# المخيخ Cerebellum

د. وضاح كزكز

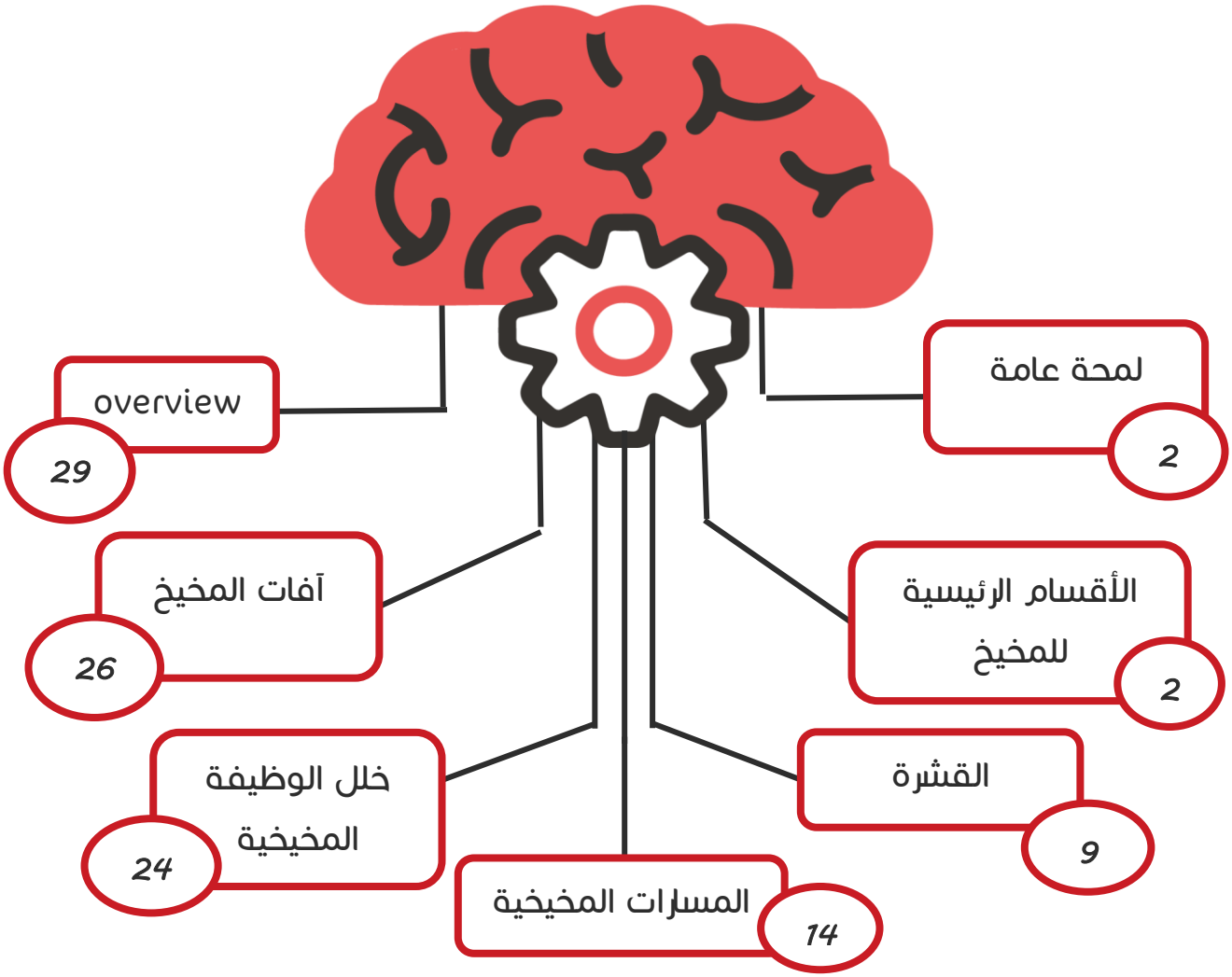
محتوى مجاني غير مخصص للبيع التجاري

RBC Medicine

## تشريح العصبية | Neuroanatomy

## السلام عليكم ورحمة الله وبركاته

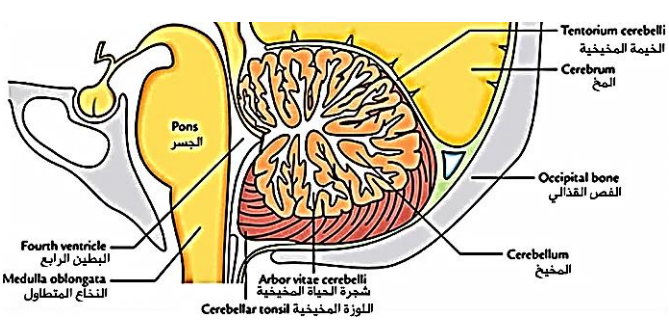
نرحّب بكم أصدقائنا في محطة جديدة من تشريح الجملة العصبية، وهي المخيخ، نعرّفكم فيها على التقسيمات الوظيفية المخيخ، والفُصّية منوهين على وظائفها، وارتباطها بالبنى العميقة في المخيخ، ثُمّ ننقلكم للسويقات المخيخية التي تعد أعمدة ارتكاز للمخيخ على جذع الدماغ، وطُرُقاً لتبادلِ المعلوماتِ بينهما بما يحقق اتّساقاً للحركات، ثُمّ نتطرّقُ للقشرِ المخيخي بشيءٍ من التفصيل حول طبقاتهِ والخلايا المكونةِ لها، والعَلاقةِ فيما بين هذه الخلايا، ومع السبل الواردة للمخيخ، التي تعطي نسخة عن الحركة، ليعالجها المخيخ في نِواه ويرسل الأوامر المنسّقة لهذه الحركة عبر السبل الصادرة، وفي الختام نعرض لكم أهم الآفاتِ والأمراض التي تصيب المخيخ وما ينتج عنها من اضطرابٍ في الحركة، بالمناسبة نودُّ تهنئتكم لوصولكم لهذه المحطة فهيَ منتصفُ الطريقِ.



## لمحة عامّة OVERVIEW (الشكل 6.1)

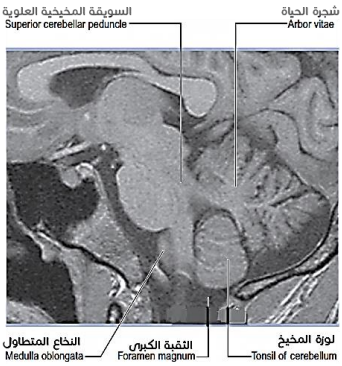
- يتطوّر المخيخ من الصفيحتان الجناحيتان alar plates (الشّفتان المعيّنيتان[1] rhombic lips) للدماغ التالي metencephalon.
- يتوضّع تحت الخيمة infratentorially ضمن الحفرة القحفيّة الخلفية posterior cranial fossa ويمتد بين الفصّين الصدغي والقذالي وجذع الدماغ.
- يشكل سقف البطين الرابع. *
- وزنه 150غ ويشكل 1/10 من وزن الدماغ.*
- سطح المخيخ مسنن بشدة ومساحتها 50٪ من مساحة القشرة الدماغية.*
- له ثلاث وظائف أساسيّة:

1. المحافظة على الوضعة والتّوازن maintenance of posture and balance
2. المحافظة على المقوية العضلية maintenance of muscle tone
3. تنسيق النّشاط الحركي الإرادي coordination of voluntary motor activity




الشكل (6.1): صورة شعاعية للمخيخ في موقعه بالمقطع السهمي الناصف، وشكل ترسيمي يوضح الصورة كما يظهر من الناحية الوحشية اليسرى.

نلاحظ السطح العلوي للمخيخ يجاور الصفيحة الرباعية التي يتوضع عليها الأكيمات الأربعة .

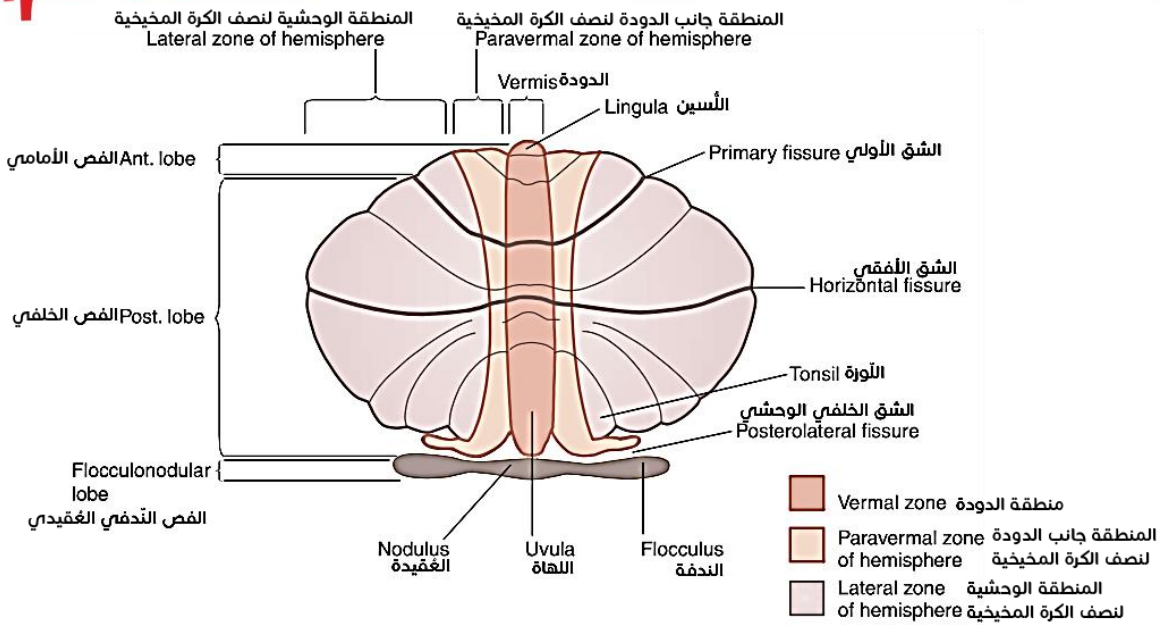



- نلاحظ السطح العلوي للمخيخ يجاور الصفيحة الرباعية التي يتوضع عليها الأكيمات الأربعة. *

## الأقسام الرئيسيّة للمخيخ Major divisions of the cerebellum (الشكل 6.2)

- يتألّف من دودة على الخط النّاصف midline vermis ونصفي كرة جانبيين two lateral hemispheres.
- مُغطّى بقشرة ذات ثلاث طبقات three-layered cortex، مُشكّلة وَرَقات folia وشقوق fissures.
- يحتوي على لب نخاعي مركزي central medullary core، الذي هو مادة بيضاء white matter تحتوي على محاوير نخاعينية والنُّوى المخيخية الأربع (المُسنَّنة dentate، والصّمّية emboliform، والكرويّة globose، والأوجِيّة (القميّة) fastigial). النُّواتان الصّمّية والكرويّة تُشكّل مجتمعةً النواة المُقحمة interposed nucleus.

[1] جزء من الصفيحتين الجناحيتين، ينشأ المخيخ من الشفتين المعينيتين خلال الشهر الرابع من الحمل، اللّتين تحويان خلايا إنتاشية تشكل طبقة الخلايا الحبيبية للمخيخ.




الشكل (6.2): رسم تخطيطي لشقوق fissures، وفصيصات lobules، وفصوص lobes المخيخ.

- في الصورة المشاهدة على السطح العلوي تظهر الدودة متصلة مع نصفي الكرة المخيخية وعلى السطح السفلي تظهر الدودة منفصلة عنهما. *

## الفصوص المخيخية Cerebellar lobes (الشكل 6.2 و 6.3)

- التقسيمات التطوُّريّة والوظيفيّة phylogenetic and functional divisions.

### 1. الفص الأمامي (المخيخ الشوكي) Anterior lobe (spinocerebellum):

- المخيخ الشوكي هو عبارة عن الفص الأمامي عدا اللسينة ويمتد إلى **الأمام من الشق الأولي**. *
- يتلقّى المُدخلات من مستقبلات التمدُّد stretch receptors (المغازل العضلية muscle spindles) وأعضاء غولجي الوتريّة Golgi tendon organs عبر **السُّبُل الشوكيّة المخيخية** spinocerebellar tracts ..... (ولذلك يدعى بالمخيخ الشوكي).
- **مسؤول بشكل عام عن عضلات الجذع (العضلات المحورية)**.
- يلعب دوراً في تنظيم المقوية العضلية regulation of muscle tone.

### 2. الفص الخلفي (المخيخ الحديث) Posterior lobe (neocerebellum):

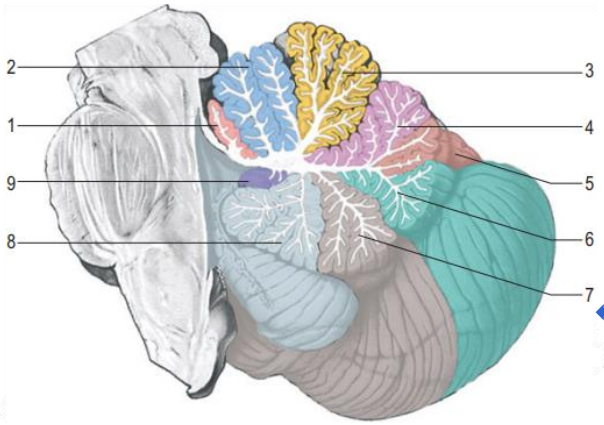
- يمتد **بين الشق الأولي** و**الشق الخلفي الوحشي** posterolateral fissure.
- يشكل نصفي الكرتين المخيخيتين.
- يتلقّى المُدخلات من القشرة الحديثة[2] neocortex عبر **الألياف القشرية الجسريّة المخيخية** corticopontocerebellar fibers.
- يلعب دوراً في تنسيق النّشاط الحركي الإرادي coordination of voluntary motor activity.

[2] القشرة المخية.

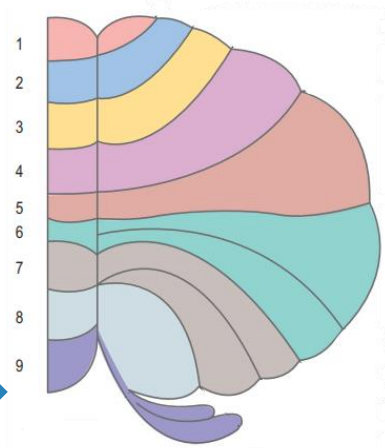
## 3. الفص النّدفي العقيدي (المخيخ الدهليزي) Flocculonodular lobe (vestibulocerebellum):

- يتألف من **العُقَيدة** nodulus (من الدودة of the vermis) **والنّدفة** flocculus[3].
- لا يُرى من الناحية الخلفية.
- يوجد في مركز المخيخ عند الحي، لكن عند فتح المخيخ يتوضع أسفل المخيخ.
- مرتبط بالنوى الدهليزية (ولذلك يدعى المخيخ الدهليزي).
- يتلقّى المُدخلات من **الجهاز الدهليزي Vestibular system[4]**.
- يلعب دوراً في **المحافظة على الوضعة والتّوازن Maintenance of posture and balance**.

| | الفص الأمامي | الفص الخلفي | الندفي العقيدي |
|---|---|---|---|
| يطلق عليه | المخيخ الشّوكي | المخيخ الحديث | المخيخ الدهليزي |
| الإمتداد | إلى الأمام من الشق الأولي | بين الشق الأولي والشق الخلفي الوحشي | إلى الخلف من الشق الخلفي الوحشي |
| يتلقى الواردات (المدخلات) من | مستقبلات التمدُّد (المغازل العضلية) وأعضاء غولجي الوتريّة | القشرة الحديثة | الجهاز الدهليزي |
| الألياف الناقلة للمدخلات | السُّبُل الشوكيّة المخيخية | الألياف القشرية الجسريّة المخيخية | الألياف الدهليزية المخيخية |
| الوظيفة | تنظيم التوتُّر العضلي | تنسيق النّشاط الحركي الإرادي | المحافظة على الوضعة والتّوازن |




الشكل (6.3): لاحظ ترتيب الفصيصات المخيخية عند الحي وعند فرد المخيخ، الفص الندفي العقيدي يظهر باللون البنفسجي ويتوضع في مركز المخيخ عند الحي (الصورة على اليسار)، وفي الأسفل عند فرد المخيخ (الصورة على اليمين).




[3] يعتبر لسين Lingula الدودة الموجود في الناحية الامامية جزءاً من الفص الندفي العقيدي الموجود في الناحية الخلفية.

[4] هو القُريبة والكُييس وأمبولة كل من القنوات نصف الهلالية الثلاثة، القُريبة والكييس يستجيبان للتسارع الخطي، وأمبولات القنوات نصف الهلالية الثلاثة تستجيب للتسارع الزاوي.

الأمر الوحيد المطلوب من الفصيصات المخيخية: أنه يوجد على الفص الخلفي في نهايته من اليمين واليسار فصيص اسمه (اللوزة) وهذه اللوزة في حالات معينة تسبب الفِتاق وعلى أساسها نقيم درجة تشوه خلفي اسمه ( أرنولد-كياري ).*

مهام الفصوص المخيخية توضع في القشر ويتم تنفيذها مرة ومرتين وثلاث مرات حتى يحفظها المخيخ، حيث المخيخ والحملة العصبية ككل تعتمد على التكرار فأي مهمة تريد أن يتعلمها الدماغ يجب تكرارها فكلما تكررت الفكرة تعززت المشابك الخاصة بهذه المهمة وكلما كررتها أصبحت أكثر سهولة.

## التنظيم الطُّولاني للمخيخ Longitudinal organization of the cerebellum

(الشكل 6.2 و 6.4)

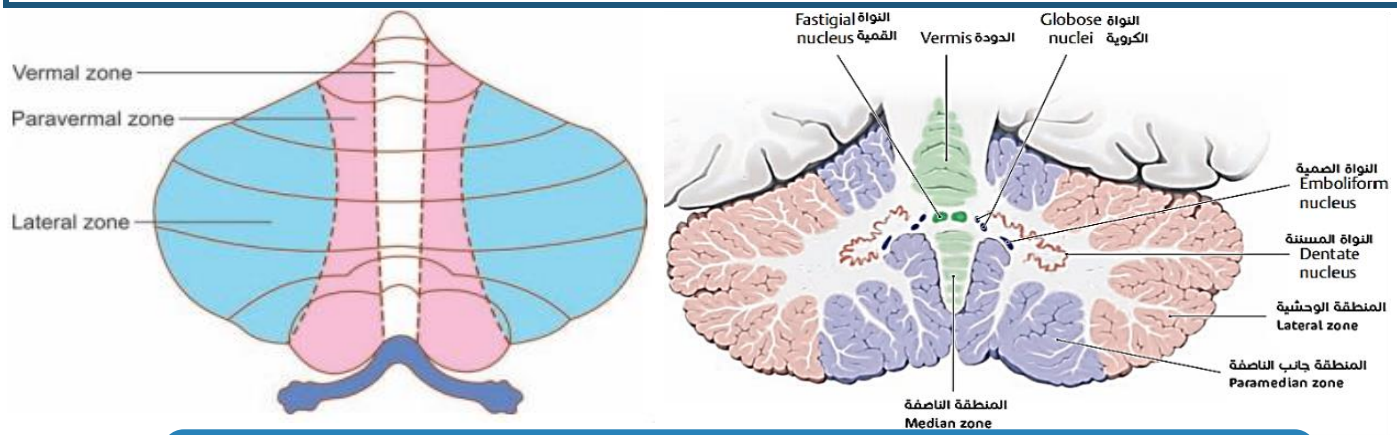
- يتضمّن ثلاث مناطق طولانية وظيفيّة مرتبطة بنُوى ومسارات مخيخية محددة.

**المنطقة (الدودية) الناصفة Median (vermal) zone**
- تُرسِل محاويرها إلى النواة الأوحِيّة (القمية)fastigial nucleus.

**المنطقة (مجاورة الدودية) مجاورة الناصفةParamedian (paravermal) zone**
- تُرسِل محاويرها إلى النُّوى المقحمة interposed nuclei (النواتان الصّمّية والكرويّة emboliform and globose nuclei).

**المنطقة الوحشية Lateral zone**
- تُرسِل محاويرها إلى النواة المُسنَّنة dentate nucleus.

- إنّ الصادر من المخيخ الحديث (الجزء الوحشي) يذهب للنواة المسننة، وهذا الصادر يعتبر الأكثر كثافة، وذلك لأنه مسؤول عن حركات **الأجزاء القاصية** من الطرفين العلويين والسفليين، وهي حركات ماهرة قابلة للتعلم وتميز الإنسان، لذلك فإنّ الصادر من النواة المسننة يعتبر الصادر الرئيسي للمخيخ.




الشكل (4.6): نوى المخيخ والمناطق القشرية المرتبطة بها، لاحظ التماثل اللوني بين النواة والمناطق القشرية المرتبطة بها.

## السُّويقات المخيخية Cerebellar peduncles (الشكل 6.5 و 6.6)

### 1. السويقة المخيخية السفلية Inferior cerebellar peduncle:

- تربُط المخيخ **بالبصلة المنقارية** rostral medulla **والجسر الذيلي** caudal pons.
- البوابة **الواردة** الرئيسية.
- تتألف من قسمين:

**a. الجسم الاستراحي Restiform body**

وهو جهاز ألياف واردة يحتوي:

- السبيل الشوكي المخيخي الخلفي Posterior spinocerebellartract
- السبيل الإسفيني المخيخي Cuneocerebellartract
- السبيل الزيتوني المخيخي Olivocerebellartract

**b. الجسم المجاور للاستراحي Juxtarestiform body**

يحتوي ألياف واردة وصادرة:

- الألياف الدهليزية المخيخية (الواردة) Vestibulocerebellar fibers (afferent)
- الألياف المخيخية الدهليزية (الصّادرة) Cerebellovestibular fibers (efferent)

### 2. السويقة المخيخية المتوسطة Middle cerebellar peduncle:

- **أكبر** سويقة مخيخية.
- تربُط المخيخ **بالجسر**.
- تحتوي جملة الألياف الواردة على ألياف جسريّة مخيخية pontocerebellar fibers إلى المخيخ الحديث.

### 3. السويقة المخيخية العلوية Superior cerebellar peduncle:

- تربُط المخيخ **بالجسر المنقاري** rostral pons **والدماغ المتوسط الذيلي** caudal midbrain.
- الطريق **الصّادر** الرئيسي من المخيخ.

**الطرق الصادرة:**

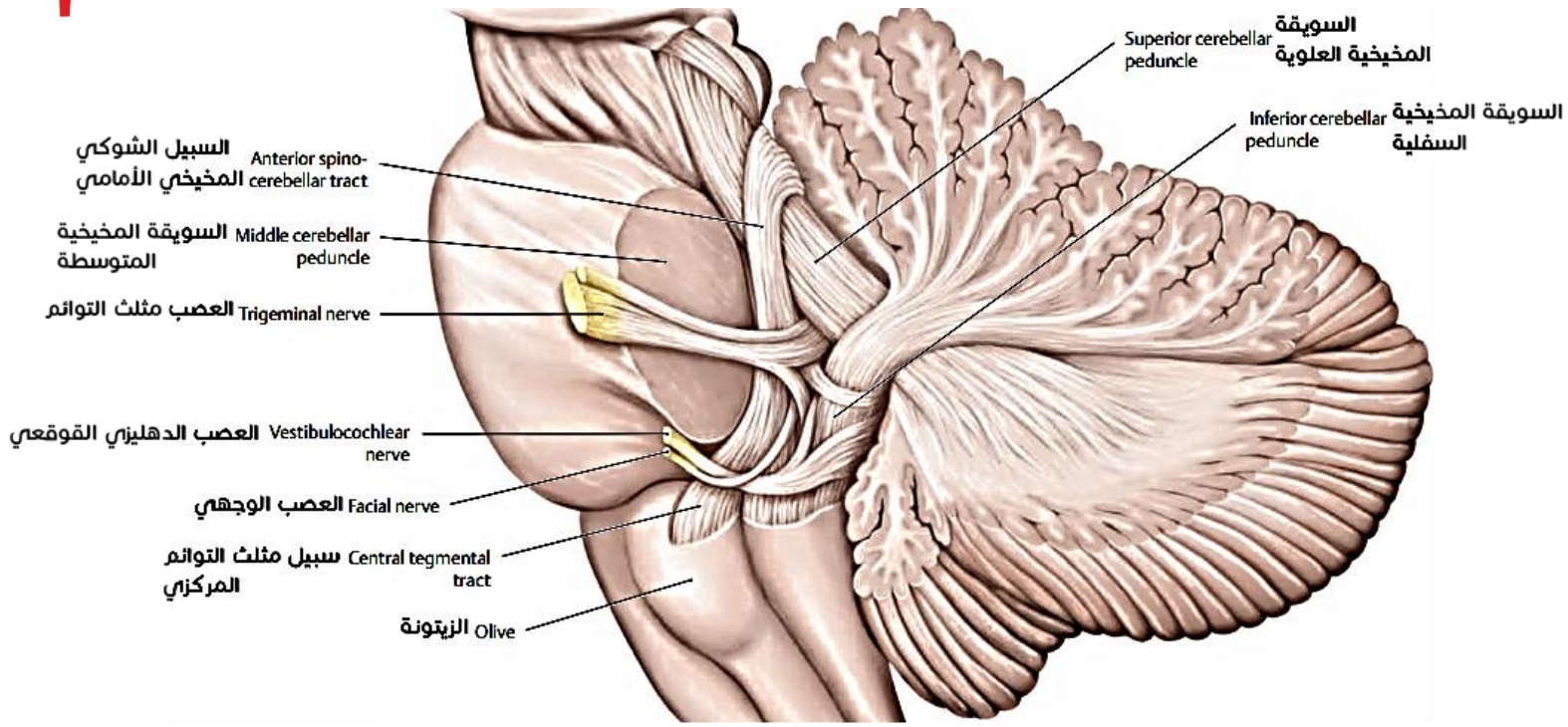
- السبيل المُسنَّني الحمراوي المهادي Dentatorubrothalamic tract
- السبيل المُقحمي الحمراوي المهادي Interpositorubrothalamic tract
- السبيل الأوجي (القمي) المهادي Fastigiothalamic tract
- السبيل الأوجي (القمي) الدهليزي Fastigiovestibular tract

**الطرق الواردة:**

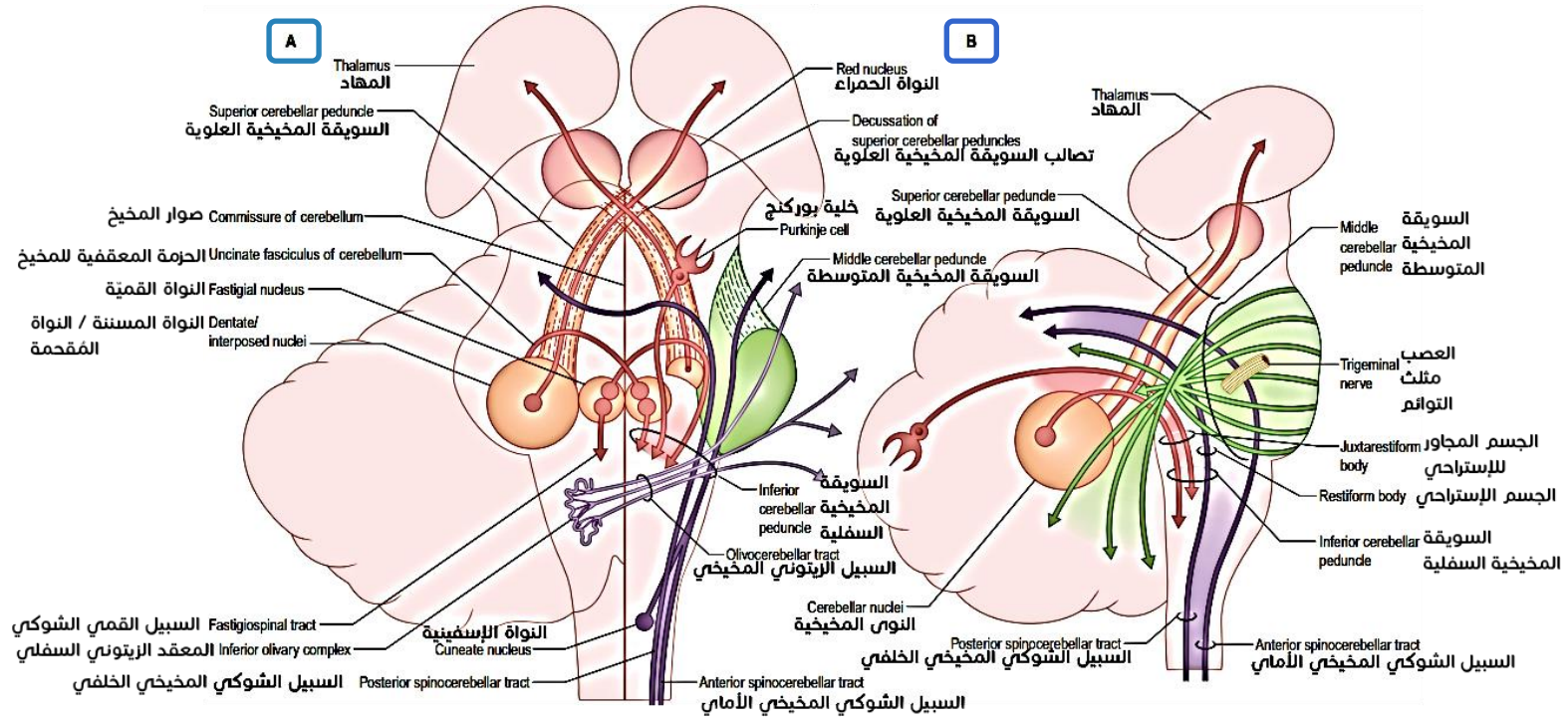
- الألياف الزرقاوية المخيخية[5] Ceruleocerebellar fibers
- ألياف السبيل مثلثي التوائم المخيخي Trigeminocerebellar fibers
- السبيل الشوكي المخيخي الأمامي Anterior spinocerebellar tract

[5] تنشأ من الموضع الأزرق (نواة) الموجود في الجسر، والذي يرسل ألياف عصبية إلى مناطق واسعة من الدماغ، تفرز النورأدرينالين، وهذه النواة مرتبطة بالاستجابة الفيزيولوجية للخوف والتوتر.


محتوى مجاني غير مخصص للبيع التجاري




الشكل (6.5): الناحية الوحشية اليسرى من المخيخ، الجزء الوحشي الأيسر من الجسر مقطوع، والسويقة المخيخية المتوسطة اليسرى مقطوعة.
قارن بين حجم السويقات ولاحظ الكمية الكبيرة من الألياف التي تربط المخيخ بباقي أقسام الـ CNS.




الشكل (6.6): تخطيط لمحتويات السويقات المخيخية، (A) منظر خلفي، (B) منظر وحشي.

| | السويقة المخيخية العلوية | السويقة المخيخية المتوسطة | السويقة المخيخية السفلية |
|---|---|---|---|
| الألياف الصادرة | 1. السبيل المُسنَّني الحمراوي المهادي.<br>2. السبيل المُقحمي الحمراوي المهادي.<br>3. السبيل الأوجي (القمي) المهادي.<br>4. السبيل الأوجي (القمي) الدهليزي. | - | 1. الألياف المخيخية الدهليزية (ضمن الجسم المجاور للإستراحي). |
| الألياف الواردة | 1. السبيل الشوكي المخيخي الأمامي.<br>2. الألياف مثلثة التوائم المخيخية.<br>3. الألياف الزرقاوية المخيخية. | ألياف جسريّة مخيخية | 1. السبيل الشوكي المخيخي الخلفي.<br>2. السبيل الإسفيني المخيخي.<br>3. السبيل الزيتوني المخيخي.<br>4. الألياف الدهليزية المخيخية (الوارد الوحيد الموجود ضمن الجسم المجاور للاستراحي). |
| تربط المخيخ مع | الجسر المنقاري والدماغ المتوسط الذيلي | الجسر | البصلة المنقارية والجسر الذيلي |
| ميزات للسويقة | الطريق الصادر الرئيسي من المخيخ | أكبر سويقة مخيخية | تتألف من قسمين الجسم الاستراحي والجسم المجاور للاستراحي |

إثراء آربيسيزي: RBC Enriching

- إنّ السويقة الوسطى هي أضخم سويقة على رغم أنها تحوي فقط السبيل القشري الجسري المخيخي، وهذا يعود لكثرة الألياف الواردة عبر هذا السبيل حيث ينقل نسخة عن الأوامر الحركية الصادرة من القشرة إلى عضلات اليد والأصابع والتي تتطلب مهارة عالية.

# القشرة المخيخية Cerebellar Cortex

## القشرة المخيخية ذات الثلاث طبقات Three-layered cerebellar cortex (الشكل 6.7)

الواردات كلها تصل للقشر المخيخي. *

### 1. الطبقة الجزيئية Molecular layer:

- الطبقة الخارجية مبعثرة الخلايا outer cell-sparse layer التي تقع تحت الأم الحنون.
- تحتوي على تفرُّعات تغصُّنية لخلايا بوركينج dendritic arborizations of Purkinje cells والألياف المتوازية للخلايا الحبيبية parallel fibers of the granule cells.
- تحتوي على **خلايا نجمية (خارجية)** stellate (outer) cells **وخلايا سلّيّة (نجمية داخلية)** basket cells (inner stellate).

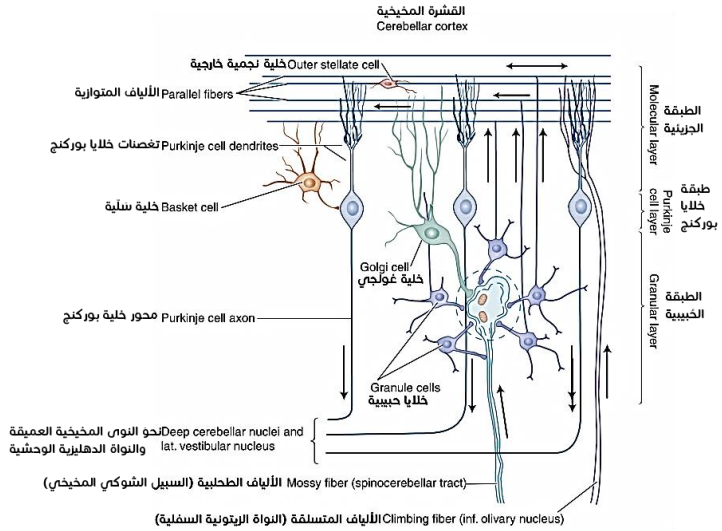
### 2. طبقة خلايا بوركينج Purkinje cell layer:

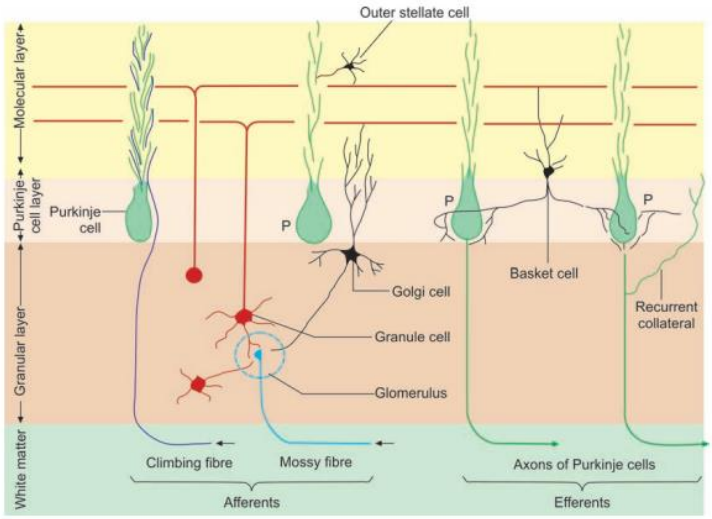
- توجد بين الطبقة الجزيئية وطبقة الخلايا الحبيبية.
- تحتوي على أجسام خلايا بوركينج Purkinje cell bodies.

### 3. طبقة الخلايا الحبيبية Granule cell layer:

- توجد بين طبقة خلايا بوركينج والمادة البيضاء المخيخية.
- تحتوي على **خلايا حبيبية** granule cells، **وخلايا غولجي** Golgi cells، **وكبيبات مخيخية** cerebellar glomeruli.
- الكبيبات المخيخية *cerebellar glomeruli*: هي كتلة موجودة في طبقة الخلايا الحبيبية مؤلفة من نهايات **قبل مشبكية للألياف الطحلبيّة** presynaptic terminals of mossy fibers، ومحاطة **بتغصّنات الخلايا الحبيبية بعد المشبكية** postsynaptic granule cell dendrites **ونهايات محاوير خلايا غولجي قبل المشبكية** presynaptic Golgi cell axon terminals.

- القشر المخيخي متساوٍ في السماكة بخلاف القشر المخي. *
- يهمنا موضوع السماكة في الصرع حيث لدى إخضاع مريض الصرع لـ MRI نجد لديه منطقة من القشر الدماغي سماكتها بعيدة عن المعدل الوسطي للسماكة الخاصة بهذه المنطقة عند البشر فنتوقع وجود البؤرة المخلجة في هذه المنطقة لذا فكرة thickness of gyri مهمة بالنسبة للقشر المخي أما بالنسبة للقشر المخيخي فهو يمتلك نفس السماكة. *




الشكل (6.7): رسم تخطيطي للقشرة المخيخية ذات الثلاث طبقات، مظهراً العناصر العصبية واتصالاتها. الخط المتقطّع الدائري يحتوي على كبيبة مخيخية. تُمثّل الألياف المتسلّقة والطحلبيّة المُدخَلات المثيرة. تُمثّل محاوير خلايا بوركينج Purkinje cell axons الصّادر الوحيد من القشرة المخيخية، والذي يكون مُثبّط.

## عصبونات وألياف المخيخ Neurons and fibers of the cerebellum (الشكلان 6.7 و 6.8)

### 1. خلية بوركينج Purkinje cell:

- تنقل المعلومات **الصّادرة الوحيدة** من القشرة المخيخية.
- ترسِل الصّادر المُثبِّط (gamma-aminobutyric acid [GABA]) إلى **النُّوى المخيخية والدهليزية** cerebellar and vestibular nuclei.
- **تُثار** بواسطة الألياف المتوازية والمتسلّقة parallel and climbing fibers.
- **تُثبَّط** (بواسطة GABA) بواسطة **الخلايا السّلّية والنجميّة** basket and stellate cells.

### 2. الخلية الحبيبية Granule cell:

- **تُثير** (عبر الغلوتامات glutamate) خلايا بوركينج ، والسلّيّة ، وغولجي عبر الألياف المتوازية parallel fibers.
- **تُثبَّط** بواسطة خلايا غولجي Golgi cells.
- **تُثار** بواسطة الألياف الطحلبيّة mossy fibers.

### 3. الألياف الطحلبيّة Mossy fibers:

- ألياف السّبيلين الشوكي المخيخي والجسري المخيخي spinocerebellar and pontocerebellar tracts المُثيرة الواردة.
- **تنتهي** كألياف طحلبيّة على الخلايا الحبيبية.
- **تُثير** الخلايا الحبيبية لتفريغها عبر أليافها المتوازية.

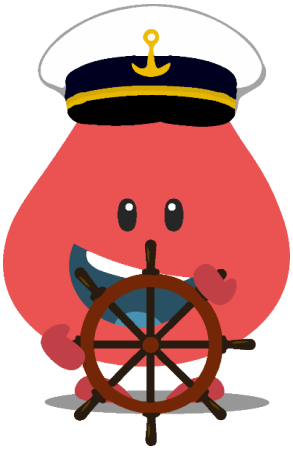
## 4. الألياف المتسلّقة Climbing fibers:

- ألياف السبيل الزيتوني المخيخي olivocerebellar tract **المُثيرة الواردة**.
- **تنتهي** على عصبونات النُّوى المخيخية وعلى تغصُّنات خلايا بوركينج.

| | الألياف الطحلبية | الخلايا الحبيبية (عبر الألياف المتوازية) | الألياف المتسلقة | خلايا بوركينج | خلايا غولجي | الخلايا السلية والنجمية |
|---|---|---|---|---|---|---|
| تُثير | الخلايا الحبيبية. | 1. خلايا بوركينج.<br>2. خلايا غولجي.<br>3. الخلايا السلّيّة. | 1. خلايا بوركينج.<br>2. النوى المخيخية. | – | – | – |
| الناقل | الغلوتامات | | الأسبارتات | – | – | – |
| تُثبِّط | – | – | – | 1. النوى المخيخية.<br>2. النوى الدهليزية. | الخلايا الحبيبية. | خلايا بوركينج. |
| الناقل | – | – | – | GABA (غاما-أمينو حمض الزبدة) | | |

## التنبيه في المخيخ *

- لفهم آلية التنبيه في المخيخ نتذكر القاعدة الجبرية التالية:



- (+) × (+) = (+)
- (-) × (-) = (+)
- (+) × (-) = (-)
- (-) × (+) = (-)

- مثلاً:

تنبه مباشرة[6] ← ألياف طحلبية (+) ← خلايا حبيبية (+) ← خلايا بوركنجي (-) ← تثبيط النوى المسننة (أو أي نواة مخيخية).

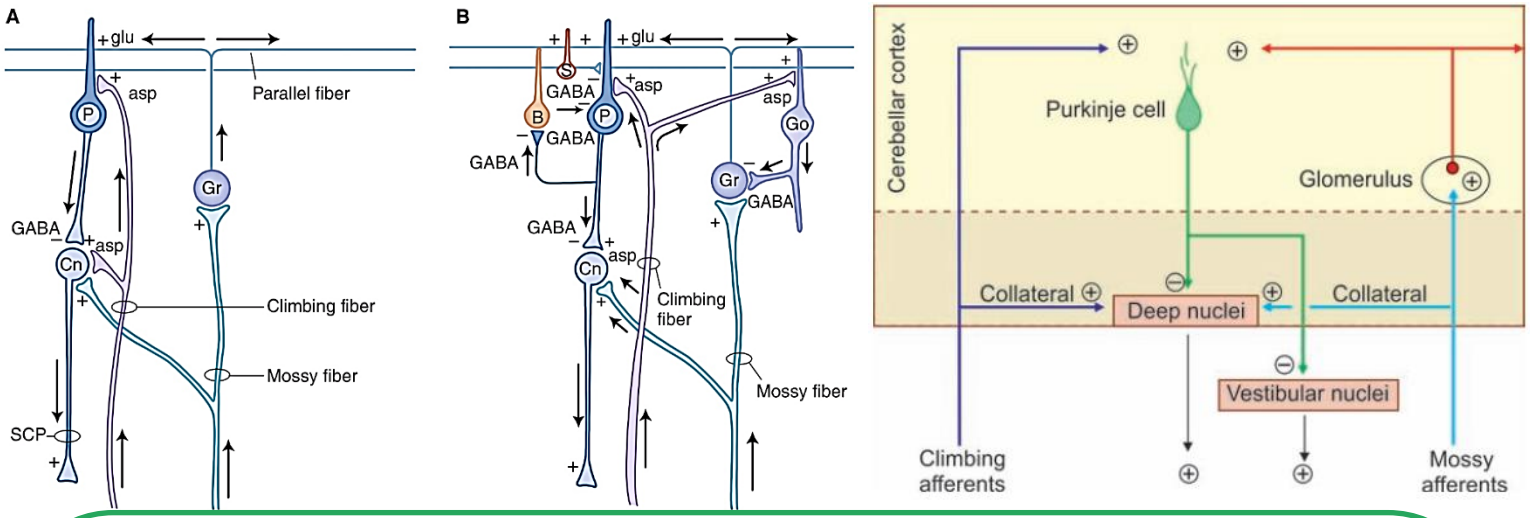
[6] مثل التنبيه الوارد من السبيل الشوكي المخيخي الأمامي أو الخلفي.

**نلاحظ أن:** الخلايا الحبيبية نشطت (+) خلايا بوركينج المثبطة (-) فتم تثبيط النواة المسننة، أي (+) × (-) = (-).

أما إذا نُقل التنبيه إلى الخلايا النجمية فالمسار يصبح كالتالي:

حبيبية (+) ← نجمية (-) ← تثبيط بوركنجي ← تفعيل النواة مسننة (أو أي نواة مخيخية).

**نلاحظ أن:** الخلايا النجمية ثبطت (-) خلايا بوركينج المثبطة (-)، أي تم إيقاف عمل المثبط، وبالتالي تم تنشيط النواة المسننة، أي (-) × (-) = (+).




الشكل (6.8): اتّصالات القشرة المخيخية The connections of the cerebellar cortex.

(A) الدارة الأساسيّة للمعلومات الواردة والصّادرة.

(B) اتّصالات العصبونات البينيّة المُثبّطة للقشرة المخيخية.

تستخدم العصبونات المُثبّطة للمخيخ (GABA) gamma-aminobutyric acid.

الغلوتامات هو ناقل للخلايا الحبيبيّة.

الأسبارتات (asp) هو ناقل الألياف المُتسلّقة، بينما الغلوتامات (glu) هو ناقل الألياف الطحلبيّة.

المشابك المُثيرة excitatory synapses مُشار إليها بإشارة زائد (+)، والمشابك المُثبِّطة مُشار إليها بإشارة ناقص (-).

B = basket cell خلية سلّيّة ; Cn = neuron of the cerebellar nuclei عصبون النُّوى المخيخية

glu = glutamate غلوتامات ; Gr = granule cell خلية حبيبيّة

P = Purkinje cell خلية بوركينج ; Go = Golgi cell خلية غولجي ; S = stellate cell خلية نجميّة

SCP= superior cerebellar peduncle السّويقة المخيخية العلويّة

إثراء آربيسيزي: RBO Enriching

- قبل البدء بالمسارات المخيخية الرئيسية لابد من وضع بعض النقاط في الحسبان:

## الألياف الواردة للمخيخ:

تعادل **ثلاث أضعاف** الألياف الصادرة، ومعظم المعلومات ترد عبر السويقتين المخيخيتين المتوسطة والسفلية، وتنتقل المعلومات الواردة للقشرة المخيخية عبر الألياف المتسلقة والطحلبية.

- السبل الواردة القشرية:

تحمل نسخةً عن الأوامر الحركية قبل التنفيذ.

- السبل الواردة الشوكية:

تحمل تقريراً عن تنفيذ تلك الأوامر الحركية.

## أما الألياف الصادرة عن المخيخ:

تنقل تعديلات المخيخ الضرورية بعد مقارنة نسخة الأوامر (الأمر الحركي النازل) بالتقرير عن تنفيذ هذه الأوامر.

أي أن المخيخ يقارن المعلومات التي وردته من أنحاء الجسم **"عبر السبل الواردة من النخاع الشوكي"** مع نسخة الأمر الحركي النازل الصادرة سابقاً والتي تم الاحتفاظ بنسخة منها" وإذا حدث خلل في تنفيذ الأمر الحركي فإنه يرسل التعديلات الضرورية عبر أليافه الصادرة إلى جميع المراكز المعنية بتنفيذ تلك التعديلات.

- فعند إطلاق أمر من القشرة المخية، يقوم المخيخ بضبط توزيع القوة والتوقيت ومدى الحركة، ليتناسب مع الحالة التي تتطلب الحركة.

مثلاً:

حارس المرمى يريد صد الكرة المتجهة بسرعة نحو مرماه، هذه الحركة تتطلب من المخيخ تنشيط كامل للباسطات **100٪** (تتوزع القوة للباسطات) وتثبيط القابضات، بأقصى سرعة ومد اليد لأقصى حد بالوقت المناسب لالتقاط الكرة.

مثال آخر:

لإمساك كأس شاي في يوم عطلة، يقوم المخيخ بقياس وتوزيع القوة، فيتم تفعيل الباسطات بنسبة **70٪** والقابضات **30٪** تقريباً بحيث تكون زاوية بسط الذراع حوالي 120 درجة، هذه الفعالية لا يحدها وقت، وبالتالي تكون الحركة بطيئة.

يلاحظ تنظيم المخيخ للحركات مع ضبط الوقت في المشي، حيث في المدة التي تكون العضلات الباسطة مفعلة **100٪** في الفخذ، تكون العضلات القابضة مفعلة **100٪** في الفخذ الآخر، وعند الجري يصبح التبديل سريعاً مما يتطلب تنظيما متقدماً لضمان التوازن.

**الأُنيسيان المخيخي:** (لاحظ الشكل 6.9)

يمثل ارتسام نواحي الجسم حسياً على القشرة المخيخية بشكل أُنَيسِيانٍ بدائيٍّ (يشبه المخلوقات البرمائية (الأُنيسيان تصغير الإنسان).

1-قشرة الدودة:

تؤثر بحركات المحور الطويل للجسم (العنق، والكتفان، والصدر، والبطن، والوركان.

2-المنطقة جانب الناصفة (الوسيطة، جانب الدودة):

مسؤولةٌ عن جمع المعلومات الحسية لحركات الأطراف وخاصة اليدين والقدمين.

3-المنطقة الوحشية:

معنيةٌ بالتخطيط للحركات المتواترة وتقييم أخطاء الحركة.

الشكل(6.9): الأُنيسيان المخيخي

## المسارات المخيخية الرئيسيّة Major cerebellar pathways

### المسار الدهليزي المخيخي Vestibulocerebellar pathway (الشكل 6.10 و 6.11 و 6.14)

- يلعب دوراً في **المحافظة على الوضعة، والتوازن، وتنسيق حركات العين**.[7]
- يستقبل وارداته الرئيسيّة من المستقبلات **الدهليزية للتيهين الحركي والسّاكن**[8] kinetic and static labyrinths.

1. القنوات نصف الدائريّة (الهلالية) والأعضاء السّمعيّة Semicircular ducts and otolith organs:

- ترسِل صادراتها إلى **الفص النّدفي العقيدي**[9] **والنُّوى الدهليزية**.

2. الفصّ النّدفي العقيدي Flocculonodular lobe:

- يتلقّى المُدخَلات البصريّة من **الأكيمة العلوية** superior colliculus و**القشرة المخططة**[10] striate cortex.
- يُرسِل صادراته إلى **النُّوى الدهليزية**.[11]

[7] راجع المحاضرة السابقة فقرة المنعكس الدهليزي-العيني

[8] التيه الساكن هو التيه الموجود في القريبة والكيس، أما التيه المتحرك هو الموجود في القنوات الهلالية الثلاث.

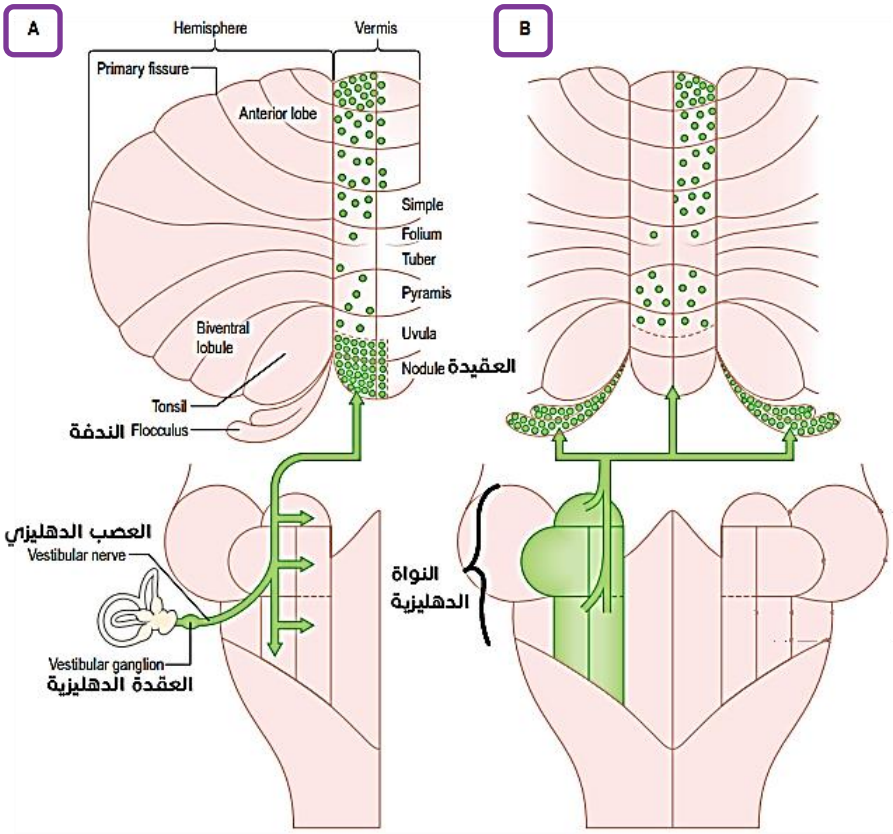
[9] عبر الألياف الدهليزية المخيخية العابرة للجسم المجاور للاستراحي للسويقة المخيخية السفلية.

[10] القشرة البصرية الأولية، وهي الباحة رقم 17 من باحات برودمان، توجد حول الشق المهمازي في الفص القذالي.

[11] عبر الألياف المخيخية الدهليزية العابرة للجسم المجاور للاستراحي للسويقة المخيخية السفلية.

## 3. النُّوى الدهليزية Vestibular nuclei:

- ترسِل صادراتها عبر **الحزم الطولانية الإنسية** medial longitudinal fasciculi إلى **النُّوى المحركة العينيّة** للأعصاب القحفية الثالث CN III، والرابع CN IV، والسادس CN VI لتنسّق حركات العين.
- ترسِل صادراتها عبر السُّبُل **الدهليزية الشوكية الإنسية والوحشية**[12] medial and lateral vestibulospinal tracts إلى **النخاع الشوكي** لتنظّم عضلات العنق ومقاوَمة الجاذبيّة neck and antigravity muscles، على التوالي.



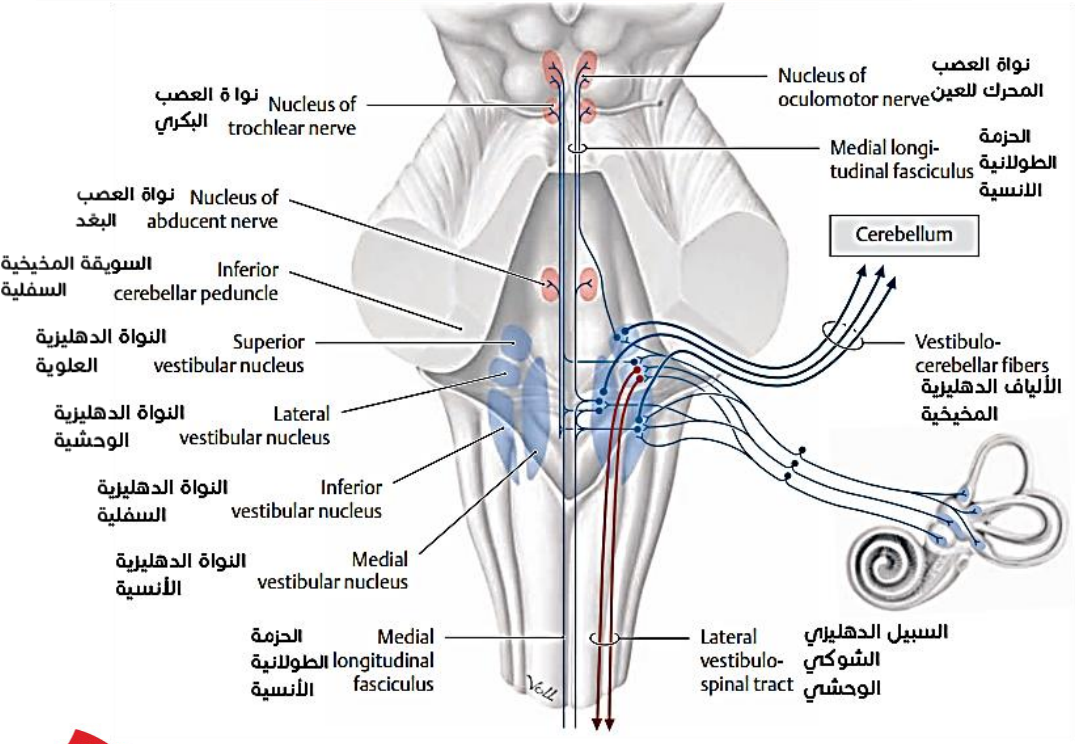

الشكل (6.10): رسم تخطيطي للسبيل الدهليزي المخيخي، النقاط الخضراء تمثل توزع ألياف السبيل الدهليزي المخيخي.

(A)

لاحظ أن الألياف الصادرة من القنوات نصف الهلالية تتجه من العقدة الدهليزية إلى كل من النواة الدهليزية والفص الندفي العقيدي، تحديداً العقيدة، يدعى هذا بالسبيل الدهليزي المخيخي الأولي.

(B)

الألياف الصادرة من النواة الدهليزية تتجه نحو الفص الندفي العقيدي، وتدعى بالسبيل الدهليزي المخيخي الثانوي.




الشكل (6.11): يرسل الفص الندفي العقيدي صادراته، بعد معالجة الواردات في خلايا بوركينج، حيث تنطلق الأوامر عبر محاويرها إلى النوى الدهليزية حيث تصدر أوامرها عبر السبيل الدهليزي الشوكي إلى عضلات العنق والتوازن.
لاحظ ارتباط النوى الدهليزية مع نوى الأعصاب القحفية المحركة للعين عبر الحزمة الطولانية الإنسية.

[12] المسؤولة عن تنشيط الباسطات. *

# المسار الشوكي المخيخي الدودي Vermal spinocerebellar pathway

(الشكل 6.12 و 6.13 و 6.14)

- يحافظ على التوتُّر العضلي والتحكُّم الوضعي بالعضلات الجذعية (المحورية axial) والقريبة (حزام الطرف limb girdle).

## 1. الدودة Vermis:

- تتلقّى مُدخلات شوكية مخيخية وتيهية spinocerebellar and labyrinthine input.
- ترسِل صادراتها إلى النواة الأوجِيّة (القميّة).

## 2. النواة الأوجِيّة (القميّة) Fastigial nucleus:

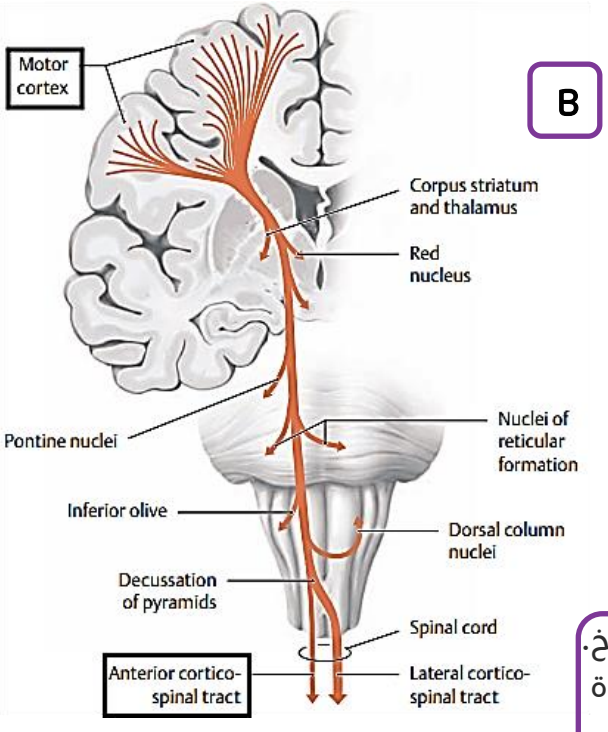
- لها مُخرَجات مثيرة.
- ترسِل صادراتها عبر النوى الدهليزية إلى النخاع الشوكي.
- ترسِل صادراتها إلى النواة البطنية الوحشية للمهاد.

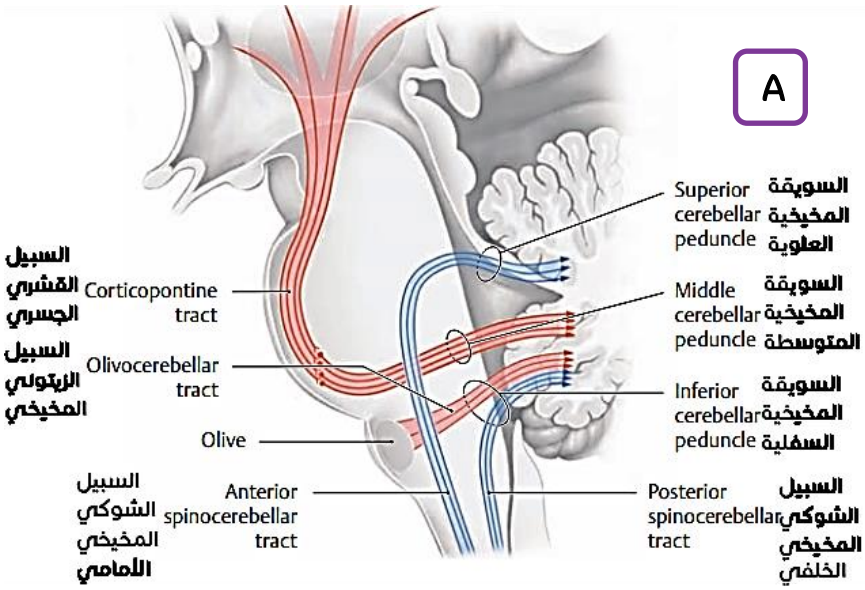
## 3. النواة البطنية الوحشية للمهاد Ventral lateral nucleus of the thalamus:

- تتلقّى مُدخلات من النواة الأوجِيّة (القميّة).
- ترسِل محاويرها إلى منطقة الجذع trunk area للتلفيف أمام المركزي.

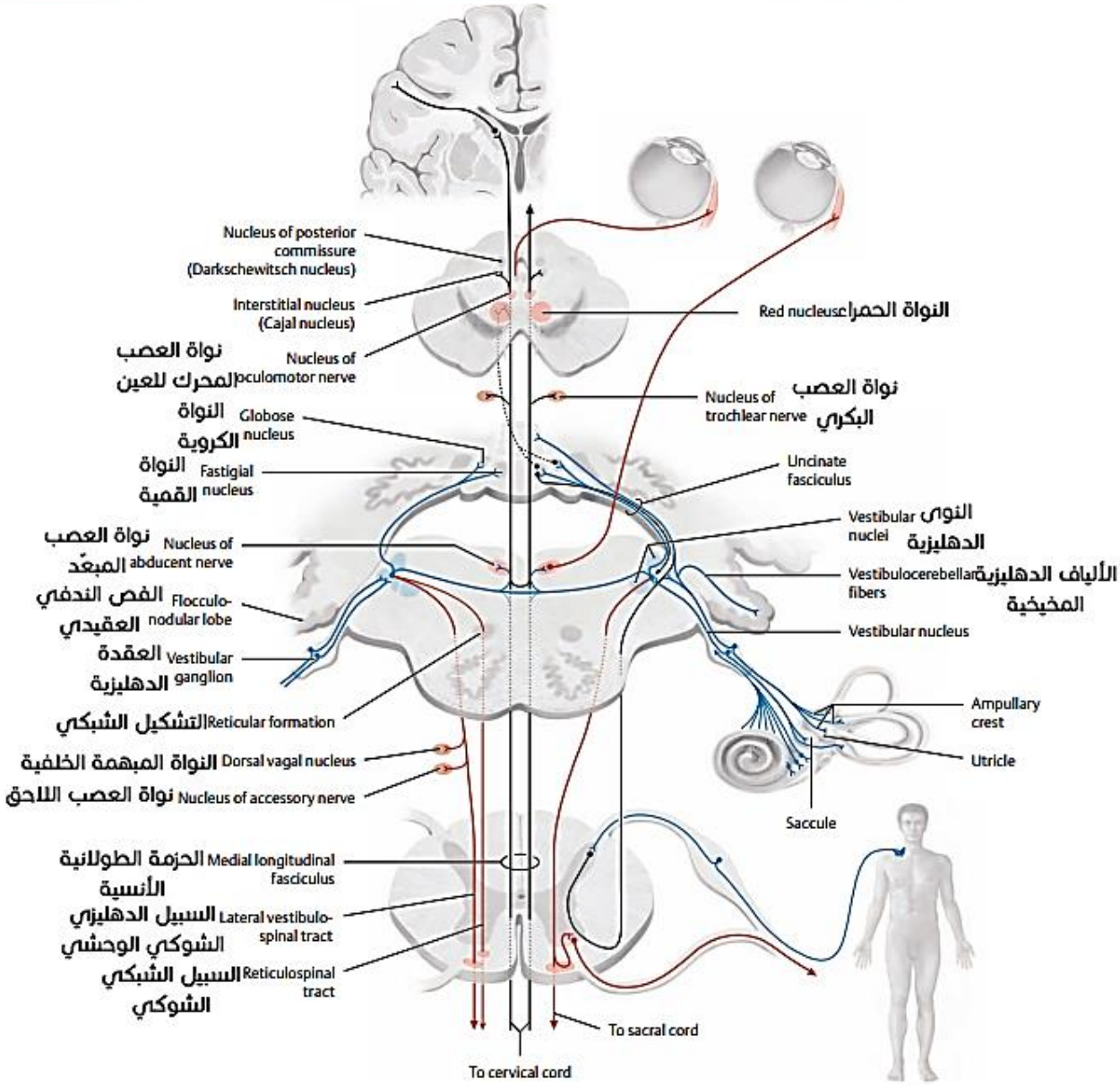
## 4. التلفيف أمام المركزي Precentral gyrus:

- تعطي السبيل القشري الشوكي الأمامي anterior corticospinal tract، الذي يُنظّم التوتُّر العضلي للعضلات الجذعية والقريبة، والعضلات جانب الفقار المسؤولة عن الوقوف.

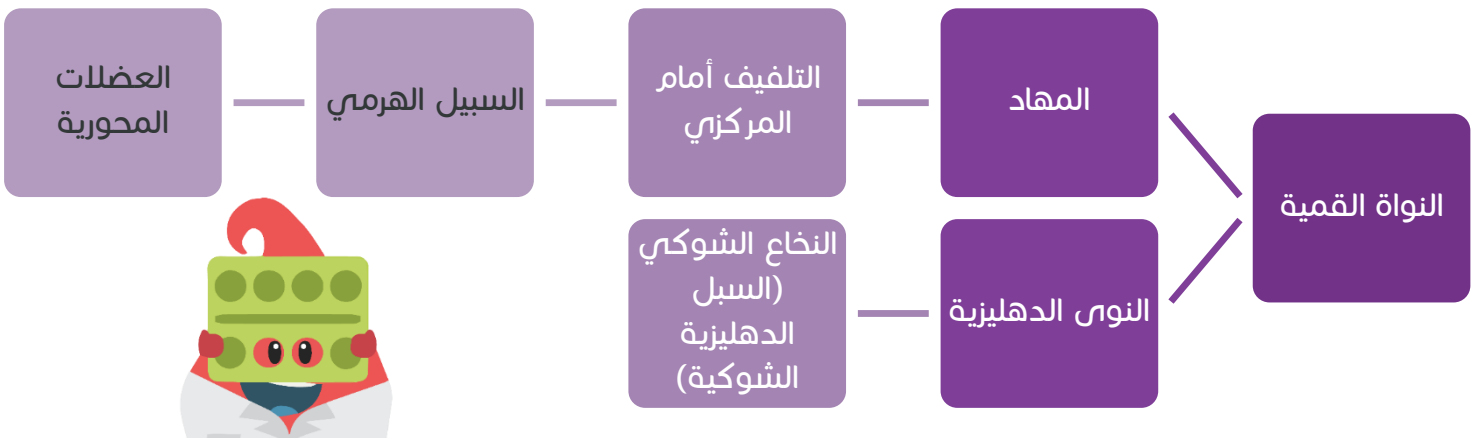



الشكل (6.12): (A) يوضح السبيل الشوكي المخيخي الوارد للمخيخ. (B) يوضح السبيل القشري الشوكي الأمامي الصادر عن القشرة المخية، بعد معالجة المعلومات الواردة من المخيخ.




الشكل (6.13): المسار العام للسبيل الدهليزي المخيخي، والمدخلات التيهية والشوكية نحو النواة القمية، وارتباطها مع المهاد والقشرة المخية المحركة.



# المسار الشوكي المخيخي جانب الدودي Paravermal spinocerebellar pathway
(الشكل 6.14 و 6.15)

- يحافظ على التوتُّر العضلي والتحكُّم الوضعي بالمجموعات العضلية البعيدة.

## جانب الدودة Paravermis:

- يتلقّى المُدخلات الشوكية المخيخية من العضلات البعيدة.
- يُرسِل صادراته إلى النُّوى المُقحمة.

## النُّوى المُقحمة (الصمّية والكرويّة) Interposed nuclei (emboliform and globose):

- لها مُخرَجات مثيرة.
- تُرسِل صادراتها إلى:

**النواة البطنية الوحشية Ventral lateral nucleus:**

تُرسِل محاويرها إلى منطقة الأطراف extremities area للتلفيف أمام المركزي precentral gyrus. يُعطي التلفيف أمام المركزي **السبيل القشري الشوكي الوحشي** lateral corticospinal tract، والذي يُنظّم المجموعات العضليّة البعيدة.

**النواة الحمراء Red nucleus:**

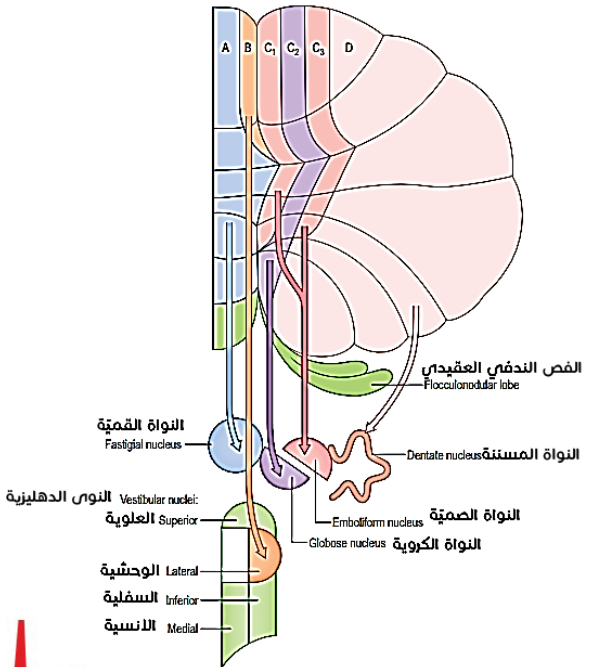
تُعطي **السبيل الحمراوي الشوكي المتصالب** crossed، الذي يتواسط التحكُّم بالعضلات البعيدة، والمسؤول عن تنشيط القابضات . *

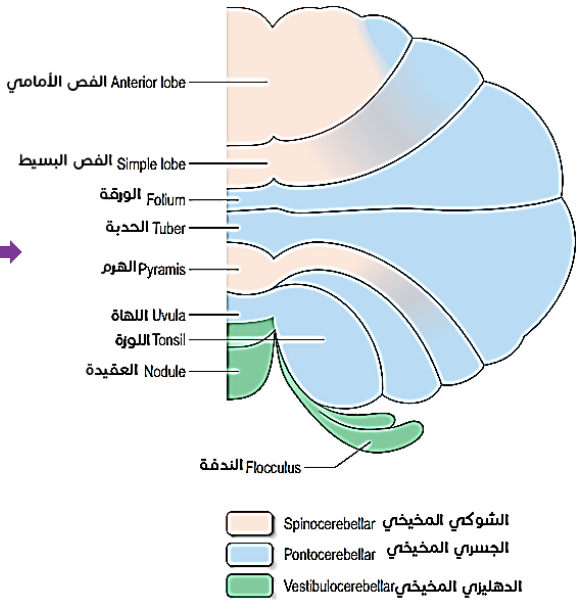
تتلقّى مُدخَلات من **النواة المُقحمة** للجانب المقابل، ومُدخَلات ثنائية الجانب من القشر الحركي وأمام الحركي motor and premotor cortices.

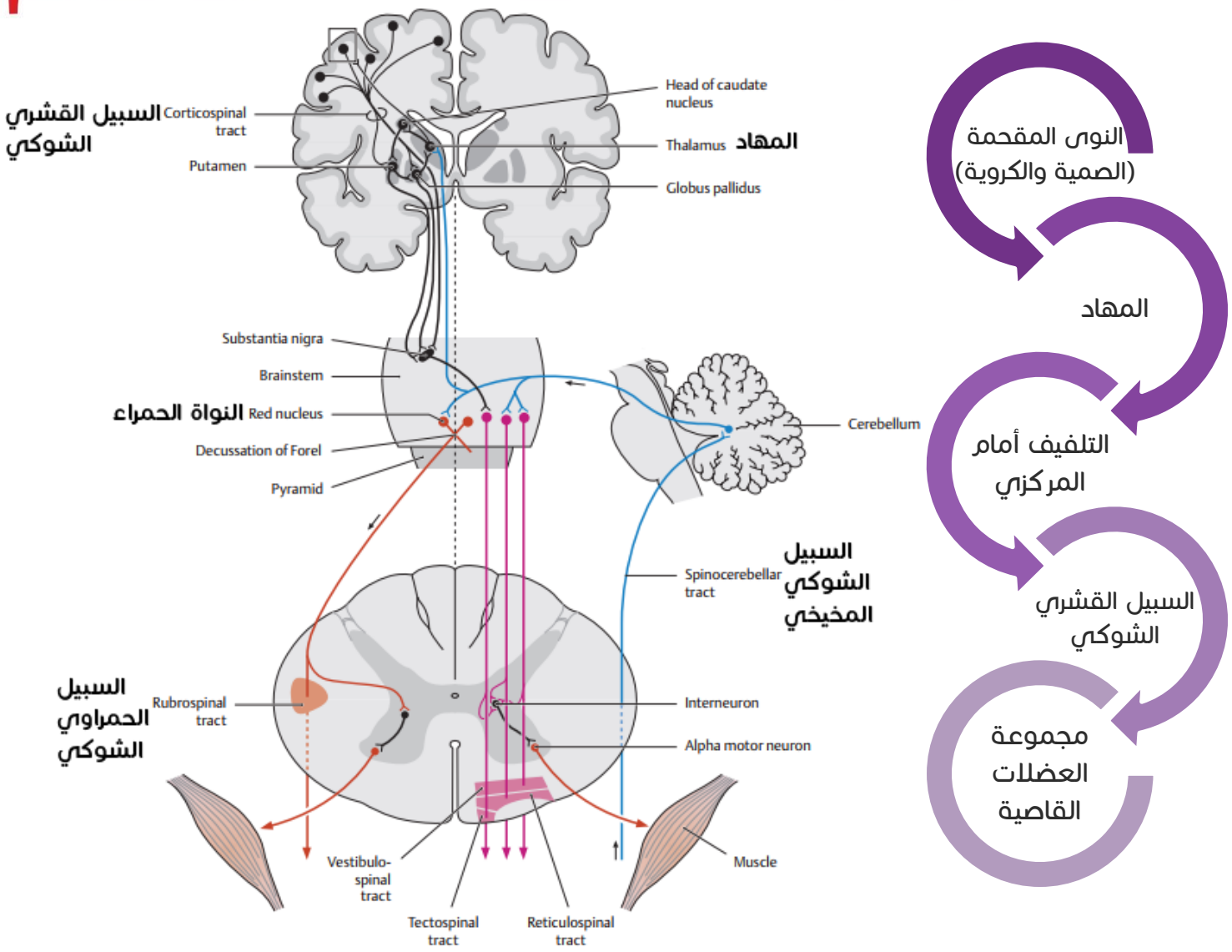
الشكل (6.14):

اليمين: السبل الواردة للمخيخ، والقشرة المرتبطة بها.

اليسار: القشرة المخيخية، والنوى المرتبطة بها.






الشكل (6.15): المسار العام للألياف الشوكية المخيخية جانب الدودية

## مسار نصفي الكرتين المخيخيتين Lateral hemispheric cerebellar pathway[13]

(الشكل 6.14 و 6.16)

- يُدعَى أيضاً بالمسار المخيخي الحديث neocerebellar pathway أو المسار الجسري المخيخي pontocerebellar pathway.
- يُنظّم البدء initiation، والتّخطيط planning، وتوقيت النّشاط الحركي الارادي timing of volitional motor activity.

[13] فيه تلقيم راجع، وهنا لا داعي لكلمة الوحشي تجنّباً للّغط.

## 1. نصفي الكرة المخيخية Cerebellar hemisphere:

- تتلقّى المُدخلات من القشرة الحركية والحسيّة المقابلة عبر السبيل القشري الجسري المخيخي[14] corticopontocerebellar tract.
- ترسِل صادراتها عبر محاوير خلية بوركينج إلى النواة المُسنَّنة.

## 2. النواة المُسنَّنة Dentate nucleus:

- لها مُخرَجات مثيرة.
- ترسِل صادراتها عبر السويقة المخيخية العلوية superior cerebellar peduncle إلى **النواة الحمراء المُقابِلة**، و**النواة البطنية الوحشية للمهاد**، و**النواة الزيتونية السفلية**.

### مسار النواة الحمراء Red nucleus pathway:

- ترسِل **النواة الحمراء** محاويرها إلى النواة الزيتونية السفلية.
- ترسِل **النواة الزيتونية السفلية** محاويرها عبر السويقة المخيخية السفلية إلى المخيخ.

### مسار النواة البطنية الوحشية[15] Ventral lateral nucleus pathway:

- ترسِل **النواة البطنية الوحشية للمهاد** محاويرها إلى القشر الحركي (4) وأمام الحركي (6).
- يُعطي **القشر الحركي وأمام الحركي** السُّبُل التالية:

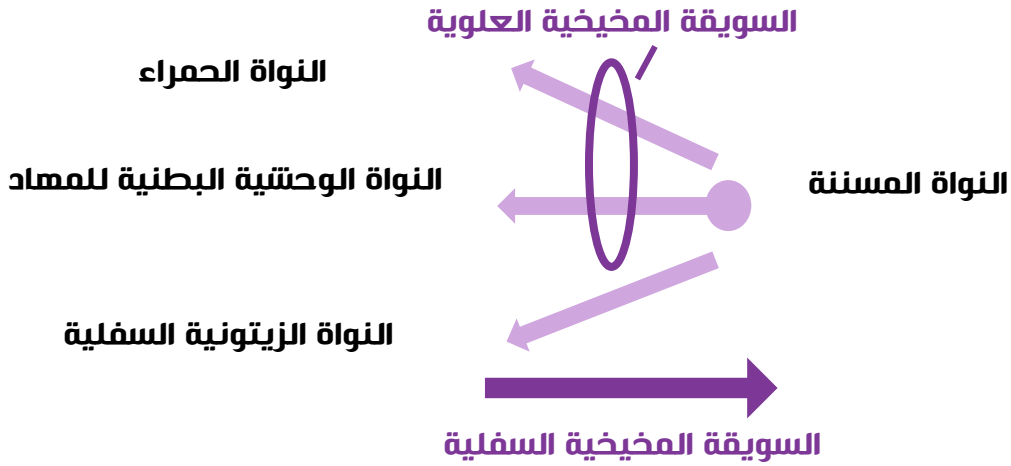
| | |
|---|---|
| السبيل القشري البصلي Corticobulbar tract | • يعصب نوى الأعصاب القحفية |
| السبيل القشري الشوكي الوحشي Lateral corticospinal tract | • ينظم النشاط الحركي التآزري الإرادي volitional synergistic motor activity |
| السبل القشرية الجسرية المخيخية Corticopontocerebellar tracts | • تنظم مخرجات المخيخ الحديث |

[14] يمر عبر السويقة المخيخية المتوسطة.

[15] تقوم هذه النواة بعمل حلقة بين المخيخ والقشرة المخية الحركية لتعديل الأوامر الحركية الصادرة عن القشرة المخية. *

## مسلك النواة الزيتونية السفلية Interior olivary nucleus pathway:

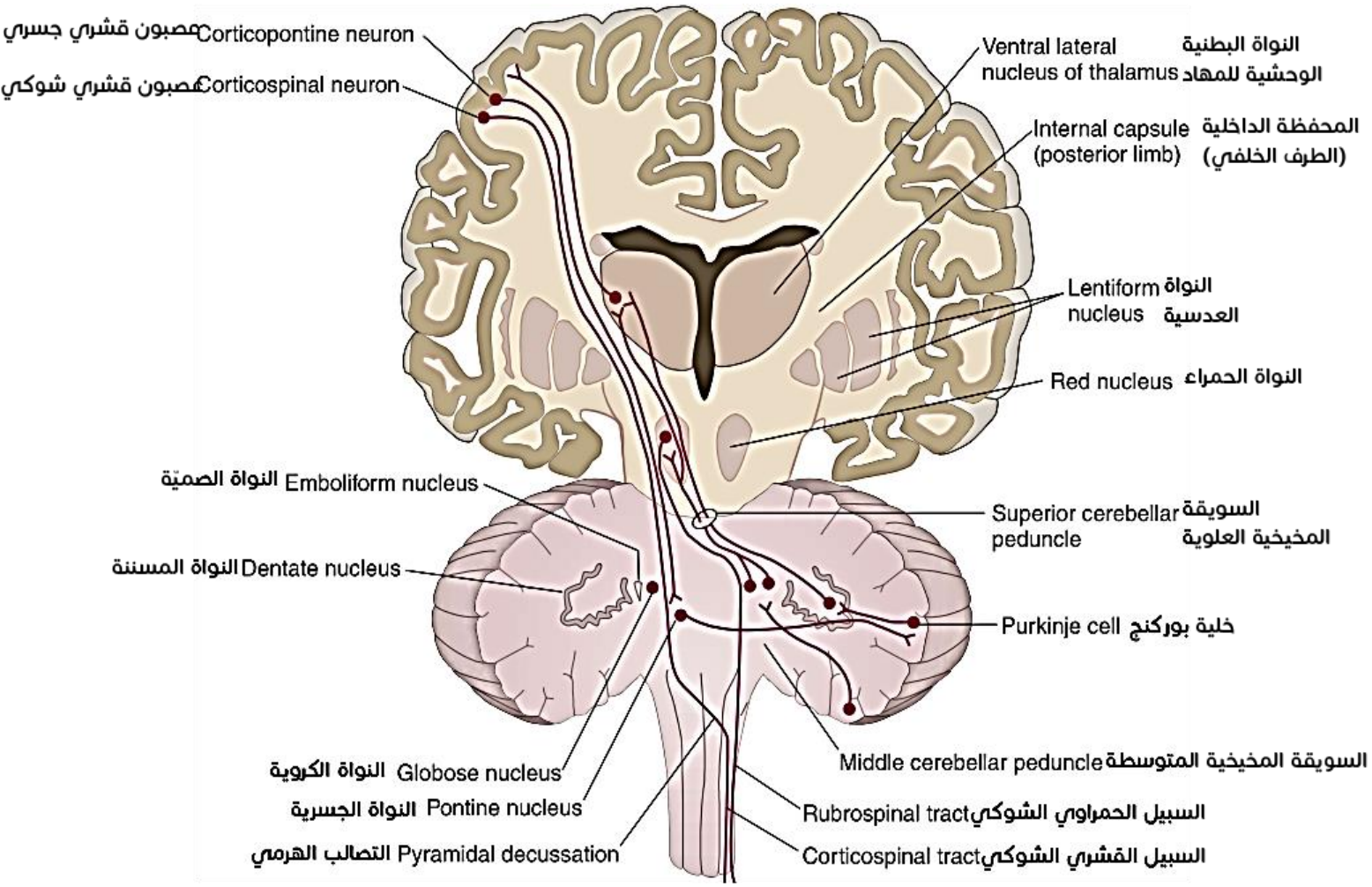
- **تتلقّى** النواة الزيتونية السفلية **المُدخَلات مباشرةً من النواة المُسنَّنة** عبر الألياف النازلة المتصالبة للسويقة المخيخية العلوية.
- **تُرسل** النواة الزيتونية السفلية **محاويرها بشكل مباشر إلى النواة المُسنَّنة** عبر السويقة المخيخية السفلية المُقابِلة contralateral.




## لتوضيح عمل هذا السبيل نعود لمثال حارس منتخبنا *

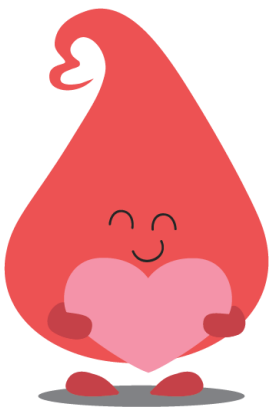
عندما يريد حارس المنتخب صد الكرة المتجهة إلى مرمانا، يقوم بحركة بسط للذراع كما ذكرنا سابقاً، حركة البسط هذه يجب أن تكون بأقصى حد لكن دون تجاوز الحد الطبيعي للبسط، فعند تجاوز الحد الطبيعي:

سيتولد شعور بالألم في القشرة الحسية للمخ ← تنبيه الباحة المحركة لقشرة المخ ← نقل التنبيه عبر الألياف القشرية الجسرية المخيخية ↓ المنطقة الوحشية لقشر المخيخ تعديل الحركة لكي لا تبقى مؤلمة ← النواة المسننة والنوى المرتبطة بها ← السبيل القشري الشوكي الأمامي والوحشي ↓ العضلات المسؤولة عن الحركة.




الشكل (16.6): الاتّصالات المخيخية الرئيسيّة The principal cerebellar connections.
المسار الصّادر الرئيسيّ هو السبيل المُسنَّني المهادي القشري dentatothalamocortical tract.
يتلقّى المخيخ المُدخَلات من القشرة المخيّة عبر السبيل القشري الجسري المخيخي.

إذا ألقى الزمانُ عليكَ شرّا
وصار العيشُ في دنياكَ مرّا
فَلا تجزَعْ لِحالِكَ بل تذكّر
كمْ أمضيْتَ في الخيراتِ عُمرا
وإنْ ضاقَتْ عليكَ الأرضُ يوماً
وَبتَّ تأنُّ من دُنياكَ قهراً
فَربُّ الكونِ ما أبكاكَ إلّا
لِتعلمَ أنَّ بعدَ العسرِ يُسرا




محتوى مجاني غير مخصص للبيع التجاري

| السبيل | الدهليزي المخيخي | | المسار الشوكي المخيخي الدودي | المسار الشوكي المخيخي جانب الدودي | | المسار المخيخي نصف الكروي الوحشي | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| المرحلة | الأولى | القنوات نصف الهلالية الثلاث | الدودة | جانب الدودة | | نصفي الكرة المخيخية | | |
| | الثانية | الفصّ النّدفي العقيدي | النواة الأوجِيّة | النوى المُقحمة (الصّمّية والكرويّة) | | النواة المُسنَّنة | | |
| | الثالثة | النُّوى الدهليزية | النواة الوحشية البطنية للمهاد | النواة الوحشية البطنية | النواة الحمراء | النواة الوحشية البطنية للمهاد | النواة الزيتونية السفلية | |
| | الرابعة | | التلفيف أمام المركزي | منطقة الأطراف للتلفيف أمام المركزي | | القشر الحركي (4) وأمام الحركي (6) | النواة الزيتونية السفلية | النواة المُسنَّنة |
| | الخامسة | | | | | | المخيخ | |
| السبل الحاملة للأوامر | السُّبل الدهليزية الشوكية الإنسية والوحشية والحزم الطولانية الإنسية | | السبيل القشري الشوكي الأمامي | السبيل القشري الشوكي الوحشي | السبيل الحمراوي الشوكي المتصالب | السبيل القشري البصلي والسبيل القشري الشوكي الوحشي والسُّبل القشرية الجسرية المخيخية | | |
| الوظيفة | المحافظة على الوضعة، والتوازن، وتنسيق حركات العين | | يحافظ على التوتّر العضلي والتحكّم الوضعي بالعضلات الجذعية والقريبة | يحافظ على التوتّر العضلي والتحكّم الوضعي بالمجموعات العضلية البعيدة | | يُنظّم البدء، والتّخطيط، وتوقيت النّشاط الحركي الإرادي | | |

# خلل الوظيفة المخيخية Cerbellar dysfunction

يتميّز بـ:

نقص التوتُّر hypotonia + فقدان أو خلل التوازن disequilibrium + خلل التآزر dyssynergia

## نقص التوتُّر Hypotonia

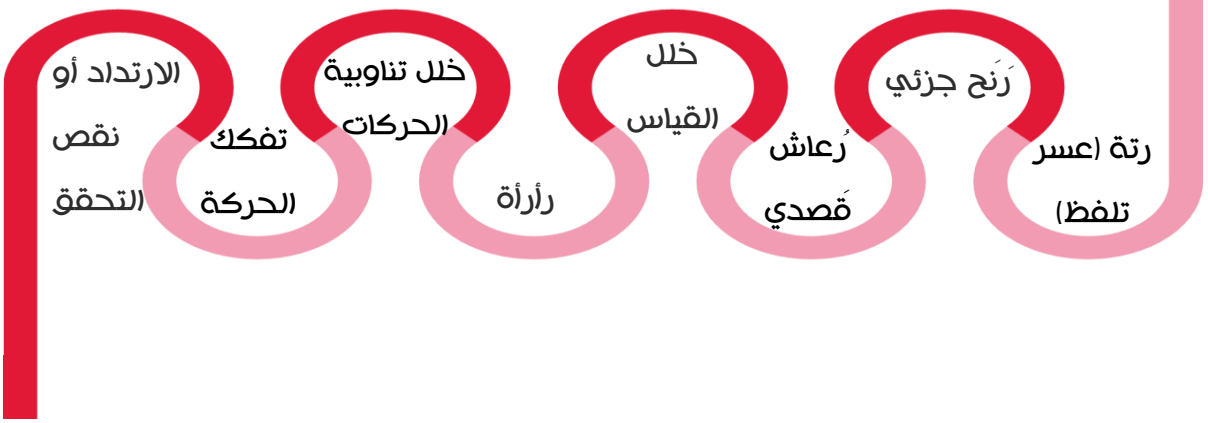
- فقدان المقاومة التي تقدّمها العضلات عادةً للجسّ palpation أو للمناورة المنفعلة passive manipulation.
Cerbellar dysfunction
- ينتج عن فقدان التسهيل المخيخي للقشرة الحركيّة loss of cerebellar facilitation of the motor cortex عبر انفراغات مقويّة من النُّوى المخيخية.
- ينتج عنه مظهر دمية قماشية ذات مفاصل رخوة مرنة floppy, loose-jointed, rag-doll appearance مع منعكسات نوّاسية pendular reflexes ؛ يبدو المريض ثمل inebriated.

## فقدان أو خلل التوازن Disequilibrium

- يُشير إلى فقدان التوازن.
- يتميز بِرَنَح جزئي بالجذع والمشية dystaxia[16] gait and trunk.

## خلل التآزر Dyssynergia

- فقدان النّشاط العضلي المُتناسق ويتضمّن التالي:




الشكل (6.17): الرنح الجزئي dystaxia

[16] ذكر في العديد من المراجع Ataxia أي رنح وليس Dystaxia أي الرنح الجزئي.

## 1. رتّة (عسر التّلفُّظ) Dysarthria:

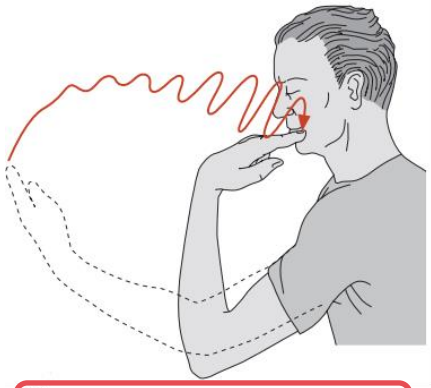
- كلام متداخل أو تفرُّسي slurred or scanning speech.

## 2. رَنَح جزئي Dystaxia:

- نقص التنسيق في تنفيذ الحركة الإرادية (مثال: رَنَح جزئي بالمشية gait، والجذع trunk، والساق leg، والذراع arm).

## 3. خلل القياس Dysmetria:

- عدم القدرة على إيقاف الحركة العضلية عند النقطة المطلوبة.



الشكل (6.18): خلل القياس

## 4. رُعاش قَصْدِي Intention tremor:

- نوع من خلل القياس dysmetria الذي يحدث خلال الحركة الإرادية.

## 5. خلل تناوُبيّة الحركات Dysdiadochokinesia:

- عدم القدرة على إنجاز حركات متتالية سريعة (مثال: استلقاء وكبّ سريع للأيدي rapid supination and pronation of the hands).

## 6. رَأرَأة Nystagmus:

- شكل من الرَّنَح الجزئي dystaxia مؤلّف من حركات العين ذهاباً وإياباً to-and-fro eye movements (خلل قياس عيني ocular dysmetria).

## 7. تفكُّك الحركة (by-the-numbers phenomenon) Decomposition of movement:

- يتألف من تقسيم عمل العضلة السّلس إلى عدد من الأجزاء المكونة غير الملائمة النّفضيّة jerky awkward component

## 8. الارتداد أو نقص التحقُّق Rebound or lack of check:

- ينتج من عدم القدرة على التكيُّف مع التغيُّرات في التوتُّر العضلي.
- سببه فقدان المكوّن المخيخي لمنعكس التمدُّد loss of the cerebellar component of the stretch reflex.
- يُمكِن فحصه من خلال جعل المريض يثني السّاعد عند المرفق ضد مقاومة؛ يؤدي الإطلاق المُفاجئ إلى ضرب السّاعد لصدر المريض.

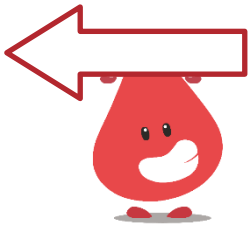
الشكل (6.19): الارتداد أو نقص التحقُّق

**إثراء آريسيزي:** RBO Enriching

لتذكر أهم علامات خلل وظيفة المخيخ

إليك عزيزي الطالب طريقة سهلة:

DANISH حيث:



- D تعني Dysmetria و Dysdiadochokinesia
- A تعني Ataxia
- N تعني Nystagmus
- I تعني Intention tremor
- S تعني slurred or scanning speech
- H تعني Hypotonia

الرتة

الرعاش القصدي

الرأرأة

المشية المترنحة

خلل تناوبية الحركات

# آفات المخيخ Cerebellar lesions

## متلازمة الدودة الأمامية Anterior vermis syndrome

- تشمل منطقة الطرف السفلي للفص الأمامي.
- تنتج من ضمور الدودة المنقاريّة atrophy of the rostral vermis – السبب الأكثر شيوعاً هو **شرب الكحول**.
- ينتج عنها رَنَح جزئي dystaxia في **المشية**، و**الجذع**، و**السّاق**.

## متلازمة الدودة الخلفية Posterior vermis syndrome

- تشمل الفص النّدفي العقيدي.
- تكون نتيجة لأورام الدماغ عند **الأطفال** عادةً.
- غالباً ما تحدث بسبب الأورام الأرومية النخاعيّة medulloblastomas أو الأورام البطانيّة العصبيّة ependymomas.
- ينتج عنها رَنَح جزئي **جذعي** truncal dystaxia.

## متلازمة نصف الكرة المخيخية Hemispheric syndrome

- تشمل عادةً نصف كرة مخيخية واحدة.
- تكون في أغلب الأحيان نتيجة **ورم دماغي** brain tumor أو **خراج** abscess.
- ينتج عنها رَنَح جزئي dystaxia في **الذراع**، و**الساق**، و**الجذع**، و**المشية**.
- تؤدي إلى علامات مخيخية بنفس جانب الآفة.

## تسمُّم بالفِنيتوئين (دواء مضاد للصّرع) Phenytoin (antiepileptic drug) intoxication

- قد يُسبّب رَنَح، ورَأرَأة، واضطرابات بالمشية gait disturbances، وكلام رَتَوي dysarthric speech.

## أورام المخيخ Tumors of the cerebellum

### الأورام النجميّة Astrocytomas:

- معدل وفيات مرتفع.
- الدرجة الخفيفة منه أكثر شيوعاً عند الأطفال، والدرجة العالية أكثر شيوعاً عند البالغين.
- بعد إزالة الورم جراحياً، من الشائع أن يعيش المريض لسنوات عديدة.

### الأورام الأروميّة النخاعيّة Medulloblastomas:

الشكل (6.20): hydrocephalus

- أكثر أورام الدماغ الأولية شيوعاً عند الأطفال.
- تحدث في أغلب الأحيان في المخيخ.
- قد تسدّ ممر السّائل الدماغي الشوكي cerebrospinal fluid (CSF) وتسبّب استسقاء الدماغ (موه الرأس) hydrocephalus.
- قد تنتشر في كافة أنحاء الـ CSF.

### الأورام البطانية العصبية Ependymomas:

وبعدييين مع التعدادات والله نعست

- تنشأ من الخلايا البطانية العصبية ependymal cells.
- توجد داخل القحف عند الأطفال.
- وغالباً في النخاع الشوكي عند البالغين.
- تحدث في أغلب الأحيان في البطين الرابع.
- قد تسدّ ممر CSF وتسبّب استسقاء الدماغ (موه الرأس) hydrocephalus.

## ضمور المخيخ Cerebellar atrophies

- اضطرابات وراثيّة inherited disorders.

### 1. رَنَح فريدرايخ Friedreich ataxia:

- الرَّنَح الوراثي الأكثر شيوعاً، مع نمط وراثي جسدي مُتنحّي autosomal recessive mode of inheritance.
- يشمُل الأعمدة الخلفية posterior columns، والسُّبُل القشريّة الشوكية corticospinal tracts، والسُّبُل الشوكية المخيخية spinocerebellar tracts، والنُّوى المُسنَّنة dentate nuclei.
- لهُ نفس الآليّة المرضيّة للتنكُّس المشترك تحت الحاد[17] subacute combined degeneration.
- كثيراً ما يرتبط بالتهاب عضلة القلب المُزمِن chronic myocarditis.

17 تدرك في العمود الخلفي والفتيل الإنسي، وقد يشمل الألياف الجذر الخلفي للعصب الشوكي، والسبيل القشري الشوكي في كلا الجانبين، مما يؤدي إلى إعاقة حسية وحركية، هذه الإصابات شائعة مع نقص فيتامين B12.

## 2. التنكُّس المخيخي الزيتوني (مرض هولمز) Cerebello-olivary degeneration (Holmes disease):

- له نمط وراثي **جسمي سائد** autosomal dominant mode of inheritance.
- ينتج عنه فقدان في **خلايا بوركينج** و**الخلايا الحبيبيّة**، متبوعاً بفقدان العصبونات في **النُّوى الزيتونية السفلية**.
- ينتج عنه **رَنَح في المشية** gait ataxia، و**رتّة** dysarthria، و**رُعاش قَصْدي** intention tremor.

## 3. التنكُّس الزيتوني الجسري المخيخي (متلازمة ديجيرين-توماس) Olivopontocerebellar degeneration (Deierine-Thomas syndrome):

- له نمط **وراثي جسمي سائد** autosomal dominant mode of inheritance.
- ينتج عنه فقدان في **خلايا بوركينج**، وعصبونات **النواة الزيتونية السفلية**، وعصبونات في **النُّوى الجسريّة**؛ يؤدي إلى **زوال النخاعين** demyelination **لألياف الأعمدة الخلفيّة** posterior columns **والسُّبُل الشوكية المخيخية** spinocerebellar tracts.
- ينتج عنه في أغلب الأحيان فقدان في عصبونات **المادة السّوداء** substantia nigra و**النُّوى القاعديّة**.
- ينتج عنه **رَنَح في المشية** gait ataxia، و**رتّة** dysarthria، و**رُعاش قَصْدي** intention tremor؛ **قد تظهر علامات باركنسون** parkinsonian signs (**الصّمل** rigidity **وفقد الحركة** akinesia).

| | رَنَح فريدرايخ | التنكُّس المخيخي الزيتوني (مرض هولمز) | التنكُّس الزيتوني الجسري المخيخي (متلازمة ديجيرين-توماس) |
|---|---|---|---|
| نمط الوراثة | جسدي مُتنحّي | جسمي سائد | جسمي سائد |
| الإصابة | 1. الأعمدة الخلفية.<br>2. السُّبُل القشريّة الشوكية.<br>3. السُّبُل الشوكية المخيخية.<br>4. النُّوى المُسنَّنة. | فقدان في:<br>1. خلايا بوركينج.<br>2. الخلايا الحبيبيّة.<br>3. العصبونات في النُّوى الزيتونية السفلية. | فقدان في:<br>1. خلايا بوركينج.<br>2. عصبونات النواة الزيتونية السفلية.<br>3. عصبونات في النُّوى الجسريّة؛ يؤدي إلى زوال النخاعين لألياف الأعمدة الخلفيّة والسُّبُل الشوكية المخيخية.<br>4. عصبونات المادة السّوداء.<br>5. النُّوى القاعديّة. |
| الأعراض | - | رَنَح في المشية ورتّة ورُعاش قَصْدي | |
| ملاحظات | الرَّنَح الوراثي الأكثر شيوعاً يرتبط بالتهاب عضلة القلب المُزمِن نفس الآليّة المرضيّة للتنكُّس المشترك تحت الحاد | - | قد تظهر علامات باركنسون (الصّمل وفقد الحركة) |

# Overview

## مقدمة تمهيدية

- يتوضّع المخيخ تحت الخيمة ضمن الحفرة القحفيّة الخلفية ويمتد بين الفصّين الصدغي والقذالي وجذع الدماغ ويشكل سقف البطين الرابع.
- يتألّف من **دودة** على الخط النّاصف و**نصفي كرة** جانبيين.
- يحتوي على لب نخاعي مركزي، الذي هو مادة بيضاء تحتوي على محاوير نخاعينية و**النُّوى المخيخية الأربع** (**المُسنَّنة** dentate، **والصّمّية** emboliform، **والكرويّة** globose، **والأوجِيّة** (**القميّة**) fastigial). **النُّواتان الصّمّية والكرويّة تُشكّل مجتمعةً النواة المُقحمة** interposed nucleus.

## فصوص المخيخ

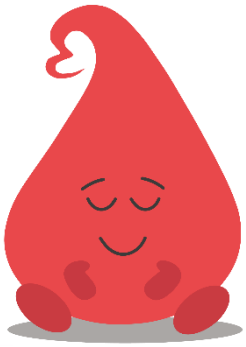
راجع الجدول في الصفحة (4)

## السويقات المخيخية

راجع الجدول في الصفحة (8)

## القشرة المخيخية ذات الثلاث طبقات

| الطبقة الجزيئية | طبقة خلايا بوركينج | طبقة الخلايا الحبيبية |
|---|---|---|
| الطبقة الخارجية مبعثرة الخلايا التي تقع تحت الأم الحنون. | توجد بين الطبقة الجزيئية وطبقة الخلايا الحبيبية. | توجد بين طبقة خلايا بوركينج والمادة البيضاء المخيخية. |
| تحتوي على تفرُّعات تغصُّنية لخلايا بوركينج والألياف المتوازية للخلايا الحبيبية . تحتوي على خلايا نجمية (خارجية) وخلايا سلّيّة (نجمية داخلية) | تحتوي على **أجسام** خلايا بوركينج | تحتوي على **خلايا حبيبية وخلايا غولجي وكبيبات مخيخية** |



**الكبيبات المخيخية cerebellar glomeruli**: هي كتلة موجودة في طبقة الخلايا الحبيبية مؤلفة من نهايات قبل مشبكية للألياف الطحليّة، ومحاطة بتغصّنات الخلايا الحبيبية بعد المشبكية ونهايات محاوير خلايا غولجي قبل المشبكية.

## عصبونات وألياف المخيخ

راجع الجدول في الصفحة (10و11)

## المسارات المخيخية الرئيسيّة

راجع الجدول في الصفحة (23)

## ضمور المخيخ

راجع الجدول في الصفحة (28)

- لا تنسونا من صالح الدعاء –

**دوّن ملاحظاتك**