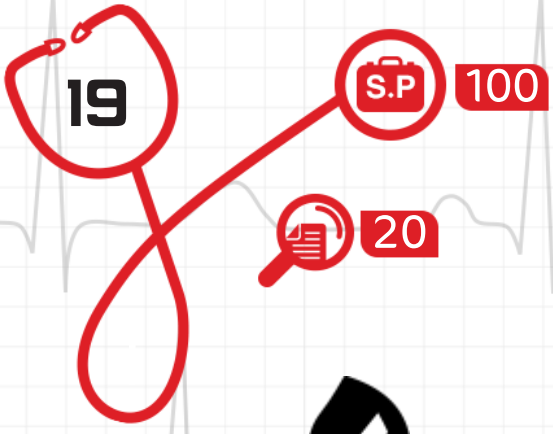
الجهاز الحركي

4 د. عبد الناصر صليعي

فيزيولوجيا 2|2 Physiology



25/11/2018
مدققة
RB Medicine
فريق الكريات الحمراء التطوعي

السلام عليكم ورحمة الله تعالى وبركاته

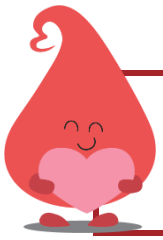
بعد حديثنا في المحاضرة الماضية عن المستقبلات الحسية بشكل عام، سنستطرد اليوم بالحديث عن أحد أنواع الحس، وهو حس الألم وفيزيولوجيته الممتعة❤.

الفهرس

عنوان الفقرة	رقم الصفحة
التحكم الإرادي الحركي	2
تحكم القشر وجذع الدماغ بالوظيفة الحركية	4
بعض الباحات المتخصصة بالتحكم الحركي التي وجدت في القشرة المحركة البشرية	9
نقل الإشارات من القشرة المحركة إلى العضلات	11
السبل الليفية الواردة إلى القشرة المحركة	16
الجملة خارج الهرمية	17
تأثير آفات القشرة المحركة أو السبيل القشري النخاعي	18
دور جذع الدماغ في التحكم بالوظيفة المحركة	19
Summary	20

التحكم الإرادي الحركي

- تشترك وتتآزر مجموعة من المراكز في مستويات مختلفة من الجهاز العصبي، وذلك لتتناغم الحركات الإرادية بانسجامات هرمونية حتى تؤدي الهدف المطلوب منها، وتشمل هذه المستويات:



  - القشرة المخية Cerebral Cortex.
  - الجهاز خارج الهرمي Extrapyramidal System.
  - المخيخ Cerebellum.

- تتصل جميع هذه المراكز مع بعضها عبر سبل مختلفة، وفي النهاية تتصل هذه المراكز العليا مع العصبونات الموجودة **في سنجابية النخاع الشوكي**.

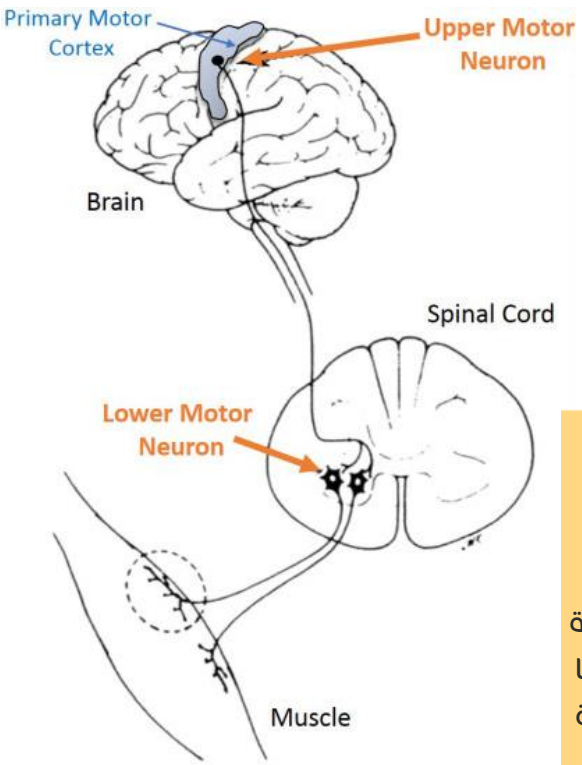
حتى تتم الحركات الإرادية بشكل صحيح لابد من وجود:

- عصبونات سليمة في **المراكز العليا** تسمى: **العصبونات المحركة العلوية Upper Motor Neurons**، وتشمل المجموعتين **الهرمية وخارج الهرمية**. (سنأتي على تفصيلهما خلال المحاضرة ^_^)
- عصبونات سليمة في **القرن الأمامي** لسنجابية النخاع الشوكي، وتسمى **العصبونات المحركة السفلية Lower Motor Neurons**.

- العصبون المحرك العلوي Upper Motor Neurons:

- **يبدأ** هذا العصبون من **قشر الدماغ**، **وينتهي في القرن الأمامي للنخاع الشوكي** (وفي حالة خاصة في نويات الأعصاب القحفية في الجملة القشرية البصلية).
- السبل الهرمية وخارج الهرمية تنشأ من القشرة المخية، لتنزل **عبر المحفظة الداخلية** لتكمل طريقها.
- غالباً تكون إصابة هذا العصبون في المحفظة الداخلية (نزف مثلاً).

أذية هذا العصبون تؤدي لشلل تشنجي كما في الإصابة بالفالج.



توضيح

شلل: لأن **العصبون ألفا** فقد وظيفته، حيث تصله المعلومات من العصبون العلوي.

تشنجي: لأن العصبون العلوي يحمل المعلومات من الباحة 4 المنشِطة لألياف **غاما**، ومن الباحة 6 (ستُشرح هذه الباحات لاحقاً في المحاضرة) المثبِطة لألياف غاما، وبتخرب هذا العصبون نفقد التثبيط أو التنشيط، ولكن الباحة 6 لها دور تثبيطي على النواة الدهليزية أيضاً؛ وبزوال تأثيرها عليها يزداد تفعيل النواة الدهليزية ذات التأثير التنشيطي على العصبون **غاما**، ومنه زيادة المقوية.

EXTRA from Clinical Neuroanatomy

تنعزل الألياف العصبية التي تنزل في المادة البيضاء من المراكز العصبية المختلفة الأعلى من النخاع الشوكي في حزم تسمى السبل النازلة وتُعرف أحياناً هذه العصبونات الأعلى من النخاع الشوكي وسبلها باسم العصبونات المحركة العلوية Upper Motor Neurons.

- العصبون المحرك السفلي Lower Motor Neurons:

- **يبدأ من القرن الأمامي للنخاع الشوكي** أو (نويات الأعصاب القحفية)، وينتهي في **اللوحة المحركة**.
- يعصب هذا العصبون **الغدد**.
- ينتمي هذا العصبون إلى العصبونات **ألفا أو غاما**.

تسبب أذية هذا العصبون شلل رخو (كما في شلل الأطفال أو قطع العصب).

توضيح: شلل لأنه تم قطع العصبون ألفا، **ورخو** لأنه تم قطع العصبون غاما، وبالتالي فقد المقوية.

EXTRA from Clinical Neuroanatomy

ترسل العصبونات المحركة الواقعة في القرنين السنجابيين الأماميين في النخاع الشوكي محاوير تعصب العضلات الهيكلية، تُعرف هذه العصبونات باسم العصبونات المحركة السفلية Lower Motor Neurons وتشكل الطريق النهائي المشترك إلى العضلات.

العصبون المحرك العلوي	العصبون المحرك السفلي
يبدأ في قشر الدماغ	يبدأ في القرن الأمامي للنخاع الشوكي
ينتهي في القرن الأمامي للنخاع الشوكي	ينتهي في اللوحة المحركة

تحكم القشر وجذع الدماغ بالوظيفة الحركية

تستلزم جميع الحركات الإرادية فعالية واعية في القشرة المخية، ولكن هذا لا يعني أن كل تقلص لكل عضلة يتم بمشيئة القشرة نفسها، بل عوضاً عن ذلك فإن معظم التحكم الذي تقوم به القشرة هو تحكم بأنماط وظيفة المناطق الدماغية السفلية (النخاع وجذع الدماغ والعقد القاعدية والمخيخ) وترسل هذه المراكز السفلية بدورها معظم الإشارات المفعّلة النوعية إلى العضلات.

- القشرة المحركة والسبيل القشري النخاعي:

- توجد القشرة المحركة Motor cortex أمام الثلم المركزي، وتحتل الثلث الخلفي تقريباً من الفصين الجبهيين، وخلف الثلم المركزي تقع القشرة الحسية الجسدية Somatosensory Cortex.

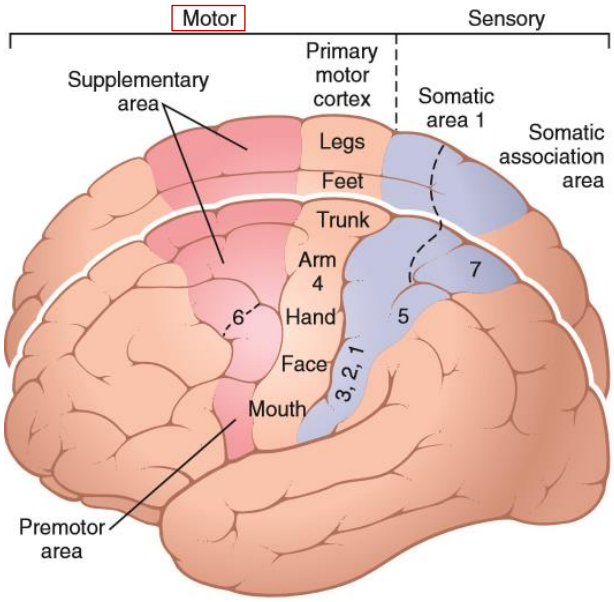


Figure 56-1. Motor and somatosensory functional areas of the cerebral cortex. The numbers *4, 5, 6,* and *7* are Brodmann's cortical areas, as explained in Chapter 48.

- تقسم القشرة المحركة إلى ثلاث مناطق تملك كل منها تمثيلاً طبوغرافياً خاصة لجميع المجموعات العضلية في الجسم وهي:

١) القشرة المحركة الأولية The Primary Motor Cortex (الباحة 4).
٢) الباحة أمام المحركة The Premotor Cortex (الباحة 6).[1]
٣) الباحة المحركة التكميلية The Supplementary motor area.

Remember
تقع القشرة الحسية خلف الثلم المركزي، وتقسم إلى: باحة حسية أولية وباحة حسية ثانوية وباحة ترابطية.

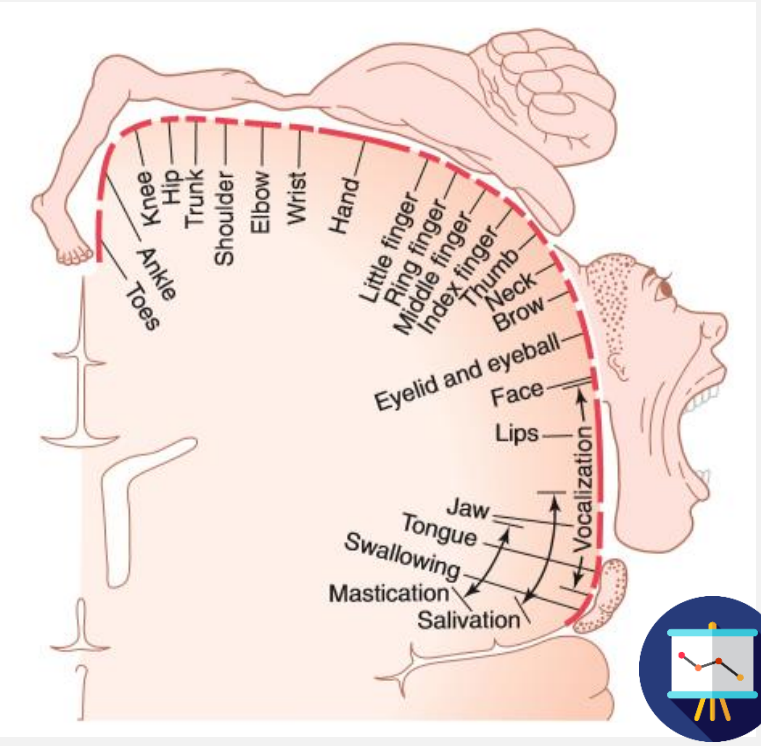
- القشرة المحركة الأولية Primary Motor Cortex:

- تتوضع القشرة المحركة الأولية في التلفيف الأول للفصين الجبهيين أمام الثلم المركزي.
- تحمل هذه الباحة رقم 4 في تصنيف برودمان للباحات القشرية الدماغية.

[1] بالعودة إلى عدة مقالات، تبيّن أن الباحة 6 تشمل الباحة أمام المحركة والباحة المحركة التكميلية.

يبين الشكل التمثيل الطبوغرافي لمختلف مناطق العضلات في الجسم في القشرة المحركة الأولية؛ حيث:

- يبدأ بمنطقة الوجه والفم قرب شق سلفيوس.
- ثم منطقة اليد والذراع في الأجزاء المتوسطة من القشرة المحركة الأولية.
- ثم منطقة الجذع قرب قمة الدماغ.
- ثم منطقة كل من الساق والقدم في الجزء المنحدر من القشرة المحركة الأولية في الشق الطولاني.



أي يعتمد التمثيل الحركي على درجة فعالية وحركية العضو وليس حجمه.

- الباحة أمام المحركة Premotor Area:

- تتوضع أمام القشرة المحركة الأولية مباشرة وكثيراً ما تدعى الباحة المحركة 6 لأنها تشغل جزءاً كبيراً من الباحة 6 في تصنيف برودمان.

تؤلف القشرة أمام المحركة والعقد القاعدية والمهاد والقشرة المحركة الأولية ككل جهازاً شاملاً معقداً للتحكم بالعديد من الأنماط المعقدة للفعاليات العضلية المتناسقة.

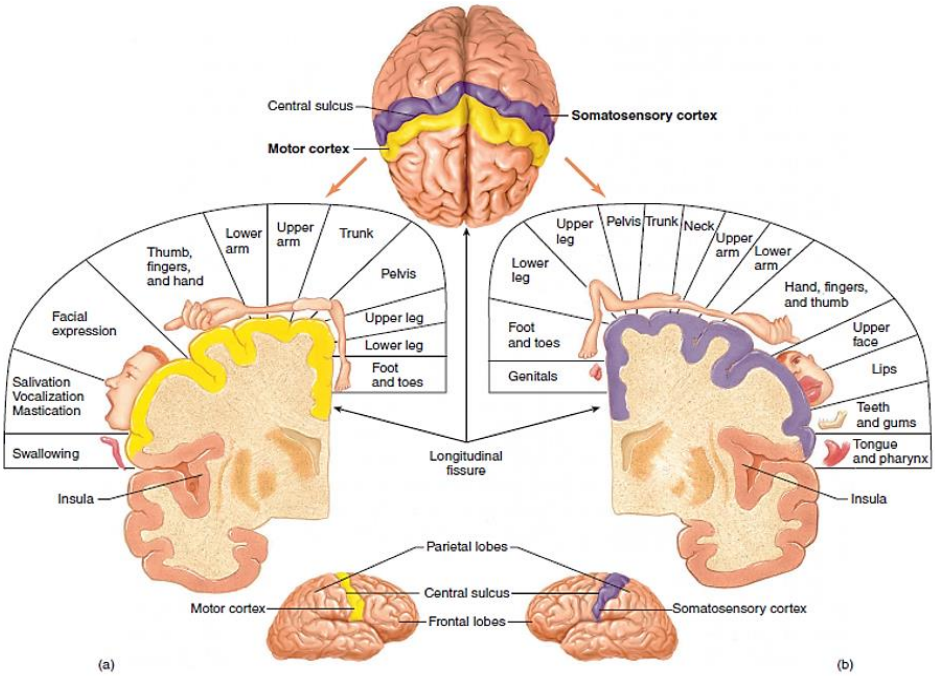


Figure 8.7 **Motor and sensory areas of the cerebral cortex.** (*a*) Motor areas that control skeletal muscles are shown in yellow. This region is specifically known as the *primary motor cortex* (discussed later in this chapter). (*b*) Sensory areas that receive somatesthetic sensations are shown in purple. Artistic license has been used in rendering part (*b*), because the left hemisphere receives input primarily from the right side of the body.

- الباحة المحركة التكميلية Supplementary Motor Area:

- تتوضع مباشرة أمام وأعلى الباحة أمام المحركة مستقرة بشكل رئيسي في الشق الطولاني longitudinal fissure.
- يلاحظ في هذه الباحة أن باحة الساق تتوضع في أقصى الخلف وباحة الوجه في أقصى الأمام.
- نحتاج في الباحة المحركة التكميلية إلى تنبيه كهربائي أشد بكثير مما نحتاجه في الباحات المحركة الأخرى لإحداث تقلص عضلي.

إن التقلصات العضلية الناجمة عن تحريض هذه المنطقة غالباً ما تكون في الجهتين Bilateral بدلاً من أن تكون في جهة واحدة، وكثيراً ما يؤدي التنبيه إلى حدوث حركات كحركة الإمساك بالجانبين بكلتا اليدين معاً، ومن المحتمل أن تكون هذه الحركات مبادئ للأعمال (حركات أولية) التي تقوم بها اليد للقيام بالتسلق، بالإضافة إلى ذلك قد تدور اليدان أو تتحرك العينان أو يحدث التصويت أو التثاؤب.

- بشكل عام، من المحتمل أن تعمل هذه الباحة بانسجام مع الباحة أمام المحركة لتأمين حركات الوضع وحركات التثبيت لمختلف أقسام الجسم وحركات وضع الرأس والعينين.

أذية الباحة المحركة رقم 4 من القشرة المخية

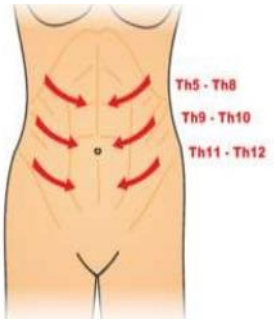
يحدث نتيجة أذية الباحة المحركة

- الشلل
- فقد المنعكسات السطحية
- تكون علامة بابنسكي Babinski Sign إيجابية
- تنخفض شدة المنعكسات العميقة على الجانب المقابل من الجسم

- يحدث الشلل في الطرف المقابل للأذية.
- قد يحدث شفاء جزئي للحركات مع مرور الزمن، وذلك للنشاط الذي يتولاه السبيل القشري النخاعي (الهرمي) وخارج الهرمي على الجانب نفسه من الجسم، إلا أن الحركات الدقيقة والماهرة للأصابع لا تعود أبداً.
- يكون الشلل من النوع الرخو Flaccid Paralysis.

توضيحات (للاطلاع):

- في بعض الحالات من الممكن أن تعود الحركات الدقيقة والماهرة بعد الإصابة، حيث يوجد في الدماغ خلايا تسمى **الخلايا المرنة** ليس لها وظيفة عادة، لكن من الممكن أن تتفعل عند بعض الأشخاص فتعطي الحركة، لكن **الشيء المطلق أن إصابة الباحة رقم 4 تسبب شلل رخو.**



- يُقصد بالمنعكسات السطحية **المنعكسات الجلدية السطحية**؛ إذ يوجد ثلاث منعكسات **في منطقة البطن:**

منعكس علوي جلدي، ومنعكس متوسط جلدي، ومنعكس سفلي جلدي، وذلك بالاعتماد على أن السرة توافق الشدفة النخاعية العاشرة، فعند التنبيه على البطن من الوحشي إلى الأنسي؛ تتقلص عضلات جدار البطن، أما في حالة إصابة الباحة 4 تغيب هذه الاستجابة.

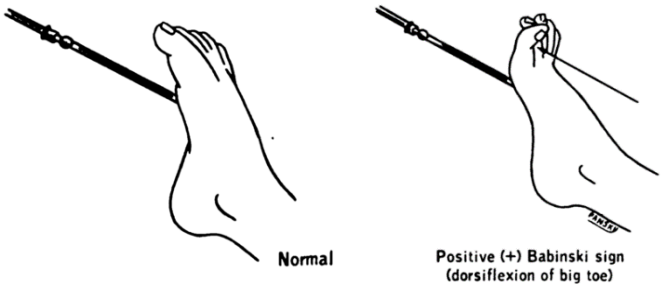
- **المنعكسات العميقة:** هي منعكسات لها علاقة **بشدفة نخاعية**، ولها **سبيل صادر ووارد**، مثل منعكسات **ذات الرأسين ومثلثة الرؤوس والمنعكس الكعبري المنعكس الداغصي Patellar reflex والمنعكس الأخمصي Plantar reflex**، فكل هذه المنعكسات لها سبيل حسي وارد وحركي صادر وشدفة نخاعية، فالمنعكس الداغصي على علاقة بالشدفة **القطنية الثالثة والرابعة** وهذا يفيد في تحديد موقع الأذية النخاعية عند غياب المنعكس، والمنعكس الأخمصي يوافق الشدفة النخاعية **S1**.

عند إصابة الباحة 4 تغيب كل المنعكسات السابقة.

- **علامة بابنسكي:** منعكس نلاحظه **عند تنبيه الناحية الوحشية للقدم** بأداة كليلة (مفتاح مثلاً).

✅ في الحالة الطبيعية تكون ردة الفعل هي قيام المريض بحركة **عطف أخمصي بكامل الأصابع** ونقول أن **المنعكس الأخمصي بالعطف.**

⚠️ بينما في حالة إصابة الباحة 4 أو 6 نلاحظ رجوع الإبهام للخلف (عطف نحو ظهر القدم) وتباعد الأصابع الأخرى فنقول أن **المنعكس الأخمصي بالبسط** وهي علامة **بابنسكي.**



Note ♫

تظهر علامة بابنسكي عند الأطفال دون السنتين (وتكون علامة طبيعية) + عند المصابين ببعض أمراض الجهاز العصبي المركزي، بينما لا تظهر علامة بابنسكي عند الشخص السليم.

ⓘ ATTENTION ⓘ

لا نقول أن علامة بابنسكي إيجابية أو سلبية، بل نقول تظهر علامة بابنسكي عندما يكون المنعكس الأخمصي بالبسط، ولا تظهر علامة بابنسكي عندما يكون المنعكس الأخمصي بالعطف.

أذية الباحة رقم 6 من القشرة المخية

يحدث عند أذية أو تخريب الباحة رقم 6 من القشرة المخية ما يلي:

١. ضعف في مقوية العضلات على الجانب المقابل للأذية.

٢. **اللاأدائية الحركية Motor Apraxia:** هي عدم القدرة على تنفيذ الحركات المعقدة والدقيقة؛ إذ تغيب المقدرة على تذكر الحركات الماهرة مثل العزف على البيانو أو الرسم ... إلخ ☹.

٣. فقد المقدرة على أداء بعض الحركات المتناغمة والمنسجمة coordinated movement، وذلك إذا أصابت الأذية باحة مثل باحة بروكا Broca.

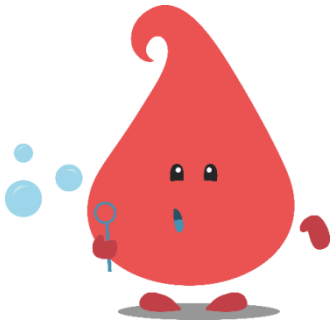
٤. يحدث الشناج spasiticity في العضلات المصابة.

٥. تزداد بشكل مبالغ فيه المنعكسات العميقة.

ملاحظة

لا نصادف أذية للباحة 4 دون أذية الباحة 6 إلا في حالات نادرة جداً، **لأن تغذيتهما تتم عبر شريان واحد**، بالتالي فإن الإصابات الوعائية تصيب الباحتين 4 و 6 معاً وأحياناً الباحات التكميلية أيضاً، أما في بعض الحالات الورمية وبعض أنواع الرضوض يمكن أن نشاهد إصابات انتقائية.

إصابة الباحة 4	إصابة الباحة 6	إصابة الباحتين معاً
يؤدي لشلل رخو	يؤدي لشناج	يؤدي إلى شناج



ملاحظات أرشيفية

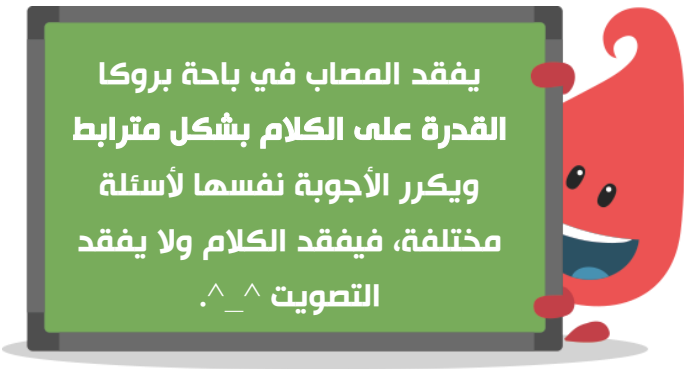
- في معظم الحالات التي تصاب فيها عدة مناطق دماغية، نلاحظ أن الشلل يكون في مرحلة الصدمة العصبية، حيث تكون المنعكسات العميقة رخوة وضعيفة في أول أسبوعين من الإصابة، أما بعد ذلك يظهر الشناج في المنعكسات العميقة.
- عندما تزداد المنعكسات العميقة بشكل مبالغ فيه، قد نلاحظ عند تنبيه المنعكس الأخمصي استجابات عديدة تسمى الرمع العضلي (ارتجاج) Clonus.

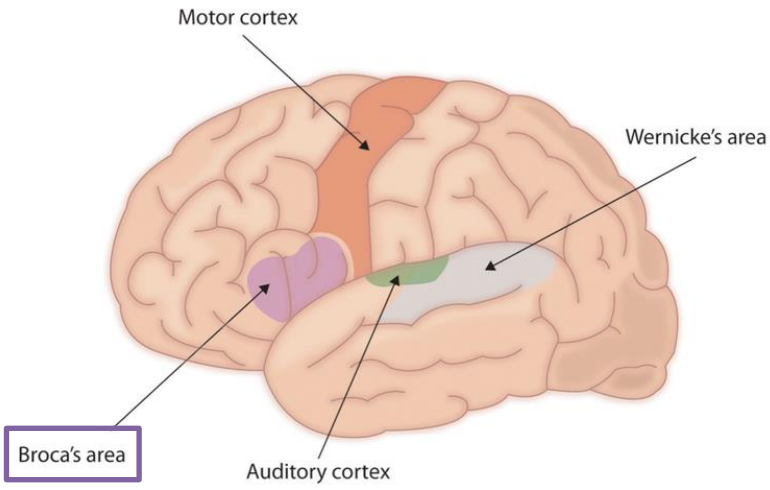
بعض الباحات المتخصصة بالتحكم الحركي التي وجدت في القشرة المحركة البشرية

تتوضع بعض الباحات المحركة المتخصصة بشكل رئيسي في الباحات أمام المحركة، وتتحكم بوظائف حركية نوعية جداً. تم تحديد موضعها إما بوساطة التنبيه الكهربائي أو بملاحظة فقد الوظيفة الحركية عندما تحدث آفات مخربة في باحات قشرية معينة. من أهم هذه الباحات:

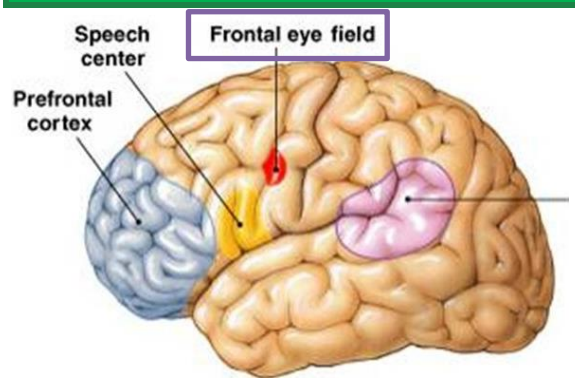
1- باحة بروكا والكلام Broca's Area (Motor Speech Area):

- هي باحة أمام محركة تتوضع مباشرة أمام القشرة المحركة الأولية وفوق شق سلفيوس تماماً وتدعى باحة بروكا.
- لا يمنع تخريب هذه الباحة الشخص من التصويت، ولكن تجعل من المستحيل عليه قول كلمات كاملة، إلا التعابير البسيطة مثل "نعم" أو "لا".
- وتقوم باحة قشرية وثيقة الارتباط بها بوظيفة تنفسية مناسبة، بحيث يمكن أن يحدث التفعيل التنفسي للحبال الصوتية بشكل متوافق مع حركات الفم واللسان أثناء الكلام.





2- ساحة حركات العين "الإرادية" "Voluntary" Eye Movement Field:



- يوجد فوق باحة بروكا مباشرة موضع التحكم بحركات العين.
- يمنع تخرب هذه الباحة الشخص من التحريك الارادي للعينين باتجاه الأجسام المختلفة، وبدلاً من ذلك تميل العينان للتثبيت على أجسام معينة، وهو أمر يتم التحكم به بواسطة إشارات من القشرة القذالية.
- وتتحكم هذه الباحة الجبهية أيضاً بحركات الأجفان مثل طرف العين Blinking.

ملاحظات جوهرية

- أحياناً من فحص المريض السريري نستطيع تحديد هل الإصابة في قشر الدماغ أو جذعه؛ فمثلاً المريض المصاب في الناحية اليمنى لقشر الدماغ نلاحظ أن عينيه تنظر إلى الجهة اليمنى (المريض ينظر إلى آفته) ولا يمكنه تحريك عينيه إلى اليسار عند الطلب منه. بينما المريض المصاب بجذع الدماغ ينظر إلى فالجه فعندما تكون إصابته في الطرف الأيسر من جسمه يكون نظره متوجهاً دوماً إلى الجهة اليسرى.

يعني:

- إصابة **القشرة** اليمنى ← فالج أيسر ← ينظر المريض إلى اليمين.
  (ينظر المريض إلى آفته ولا ينظر إلى فالجه)
- إصابة **جذع الدماغ** بالجهة اليمنى ← فالج أيسر ← ينظر المريض إلى اليسار
  (لا ينظر المريض إلى آفته وينظر إلى فالجه)

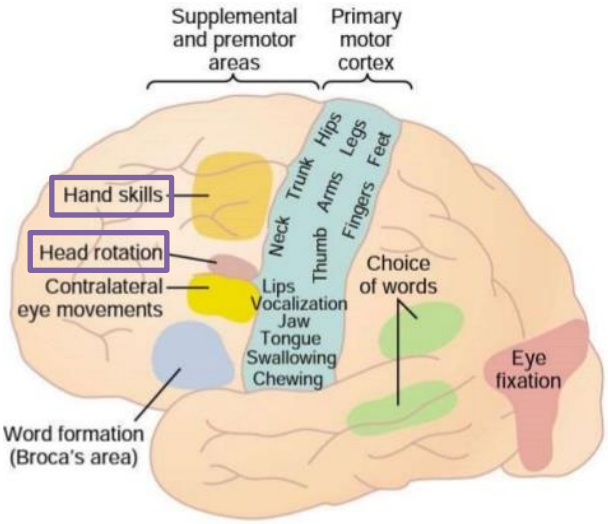
- **السبيل الجبهي القذالي الجسري** هو المسؤول عن حركات العين.
- الحزمة الطولانية الأنسية مسؤولة عن حركات العين الداخلية وإصابتها تعطي **علامة هاريس** (رأرأة العين المبعدة) وهي **علامة مميزة للتصلب اللويحي** ويمكن أن تشاهد في احتشاءات المنطقة القريبة من الحزمة الطولانية الأنسية وفي الورم الدبقي Glioma.

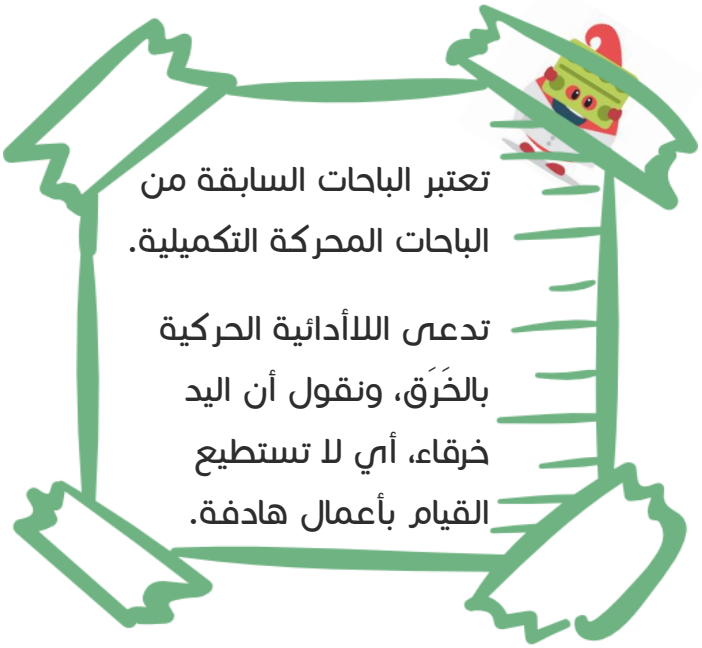
3- باحة دوران الرأس Head Rotation Area:

- يؤدي التنبيه الكهربائي في منطقة أعلى قليلاً من باحة الترابط المحركة إلى حدوث دوران للرأس.
- ترتبط هذه الباحة بشدة مع حقل حركات العين ومن المحتمل أن لها علاقة بتوجيه الرأس نحو الأجسام المختلفة.

4- باحة المهارات اليدوية Area for Hand Skills:

- يوجد في الباحة أمام المحركة مباشرة أمام القشرة المحركة الأولية المسؤولة عن حركة اليدين والأصابع باحة دعيت باحة المهارات اليدوية Area for hand skills.
- فعند حدوث تخريب في هذه الباحة نتيجة ورم أو أي أذية أخرى تصبح حركات اليد غير متناسقة وغير هادفة وهي حالة تدعى اللاأدائية الحركية Apraxia.





السبل النازلة Descending Tracts

نقل الإشارات من القشرة المحركة إلى العضلات

- تُنقَل الإشارات المحركة بشكل مباشر من القشرة إلى النخاع الشوكي عبر السبيل القشري النخاعي، وبشكل غير مباشر عبر سبل إضافية متعددة تضم النوى القاعدية، والمخيخ، ونوى مختلفة في جذع الدماغ.
- بشكل عام تهتم السبل المباشرة بالحركات المتميزة discrete والمفصّلة (الدقيقة) وخاصة للأجزاء البعيدة من الأطراف ولاسيما اليدين والأصابع.

تنقل الأوامر من المراكز العصبية إلى الأعضاء المنفذة عبر طريقين

- السبيل الهرمي (القشري الشوكي)
- السبل خارج الهرمية

السبيل الهرمي Pyramidal Tract (السبيل القشري الشوكي Corticospinal Tract)

- **يبدأ من القشرة المخية**، وينزل مباشرة **ليتشابك مع العصبون المحرك ألفا**، فهو لا يقوم بأية تشابكات على طول مساره من القشرة المخية وحتى النخاع الشوكي.
- ينشأ 30٪ من السبيل القشري النخاعي **من القشرة المحركة الأولية**، و30٪ **من الباحتين أمام المحركة والتكميلية**، و40٪ **من الباحات الحسية الجسدية الواقعة** خلف الثلم المركزي.

يحوي هذا السبيل أطول الألياف العصبية في الجسم.

- يقوم السبيل الهرمي الذي ينشأ من **نصف الكرة المخية اليمنى بالحركات في نصف الجسم الأيسر وكذلك الأمر بالنسبة للنصف الآخر**، حيث تتصالب الألياف كالتالي:

A. 80- 90% من ألياف هذا السبيل تتصالب إلى الجهة المقابلة في (الهرم البصلي) لتنزل باسم السبيل **القشري الشوكي الوحشي (الجانبي)** Lateral Corticospinal Tract.

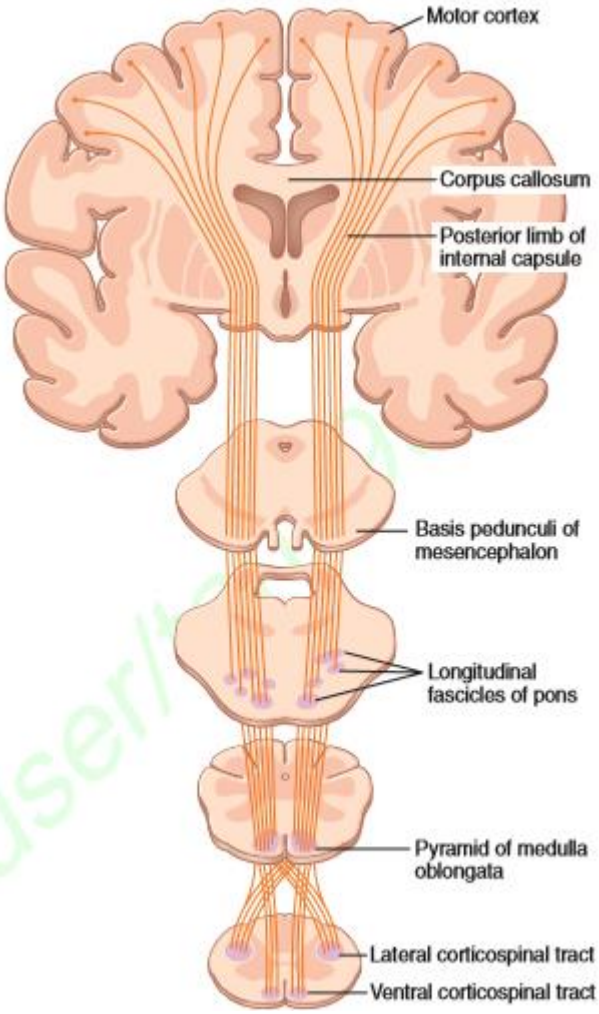
B. 10-20% الباقية تتابع طريقها إلى النخاع الشوكي دون تصالب في نفس الجانب Ipislateral وتسمى **بالسبيل القشري الشوكي البطني (الأمامي)** Ventral Corticospinal Tract، حيث تتصالب هذه الألياف بالتدريج في المنطقة الرقبية أو الصدرية العليا من النخاع الشوكي.

يمر السبيل بعد أن يغادر القشرة **عبر الذراع الخلفية posterior limb للمحفظة الداخلية Internal Capsule** (بين النواة المذنبة Caudate Nucleus والأتبة في العقد القاعدية Putamen of the basal ganglia) ثم يسير نحو الأسفل عبر جذع الدماغ مشكلاً أهرام البصلة Pyramids of the medulla.

ملاحظة ذهبية

⚠ تؤذي الإصابة في المحفظة الداخلية حتى لو كانت صغيرة وبؤرية كل الألياف النازلة بينما الإصابة الوعائية بالإكليل المشع لن تسبب الضرر الكبير نفسه الذي ستسببه المحفظة الداخلية (لأن المحفظة الداخلية هي مكان تتجمع فيه الالياف العصبية).

منشأ ومسار السبيل الهرمي



- ينشأ السبيل الهرمي بشكل أساسي من الباحات الحركية (4،6) وأيضاً من الباحات (1،2،3،5،7).
- تنزل الألياف بعد ذلك عبر المادة البيضاء مشكّلة **الإكليل المشع Corona Radiate** ثم تتجه إلى المحفظة الداخلية internal capsule لتشغل **الثلثين الخلفيين منها (الذراع الخلفية)**.
- ثم تتجه إلى البصلة السيسائية وتتجمع على **الوجه الأمامي** لها لتشكل **الهرم البصلي** لتقوم بعدها بعملية التصالب.
- تدخل معظم الألياف العمود الأبيض الوحشي للنخاع الشوكي لتشكل **السبيل القشري الشوكي الوحشي**، وتبقى بقية الألياف غير متصالبة فتتابع في العمود الأبيض الامامي باسم **السبيل القشري الشوكي الأمامي**.
- تنتهي الألياف في **القرن الأمامي** للنخاع الشوكي.

وظائف السبيل الهرمي

- نقل التنبيهات الإرادية البادئة للحركات (يتم بدء الحركة من الباحة 4) وخاصة الحركات التي تتطلب مهارة في الأصابع واليد (الكتابة، والعزف ... إلخ).
- لها فعل تسهيلي على المقوية العضلية والمنعكسات الوترية.

بنية السبيل الهرمي

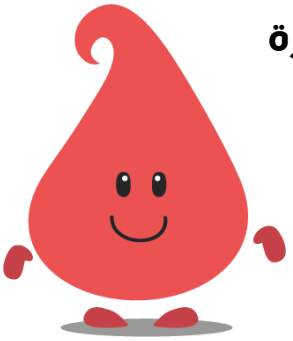
- إن أكثر الألياف **المؤثرة** في السبيل الهرمي هي **ألياف نخاعينية ضخمة** تنشأ من خلايا هرمية كبيرة giant pyramidal cells تسمى **خلايا بيتز Betz Cells** والتي توجد **في القشرة المحركة الأولية فقط** (الباحة 4)؛ حيث تعطي هذه الخلايا **2-6٪** من ألياف السبيل الهرمي.
- تكون **سرعة النقل في هذه الألياف الضخمة عالية** جداً.

يتضمن السبيل الهرمي حوالي مليون ليف عصبي منها:

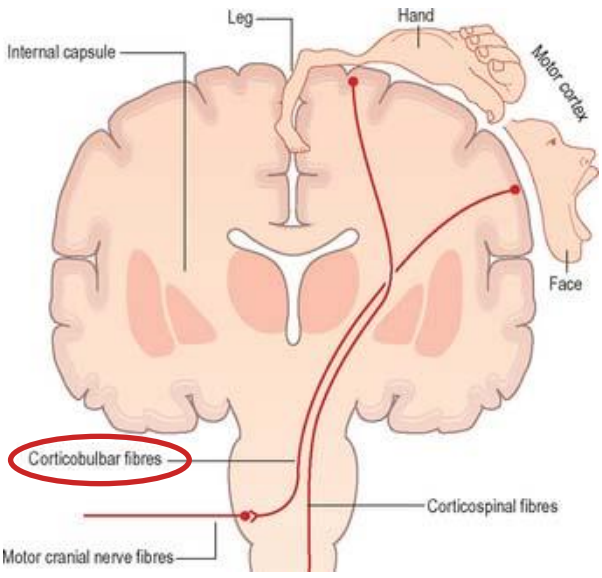
- 60% مغمدة بالنخاعين
  - سرعة النقل فيها عالية (بشكل قفزي)
- 40% غير مغمدة النخاعين
  - النقل فيها أبطأ من المغمدة

الفرق بينهما وظيفياً في سرعة النقل.

السبيل القشري البصلي Corticobulbar Tract



- **ينشأ من: الباحات (4 و 6).**
- **ينتهي في: نوى الأعصاب القحفية (5 - 7 - 9 - 10 - 11 - 12) من نصف الكرة المخية المقابل.**
- **وظيفته: يُعد هذا السبيل مسؤولاً عن الحركة الإرادية لعضلات الرأس وكذلك زيادة مقويتها.**



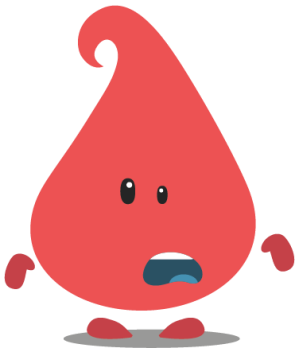
ملاحظة جميلة

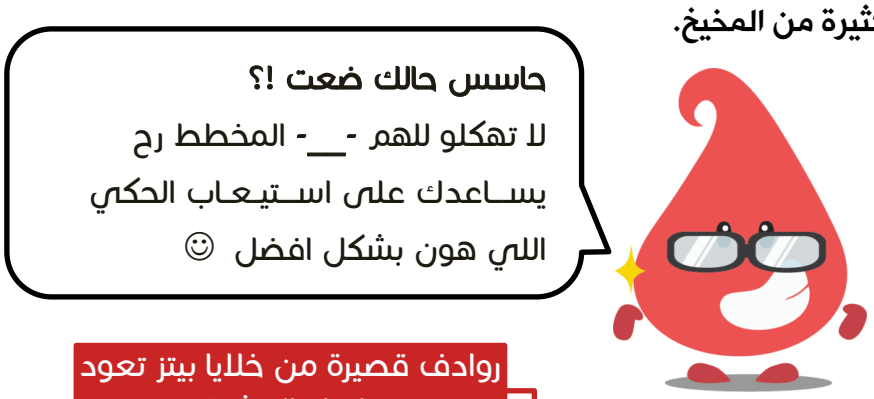
السبيل القشري البصلي Corticobulbar = السبيل القشري النووي Corticonuclear وهو نفس السبيل القشري الهرمي لكن الفرق أن السبيل القشري البصلي ينتهي في نويات الأعصاب القحفية وليس في النخاع الشوكي.

السبل الليفية الأخرى الصادرة من القشرة المحركة

تعطي القشرة المحركة عدداً كبيراً جداً من الألياف الإضافية، سواء من القشرة أو من روادف السبيل الهرمي وتسير نحو المناطق العميقة للمخ وجذع الدماغ، وتشمل ما يلي:

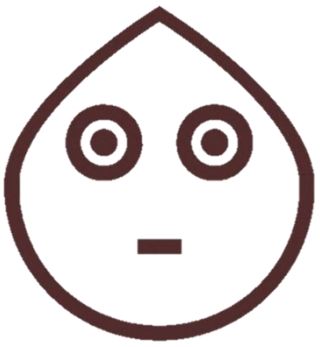
- ترسل المحاوير الصادرة من خلايا بيتز العملاقة روادف قصيرة عائدة إلى القشرة نفسها.
- يمر جزء كبير من الألياف إلى النواة المذنبة Caudate والأتبة ومن هنا تُرسل سبل إضافية عبر عدة عصبونات **إلى جذع الدماغ.**
- يمر عدد متوسط من الألياف إلى النوى الحمراء Red nuclei في الدماغ المتوسط؛ وتنزل منها ألياف إضافية **إلى النخاع** عبر السبيل الحمراوي الشوكي **Rubrospinal Tract.**
- ينحرف عدد معتدل من الألياف إلى المادة الشبكية وإلى النوى الدهليزية في جذع الدماغ ومن هنا تذهب بعض الإشارات إلى **النخاع** في حين تذهب إشارات أخرى إلى **المخيخ.**
- يتشابك عدد كبير من الألياف في النوى الجسرية Pontile Nuclei التي تعطي الألياف الجسرية المخيخية.
- تنتهي ألياف رادفة في النوى الزيتونية السفلية أيضاً ومن هنا تنقل ألياف زيتونية مخيخية ثانوية الإشارات إلى باحات كثيرة من المخيخ.





السبل خارج الهرمية الصادرة عن القشرة

روادف قصيرة من خلايا بيتز تعود باتجاه القشرة	
الياف إلى النواة المذنبة والأتبة	سبل باتجاه جذع الدماغ
ألياف إلى النوى الحمراء	السبيل الحمراوي الشوكي
الياف إلى المادة الشبكية والنوى الدهليزية	سبل إلى النخاع+المخيخ
الياف إلى النوى الجسرية	ألياف جسرية مخيخية
الياف إلى النوى الزيتونية السفلية	ألياف زيتونية مخيخية ثانوية



السبل الليفية الواردة إلى القشرة المحركة

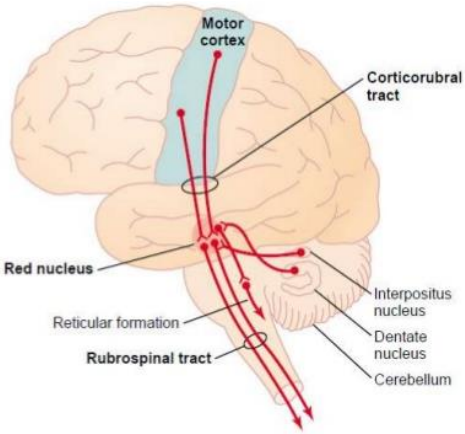
- يتم التحكم بوظائف القشرة المحركة **بشكل رئيسي** **بواسطة الجملة الحسية الجسدية**، وبشكل أقل بواسطة الجمل الحسية الأخرى كالسمع والرؤية.
- أهم السبل الليفية الواردة للقشرة المحركة هي:

1. ألياف تحت قشرية Subcortical من الباحات القشرية المجاورة.
2. **ألياف تحت قشرية** تمر عبر الجسم الثفني **من نصف الكرة المخية المقابل.**
3. ألياف حسية جسدية مستمدة مباشرة **من المركب البطني القاعدي للمهاد.**
4. سبل **من النوى البطنية الوحشية والبطنية الأمامية للمهاد** والتي تتلقى بدورها سبلاً من المخيخ والنوى القاعدية.
5. ألياف **من النوى داخل الصفيحة في المهاد** (وهي النواة التي توجد ضمن الصفيحة النخاعية الداخلية في المهاد).

خلاصة

تأتي الألياف إلى الباحات الحركية بشكل أساسي من القشرة الحسية، كما يمكن أن تأتي من مركبات المهاد مباشرة (مثل مركبات الألم) أو من داخل الصفيحة في المهاد.

وظيفة الجملة القشرية الحمراوية النخاعية Corticorubrospinal System



- ✓ تعمل النواة الحمراء المتوضعة في الدماغ المتوسط بارتباط وثيق مع السبيل القشري النخاعي.
- ✓ يملك القسم كبير الخلايا *Magnocellular portion* في النواة الحمراء تمثيلاً بيانياً جسدياً لجميع العضلات في الجسم كما هو الحال بالنسبة للقشرة المحركة، لذلك فإن تنبيه نقطة مفردة من هذا القسم من النواة الحمراء سيحدث تقلصاً إما في عضلة مفردة أو في مجموعة صغيرة من العضلات.

تكون دقة التمثيل لمختلف العضلات أقل تطور بكثير بالنسبة لما هو موجود في القشرة المحركة وهذا صحيح خاصة عند الكائن البشري الذي يملك نواة حمراء صغيرة نسبياً.

✓ يعمل السبيل القشري الحمراوي النخاعي كطريق إضافي لنقل إشارات متميزة نسبياً من القشرة المحركة إلى النخاع الشوكي، ولذلك عندما تتخرب الألياف القشرية النخاعية دون تخرب هذا السبيل الأخير؛ يمكن لحركات متميزة أن تستمر بالحدوث عدا حركات الأصابع واليد فتتأثر بشدة في حين تبقى حركات المعصم جيدة.

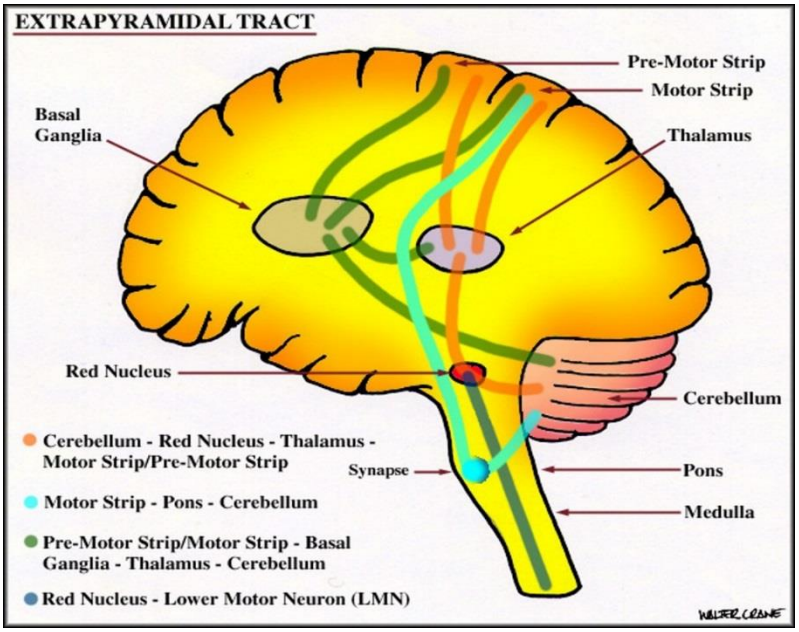
الجملة خارج الهرمية Extrapyramidal System

☜ يستعمل مصطلح الجملة المحركة خارج الهرمية بكثرة في السريريات للإشارة إلى جميع أقسام الدماغ وجذع الدماغ التي تسهم في التحكم الحركي دون أن تكون جزءاً من الجملة القشرية النخاعية (الهرمية) مباشرة.

☜ تتضمن السبل المارة عبر العقد القاعدية والتشكلات الشبكية في جذع الدماغ والنوى الدهليزية وغالباً النوى الحمراء أيضاً.

كل السبل الحركية الموجودة في الدماغ غير الحزمة الهرمية تسمى الحزمة خارج الهرمية.

عزز المعلومة بهال EXTRA:



Note ♫

يشير مصطلح السبيل الهرمي Pyramidal tract إلى السبل القشرية الشوكية، بينما يشير مصطلح السبل خارج الهرمية Extrapyramidal System إلى كل السبل النازلة الأخرى غير السبل القشرية الشوكية.

[2] From Clinical Neuroanatomy 6th edition

تأثير آفات القشرة المحركة أو السبيل القشري النخاعي - "السكتة"

كثيراً ما تتأذى القشرة المحركة أو السبيل القشري الشوكي خاصة بأذية شائعة تدعى السكتة Stroke تنجم إما عن **تمزق وعاء دموي** مما يؤدي إلى نزف ضمن الدماغ أو من **خثار** Thrombosis في أحد الشرايين الرئيسية المغذية للدماغ، وفي الحالتين يؤدي ذلك إلى **نقص في تزويد الدم إلى القشرة أو إلى السبيل القشري النخاعي** في كثير من الأحيان أثناء مروره عبر المحفظة **الداخلية** بين النواة المذنبة والأتبة.

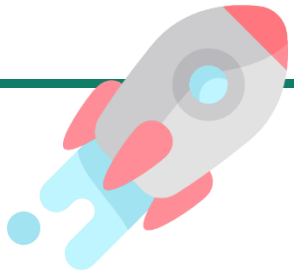
ⓘ الشناج العضلي Muscle Spasticity ⓘ

الناجم عن الآفات التي تصيب باحات واسعة مجاورة للقشرة المحركة

- يؤدي اجتثاث القشرة المحركة الأولية وحدها إلى حدوث نقص توتر Hypotonia وليس شناج Spasticity (فرط التوتر التشنجي)، لأن القشرة المحركة الأولية تمارس في الحالة السوية تأثيراً منبهاً توترياً مستمراً على العصبونات المحركة في النخاع الشوكي ولذلك عندما تزال هذه القشرة يحدث نقص توتر.
- من ناحية أخرى فإن معظم الآفات التي تصيب القشرة المحركة وخاصة الناجمة عن السكتة لا تشمل القشرة المحركة فحسب، بل تشمل أيضاً الباحات القشرية المجاورة والبنى العميقة للمخ وخاصة العقد القاعدية، ولذلك يحدث دوماً في هذه الحالات تشنج عضلي في المناطق العضلية المصابة في الجانب المقابل من الجسم (لأن جميع السبل المحركة تعبر إلى الجانب المقابل).

إصابة القشرة المحركة وحدها	نقص توتر
إصابة القشرة المحركة وباحات مجاورة وبنى عميقة في المخ	شناج عضلي في الجانب المقابل

تفسير الفكرة السابقة (لزيادة الفهم)



فسّرنا سبب نقص التوتر الناتج عن إصابة أو إزالة الباحة المحركة الأولية لكن السؤال:

لمَ يحدث التشنج عند إصابة الباحات القشرية المجاورة والبنى العميقة للمخ؟

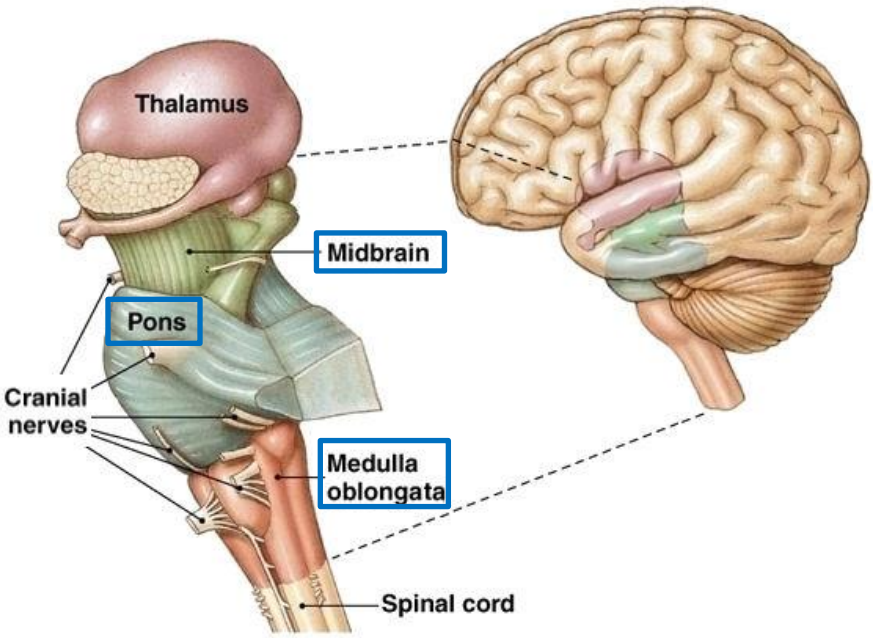
✅ يحدث التشنج في هذه الحالة بشكل رئيسي من إصابة السبل الإضافية القادمة من الأجزاء خارج الهرمية للقشرة والتي عادة ما تثبّط النوى الدهليزية والشبكية في جذع الدماغ.

فعند إزالة التثبيط disinhibit **تصبح مفعّلة** وتؤدي إلى توتر تشنجي Spastic Tone في المناطق العضلية المصابة من الجسم.

دور جذع الدماغ في التحكم بالوظيفة المحركة

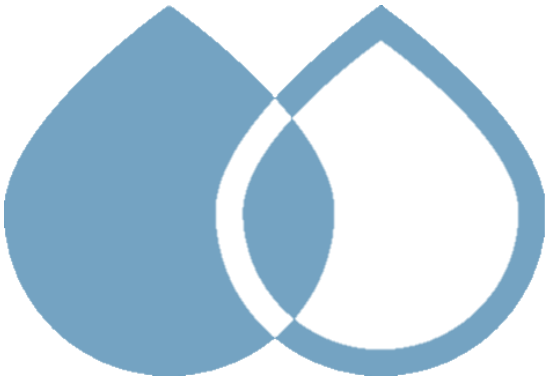
☒ يتكون جذع الدماغ من:

- **البصلة** Medulla oblongata
- **الجسر** Pons
- **الدماغ المتوسط** Midbrain



☒ يعد جذع الدماغ من بعض النواحي امتداداً للنخاع الشوكي نحو الأعلى داخل الجوف القحفي لاحتوائه على نوى حسية ومحركة تنجز الوظائف الحركية والحسية لناحيتي الوجه والرأس **بالطريقة نفسها التي تقوم بها القرون السنجابية الأمامية والخلفية من النخاع الشوكي** بإنجاز الوظائف نفسها من الرقبة وحتى الأسفل، لكنه يعد من نواحٍ أخرى سيد نفسه لأنه **يؤمن الكثير من وظائف التحكم الخاصة مثل**:

- التحكم بالتنفس
- التحكم بالجهاز القلبي الوعائي
- التحكم بالوظيفة المعدية المعوية
- التحكم بالكثير من الحركات النمطية للجسم
- التحكم بالتوازن
- التحكم بحركة العينين



☒ وفي النهاية يعمل جذع الدماغ أيضاً كأداة للمراكز العصبية العليا التي ترسل الكثير من الإشارات الآمرة إلى جذع الدماغ ليبدأ أو يعدل وظائف تحكمية معينة لجذع الدماغ.

Summary

- تمارس القشرة الحركية عملها عبر: العصبون المحرك العلوي والعصبون المحرك السفلي.
- الجهاز خارج الهرمي يشمل جميع السبل النازلة عدا السبيل الهرمي.
- يبدأ السبيل الهرمي من قشر الدماغ ويمر عبر الحزمة الهرمية وينتهي في المادة الرمادية للنخاع الشوكي.
- مسار السبيل الهرمي (القشري الشوكي):

إكليل مشع ← محفظة داخلية ← البصلة (٨٠ - ٩٠ % من الألياف يتصالب) ← ينزل في المادة البيضاء للنخاع الشوكي ← المادة الرمادية للنخاع الشوكي

- تكون الإصابة في المحفظة الداخلية أشد من الإصابة في الإكليل المشع **لأن المحفظة الداخلية هي مكان تجمع للألياف العصبية.**
- يتلقى السبيل القشري الهرمي ألياف من الباحة ٤ والباحة ٦ ومن السبل الحسية ومن سبل السمع والرؤية أحياناً ومن المهاد.
- إصابة الباحة ٤ بمفردها تسبب نقص مقوية وشلل رخو، بينما الإصابة المشتركة للباحة ٤ و٦ تسبب فرط مقوية وتشنج.

Test yourself

1. The most important descending pathway(s) for control of fine motor movements originating in the cortex is (are) the:

A. Pontine reticulospinal tract. B. Medullary reticulospinal tract.
C. Lateral and medial vestibulospinal tracts. D. Tectospinal and rubrospinal tracts.
E. Corticospinal (pyramidal) tract.

2. Which of the following structures has as a primary function the regulation of the level of excitation in the motor cortex, resulting in smooth movement and maintenance of posture?

A. Limbic system. B. Basal ganglia.
C. The medulla oblongata. D. Hypothalamus.
E. The pons.