

الموسيقى والدماغ(*)

ما السر في القدرة الغربية للموسيقى؟ للإجابة عن هذا السؤال، يقوم العلماء بالربط بين ما يحدث في أدمغة المستمعين والموسيقين.
<N>. واينبرغر<

الموسيقى تلازمنا وقد لا نودها بأي شكل آخر. يمكن لتصعيد(1) أوركستري مبهج أن يستدر دموع عيوننا ويبعث ارتعاشات في فقراتنا. إن الموسيقى الزاخرة تضيف دفعة زخم انفعالية على خلفية الأحداث في الأفلام السينمائية والعروض التلفزيونية. ويشدنا عازفو الأرغن(2) فنقف هاتفين مستطيرين حماسة. ويترنم الآباء والأمهات بدندنات لتهدئة الأطفال الرضع.

إن لولعنا بالموسيقى جذورا موغلة في القدم؛ فقد عرف الإنسان الموسيقى منذ فجر الثقافة. فقبل أكثر من ثلاثين ألف سنة كان هناك من عزف على نايات من العظام وعلى أدوات نقر وقيثارات مصنوعة من عظام الفك. إضافة إلى هذا، كان لدى كل مجتمع من المجتمعات المعروفة موسيقاه الخاصة. وفي الواقع، يبدو أن تذوقنا للموسيقى غريزي؛ فالأطفال، حتى من ذوي الشهرين عمرا، يلتفتون نحو الأصوات المتلائمة أو الممتعة، في حين يلتفتون عن الأصوات غير المتلائمة (انظر الإطار في الصفحة 56). وعندما تبعث خاتمة سمفونية هزات من طرب ممتع، تُثار في الدماغ مراكز السرور نفسها التي تُثار عند تناول الشوكولاته أو عند الاتصال الجنسي أو عند تعاطي مخدر.

هنا يكمن لغز بيولوجي محير ومثير للاهتمام: لماذا للموسيقى - وهي تحظى بمحبة شاملة وقدرة فريدة على اعتصار العواطف - ذلك القدر من الانتشار والأهمية عندنا؟ ألا يمكن أن يكون انبثاقها قد سبب، بطريقة ما، تعزيز بقاء الإنسان وارتقائه، مثل مساعدته على المغازلة، وذلك كما اقترح <F.G. ملر> [من جامعة نيومكسيكو]؛ أو كما اقترح <M.R. دنبر> [من جامعة ليقربول] بأن الموسيقى ساعدت الإنسان في بداية الأمر على تنمية التماسك الاجتماعي في تجمعات كانت قد غدت أكبر من أن تُساس. ومن جهة أخرى (وباستعمال الكلمات نفسها التي استعملها <S. بنكر> [من جامعة هارفارد]، إن الموسيقى هي مصادفة حسنة من مصادفات التطور التي تحدث لتدغدغ هوى الدماغ؟

ليس لدى المختصين في علوم الأعصاب حتى الآن الأجوبة النهائية عن هذه الأسئلة. إلا أننا منذ عهد قريب بدأنا نكوّن فهما أكثر رسوخا عن كيف وأين تُعالج الموسيقى في الدماغ. وهذا الفهم لا بد أن يشكل أساسا للإجابة عن أسئلة متعلقة بالتطور. وقد أجريت عدة دراسات على مرضى بإصابات دماغية، وكذلك على صور أدمغة أفراد سليمين. وقد كشفت هذه الدراسات ما لم يكن متوقعا، وهو أنه لا يوجد «مركز» دماغي خاص بالموسيقى، بل إنها تشغل العديد من المناطق الموزعة على الدماغ كله، وتشمل حتى المناطق التي تختص عادة بمدرجات من أنماط أخرى. وقد أظهرت الدراسات أن المناطق الفعالة عند شخص ما تتغير مع خبرته وتدريبه الموسيقي. تمتلك الأذن خلايا حسية أقل عددا من أي عضو حسي آخر؛ ففي الأذن 3500 خلية داخلية من شعرات الحس السمعي في مقابل مئة مليون مستقبلية ضوئية(3) photoreceptor

في العين. ومع ذلك فإن استجابتنا الذهنية للموسيقى قابلة للتكيف بصورة بارعة. ويمكن لدراسة بسيطة «إعادة دَوْنَة»⁽⁴⁾ الطريقة التي يتناول بها الدماغ المدخلات الموسيقية.

موسيقى داخلية (**)

إلى أن دخلت الأساليب في التصوير الطبي، كانت معرفة العلماء عن الكيفية التي تُجرى وفقها الأعمال الداخلية للدماغ بشأن الموسيقى، على الأغلب من خلال دراسة مرضى (ومن بينهم كبار مؤلفي الموسيقى) كانوا يعانون عجزاً دماغياً نتيجة أذى أو سكتة دماغية أو علة أخرى. وعلى سبيل المثال، في سنة 1933 بدأت تظهر على المؤلف الموسيقي الفرنسي <M. رافيل> أعراض ما يمكن أن يكون الضمور الموضوعي الدماغى البؤري⁽⁵⁾. وهو اختلال تضرر نتيجة له مناطق منفصلة من النسيج الدماغى، ومع ذلك بقيت قابلياته الإدراكية سليمة؛ إذ كان يستطيع سماع وتذكر مؤلفاته الموسيقية القديمة وعزف السلم الموسيقي، إلا أنه لم يكن قادراً على كتابة الموسيقى. وقد أفضى <رافيل> إلى صديق له بشأن أوبرا جان دارك، التي كان قد اقترح تأليفها قائلاً «... إن هذه الأوبرا موجودة هنا في رأسي وأنا أسمعها لكنني لست قادراً على كتابتها. لقد انتهيت، فلم أعد قادراً على كتابة موسيقي». وقد توفي <رافيل> بعد ذلك بأربع سنوات نتيجة إجراء غير ناجح لجراحة الأعصاب. لقد أضفت هذه الحالة مصداقية على الرأي القائل بعدم وجود مركز دماغى مخصص للموسيقى.



لم للموسيقى . وهي تحظى بمحبة شاملة وقدرة فريدة على
اعتصار العواطف . ذلك القدر من الانتشار والأهمية عندنا؟

وعززت معاناة مؤلف موسيقي آخر المقولة باستقلالية سيرورتي معالجة الموسيقى والكلام؛ إذ بعد أن أُصيب المؤلف الموسيقي الروسي <V. شيبان> بسكتة دماغية سنة 1953، لم يعد باستطاعته التكلم ولا فهم الكلام، لكنه احتفظ بقدرته على التأليف الموسيقي إلى أن توفي بعد عشر سنوات من ذلك. لذا يبدو أن الافتراض باستقلالية السيرورتين صحيح. ومع ذلك أثمرت

أبحاث أكثر حداثة فهماً لظلال الفروق المتعلقة بين اثنين من الجوانب المشتركة للموسيقى واللغة؛ إذ يشكل كل منهما واسطة تواصل ولكل منهما قواعد تتحكم في تركيب عناصرهما (رموز النغمات بالنسبة إلى الموسيقى والكلمات بالنسبة إلى اللغة). وتشير نتائج التصوير الطبي، حسب <D.A. ياتيل> [من معهد علوم الأعصاب في سان دييغو] إلى أن منطقة تقع في الفص الأمامي تتناول أمر الإنشاء الصحيح لقواعد كل من الموسيقى واللغة، في حين تتولى أجزاء أخرى من الدماغ معالجة جوانب أخرى من اللغة والموسيقى.

نظرة إجمالية/ الموسيقى والدماغ (***)

- منذ فجر الثقافة كانت الموسيقى موجودة في كل مكان وعند جميع المجتمعات البشرية في أنحاء العالم كافة. ويبدو أن تذوق الموسيقى غريزي؛ إذ يلتفت الأطفال الرضع حتى من منهم في عمر الشهرين نحو الأصوات الممتعة.
- يستجيب كثير من مختلف مناطق الدماغ إلى الجوانب الحسية والعاطفية للموسيقى. ويحور الدماغ نفسه كي يتفاعل بشدة أكثر مع الأصوات الموسيقية التي تغدو مهمة لصاحب هذا الدماغ.
- يضع العلماء الدارسون للكيفية التي تُعالج بها الموسيقى في الدماغ الأسس لفهم الأسباب التي تُرد إليها قدرة الموسيقى وأهميتها للبشر.

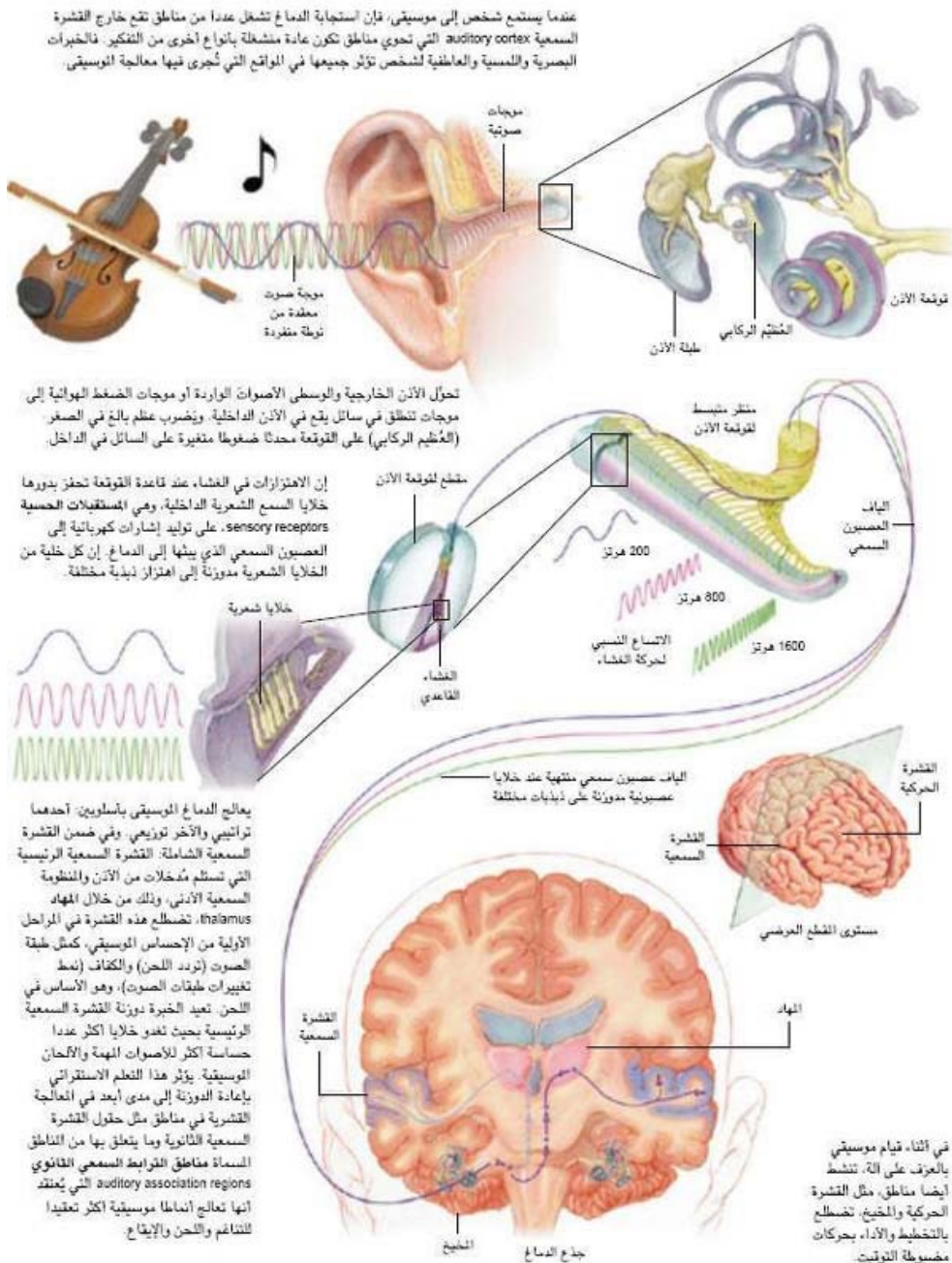
كذلك أعطتنا دراسات تعتمد على التخطيط الطبي صورة دقيقة إلى حد كبير لاستجابات الدماغ للموسيقى. وتُفهم تلك النتائج أفضل فهم ممكن عندما تُقرن مع سياق الكيفية التي تُوصل الأذن بها الأصوات بصورة عامة إلى الدماغ (انظر الإطار في الصفحة المقابلة). إن الجهاز السمعي - مثل بقية الأجهزة الحسية - مرتب ترابطياً. فهو يتكون من جملة مُعالجات سمعية تتدرج ابتداءً من الأذن إلى أعلاها منزلة وهو القشرة السمعية auditory cortex. تبدأ سيرورة معالجة الأصوات، مثل الأنغام الموسيقية، في الأذن الداخلية (قوقعة الأذن cochlea) التي تقوم بفرز الأصوات المعقدة (المتولدة من آلة الكمان مثلاً) إلى تردداتها الأولية المكونة لها. بعدئذ تبث القوقعة هذه المعلومات كسلسلة من تفريغات عصبوية على امتداد ألياف للعصبون السمعي المدوّنة كل منها على تردد خاص به. وفي نهاية المطاف، تصل هذه السلسلة إلى القشرة السمعية في الفص الصدغي. وكل خلية من الخلايا المختلفة في الجهاز السمعي للدماغ تستجيب بصورة أفضل إلى ترددات معينة. وتتداخل منحنيات الدوّنة للخلايا المتجاورة، مما لا يترك مجالاً لحدوث فجوات. وفي الحقيقة، بما أن الخلايا المتجاورة مدوّنة على ترددات متشابهة، فيتشكل عبر سطح القشرة السمعية «مخطط تردد»⁽⁶⁾ (انظر الإطار في الصفحة 54).

وليس من بد أن تكون الاستجابات للموسيقى بطبيعتها أكثر تعقيداً. فالموسيقى تتكون من تتابع نغمات، يعتمد الإحساس بها على الإحاطة بالعلاقات بين الأصوات. ويضطلع كثير من مناطق الدماغ في معالجة المركبات المختلفة للموسيقى. لندخل في اعتبارنا النغمة tone، التي تشتمل على ترددات الصوت وعلوه. في وقت ما ظن الباحثون أن الخلايا المنغمة⁽⁷⁾ على تردد محدد تستجيب دائماً بالطريقة نفسها عندما يُستشف ذلك التردد.

لكن في أواخر عقد الثمانينات قمت - بالاشتراك مع <M.Th. مكينا>، من خلال عملنا البحثي في مختبري بجامعة كاليفورنيا - بإثارة شكوك حول ذلك الظن عندما درسنا الكفاف contour

وهو نمط صعود وهبوط طبقات الصوت، أي الأساس لجميع الألحان. وأنشأنا ألحانا تتكون من أكفة(8) مختلفة مستعملين الأنغام الخمسة نفسها، ثم سجلنا الاستجابات لكل من عصبونات القشرات السمعية عند القطط. فوجدنا أن استجابات الخلايا (أي عدد تفرغاتها) تتغير مع الكفاف. واعتمدت الاستجابات على موقع نغمة معينة في اللحن؛ ويمكن أن تبدي الخلايا نشاطا أشد حين يُسبق اللحن بألحان أخرى بدلا من أن يكون هو أولها. إضافة إلى ذلك، فإن رد فعل الخلايا للحن نفسه يختلف عندما يكون جزءا من كفاف صاعد (أي من لحن منخفض إلى عال) عنه، عندما يكون جزءا من كفاف نازل أو أكثر منهما تعقيدا. وهذه النتائج تبين أن للنمط شأنا مهما؛ فالمعالجة في النظام السمعي لا تشبه مثيلاتها في النقل البسيط للصوت عبر أنظمة الهاتف أو الستيريو.

موسيقى في الدماغ (***)

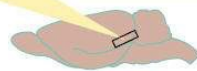
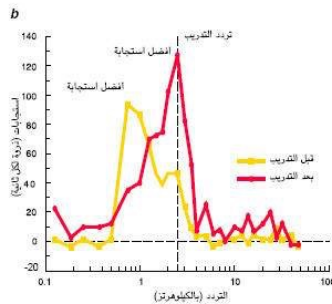
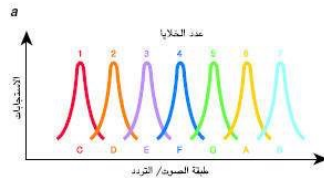


على الرغم من أن معظم الأبحاث تركزت على موضوع اللحن فإن كلا من الإيقاع والتناغم والجرس⁽⁹⁾ قد حظي أيضا ببعض الاهتمام. لقد استنتجت دراسات حول الإيقاع أن أحد نصفي الكرة الدماغية يضطلع بالإيقاع أكثر من نصفها الآخر، غير أن هناك اختلافا في الرأي حول أي من النصفين. وتكمن المشكلة في أن مهام مختلفة وحتى منبهات إيقاعية مختلفة يمكن أن تطالب بسعات سيروية مختلفة. ويبدو على سبيل المثال، أن الفص الصدغي الأيسر يعالج مؤثرات أكثر إجازا مما يعالج الفص الصدغي الأيمن، وعليه يكون أكثر انشغالا حين يحاول المستمع تمييز إيقاع أثناء استماعه إلى أصوات موسيقية أكثر إجازا.

إن الأمر أكثر وضوحا بالنسبة إلى التناغم؛ إذ اكتشفت دراسات التخطيطات الطبية للقشرة الدماغية نشاطا في المناطق السمعية أكبر مما هو في مناطق الفص الصدغي الأيمن حين يركز الخاضعون للتجربة على جوانب التناغم. وخصص للجرس تفضيل للفص الأيمن أيضا؛ إذ يظهر المرضى الذين أزيل منهم الفص الصدغي (لمعالجة الصرع مثلا) نقصا في تمييز الجرس إذا بتر نسيج من نصف الكرة الأيمن وليس من نصفها الأيسر. إضافة إلى ذلك يغدو الفص الصدغي الأيمن نشيطا عند الأصحاء من الخاضعين للتجارب حين يميزون الجروس المختلفة.

إعادة دوزنة الدماغ(****)

تستجيب كل من خلايا الدماغ أفضل استجابة إلى طبقة صوت أو تردد معين (a). تحول الخلايا ترددها الأصلي عندما يتعلم حيوان أن نغمة معينة هي ذات أهمية (b). إن هذا التعديل الخلوي «يلائم» خريطة التردد في دماغ فأر بحيث إن منطقة أوسع من القشرة الدماغية تعالج لحنا مهما. فمثلا، إنه يوسع الخريطة لثمانية كيلوهرتز عندما يكون ذلك هو التردد المهم (c).



تعتمد استجابات الدماغ أيضا على خبرات وتدريبات المستمع. ويمكن حتى لقليل من التدريب أن يحور بسرعة ردود فعل الدماغ. وعلى سبيل المثال، اعتقد العلماء إلى قبل عشر سنوات أن الدوزنة تبقى ثابتة لكل خلية في القشرة السمعية؛ إلا أن دراستنا حول الكيف جعلتنا نفترض إمكانية تحويل دوزنة خلية أثناء التعلم، بحيث يصير لخلايا معينة مزيدا من الحساسية إلى أصوات تجذب الانتباه وتخزن في الذاكرة.

وكي نجد جوابا أجريت وزملاء لي سلسلة تجارب خلال عقد التسعينات متسائلين هل يتغير التنظيم الأساسي للقشرة السمعية عندما يعلم شخص خاضع للتجربة أن لنغمة معينة أهمية لسبب ما. لقد عرضت مجموعتنا في البداية فئراننا (خنازير غينيا⁽¹¹⁾) إلى كثير من نغمات مختلفة وسُجّلت الاستجابات لمختلف الخلايا في القشرة السمعية لتحديد أي من النغمات تُحدث أشد الاستجابات. بعدئذ قمنا بتلقين الخاضعين للدراسة أنه يوجد لحن معين لا يتميز عن سواه إلا أن له أهمية، وذلك باتخاذنا إياه إشارة نصدم بها القدم صدمة خفيفة. تعلمت الفئران هذا الترابط خلال دقائق قليلة. وبعد التدريب مباشرة أعدنا تحديد استجابات الخلايا. ثم أعدنا بعدئذ التحديد نفسه في أوقات مختلفة مدة شهرين، فوجدنا أنه قد حدث تحول في دوزنة الأعصاب من تردداتها الأصلية إلى ذلك التردد المرتبط بلحن الإشارة. بناء على ذلك فإن التعليم يعيد دوزنة الدماغ، بحيث يستجيب عدد أكبر من الخلايا استجابة أفضل إلى الأصوات المهمة سلوكيا، وتتوسع هذه العملية في التعديل الخلوي على امتداد القشرة كلها، فتُعاد بذلك «طبعة» مخطط الترددات، بحيث تُعالج مساحات أوسع من القشرة سيرورة الألحان المهمة. ويمكن أن نكشف ببساطة عن أي من الترددات له أهمية بالنسبة إلى حيوان، وذلك بتحديد منظومة ترددات قشرته السمعية (انظر الإطار في الصفحة المقابلة).

كانت إعادة الدوزنة لافئة للأنظار في مدى بقائها؛ فقد صارت أقوى مع مرور الزمن من دون تدريب إضافي واستدامت شهورا. وكانت هذه النتائج بداية جملة متنامية من الأبحاث تشير إلى أن الدماغ يخزن الأهمية المتعلمة لمنبه بتكريس مزيد من الخلايا الدماغية لمعالجة المنبه. ومع أنه من غير الممكن تسجيل استجابات من عصبونات متفردة لدى البشر خلال عملية التعليم، فإنه يمكن لدراسات بالتخطيط الطبي اكتشاف معدل مقدار استجابات آلاف الخلايا في أجزاء من القشرة. وفي عام 1998، قام <R. دولان> وزملاؤه [في جامعة لندن] بتدريب أناس لإخضاعهم لاحقا لاختبارات بطريقة مشابهة لمهمة تعليمهم أن لنغمة شأنا ما. فوجدت مجموعة البحث أن التعلم أحدث تعديلات من النمط نفسه الذي شوهد عند الحيوانات. وقد تساعد التأثيرات البعيدة المدى للتعلم بإعادة الدوزنة، على تفسير ظاهرة قدرتنا السريعة على تعرّف نغمة معهودة في غرفة يعمها ضجيج عال، وتفسير ظاهرة قدرة مصابين بفقدان الذاكرة بسبب ضمور عصبي، مثل مرض «ألزيمر»، على استذكار موسيقى سبق لهم تعلمها.

حتى في غياب الأصوات الداخلة، يمكننا أن «ننصت» إلى قطعة موسيقية من الذاكرة. فكّر بأي قطعة موسيقية تعرفها و«اعرفها» في رأسك. في أي مكان من الدماغ تُعزف هذه الموسيقى؟ في عام 1999، قام الباحثان <R.A. هالپرن> [من جامعة بكنل] و <G.R. زاتور> [من معهد مونتريال لعلوم الأعصاب في جامعة ماك كيل] بإجراء دراسة مسوح لأدمغة أشخاص غير موسيقيين إما أنهم استمعوا إلى قطعة موسيقية وإما تصوروا أنهم سمعوا القطعة نفسها. لقد وجد الباحثان أن كثيرا من المناطق في الفصين الصدغيين المضطلة بمهمة

الإصغاء إلى الألحان هي المناطق نفسها التي تنشط حينما تكون الألحان مجرد ألحان مُتصوِّرة.

أدمغة متطورة جيداً (*****)

عززت دراسات تركزت على موسيقيين، الكثير مما توصلت إليه النتائج المذكورة آنفاً؛ وأيدت بصورة مثيرة قابلية الدماغ على إعادة تسليكه لدعم الأنشطة الموسيقية. وكما أن بعض التدريب يزيد عدد الخلايا المستجيبة إلى صوت ذي أهمية، فإن التعلم الطويل الأمد ينتج استجابات أكثر وضوحاً وتغييرات بدنية. وتظهر على الموسيقيين المعتادين على التدريب اليومي ساعات كثيرة ولسنوات عديدة مثل هذه التأثيرات، إذ يظهر تطور مفرط في بعض مناطق أدمغتهم - وتختلف استجاباتهم للموسيقى عن استجابات غير الموسيقيين.

التعلم يعيد دَوْنَةَ الدماغ بحيث يستجيب عدد أكبر من الخلايا استجابة أفضل للأصوات المهمة سلوكياً.

في عام 1998، أشرف <Ch>. بانتيف < [وكان آنذاك بجامعة منستر في ألمانيا] على دراسة بحثية حول أمور كتلك. فوجد أن الموسيقيين الذين يصغون إلى عزف على البيانو تستجيب عندهم قرابة 25 في المئة زيادة في المناطق السمعية من نصف الكرة الأيسر على ما تستجيب عند من هم ليسوا بموسيقيين. وأن هذه النتيجة مقصورة على الألحان الموسيقية ولا تحدث مع أصوات غير موسيقية. إضافة إلى هذا، وجد الباحثون أن هذا الاتساع في مناطق الاستجابة كان أكبر مساحة كلما كان الخاضع للتجربة أصغر عمراً عند بدئه دراسة الموسيقى. وتشير دراسات حول الأطفال إلى أن الخبرة الموسيقية المبكرة قد تساعد على النمو. وفي عام 2004 قام <أنطوان شاهين> وزملاؤه [في جامعة ماكماستر بكندا] بتسجيل استجابات دماغية للبيانو والكمان وأنغام خالصة⁽¹²⁾ عند أطفال أعمارهم أربع وخمس سنوات. أظهر الأطفال، الذين استمعوا إلى الموسيقى في بيوتهم، زيادة في النشاط الدماغي السمعي مقارنة بأطفال لم يستمعوا إلى الموسيقى في بيوتهم ومن هم أكبر منهم سناً بقرابة ثلاث سنوات.

قد يبدي الموسيقيون استجابات أشد إلى الأصوات، وربما يعود سبب ذلك جزئياً إلى أن قشراتهم السمعية أكثر اتساعاً. في عام 2002، أعلن <P>. شنايدر < وزملاؤه [في جامعة هايدلبرك] أن حجم القشرة السمعية عند الموسيقيين أكبر بمقدار 130 في المئة مقارنة بغير الموسيقيين. وقد جرى ربط النسب المئوية في زيادة التوسع الحجمي بمستويات التدريب الموسيقي، مما يشير إلى أن التدريب الموسيقي يعمل على زيادة مطردة في عدد العصبونات التي تعالج الموسيقى.

إضافة إلى ذلك، فإن أدمغة الموسيقيين تخصص مساحة أكبر للتحكم في حركة الأصابع المستخدمة في عزف الآلات الموسيقية. وفي عام 1995 بين <Th>. إيبلرت < وزملاؤه [في جامعة كوستانز بألمانيا] في بحثهم أنه عند عازفي الكمان تكون المناطق الدماغية التي تستقبل المدخلات الحسية من الإصبع الثانية إلى الخامسة (أي من السبابة إلى الخنصر) في اليد اليسرى كبيرة بمقدار بارز. إن هذه الأصابع هي بالضبط تلك المستخدمة في الحركات الحثيثة والمعقدة أثناء العزف على الكمان. وفي المقابل، لم يلحظ الباحثون أي توسع في

مناطق القشرة التي تتصرف بالمُدخلات الواردة من اليد اليمنى المتحركة بقوس الكمان والتي لا تحتاج إلى حركات خاصة من الأصابع. ولا تظهر هذه الفروق عند غير الموسيقيين. وفي عام 2001 أعلن بانتيف (وهو الآن في معهد روتمان للأبحاث التابع لجامعة تورنتو) أن أدمغة المحترفين من عازفي البوق⁽¹³⁾ تستجيب بشدة لصوت البوق فقط - وليس لصوت الكمان مثلاً.

أولِدوا للموسيقى؟(*****)

مع أن كثيراً من الناس يتصورون أنهم ذوو وَهْنٍ موسيقي لكننا جميعاً موسيقيون إلى درجة ما. في الحقيقة، لا نحتاج إلى أي جهد كي نجد من هو ذا «دماغ موسيقي» سوى أن نلتفت إلى أي طفل رضيع. يُظهر الأطفال - حتى قبل أن يتعلموا اللغة - قابلية بارزة للاستجابة إلى الموسيقى. ولعل هذا هو السبب في أن الوالدين وغيرهما يتواصلون غريزياً مع الأطفال بأسلوب موسيقي مستعملين طبقات صوت واسعة المدى وعبارات شبيهة بالحن التي غالباً ما تسمى مناغاة motherese، والمستخدمه لدى جميع الثقافات.

يبدو أن الأطفال يذهبون إلى أبعد من الاستجابة الإيجابية لمثل هذا التواصل. فهم يشجعون سلوك أمهاتهم. فقد أجريت دراسة عام 1999 قامت بها <L-L> بالكول و <F.W> تومپسون < [وكانا آنذاك في جامعة يورك في تورونتو]. طُلب في تلك الدراسة إلى أمهات في شمال أمريكا وشرق الهند أن يغنين الأغنية نفسها مرتين: مرة بحضور طفلهن وأخرى بغيابه. تمكن بعدئذ آخرون من البت بدقة في أي من التسجيلين كان الطفل حاضراً. وقد بينت الدراسة كذلك أن هنالك على الأقل بعض الإيعازات cues الموسيقية التي تبدو أنها تعزف لدى جميع الثقافات. فقد كان بمقدور الذين استمعوا إلى التسجيلات أن يقولوا في أي منها كان الطفل موجوداً، بغض النظر عن سماعهم الأغنية بلغتهم أو غيرها.

كيف نعرف أن الأطفال شاعرون بالموسيقى عندما يكونون غير قادرين على الكلام؟ من أجل ذلك نستخدم قياسات موضوعية لسلوكهم. فمثلاً، يجلس طفل في حضن أمه، وعلى يمينه ويساره جهازان وبقربه صناديق بلاستيكية شفافة يكون كل منها عادة مظلماً، لكن عندما يدير الطفل رأسه باتجاه أحدها يُكافأ بإضاءة الصندوق وبظهور لعبة حركية مثل كلب أو قرد.

كي يُجذب انتباه الطفل يحرك الباحث أثناء الاختبار ألعاباً أو أشياء أخرى موجودة مباشرة أمام الطفل. يعزف باستمرار منبه موسيقي (الذي قد يكون نغمة واحدة أو لحناً) من أحد الجهازين. ويقوم الباحث في أوقات عشوائية بدفع زر مخبأ كي يغير المنبه الموسيقي. فإذا لاحظ الطفل الفرق وانداز نحو الجهاز يُكافأ بمنظر اللعبة. تكشف اختبارات كهذه أن الأطفال يميزون بين نغمتين موسيقيتين متجاورتين تماماً مثل البالغين. ويلاحظ الأطفال أيضاً التبدلات في كل من الإيقاع والطمبور tempo (أي السرعة التي تُعزف بها الموسيقى). كما يتعرفون لحناً عند عزفه بمفتاح مختلف. وللتأكيد على مثل هذه الدراسات وجدت <S> طرهوب < [من جامعة تورنتو]، حديثاً، أن الأطفال بعمر شهرين إلى ستة أشهر يفضلون الأصوات المتناغمة على المتنافرة. ويبدو أن تعلم الموسيقى يبدأ حتى قبل ذلك - في الرحم. فقد وجد <P> هيبير < [من جامعة كوين في بلفاست] أن الأجنة قبل الولادة بقرابة

أسبوعين ميزت بين موسيقى غير مألوفة والنغم الموسيقي المصاحب للعرض التلفزيوني Neighbors الذي تسمعه أمهاتهم يوميا ولدة أسابيع.



تواصل موسيقى أو المناغاة المعروفة عند جميع الثقافات.

ويجب على الموسيقيين أن يعملوا أيضا على تنمية قدرتهم في استخدام كلتا اليدين وبخاصة عند العزف على لوحة مفاتيح (في البيانو أو الأرغن). وبناء على هذا يمكن أن يتوقع المرء أن يكون لهذا التنسيق المتنامي بين المناطق الحركية لنصفي الكرة الدماغية أساس تشريحي. ويبدو أن هذا هو ما عليه الحال. إن الجسم الجاسئ الأمامي⁽¹⁴⁾ الذي يحوي حزمة الألياف، التي تربط بين المنطقتين الحركيتين، يكون أكبر عند الموسيقيين مما هو عند غير الموسيقيين. وهنا أيضا يكون مقدار الزيادة أكبر كلما بدأت دراسة الموسيقى مبكرة أكثر. وتُبدي دراسات أخرى أن الحجم الفعلي للقشرة الحركية والمخيخ - وهو منطقة تقع عند مؤخر الدماغ وتضطلع بالتنسيق الحركي - يكون أكبر عند الموسيقيين.

قصيدة غنائية لابتهاج - أو لحن(*****)

وللكشف عما هو أبعد من مجرد اختبار الكيفية التي يُعالج بها الدماغ الجوانب الحسية للموسيقى، يقوم باحثون باستكشاف كيف تثير الموسيقى استجابات عاطفية شديدة. ففي عام 1991، قام <I.J. سلوبدا> [من جامعة كيل في إنكلترا] بعمل ريادي فكشف أن أكثر من 80 في المئة من عينة أشخاص بالغين، أفادوا بأنه حصلت لديهم استجابات بدنية للموسيقى، منها رعشات وضحك ودموع. وصرح 70 في المئة من مئات ممن استطلعت آراؤهم من شباب وشابات - في دراسة أجراها عام 1995 <J.بانكيسب> [من جامعة بولنك كرين] - أنهم يتذوقون الموسيقى «لأنها تستدر العواطف والمشاعر». وتؤكد تلك الاستطلاعات النتائج التي توصلت إليها <L.C. كرمهانسيل> [من جامعة كورنيل]؛ إذ قامت هي والعاملون معها عام 1997 بتسجيل سرعة ضربات القلب وضغط الدم والتنفس وقياسات فزيولوجية أخرى خلال عرض لمختلف القطع الموسيقية التي تعد معبرة عن فرح أو حزن أو خوف أو توتر. وقد تبين أن كل نوع من الموسيقى استدر نمطا مختلفا من تغيير فزيولوجي ولكن هذا التغيير كان جاريا على نسق واحد لدى الخاضعين للاستطلاع.

لم يكن لدى العلماء إلى عهد قريب سوى معرفة قليلة عن العمليات الإجرائية في الدماغ. ومع ذلك توجد إيماءة آلية من حالة سيدة تُعرف بـ <R.I.> (تُسعمل الحروف الأولى من الاسم حفاظا على الخصوصية) أصيبت بضرر في جانبي فصيها الصدغيين اللذين يحتويان على

مناطق القشرة السمعية. لقد كانت قابلياتها الفكرية وذاكرتها العامة اعتيادية، وليس لديها أي صعوبات لغوية. ومع ذلك لم يعد لديها حس موسيقي أو قدرة على تعرف الموسيقى، سواء كانت قطعة موسيقية عرفت سابقا أو قطعة جديدة تكرر سماعها لها، ومع ذلك ما برحت هذه السيدة تمتلك الاستجابات العاطفية بصورة اعتيادية لمختلف أنواع الموسيقى؛ إذ إن قابليتها على إقران عاطفة بمعزوفة موسيقية باقية بشكل اعتيادي تماما! من هذه الحالة نخلص إلى أنه من أجل فهم اللحن نحتاج إلى الفص الصدغي ولا نحتاج إليه لبعث استجابة عاطفية، التي يضطلع بها ما تحت القشرة⁽¹⁵⁾ وجوانب من الفصين الأماميين.

في عام 2001 أجريت تجربة تعتمد على التصوير الطبي من قبل <B.A. وزارتور> [من جامعة ماك كيل]، وذلك بهدف تحديد أدق لمناطق الدماغ التي تضطلع بالاستجابات العاطفية للموسيقى. وفي هذه الدراسة استُخدم منبهات عاطفية معتدلة، وهي تلك المرتبطة باستجابات الناس للأنغام الموسيقية المنسجمة إزاء تلك المتنافرة. وبصورة عامة تكون الفترات الموسيقية منسجمة إذا وجدت نسبة بسيطة للترددات بين نغمتين. وكمثال على ذلك، إن النسبة بين C الوسطى (نحو 260 هرتز) وG الوسطى (نحو 390 هرتز) هي 2/3، وتشكلان عند عزفهما أنيا صوتا ممتعا يسمى «الخمس الصحيح»⁽¹⁶⁾. وفي المقابل، إن C الوسطى وC الحادة (نحو 277 هرتز) لهما نسبة «معقدة» تبلغ نحو 8/9 وتعتبر غير ممتعة ولها صوت «خشن».



ناي عظمي من موقع في فرنسا يعود تاريخه على الأقل إلى 32 000 سنة، مما يشكل دليلا على أن الإنسان كان يعزف الموسيقى منذ فجر الثقافة.

ما هي آليات الدماغ الأساسية لتلك الخبرة؟ أجريت تخطيطات بالتصوير الطبقي الپوزتروني القذف⁽¹⁷⁾ في أثناء إنصات الخاضعين للتجربة إلى موسيقى ذات أنغام متوافقة أو متنافرة. فأظهرت التخطيطات اضطلاع مناطق دماغية موضعية بالاستجابات العاطفية؛ إذ تقوم الأنغام المتوافقة على تنشيط منطقة الحجاجي الأمامية⁽¹⁸⁾ (وهي جزء من نظام المثوبة الدماغية⁽¹⁹⁾) من نصف الكرة الأيمن وهي أيضا جزء من منطقة تحت الجسم الجاسي⁽²⁰⁾؛ أما الأنغام المتنافرة فتتنشط تلافيف الحُصين الأيمن (أو قرن آمون الأيمن⁽²¹⁾). لذا هنالك على الأقل نظامان يتناول كل منهما نوعا معينا من العواطف، يعملان حين يعالج الدماغ العواطف المرتبطة بالموسيقى؛ أما كيف يمكن ربط الأنماط المختلفة لأنشطة النظام السمعي على وجه التخصيص بتلك المناطق ذات التفاعل التمييزي في نصفي الكرة، فستبقى مسألة لتُكتشف مستقبلا.

وفي السنة نفسها، أضافت <B. وزارتور> إيماة أخرى إلى الكيفية التي تبعث بها الموسيقى السرور لدى استماعها. فقاما بدراسة مسوح لموسيقين ممن كانوا يشعرون بقشعريرات من

النشوة عند استماع الموسيقى. فوجد الباحثان أن الموسيقى تُنشط عند هؤلاء نظام المثوية الدماغية نفسه الذي يُثار بالطعام وبممارسة الجنس وبتعاطي المخدرات.

إجمالاً، تشير الأبحاث التي أجريت حتى الآن إلى أنه يوجد أساس بيولوجي للموسيقى وأن للدماغ تنظيمات وظيفية للموسيقى. ويبدو واضحاً تماماً حتى في هذه المرحلة الأولية من العمل البحثي أن كثيراً من مناطق الدماغ تسهم في جوانب معينة من سيرورة معالجة الموسيقى، سواء بدعم الإحساس (مثل فهم اللحن) أو بإثارة استجابات عاطفية. كما يبدو أن لدى الموسيقيين مميزات إضافية، خاصة في النمو المفرط لبعض بُنى الدماغ لديهم. وتقيم هذه النتائج الدليل على أن التعلم يعيد دوزنة الدماغ، وذلك بزيادة الاستجابات لكل من الخلايا، وكذلك زيادة أعداد الخلايا الشديدة الاستجابة لأصوات صارت مهمة بالنسبة إلى مستمعها. وباستمرار الأبحاث حول الموسيقى والدماغ نستطيع التطلع إلى فهم أعمق، ليس فقط عن الموسيقى وحول أسباب وجودها، بل أيضاً حول كم هي متعددة الأوجه في واقع الأمر.

المؤلف

Norman M. Weinberger

حصل على الدكتوراه في علم النفس التجريبي من جامعة Case Western Reserve ويعمل في قسم البيولوجيا العصبية والسلوك في جامعة كاليفورنيا. وهو أحد مؤسسي مركز البيولوجيا العصبية للتعلم والذاكرة والموسيقى. وهو من الرواد في حقل التعلم والذاكرة في المنظومة السمعية. والمؤلف عضو في هيئة تحرير المجلة *Neurobiology of Learning and Memory* and *Music Perception*.

مراجع للاستزادة

The Origins of Music. Edited by Nils L. Wallin, Bjorn Merker and Steven Brown. MIT Press, 1999.

The Psychology of Music. Second edition. Edited by Diana Deutsch. Academic Press, 1999.

Music and Emotion: Theory and Research. Edited by Patrik N. Juslin and John A. Sloboda. Oxford University Press, 2001.

The Cognitive Neuroscience of Music. Edited by Isabelle Peretz and Robert J. Zatorre. Oxford University Press, 2003.

Scientific American, November 2004

(*) MUSIC AND THE BRAIN

Inner Songs (**)

Overview/ The Musical Brain(***)

Singing in the Brain (****)

Retuning the Brain (*****)

Well-Developed Brains (*****)

?Born to Rock (*****)

Ode to Joy-or Sorrow (*****)

- (1) crescendo تصعيد تدريجي في طبقة الصوت.
- (2) organists أو الرغانون - ج: رغان: عازف على الأرغن.
- (3) المستقبلية في الفزيولوجيا هي نهاية العصب الحسي، حيث يبدل المؤثر المادي إلى مؤثر في الأعصاب.
- (4) دَوْنَنَ أَلَّةٌ مُوسِيقِيَّةٌ: شَدُّ مَا ارْتَخَى مِنْ أَوْتَارِهَا لِتَعْطِي اللَّحْنَ الْمَطْلُوبَ.
- (5) focal cerebral degeneration
- (6) frequency map
- (7) tuned
- (8) أَكْفَةُ جَمْعُ كِفَافٍ
- (9) الإيقاع rhythm هو الأطوال النسبية والفسح بين النوبات، والتناغم harmony هو العلاقة بين لحنين أو أكثر، أما الجرس timbre فهو الفروق الصوتية المميزة بين اللحنين موسيقيتين تعرفان اللحن نفسه. (التحرير)
- (10) ج: أوكتاف octave: فاصلة موسيقية من ثماني درجات.
- (11) guinea pigs
- (12) pure tones
- (13) trumpet players
- (14) the anterior corpus callosum
- (15) subcortical أو اللحاء التحتاني.
- (16) the perfect fifth
- (17) positron emission tomography (PET)
- (18) orbitalfrontal area
- (19) the reward system
- (20) corpus callosum
- (21) right parahippocampal gyrus