

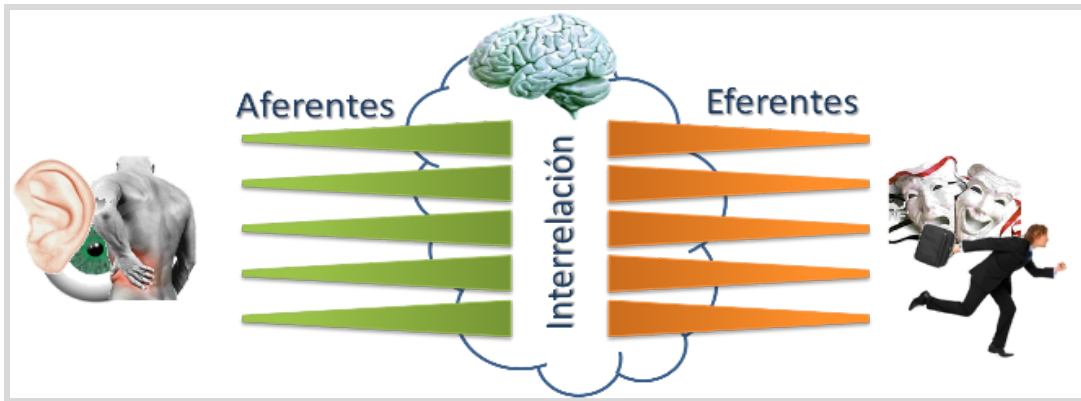
# القراءة التكاملية

## القراءة التكاملية

أحد أهم المفاهيم في هذه الدورة هو النموذج العصبي الحركي لمعالجة المعلومات، والذي يؤكد، على الأقل، أننا نتعرف على ثلاث حالات رئيسية نسميها:

- 1) التنظيم الوارد أو المدخلات،** أي كل ما يحدث مع البيانات التي تم جمعها من البيئة الخارجية، ولكن أيضًا من البيئة الداخلية، حتى تتم معالجتها في أماكن محددة بدقة في القشرة الدماغية.
- 2) حالة ثانية نسميها المعالجة المركزية،** والتي يجب أن تقوم، بشكل أساسي، بالوظائف الملازمة للمنطق الحركي واتخاذ القرار والبرمجة العصبية.
- 3) آخر حالة تسمى التنظيم أو المخرجات الصادرة.**

الشكل 1: نموذج ردود الفعل للحركة البشرية



المصدر: [صورة بدون عنوان على نموذج التغذية الراجعة للحركة البشرية]. (س. و). تم الاسترجاع من <https://goo.gl/mg5az4>

Aferentes	الواردات
Interrelación	الترايط
Eferentes	الصادرات



بمزيد من التفصيل، نتعرف على ست ظواهر عظيمة نسميها مسلسل، بمعنى أن إحداها تؤدي إلى الموالي، وجودة الشطر الأول يؤدي إلى نوعية الشطر الثاني. هذه الخطوات التسلسلية التي نحللها وندرسها، والتي توفر تعليمًا خاصًا بها، هي كالآتي:

- 1) الإحساس.
- 2) التصور.
- 3) التمثيل.
- 4) منطق الحركة واتخاذ القرار.
- 5) برمجة الحركة العصبية.
- 6) التنفيذ والتحكم في الحركات.

لا يمكن تصنيف الظواهر الموازية في لحظة معينة، لأنها تحدد النشاط طوال تطوره. من بينها نذكر ما يلي:

- ردود الفعل أو التقييم الرجعي.
- انتباه.
- ذاكرة الحركة.
- التحفيز.
- الحالات والعمليات العاطفية.

تؤثر العواطف على تنظيم، ليس فقط قوة العضلات، ولكن أيضًا على الحركة نفسها. لكننا نحاول ألا ندرس المشاعر عاطفياً. على العكس من ذلك، نحاول تجنب المعنى الرومانسي ودراساتها كظواهر فيزيولوجية عصبية محددة في التاريخ التطوري كميزة للبقاء. تعتمد كل المشاعر على ارتباطات عصبية مختلفة. تقوم مجموعات سكانية عصبية مختلفة بمعالجة حالات عاطفية مختلفة، وكثير منها في الفص الحوفي، ولكن يتم إنشاء العديد من التحالفات العصبية من مشاركة المجموعات السكانية العصبية الفرعية في الفص الجبهي والجداري والزمني والقذالي. السمة المشتركة في جميع الحالات العاطفية هي أن جميع المحاور التي تعالج الحالات العاطفية المختلفة ترتبط بالعقد الموجودة في القاعدة. يمكننا إخفاء المشاعر من خلال الإيماءات أو ما نقوله، لكن الشيء الذي لا يمكننا إخفاءه، من وجهة نظر المشاعر، هو قوة العضلات. لا يوجد بعد عاطفي لا يسبب تغييراً في توتر العضلات وخاصة في عضلات الوجه. تؤثر العواطف على جميع عمليات تنظيم الحركة البشرية في جودة الإحساس والإدراك والتمثيل والمنطق الحركي والبرمجة الحركية والتنفيذ والتحكم. لذلك، ندرس العواطف لأنها تؤثر على تنظيم الفعل الحركي، وكذلك على استراتيجيات التحكم في العواطف. نحن اليوم في مرحلة من التاريخ التطوري أين نجد أن القنوات التي تنقل العاطفة بالعقل أكثر تطوراً من القنوات التي توصل العقل بالعاطفة، ولهذا السبب من السهل جدًا تغيير عملية عقلانية بعملية عاطفية، وللسبب نفسه، يصعب السيطرة على عملية عاطفية من خلال فعل عقلائي.

يمكننا مناقشة ما إذا كان الدافع ظاهرة متسلسلة أو متوازية، بشكل أساسي من وجهة نظر كيميائية عصبية (الدوبامين)، وكيف يؤثر على مناطق مختلفة من القشرة الدماغية، خاصة في منطقة حركية تكملية، حيث تسهل بدء الإجراءات وتمنع انسدادها. نحن ندرس الدافع من وجهة نظر بيولوجية أكثر من وجهة النظر العملية التعليمية.



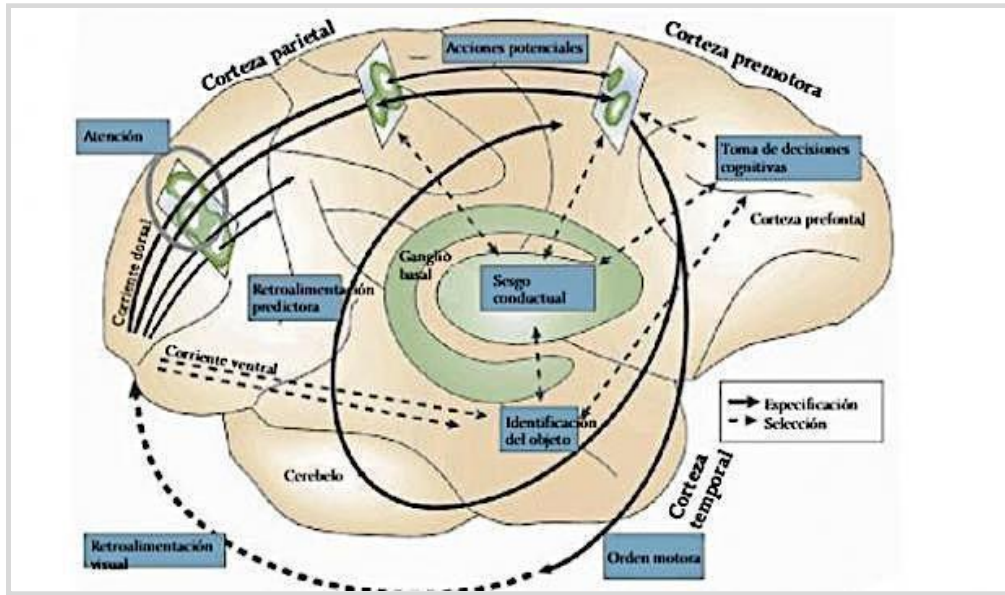
## معالجة المعلومات:

تنشأ نظرية معالجة المعلومات كرد فعل على السلوكية وعلم نفس الجشطالت. يشير اهتمامه الرئيسي إلى ما يسمى "سعة القناة"، أي: مقدار المعلومات التي يمكن للجهاز العصبي معالجتها بشكل مناسب عندما ننفذ حركة طوعية ذكية. اعتماداً على هذا التحليل، قد يتكون لدينا نتائج تعليمية كبيرة، خاصةً للتفكير في كمية المعلومات التي يمكنني تقديمها لموضوع ما في مراحل مختلفة من التعلم الحركي والتدريب الفني، بالإضافة إلى مقدار المعلومات التي قد يتم توفيرها للحصول عليها، أو تحسينها، أو استقرارها. وكان أكبر تأثير لها، جنباً إلى جنب مع علم التحكم الآلي، على نظرية وممارسة إصلاح الأخطاء.

يشير مفهوم نموذج التحكم الآلي، بشكل أساسي، إلى مخطط معالجة المعلومات الذي يطرره الرياضي أثناء تنفيذ التدريب الحركي. في النهاية، نتساءل عما يحدث في الدماغ وبقية الجهاز العصبي لأي شخص عندما ينفذ حركة ما. كما يتضمن أيضاً الكشف الواضح عن المراحل التفاضلية التي يمكن دراستها بشكل منفصل، ولكن مع نتائج تعليمية مثيرة للاهتمام في كل من الوحدات الوظيفية المدربة والمحددة. معنى دراسة الارتباطات العصبية له علاقة بإمكانية تدريب الوظائف.

ينشأ علم التحكم الآلي من نظريات معالجة المعلومات؛ إنه فرع من فروع معالجة المعلومات ويأخذ آليات ردة الفعل كمحور رئيسي للتحليل. ضمن هذا الإطار، يدرس بالتفصيل الطريقة التي تتم بها معالجة المعلومات التي أعيد ادخالها من أجل تنظيم الحركة واستمرارية عملية التعلم الحركي. هدفها هو تمكين الرياضي من الحضور والاستفادة بشكل مناسب من الملاحظات من أجل الاستغناء تدريجياً عن السيطرة الخارجية.

الشكل 2: نموذج علم التحكم العصبي لمعالجة المعلومات



المصدر: [صورة بدون عنوان في النموذج العصبي النشط لمعالجة المعلومات]. (س. و). تم الاسترجاع من [http://static.diariomedico.com/images/2009/07/01/cerebro\\_1.jpg](http://static.diariomedico.com/images/2009/07/01/cerebro_1.jpg)

Corteza parietal	القشرة الجدارية
Atención	الانتباه

Corriente dorsal	التيار الظهري
Corriente ventral	التيار البطني
Retroalimentación predictora	ردود الفعل التنبؤية
Cerebelo	المخيخ
Retroalimentación visual	ردود الفعل المرئية
Acciones potenciales	الإجراءات المحتملة
Ganglio basal	العُقْدُ القاعِيَّةُ
Sesgo conductual	التحيز السلوكي
Identificación del objeto	تحديد الكائن
Corteza premotora	القشرة ما قبل الحركية ((PMC
Toma de decisiones cognitivas	صنع القرار المعرفي
Corteza prefrontal	قشرة الفص الجبهي (PFC)
Corteza temporal	القشرة الصدغية
Orden motora	إعطاء الأمر الحركي
Especificación	المواصفات
Selección	الاختيار



لقد فهمنا الإطار النظري لمعالجة المعلومات - ودخلنا على وجه التحديد في ظاهرة البرمجة الحركية - لنتذكر أنه بعد القرار النهائي الذي ينفذ البرنامج الحركي أو ينفذه (ما قبل المنطقة التمهيدية للحركية AMS)، يتم توزيعه على قطاعات مختلفة من المادة السوداء المدمجة SNC. من بين الجهات الرئيسية، نقوم بتضمين ما يلي، دون استبعاد إمكانية الآخرين (وظائفهم تختلف وكلها مهمة):

• منطقة الحركة الأساسية.

• المخيخ.

• العقد القاعدية (دي سانتو، 2015).

### منطقة الحركة الأساسية

المنطقة الحركية الأساسية هي المسؤولة عن بدء الحركات، والتي ترسل إشارات صادرة إلى النوى الحركية للحبل الشوكي. كما سيتم تفصيله في الموضوع التالي، لا يعمل القشرة الحركية الأولية MP1 بمفرده، ولكنه الخطوة الأخيرة قبل أن يصل التأثير إلى النخاع. تستقبل منطقة الحركة الأساسية إشارات من منطقة الحركة الأولية، وهي المسؤولة عن تخزين البرامج الحركية التي ينشئها الفرد طوال تاريخه الحركي.

لا تستطيع منطقة الحركة الأساسية إرسال الحركة الصادرة إذا كانت منطقة المحرك الإضافية لا تسمح ببدء الإجراء أولاً. هناك بنى عصبية أخرى ترسل الوصلات إلى القشرة الحركية الأولية MP1.

### النوى القاعدية

من الناحية الفسيولوجية، تعتبر العقد القاعدية هي: النواة المذنبة، والبطانة، والكرة الشاحبة، والمادة السوداء، وتحت المهأذ. ومع ذلك، تعمل أجزاء مهمة من المهاد، والتكوين الشبكي، والنواة الحمراء بشكل وثيق مع المجموعة الأولى.

لعقد القاعدة وظائف تؤثر على حركات العضلات. هذه "سوف تحتوي على ذخيرة من الحركية الأوتوماتيكية أو الصور الذهنية engrams التي، وفقاً للسياق، ستفضل تدخل العضلات ذات المعنى" (ريغال، 1987، ص 86).

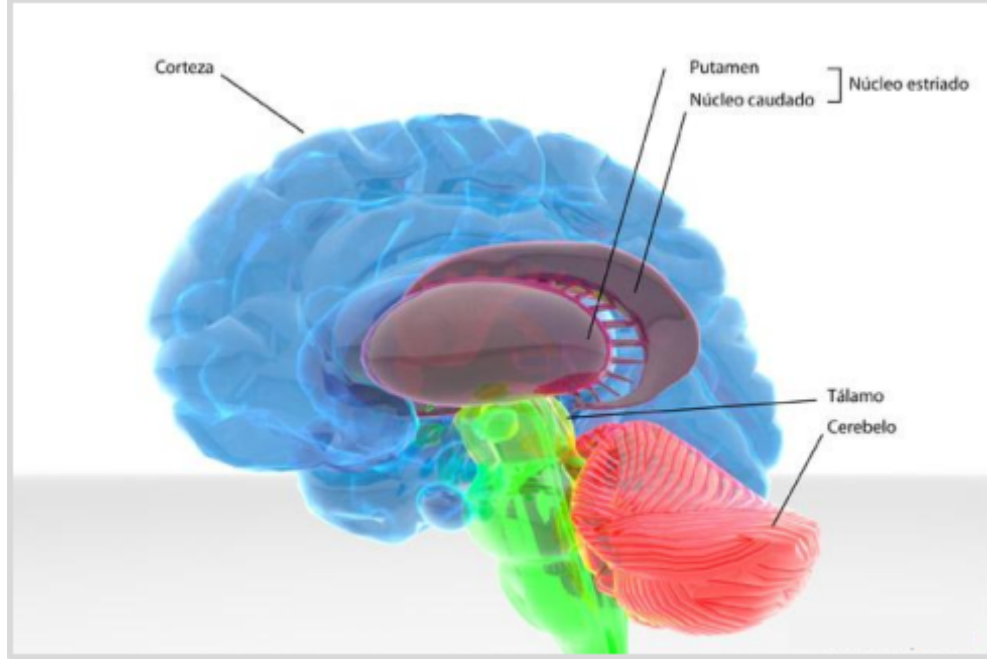
### المخيخ

إنه أحد الأعضاء التي يتكون منها الدماغ. وهي مسؤولة عن تنظيم تناسق العضلات وتوازنها وتسهيل الحركات عن طريق التنشيط المسبق للعضلات (ريغال، 1987)

يشارك المخيخ في التكامل الحسي الحركي، وبالتالي، يخدم التحكم في الحركة. العمليات التي يقوم بها هذا الجهاز، بشكل عام، ليست موضوعاً للضمير، لأنها أفعال تحت القشرية.



الشكل 3: قطاعات معالجة المعلومات في المادة السوداء المدمجة SNC



المصدر: [صورة بدون عنوان عن قطاعات معالجة المعلومات في SNC]. (س. و). تم الاسترجاع من [http://3.bp.blogspot.com/\\_1e0dQzMNoaY/S94SsQvZwdI/AAAAAAAAAB6M/PhalKVbivR4/s1600/foxp2-estriado\\_snc.jpg](http://3.bp.blogspot.com/_1e0dQzMNoaY/S94SsQvZwdI/AAAAAAAAAB6M/PhalKVbivR4/s1600/foxp2-estriado_snc.jpg)

Corteza	Núcleo estriado Putamen Núcleo caudado	Tálamo	Cerebelo
اللحاء	اللحاء البطانة النواة المذنبة	المهاد	المخيخ

قبل البرمجة الحركية والتنفيذ، من المهم أن ندرك أن هناك تمثيل مقابل لكل جزء من أجزاء الجسم في القشرة الدماغية. المعلومات التي تم جمعها من قبل المستقبلات وتعديل حالة الخلايا العصبية الحسية تواصل رحلتها نحو مراكز التحكم، ويتم تبديلها والوصول إلى القشرة الدماغية، حيث تصل هذه المعلومات أخيراً إلى القشرة المخية، ما نسميه منطقة الإسقاط الأولية أو المناطق التي تخصصت لتلقي هذه المعلومات بعد معالجتها بواسطة النوى الركبية الجانبية (LGN) المختلفة للمهاد.

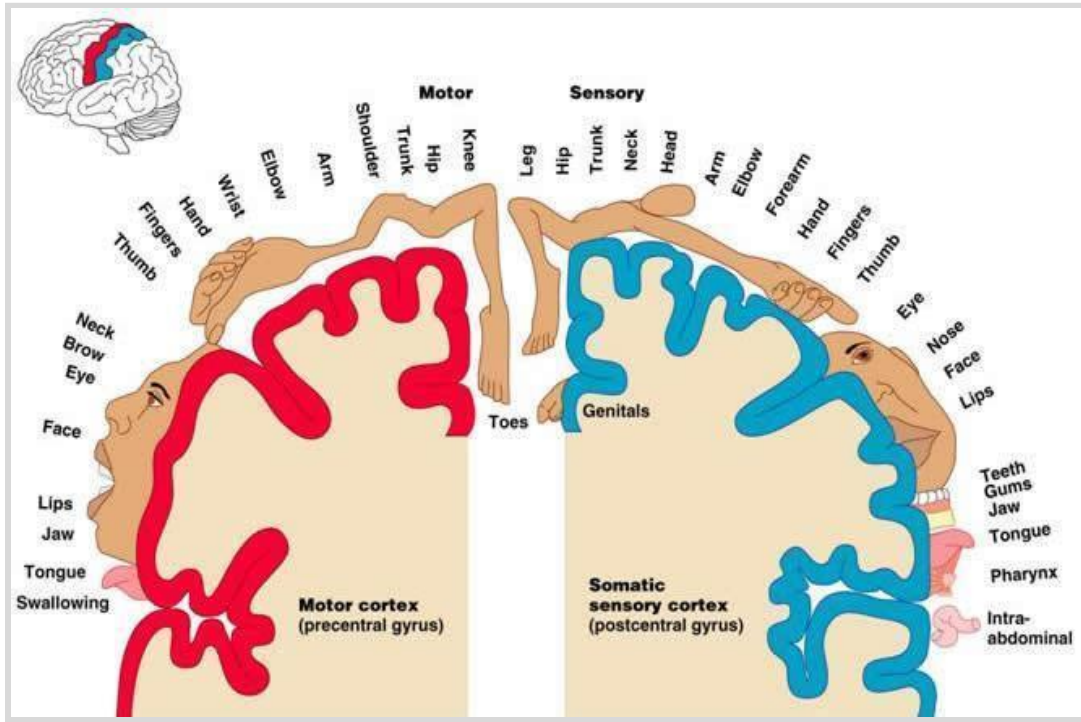
بادئ ذي بدء، يمكننا أن نقول إن الحجم "المخصص" لكل جزء من أجزاء الجسم في كل منطقة من مناطق الإسقاط الأولية يعتمد على كثافة المستقبلات التي يمتلكها هذا القطاع من الجسم، وهذا هو سبب فكرة وجود الرجل الحسي أو القزمي "homunculus". الشيء الثاني الذي يجب مراعاته هو أن هذه المناطق ترسم خريطة لتوزيع المستقبلات في باقي أجزاء الجسم. وهذا يعني، من أجل إدراك العالم الداخلي والخارجي، ولبناء إدراك خاص، وجب على دماغنا أن يرسم و / أو يخطط لتوزيع أنظمة جمع المعلومات الموجودة على أطراف أجسامنا.



إن دماغنا، بطريقة ما، هو أيضًا خريطة صغيرة تفسر توزيع المستقبلات في المحيط، وعلى وجه التحديد، فإن إعادة توجيه المعلومات التي تم التقاطها من المحيط بواسطة هياكل الجهاز العصبي المركزي هذه هي التي تسمح لنا ليس فقط بإدراك العالم الخارجي، ولكن أيضًا لإنتاج ظاهرة الوعي الذاتي: أي إمكانية اكتشاف ليس فقط ما ندركه، ولكن أيضًا ما لا ندركه، ألا وهو العالم الداخلي.

هناك اختلافات وأوجه تشابه بين الحسية والحركية: كلما زادت الحاجة إلى التحكم الدقيق في الحركة، وبالتالي، كلما زادت المساحة التمثيلية في الرجل الحسي أو القزمي homunculus، زادت المساحة التمثيلية الحسية القشرية. بعبارة أخرى، كلما احتجنا إلى ضبط حركة أكثر دقة وانضباط، كلما احتجنا إلى كثافة أعلى من أجهزة الاستقبال؛ لذلك، نجد تشابهًا كبيرًا بين هذه الحركات. يبقى الاستثناء في منطقة الأعضاء التناسلية، حيث نحتاج إلى حساسية عالية جدًا؛ ومع ذلك، بالنسبة للوظائف الإنجابية، لا نحتاج إلى مهارات حركية دقيقة (لا يوجد تشابه بين الحسية والحركية هنا). إذا نظرنا إلى وظائف اليد والشفاه واللسان وحتى وظائف العين، فإن أوجه التشابه بين الحركات مهم للغاية.

الشكل 4: الهوامش الحركية والحسية



المصدر: [صورة غير معنونة على الهوامش الحساسة والحركية]. (س. و). تم الاسترجاع من

<https://plus.google.com/photos/photo/115053947357362701027/6474549631469348882>

Motor	حركي	Sensory	حسي
Motor cortex	القشرة الحركية	Somatic sensory cortex	القشرة الحسية الجسدية
(pecentral gyrus)	(التلفيف أمام المركزي)	(postcentral gyrus)	(التلفيف بعد المركزي)
Knee	الركبة	Leg	رجل

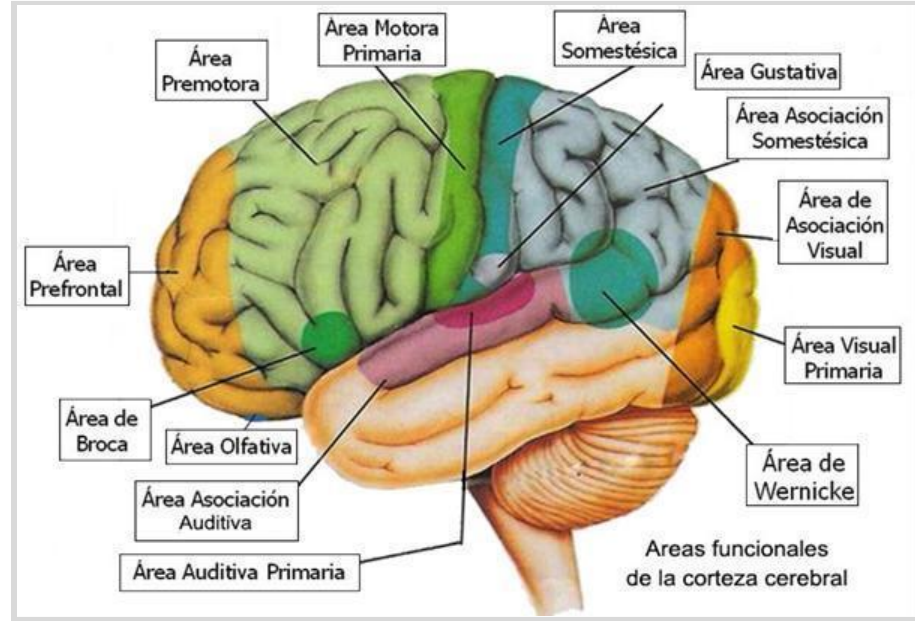
Hip	ورك	Hip	ورك او نتوء
Trunk	جذع	Trunk	جذع
Shoulder	كتف	Neck	رقبة
Arm	ذراع	Head	رئيس
Elbow	مرفق	Arm	ذراع
Wrist	معصم	Elbow	مرفق
Hand	كف	Forearm	ساعد
Fingers	أصابع	Hand	كف
Thumb	الإبهام	Eye	عين
Neck	رقبة	Nose	أنف
Brow	حاجب	Face	وجه
Eye	عين	Lips	الشفاه
Face	وجه	Teeth	أسنان
Lips	الشفاه	Gums	اللثة
Jaw	الفك	Jaw	الفك
Tongue	لسان	Pharynx	البلعوم
Swallowing	البلع	Intra-abdominal	داخل البطن
Toes	اصابع الارجل	Genitals	الأعضاء التناسلية

من المهم إبراز وظائف منطقتين دماغيتين مهمتين جداً في عمل البرمجة العصبية الحركية: إحداهما هي المنطقة الحركية أو المنطقة رقم 6، والأخرى، المنطقة الحركية أو المنطقة رقم 4. يمكننا القول إن المنطقة 4 هي المسؤولة عن بدء حركات قطاعات الجسم المختلفة، على الرغم من أن هذا لا يعني، تحت أي ظرف من الظروف، أنها تعمل بمعزل عن الآخرين. القشرة الحركية الأولية (PM1) "هي المحطة النهائية لتحويل التصميم إلى تنفيذ للحركة" (سنيل، 1999، ص 299). لا تُنشئ القشرة الحركية الأولية MP1 نمط الحركة، بل تنفذه انطلاقاً من المعلومات التي يتلقاها من الهياكل مثل العقد في القاعدة والمخيخ والمهاد والقشرة الحساسة.

لشرح عمل القشرة الحركية الأولية MP1، يمكننا مقارنة هذه البنية بلوحة مفاتيح البيانو، حيث تمثل المفاتيح العضلات أين سيعتمد عمل هذه، في الحركة، على المفاتيح التي يعزفها الموسيقي. سيكون لكل عضلة عدد معين من المفاتيح: فكلما زاد عدد الوحدات الحركية، زادت مفاتيح العضلات المعنية. سيعتمد عدد الوحدات الحركية التي تعصبها على دقة الحركات التي تؤديها (سيتم توسيع هذه الفكرة في القسم الخاص بـ الرجل الحسي أو القزمي "homunculus"). لا تحتوي منطقة الحركة الأساسية على خلايا بيتز الهرمية العملاقة، حيث إن وظيفتها المحددة ليست أن تكون مسؤولة عن تنفيذ الحركات، ولكن لتخزين البرامج الحركية، التي يتم إنتاجها من التجارب الحركية في الماضي. تتلقى القشرة الأمامية الحركية (CPM) مدخلات حسية متعددة من هياكل عصبية مختلفة مثل المهاد والعقد القاعدية.



الشكل 5: مناطق برودمان في القشرة الحركية



المصدر: [صورة بدون عنوان لمناطق برودمان في القشرة الحركية]. (س. و). مأخوذ من [https://sophimania.pe/media/images/2015/abril/rakic\\_2.jpg](https://sophimania.pe/media/images/2015/abril/rakic_2.jpg)

Área Somestésica	منطقة حسية جسيديّة
Área Gustativa	منطقة الذواقة
Área Asociación Somestésica	منطقة جمعية حسية جسيديّة
Área de Asociación Visual	منطقة الارتباط المرئي
Área Visual Primaria	المنطقة المرئية الأولية
Área de Wernicke	منطقة فيرنيك
Áreas funcionales de la corteza cerebral	المجالات الوظيفية للقشرة الدماغية
Área Auditiva Primaria	المنطقة السمعية الأولية
Área Asociación Auditiva	منطقة الرابطة السمعية
Área Olfativa	منطقة الشمّ
Área de Broca	منطقة الحفر

Área Prefrontal	المنطقة الأمامية
Área Premotora	منطقة ما قبل الحركة
Área Motora Primaria	منطقة الحركة الأساسي

أخيراً، فيما يتعلق بمقاربة موضوع البرمجة العصبية الحركية، نقترح، نظراً لتعقيدها، مقارنتها بالمسرحية. المسرحية تبقى دون تغيير على مر السنين. السيناريو، المشاهد، والشخصيات قد يطرأ عليها تعديلات طفيفة. ولكن إذا كان من تألقوا فيها ضروريين، فعندئذ عندما يكبرون ويموتون، لا يمكن أن تستمر المسرحية. ولهذا السبب بالتحديد، تكون الجهات الفاعلة مشروطة، وهي مؤقتة، أي أنها قد تكون أو لا تكون؛ بدلاً من ذلك، ما هو أساسي هو العمل نفسه، أي برنامج الصورة الذهنية engram. في الواقع، الأبطال أو الممثلون هم العضلات، ويقرر فعل البرمجة أي عضلة تقوم بتنفيذ المسرحية. إذا كانت العضلة ضرورية وكانت تواجه بعض المشاكل مثل المرض أو القصور، فلن تتمكن بعد الآن من عرض برنامج الصورة الذهنية engram وسيكون هذا عيباً كبيراً في التاريخ التطوري؛ لكن على العكس من ذلك، إنها ميزة أن الوحدة المشروطة هي العضلات، وغير المشروطة، هي الصورة الذهنية. البرمجة هي اتخاذ قرارات بشأن بطل الرواية الثابت أو الصورة الذهنية؛ باختصار، إنه تجميع تسلسل بالفعل مع ممثلين محددين، هم العضلات المختلفة التي تطوّر الحركة. عندما تعطي منطقة الحركة الإضافية "الصوت الأخضر" لبدء الإجراء - أي أنه يفتح أو يسمح ببدء الحركة - يتم توصيل البرنامج الحركي أو نقله إلى القشرة الحركية الأساسية للبدء في التطور بالتتابع؛ بهذه الطريقة، تنتقل المعلومات المنشطة عبر الحبل الشوكي إلى مجموعات عضلية مختلفة بحيث تتشكل الحركة في النهاية.

عند الوصول إلى نهاية الفعل الحركي، وعندما يكون البرنامج الحركي جاهزاً، يتم إرسال عدة نسخ إلى قطاعات مختلفة من الجهاز العصبي، حتى قبل أن تتوقف الحركة عن منعها من قبل المنطقة الحركية الإضافية، وتبدأ في البروز من منطقة الحركة الأساسية. تتلقى عقد القاعدة البيانات المتعلقة بالبرنامج الحركي قبل البدء في تنفيذه وتبدأ نغماتنا العضلية في التعبير بحيث يتم الحفاظ على جودة الحركة بخلفية فعالة (من بينها النواة الحمراء التي تتحكم في نشاط غاما). كما سيتلقى المخيخ نسخة ليكون قادراً على تنظيم الفعل الحركي ومقارنة الفعل عملياً بنموذج "مثالي".

الشكل 6: البرمجة الحركية كعمل مسرحي



المصدر: [صورة بدون عنوان عن البرمجة الحركية كلعبة]. (س. و). تم الاسترجاع من  
<http://www.kebuena.com.mx/wp-content/uploads/2015/10/qwe.jpg>

بعد بداية الإجراء، يتكشف اللحن الحركي بالتتابع ويكون مظهره النهائي هو بالتحديد التنشيط العصبي العضلي والحركة نفسها، أي يبدأ اللحن بالعزف.

يجب أن يحتوي النشر على:

- الطلاقة.
- التجميع.
- الإيقاع.
- الاستمرارية.

هنا نجد أن قشرة الفص الجبهي (CPF) ومناطق أخرى، وجب عليها التعامل مع تجميع المكونات المختلفة للبرنامج الحركي. يتكشف اللحن الحركي تحت إشراف القشرة الأمامية، التي لا يمكنها الاهتمام بأي شيء آخر. أثناء قيامنا بأتمتة الحركة، يتم تحرير قشرة الفص الجبهي لاتخاذ قرار بشأن البرامج الأخرى (دي سانتو، 2015).

الأتمتة الحركية هي تلك التي تسمح لنا بتنفيذ المهارات أو الإجراءات الحركية بفعالية ودون التفكير فيها. ومع هذا، يمكننا تنفيذ العديد من المهارات الحركية في وقت واحد. مثال واضح على ذلك هو قيادة السيارة: عندما نعرف بالفعل كيفية القيادة، فإن العديد من الإجراءات الحركية، مثل تغيير التروس، والدوس على القابض، والنظر في المرآة، وما إلى ذلك، نقوم بها تلقائيًا، وبالتالي فيما تحت القشرة.

هناك حركات إرادية، فطرية في الفرد ولا توجد سيطرة مطلقة عليها، ولكن يمكن أن تتأثر، مثل التنفس أو ضربات القلب. هناك أيضًا ذخيرة كاملة من الحركات تسمى تلقائية أو آلية، والتي هي نتيجة لتكرار الحركات الإرادية، بحيث لم يعد تدخل الوعي والانتباه ضروريًا.

سنقول إنه يمكننا تقسيم نظام المحرك إلى ثلاثة مستويات:

**1) المستوى العلوي:** ويتكون من مناطق القشرة الحركية مناطق رقم 4-6 من منطقة الحركية التكميلية -AMS.



**(2) المستوى المتوسط:** يتكون من جذع الدماغ، حيث تغادر المسارات العصبية التي تغذي النخاع الشوكي.

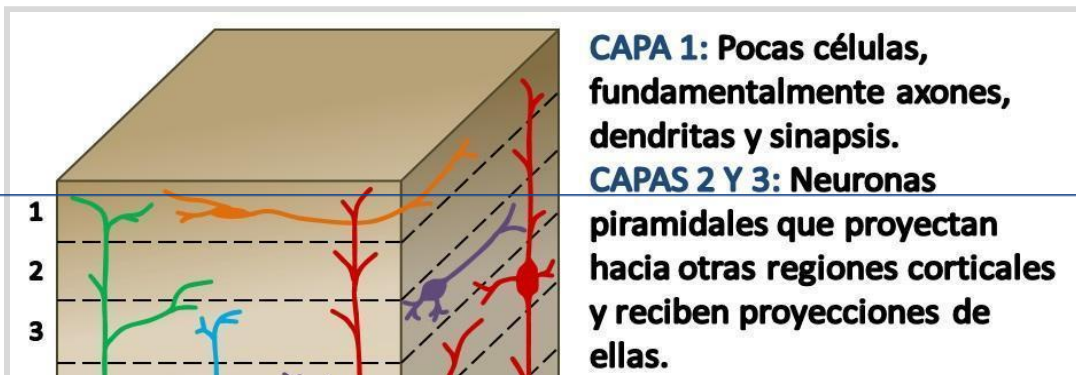
**(3) المستوى السفلي:** هو النخاع الشوكي.

يتكون المستوى الأول من القشرة الحركية وهي مسؤولة عن تخطيط الحركة وإرسال الإشارات الحركية لتنفيذ في الخلايا العصبية الحركية الموجودة في النخاع الشوكي. هناك أيضًا وصلات مصابيح لتنظيم التحكم في حركات الرأس. يمكن أن تعمل القشرة على النخاع بشكل مباشر أو غير مباشر (القشرة الشوكية). بعد مغادرة القشرة، الحزمة القشرية - يصل الحبل الشوكي إلى جذع الدماغ، ومن هنا، تعبر معظم الألياف خط الوسط إلى الجانب الآخر (الحزمة القشرية - النخاعية الجانبية). فقط عدد قليل من الألياف التي لا تتقاطع تذهب مباشرة إلى الحبل. تنتهي معظم ألياف الحزمة القشرية النخاعية في الخلايا العصبية الداخلية، بينما ينتهي عدد أصغر في الخلايا العصبية الحركية (تموري، 2004).

بالعودة إلى القشرة الدماغية، التي تتكون من مجموعة من الألياف العصبية والخلايا العصبية والدبقية والأوعية الدموية، نجد الأنواع التالية من الخلايا العصبية:

- **الخلايا الهرمية:** أو تسمى أيضًا خلايا بيتز، فهي تمتلك أكبر أجسام خلوية وتوجد في التلغيف الحركي الأولي. تشير رؤوس هذه الخلايا نحو القشرة، ومن هذا الرأس، ينشأ التغصن الذي يذهب إلى الأم الحنون (السحايا الداخلية)، حيث تنبعث منه فروع جانبية. ينتقل محور هذه الخلايا إلى الطبقات العميقة من القشرة أو يدخل المادة البيضاء في المخ كألياف رابطة.
- **الخلايا النجمية:** وهي خلايا متعددة الأضلاع لها تشعبات متعددة ومتفرعة ومحور قصير. يتواصلون مع الخلايا العصبية المجاورة.
- **خلايا المغزل:** توجد في أعماق الطبقات القشرية ولها تشعبات في أقطاب جسم الخلية. يتفرع التغصن السفلي داخل نفس الطبقة، بينما يمتد التغصن العلوي صعودًا إلى القشرة الدماغية. يتم توجيه محور هذه الخلية نحو المادة البيضاء، مثل محور الأهرامات.
- **خلايا كاجال Cajal الأفقية:** وهي خلايا صغيرة تقع أفقيًا في الطبقة الخارجية من القشرة. يعمل محور هذه الخلايا بالتوازي مع القشرة الدماغية ويتصل بتغصنات خلايا بيتز العملاقة. تولد التشعبات في نهاية كل من هذه الخلية.
- **خلايا مارتينووتي:** هذه الخلايا موجودة في جميع طبقات القشرة الدماغية ويستهدف محورها الأم الحنون في القشرة (سنيل، 1999).

الشكل 7: طبقات وخلايا القشرة الدماغية



المصدر: [صورة بدون عنوان على طبقات وخلايا القشرة المخية]. (س. و). تم الاسترجاع من <https://asociacioneducar.com/sites/default/files/capas-corteza-cerebral.jpg>

CAPA 1: Pocas células, fundamentalmente axones, dendritas y .sinapsis	CAPAS 2 y 3: Neuronas piramidales que proyectan hacia otras regiones corticales y reciben .proyecciones de ellas	CAPA 4: Células estrelladas que reciben la mayor parte de las aferencias talámicas y proyectan localmente .hacia otras láminas	CAPAS 5 y 6: Neuronas piramidales que proyectan hacia regiones subcorticales como el tálamo, el tronco encefálico, la médula espinal y
---	--	--	--



			hacia otras áreas .corticales
الطبقة الأولى: عدد قليل من الخلايا، بشكل رئيسي المحاور والتشعبات والمشابك.	الطبقتان 2 و3: الخلايا العصبية الهرمية التي تتجه إلى مناطق قشرية أخرى وتتلقى إسقاطات منها.	الطبقة 4: الخلايا النجمية التي تتلقى معظم الواردات المهادية وتبرز محلياً على الصفيحة الأخرى.	الطبقات 5 و6: الخلايا العصبية الهرمية التي تتجه إلى مناطق تحت القشرة مثل المهاد وجذع الدماغ والحبل الشوكي ومناطق قشرية أخرى.

	Célula piramidal	Célula estrellada	Célula horizontal	Célula fusiforme	Célula Martinotti
	خلية هرمية	الخلية النجمية	الخلية الأفقية	الخلية المغزلية	خلية مارتنوتي
Capa :1 molecular	Capa :2 granulosa externa	Capa :3 piramidal externa	Capa granulosa :4 interna	Capa :5 piramidal interna	Capa :6 multiforme
1: الطبقة الجزيئية	2: الطبقة الخارجية المحببة	3: الطبقة الخارجية الهرمية	4: الطبقة الحبيبية الداخلية	5: الطبقة الهرمية الداخلية	6: طبقة متعددة الأشكال

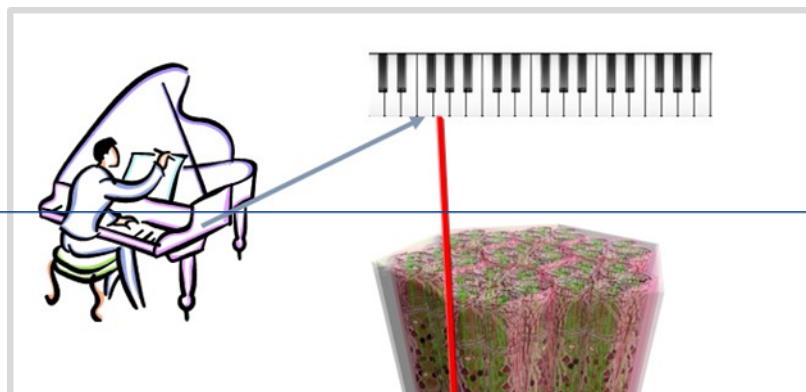
تم الذكر في السابق اللحن الحركي كمثال لفهم برمجة الفعل الحركي، وبين الموسيقيين المسؤولين عن تنفيذ اللحن، نشير إلى عازف بيانو معين.

إذا أخذنا عازف البيانو هذا كمرجع، يمكننا أن نتخيل أن لوحة المفاتيح موجودة على القشرة الحركية الأولية MP1، وأن كل مفتاح من هذه المفاتيح يتوافق مع عمود. سيعتمد عمل الحركة، وخاصة تناغمه على استمرارية عزف الموسيقي على المفاتيح الصحيحة.

لا يعتمد عدد أعمدة العضلة على حجمها، بل على عدد الوحدات الحركية التي تقوم بتكوينها وتنظيمها عصبياً؛ وبالتالي، كلما زاد التنسيق الدقيق لهذه العضلة، زاد حجم القشرة الحركية الأولية MP1 وزاد عدد الأعمدة (يجب عدم الخلط بينه وبين الطبقات العصبية المذكورة أعلاه).

الشكل 8: أداء عازف البيانو والحركة

ل



المصدر: عصامي.

عند الحديث عن جودة أو انسجام الحركة، فإنها ستعتمد على بعدين، وهما: التنسيق العضلي والتنسيق بين العضلات.

إذا واصلنا مثال عازف البيانو، فيمكننا تعريفهم على النحو التالي:

• التنسيق العضلي: هو قدرة عازف البيانو على كتابة أكبر عدد من الأعمدة المقابلة للعضلة.

وفقاً لأفكار فاجاردو (1999)، فإن التنسيق العضلي هو القدرة على تجنيد الوحدات الحركية من نفس العضلة، والتي ستعتمد على الخصائص التالية:

o التوظيف المكاني: يشير إلى كمية الألياف التي يتم تجنيدها. من هنا، يمكن أن يزيد شد العضلات أو ينقص، اعتماداً على النشاط الذي يتطلبه.

o التجنيد المؤقت: يتعلق بالتأثير التي يتم بها تنشيط ألياف العضلات. يمكن أن يختلف توتر العضلات وفقاً لعدد المرات التي يتم فيها تجنيد الألياف.

o تزامن الوحدات الحركية: "عادةً، يتم تنشيط الوحدات الحركية بشكل غير متزامن (بحيث تكون الحركة سلسلة)، على الرغم من أنه يبدو (كما يحدث في رافعي الأثقال) أنهم يقومون بذلك بشكل متزامن عند إجراء أقصى تقلص طوعي" (فاجاردو، 1999، ص 47).

• التنسيق بين العضلات: هو قدرة عازف البيانو على تمرير النغمات بتتابع تام، وفي نفس الوقت تجنب نقر أعمدة لا تمت بصلة.

من خلال هذا، يمكننا أن نفهم أن التنسيق بين العضلات هو القدرة لدينا على تنشيط ألياف العضلات المعنية، ليس فقط للعضلة المنبهاة، ولكن أيضاً من العضلات المتعاونة. في المقابل، من الضروري عدم نقر الأعمدة المقابلة لعضلات الخصم، مما يحد من نشاط العناصر الرئيسية المسؤولة عن الحركة.

من الضروري أن يكون هناك تسلسل وتزامن جيد في مجموعات العضلات المختلفة، والتي يتم تنشيط بعضها (ناهضات أو مؤازرة) والبعض الآخر مثبت (مناهضات).

ستعتمد هذه العمليات التنسيقية على قدرة التثبيط أو التيسير التي يمكن أن يمارسها الجهاز العصبي، والتي ترتبط بردود فعل عصبية مختلفة (دي سانتو، 2015).



تخيل أن عازف البيانو لا يكتب النوتة الموسيقية بدقة، ولكن بدلاً من ذلك، يتم توجيه إصبعه، بدون مهارة أولية، إلى المفاتيح التي تتوافق مع العضلات الأخرى.

ما يحدث هو أنه يتم تنشيط الأعمدة غير المتوافقة. هذه الظاهرة من التشجيع والتطفل الحركي مسؤولة عن جزء كبير من الفشل في الأداء الحركي.

الشكل 9: التنشيط الطفيلي



المصدر: [صورة بدون عنوان عند التنشيط الطفيلي]. (س. و). تم الاسترجاع من [http://static3.depositphotos.com/1005730/225/i/950/depositphotos\\_2250400-Kid-playing-piano-badly.jpg](http://static3.depositphotos.com/1005730/225/i/950/depositphotos_2250400-Kid-playing-piano-badly.jpg)

بنية أخرى مهمة للغاية في تنظيم النشاط الحركي هي العقد القاعدية، وهي مجموعات من هياكل الجسم العصبية الموجودة في قاعدة الدماغ (ريغال، 1987). تتكون هذه العقد من المخطط الظهري (النواة المذنبة والبطانة)، المخطط البطني (النواة المتكئة)، الشاحبة الكروية، النواة تحت السطحية، والمادة السوداء. ترتبط النواة الحمراء والتكوين الشبكي ارتباطاً وثيقاً بالعقد. ترتبط هذه بأعضاء مختلفة من الجهاز العصبي وتركز وظيفتها على تنظيم المهارات الحركية.

**النواة الذيلية:** تشارك في تعديل الحركة بشكل غير مباشر. إنه الجزء الذي يخبر الفص الأمامي أن هناك شيئاً ما خطأ ويجب القيام بشيء حيال ذلك.

**البطانة:** هو المسؤول عن الحركات الدقيقة الطوعية. كما أنه يلعب دوراً مهماً في التكيف الفعال.

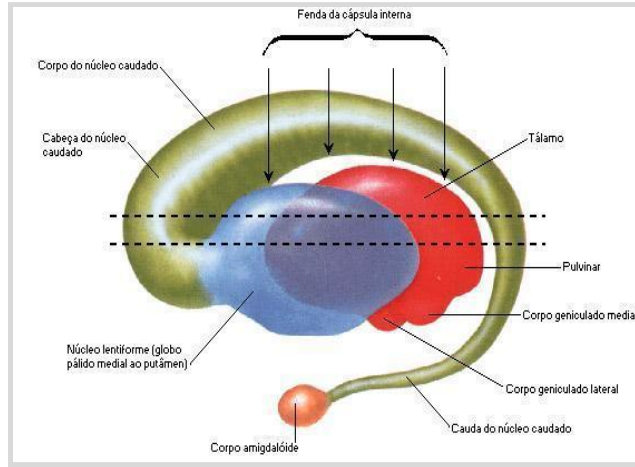
**الجسم المشدود:** ينظم السلوك الغريزي، وتوتر العضلات، والشخصية، والسلوك الجنسي. يثبط نشاط القشرة الدماغية ويستقبل نبضات من المهاد.

الكرة الشاحبة: ينقل المعلومات من البطانة والذنب إلى المهاد.

النواة تحت المهاد: تستقبل المدخلات من الذنب والبطانة، وتشارك في تنظيم التحكم الحركي وترتبط بالتحكم في الحركة اللاإرادية.

المادة السوداء: هي منظم دقيق للمخطط من خلال الناقل العصبي "الدوبامين". (Asociación Educar, 2015). (<http://asociacioneducar.com/glosario>).

الشكل 10: العقد القاعدية



Fenda da capsula interna	Tálamo	Pulvinar	Corpo geniculado medial	Corpo geniculado lateral	Núcleo lentiforme (golobo pálido medial ao putamen)	Cabeça do nucleo caudado	Corpo do nucleo caudado
فتحة الغطاء الداخلي	المهاد	وسادة المهاد	الجسم الركبي الإنسي	الجسم الركبي الجانبي	نواة عدسية الشكل (الكرة الشاحبة) الإنسي إلى البطانة	رأس النواة المذنبة	الجسم الأساسي المذنّب

المصدر: [صورة بدون عنوان على العقد القاعدية]. (س. و). تم الاسترجاع من  
[https://www.auladeanatomia.com/upload/site\\_pagina/nucleosdabase2.jpg](https://www.auladeanatomia.com/upload/site_pagina/nucleosdabase2.jpg)

على الرغم من أن العقد القاعدية مرتبطة ارتباطاً وثيقاً بالوظائف الحركية، إلا أنها لا تملك اتصالاً مباشراً مع الخلايا العصبية الحركية في الحبل الشوكي، ولكنها بدلاً من ذلك تتلقى معلومات واردة من القشرة الدماغية وترسل المعلومات إلى القشرة نفسها عبر مسارات واردة. في السابق، كانت هذه الإشارات تنتقل عبر المهاد. المخطط هو نقطة دخول المعلومات من القشرة الدماغية إلى العقد الموجودة في القاعدة. وتصل التأثيرات إلى قطاعات مختلفة من المخطط، اعتماداً على قطاع القشرة التي تأتي منها. على سبيل المثال: القشرة الحركية ترسل إشارات إلى البطانة بحيث تعمل في تنظيم الحركات؛ وفي المقابل، يتلقى الذنب المعلومات من العمليات المعرفية وحركات العين.

الإشارات من القشرة الحركية إلى المخطط تنتمي إلى المسار القشري-المخطط وتنشأ من القشرة الحركية والقشرة ما قبل الحركية ومنطقة الحركة التكميلية.

بمجرد دخول المعلومات إلى العقد في القاعدة، يتم توجيهها إلى المهاد من خلال المادة السوداء والوجه الداخلي لشجرة الكَرَّة الشَّاجِبة بطريقتين مختلفتين. يمكن تسمية هذين المسارين على أنهما طريق مباشر وطريق غير مباشر.

## المراجع

- جمعية التربية (2015) (Educar). مسرد العلوم وعلوم الأعصاب. تم الاسترجاع من <http://asociacioneducar.com/glosario>
- دي سانتو، م. (2015). البرمجة العصبية الحركية [سجلها ن. أكوستا]. قرطبة الأرجنتين.
- دي سانتو، م. (2015). التفكير في الحركة [سجله ن. أكوستا]. قرطبة الأرجنتين.
- دي سانتو، م. (2015). تأثير أنطونيو داماسيو [سجله ن. أكوستا]. قرطبة الأرجنتين.
- دي سانتو، م. (2015). التأثير المركزي [سجله ن. أكوستا]. قرطبة الأرجنتين.
- دي سانتو، م. (2015). صورة الحركة [سجلها ن. أكوستا]. قرطبة، قرطبة، الأرجنتين.
- [صورة بدون عنوان على نموذج التغذية الراجعة للحركة البشرية]. (س. و). تم الاسترجاع من <http://www.gerdo.org/wp-content/uploads/2013/06/1h.png>



[صورة بدون عنوان في النموذج العصبي الحركي لمعالجة المعلومات]. (س. و). تم الاسترجاع من  
[http://static.diariomedico.com/images/2009/07/01/cerebro\\_1.jpg](http://static.diariomedico.com/images/2009/07/01/cerebro_1.jpg)

[صورة بدون عنوان عن قطاعات معالجة المعلومات في SNC]. (س. و). تم الاسترجاع من  
[http://3.bp.blogspot.com/\\_1e0dQzMNoaY/S94SsQvZwdI/AAAAAAAAAB6M/PhalKVbiyR4/s1600/foxp2-estriado\\_snc.jpg](http://3.bp.blogspot.com/_1e0dQzMNoaY/S94SsQvZwdI/AAAAAAAAAB6M/PhalKVbiyR4/s1600/foxp2-estriado_snc.jpg)

[صورة غير معنونة على الهوام الحركي والحساسية]. (س. و). تعافى من  
<https://plus.google.com/photos/photo/115053947357362701027/6474549631469348882>

[صورة بدون عنوان لمناطق برودمان في القشرة الحركية]. (س. و). مأخوذ من  
[https://sophimania.pe/media/images/2015/abril/rakic\\_2.jpg](https://sophimania.pe/media/images/2015/abril/rakic_2.jpg)

[صورة بدون عنوان حول البرمجة الحركية كلعبة]. (س. و). تم الاسترجاع من  
<http://www.kebuena.com.mx/wp-content/uploads/2015/10/qwe.jpg>

[صورة بدون عنوان على طبقات وخلايا القشرة المخية]. (س. و). تم الاسترجاع من  
<http://asociacioneducar.com/sites/default/files/capas-corteza-cerebral.jpg>

[صورة بدون عنوان على التنشيط الطفيلي]. (س. و). تم الاسترجاع من  
[http://static3.depositphotos.com/1005730/225/i/950/depositphotos\\_2250400-Kid-playing-piano-badly.jpg](http://static3.depositphotos.com/1005730/225/i/950/depositphotos_2250400-Kid-playing-piano-badly.jpg)

[صورة بلا عنوان للعقد القاعدية]. (س. و). تم الاسترجاع من  
[http://www.auladeanatomia.com/upload/site\\_pagina/nucleosdatabase2.jpg](http://www.auladeanatomia.com/upload/site_pagina/nucleosdatabase2.jpg)

ريغال، ر. (1987). المهارات الحركية البشرية. مدريد: بيلا تيلينا.

سنيل، ر. (1999). تشريح الأعصاب السريري (الطبعة الرابعة). بوينس آيرس: عموم أمريكا.

تاموري، س. (2004). علم الأعصاب والرياضة. علم النفس الرياضي والعمليات العقلية للرياضي. برشلونة: بيدوتريبو.

فاجاردو، ج. (1999). اتجاهات جديدة في القوة وكمال الأجسام. برشلونة: إرجو.

