأة تستقبل النواة المذنبة والبوتامين رسائل متداخلة من كلٍّ من اللحاء الحسي واللحاء الحركي وبإمكان هذه المجموعة المزدوجة من الرسائل أن تشكل ركيزة لعملية اقتران المثيرات والاستجابات. وكما رأينا في حالة الإشراط التقليدي عند حيوان الإبليشا وهو أن أحد احتمالات حدوث تعلم العادات عندما تحدث إشارة التعديل وهي في هذه الحالة الدوبامين كتغيرات مشبكية في العصبونات اللحائية التي كانت نشطة قبل تقديم المكافأة بقليل.

المهارات المعرفية والإدراكية

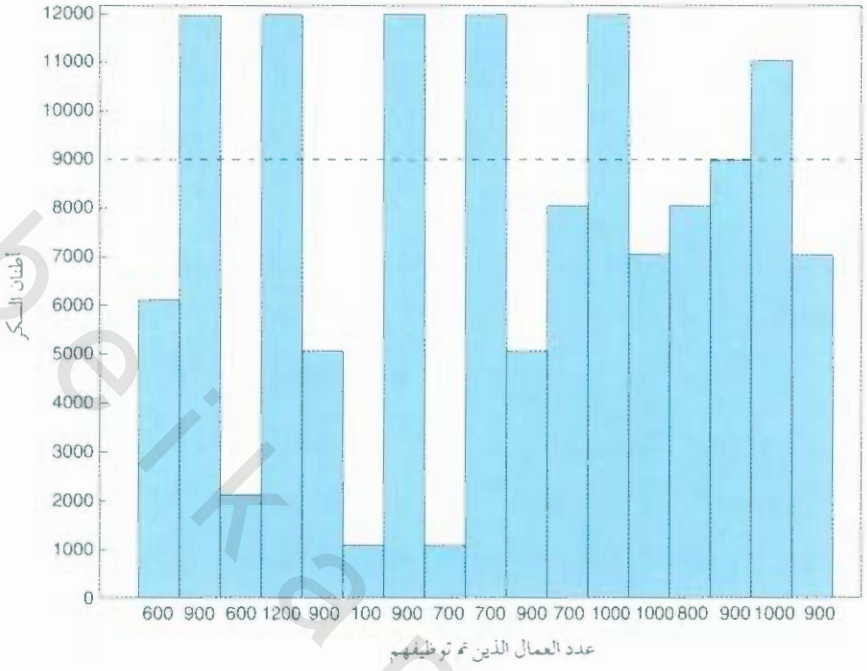
يهتم تعلم المهارات إلى حد كبير بالمهارات الحركية. كيف نتعلم حركات متناسقة لليدين والقدمين للوصول إلى غايات معينة. هناك أمثلة على أية حال تتعلق بالسلوك الماهر الذي لا يقوم على حركات متعلمة وإنما يتضمن ذلك اكتساب طرائق ماهرة في التعامل مع العالم. وحينما نتعلم أن نقرأ لغتنا الأم على سبيل المثال، فإننا نتحرك أولاً من كلمة إلى كلمة أخرى، إلاّ أنه بعد الممارسة فإننا نقرأ بسرعة ونحرّك أعيننا نحو الموقع الجديد في حوالي 4 مرات في الثانية ونأخذ المعنى من أكثر من 300 كلمة خلال دقيقة واحدة. وبشكل مشابه فإننا حينما نتعلم برنامج كمبيوتر، نقوم أولاً بتأليف وتسجيل مفتاح للمرة الواحدة لكننا نتحرك في النهاية من خلال عمليات عقلية أسرع مما نستطيع أن نكتبه على لوحة المفاتيح. هذه المهارات هي نتيجة التحسن التدريجي في الإجراءات المعرفية والإدراكية التي نستخدمها جميعاً حينما نستقبل ونفكر ونحل المشكلات.

لقد كان المثال الأول على تعلم مهارة غير حركية والذي عُرف عنه أنه مستقل عن الفص الصدغي الأنسي هو مهارة قراءة. كما ذكرنا في الفصل الثامن، عرض نيل كوهين وسكواير في عام 1980، أن مرضى فقدان الذاكرة يتعلمون مهارة قراءة كلمات معكوسة على المرآة بمعدل طبيعي تماماً واحتفظوا بالمهارة في نفس المستوى الطبيعي بعد ثلاثة أشهر. لقد كانوا قادرين على التعلم بشكل طبيعي على الرغم من حقيقة أن بعض المرضى لم يتذكروا جلسات التعلم وأخفقوا في الاختبارات الرسمية في التعرف على الكلمات التي كانوا قد قرأوها. يحدث تعلم المهارات أيضاً حينما نقرأ نصاً عادياً. استغل غيل موسن وسكواير حقيقة أنه حينما يقرأ الأفراد بصوت مرتفع ومتكرر النص نفسه connected prose بلغة نثرية متصلة، فإن الوقت الذي يحتاجون إليه ليتحرّكوا عبر النص يتناقص قليلاً مع كل قراءة (إلى حدٍّ ما، طبعاً).



تعلم مرضى فقدان الذاكرة مهارة القراءة من المرآة وتذكروها بمعدل طبيعي حينما تم اختبارهم بعد ثلاثة أشهر. لقد تعلموا المهارة خلال ثلاث جلسات يومية. في كل يوم أنهى المرضى خمس مجموعات من المحاولات وفي كل محاولة كانوا يرون خمس ثلاثيات لكلمات فريدة بشكل متعاقب مثل تلك التي تظهر في أعلى الرسم البياني.

وهكذا، مع القراءات المتتابعة، أصبحت معظم الحروف المطبعية والحروف والكلمات وحتى الأفكار المعبر عنها في النص أسهل على الإدراك. وفي النتيجة أصبحت معالجة المادة تتم بسرعة أكبر. ومع ذلك لا يعتمد هذا التحسن في سرعة القراءة على تذكر النص بأي معنى من المعاني العادية إذ يبدي مرضى فقدان الذاكرة بعض التحسن في سرعة القراءة مثل الأفراد الطبيعيين على الرغم من الحقيقة التي مفادها أن أداء المرضى في اختبارات الذاكرة كان سيئاً حينما سئلت عن محتوى النص. والأمثلة الأخرى عن التعلم المعتمد على المهارة لها نكهة معرفية حتى أكثر مما تملكه مهارات القراءة. استخدم ديان بيري ودونالد برودبنت في جامعة كامبردج في إنكلترا مهمة حاول أفراد الدراسة حلها على الكمبيوتر. تخيل أفراد الدراسة أنهم يديرون معملاً ينتج السكر وكان عليهم أن يقرروا في كل محاولة كم



ما ظهر على شاشة الكومبيوتر بعد سلسلة افتراضية من 12 محاولة. وفي كل محاولة يقرر الفرد كم هو عدد العمال الواجب توظيفهم من أجل الوصول إلى مستوى إنتاج يبلغ 9000 طن من السكر. تم اعتبار مستويات الإنتاج التي تبلغ 9000 + 1000 طن على أنها المستويات الصحيحة. ولذلك فإن 3 محاولات من أصل 12 محاولة مبينة هنا قد حصلت على التقديرات الصحيحة. يستطيع أفراد الدراسة في المهمة ذاتها أن يروا عدد العمال الموظفين في المادة الأحدث فقط.

هو عدد العمال اللازم توظيفه. وكان الهدف هو أن يحققوا مستوى معيناً من إنتاج السكر (9000 طن). من الممكن لعدد العمال الذين سيتم توظيفهم أن يتفاوت في 12 خطوة منفصلة بين 100 عامل إلى 1200 عامل كما يمكن لمستوى إنتاج السكر أن يتفاوت بشكل مشابه بين 1000 طن و12000 طن. في بداية التجربة، عرض الكمبيوتر مستوى ابتدائياً من 600 عامل وصرح أن هؤلاء العمال قاموا بإنتاج 6000 طن من السكر.

وبعد ذلك تابع أفراد الدراسة العمل في هذه المهمة ضمن 90 محاولة ليقرروا في كل محاولة كم هو عدد العمال الواجب توظيفهم لكي ينتجوا

9000 طن من السكر. لم يكن أفراد الدراسة على علم بأنه تم تقرير مستوى إنتاج السكر فعلياً في كل محاولة بواسطة صيغة احتوت على عدد العمال الموظفين ومستوى إنتاج السكر في اليوم السابق وعامل العشوائية صغير القيمة.

وجد سكواير وماري فرامباش أنه قد حسن مرضى فقدان الذاكرة من أدائهم في هذه المهمة مثلما فعل الأفراد الطبيعيون تماماً. حيث لجأت كلتا المجموعتين إلى الاستراتيجية نفسها تدريجياً.

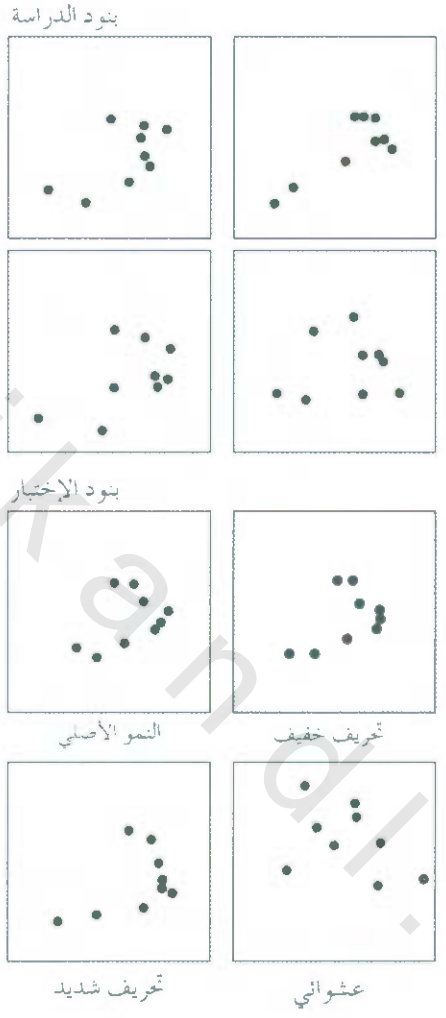
تعلم جميع أفراد الدراسة ألاّ يغيروا عدد العمال فجأة لأن ذلك قد يتسبب بزيادة أو انخفاض مستوى إنتاج السكر عن الكمية المطلوبة. وفي تعلم مهمة إنتاج السكر يتعلم الفرد مهارة معرفية تحتوي في مراحلها المبكرة على تكوين إحساس عن كيفية تنفيذ المهمة. فالفرد لا يتذكر في الواقع حقائق عن المهمة لكنه عوضاً عن ذلك يتكوّن عنده حس عام أو حدس عن كيفية متابعة المهمة. تعتبر هذه العملية غير صريحة. إذ لا يصاحب التعلم وعي بكيفية حل المشكلة ولا يحتاج التعلم إلى جهاز دماغي يدعم الذاكرة الصريحة. يحتمل أن يكون كثيراً مما ندعوه بالحدس متعلماً ويعتمد على الذاكرة غير الصريحة.

تعلم الأصناف

يهتم السؤال الأساسي عن الذاكرة بالكيفية التي نحصل بها على المعلومات الخاصة بالأصناف والمفاهيم كنتيجة لتعاملنا مع أمثلة محددة. عندما ندرس قائمة من البنود فإننا لا نتعلم شيئاً ما فقط عن كل بند، بل نحصل أيضاً على معلومات عما هو الشيء العام أو المشترك الذي تتصف به هذه البنود جميعاً. فإذا شاهدنا عرضاً لأكواب أو كراسٍ على سبيل المثال يمكننا أن نتذكر أكواباً معينة وكراسي فردية، إلاّ أننا نتعلم أيضاً عن صنف الأكواب وصنف الكراسي. إن معرفتنا بماهية الكوب أو الكرسي ليست شيئاً

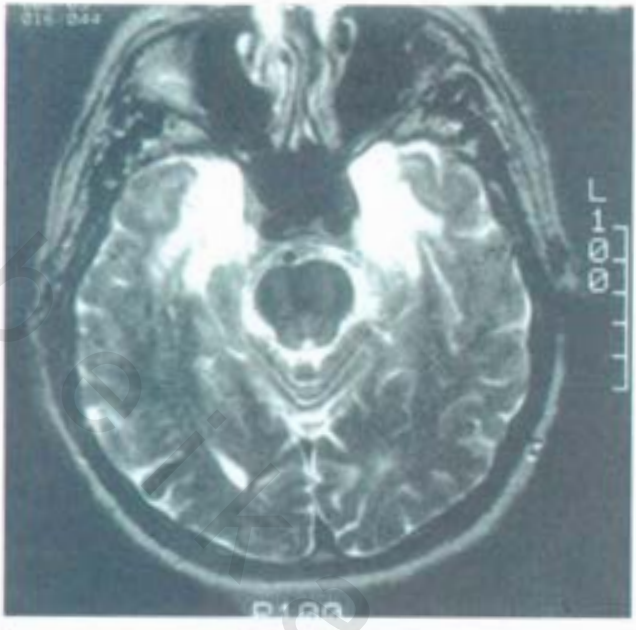
تعلمناه بواسطة التعليم. إذ لا يمكن للأكواب أو الكراسي أن يتم تبسيطها إلى مجرد مجموعة واضحة من القواعد. بل على غير ذلك فقد تم بناء مفاهيمنا في الكوب والكرسي تدريجياً كنتيجة للتعاملات التي لا حصر لها مع أنواع مختلفة من الأكواب وأنواع متنوعة من الكراسي. وإذا فكر المرء بهذا الأمر يجد أن معظم المعرفة التي تحصلت لدينا عن العالم موضوعة على أصناف. إن عملنا الجديد ونحن نستخدم الأصناف يجعلنا نشعر بالارتياح (كأصناف الطيور والسيارات والأبنية والموسيقى والغيوم). وتتساوى في الأهمية معرفة ما هو متشابه من الأشياء مع معرفة الفروق بينها. والسؤال الذي يهمنا هو: ما هو نوع الذاكرة التي تقف وراء القدرة على اكتساب المعرفة بالأصناف؟ والجواب المثير للدهشة هو أن بعض أنواع تعلم الأصناف على الأقل غير صريح. يمكن لتعلم الأصناف أن يكون مستقلاً أو موازياً للذاكرة الصريحة بدل أن يكون مجرد مشتق عنها. إذ باستطاعة الناس أن يكتسبوا معرفة الأصناف بشكل ضمني حتى ولو كانت الذاكرة الصريحة التي تهتم بالأمثلة التي تميز الصنف معطلة.

وجد نولتون وسكوايز أنه باستطاعة مرضى فقدان الذاكرة الذين درسوا سلسلة من البنود أن يستخلصوا ويحتفظوا بالمعلومات التصنيفية عن البنود في نفس مستوى النجاح الذي يحققه الأفراد الطبيعيون. طلب نولتون وسكوايز من الأفراد الذين يقيمون عليهم الدراسة أن يدرسوا 40 نمطاً مختلفاً للنقاط وتدور جميع هذه الاختلافات حول موضوع واحد. فقد كانت جميع الأنماط عبارة عن أشكال محرفة عن النمط الأصلي هو المتوسط التام لكل أنماط النقاط المقدمة في هذه الدراسة. تم تقديم كل نمط لمدة خمس ثوان، وفي كل موقف كان يطلب الباحثون من أفراد الدراسة أن يشيروا إلى النقطة الأقرب إلى مركز النمط حتى يتأكدوا من انتباههم إلى بنية النمط الكلية. وبعد خمس دقائق تم إبلاغ أفراد الدراسة أن جميع هذه الأنماط تنتمي إلى صنف واحد من الأنماط تماماً مثلما إذا تم تقديم سلسلة من الكلاب المختلفة فإنها جميعاً تنتمي إلى صنف الكلب. بعد ذلك تابع الباحثون

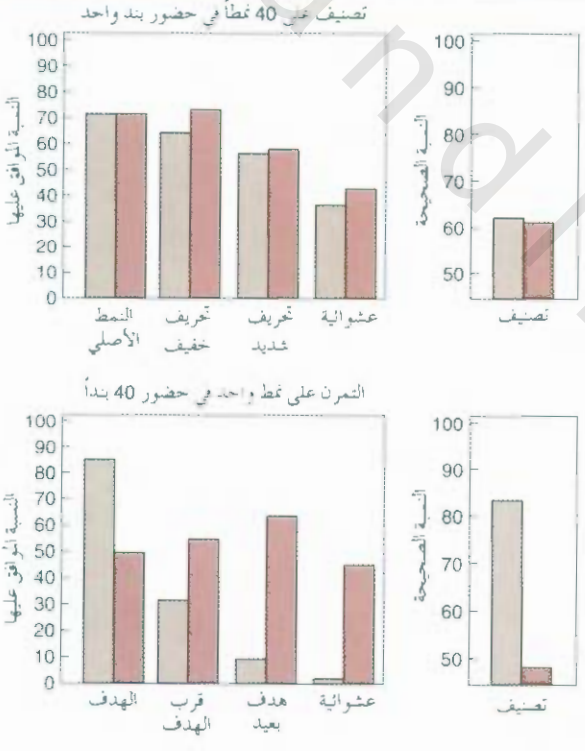


تعلم الأصناف عند مرضى فقدان الذاكرة. في الأعلى في الجهة اليسرى: أمثلة عن 40 بنداً للدراسة و84 بند اختبار تم استخدامها لتقويم عملية تعلم أنماط النقاط. لقد كانت بنود الدراسة جميعاً تحريفات عن النمط الأصلي للنقاط الذي تم تقديمه. كما كانت بنود الاختبار أنماط نقاط جديدة، ومن الممكن أن يكونوا مطابقين للنمط الأصلي، أمحرفين قليلاً عن النمط الأصلي، أو محرفين بشدة أو أنماط عشوائية في النقاط. في الأعلى من الجهة اليمنى: مقطع أفقي للدماغ لدى مريض فقدان الذاكرة إي بي تم الحصول عليها بواسطة جهاز الرنين المغناطيسي. تظهر المنطقة باللون الأبيض مدى الأذية بما في ذلك اللحاء الحول أنفي واللوزة وتشكل الحصين واللحاء فوق الحصين.

obeikandl.com



في الأسفل: أداء المريض إي بي مبين باللون الداكن في القضيب الواقع على جهة اليمين في كل زوج من أزواج القضبان. أما أداء الأفراد الطبيين فهو مبين في القضيب الواقع على الجهة اليسرى في كل زوج. بعد دراسة 40 نمطاً تدريبياً مختلفاً وافق المريض إي بي والأفراد الطبيعيون على 84 نمطاً غريباً للنقاط وفقاً إلى درجة الاقتراب التي وصلوا إليها وهم يشابهون النمط الأصلي في الأنماط التدريبية قام المريض إي. بي بالتصنيف وكذلك الأفراد الطبيعيون ومع ذلك لم يستطع المريض إي. بي أن يتعرف إلى النمط الأصلي بعد خمس دقائق من رؤيتها مقدمة 40 مرة. في هذه الحالة كان يطلب منه أن يقدم 84 نمطاً ـ 4 عروض للنمط الأصلي، 20 عرضاً لأنماط قريبة من النمط الهدف تشبه النمط الأصلي، 20 عرضاً لأنماط بعيدة عن الهدف تشبه النمط الأصلي بدرجة قليلة، و4 أنماط عشوائية.



عمليات الاختبار بتقديم 84 نمطاً جديداً وقام الأفراد بالحكم على كل نمط بكلمة (نعم أو لا) فيما إذا كان ينتمي إلى نفس الصنف مثلما فعلوا مع الأنماط التدريبية. تألفت بنود الاختبار من أربعة تكرارات للنمط الأصلي ذاته و40 شكلاً محرفاً للنمط الأصلي و40 نمطاً عشوائياً للنقاط. لقد كان بمقدور الأفراد الطبيعيين أن يصنفوا هذه الأنماط الجديدة من النقاط وفقاً لدرجة الاقتراب التي وصلوا إليها في مشابهة النمط الأصلي بالأنماط التدريبية.

يقوم مرضىٰ فقدان الذاكرة بعملية التصنيف بنجاح مثل الأفراد الطبيعيين تماماً. جاء العرض المدهش للقدرة المحفوظة على التصنيف عند مرضى فقدان الذاكرة بشكل محدد نتيجة للدراسات الموسعة علىٰ المريض بفقدان الذاكرة الشديد إي بي الذي تحدثنا عنه في افتتاحية الفصل الأول. وخلال ستة اختبارات منفصلة قام المريض إي بي بتصنيف ما يقارب من 60٪ من بنود الاختبار بشكل صحيح وحصل في أحسن الأوضاع على الدرجة نفسها التي حصلت عليها مجموعة المتطوعين الطبيعيين. يمكن للمرء أن يفترض أنه نجح في مهمة التصنيف لأنه، على الرغم من ذاكرته الضيقة، استطاع أن يتذكر الشيء القليل من أنماط النقاط وهذا الشيء القليل من الذاكرة كان كافياً. وفي المحصلة احتاج فقط إلى أن يتعلم ويحتفظ بمفهوم وحيد هو النمط الأصلي بعد رؤيته 40 نمطاً ذات علاقة بالنمط الأصلي.

أظهرت المزيد من الدراسات أن المريض إي بي ليس قادراً في الواقع على تعلم حتى مفهوم وحيد بعد 40 محاولة للدراسة إن كان عليه أن يستخدم ذاكرته الصريحة. وبشكل أكثر تحديداً لم يكن قادراً على الاحتفاظ بنمط للنقاط واحد في ذاكرته الصريحة، وحتى بعد 40 فرصة لكي يصبح شاعراً بالألفة معها، احتاج المريض إي بي إلى أن ينتقي فقط نمط النقاط الذي تم تقديمه للتو 40 مرة على التتابع.

ومع ذلك وعلى الرغم من سهولة هذا الاختبار لم يكن أحسن حالاً من التعرف على نمط النقاط المألوف مما لو كان يقلب قطعة النقود ليجعل اختياراته بين نعم ولا. لقد حصل على درجة 48 بالمائة من الاختبارات

الصحيحة بينما حصل الأفراد الطبيعيون على 83,3 بالمائة من الإجابات الصحيحة. تظهر هذه النتائج أنه يمكن لجوانب من المعرفة بالأصناف أن تتطور في غياب أي ذاكرة يمكن رصدها لبنود التدريب. لا بد لجهاز الدماغ الذي يدعم القدرة على التصنيف أن يعمل على التوازي وباستقلال عن جهاز الدماغ الذي يدعم الذاكرة الصريحة.

وحتى حينما يكون جهاز الذاكرة الصريحة في حالة عمل، هناك بنود محددة لا تقوى على البقاء أثناء قيام الفرد بعملية التذكر، يبقى ممكناً تكوين سجل عن ما الذي تشترك فيه جميع البنود معاً، واكتشاف الإبقاء على النواظم الموجودة بين مجموعة من البنود. من الواضح أن الفص الصدغي الأنسي لا يلعب أي دور في تعلم الأصناف. فكيف يحتفظ الدماغ بمعرفة الأصناف؟ أحد الاحتمالات لذلك هو أننا حينما نواجه بنوداً بصرية مثل أنماط النقاط تتغير مجموعة الدارات العصبية في اللحاء البصري تدريجياً.

هذه التغيرات هي محصلة تغيرات شبكية بين كل لحظة وأخرى تتراكم فوق بعضها البعض بنجاح. وبهذه الطريقة في أي لحظة معينة يقدم نمط التغير المشبكي معدلاً متواصلاً من الخبرة البصرية المتراكمة. يتوافق هذا المعدل المتواصل مع الشيء العام الذي تشترك به جميع البنود البصرية وهذا يعني أنها تسجل الصنف الذي تنتمي إليه جميع البنود. وإذا كان على المرء، بالإضافة إلى ذلك، أن يحصل على أنماط نقاط فردية كان قد واجهها من قبل عندئذ لا بد لجهاز الذاكرة في الفص الصدغي الأنسي أن يكون سليماً حتى يعمل على المناطق اللحائية لكي يحتفظ بالبنود الفردية على أنها أحداث منفصلة.

استخدم ريبر وكريغ ستارك وسكواير تقانة الرنين المغناطيسي ليبينوا أهمية اللحاء البصري في تعلم الأصناف. لقد عرضوا 40 نمطاً لها علاقة من النقاط على متطوعين أصحاء وحصلوا بعد ذلك على صور لنشاط الدماغ أثناء ما كان المتطوعون يحاولون تصنيف أنماط جديدة. وخلال ما كان المتطوعون يعالجون الأنماط التصنيفية كان هناك تناقص صريح في نشاط

اللحاء البصري الخلفي أو القفوي. تفيد هذه الملاحظة بأن المتطوعين قد عالجوا الأنماط التصنيفية بسهولة أكثر وسرعة أكبر مقارنة بالأنماط التي لا تنتمي لصنف تدريبي. وكما بحثنا في الفصل الثامن، فقد أعطت دراسات ظاهرة الأولية نتائج مشابهة. وهذا يعني أن ظاهرة الأولية هي مقترنة أيضاً بانخفاض واضح في النشاط في اللحاء القفوي. وبالتالي يبدو أن النشاط العصبي ينخفض إما حينما نرى مثيراً للمرة الثانية كما هو الحال في ظاهرة الأولية، أو عندما نرى مثيراً يشبه المثير الذي تم عرضه حديثاً كما هو الحال في تعلم الأصناف.

يبدو أنه من المحتمل جداً أن يحدث تعلم الأصناف للمثير البصري إلى حد كبير في المناطق اللحائية التي تكون مكرسة لمعالجة المعلومات البصرية. وفي الواقع يبدو أنه من المحتمل أن يكون تعلم المهارة الإدراكية والمعرفية وكذلك تعلم الأصناف أيضاً حالات تتغير فيها محطات المعالجة الحسية ذاتها من أجل أن تستفيد من الخبرات الإدراكية المحددة التي حصلت في الماضي القريب.

الإشراط التقليدي للاستجابات الحركية والذاكرة غير الصريحة

كما قد بينّا في الفصل الثالث، إن الإشراط التقليدي أو البافلوفي هو الشكل الأبسط والأساسي للتعلم الاقتراني. يحصل هذا الإشراط عندما يتقدم مثير محايد على مثير هام بيولوجياً مثل الطعام أو الصدمة. وبعد كثير من مرات المزاوجة بين المثيرين فإن الاستجابة التي كانت مصاغة بشكل طبيعي للمثير الثاني الهام بيولوجياً أصبحت تستجر بشكل ثابت من قبل المثير المحايد. وبهذه الطريقة تتعرف الحيوانات إلى البناء السببي في المحيط الذي يحيط بها لذلك يكون سلوكها المستقبلي أفضل من ناحية التكيف مع الظروف التي تعيش فيها. إن الأهمية الأساسية للإشراط التقليدي تبدو جلية في انتشاره الواسع في مملكة الحيوان. لقد أصبح مدوناً على نطاق واسع عند الحيوانات وبالتنوع الموجود عند اللافقاريات من مثل دورسوفيللا

في هذه الصور المأخوذة بشكل أفقي بدراسة جهاز الرنين المغناطيسي للدماغ، تبين المناطق الحمراء والصفراء المكان الذي ازداد فيه النشاط عندما عالج أفراد الدراسة أنماط النقاط التي تنتمي إلى صنف تم التدرب عليه. تظهر المناطق الزرقاء المكان الذي يتناقص فيه النشاط. لقد كان الانكماش الرئيسي لانخفاض النشاط في اللحاء البصري القفوي خلال فترة معالجة أنماط النقاط غير المصنفيه. إذا اتجهنا من اليسار إلى اليمين نجد مقاطع الدماغ من المستويات الأكثر علواً.

obeikandl.com

إشراط التأخير

إشراط المخطط

شكلان من الإشراط التقليدي، العلاقة الزمنية بين المثير الإشراطي CS والمثير غير الإشراطي US مختلفة بالنسبة من إشراط التأخير وإشراط المخطط. وفي إجراء نموذجي لإشراط التأخير تقدم النغمة CS وتبقى حتى تقدم نغمة هوائية بطول 100 ميلي ثانية إلى العين US وينتهي المثيران بوقت واحد، تشير كلمة «تأخير» إلى الفاصل بين ظهور المثير الإشراطي وظهور المثير غير الإشراطي (وفي هذا المثال، حوالى 700 ميلي ثانية). خلال إشراط المخطط يكون تقديم المثير الإشراطي والمثير غير الإشراطي منفصلاً بفاصل (في هذا المثال 500 ميلي ثانية) لا يقدم خلاله أي مثير.

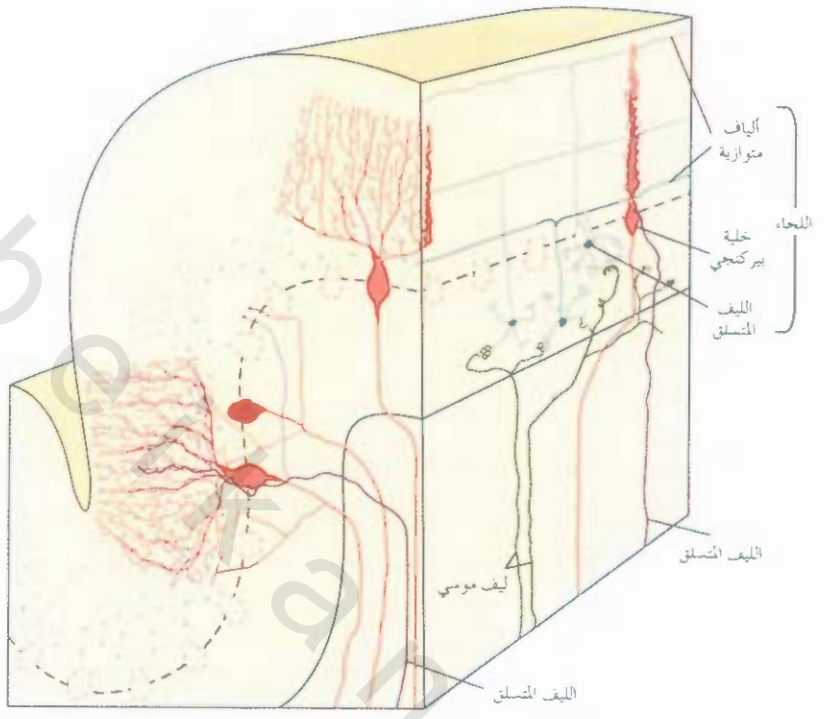
والإبليشا وفي الفقاريات الأدنى من مثل الأسماك وفي الثدييات من مثل الأرانب والقوارض والكلاب، كما تم اكتشافه على نطاق واسع عند الإنسان أيضاً. أحد الخصائص المثيرة للاهتمام في الإشراط التقليدي هو أنه يستطيع أن يتخذ أشكالاً متعددة. إن الإجراء المعتاد للإشراط التقليدي، وهو إشراط التأخير مبين في الشكل أعلاه. في هذا النوع من الإشراط يتم تقديم المثير الإشراطي أولاً ويستمر في الحضور بينما يتم تقديم المثير غير الإشراطي بعد ذلك بوقت قصير.

إشراط التأخير هو انعكاسي وتلقائي نسبياً ومثال جوهري للذاكرة غير الصريحة. ويبقى سليماً في كلٍ من مرضى فقدان الذاكرة وحيوانات التجربة المتأذية في منطقة الحصين. وفي الواقع أظهر العمل مع الأرانب أنه يمكن إزالة مجمل الدماغ الأمامي ومع ذلك يبقى إشراط التأخير قابلاً للحدوث

على أية حال وكما سوف نرى بإمكان تغيير طفيف على ما يبدو في إجراءات التدريب أن يخلق شكلاً من أشكال الإشراط التقليدي يدعى إشراط المخطط الذي يحتاج إلى الحصين ويتضمن الوعي وله خصائص أخرى من الذاكرة الصريحة.

تبدأ هذه القصة مع تحليل لشكل بسيط لإشراط التأخير وهي استجابة طرفة العين، يقدم الباحث مثيراً إشراطياً محايداً (CS يكون عادة نغمة صوتية) مع مثير غير إشراطي يجعل الأرنب تطرف عينه (US تكون عادة نفخة على العين).

ففي إشراط التأثير، يتم تقديم المثير الإشراطي قبل المثير غير الإشراطي بقليل. وبينما يبقى المثير الإشراطي قائماً يتم تقديم المثير غير الإشراطي وبعد ذلك ينتهي المثيران معاً. تعتبر العلاقة الزمنية بين المثير الإشراطي والمثير غير الإشراطي أن يتقدم على المثير غير الإشراطي بجزء من الثانية. المدة القصوى للفاصل بين المثير الإشراطي والمثير غير الإشراطي بالنسبة للأرنب تراوح من 200 إلى 400 ميلي ثانية. وهذا مشابه لما عند الإبليشا (حيث تبلغ حوالى 500 ميلي ثانية) أما بالنسبة للإنسان فالمدة أطول. وإذا بلغ الفاصل طولاً أكثر من ثانية، أو إذا حدث المثير الإشراطي في نفس وقت حدوث المثير غير الإشراطي، عندئذ لا يحدث إشراط. وبما أنه في الإشراط التقليدي ينبغي أن يقترن مثيران، مستقبلي وذلك بوجوب حدوث عملية الإشراط في مراكز دماغية حيث تلتقي المعلومات عن المثير الإشراطي والمثير غير الإشراطي. في الفصل الثالث رأينا عند حيوان الإبليشا أن التقاء مسارات المثير الإشراطي والمثير غير الإشراطي في العصبونات الحسية لدارة منعكس انسحاب الغلصمة. أفادت الأعمال التي قام بها ريتشارد تومبسون وزملاؤه في جامعة جنوب كاليفورنيا أن مخطط الذاكرة بالنسبة لإشراط طرفة العين التقليدي عند الفقاريات يتم تشكيله واختزانه في المخيخ (في لحاء المخيخ على وجه التحديد وفي النواة المقحمة، وهي مجموعة صغيرة من الخلايا العصبية تقع في عمق المخيخ أسفل لحاء المخيخ). تساعدنا بنيته التشريحية وقدرته على الاتصال غير



مصور ثلاثي الأبعاد للحاء المخيخ. تتشابك الألياف المتسلقة مباشرة مع عصبونات بيركنجي. كما تتشابك ألياف موسي مع الخلايا الحبيبية (اللون الأزرق) التي ترسل أليافاً متوازية. (الخطوط الأفقية والنقاط الزرقاء على اليسار) التي تتشابك أيضاً مع عصبونات بيركنجي.

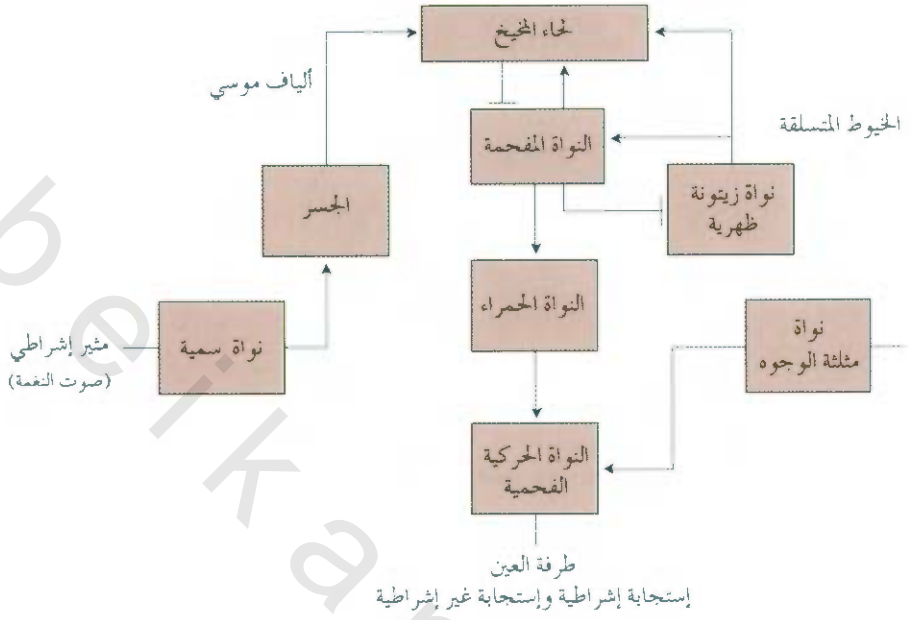
العادية على فهم كيفية حدوث الإشراط التقليدي. يستقبل المخيخ نوعين رئيسين من المعلومات ينطلق كلاهما من جذع الدماغ في قاعدة الدماغ. وهذه هي ألياف موسي والألياف المتسلقة. تصعد معلومات ليف موسي من الجسر بشكل رئيس من الناحية ذات الاتجاه الأمامي لجذع الدماغ ومن مراكز أخرى لجذع الدماغ، وتسير إلى الخلايا الحبيبية في المخيخ. تؤلف محاور الخلايا الحبيبية التي في داخل المخيخ ما يسمى بالألياف المتوازية وتتصل مع تغصنات خلايا بيركنجي في المخيخ أيضاً. تصعد معلومات الليف المتسلق من تجمع للخلايا العصبية في جذع الدماغ يدعى النواة الزيتونية الواصلة المظهرية. تتشابك محاور هذه الخلايا مباشرة مع خلايا بيركنجي.

وبذلك يلتقي مصدرا المعلومات الواردان إلى المخيخ في النهاية في عصبونات بيركنجي. تستقبل خلية من خلايا بيركنجي مصدر المعلومات الوارد من ألياف متوازية ومختلفة وكثيرة ومن ليف متسلق واحد فقط. إن لعصبونات بيركنجي ذاتها، أهمية كونها المصدر الوحيد للمعلومات الصادرة عن اللحاء المخيخي. فهي تخرج من اللحاء المخيخي لتتشابك في النوى العميقة في المخيخ، بما في ذلك النواة المقحمة. لقد كان لمجموعة الدارات المنظمة والمفهومة جيداً الفضل في جعل البرهان ممكناً على أن المخيخ ليس مهماً للإشراط التقليدي فقط ولكنه هو المركز الذي يتشكل فيه مخطط الذاكرة ويتم اختزانه أيضاً.

وجد تومبسون وزملاؤه أولاً من خلال العمل مع الأرانب أن الآفات الصغيرة في النواة المقحمة التي تشمل ميلمتراً مكعباً من النسيج الخليوي تمنع الأرنب كلياً ودائماً من تعلم استجابة طرفة العين الإشراطية CR. كما تقضي الأذية نفسها تماماً ودائماً على عملية الاحتفاظ بالاستجابة الإشراطية التي تم تشكيلها مسبقاً. في كلتا الحالتين لا تتأثر حركة طرفة العين غير الإشراطية التي تحدث استجابة لنفخة الهواء. يظهر هذا الاكتشاف عدم تأثير الأذية أو الآفة على القدرة على أداء طرفة العين وإنما تؤثر فقط على القدرة على تعلم استجابة طرفة العين للمثير الإشراطي. تظهر أهمية المخيخ بشكل مباشر أكثر من خلال الحقيقة التي مفادها أن التنبيه الكهربائي الذي يحدثه النوعان الرئيسان من المعلومات الواردة إلى المخيخ يمكن أن يكون بديلاً للنغمة المثير الإشراطي ولنفخة الهواء المثير غير الإشراطي. وبشكل أكثر تحديداً يمكن إثارة الألياف المتسلقة لكي تستحث حركة طرفة العين وتستطيع هذه الإثارة الكهربائية أن تقوم مقام المثير غير الإشراطي في عملية إشراط طرفة العين. كذلك فإنه يمكن لإثارة ألياف موسي أن يقوم مقام المثير الإشراطي وحينما تقترن عملية إثارة ألياف موسي مع الألياف المتسلقة، تقوم ألياف موسي ذاتها بإحداث حركة طرفة العين. وهذا يعني أن الإشراط السلوكي قد حصل.

في تجارب لاحقة اكتشف تومبسون وديڤيد ولاڤوند وزملاؤهم دور المخيخ في اختزان مخطط الذاكرة لعملية إشراط طرفة العين. قام هؤلاء الباحثون بإيقاف نشاط النواة المقحمة ولحاء المخيخ المحيط عن طريق تبريد النسيج الخليوي. لم تستطع الأرانب التي خضعت لهذه المعالجة أن تتعلم الاستجابة الإشراطية لطرفة العين. وبعد زوال تأثير التبريد تعلمت الأرانب الاستجابة الإشراطية في نفس معدل السرعة الذي تعلمت به حيوانات غير معالجة. تظهر هذه النتيجة أن مخطط الذاكرة لعملية اقتران النفخة الصوتية بنفخة الهواء مختزن في المخيخ وفي البنى ذات الاتجاه ذاته. لا يحتاج المخيخ إلى أن يبين ما قد تم تعلمه من قبل البنى السابقة له في حركة انتقال المعلومات. وإذا كان الأمر كذلك لكان لزاماً على الاستجابة الإشراطية أن تتجلى حالما انتهى مفعول المعالجة بالتبريد. وفي تجارب مشابهة تم إيقاف نشاط مسار المعلومات الصادرة عن النواة المقحمة (السويقة المخيخية العليا) أثناء عملية التدريب بواسطة الحقن بعقار أو بإيقاف نشاط أحد أهدافها في جذع الدماغ (النواة الحمراء). في هذه التجارب تم رصد أثر مختلف. وكان في هذه الحالة عدم ظهور استجابة طرفة العين الإشراطية خلال عملية التدريب لأنه تمت إعاقة الأداء الحركي. ومع ذلك حينما انتهى إيقاف النشاط كانت الاستجابة الإشراطية ظاهرة تماماً منذ بدء جلسة الاختبار. تعني هذه النتيجة وجوب حدوث التعلم من الجهة الصاعدة من النواة الحمراء. لا بد لمخططات الذاكرة من أن تكون قد تشكلت خلال إيقاف النشاط، وبإمكان مخططات الذاكرة هذه أن تتجلى بعد ذلك في الأداء حينما يزول إيقاف النشاط. تقدم هذه المجموعة من الأعمال دليلاً قوياً على تشكل مخطط الذاكرة الأساسي لاشراط طرفة العين وعلى اختزانه في منطقة صغيرة من المخيخ.

تقدم دراسات إشراط طرفة العين أفضل المعلومات المتوفرة حالياً عن مكان توضع الذاكرة في دماغ الفقاريات. تعتبر خلايا بيركنجي خلايا كابحة: فحينما تطلق السيالات العصبية تحدث فعلاً كابحاً للنوى المخيخية العميقة



مخطط مبسط في مجموعة الدارات العصبية الأساسية في الدماغ التي تتضمن إشراط طرفة العين. يدخل المثير الإشراطي (نغمة صوتية) مجموعة الدارات عن طريق تحريض نشاط العصبونات السمعية. يدخل المثير غير الإشراطي (نفخة الهواء) مجموعة الدارات عن طريق تحريض نشاط عصبونات في النواة ثلاثية التوائم، التي تستقبل معلومات لمسية من جلد الوجه. توضح الأسهم الاتصالات المحرضة كما يوضح تقاطع T الاتصالات الكابحة.

بما في ذلك عصبونات في النواة المقحمة. وبذلك تعمل خلايا بيركنجي على انخفاض في إطلاق السيالات لدى العصبونات المقحمة. ومع ذلك إذا كان الإشراط هو زيادة في تكرار عدة مرات طرفة العين تجاه مثير إشراطي، فلا بد للمرء من أن يتوقع منه أن يتسبب في إطلاق متزايد للسيالات العصبية من قبل العصبونات المقحمة. يفترض هذا المنطق أنه على عصبونات بيركنجي أن تخفض من إطلاقها للسيالات العصبية خلال عملية الإشراط. وفي سنة 1982 اكتشف (ماساو إتو) حينما كان في جامعة طوكيو كيف يمكن أن يحدث ذلك حينما اكتشف ظاهرة الاكتئاب طويل الأمد LTD.

obeikandl.com

تعتبر ظاهرة الاكتئاب طويل الأمد مرشحاً واعداً لآلية مشبكية تقف وراء عملية إشراط طرفة العين. تحدث ظاهرة الاكتئاب طويل الأمد ويتم تحريض نشاط مدخلات الليف المتوازي والليف المتسلق إلى المخيخ بفترات قريبة زمنياً وبتردد منخفض (1 إلى 4 هرتز). وتكون النتيجة انخفاضاً في قوة مشابك الليف المتوازي مع عصبونات بيركنجي في التحضيرات البسيطة، تدوم ظاهرة الاكتئاب طويل الأمد على طول مدة التجربة حوالى عدة ساعات. يبدو أنه يتدخل في هذه الظاهرة كلياً شيء ما في ما بعد المشبك، وهذا يعني خلية بيركنجي ذاتها. ويعمل الليف المتسلق ببساطة على إزالة الاستقطاب من خلية بيركنجي والذي يسمح بتدفق شوارد الكالسيوم. بيّن روجر تسين وزملاؤه في جامعة كاليفورنيا، سانديغو أن إثارة الليف المتوازي يساهم في ظاهرة الاكتئاب طويل الأمد عن طريق توليد أوكسيد النترات الرسولي الغازي، الذي يعمل فيما بعد على رفع مستوى أحادي فوسفات غوانوزين الحلقي cGMP في خلية بيركنجي. ويقوم أحادي فوسفات غوانوزين الحلقي بدوره بتحريض نشاط كيناز البروتين PKG. وتكون النتيجة بأن تصبح خلايا بيركنجي أقل استجابة للمدخلات. وذلك افتراضاً بسبب الحساسية المنخفضة لدى مستقبلات الغلوتامات non - NMDA.

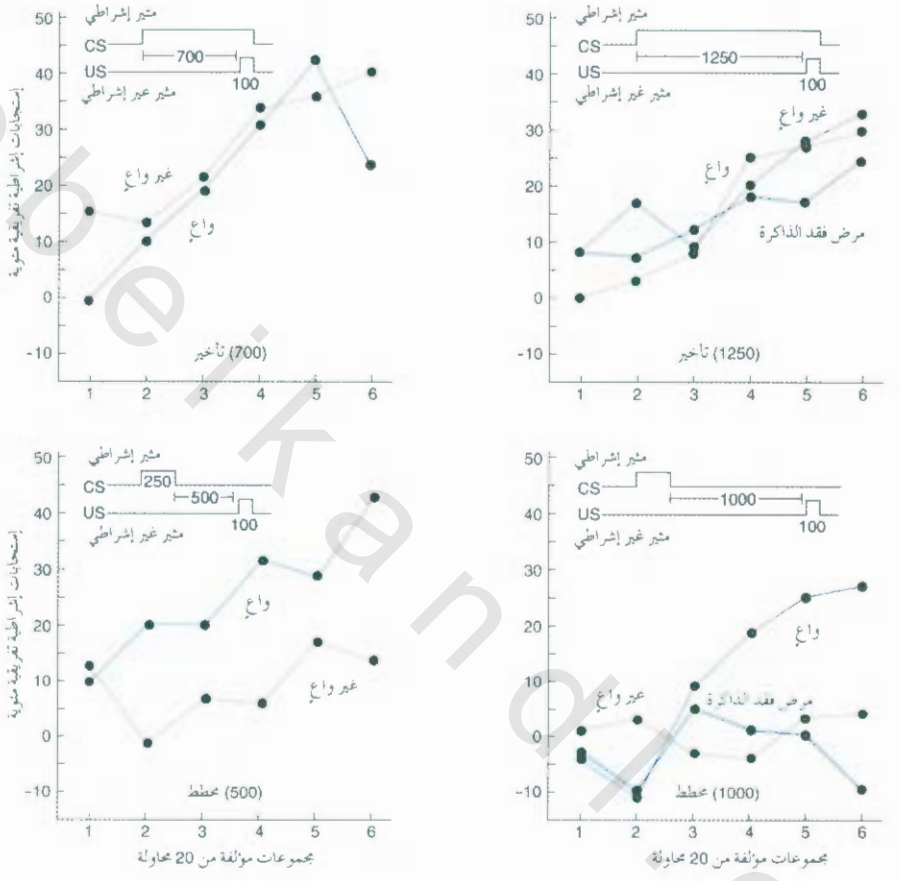
وحينما تصبح أقل حساسية تجاه المدخلات فإنها تخفض من إطلاقها للسيالات وتنقص من ممارسة الكبح على العصبونات المقحمة. ليس المخيخ مجرد بنية تسمح لعملية إشراط طرفة العين بالحدوث. ولكن عملية إشراط طرفة العين هي واحد من الأمثلة على الاستجابة الحركية المتميزة، ويعتقد أن الإشراط التقليدي لكل الاستجابات الحركية المتميزة يحتاج إلى المخيخ. بالإضافة إلى ذلك يعتبر المخيخ هاماً بالنسبة لتعلم وأداء المهام الحركية التي تحتاج إلى تناسق في الحركات المعقدة. وبذلك يمتلك المخيخ دوراً حاسماً في معظم التعلم الحركي. افترض ريتشارد إيثري في جامعة كاليفورنيا في بيركلي قيام المخيخ بالمساهمة في عملية التوقيت والتي تعتبر هامة لكل من السيطرة الحركية والإدراك. لقد وجد أن المرضى

المصابين بأذيات في المخيخ يخفقون في المهام التي يتوجب عليهم فيها أن يحكموا على الفواصل الزمنية بين أزواج من النغمات الصوتية. ليس العجز ذا طبيعة إدراكية بحد ذاته، لأنه لم يكن لدى المرضى صعوبة في الحكم على الارتفاع النسبي في صوت النغمتين. بل يبدو أن للمخيخ دوراً في التوقيت الذي يتضمن كلاً من توقيت الأحداث الإدراكية وتوقيت الأفعال الحركية. اقترح (إتو) أيضاً أن أهمية المخيخ في تناسق الاستجابة الحركية يمكن أن تمتد لتشمل تناسق التفكير ذاته. وفي هذا السياق يكون إشراط طرفة العين ببساطة المثال الأكثر فهماً في الفقاريات في السلوك المتعلم الذي يتطلب دقة في التوقيت، وتشكيلاً لاقتران بين حدثين، ونمو تدريجي للسلوك المتناسق.

الإشراط التقليدي والذاكرة الصريحة:

كشف تحليل إشراط طرفة العين المتأخر عن شكل بسيط نسبياً وأساسي للتعلم. على أية حال يتضمن الإشراط التقليدي أيضاً أنواعاً أكثر تعقيداً من التعلم التي تبين أن لها خصائص الذاكرة الصريحة.

لنأخذ حالة إشراط المخطط. هذا النوع من الإشراط هو نوع مختلف من أنواع الإشراط التقليدي وفيه فاصل قصير (يدوم من 500 إلى 1000 ميلي ثانية) يفصل بين انتهاء المثير الإشراطي وابتداء المثير غير الإشراطي. جاء اسمه من الحقيقة التي مفادها أنه لا بد للمثير الإشراطي من أن يترك مخططاً في الجهاز العصبي لكي يقوم الاقتران بين المثير الإشراطي والمثير غير الإشراطي. يخلق هذا الاختلاف الصغير وصفاً جديداً تماماً كما يمكن رؤيته من خلال الحقيقة التي مفادها أن الحيوانات المتأذية في منطقة الحصين تخفق في اكتساب الإشراط. والسؤال الآن هو، ما هي الناحية في إشراط المخطط التي تحتاج إلى الحصين ولماذا يمكن لإشراط المخطط أن يشرك الذاكرة الصريحة فيه. للإجابة عن هذا السؤال، قام روبرت كلارك وسكواير



الأداء خلال عملية الإشراط التقليدي لاستجابة طرفة العين الذي قام به مرضى فقدان الذاكرة وأربع مجموعات من المتطوعين الطبيعيين. كل مجموعة مؤلفة من 20 محاولة تحتوي على 10 محاولات للمثير الإشراطي الموجب حيث يصدر صوت نغمة بوقت واحد مع نفخة هواء على العين (مثير غير إشراطي) و10 محاولات للمثير الإشراطي السالب حيث تحدث النغمة ولكن من غير حدوث المثير غير الإشراطي. المعطيات مبنية على شكل استجابات طرفة العين الإشراطية التقريبية المئوية. لكل مجموعة مؤلفة من 20 محاولة ـ وهذا يعني أن الاستجابات الإشراطية المئوية للمثير الإشراطي الإيجابي +CS مطروحاً منها الاستجابات الإشراطية المئوية للمثير الإشراطي السلبي -CS. فقط المجموعات التي اجتازت اختبار الصح / خطأ حول العلاقة بين المثير الإشراطي الإيجابي والمثير الإشراطي السلبي والمثير غير الإشراطي وكانوا بذلك على وعي، اكتسبوا إشراط المخطط (المصوران البيانيان السفليان) حصل جميع المجموعات سواء كانوا على وعي أم لا على إشراط التأخر (المصوران البيانيان العلويان).

obeikandl.com

باختبار مرضى فقدان الذاكرة ومتطوعين طبيعيين على شكلين من أشكال إشراط التأخر وعلى شكلين من أشكال إشراط المخطط وقاموا بعد ذلك بتقويم الدرجة التي أصبح بها أفراد الدراسة على وعي بالعلاقات الزمنية بين المثير الإشراطي والمثير غير الإشراطي. اكتسب مرضى فقدان الذاكرة إشراط التأخر بمعدل طبيعي للسرعة لكنهم أخفقوا في اكتساب إشراط المخطط. بينما اكتسب المتطوعون الطبيعيون بإشراط المتأخر سواء أكانوا على وعي بالعلاقة بين المثير الإشراطي والمثير غير الإشراطي أم لم يكونوا، إلاّ أن الوعي كان مطلباً يسبق اكتساباً ناجحاً لإشراط المخطط. وفي تجارب لاحقة، حصل إشراط المخطط بثبات حينما تم إبلاغ الأفراد قبل التدريب عن الكيفية التي يتعلق المثير الإشراطي بالمثير غير الإشراطي. وبلغة أوضح لم يحصل إشراط المخطط عندما لم يستطع الأفراد أن يصبحوا واعين بالعلاقة بين المثير الإشراطي والمثير غير الإشراطي لأنه كان عليهم أن يؤدوا مهمة ثانوية تتطلب الانتباه، تزامنت في الحدوث مع محاولات الإشراط. وهكذا وعلى نحو يشبه مهام أخرى للذاكرة الصريحة التي تعطلت بعد حدوث أذية للحصين، يتطلب إشراط المخطط من الأفراد أن يكتسبوا ويحتفظوا بمعرفة واعية على مدى زمني مبكر (وفي هذه الحالة جلسة الإشراط التي تراوح من 20 إلى 30 دقيقة).

والسبب المحتمل في احتياج إشراط المخطط إلى المعرفة الصريحة هو أن الفاصل الزمني للمخطط بين المثير الإشراطي والمثير غير الإشراطي يجعل من الصعب معالجة العلاقة بين المثير الإشراطي والمثير غير الإشراطي بطريقة انعكاسية وتلقائية. بل إن الوضع معقد جداً لدرجة يتوجب فيها على المثيرات وعلاقتها الزمنية مع بعضها البعض أن يكون لها تمثيل في اللحاء. وكما تمت مناقشته في الفصل الخامس فإن الحصين والبنى المتصلة به تعمل بالاشتراك مع اللحاء لتكوين تمثيلٍ عملي يمكن أن يدوم على شكل ذاكرة. بإمكان الناس أن يطوروا وعياً عن مهمة في أي وقت ينشط فيه الحصين واللحاء معاً أثناء عملية التعلم. وعلى نحو مشابه فإن مهمات التعلم والذاكرة

تلك التي أخفقت فيها الحيوانات المصابة في الحصين قد تكون المهام التي يتوجب فيها على الحيوانات السليمة اكتساب بعض الوعي.

يختلف إشراط المخطط عن إشراط التأخر في اعتماده على الحصين. ومع ذلك يتشابه إشراط المخطط مع إشراط التأخر في اعتمادهما على المخيخ. في إشراط المخطط، كما هو الحال في إشراط التأخر، يحتاج الأمر إلى دارة تعلم غير صريح في المخيخ من أجل توليد استجابة إشراطية مؤقتة توقيتاً حسناً. أحد الاحتمالات هو نشوء تمثيل للعلاقة بين المثير الإشراطي والمثير غير الإشراطي في اللحاء، وتصبح المعلومات عن المثير الإشراطي والمثير غير الإشراطي متوفرة بعد ذلك للمخيخ على شكل صيغة يستطيع المخيخ أن يستخدمها. أوضح الفصلان الثامن والتاسع طيفاً واسعاً للأشكال غير الصريحة للتعلم والذاكرة، وأظهرا كيف تعتمد الأشكال المختلفة على أجهزة دماغية مختلفة. تعتبر ظاهرة الأولية والتعلم الإدراكي أمراً جوهرياً بالنسبة للآلية الإدراكية في اللحاء. تحتاج الذاكرة العاطفية إلى اللوزة. ويعتمد تعلم المهارات والعادات بشكل حاسم على الجسم المخطط الجديد. ويحتاج الإشراط التقليدي للاستجابات الحركية إلى المخيخ. وكما رأينا في الفصل الثاني والثالث أن هناك الكثير من أشكال الذاكرة غير الصريحة قد تطورت أيضاً عند الحيوانات اللافقارية. تم حفظ أشكال التعلم هذه من مثل التعود واكتساب الحساسية والإشراط التقليدي عبر تاريخ التطور وهي موجودة لدى جميع الحيوانات التي لها جهاز عصبي متطور بشكل كاف. ومن اللافقاريات من مثل الإبليشا والدروسوفيلا وحتى الفقاريات بما في ذلك الإنسان. لقد نشأ عند الفقاريات بالطبع أشكال من تعلم المهارات وتعلم العادات أكثر تعقيداً من تلك الموجودة عند اللافقاريات استناداً إلى ما عندها من أنظمة حركية وإدراكية أكثر تعقيداً.

لا تتطلب هذه الأشكال المتنوعة من الذاكرة الصريحة مشاركة جهاز المذاكرة في الفص الصدغي الأنسي. فهي قديمة تاريخياً إذا جاز لنا استخدام مصطلحات التطور، وهي ثابتة ومستقرة وتقدم طرائق لاشعورية لا حصر لها

في الاستجابة إلى العالم. وبفضل الحالة اللاشعورية لهذه الأشكال من الذاكرة فإنها تشكل معظم الغموض الذي يكتنف الخبرة الإنسانية. وهنا تصعد التصرفات والعادات والتفضيلات التي لا تصل إلى مستوى الاستدعاء أو التذكر الشعوري إلاّ أنه، مع ذلك، يتشكل بفعل أحداث الماضي وتأثير سلوكنا والحياة النفسية وجزء هام مما يؤلف هويتنا.

obeikandl.com

البيرتو جياكوميتي، أم الفنان (1950). جياكوميتي (1966 ـ 1901) رسم ونحت بشكل وسواسي، مبدعاً ومدمراً كل الأعمال إلى أن أصبح غير قادر على إدخال تحسينات عليها. وبهذه الوسيلة سعى إلى استعادة مفهوم مثالي من الذاكرة عن الشكل الإنساني. وهذا رسم أمه الطاعنة في السن.