الفصل 11

الطاقة الدماغية

العقل ورسله

طبيعة العقل أصعب لغزٍ يواجه البشرية. ولهذا اللغز خصائص ضخمة ترجع إلى آلاف السنين، وتمتد من مركز الدماغ إلى حدود الكون، مسبباً دواراً واكتئاباً أصاب أعظم فلاسفة ومفكري العالم. وعلى كل حال، هذا الفضاء من الجهل، اخترقته عدة إشعاعات من المعرفة ساعدت العلماء في فهم كيفية تنظيم طاقة العقل.

بالرغم من أننا ربما لا نعرف ما هو العقل، إلاَّ أننا نعرف الكثير عن الدماغ. إنه يتألَّف من شبكة من الأسلاك الكهربائية تمتد كالأفعى خلال كتلة من مواد كيميائية عصبونية. وربما هنالك مئة ألف مليون عصبون في الدماغ البشري. ويتلقَّى كل واحد منها معلومات من نحو ألف عصبون، وربما يتحدَّث إلى مئة من العصبونات الأُخرى. تخيل وجود مئة ألف مليون مركز للهاتف، وكل واحد يتحدَّث مع الآخر

obeikandl.com

ويخلط ويدمج الرسائل التي يتلقاها، ويرسل النتيجة إلى المئات من مراكز الهواتف الأُخرى. وتأتي معلومات الرسائل من الحواس التي تكتشف البيئة الخارجية والداخلية وترسل النتيجة بعدئذٍ إلى العضلات لِتُوجِّه ما نفعل ونقول. يشبه الدماغ إذاً كمبيوتراً ضخماً يؤدي سلسلة من الحسابات حسب المعلومات التي تأتي من الحواس، ومن ثم يرسل النتيجة النهائية إلى العضلات. ولكن، خلافاً للكمبيوتر، يُصَغِّرُ مقدار المواد الداخلة والخارجة وذلك بواسطة النشاط الداخلي. إذا أوقفنا كل المعلومات الحسية والنتيجة الحركية، لا يتوقف الدماغ عن نشاطه. إننا لا نزال نفكّر ونشعر ونعالج المعلومات عندما نرتاح ونغلق أعيننا.

الوحدة التي تنشأ عنها كل الأنشطة الخرافية عبارة عن خلية دماغية، هي العصبون. وما العصبونات إلاَّ خلايا متفرعة وممتدة على نحو لا يصدق ولكن بصورة دقيقة للغاية. ولذلك كان من الصعب أن نكتشف فيما إذا كانت عصبونات الدماغ مترابطة مادياً ومشكّلة خلية شبكية أَو فيما إذا كانت جدران (أغشية) العصبونات غير مترابطة مشكّلةً خلايا منفصلة، كما هو الحال في بقية أنحاء الجسم. هذه القضية التي أقلقت العلماء في نهاية القرن التاسع عشر، وُجِدَ لها حَلٌّ وذلك باكتشاف قام به كاميلو غولغي Golgi (1843 ـ 1926) الذي يقول إن العصبونات المفردة يمكن أن تصبح مُبَقَّعةً باللون الأسود، في كل مكان من كامل الخلية، وذلك بنقع نسيج دماغي في محلول كرومات الفضة. وتعرف هذه التجربة الآن باسم بقعة غولغي. وقد نتج عن

ذلك صوراً جميلة على نحو لطيف لبنية تشبه الشجرة تمثل عصبونات إفرادية دماغية. وعلى كل حال، اعتقد غولغي Golgi نفسه أن هذه الصور كانت تشير إلى أن العصبونات كانت مرتبطة مع بعضها وتشكِّل شبكة واسعة تشبه جهاز الأوعية الدموية. وعندما تَبَنَّى سانتياغور رمون إي كاجال Cajal (1852 ـ 1934) بقعة غولغي Golgi واستخدمها في سلسلة من التجارب الناجحة، عندئذٍ رسخت الفرضية التي تقول إن العصبون ما هو إلاَّ خلايا منفصلة تشريحياً. ومع أن غولغي Golgi وكاجال Cajal تقاسما جائزة نوبل سنة 1906، إلاَّ أنهما بقيا منافسين لدودين حتى النهاية.

إذا كانت المئة ألف مليون عصبون الموجودة في الدماغ منفصلة تشريحياً عن بعضها فكيف يمكن للرسائل الكهربائية أن تمر عبر العصبون الواحد، وتنتقل من عصبون إلى عصبون مجاور؟ والجواب: إن هذه الوسائل لا تنتقل وإنما شيء آخر ينتقل. ولهذا الأمر أهمية بالغة، وذلك لمعرفة كيف يعمل الدماغ. وقد قام بهذه التجربة أوتو لووي Otto Loewi الذي كان يعمل في النمسا في العشرينيات من القرن العشرين. كان لووي يبحث في مسألة الإرسال العصبي من الدماغ إلى القلب عبر عصب يسمى العصب المبهم. قام بعزل قلب ضفدع مع عصبه المبهم السليم وبيَّن أن تنبيه العصب كان يُبطئ خفقان القلب. ولكن لووي أراد أن يعرف كيف تنتقل الرسالة الكهربائية في العصب المبهم إلى القلب. أكان ذلك بسبب اتصال كهربائي أم كيميائي أم شيء آخر مختلف كلياً. أما التجربة الحاسمة التي أثبتت أن الاتصال

كان كيميائياً فكانت عندما أخذ لووي المحلول الذي غمر القلب بعد تنبيه العصب المبهم ووضعه على قلب ثان ينبض، وبَيَّن أن هذا المحلول الكيميائي كان كافياً بحد ذاته ليبطئ القلب. وقد أظهر هذا بوضوح ولأول مرة أن الأَعصاب المنبِّهَةَ تطلق مادة كيميائية عند نهاياتها وهذا يحقِّق نقل الرسالة من خلية إِلى أُخرى مجاورة.

أما العامل الملْهِمُ الذي نفخ الروح في هذه التجربة الهامة فكان حلماً يتكرّر؛ وَصَفَهُ لووي بكلماته الخاصة به. وكانت كما يلي:

«في ليلة يوم أحد عيد الفصح سنة 1921، استيقظت وأشعلت النور وكتبت بضع كلمات على عجل على قطعة صغيرة من الورق. ثم عدت للنوم ثانية. وفي الساعة السادسة صباحاً خطر لي أنني كتبت خلال الليل شيئاً بالغ الأهمية، ولكن لم أتمكن من فهم ما كتبت من كلمات على عجل. أما ذلك الأحد فكان أكثر يوم بعث على اليأس في كل حياتي العلمية. وفي الليلة التالية، على كل حال، استيقظت ثانية الساعة الثالثة وتذكرت ما كتبت. وهذه المرة لم أخاطر إطلاقاً. نهضت في الحال وذهبت إِلى المخبر وقمت بالتجربة (على قلب الضفدع) المذكورة أعلاه. وفي الساعة الخامسة بُرْهِنَ بصورة نهائية الإرسال الكيميائي للنبض العصبي. وإن نظرة حذرة أثناء النهار كانت سترفض نوع التجربة التي قمت بها، لأن الأمر يمكن أن يبدو أنه من غير المحتمل أنه إذا أَطْلَقَ النبض العصبي قوة الإرسال فإنه يفعل ذلك ليس فقط بكميات كافية ليؤثِّر على العضو المستجيب، كالقلب مثلاً، ولكن في الواقع بكميات كبيرة على نحو يصعب أن يتسرَّب إِلى السائل الذي ملأ القلب، ولذلك يكتشف».

إذاً، تشق النبضات العصبية الكهربائية طريقها إلى نهاية العصبونات حيث يسبب وصول النبضة نهاية العصب إطلاق مادة كيميائية (المرسل العصبي)، التي تجتاز الفجوات الضيقة بين العصبونات (نقطة الاشتباك العصبي)، بعدئذٍ تؤثر المادة الكيميائية على العصبون التالي لتغير قدرته لكي يطلق، بدوره، النبضات العصبية. ويطلق كل عصبون محدد نوعاً واحداً فقط من المرسل العصبي (عادة)، ولكنه يطلقها لعصبونات مختلفة كثيرة. وهنالك مرسلان عصبيان رئيسيان في الدماغ: ملح الغلوتاميت وغابا GABA. يؤثر ملح الغلوتاميت على العصبون الثاني ليزيد احتمال إطلاقه النبضة العصبية (ولذلك هو مرسل مهيج) بينما تعمل غابا لتنقص الاحتمال (مرسل كابح).

ولكن العصبون لا يتلقى معلومة واحدة من نقطة اشتباك عصبي واحدة. إنه يتلقى الآلاف من رسائل المعلومات. وعشرات الآلاف من نقاط الاشتباك العصبي من آلاف من العصبونات المختلفة تغطي السطح ذا الفروع لعصبون واحد. وعند إطلاقه، تزيدُ أَو تنقصُ المرسلاتُ التي تعمل عند كل نقطة اشتباك عصبي احتمالَ إطلاق العصبون. وَيُصْغي العصبونُ على نحو ديمقراطي إلى الكثير من هذه الأصوات الصغيرة. كل منها تخبره أن يطلق أَو لا يطلق، ومن ثم يعتمد على التوازن العام للآراء، وبعدئذٍ إما يطلق أَو لا يطلق نبضاً إلى العصبونات الأُخرى (أَو إذا كان في حالة نشاط، يطلق على نحو أسرع أَو أبطأ). وهكذا يلخص العصبون المعلومات التي قدمتها عصبونات أُخرى من خلال نقطة الاشتباك المزودة بالمعلومات ويبعث

رسالة خلال فروع النتاج (المحاور العصبية) على شكل نبضات عصبية. إن النبضة العصبية عبارة عن إشارة كهربائية واحدة تنتقل خلال المحور العصبي كالموجة. أما معدل النبضات التي يطلقها العصبون (أي عدد النبضات التي تنتقل على طور المحور العصبي في الثانية) فيعتمد على مجموع المعلومات المهيجة أَو الكابحة. عندئذ تعمل هذه النبضات العصبية على إطلاق المرسل العصبي الموجود عند نهاية المحاور العصبية حيث تتشابك مع الكثير من العصبونات الأُخرى. ويعتمد مقدار المرسل العصبي الذي يُطْلَقُ على عدد النبضات العصبية التي تصل إِلى نهايات الأَعصاب في الثانية (نشاط العصبون). إضافة لذلك، يُحَدِّدُ مقدارُ المرسلِ العصبي الذي يُطْلَقُ مقدارَ فعاليته في تهييج أَو كبح العصبون المجاور. وَيَدْمِجُ عصبون واحد، إذاً، المعلومات عن النشاط الكهربائي لكثير من العصبونات التي تتلقَّى المعلومات، وهذا يؤثِّر على نشاطه الكهربائي، الذي يُرْسَلُ بعدئذٍ إِلى الكثير من عصبونات النتاج (المحَاور العَصَبِيّة). وهكذا نجد أن العصبون، أَو شبكة من العصبونات، يستطيع أن يدمج معلومات من بضعة مصادر، كالحواس والذاكرة والعواطف، لكي يضبط إشارة النتاج، التي يمكن في النهاية أن تؤدي إِلى التقلّص أَو الارتخاء العضلي.

إن ملح الغلوتاميت هو المرسل العصبي الرئيسي للدماغ، ولكنه من جهة أُخرى سم قوي للخلايا العصبية. تعمل المستويات المنخفضة من ملح الغلوتاميت كإشارة بين العصبونات أثناء السكتات

الدماغية والأمراض التي تسبِّب التفسخ العصبي مثل مرض ألزهايمر ومرض باركنسون وتصلب الأنسجة الكثيرة. إن ملح غلوتاميت من أكثر المواد المضافة للطعام انتشاراً في شكله الملحي، وهو غلوتاميت أحادي الصوديوم MSG، ويعمل على زيادة النكهة وموجود دائماً في كل الطعام الصيني. إن صلصة الصويا مصدر غني بالغلوتاميت. ولحسن الحظ، إن الغلوتاميت الموجود في الأنبوب الهضمي والدم نادراً ما ينفذ إلى الدماغ لأن الحاجز الواقي للدماغ والدم يمنع الغلوتاميت من العبور من الدم إلى الدماغ. وعلى كل حال، هنالك حالة طبية تُعرف باسم «الأعراض المتزامنة للمطعم الصيني» التي يمكن أن تنشأ عن تناول الكثير من الطعام المشبع بملح الغلوتاميت، حيث ترتفع مستويات هذا الملح إلى حد أنه ينفد إلى الدماغ مسبباً الموت العصبوني. إلاَّ أن بحثاً معاصراً أشار إلى أن هذه الأعراض المتزامنة ما هي إلاَّ خُرافة. إن مادة الغابا GABA مادة كيميائية وثيقة الصلة بملح الغلوتاميت. وهي أصل ملح الغلوتاميت فيما يتعلق بالإرسال العصبي: إذا كان ملح الغلوتاميت ينبه أَو يهيج العصبونات فإن مادة الغابا GABA تكبحها أَو تهدئها. وفي الواقع، إن العقاقير التي لها أثر مهدئ أَو مسكن على الدماغ تعمل من خلال مادة الغابا GABA. إن ملح حامض البريتوريك barbiturate، وهو العنصر الفعال في الحبوب المنومة والبينزوديازيبين كالليبريوم والڤاليوم اللذين يخفِّفان القلق، يعملان على تعزيز عمل مادة الغابا GABA الموجودة عند المستقبل العصبوني. ويمكن للكحول أيضاً أن تمارس آثارها

السحرية على الدماغ. إن تنبيه متقبلات مادة الغابا GABA الموجودة على سطح عصبونات الدماغ عموماً ما تبطئ وتهدئ الجهاز العصبي، ولكنه يسبِّب اختلالاً يصيب المعلومات العصبية التي تؤدي إلى فقدان الانضباط النفسي والعضوي.

مع أن ملح الغلوتاميت والغابا GABA هما المرسلان العصبيان اللذان يحقِّقان في الواقع كل نقل المعلومات، إلاَّ أن هنالك أجهزة إرسال ومعايرة عصبية أُخرى في الدماغ التي تعاير هذا النقل. والمعايران الرئيسيان المستخدمان في تنظيم طاقة الدماغ هما النورأدرينالين والسيروتونين. ويعمل هذان المرسلان العصبيان، كما يبدو، بأسلوبين مختلفين بالنسبة للطاقة الدماغية. يضبط النورأدرينالين الإثارة والانتباه والتهيج في الدماغ. وهكذا نجد أن الأمفيتامين (السرعة) والكوكائين والمنبهات الأُخرى تعمل بصورة رئيسية بواسطة تنبيه طرق النورأدرينالين في الدماغ، بينما نجد أن السيروتونين يضبط الطبع والسعادة والشعور بالنشاط والخفة. ولهذا نجد أن مواداً مخدّرة مثل الإكستسي MDMA والبروزاك ول. س. د. ربما تتحقَّق بصورة رئيسية وذلك بتأثيرها على طرق السيروتونين في الدماغ. وإذاً، ليس النورأدرينالين إلاَّ السرعة الخاصة بالدماغ، وليس السيروتونين إلاَّ المخدر الخاص بالدماغ.

إن معظم الشبكات العصبونية في الدماغ تعمل من خلال نقل المعلومات بسرعة إلى مواقع محددة بإحكام. ولذلك يمكن لكل عصبون أن يرسل نبضات إلى اثني عشر وبضع مئات من العصبونات

الأُخرى. وهذا أمر أساسي إذا كان علينا تذكّر المعلومات والاحتفاظ بها، كالمعلومات البصرية مثلاً، بينما تعالج تلك المعلومات بسرعة. وعلى كل حال تعمل أنظمة النورأدرينالين والسيروتونين في الدماغ بطريقة مختلفة جذرياً. ترسِلُ بضعُ عصبونات من منطقة صغيرة عند قاعدة الدماغ محاورَ عصبيةً إلى عدد كبير من العصبونات الأُخرى الموجودة في كل مكان من الدماغ، وتُطْلِقُ المُعَابِرَ العصبي على نطاق واسع، وتعمل ببطء ولكن خلال فترة أطول بكثير. وإذاً، لا تحمل هذه الأنظمة المنتشرة معلومات حسية تفصيلية وإنما تؤدي وظائف تنظيمية وَتُغَيِّرُ مجموعات واسعة من العصبونات حتى تصبح قابلة للإثارة تقريباً أَو نشيطة على نحو متزامن تقريباً، وتضبط كذلك انسياب المعلومات من وإلى مناطق الدماغ العليا. وتشبه وظيفتها مفتاح جهارة الصوت أَو الصوت العميق والخفيض في المذياع دون أن يؤثر ذلك على القصيدة أَو لحن الأغنية، ومع ذلك ينظم المفتاح أثر كل منهما.

وكما رأينا سابقاً، إن نظام نورأدرينالين الدماغ، نظام رئيسي بالنسبة للطاقة الدماغية. ويضبط كلاً من الإثارة والانتباه. وتنشأ معظم عصبونات النورأدرينالين من بقعة صغيرة (في جذر الدماغ حيث يلتقي الحبل الشوكي بالدماغ) وتعني باللغة اللاتينية البقعة الزرقاء. وفي الواقع هذا هو مظهرها عندما يُقْطَعُ الدماغُ عند هذه النقطة، بسبب وجود الصبغ الأزرق. إن «البقعة الزرقاء» من أبرز بُنَى الدماغ. تحتوي الأدمغة البشرية على نحو عشرة آلاف فقط من العصبونات.

ولكن هذه العصبونات القليلة تصل في الواقع إلى كل مكان من الدماغ وتتصل، حسب بعض التقديرات، بثلث عصبونات الدماغ ـ أي بضع بلايين. إذاً، قد يُنَظِّمُ عصبون النورأدرينالين ربع مليون من العصبونات الأُخرى وذلك من خلال عدد كبير من فروع طويلة جداً للمحاور العصبية. تُظْهِرُ التسجيلات الكهربائية من الأقطاب الكهربائية التي غُرِزَتْ في «البقعة الزرقاء» لجرذان وقرود مستيقظة أن البقعة الزرقاء تصبح نشيطة للغاية (ولذلك تطلق معظم النورأدرينالين) عندما يوجه لهذه الحيوانات منبهات غير متوقعة، وذلك حين يحتاج الدماغ أن يثار. وتكون البقعة في مستوى منخفض من النشاط عندما يكون الحيوان في حالة راحة ولا شيء يحدث في البيئة. وهكذا نجد أن البقعة الزرقاء هي إنذار ينبه بقية الدماغ إلى حقيقة وهي أن شيئاً جديداً وغير متوقع قد حدث. كما أنّها تَرُشُّ الدماغ بالنورأدرينالين لتجعله أكثر انتباهاً وأسرع عملاً.

. . . . ولا شك أن النورأدرينالين إشارة إنذار للجسم كذلك إضافة للدماغ، عندما يتوزع من قبل الجهاز العصبي الودي. وكما رأينا في الفصول السابقة أن الجهاز العصبي الودي يُنَشَّطُ من قبل المراكز العاطفية في الدماغ خلال الأزمات، ليبلغ بقية الجسم بواسطة النورأدرينالين والأدرينالين أن يتهيأ من أجل استخدام مفرط للطاقة. وهكذا يمكن اعتبار نظام النورأدرينالين في الدماغ كفرع من الجهاز العصبي الودي الذي يعمل لتنبيه الدماغ ورفع مستويات طاقته

وتحضيره للعمل. فهنالك، إذاً، جهاز موحد من أجل رفع مستويات الطاقة في كل من الجسم والعقل.

يُنَظِّمُ السيروتونين، أَو مخدر الدماغ، مجموعة من المراكز العصبونية تُعرف باسم رافي نيوكلاي raphe nuclei. وتعني رافي باليونانية سلسلة. وتشكل تسعةُ رؤوس سلسلةً في مركز جذر الدماغ، قريبة من البقعة الزرقاء. وترسل العصبونات الموجودة في هذه السلسلة المحاورَ العصبيةَ إِلى جميع أطراف الدماغ، حيث تطلق السيروتونين. أما بالنسبة للبقعة الزرقاء ونظام النورأدرينالين، فإن عصبونات الرافي نيوكلاي raphe nuclei تعمل بأسرع ما يمكن عندما تكون مستيقظة ومُثَارة ونشيطة. وعندما نكون نائمين تكون العصبونات في أخفض حالات نشاطها، ولذلك تُطْلِق أقل ما يمكن من السيروتونين: لأن أنظمة النورأدرينالين والسيروتونين يشتركان على نحو وثيق في تنظيم دورات نومنا ويقظتنا وأحلامنا. ويضبط هذان النظامان طَبْعَنا وذلك بإرسال إشارات إِلى مراكز الدماغ العاطفية. إن السيروتونين والنورأدرينالين ينظمان مجالات مختلفة من طَبْعِنا. ينشئ النورأدرينالين شعوراً بالحيوية والقدرة ـ نموذج عن المنبهات ـ ولكنه ينشئ القلق والخوف كذلك. وينشئ السيروتونين، كما يبدو، شعوراً لطيفاً بالسعادة ويكبح العدوان. يمكن أن نصف النورأدرينالين بالرجل المثابر للدماغ، ونصف السيروتونين بالهيبي. أما العقاقير التي تنبه كلا النظامين فتعطي شعوراً بالنشاط والخفة ويمكن استخدامها للناس الذين يعانون من الاكتئاب. أما العقَّار بروزاك فيجعل السيروتونين

هدفاً له بصورة واضحة ويمكن أن يكون فعالاً للغاية في تخفيف الاكتئاب.

هنالك من دَرَسَ أسباب العلاقة بين السيروتونين والعدوانية في قوارض مخبرية سيئة الحظ. تُصبح الفئران الذكور أَو الجرذان المستقلة في أقفاصها الصغيرة لمدة أربعة أسابيع عدوانية بصورة شديدة تجاه الفئران الأُخرى، وهنالك تناقص متزامن في نشاط السيروتونين في أدمغتهم. فقط الفئران التي تُبدي هبوطاً في مستويات السيروتونين أيضاً تظهر زيادة في العدوانية. ولا تُظْهِرُ الفئران الإناث تغيرات في السيروتونين أَو العدوان أثناء عزلها. أضف إِلى ذلك، تزيد العقاقير التي تعيق مركبات السيروتونين أَو إطلاقه العدوانَ وتؤدي، مثلاً، إِلى اعتداءات زائدة على الفئران من قبل الجرذان. وقد اسْتُخْدِمَ مؤخراً تكنولوجيا الـ DNA لتشكيل فئران تغيرت مورثاتها وتفتقر إِلى نوع محدد من متقبلات السيروتونين. والسيروتونين، شأنه في ذلك شأن معظم المرسلات العصبية، له أنواع مختلفة من المتقبلات، تستقر على سطح الخلية وتُنَشَّطُ من قبل المرسل العصبي. إِلاَّ أن كل متقبل يرسل إشارة مختلفة داخل الخلية ليغير وظيفتها بطرائق مختلفة. أما الفئران المتحولة وراثياً وتفتقر إِلى متقبل السيروتونين، فكان متعذراً تمييزها في الأحوال الطبيعية. ولكن إذا وُضِعت في موقف مثير، كوضع فأر جديد في قفصها مثلاً، تصبح أكثر عدوانية. أما الفوائد من تشكيل سلالة من فئران تغيرت مورثاتها، وعدوانية إِلى حد بعيد، ففوائد غير واضحة. ولكن قد يكون لهذه الدراسة علاج للعدوان في

النهاية، إذا وجدنا عقاقير تنشط مُتَقَبِّل السيروتونين، وبذلك تستطيع أن تُهَدِّئ الأفراد المتطرفين في عدوانيتهم.

هنالك مرسلان آخران ولهما أهميتهما في تنظيم النشاط العام للدفاع. أسيتيلكولين Acetylcholine المرسل الذي ينشط عضلاتنا كي تتقلص، ويتواجد كذلك في الدماغ، وله أهميته، كما يبدو، في تشكيل الذاكرة. دوبامين Dopamine، المماثل كيميائياً للنورأدرينالين، ويشترك في طرق المكافأة الموجودة في الدماغ. ولكن ما هي طرق المكافأة؟ تكافئ هذه الطرق العقل لأنه قام بما أرادت لنا مراكز الدوافع ومورثاتنا أن نفعل. وفي الحقيقة، إنها هدف ومعنى الحياة. من أهم المبادئ الأساسية في علم النفس أن البشر (والحيوانات) يُحَثّون لأداء أفعال تشكل شعوراً إيجابياً (جيدا). وتساعد هذه الآلية أن نتعلم أن نفعل أشياء تُرَقِّي وتُعَزِّزُ بقاءنا وبقاء مورثاتنا كالبحث عن الطعام والجنس. منذ أكثر من أربعين سنة، جيمس أولدز James Olds، غرز قطباً كهربائياً في منطقة في دماغ جرذ، دعاها فيما بعد مركز المكافأة. وقد ظهر أن التحريض الكهربائي لهذه المنطقة يُحْدِثُ شعوراً بالسعادة وأن الجرذ يتعلّم بحماس أنواعاً في الأفعال لكي يتلقى هذا التنبيه الكهربائي كمكافأة. وفي تطور بارع لهذه التجربة، وضع أولدز Olds رافعة في قفص الجرذ على نحو إذا ضغط الفأر على الرافعة، فإن الفأر ينبه بذلك مركز المكافأة. وكانت النتيجة في النهاية أن الفأر كان يقضي وقته في الضغط على الرافعة متجاهلاً الطعام والجنس. ويظهر

للعيان، أن المراكز والطرق نفسها موجودة في البشر. إن إدخال الأقطاب الكهربائية في أدمغة المرضى المصابين بالاكتئاب الشديد، قد أظهر بوضوح، أن تنبيه طرف المكافأة غالباً ـ وليس دائماً ـ ما يُكَوِّنُ شعوراً إيجابياً في البشر. ويتألّف طريق المكافأة من عدد صغير نسبياً من الخلايا العصبية التي تُرْسِل محاورَ عصبية وإشارات كهربائية من جزء من الدماغ إلى جزء آخر منه مطلقةً الدوبامين المرسِل. وَتُنَبِّهُ عقاقيرُ مثل الكوكائين والهيروين والكحول هذا الطريق وتسبب إطلاق الدوبامين، وقد يفسّر ذلك لماذا يسبب تعاطي هذه العقاقير «مكافأة» أما الجانب السلبي لهذه المكافأة فهو أن إيقاف استعمال هذه العقاقير يؤدي إلى انخفاض مفاجئ في نشاط طريق المكافأة في الدماغ إلى ما دون المستوى الطبيعي. وهكذا نجد أن لا شيء يُسعد أو يكافئ الشخص الذي انقطع عن هذه العقاقير إلاّ العقار نفسه. وقد يكون ذلك سبب إدمان المدمنين على الكوكائين والهيروين والكحول والنيكوتين. والشخص المدمن يكون في حالة مشابهة لحالة الجرذ في قفصه، متجاهلاً بقية الحياة لأن لديه طريقاً مختصراً إلى موطن يُنْسى فيه الهم والألم والواقع الخارجي.

ولكن طريق المكافأة ليس وثيق الصلة بمدمني المخدرات فقط. قد يكون هذا الطريق أهمَ آليةٍ دافعةٍ أساسيةٍ داخلنا جميعاً. لقد وَجَدَ حديثاً بول غراسبي Paul Grasby وزملاؤه في كلية إمبيريال في لندن أن هذا الطريق يُنَشَّطُ في أناس يقومون بألعاب الڤيديو. بينما كان

المتطوعون الذين تجرى عليهم التجربة يوجهون ضربة إلى تحصينات العدو، رُسِمَ انبعاث البوزتيرون PET لمراقبة مقدار الدوبامين الذي أُطْلِقَ في طرق المكافأة في الدماغ. لقد حُرِّضَ المتطوعون كذلك بمكافأة خارجية: 7 جنيهات (10 دولارات) لكل إنجاز مستوى لعبة ڤيديو. ولم يسبِّب القيام باللعبة فقط إطلاق الدوبامين داخل أدمغة المتطوعين، كما وجد غراسبي Grasby، ولكن كان يرتبط مقدار الدوبانين المنطلق كذلك بالنجاح الذي كان يحققه الفرد باللعبة. إذاً، يمكن للأنشطة المبتذلة إذا ارتبطت بنوع ما من الفائدة أن تُحَرِّضَ طريق المكافأة باطني النمو في العقل وتقدم الدافع النفسي للبدء بهذه الأنشطة والمحافظة عليها. قد يكون الطريق جزءاً من آلية من أجل حوافز في الدماغ، تَسْتَخْدِمُ الجزرة والعصا لتحريضنا لتأدية أنشطة تُنَبِّهُ الطريق. يمكن أن تكون الجزرة شعوراً بالسرور أَو المكافأة التي يمكن أن تصاحب دافع الطريق، بينما يمكن أن تكون العصا الأنشطة المخفَّضَةَ للطريق ومتعة مرافقة عندما نتراجع عن أداء النشاط. وإذاً، قد نكون جميعاً كالجرذان في الأقفاص نحاول أن نُنَبِّه أجزاءً من دماغنا من أجل الحصول على مكافأة. ولكن إذا نظرنا إلى الأمر من منظور أكثر إيجابية، فإنه يمكن للجرذان والبشر أن يتدرّبوا أَو لا يتدرّبوا على ربط أشياء مختلفة بالمكافأة. ولكل البشر، إلى حد ما، خيار أن يدربوا أَو لا يدربوا أنفسهم من أجل ربطها بالمكافأة. وليس علينا إلاَّ أن نختار بحكمة.

منبهات الدماغ

في كل ثقافة وعصر، يبحث البشر عن مواد «سحرية» ترفع مستويات طاقة العقل والجسم. ومنذ بدء التاريخ يتجول الدجالون والمشعوذون والسحرة لبيع بضاعتهم من المنشطات وحبوب الحيوية والمنبهات لتزوِّدَ الدماغ بالقوة، حتى أصبح لدينا اليوم مخزون مثير للإعجاب من عقاقير توقظ العقل وتحسن الأداء العقلي. وما المنبهات إلاَّ عقاقير تُستخدم لمزيد من اليقظة وتحسين المزاج وتسريع الفكر، وبالتالي تعزيز الأداء العقلي وتفريج الهم. وتستخدم المنبهات القانونية كنيكوتين السجائر وكافائين القهوة ومشروبات الشاي والكولا في كل الأوقات لتنظيم الطاقة العقلية على أحسن حال. وتختلف المنبهات غير القانونية كالكوكائين والأمفيتامين عن المنبهات القانونية في أنها تُرقِّي الشعور بالنشاط وخفة الحركة ولكن متعاطيها يصبح عالةً على الآخرين. إن المنبهات ممتعة ليس فقط من أجل إمكانية تعزيز الطاقة الدماغية ولكن للضوء الذي تلقيه على طبيعة الطاقة العقلية.

إن الكوكائين عقار له تاريخ شيق. وأصبح اليوم من أغلى العقاقير وأكثرها رواجاً في العالم، ويستخدمه بانتظام أربعة ملايين شخص في الولايات المتحدة الأمريكية ويكلف أربعين بليون من الدولارات سنوياً. ويشجع ذلك على تجارة دولية غير قانونية تمول بعض الأقطار بينما تُفْقِدُ أقطاراً أُخرى استقرارها وتدمّر اقتصادها. وقد اسْتُخْدِمت أوراق الكوكه، التي يُسْتَخْرَجُ منها الكوكائين، من أجل خصائصها المنبهة من قبل هنود جبال الأنديز لأكثر من ألف

سنة. وتُحْدِثُ الأوراق بصورة رئيسية الآثار نفسها لعصارتها الشفافة، ولكن إذا مُضِغتْ الأوراق فإن الكوكائين يُطْلَقُ ببطء داخل الأحشاء وَيَنْفُذُ إِلى الدم من خلال الأنبوب الهضمي. وهكذا نجد أن آثار النشاط النفسي للأوراق أبطأ وأقل شدة من المسحوق النقي الذي عادة ما يُسْتَنْشَقُ أَو يُحقنُ.

لقد اعتبرت حضارة شعب الإنكا في البيرو الكوكه هبة من الشمس ويدعي شعبها أن:

«ملائكة الإله قد وهبت الإنسان ورقة الكوكة لتشبع الجائعين، وتزود المتعبين والضعفاء بالقوة، وتُنْسي التعساء تعاستهم».

وفي البداية، اقْتُصِر استخدامها على الطبقات الملكية والكهنة ولكن مع مرور الزمن انتشر استعمالها على نحو واسع بين شعب الإنكا. وتسارعت هذه العملية بسرعة مفرطة وذلك بالفتح الإسباني. كما أن قدرة هذه الورقة على زيادة عمل وتحمّل الهنود الأسرى لفت نظر الإسبان بصورة قوية. وقد لاحظ المؤرخون الإخباريون ما يلي:

«إن هذا العشب مغذٍ ومنعش للغاية بحيث يعمل الهنود أياماً كاملة دون أن يتناولوا شيئاً آخر، وعند الافتقار إليه يجد الهنود ضعفاً في قواهم».

ولذلك شجع الإسبان الهنود على استخدام الكوكه وخاصة في العمل في مناجم الذهب على المرتفعات.

لم تَدْخُل الكوكه أوروبا بكميات كبيرة حتى منتصف القرن التاسع عشر، ومن ثم نُسِبَ استيرادها إِلى الكيميائي الكورسيكي أنجيلو

ماريانى Angelo Mariani. لقد نشر الكوكه بابتكاره منتجات تحتوي على عصارة الكوكه ومنها قطع حلوى الكوكه وشاي الكوكه وعصير الكوكه. وكان آخر هذه المنتجات عصير ماريانى (وهو المقوي الشهير عالمياً للجسم والدماغ). الذي أصبح بسرعة الشراب الأكثر انتشاراً في أوروبا. وبعد أن أصبح مطلوباً كعصير ودواء، كان أطباء أوروبا ينصحون به كمزيج قوي لعلاج كل شيء بدءاً من التهاب الحنجرة إلى الاكتئاب السريري. ولا عجب أن سيدات أواخر القرن التاسع عشر كُنَّ يشربن عصير ماريانى بشغف، لأنه كان يحتوي على مادة تنعش على نحو سارٍ مع جرعة منعشة من الكوكائين. وكانت تباع العبوة وعليها نصيحة طبية قوية. ماذا يمكن لإنسان أن يتمنى أكثر من ذلك! واستُقْبِلَ ماريانى كواحد من مواطني أوروبا العظماء. وَمُنِحَ ميدالية خاصة من البابا.

أدى نجاح عصير ماريانى Mariani إلى إلهام الصيدلي جون بيمبرتون John Pemberton في جورجيا أن يبتكر الكوكاكولا سنة 1886. كان التركيب الأصلي يحتوي على نبيذ كحولي وَوُصِفَ بأنه «نبيذ الكوكه الفرنسي، المقوي المثالي» وهنالك من نصح به كمنبّه وعلاج للصداع. على كل حال لم يكن ذلك ناجحاً، وبسرعة حَلَّ مكان النبيذ عُصارةُ جوزة الكولا، وهي مصدر الكافئين. وأُعلن عن هذه الكوكاكولا الجديدة «كشراب المفكرين ومشروب المعتدلين في معاقرة الخمر». وأضيف ماء الصودا سنة 1888 لإنتاج شكل «كلاسيكي» من المشروب باستثناء أنه كان يحتوي على الكوكائين

طبعاً. وفي أوائل القرن العشرين أُبعد الكوكائين من الكوكاكولا عندما أدرك الناسُ الخصائص الإدمانية، وحلّ مكانه مستويات عالية من الكافائين. أما الخصائص المنبهة لكوكاكولا العصر الحالي ومشروبات الكولا الأُخرى فناشئة عن الكافئين إضافة إِلى المستويات العالية من السكر.

وَاسْتُخْرِجَ الكوكائين من أوراق الكوكه سنة 1860. وقد مَيّز ذلك بداية المشاكل. لقد استخدمت الكوكه وعصارتها لمئات السنين دون أن يسبِّب ذلك أي اعتماد نفسي واضح على العقار أَو أي آثار جانبية سلبية ظاهرة للعيان. ولكن الكوكائين المُسْتَخْرَج كان شيئاً مختلفاً. وقد أُدْرِكَ هذا الاختلاف ببطء فقط. وكان سيغموند فرويد Sigmund Freud من أكبر ذوي النفوذ والمؤيدين لاستخدام الكوكائين الصافي. وكطبيب شاب للأمراض العصبية سنة 1884، اقترض فرويد Frued مبلغاً كبيراً من المال المطلوب لشراء العقار الصافي وجربه على نفسه وعلى الكثير من أصدقائه ومرضاه. وقد وجد أن العقَّار كان يدعم طاقته ويقوي رجولته ويبعد عنه الهم. وكتب إِلى خطيبته مارثا Martha عند سماعه أنها فقدت شهيتها:

«وا أسفاه يا أميرتي، عندما أصل سأقبّلك حتى تحمر وجنتاك وأطعمك حتى تصبحي على خير ما يرام. وإذا كنت متفوقة في الرياضة سوف تَرين مَن الأقوى،، أهي فتاة صغيرة لطيفة لا تأكل ما يكفي أم هو رجل جامح يجري الكوكائين في جسمه. في آخر نوبة اكتئاب شديدة أصابتني، أخذت الكوكائين ثانية وقد أوصلتني جرعة صغيرة منه إِلى قمة السعادة بطريقة رائعة. والآن أنا مشغول

في جمع ما كتبت من أجل أغنية أمدح بها هذه المادة السحرية».

وحقاً كتب فرويد بحثاً علمياً طويلاً مادحاً الخصائص المنبهة للكوكائين من أجل أغراض مختلفة، وقد نشأ عن ذلك انتشار استعماله: فقد وصفه الأطباء على نطاق واسع من أجل التفريج عن القلق والاكتئاب بينما كان ينعم فرويد بشهرة يفاخر بها.

وعلى كل حال، هنالك من اكتشف تدريجياً أن الكوكائين يسبِّب الإدمان. ولقد أصبح صديق فرويد الحميم مدمناً على نحو لا يمكن السيطرة عليه. ووجده فرويد يوماً مساءً في حالة ارتعاش هذياني يتخيل فيها ثعابين بيضاء تزحف فوق جلده. وأمضى فرويد الليل مع صديقه وكان أبغض ليل في حياته. ثم بدأت شهرة الكوكائين تنهار، وذكرت التقارير التي وصلت من جميع أنحاء العالم أنه كان يسبِّب الإدمان، وكان ساماً وعديم الفائدة لكل الأغراض الطبية، إلاَّ أنه مخدر موضعي. وشُجِبَ الكوكائين وأُعْلن رسمياً أنه البلاء الثالث للبشرية إضافة للكحول والمورفين. ومما سبَّب غماً لفرويد أن شرف اكتشاف خصائص الكوكائين كمخدر موضعي نُسِبَ إلى صديق ذكر فرويد هذه الخصائص أمامه. وبعد أن فقد فرويد شهرته وأصيب بخيبة أمل مارس عمله كطبيب خاص لزبائنه. وفيما بعد، حاول أبو التحليل النفسي أن يُقلِّل من هذه الأحداث ويمنع انتشار بحث نصح به حقن الكوكائين بالوريد. ولكن ربما ألهمه استخدامه الخاص للكوكائين بنظرياته الأولى عن التحليل النفسي.

لقد أُسيئ استخدام الكوكائين الصافي في القرن العشرين، ولكن

استخدامه غير القانوني الواسع الانتشار نهض في الثمانينيات من القرن العشرين وخاصة في أمريكا ولذلك تعتبر التجارة العالمية بالكوكائين اليوم بين أكثر السلع انتشاراً في العالم. ويُستنشق الكوكائين أو يُحقنُ أَو يُدَخَّنُ مسبِّباً نشاطاً وخفة في الحركة، وطاقةً زائدةً، وفقداناً للشهية. ويسبِّب استخدامه الزائد ضجراً وسرعة غضب وقلقاً واضطراباً عقلياً يقوم على الارتياب في الآخرين. ولكن كيف للكوكائين أن يمارس هذه الآثار التي تُعدِّل من الذهن؟ جوهرياً، يتنبه نظام الأدرينالين في الدماغ. فجانب من جزيء الكوكائين مشابه في بنيته للنورأدرينالين والدوبامين المرسِل العصبي الآخر، لذلك فهو يرتبط مع البروتينات التي تُحْدِثُ آثار هذه المرسلات العصبية في الدماغ. ويبدو أن الكوكائين يدفع هذه المرسلات العصبية خارج النهايات العصبية ويمنع النهايات من امتصاصها. ولذلك يتشكَّل مستويات زائدة للغاية من النورأدرينالين والدوبامين في نقاط الاشتباك العصبي. وهكذا نجد أن النتيجة النهائية تقوم على تنبيه نظام النورأدرينالين في الدماغ، الذي كما رأينا في المقطع الأخير يُسَبِّبُ يقظة ونشاطاً وخفة حركة وطاقة زائدة.

للأمفيتامين أثر منبّه مشابه للكوكائين ولكن أحداث تطوره مختلفة نوعاً ما. وتبدأ القصة بالبحث عن علاج لداء الربو في العشرينيات من القرن العشرين. ولا يزال سبب داء الربو غير واضح. ولكن الأعراض تنشأ عن التهاب رئوي مزمن يقلّص القصبات الرئوية مسبِّباً صفيراً وصعوبة في التنفس. وكان الأدرينالين العلاج الأكثر فعالية

أوائل القرن التاسع عشر الذي يوسع القصبات الرئوية ويخفِّف، بالتالي، من الأعراض. ولسوء الحظ لا يكون الأدرينالين فعالاً عندما يؤخذ عن طريق الفم. وكان ينبغي حقنه في الدم، وعندئذ يمكن استخدامه في حالات الطوارئ فقط. سعى الكيميائيون أن يحصلوا على اشتقاق من الأدرينالين الذي يمكن أن يؤخذ عن طريق الفم. ولكن النجاح كان محدوداً. ومن ثم، في أوائل العشرينيات من القرن العشرين ك. ك. تشين K. K. Chen الإخصائي في علم العقاقير ويعمل في شركة ليلي للعقاقير، بدأ يدرس نباتاً يدعى ما هوانغ ma huang. فُتِنَ تشين Chen بالعلاجات العشبية الصينية، ولاحظ أن ما هوانغ ma huang كان يُسْتَخْدم مراراً وتكراراً كعلاج صفير داء الربو. وحصل على عصارة نبات وَبَيَّن أنها كانت تمدد القصبات الرئوية. وشرع (مع كيميائيين آخرين) في فصل المادة الفعَّالة، ودعى المادة الكيميائية الناتجة باسم إيفيدرين Ephedrine، وكان الإيفيدرين فعالاً في التفريج عن الصفير عندما يؤخذ عن طريق الفم. وأصبح بسرعة العلاج الطبي الأكثر رواجاً لداء الربو.

لسوء الحظ، كان ينبغي فصل الإيفيدرين عن ما هوانغ ma huang وأصبحت إمدادات هذا النبات محدودة. وكان الحل إنتاج الإيفيدرين كيميائياً بالطرائق الصنعية. وأثناء هذه المحاولات، أنتج غوردان أليس Gordan Alles في منتصف الثلاثينيات من القرن العشرين مادة كيميائية وثيقة الصلة بالإيفيدرين وهي الأمفيتامين. وقد ثبت أنه شكّل مُحَسَّن للإيفيدرين لأنه يمكن أن يُرَكَّب على شكل متطاير

واستنشاقه ليصل للرئتين. وقد بيع الشكل المتطاير من الأمفيتامين باسم تجاري هو بينزيدرين Benzedrine. وبسرعة أصبح علاجاً رائجاً لداء الربو في أواخر الثلاثينيات من القرن العشرين والأربعينيات كما أصبحت عبوة الاستنشاق متوفرة بصورة واسعة في المحال التجارية. وكشف الناس الذين يستنشقون العقّار أنّه إذا فُتِحتْ عبوة الاستنشاق وشموا المحتويات فإن سروراً يتحقّق بسرعة.

ساهم علماء النفس في جامعة مينيسوتا، في غفلة منهم، في انتشار استنشاق الأمفيتامين، وذلك باختباره ووصف آثار تناوله من قبل الطلاب. وقد لاحظوا أن العقّار منع النوم ونفخ الحيوية في أولئك المتْعَبين. وانتشرت شفهياً بين الطلاب أخبار عن هذا العقّار الذي يرفع مستوى الطاقة. وحصل البعض منهم على الأمفيتامين من الصيدليات واستخدموه لمنع النوم والتعب أثناء التحضير للامتحانات وتنشيط العقل خلال الامتحانات.

استخدِم الأمفيتامين على نطاق واسع من قبل القوات المسلحة المشاركة في الحرب العالمية الثانية على نحو يمكن القول فيه أنّها كانت أول حرب رفعت مركز هذا العقار. وأعطى البريطانيون بصورة عادية حبوباً لجنودهم، ومع أن الأمريكيين لم يفعلوا ذلك إلاّ أنهم حصلوا على الحبوب بسهولة من أطباء الجيش البريطاني. أما الألمان فقد أعطوا طياري قاذفات القنابل الأمفيتامين ليحافظوا على يقظتهم خلال الغارات الجوية فوق إنكلترا. وأعطى اليابانيون الأمفيتامين ليس لرجال الجيش فقط، وإنما قدَّموه دواءً بصورة نظامية إلى المدنيين

المشتركين في صناعات زمن الحرب وذلك من أجل زيادة إنتاجيتهم. وبعد الحرب، أعلن عن الأمفيتامين في اليابان من أجل «التخلص من النعاس ورفع المعنويات» وكان اليابانيون كذلك بحاجة ماسّة لمادة كهذه. وفي سنة 1948، خمسة من كل مئة ياباني بين سن 16 ـ 25 كانوا يعتمدون عليه. وهكذا انتشر أول وباء للأمفيتامين.

في أواخر الستينيات من القرن العشرين استخدم الهيبيون والمدمنون ل. س. د والأمفيتامين معاً ليحقّقوا سعادة أكبر. وهنالك من بدأ بحقن الأمفيتامين في الوريد للحصول على هجمة سريعة من النشاط وخفة الحركة، وغالباً ما وُصِف ذلك بعبارة «هزة جماع الجسم كله» ويُخفِّضُ الأمفيتامين، شأنه شأن الكوكائين، التعبَ والنومَ والجوعَ والاكتئابَ وينبّه النشاطَ وخفةَ الحركة والحيويةَ. ولكن إيقافه بعد الإفراط في استخدامه يؤدي إلى نتائج عكسية لذلك يسعى المستعمل، رغماً عنه، أن يحصل على جرعة أكبر وأكبر ليتجنّب انهياراً مفاجئاً يسبِّب اكتئاباً. والأمفيتامين، كالكوكائين، له بنية مماثلة للنورأدرينالين، ويؤثِّر على الدماغ وذلك بتنبيه نظام النورأدرينالين.

ليست مادة الكحول مادة منبهة كلاسيكية، ولكن عند المستويات المنخفضة فإنها تنبه الدماغ. وتُضْعِفُ المستوياتُ المعتدلةُ على كل حال نشاطَ الدماغ وتُحْدِثُ تسيباً في السلوك النفسي مما يؤدي إلى انخفاض القلق وارتفاع في العلاقات الاجتماعية والميل الجنسي. أما الجرعات العالية فتؤدي إلى اختلال وظيفي في الجهاز الحركي

وانخفاض خطير في مستوى غلوكوز الدم، ويعود السبب إلى أن الكحول تمنع تشكيل غلوكوز الكبد.

قد يكون النيكوتين أكثر عقّار مستعمل عموماً لدعم الطاقة. وخلال عشر ثوان من أخذ أول استنشاقة من السيجارة تُظهِرُ مرسمة أمواج الدماغ مزيداً من الأمواج الدماغية، وهذا يعني يقظة أكثر واسترخاء أقل. إن نبتة التبغ موجودة أصلاً في الأمريكيتين. وأول من استعمله شعب المايا في أمريكا الوسطى. ودخَّنه هنود البحر الكاريبي عندما وصل كولومبس سنة 1492. ثم أُدخل التبغ إلى أوروبا بعد ذلك. يشبه النيكوتين مُرْسِلاً عصبياً رئيسياً في الدماغ وهو الأسيتيلكولين، إنه يرتبط بالمتقبِّل وينبهه من أجل الأسيتيلكولين الموجود على العصبونات والعضلات. وتكون النتيجة إثارة في الدماغ واستجابة الكر أَو الفر في الجسم الذي يسبِّب تنشيط الطاقة. ويدعم النيكوتين القدرة على التركيز والتعلّم والتذكّر. وزيادة الإثارة التي يسبِّبها النيكوتين قصيرة الأمد بالمقارنة مع المنبهات الأُخرى. وَيَتْبع تلك الزيادة، حتماً، فترة إثارة آخذة في التناقص. وتُحدِثُ الجرعات العالية من النيكوتين نقصاً في الإثارة. والناحية السلبية في النيكوتين هي أن الدماغ يعتاد عليه، ولذلك يحتاج مستويات أعلى وأعلى لتحقيق الأثر نفسه، وإذا توقف استعماله يصبح مستوى تنبيه الدماغ أدنى من الطبيعي وتكون النتيجة الإدمان. إضافة لذلك، تسبّب مكونات أُخرى للسيجارة (كالقطران وثاني أوكسيد النيتروجين) سرطاناً وأذى يصيبان الرئة. ويسمِّم أول أوكسيد الكربون الدمَ

ويضعف قدرته على نقل الأوكسجين. ويصيب الضرر الأوعية الدموية ويزيد خطر أمراض القلب. أما الأثر العام للاستعمال المديد فهو، بصورة رئيسية، طاقة آخذة في التناقص.

وهنالك منبه آخر منتشر كثيراً وألطف من الكوكائين وهو الكافائين المادة المتوفرة في القهوة والشاي ومشروبات الكولا والشوكولاته. وأول ما زرعت القهوة في الجزيرة العربية. غالباً، وفي زمن النبي محمَّد صلى الله عليه وآله وسلم تقريباً. وحسب ما تقول الأسطورة إن راعي غنم لاحظ بأن قطيعه يصبح مَرِحاً بعد تناول ثمار شجيرات القهوة البرية، فأخبر الرهبان الذين جمعوا ثمارها وصنعوا منها شراباً مُخمَّراً أيقظهم ساعات طويلة لأجل الصلاة. وجَرَّب الحجّاج المسافرون لزيارة مكة هذا الشراب الجديد وانتشرت كلمة عن ميزاته المنبهة إلى كل مكان. ومع ذلك لم تُزرع القهوة على نطاق واسع في الشرق الأوسط حتى القرن الخامس والسادس عشر. وفي مصر، كانت القهوة ممنوعة بموجب القانون في القرن السادس عشر، بسبب آثارها المسكرة فأحرقت المقاهي. وفي أوروبا في القرن السابع عشر، انتشر تناول القهوة وانتشرت المقاهي. وقد ألهم ذلك الهولنديين أن يزرعوها في مستعمراتهم. ولكن الفرنسيين هم الذين نجحوا في الواقع في نقل شتلة من شجرة القهوة إلى جزر الهند الغربية سنة 1714: وهذه الشجرة الوحيدة هي أصل كل شجرة في جميع مزارع أمريكا اللاتينية التي تُصَدِّرُ القسم الأكبر من قهوة العالم. أما نبتة الشاي فقد جاءت من جنوب شرق آسيا، واستخدم الصينيون

أوراقها المجففة ربما في القرن الثامن والعشرين قبل الميلاد. وأدخل الهولنديون الشاي إلى أوروبا في القرن السابع عشر ولكن شهرته لم تعادل شهرة القهوة إلاَّ في إنكلترا. ولا يزال الشاي رائجاً في آسيا ويشربه بانتظام نصف سكان العالم. لقد اكتشِفت مادة الكافئين في القهوة سنة 1820. ولهذه المادة آثار كيميائية بيولوجية وفزيولوجية ومنها ضغط الدم وتنبيه الدماغ والقلب والرئتين. إن لهذه المادة آثاراً منبهة للدماغ، محدثة أمواجاً دماغية لتختار النمط المميز لليقظة الشديدة. إنها تزيد القدرة على التركيز ويمكن أن تُحَسِّن أداء المهام المتكرّرة التي تتطلّب تركيزاً شديداً. وتَكْبِتُ النوم والشعور بالنوم. تُحْدِثُ مادة الكافئين إثارة وذلك برفع مستويات الأدرينالين والكورتيزول من جهة وسد متقبلات الأدينوسين في الدماغ. تستطيع مادة الأدينوسين في الدماغ أن تعمل عمل المرسل العصبي أَو المُعدِّل العصبي حيث ترتبط بمتقبلات الأدينوسين مُسَبِّبَة عموماً قصوراً في النشاط العصبي وترتبط مادة الكافئين بالمتقبلات نفسها وتعيق عمل الأدينوسين، ولذلك تزيد نشاط وإثارة العصبون الدماغي.

يبدو أن كل شيء على أحسن ما يرام. ولكن كشأن المنبهات الأُخرى، إن استعمال مادة الكافئين بانتظام أَو إساءة استعمالها يشكل مقاومة للكافئين. ولذلك قد يحتاج الذي يتناولها مستويات أعلى للحصول على السرور نفسه. وإذا توقف من يشرب القهوة بكثرة عن شربها، عندئذ تتراجع الأعراض مع أنّها أقل إثارة من أعراض المنبهات الأُخرى. ويكفي الامتناع عن تناول الكافئين حتى لليلة

واحدة لإحداث آثار سلبية هامة، منها التعب والصداع والاكتئاب والغضب والتغوط. ويستطيع شارب القهوة أن يخفف جميع هذه الأعراض وذلك فقط بتناول أول فنجان قهوة في النهار. وهذا يجعل متناولَ القهوة يعتقد أن القهوة ضرورية للمحافظة على مستويات الطاقة. وعلى كل حال، يمكن أن يسبب تَنَاوُل القهوة لمدة طويلة ضغطاً نفسياً وتعباً واضطراباً في النوم. إن إنقاص مقدار القهوة أَو زيادته يمكن كذلك أن يسبِّب تراجع أعراض الكافئين بالنسبة لمن يشربها. ولكي نتجنّب هذه المشاكل كلها من الأفضل شرب القهوة كل يوم بمعدل منخفض أَو معتدل، ولكن ليس في وقت متأخر من اليوم. إننا نجد الكافئين كذلك في الشاي ومشروبات الكولا والشوكولاته بمقادير كافية لإحداث آثار مماثلة ولكن عادة أقل قوة.

إذاً، إن جميع المنبهات المنتشرة ـ الكوكائين والأمفيتامين والنيكوتين والكافئين ـ تُعطي دعماً للطاقة طويل الأمد. ولكن الاستخدام المزمن يُحْدِثُ مقاومة ويؤدي إلى تفريغ طويل الأمد للطاقة. وعموماً، إنه لأمر طائش أن نحاول وندعم بصورة دائمة مستويات الطاقة بمنبه، لأن الجسم يتكيف ويعتاد وذلك لمحاولة المحافظة على مستوى الطاقة نفسه. ولذلك عندما نسحب المنبه، تهبط مستويات الطاقة إلى ما دون المستوى الطبيعي.

تُسْتَخْدَمُ كل هذه المنبهات بصورة عامة ومتكرّرة، الأمر الذي يثير السؤال المشوق، لماذا؟ لماذا نحاول باستمرار أن نرفع مستويات طاقتنا حتى بتعريض أجسامنا لخطر الأذى؟ لماذا يكون مستوى الطاقة

الطبيعي غير المحرَّض كافياً لتلبية حاجاتنا. ومع ذلك، لقد تطورت آلية تشكيل طاقتنا بالإصطفاء الطبيعي لكي تلبي حاجاتنا من الطاقة. ولكن لماذا نحتاج المزيد؟ هل مطالب الحياة المعاصرة أكثر من الظروف التي منها نشأنا؟ يبدو الأمر بعيد الاحتمال: من غير ريب، يَسْتعمل الناس في العالم المتطور طاقة أقل من أولئك الذين يعيشون في العالم النامي. ولكن لماذا؟ والجواب يمكن أن يكون ببساطة أن لدينا حافزاً للإثارة. نحن نحب أن نكون في حالة من اليقظة ونسعى للحصول على المستوى الأعظمي منها. والإثارة تُنَبِّهُ مراكز المكافأة في الدماغ، الأمر الذي يجعلنا نشعر بأننا على خير ما يرام. وقد يكون الأمر ببساطة كما يلي: الطاقة تجعلنا نشعر أننا على خير ما يرام.

الطاقة في الدماغ

يستخدم الدماغ البشري الكثير من الطاقة. وفي الواقع، إنه أكثر أعضاء الجسم تَوْقاً للطاقة. وهذا هو سبب ضعفه المفاجئ. فإذا انقطعت عنه إمدادات الطاقة لأكثر من عشر دقائق، كما هو الحال في السكتة الدماغية أَو النوبة القلبية، فإن عطباً لا يمكن إصلاحه يصيب الدماغ. وليس هنالك عضو مثله يستشعر التغيرات في إمدادات طاقته كما يستشعرها. إن الدماغ البشري يشكِّل فقط اثنين في المئة من وزن الجسم، ولكنه يستهلك نحو عشرين في المئة (الخمس) من مجموع الطاقة في الجسم أثناء الراحة. وهذا يعني أن الدماغ يستهلك في كل

غرام من النسيج طاقة تقدّر بعشرة أمثال معدل الجسم. ولما كان الدماغ شديد العناية بالتفاصيل، فإنه لا يَستخدم الدسم كوقود. وقد يَسْتهلِكُ (في بعض الحالات) معظم غلوكوز الجسم. إن الجسم في خطر دائم ناتج عن استنزافه من قبل الدماغ الشره، ولكنه لا يستطيع أن يسمح للدماغ أن يصاب بنقص في الطاقة لأن ذلك يؤدي سريعاً إلى الموت.

ولكن أين تذهب كل هذه الطاقة التي يستخدمها الدماغ؟ يُسْتعملُ معظمها من أجل معالجة المعلومات في نقاط الاشتباك العصبي بين العصبونات. إن أقنية الأيونات، وهي بوابات في غشاء الخلية العصبية، تَفْتَحُ وتغلق باستمرار لتسمح للأيونات بالدخول والخروج من العصبونات. أما تحركات الأيونات تلك، والتغيرات الكهربائية التي تحرضها فَتُحْدِثُ التغيرات في الإثارة العصبونية التي تسبق معالجة معلومات الدماغ. ولكن الأيونات التي تدخل أو تغادر العصبون من خلال قنوات الأيونات فينبغي أن تُضخَّ للداخل أو الخارج إذا كان على العصبون أن يتابع عمله. ويتطلب ضخ الأيونات طاقة تُسْتَمَدُ بصورة مباشرة أو غير مباشرة من ATP. وإذا سُدَّت قنوات الأيونات والنشاط الكهربائي للدماغ، وذلك باستخدام مخدر عام، عندئذٍ يَهبِطُ استخدام الدماغ للطاقة إلى النصف. وإذاً، بالرغم من أن معالجة المعلومات تبدو كنشاط غير واضح، فإنها تتطلب مقادير كبيرة من الطاقة، تماماً كما تتطلّب معالجة المعلومات في رقاقة السيليكون.

فإذا كان الدماغ يستخدم الكثير من الطاقة من أجل نشاط العقل،

فهل نستطيع أن نلاحظ تغيرات في استخدام الطاقة من لحظة لأُخرى أثناء تفكيرنا وشعورنا؟ في الواقع، إذا استخدمنا التكنولوجيا الجديدة القوية، فإننا نستطيع أن ننظر داخل الدماغ البشري ونشاهد التغيرات في نمط استخدام الطاقة بينما العقل يفكر. لقد استخدِمت هذه التكنولوجيا للكشف عن أسرار العقل الأساسية، لمعرفة ماذا يحدث في الدماغ خلال حل معادلة رياضية أَو هلوسة المصابين بالفصام. ولأول هذه الطرق اسم مخيف نوعاً ما «الرسم الطبقي بانبعاث البوزيترون»، ولكن الاسم المختصر يعيد لنا الاطمئنان وهو PET. إلاَّ أن الاسم المخيف جدير بهذه الطريقة لأنني أعلم ذلك من تجربتي. لقد تطوعت من أجل مسح بطريقة PET لدماغي الخاص بي لأعرف ما هو عليه. فأدخلوا أولاً إبرة في شريان ذراعي (وهو إجراء نوعاً ما خطير بحد ذاته) ووصلوا الإبرة بأنبوب طويل صادر عن جهاز إلكتروني وضعوه على قاعدة في الأعلى. وكان يُصْدِرُ الجهاز باستمرار أوكسجين إشعاعياً بصورة قوية (أوكسجين 13) له عمر نصفي قصير للغاية الذي كان يغذي الأنبوب الذي يصل إِلى شرياني. ومنه انتشر بسرعة إِلى أطراف جسمي. قبل تشغيل النشاط الإشعاعي، استلقيت وأدخلت رأسي في حلقة من مكشافات الغاما التي أحاطت برأي كهالة كبيرة. وتراجع الأطباء والباحثون المجتمعون إِلى ما وراء جدار من رصاص وتركوني وحدي في شبه صمت لأفكر بالطنين المستمر للجهاز الإلكتروني بينما انتشر النشاط الإشعاعي في مجرى دمي. وعندما أصبح الأوكسجين الإشعاعي داخل دماغي فَسُدَ وأطلق

البوزيترون. إن البوزيترون عبارة عن قطعة من المادة المضادة، شيء من الخيال العلمي: عندما اصطدمت المادة المضادة بمادة دماغي أباد كل منهما الآخر، الأمر الذي شكّل انفجاراً من أشعة غاما عالية الطاقة. وانقذفت الأشعة خارج دماغي فأوقفها طوق من مكشافات غاما. وبالعودة إلى مسار أشعة غاما التي انقذفت بالوقت نفسه في اتجاهات مختلفة، استطاع الكمبيوتر أن يُقَدِّر أين وقع التصادم وبالتالي أين كان الأوكسجين الإشعاعي في أوقات مختلفة بعد أن دخل إلى مجرى دمي. وتنشيط قسم من دماغي بمهمة عقلية أدَّى إلى استعمال طاقة متزايدة من قبل ذلك القسم من الدماغ، وبالتالي حاجة متزايدة للأوكسجين والغلوكوز يؤخذان من الدم المحيط بتلك المنطقة. إن استعمال الطاقة الموضعي في الدماغ ينبه في الواقع الإمدادات وذلك بتوسيع الأوعية الدموية الموضعية، وبالتالي زيادة إمدادات الدم وبالتالي زيادة إمدادات الوقود إلى هذه المنطقة من الدماغ. ونفذ الأوكسجين الإشعاعي في دمي ببطء شديد إلى المناطق غير الناشطة من الدماغ ولكن بسرعة إلى المناطق الناشطة بسبب إمدادات الدم المتزايدة. وبمقارنة نمط نفوذ الأوكسجين الإشعاعي إلى دماغي خلال مهام عقلية مختلفة، استطاع الباحثون بمساعدة أجهزة كمبيوتر قوية أن يعرفوا أي المناطق أصبحت ناشطة وخلال أي مهمة. ولسوء الحظ، ينبغي تكرار المهمة عدة مرات لفصل الإشارة عن الصوت. ولذلك أصبح عقلي فاقد الحس عند نهاية التجربة.

ويستطيع جهاز PET أن يبحث ليس فقط عن الأوكسجين في

الدماغ، ولكن كذلك عن أي مادة يمكن أن يرتبط بها جزيء يُطلق البوزيترون. فمثلاً لقد استخدم شكل من الغلوكوز يطلق البوزيترون ليراقب التغيرات في استقلاب الطاقة في أجزاء مختلفة من الدماغ خلال مهمات عقلية. وقد أظهرت عدة دراسات أن نشاطاً عقلياً محدداً، كالقيام بحساب ذهني، يزيد استخدام الطاقة في عدد من مناطق محددة صغيرة من الدماغ، بينما ينقص استخدامها في مناطق أُخرى. وهكذا نجد أن استخدام الدماغ للطاقة إجمالاً لا يتغير كثيراً عندما نستخدمها لشيء محدد، مع أن الاستخدام الموضعي يمكن أن يزداد بصورة مفاجئة. مثلاً، إن استهلاك الدماغ للأوكسجين الكلي يزداد فقط بنسبة عشرة في المئة عندما ننتقل من الراحة إلى حل معادلة رياضية صعبة وتهبط فقط بنسبة عشرين في المئة عندما ننام. هذه النتيجة التي تقول إن استخدام الدماغ للطاقة عموماً يتغير قليلاً نسبياً خلال نشاط ذهني بدت في البداية متناقضة، إذا افترضنا أن الدماغ يستهلك الكثير من الطاقة، وأن وظيفته الرئيسية هي النشاط العقلي. ولكن المسح الذي قام به جهاز PET حَلّ التناقض وذلك عندما أظهر لنا أن أي نشاط عقلي محدد يستخدم منطقة صغيرة نسبياً من الدماغ، وأن تغيير الأنشطة العقلية يستلزم زيادة النشاط في منطقة وإنقاص النشاط في مناطق أُخرى. إذاً يمكن أن يكون التغير الكلي للنشاط صغيراً. ولا يمكن لكل المناطق الدماغية أن تَنْشط تماماً في آن واحد: لا نستطيع أن نحل معادلة رياضية بينما نتحدَّث مع تاجر على الهاتف في الوقت نفسه. يمكن أن تكون الحياة مثمرة أكثر إذا استطعنا

أن نفعل ذلك، ولكننا لا نستطيع. إن الانتباه يعمل عمل المشعل الكهربائي داخل العقل، يحول تركيزنا العقلي من مهمة إلى أُخرى ولكن لا يسمح لنا أن نُعْنَى بأكثر من مهمة عقلية أَو مهمتين في آن واحد. ولكن إذا أصبحت جميع مناطق الدماغ ناشطة تماماً في آن واحد، عندئذٍ يرتفع استخدام طاقة الدماغ على نحو مفاجئ. وهذا ما يحدث فعلاً أحياناً في أحوال مَرَضِيَّة كما هو الحال في نوبات الصرع، أي عندما يمكن أن يزداد استهلاك أوكسجين الدماغ بنسبة أربعة أَو خمسة في المئة: والنتيجة الوحيدة، على كل حال، هي اضطراب عقلي تام.

كان هنالك نتائج مفاجئة للبحث، وهي أن النشاط العقلي لا يزيد فجأة استخدام الدماغ لكامل الطاقة. ولهذه النتائج المفاجئة نتيجة منطقية تقول إذا أنت أمضيت ساعة أَو يوماً تفكر ملياً، فليس لذلك أثر كبير على استخدامك لكامل طاقتك أَو حاجتك للطعام. إنَّ عاملاً خاملاً في مكتب، وكذلك أينشتاين Einstein، يستخدم طاقة أقل بكثير من عامل منجم (الذي استخدامه لكامل الطاقة تعادل ثلاثة أضعاف العامل في المكتب). فإذا أتعبك نشاط قلبي مطول، فليس بسبب نضوب طاقة الجسم أَو حتى الدماغ. ومن جهة أُخرى، يندر أن ينشأ تعب عامل المنجم أَو العدَّاء عن نضوب الطاقة من كامل الجسم، ولكن غالباً ما ينشأ عن نضوب الطاقة (أَو تغيرات أُخرى) داخل عضلات محددة لها علاقة بحركة العامل أَو العدَّاء. وبصورة مشابهة، إن تعب عامل مفكر قد يَحْدُثُ في مناطق دماغية محددة لها علاقة.

ونجد، في بعض الحالات، أن التعب قد يُراوَغُ، وذلك بالتحول إلى نوعٍ آخر من المهمات العقلية مختلفٍ تماماً، واستخدام أقسام أخرى من الدماغ لم يصبها التعب بعد. ولسوء الحظ، لم يُعرف حتى الآن إلاَّ القليل عن أسباب ونتائج التعب العقلي.

وبما أن تجربة الرسم الطبقي بانبعاث البوزيترون لم تخيفني نسبياً، تطوعت من أجل طريقة رئيسية أُخرى لتصوير النشاط الدماغي، وهي التصوير بالمرنان المغناطيسي MRI. ولحسن الحظ، كانت بالمقارنة مع التجربة السابقة، تجربة بلا ألم نسبياً، علماً أنّه كان عليّ أن أضع رأسي في فتحة سوداء تقع في مركز الآلة، التي كانت بصورة رئيسية مغناطيساً ضخماً، يُصْدِرُ مجالاً مغناطيسياً كبيراً عبر دماغي. لقد جَعَلَ المجالُ المغناطيسي بعضَ البروتونات التي تدور في دماغي أن تنجذب إليه. ثم دخلت سلسلة من الموجات الإشعاعية رأسي على شكل نبضات، جاعلة البروتونات تدخل إلى المجال المغناطيسي على شكل موجات. وسبَّبت حركة البروتونات، بدورها، انبعاث موجات إشعاعية من دماغي التي اكتُشِفت بعدئذٍ بواسطة المكشاف الإشعاعي. وبعد ذلك، شَكَّلَ كمبيوتر قوي صورةً تفصيليةً لا تصدق عن داخل دماغي. ولقد أعطت الصورة وصفاً سُكُونياً عن الدماغ: ويأتي الجانب الفعَّال من حقيقة مفيدة هي أن الجزيء ـ هو موغلوبين ـ الذي يحمل الأوكسجين في الدم، مُعْطياً الدم لونه الأحمر، يتفاعل مع المجال المغناطيسي عندما يحمل الأوكسجين، ولكنه لا يتفاعل عندما لا يحمل الأوكسجين. وهذا

يعني أن الصورة بالمرنان المغناطيسي لا تكون واضحة في مناطق الدماغ حيث هنالك أوكسجين غزير، ولكن واضحة حيث هنالك القليل منه. وبمقارنة صورتين مختلفتين، أثناء قيام الدماغ بمهمتين عقليتين، تستطيع أن تأخذ فكرة عن المكان الذي يُستخدم فيه الأوكسجين، وبالتالي عن المكان الذي يَجري فيه النشاط الكهربائي ومعالجة المعلومات المرتبطة بهذه المهام. إنها فكرة ذكية. ولكنني أجد صعوبة في المحافظة على تركيز عقليّ عندما يكون رأسي ما يزال داخل الفتحة السوداء المليئة بضجة شديدة.

لقد اسْتُخْدِمَ المرنان المغناطيسي الفعَّال مؤخراً لاختبار أثر الانتباه والقدرة على الفهم. لقد اختبر نيلي ليڤي Nilli Lavie وزملاؤه في لندن نظريته التي تقول إن هنالك قدرة محدودة، وتقريباً ثابتة، في الدماغ من أجل معالجة المعلومات، ولذلك إذا ركَّزنا على مهمة واحدة مثيرة، عندئذ نهمل المنبهات الأُخرى. ولكن إذا كانت المهمة غير مثيرة عندئذ نلتفت إلى منبهات أُخرى تصرف انتباهنا وتلهينا. لقد أعطى ليڤي Lavie المتطوعين الذين تجرى عليهم التجربة إما مهمة سهلة أَو صعبة ليقوموا بها بالكلمات على شاشة الكمبيوتر التي عليها رسم من نقاط متحركة على طرف الشاشة. وكان قد أظهر بحث سابق أن هذه النقاط المتحركة قد نَشَّطَتْ قسماً من الدماغ الذي قام بتحليل الأجسام المتحركة، وأن هذا النشاط يمكن أن يُكْتَشَف بالمرنان المغناطيسي الوظيفي. من غير ريب، عندما كان المتطوعون يقومون بالمهمة السهلة، كانت تَنْشُطُ مراكز الكشف عن الحركة في الدماغ،

مع العلم أن هنالك من أخبر المتطوعين أنهم قد يعانون من آثار ثانوية إذا التفتوا لهذه النقاط. ولكن عندما قام المتطوعون بالمهمة الصعبة لم يُنَشَّطْ مركز حركة الدماغ من قبل النقاط، وبالتالي لم يُلاحِظ المتطوعون المنبهات التي تصرف الذهن. إن النقطة الأساسية لهذا البحث تقول إننا نستطيع أن نحصل على انتباه مركَّز أَو أقل تركيزاً ولكن قدرة العقل الكاملة لمعالجة المعلومات محدودة وثابتة تقريباً. ولكن لماذا ينبغي أن يكون هنالك حداً كهذا فالسبب لا يزال لغزاً.

تُسْهِمُ حاجات الدماغ الكبيرة للطاقة في حساسيته الشديدة تجاه قصور إمدادات الطاقة. فبعد خمس أَو عشر ثوان بدون أوكسجين نفقد وعينا. وبعد عشرين ثانية نفقد السيطرة على عضلاتنا. وبعد أربع دقائق تُصاب العصبونات بأذى خطير. وبعد عشر دقائق فإننا قد نموت. وتستطيع أعضاء أُخرى كالعضلات مثلاً أن تبقى حية بدون أوكسجين أَو وقود. إن حساسية الدماغ هذه تنشأ، من جهة، من حاجاته المرتفعة للطاقة وكذلك من سعته المنخفضة لتخزين الطاقة. كما أنّها تنشأ من جهة أُخرى من ميزة غريبة نوعاً ما وهي أن المرسل العصبي الرئيسي للدماغ ـ غلوتاميت ـ مادة سامّة شديدة بالنسبة للعصبونات.

تُطْلَقُ مادة الغلوتاميت بصورة متقطعة في معظم تريليونات مراكز الاشتباك العصبي الموجودة في كل مكان من الدماغ، وتعمل على نقل المعلومات عبر مركز الاشتباك العصبي من عصبون إِلى عصبون مجاور. وعلى كل حال، تعود مادة الغلوتاميت التي انطلقت من

العصبون إلى الخلية فوراً لإنهاء الإشارة ولتقوم بإطلاق المزيد من الغلوتاميت. وتتطلب عودة الغلوتاميت طاقة تنشأ عن كهرباء صوديوم غشاء الخلية. وعندما تنفد الطاقة مثلا، كما تنفد بسرعة عندما، تُغْلَقُ إمدادات الدم إلى الدماغ في حالة السكتة الدماغية، تُطلق الغلوتاميت من العصبون إلى مراكز الاشتباك العصبي. وعندما تصبح مادة الغلوتاميت في مركز الاشتباك العصبي، فإنها تنبه جميع متقبلاتها الطبيعية في العصبون المجاور، ولكنها تنبه متقبلاً خاصاً وهذا سبب هام ينتج عنه أذى لاحق. وهذا المتقبل لا يُنَبَّهُ بصورة طبيعية من قبل الغلوتاميت وحدها لأن له آلية رئيسية ثنائية. فهو ينفتح إذا وُجِدَتْ مادة الغلوتاميت وإذا أثير العصبون الذي يستقر عليه المتقبل. وتقوم هذه الآلية الرئيسية الثنائية بوظيفة الذاكرة للعصبون. وفقط ينشط المتقبل عندما يتلقى العصبون عدة رسائل مثيرة في آن واحد: ويُرْسِلُ تنشيط المتقبل إشارة خلال العصبون التي يمكن أن تغير وظيفته. وهذا أمر ضروري من أجل عملية التعلّم وتشكيل الذاكرة في الدماغ. ولكن ثبت أن هذا المتقبل ما هو إلاَّ كعب أخيل بالنسبة للدماغ، لأن التنشيط المستمر يسبِّب موت العصبون. ومن أجل هذا السبب تُقْتَلُ العصبونات خلال السكتة الدماغية أَو داء التفسخ العصبي.

إن انخفاض قدرة الدماغ على تشكيل الطاقة قد يسبِّب أمراض التفسخ العصبي المرهقة التي، كما يبدو، تصيب بصورة متزايدة العالم المتطور. وتشتمل على مرض باركنسون وألزهايمر وهانتينغتون وتصلب الأنسجة الكثيرة والعصبون الحركي. وقد اكتُشِف الدليل

الهام على طبيعة مرض باركنسون سنة 1982 عندما رُوِّعَ أطباء الأمراض العصبية بظهور مفاجئ لعدد كبير من مدمني المخدرات الذين ظهروا للعيان متصلبين وبلا أدنى حركة. لقد ظهرت أعراض مرض باركنسون على هؤلاء «المدمنين المتصلبين» فجأة بين عشية وضحاها، بينما عادة ما يكون تقدم هذا المرض الموهن على شكل تفسخ بطيء لدماغ هرم. وقد كشف عمل عصبي دقيق أن المدمنين كانوا قد تناولوا مادة قذرة سامة MPTP دَسَّها مصمم المخدر. ونفذ هذا السم إلى قلب أدمغتهم وقتل عدداً صغيراً من العصبونات التي تضبط حركة الجسم مما أدَّى بسرعة إلى ظهور أعراض مرض باركنسون: ارتعاش وتصلّب العضلات، وفقدان الحركة العفوية. لقد قتل هذا السمُ MPTP العصبونات بإغلاق سلسلة النقل الإلكتروني داخل مايتوكندريا الخلية فحرمها من الطاقة. ولكن أيمكن أن يكون هذا دليلاً يشير إلى الطريقة التي تسبب المرض؟ وبعدئذٍ، فحص الأطباء أدمغة مَرْضىٰ باركنسون الموتى ووجدوا أن عصبونات المنطقة نفسها كانت مصابة بانغلاق المايتوكندريا نشأ ربما من هجوم الشقوق الطليقة، أوكسيد النيترك أَو السموم الأُخرى. إننا ما زلنا لا نعرف السبب الأساسي لِمرَضِ باركنسون وأمراض التفسخ العصبي الأُخرى. ولكن يبدو أن هبوط تشكيل طاقة المايتوكندريا يفسر جزءاً هاماً من الأحجية.

إن قدرة الدماغ على تشكيل واستخدام الطاقة ينخفض مع تقدم العمر. أما السبب فغير واضح. ولكن ربما يعود إلى تحولات DND

المايتوكندريا التي تزداد بصورة ملفتة مع تقدم العمر. أَو ربما إِلى الأذى المتراكم باستمرار بسبب الشقوق الطليقة التي يمكن أن تكون العصبونات حساسة بوضوح تجاهها لأنها لا تستطيع أن تنقسم وتجدد نفسها. أَو قد تكون المسألة مجرد هبوط في حاجات الدماغ للطاقة مع تقدم العمر. وقد أثبتت التجارب التي أجريت للحيوانات أن مقدار المايتوكندريا في منطقة محددة من الدماغ يمكن أن تتغير بصورة ملفتة إذا ازداد أَو نقص استخدامها. فإذا وضعنا غطاءً بصورة دائمة على عين قطة مثلاً، فإن أقسام الدماغ التي تحلل المعلومات البصرية القادمة من العين كانت تحتوي على بضع جزيئات من المايتوكندريا، ويمكن أن تشكل طاقة ضئيلة نسبياً، ربما لأنه كان هنالك حاجة لطاقة ضئيلة كما افترضنا. لقد جرت هذه التجارب لحيوانات صغيرة السن وليس لبشر مسنين. ولذلك نحن غير متأكدين فيما إذا كان الاستخدام المتناقص لمنطقة دماغ شخص راشد سوف يؤدي إِلى تشكيل طاقة أقل. ولكن يبدو أن هذا الأمر بعيد الاحتمال لأن هذا يحدث في الأعضاء الأُخرى للجسم. مثلاً، إن استخداماً عضلياً متناقصاً من قبل البشر يؤدي إِلى محتويات متناقصة من المايتوكندريا وبالتالي قدرة عضلية متناقصة. فإذا حدث هذا في الدماغ فإنه يمكن أن يتوقف. أَو يمكن تأخير هبوط تشكيل الطاقة مع تقدم العمر وذلك باستخدام الدماغ. وتدعم هذه المسألة فكرة تقول إن تراجع الوظائف العقلية مع تقدم العمر يمكن أن يُبَطَّأ وذلك بنشاط عقلي قوي. ويمكن أن يتسارع بنشاط عقلي ممل وغير مثير. وقد ينطبق هذا على كل

الأعمار. وقد أظهر بحث معاصر قام به رجل ألماني أخصائي بعلم النفس أنه حتى قضاء إجازة لمدة عشرة أيام يمكن أن ينقص محصلة ذكائك. وقد وُجِدَ أن الأشخاص الذين اختُبِروا قبل وبعد قضاء إجازتهم قد فقدوا مؤقتاً عدداً من النقاط تصل إلى 20 نقطة من مقياس محصلة الذكاء. وقد يكون ذلك بسبب انعدام التنبيه العقلي المتعمد خلال الإجازة. وإذاً، ينبغي أن يكون شعارنا «استخدمه؛ وإلاَّ سوف تفقده!!».

obeikandl.com