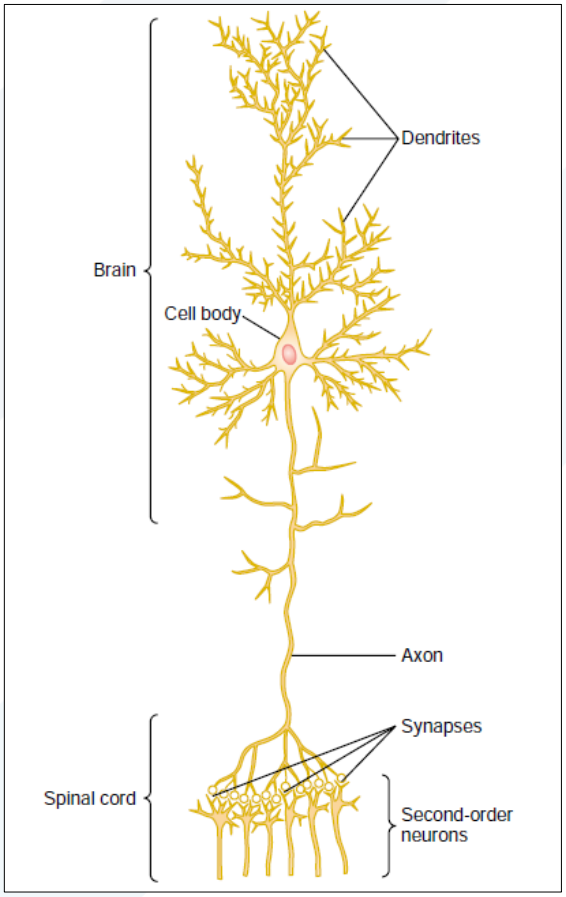
المحاضرة الثامنة

الجهاز العصبي المركزي

يعد الجهاز العصبي **فريداً** في تعقيده نظراً لأفعال **التحكم** التي يستطيع إنجازها، فهو يتلقى **ملايين** المعلومات بشكل مبسط من الأعضاء **الحسية** المختلفة ثم **يدمج** جميع هذه المعلومات ليقرر ماذا على الجسم أن **يفعله**.

يبلغ عدد الخلايا العصبية أكثر من **100 بليون** عصبون neuron، ويمثّل الشكل (1)، عصبوناً **نموذجياً** كالذي يوجد في القشرة الدماغية المحركة (الخلايا الهرمية في قشرة المخ)؛ حيث تدخل المعلومات الواردة إلى الخلية بشكل كامل عن طريق **المشابك** الموجودة على **التغصنات** الشجرية dendrites أو على **جسم** الخلية، ويتراوح عدد الاتصالات العصبية التي تأتي عبرها الإشارات (السيالات) الواردة بين عدة **مئات إلى 200,000**، بينما تنتقل السيالات الصادرة عن الخلية العصبية عبر محور axon **وحيد** لكنه يعطي الكثير من **التفرعات الانتهائية** التي تصل إلى الأجزاء الأخرى من الدماغ والنخاع الشوكي والمحيط، وتؤمن هذه التفرعات الانتهائية المشابك synapses مع **العصبونات التالية** second-order neurons المرسل إليها الأوامر أو مع الخلايا **العضلية** أو مع الخلايا **الإفرازية**.



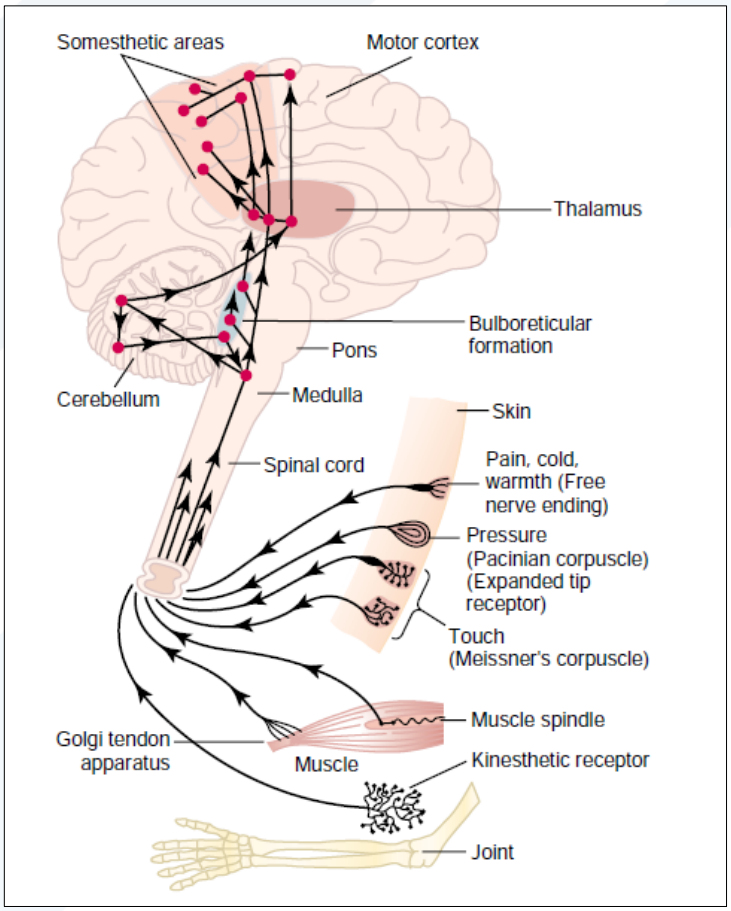
الشكل (1): بنية العصبون الهرمي في القشرة المخية المحركة.

القسم الحسي للجهاز العصبي – المستقبلات الحسية

تبدأ معظم فعاليات الجهاز العصبي بعمل أو فعل **حسي** ينشأ من المستقبلات الحسية المنتشرة على سطح الجسم، ويمكن لهذ النشاط الحسي أن يسبب **استجابة** مباشرة أو أن يحفظ في **الذاكرة** في الدماغ مدة دقائق أو أسابيع أو سنين ليستخدم فيما بعد في تقرير نوعية الاستجابة التي سيقوم بها الجسم لاحقاً (في المستقبل).

يظهر الشكل (2)، المحور الحسي للجهاز العصبي – القسم الجسمي (الجسدي) somatic – الذي ينقل المعلومات الحسية من **المستقبلات** المنتشرة على كامل سطح الجسم ومن بعض الأعضاء أو البنى العميقة؛ حيث تدخل هذه المعلومات الجهاز العصبي المركزي عبر الأعصاب **الشوكية** لتصل إلى عدة مناطق **حسية** في:

1. النخاع الشوكي spinal cord بكافة مستوياته.
2. التشكيل الشبكي reticular formation في البصلة medulla، والجسر pons، والدماغ المتوسط mesencephalon.
3. المخيخ cerebellum.
4. المهاد thalamus.
5. الباحات الحسية الجسمية (الجسدية) somesthetic areas من القشرة المخية cortex.



الشكل (2): المحور الحسي الجسمي للجهاز العصبي.

Joint: مفصل
Kinesthetic receptor: المستقبل الحسي الحركي
Golgi tendon apparatus: جهاز وتر كولجي (أعضاء كولجي في وتر العضلة)
Muscle spindle: المغزل العضلي
Meissner's corpuscle، جسيمات مايسنر
Pacinian corpuscle: جسيمات باشيني
Free nerve ending: النهايات العصبية الحرة

القسم الحركي (المحرك) للجهاز العصبي – المنفّذات أو المستجيبات effectors (العضلات والغدد)

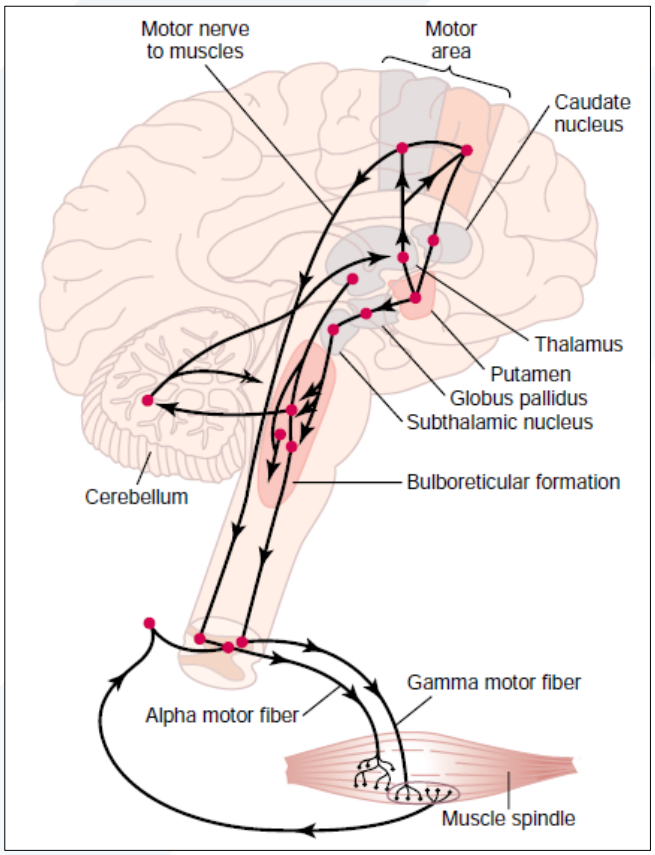
يتمثّل الدور النهائي المهم للجهاز العصبي **بتنظيم الفعاليات** والأعمال **الجسدية** المختلفة، ويتم ذلك عن طريق:

1. تقلص العضلات **الهيكلية** skeletal muscles في الجسم بأكمله.
2. تقلص العضلات **الملساء** smooth muscles للأعضاء الداخلية.
3. إفراز الغدد **الصماء** endocrine glands والغدد **الخارجية الإفراز** exocrine glands في مناطق عديدة من الجسم.

يمثّل الشكل (3)، المحور الحركي للجهاز العصبي الخاص بالتحكم بالعضلات **الهيكلية** (أما المحور الموازي الآخر فهو الجهاز العصبي **المستقل** الخاص بالتحكم بالعضلات **الملساء والغدد**)، ومن الملاحظ أنه يمكن التحكم بالعضلات الهيكلية من عدة **مستويات** في الجهاز العصبي **المركزي**، وهي:

1. النخاع الشوكي.
2. التشكيل الشبكي reticular formation في البصلة medulla (bulb)، والجسر pons، والدماغ المتوسط mesencephalon.
3. العقد (النوى) القاعدية basal ganglia.
4. المخيخ.
5. القشرة المخية المحركة motor cortex.

ولكل منطقة من المناطق السابقة دور **معين** في التحكم بحركات الجسم، **فالنخاع** والمستويات الدماغية **السفلية** تهتم بشكل أساسي بالاستجابات العضلية **التلقائية** والآنية تجاه المنبهات **الحسية**، بينما تهتم المستويات الدماغية **العليا** (القشرة المحركة) بحركات العضلات **المعقدة المتعمّدة** أي الخاضعة للسيطرة الواعية للقشرة المخية.



الشكل (3): المحور المحرك للجهاز العصبي المركزي.

تضم العقد (النوى القاعدية):
Globus pallidus: الكرة الشاحبة
Putamen: الأتبة
Caudate nucleus: النواة المذنبة
Subthalamic nucleus: النواة الوطائية

معالجة المعلومات – وظيفة الدمج والتكامل Integrative في الجهاز العصبي

تعد معالجة المعلومات الواردة بالطريقة التي تسمح بحدوث الاستجابة المحركة المناسبة، إحدى أهم وظائف الجهاز العصبي؛ إذ أن حوالي **99%** من المعلومات **الحسية ينبذها** الدماغ ويهملها كونها **غير مهمة**، فعلى سبيل المثال، **لا ينتبه** الإنسان في الحالة العادية (السوية) **لتماس** جسمه مع **ملابسه** ولا **لضغط** المقعد أثناء **الجلوس**، وكذلك الأمر فإن الإنسان لا ينتبه إلا للأشياء التي تمر مصادفة أمامه **مخترقة** حقل رؤيته، كما أنه لا يشعر بالضجة الدائمة المحيطة به لأنه **اعتاد** عليها.

وهكذا فبعد أن يختار الدماغ المعلومات الحسية **المهمة** تنتقل هذه المعلومات إلى المناطق **التكاملية والحركية** المناسبة في الدماغ لتعطي الاستجابات **الملائمة** والمطلوبة، وتدعى عملية إدخال المعلومات هذه وتحويلها ومعالجتها **بالوظيفة التكاملية integrative function (أو وظيفة الدمج) للجهاز العصبي**، وبناءً عليه، فإذا لامست يد الإنسان موقد ذو حرارة عالية فإن الاستجابة المطلوبة هي **رفع** اليد وإبعادها **بسرعة** عن المصدر الحراري، ولكن قد تشارك هذه الاستجابة استجابات **ثانوية** أخرى مثل **تحريك** الجسم **بأكمله** والابتعاد عن الموقد، وربما **الصراخ** من شدة **الألم**.

دور المشابك في معالجة المعلومات

يحدد المشبك **الوجهة** التي تسلكها الدفعات أو الإشارات أو السيالات العصبية في الجهاز العصبي، كما إن بعض المشابك تنقل الإشارات **بسهولة** ويسر بينما **تعرقل** مشابك أخرى مسير الدفعات فلا تنقلها إلا **بصعوبة**، ونضيف على ذلك أن **مناطق أخرى** من الجهاز العصبي قد تؤثر على عمل المشابك من خلال إشاراتها أو **تنبيهاتها الميسّرة** تارة أو **المعرقلة** تارة أخرى، والعصبون المستقبل الذي يلي المشبك إما أن **يستجيب** بعدد **قليل** من الدفعات أو أنه قد يحتاج إلى **كثير** منها.

فعمل المشبك عموماً **معقد وانتقائي** وليس مجرد نقل الدفعة باتجاه واحد، فتارة **يمنع** الدفعات **الضعيفة** من الانتقال **ويسمح للقوية** منها فقط، وتارة أخرى ينتقى دفعة **ضعيفة** معينة **ويضخمها**، كما أنه في أغلب الأحيان يوجه هذه الدفعات في **مسارات** واتجاهات **مختلفة**.

تخزين المعلومات – الذاكرة

كما ذكرنا سابقاً فإن **القليل** من المعلومات الحسية المهمة هي التي **تُنتخب** (يتم اختيارها) لتُحدث **استجابة** فورية، بينما **الباقي** وهو القسم **الأكبر** فمعظمه يهمل (في إحداث الاستجابة السابقة)، ولكنه **يخزن** ليستخدم لاحقاً في المستقبل في تنظيم **الفعاليات الحركية** وفي عملية **التفكير**، وتستقر معظم هذه المخزونات في **القشرة الدماغية** (يمكن للمناطق **القاعدية** وربما **النخاع الشوكي** أن تخزن كميات ولكن **قليلة** من المعلومات).

إن **خزن** المعلومات هذا يدعى **بالذاكرة**، وهو أيضاً من مهام **المشابك**، وبسبب **مرور** نماذج معينة من **التنبيهات** عبر المشابك **المتعاقبة** في كل لحظة، فإن هذه المشابك تصبح **أكثر قدرة** على نقل نفس التنبيهات نفسها في المرة القادمة، وهذا ما ندعوه **بالتيسير** facilitation؛ أي أن المشابك وبعد مرور التنبيهات الحسية مرات عديدة عبرها تصبح **ميسّرة** facilitated جداً؛ بحيث أن الإشارات التي تنشأ من **الدماغ** نفسه تستطيع أن تسبب نقل للدفعات العصبية عبر

المشابك **المتعاقبة نفسها**، رغم أن **الإشارات** والتنبيهات الحسية **الخارجية لم ترد**، مما **يخلق** الشعور نفسه لدى الإنسان بإدراك الأحاسيس الأصلية وكأنها قادمة من المحيط مع أن هذه الإشارات ليست سوى **ذاكرة**.

حالما تُخزن الذكريات في الجهاز العصبي تصبح جزءاً من **آلية المعالجة** processing mechanism؛ إذ يقوم الدماغ فيها **بمقارنة** الوارد **الحسي** مع **الذاكرة**، ثم ينتقي بناءً على ذلك المعلومات الحسية **الحديثة** ويرسلها، إما إلى مناطق **التخزين** وذلك للاستخدام المستقبلي، أو إلى المناطق **الحركية** لإحداث الاستجابات الجسمية الفورية.

أقسام الجهاز العصبي (الجملة العصبية)

تقسم الجملة العصبية – كما مر معنا سابقاً - إلى قسمين رئيسين: الجملة العصبية **المركزية** central nervous system التي تتكون من الدماغ والنخاع الشوكي، والجملة العصبية **المحيطية** peripheral nervous system التي تتكون من **الأعصاب** (القحفية والشوكية) والعقد المرتبطة بها.

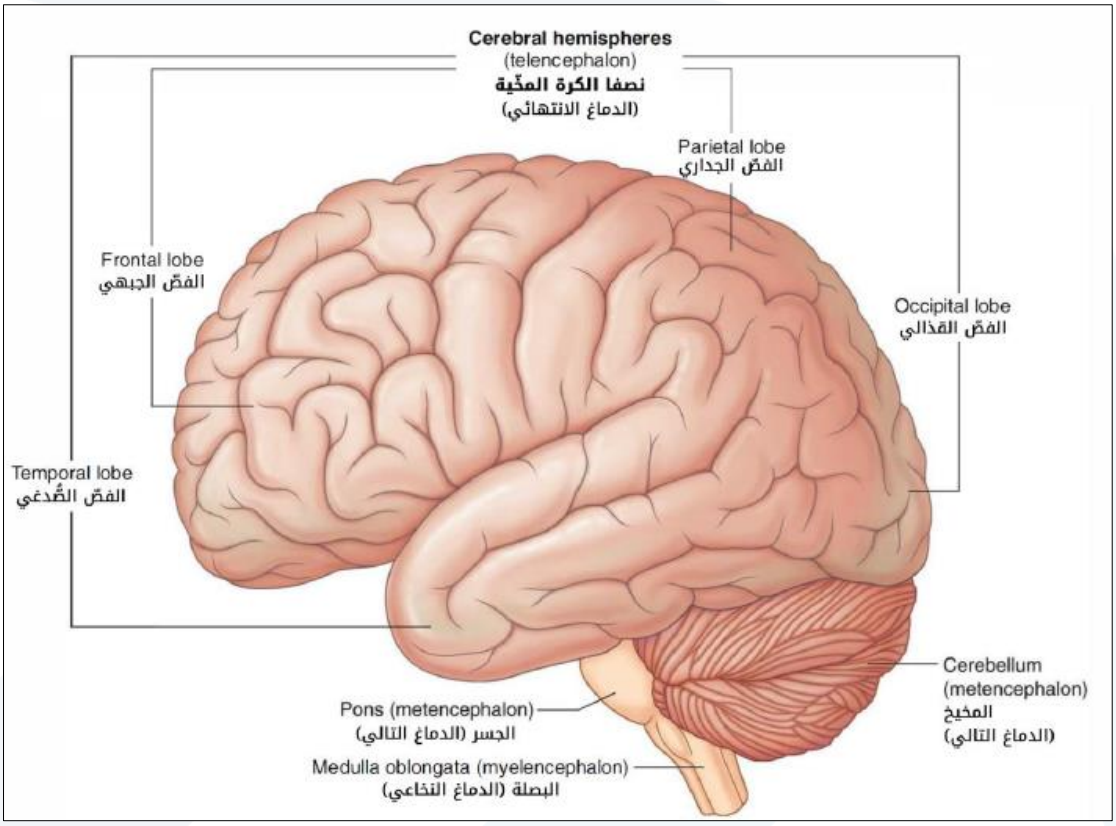
أولاً: الجملة العصبية المركزية

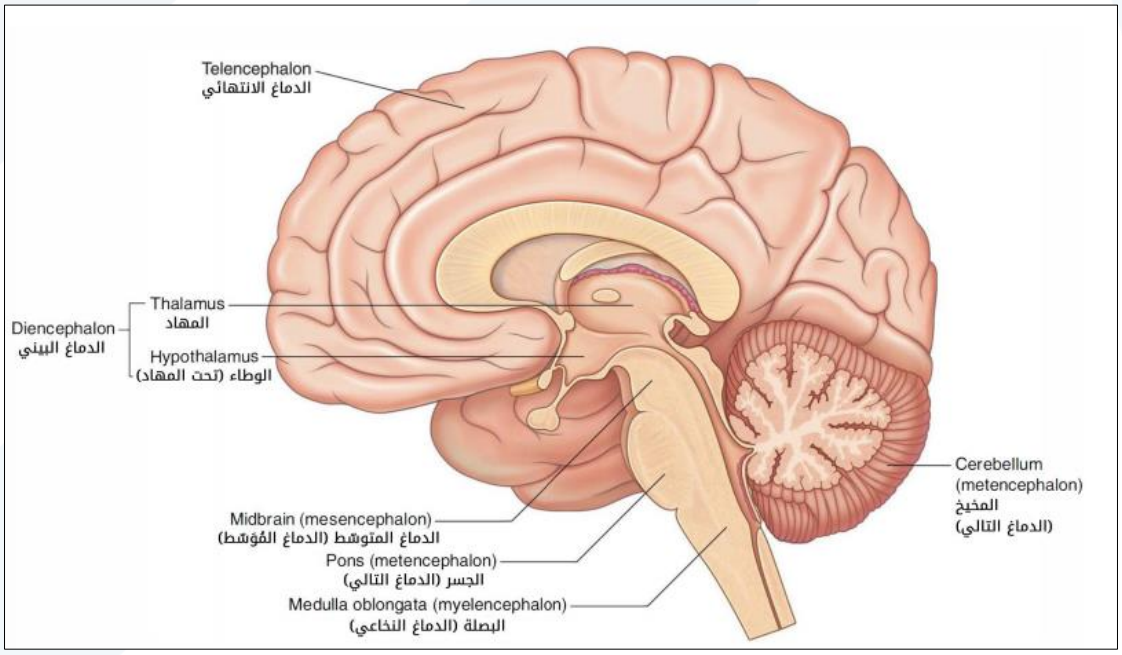
تشمل:

- **الدماغ** brain أو encephalon: ويضم، الشكل (3):
  - الدماغ الانتهائي telencephalon = المخ cerebrum (نصفي الكرتين المخيتين).
  - الدماغ البيني diencephalon (المهادين والوطاء).
  - الدماغ المتوسط mesencephalon = midbrain
  - الدماغ التالي metencephalon = الجسر pons + المخيخ cerebellum.
  - الدماغ النخاعي myelencephalon = النخاع المتطاول medulla oblongata = البصلة bulb.

(يشير الاستخدام الشائع لمصطلح جذع الدماغ في يومنا هذا عادة إلى الدماغ المتوسط والجسر والبصلة).

- **النخاع (الحبل) الشوكي** medulla spinalis = spinal cord.





الشكل (3): أقسام الدماغ.

ثانياً: الجملة العصبية المحيطية

تشمل:

- **الأعصاب الدماغية (القحفية):** وعددها 12 زوجاً تخرج من القحف عبر ثقوبه، وتعد الأزواج القحفية: الأولان والثانيان أجزاء من الجملة العصبية المركزية.
- **الأعصاب الشوكية:** وعددها 31 زوجاً تخرج من القناة الفقرية (النفق الفقري) عبر الثقوب بين الفقرية.
- **عقد، وجذور عصبية، وضفائر، وألياف عصبية صغيرة**، تتوزع في مناطق الجسم كافه.

المستويات الثلاث الوظيفية الرئيسة للجهاز العصبي

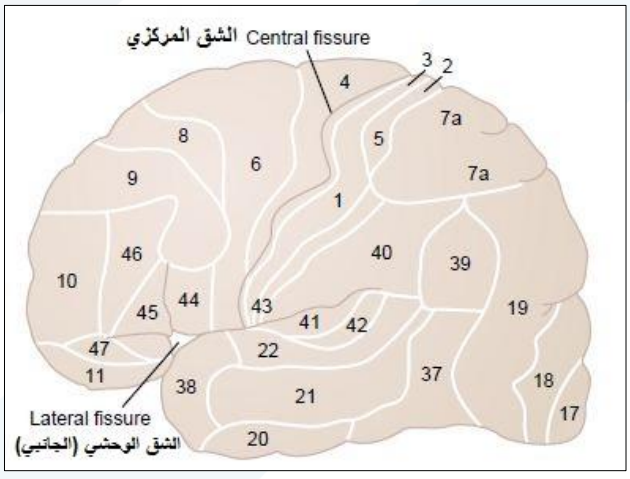
1. مستوى **النخاع الشوكي**.
2. المستوى **الدماغي السفلي**: ويضم جذع الدماغ (البصلة والجسر والدماغ المتوسط)، والدماغ البيني (المهادين والوطاء)، والعقد أو النوى القاعدية، والمخيخ.
3. المستوى **الدماغي العلوي** أو مستوى **القشر الدماغي (القشرة المخية)**.

إن كل مستوى من المستويات السابقة مسؤول عن وظائف معينة، فكثير من وظائف **المعالجة** والدمج تحدث بصورة متطورة جداً في **النخاع**، بينما يتولى المستوى الدماغي **السفلي** الكثير من **الوظائف الانعكاسية** (اللاواعية)، أما **القشرة** المخية أو المستوى الدماغي **العلوي** فهي المهيمنة على باقي المستويات، وتعد **مخزن** هائل **للذاكرة** يستعملها العقل.

الباحات الوظيفية في القشرة المخية

أولاً: الباحة الحسية الجسمية (الجسدية)

تقسم القشرة المخية إلى ما يقارب **50 باحة** متميزة تدعى **باحات برودمان** brodman areas وذلك بناء على فوارق **بنيوية نسيجية**، ولهذه الخريطة (التقسيم) أهمية خاصة تكمن في أنها تستعمل من قبل جميع الاختصاصيين بالفيزيولوجيا العصبية وأطباء الأعصاب عند البحث في الباحات **الوظيفية المختلفة** للقشرة المخية البشرية، الشكل (4).



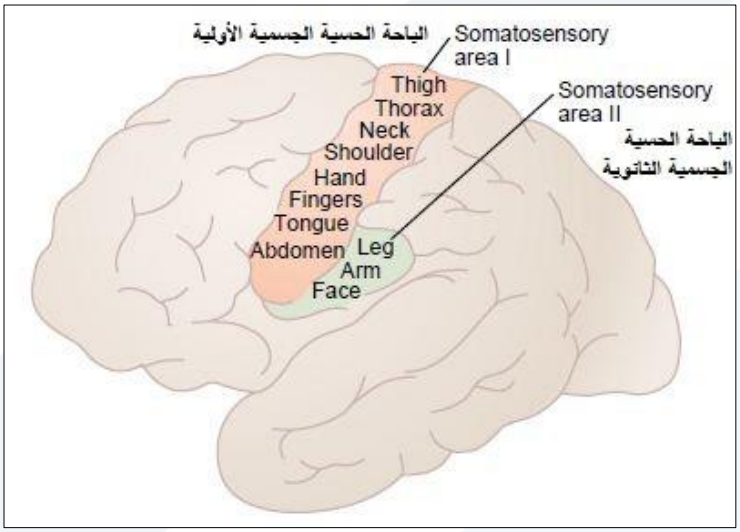
الشكل (4): باحات برودمان في القشرة المخية.

ويلاحظ في الشكل **الشق المركزي الكبير** (شق رولاندو) والذي يدعى أيضاً **الثلم** المركزي central sulcus الذي يمتد بشكل أفقي عبر الدماغ. وبشكل عام تنتهي السيالات (الإشارات) العصبية الحسية من جميع الأنماط الحسية في القشرة المخية **خلف** الشق المركزي، وتتوضع القشرة **الحسية الجسمية** (الجسدية) **خلف** الشق المركزي مباشرة، وبشكل

رئيسي في باحات برودمان **1**، **2**، **3**، **5**، **7**، **40**، بالإضافة إلى ذلك تنتهي الإشارات **البصرية** في الفص **القفوي** (القذالي)، والإشارات **السمعية** في الفص **الصدغي**.

ويتخصص الجزء من القشرة الواقع **أمام** الشق المركزي بالتحكم **الحركي** للجسم وبعض وجوه **التفكير التحليلي**.

ومن **المعروف** أن هناك **باحتين متميزتين** منفصلتين تتلقيان أليافاً عصبية واردة مباشرة من النوى الناقلة للإشارات الحسية الجسدية somesthetic relay nuclei تدعى هاتان الباحتان الباحة الحسية الجسمية **الأولية I (باحة S-I)** والباحة الجسمية **الثانوية II (باحة S-II)**، الشكل (5). **وتفوق** أهمية الباحة الحسية الجسمية **الأولية** بكثير أهمية الباحة الحسية الجسمية **الثانوية** إلى درجة أن عبارة القشرة الحسية الجسمية تشير بمفهومها العام إلى الباحة **الأولية** في أغلب الأحيان.



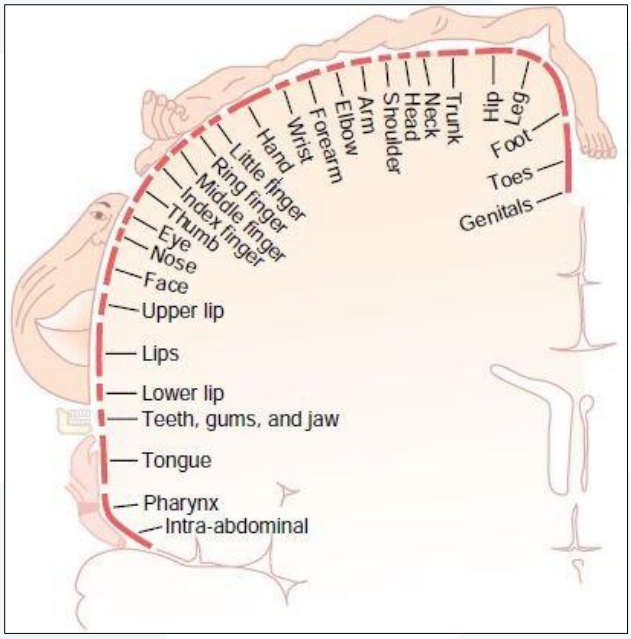
الشكل (5): الباحتان القشريتان الحسيتان الجسميتان I – II.

Thigh: الفخذ
Thorax: الصدر
Tongue: اللسان
Abdomen: البطن

تتوضع الباحة الحسية الجسمية **الأولية I** (باحة S-I) في التلفيف **خلف** المركزي من القشرة المخية البشرية (في باحات برودمان **1**، **2**، **3**)، وتملك هذه الباحة ترتيب مكاني (حيّزي) مميز لاستقبال الإشارات العصبية من المناطق المختلفة للجسم.

يمثّل الشكل (6)، مقطعاً عرضياً للدماغ عند مستوى التلفيف خلف المركزي، ويُظهر تمثيل **الأقسام** (القطاعات) المختلفة **للجسم** في مناطق منفصلة من الباحة الحسية الجسمية **الأولية**، ويلاحظ أن بعض مناطق الجسم **كالشفتين** ثم **الوجه** ثم **الإبهام** تمثّل بباحات **كبيرة**، بينما يمثّل كامل **الجذع** و**القسم** السفلي من الجسم بباحات **صغيرة نسبياً**؛ إذ **يتناسب امتداد** (أو حجم) هذه الباحات **طرداً** مع عدد **المستقبلات الحسية** المتخصصة الموجودة في كل منطقة (أو قطاع) محيطية من الجسم (أي **درجة حساسية** المنطقة وليس امتدادها).

ويلاحظ أن تمثيل **الوجه** يقع في الجزء الأكثر **وحشية** من الباحة الحسية الجسمية ا، بينما يقع تمثيل **الجزء السفلي** من الجسم في الجزء **الأنسي**.



الشكل (6): تمثيل قطاعات الجسم المختلفة في الباحة الحسية الجسمية الأولية.

أما الباحة الجسمية **الثانوية II** (باحة S-II) فهي **أصغر** بكثير من الأولية، وتقع إلى **الأسفل والخلف** من نهايتها **الوحشية** كما هو موضّح في الشكل (5)، **وتفتقر** هذه الباحة إلى التمركز **الدقيق** لأجزاء أو قطاعات الجسم المختلفة مقارنة مع الباحة الحسية الجسمية الأولية، فالوجه يمثّل في الأمام بينما تمثّل الذراعان في المركز، والساقان في الخلف.

المعلومات عن **وظيفة** هذه الباحة **قليلة** جداً، لكن **تخريب** هذه الباحة يؤدي إلى **عدم** تمييز **وإدراك ماهية** الأشياء (غياب الإدراك الحسي الجسمي).

- **وظائف الباحة الحسية الجسمية I**

تم **تحديد** القدرات **الوظيفية** لباحات القشرة الحسية الجسدية المختلفة بواسطة **الاستئصال الانتقائي** للأجزاء المختلفة، فالاستئصال الواسع للباحة الحسية الجسمية **الأولية** يسبب فقدان الأنماط الآتية من **المحاكمة** الحسية:

1. يصبح المصاب **عاجزاً** عن تحديد وتمييز **موضع الإحساسات** في الأجزاء المختلفة للجسم، ولكنه قد يحدد الموقع بشكل مبهم جداً، كأن يعزو الإحساسات إلى إحدى اليدين، وهذا يعني أن **المهاد والأجزاء الأخرى من القشرة المخية** – التي ليس لها علاقة بالإحساسات الجسمية في الحالة السوية – يمكنها أن تقوم بشيء من التحديد لموضع الإحساسات.
2. **يعجز** المصاب عن تقدير الدرجات الدقيقة **للضغط** المطبق على جسمه.
3. **يعجز** المصاب عن تحديد **أوزان** الأشياء بدقة.
4. **يعجز** المصاب أيضاً عن تحديد **أشكال الأجسام**، وهذا ما يدعى **بعمه التجسيم** astereognosis.

5. **يعجز** المصاب عن تحديد **مزيج** المواد، لأن هذا النمط من التحديد يعتمد على أحاسيس دقيقة جداً تنجم من حركة الجلد فوق سطح المزيج.

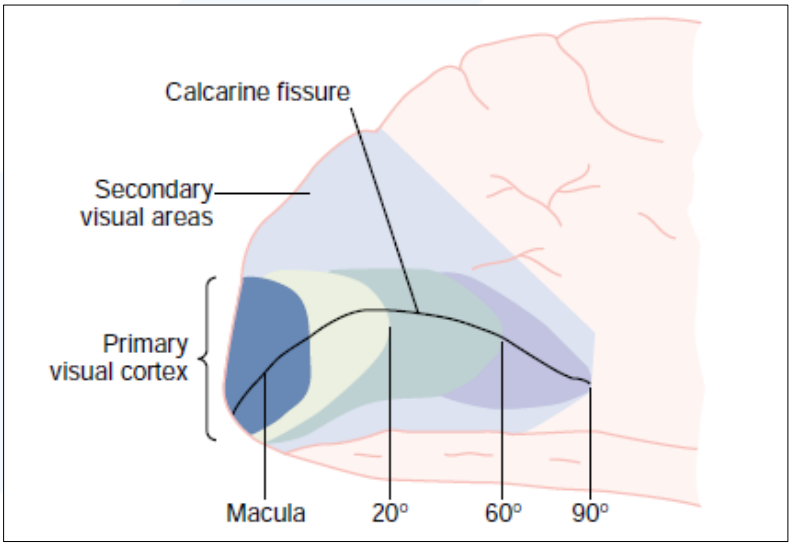
ويلاحظ أنه **لم يذكر** أي شيء حول **فقدان حسيّ الألم والحرارة**؛ إذ أن تخريب الباحة الحسية الجسمية الاولية **يغيّر الادراك الشعوري** لهذين الاحساسين إما بالنسبة إلى **الكم** أو **الشدة**، وبالتالي تلعب هذه الباحة دوراً هاماً في تحديد **صفات** هذين الإحساسين، بينما **إدراكهما** يكون من مهمة المستويات الدماغية **السفلية**.

ثانياً: الباحة القشرية البصرية

تتوضع بشكل رئيس في الفصين **القفويين** (القذاليين)، ومثل جميع الباحات القشرية الاخرى تقسم القشرة البصرية إلى **القشرة** البصرية **الأولية** Primary Visual Cortex، **والباحات** البصرية **الثانوية**secondary visual areas ، الشكل (7).

توافق **القشرة البصرية الأولية** في امتدادها باحة برودمان الـ **17** الشكل (4)، وتتوضع في باحة الشق (الثلم) المهمازي calcarine fissure area، وتمتد إلى القطب القفوي occipital pole على الوجه الأنسي لكل قشرة قفوية (قذالية)، وتصل إلى هذه القشرة **معظم** السيالات العصبية من **العينين**؛ حيث تنتهي الإشارات أو السيالات القادمة من **اللطخة الصفراء** macula (في الشبكية) **قرب** القطب القفوي، في حين أن الإشارات القادمة من أقسام الشبكية **المحيطية** تنتهي في **دوائر** متحدة المركز **أمام** القطب القفوي وعلى **طول** الشق **المهمازي**، الشكل (7).

أما **الباحات البصرية الثانوية** والتي تدعى باحات **الترابط البصرية** visual association areas فتوافق في امتدادها باحة برودمان الـ **18** الشكل (4)، وهي تتوضع أمام وأعلى وأسفل القشرة البصرية الأولية، وتعمل على **تحليل** المعاني البصرية بشكل **عميق** (الإدراك البصري)، الشكل (7).



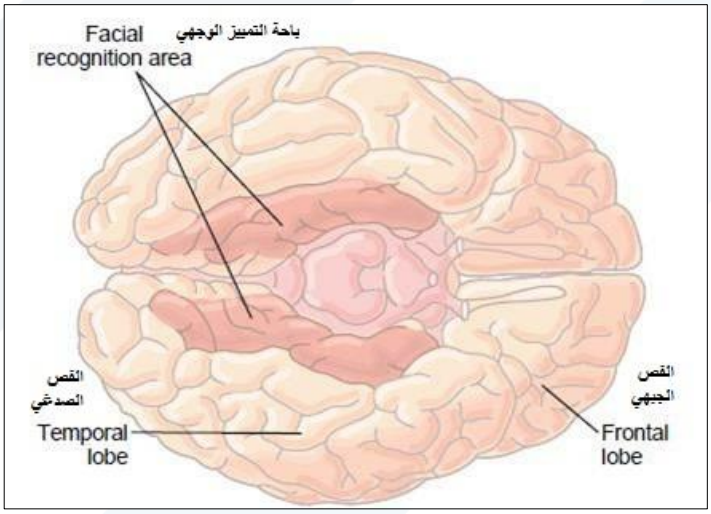
الشكل (7): القشرة البصرية.

ثالثاً: باحة تمييز الوجوه

هناك نمط مميز من **الشذوذات** الدماغية يدعى داء **عمه الوجوه** prosophensia وهو يتميز **بالعجز** في **تمييز** الوجوه، ويحدث عند الأشخاص المصابين بأذية شديدة في المناطق **السفلية الأنسية** للفصيين القفويين، وعلى طول السطوح **البطنية الأنسية** للفصيين الصدغيين كما هو موضح بالشكل (8)، وإن فقدان باحات التمييز الوجهي هذه يسبب شذوذاً صغيراً جداً في الوظيفة الدماغية **غريباً** من نوعه.

وقد يتساءل أحدهم عن سبب **ضخامة** مساحة من القشرة المخية مسؤولة عن مهمة بسيطة كتمييز الوجوه، ولكن إذا تذكرنا أن معظم أعمالنا اليومية تتم بالاشتراك مع أناس آخرين أدركنا أهمية هذه الوظيفة الفكرية.

إن الجزء **القفوي** من هذه الباحة مجاور للباحة **القشرية البصرية**، بينما يرتبط الجزء الصدغي بشكل وثيق مع الجهاز **الحوفي** الذي يتدخل بالانفعالات والفعالية الدماغية والتحكم بالاستجابة السلوكية تجاه المحيط.



الشكل (8): باحتا التمييز الوجهي المتوضعة على الوجه السفلي للدماغ في الفصيين القفوي الأنسي والصدغي.

خامساً: الباحات المحركة Motor area

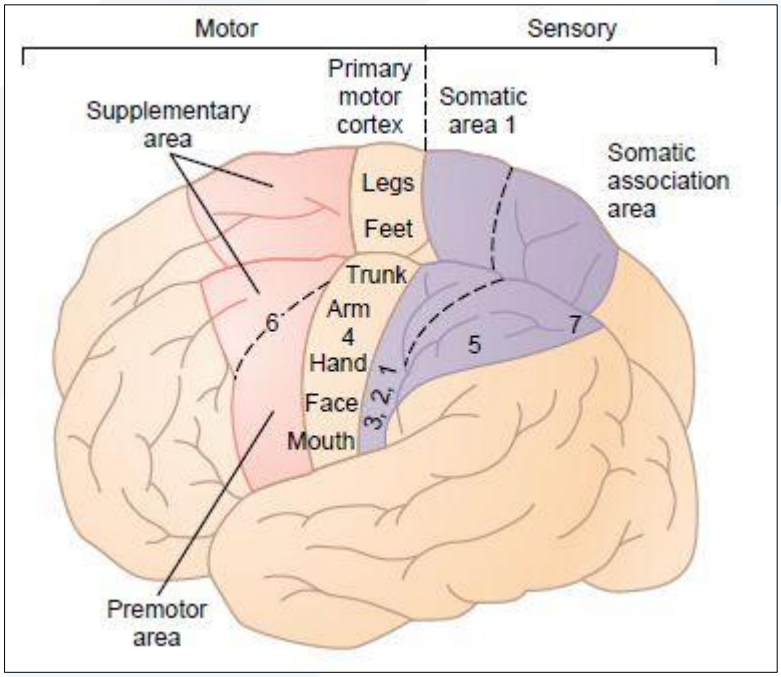
الباحة المحركة الأولية Primary motor area

تقع هذه الباحة في الفص الجبهي، وفي التلفيف الجبهي الصاعد مباشرة أمام الثلم المركزي، الشكل (9). عصبونات هذه الباحة مسؤولة عن إطلاق أوامر التقلص الخاصة بالعضلات الهيكلية؛ إذ تهبط محاوير هذه العصبونات إلى جذع الدماغ، وهنا إما أن تتشابك مع نوى الأعصاب القحفية في جذع الدماغ في الجانبين الموافق والمقابل، أو أنها تعبر إلى أسفل البصلة إلى الجانب **المقابل** ثم تنزل في النخاع الشوكي، وتصنع الألياف مشابك مع عصبون ثانٍ ينتهي ليفه، أي محواره، على الصفيحة الحركية الانتهائية (اللوحة المحركة أو الملتقى العصبي - العضلي) لليف العضلي في المستوى المناسب من النخاع الشوكي. وهذا يعني أن الباحة الحركية لنصف الكرة المخية **الأيمن** يسيطر على حركة العضلات الإرادية في الجانب **الأيسر** من الجسم، والعكس صحيح.

العصبون الذي يقع جسمه في المخ هو العصبون الحركي العلوي upper motor neurone والعصبون الآخر الذي يقع جسمه الخلوي في جذع الدماغ أو النخاع الشوكي هو العصبون الحركي السفلي، وينجم الشلل عن أذية أحد العصبونين.

الباحة أمام المحركة Premotor area

تقع أمام الباحة الحركية مباشرة، ويعتقد أنها **تسيطر** على الباحة الحركية، فعند الكتابة أو ربط الحذاء مثلاً، تتقلص مجموعة من العضلات، ويتطلب ذلك **انسجام** الحركات وتنفيذها وفق تواتر محدد يدخل في نطاق المهارة التي تضمنها هذه الباحة، والقسم السفلي من هذه الباحة متخصص في الكلام ويعرف باسم باحة الكلام الحركية motor speech area (باحة **بروكا**)،الشكل (9).



الشكل (9): الباحات الوظيفية المحركة والحسية الجسدية في قشرة المخ.

بعض الباحات المتخصصة بالتحكم الحركي والموجودة في القشرة المحركة للإنسان

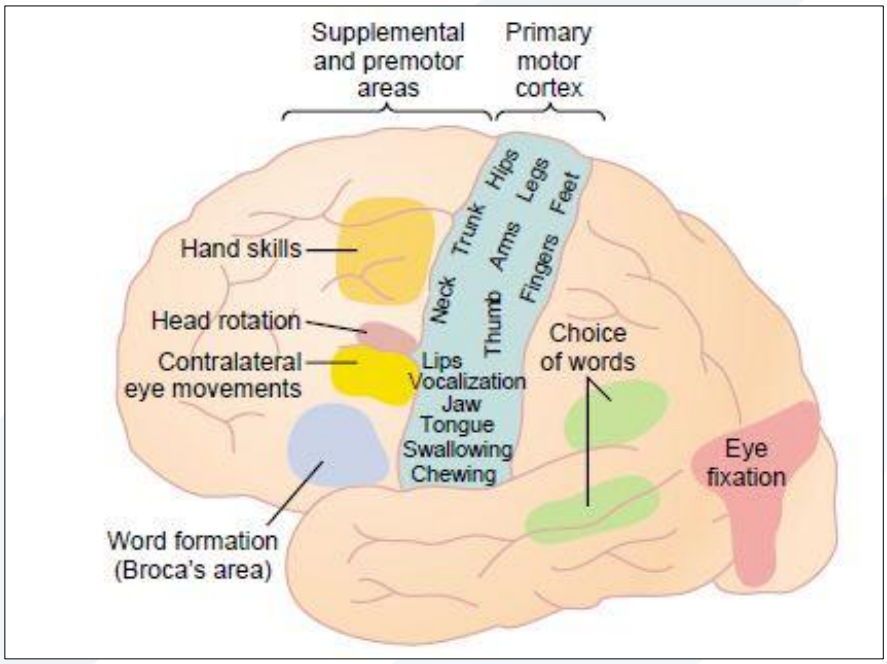
لقد وجد جراحو الأعصاب بعض المناطق الحركية عالية التخصص في القشرة المحركة للإنسان، وهي تقع بصورة رئيسية في الباحات أم المحركة المبينة بالشكل (10)، وتتحكم في وظائف حركية خاصة، وقد حدد مواقعها إما بالتنبيه الكهربائي، أو بملاحظة فقدان الوظيفة الحركية عند حدوث آفات تخرّب باحات قشرية معينة.

من هذه الباحات:

- **باحة بروكا (باحة أمام محركة):** تتوضع مباشرة **أمام** القشرة المحركة الأولية **وفوق شق سلفيوس** تماماً، ويشار إليها بعبارة (تشكيل الكلمات). لا يمنع تخريب هذه الباحة الشخص من إصدار الصوت (التصويت) ولكنه يصبح غير قادر على نطق كلمات كاملة إلا التعابير البسيطة مثل (لا) و (نعم). كما تولد باحة قشرية أخرى مرتبطة ارتباطاً وثيقاً بهذه الباحة وظائف تنفسية مناسبة، حيث يتم التنشيط التنفسي للحبال

الصوتية بالتزامن مع حركات الفم واللسان أثناء النطق والكلام، ولذلك فإن النشاطات أمام المحركة المتعلقة بباحة بروكا معقدة جداً.

- **باحة المهارات اليدوية:** توجد في الباحة **أمام المحركة**، إلى الأمام مباشرة من القشرة المحركة الأولية المسؤولة عن **حركة اليدين والأصابع**، وقد أسموها جراحو الأعصاب باحة **المهارات اليدوية** أو **مهارات اليد**، فعندما يحدث تخريب في هذه المنطقة نتيجة الأورام أو آفات أخرى تصبح حركات اليد غير متناسقة وغير هادفة، وهذه الحالة تسمى **اللاأدائية الحركية** motor apraxia.



Trunk: جذع

Thumb: ابهام اليد

Vocalization: نطق

Jaw: فك

Chewing: مضغ

الشكل (10): بعض الباحات المتخصصة بالتحكم الحركي في الباحة أمام المحركة.

سادساً: جذع الدماغ

يضم الدماغ المتوسط والجسر والبصلة السيسائية (النخاع المتطاول).

- **الدماغ المتوسط:** هو منطقة من الدماغ واقعة بين المخ في الأعلى والجسر في الأسفل، ويتألف من أليافٍ عصبية تربط المخ بجذع الدماغ والنخاع الشوكي، ونوى لبعض الأعصاب القحفية.

- **الجسر (جسر فارول أو الحدبة الحلقية):** هو منطقة من الدماغ واقعة تحت الدماغ المتوسط وفوق البصلة السيسائية (النخاع المتطاول) بنيته شبيهة ببنية الدماغ المتوسط.

- **البصلة السيسائية (النخاع المتطاول):** تمتد من الجسر الواقع فوقها لتتواصل مع النخاع الشوكي في الأسفل. ويبلغ طولها نحو 5.2 سم، وتقع ضمن القحف مباشرة.

وظائف جذع الدماغ

يحوي جذع الدماغ إضافة إلى حزم الألياف الواصلة بين الدماغ والنخاع الشوكي. **نوى** الأعصاب القحفية، ونوى أقل انتظاماً، وبعض **النوى الحسية** التي تشكل محطات توصيل للألياف الحسية الذاهبة من النخاع الشوكي إلى الدماغ.

تضم هذه النوى مجموعات من الخلايا العصبية مسؤولة عن المنعكسات المستقلة (الذاتية)، ومعروفة باسم **المراكز الحيوية** vital centers، من هذه المراكز:

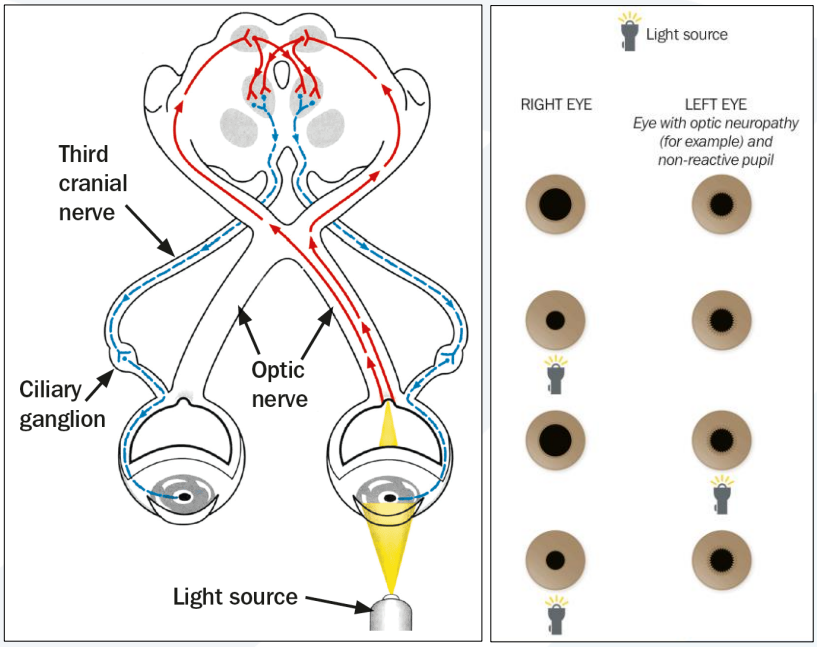
- **المركز القلبي الوعائي cardiovascular center:** يسيطر على نظام التقلص القلبي وقوته. تذهب الألياف العصبية المستقلة الذاتية من البصلة السيسائية (النخاع المتطاول) إلى القلب، ويعمل التنبيه الودي على زيادة معدل نبض القلب وقوته، أما التنبيه نظير الودي فيعمل على إبطاء القلب وإضعاف قوة نبضه.

- **المركز التنفسي respiratory center:** يتحكم بمعدل التنفس وعمقه. يتنبه مركز التنفس بوساطة ارتفاع ثاني أكسيد الكربون ونقص الأكسجين في الدم، وبوساطة الدفعات العصبية من المستقبلات الكيمائية الواقعة في السباتيين.

- **مراكز المنعكسات البصلية reflex centers:** عندما تدخل مواد مخرشه في المعدة أو السبيل التنفسي تذهب الدفعات العصبية إلى البصلة (النخاع المتطاول)، فتنبه مراكز المنعكسات التي تطلق الأفعال الانعكاسية للإقياء والسعال والعطاس بغية طرد المخرش.

- **منعكس الحدقة الضوئي pupillary light reflex:** عندما تُسلّط حزمة ضوئية على العين فإن الحدقة في هذه العين (وكذلك العين المقابلة) تنقبض بوضوح وبدرجة متساوية في كلتا العينين، ويتم ذلك باختصار كما يأتي، الشكل (11):

يقوم العصب البصري باستشعار وجود الضوء وينتقل ذلك إلى مركز معين في جذع الدماغ، ومن ذلك المركز تنتقل إشارات عائدة إلى كلتا العينين بوساطة العصب المحرك للعين مما يؤدي إلى تقبض الحدقتين.
وتتبدل هذه الاستجابة الطبيعية في الأمراض التي تؤدي إلى إصابة العصب البصري (مثل الرضوض والأمراض الالتهابية) أو مركز المنعكس في جذع الدماغ (مثل الأورام والأخماج وغيرها) أو العصب المحرك للعين (مثل الأورام والكتل الضاغطة على العصب).



الشكل (11): منعكس الحدقة الضوئي.

يكثر الحديث عن **أوجه الشبه** بين الشيخ المسن وبين الطفل، ولعل **المنعكسات** هي أحد تلك الأوجه، إذ إن بعض المنعكسات الموجودة عند الولادة تزول بعد ذلك بفضل تأثير **القشرة الدماغية الناضجة**، ويمكن أن تظهر هذه المنعكسات مرة ثانية في حالة حدوث **إصابة** دماغية أو **ضمور** دماغ في مرحلة **الشيخوخة**.

سابعاً: الاعصاب الدماغية (القحفية)

عددها 12 شفع، الشكل (12):

- **العصب الأول (I): العصب الشمي**

نوع الألياف الموجودة حسية، وظيفته الشم، يتصل بهذا العصب الغشاء المخاطي الشمي.

- **العصب الثاني (II): البصري**

نوع الألياف حسية، وظيفته الإبصار، يتصل بشبكية العين.

- **العصب الثالث (III): محرك للعين**

نوع الألياف حركية، وظيفته تحريك مقلة العين وعدستها والجفن العلوي، يتصل بأربع عضلات (عدا المائلة أو المنحرفة العلوية والخارجية أو الوحشية المستقيمة) تحرك العين وعدستها والجفن العلوي .

- **العصب الرابع (IV): البكري**

نوع الألياف حركية، وظيفته تحريك مقلة العين، يتصل بعضلة العين المائلة العلوية.

- **العصب الخامس (V): ثلاثي التوائم**

نوع الألياف حسي وحركي، وظيفته الاحساس وتحريك عضلات المضغ، يتصل بجلد قمة الرأس والجبهة والوجه والشفتان والأسنان والجفن السفلي وعضلات المضغ والفكان واللسان.

- **العصب السادس (VI): المبعد للعين**

نوع الألياف حركية، وظيفته تحريك العين حركة دائرية، يتصل بعضلة العين الخارجية المستقيمة .

- **العصب السابع (VII): العصب الوجهي**

ألياف حسية وحركية، وظيفته التذوق وتحريك العضلات وإفراز اللعاب، يتصل بعضلات الوجه والجبهة وجفنا العين والشفتان واللسان والغدد العابية.

- **العصب الثامن (VIII): الدهليزي القوقعي السمعي**

ألياف حسية، وظيفته السمع والتوازن، يتصل بالأذن الداخلية: والقنوات نصف الدائرية وعضو كورتي.

- **العصب التاسع (IX): اللساني البلعومي**

ألياف حسية وحركية وإفرازية، وظيفة التذوق والبلع وإفراز اللعاب، يتصل بالبلعوم واللسان وعضلات البلعوم والغدة اللعابية النكفية.

- **العصب العاشر (X): المبهم أو المجهول**

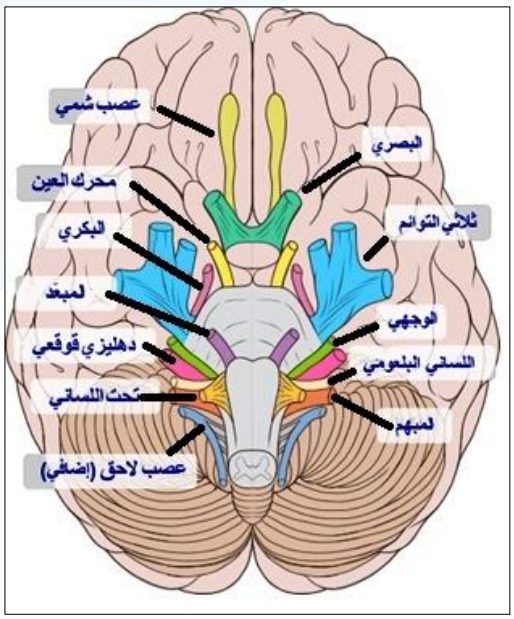
ألياف حسية وحركية وإفرازية، وظيفته الإحساس في البلعوم والحنجرة والأعضاء الموجودة في الصدر والبطن والبلع وإحداث الصوت، مسؤول عن إفراز العصارة المعدية والانعكاسات الاحتشائية. يتصل بـ البلعوم والحنجرة والقصبة الهوائية والرئتان والقلب والمريء والأحشاء البطنية.

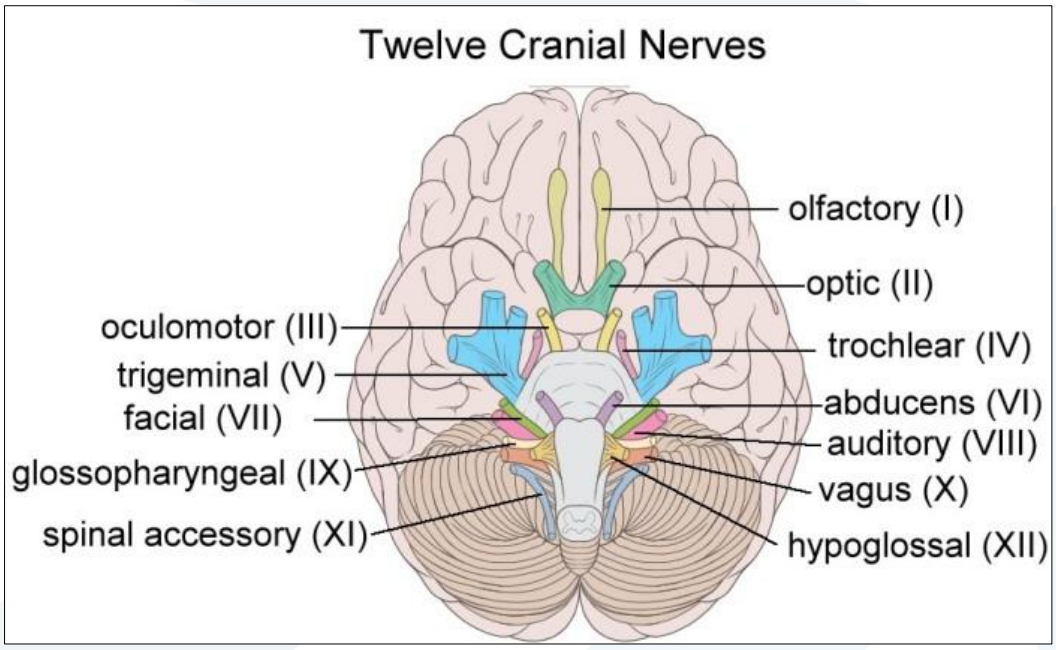
- **العصب الحادي عشر (XI) : الشوكي الإضافي (اللاحق)**

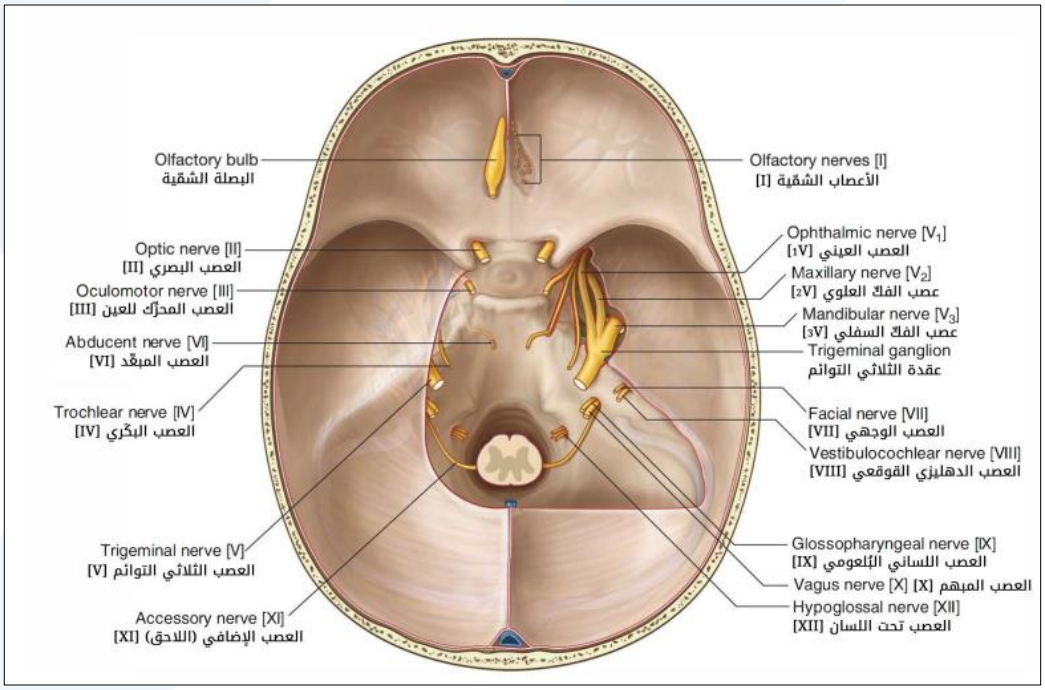
ألياف حركية، وظيفته تحريك الكتف والرأس، يتصل بمعظم عضلات البلعوم والحنجرة وبعض عضلات الرقبة والكتف.

- **العصب الثاني عشر(XII): تحت اللسان**

ألياف حركية، وظيفته تحريك اللسان، يتصل بعضلات اللسان.







الشكل (12): الأعصاب الدماغية (القحفية).

ثامناً: المخيخ

للمخيخ وظائف حركية متعددة، **أهمها:**

1- تنظيم الحركة الإرادية coordination of movement

وهي من وظائف **نصف الكرة المخيخية**؛ إذ يقوم المخيخ بضبط عمل العضل **المتصدي** (الناهض) agonist، والعضل **المؤازر** synergists الذي يساعد العضل المتصدي على القيام بعمله

فعندما تقوم عضلة ذات الرأسين biceps مثلاً بثني الساعد على العضد يُثَبَت **الكتف** بوضعة **التبعيد الجزئي** partial abduction عن الجسم، فعضل **الكتف** هو العضل **المؤازر** في تلك الحركة، كما يحدث ارتخاء متواقت في عضلة **ذات الرؤوس الثلاثة** triceps (التي تصبح في أثناء تلك الحركة العضل **المضاد** antagonist لعمل ذات الرأسين).

وعند القيام بحركة ما تكون شدة تقلص كل من العضلات المختلفة (من عضل متصدٍ، وعضل مؤازر)، ومقدار ارتخاء العضل المضاد لها، واتجاه الحركة، ومداها، كل بمقدار صحيح. كما يكون تعاقب الحركات في المفاصل المختلفة منظماً، فتأتي الحركة المنشودة سلسةً smooth ومضبوطة.

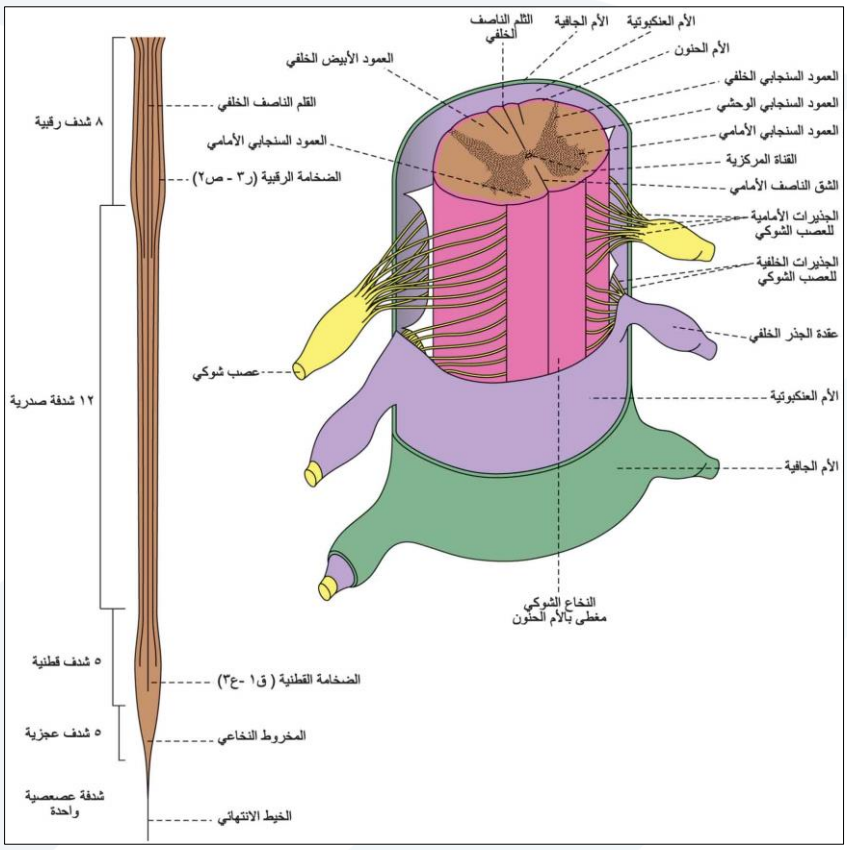
2- الحفاظ على التوازن maintenance of equilibrium

هو من وظائف **الدودة المخيخية** التي تضبط عمل العضل **المحوري** axial muscles في **العنق والجذع**، فيحافظ على **وضعات** posture الجسم في الوقوف والمشي والجلوس من الاستلقاء، والقعود من الوقوف.

تاسعاً: النخاع (الحبل) الشوكي

النخاع الشوكي spinalcord هو جزء من الجملة العصبية المركزية، يمتد من **الثقبة العظمى** foramen magnum حتى الفقرة **القطنية الأولى أو الثانية** عند البالغ وعلى ذلك؛ فهو يشغل الثلثين العلويين من العمود الفقاري، في حين يشغل **ذيل الفرس** cauda equina ثلثه السفلي الشكل (13). يوجد في منتصفه القناة المركزية وهي ممتدة طول النخاع الشوكي، ومبطنة ببطانة من الدبق العصبي تسمى البطانة العصبية ependyma.

يعد النخاع الشوكي هو صلة الوصل بين الدماغ والجملة العصبية المحيطية. ويحتوي الألياف العصبية النازلة المحركة، والألياف الحسية الصاعدة.

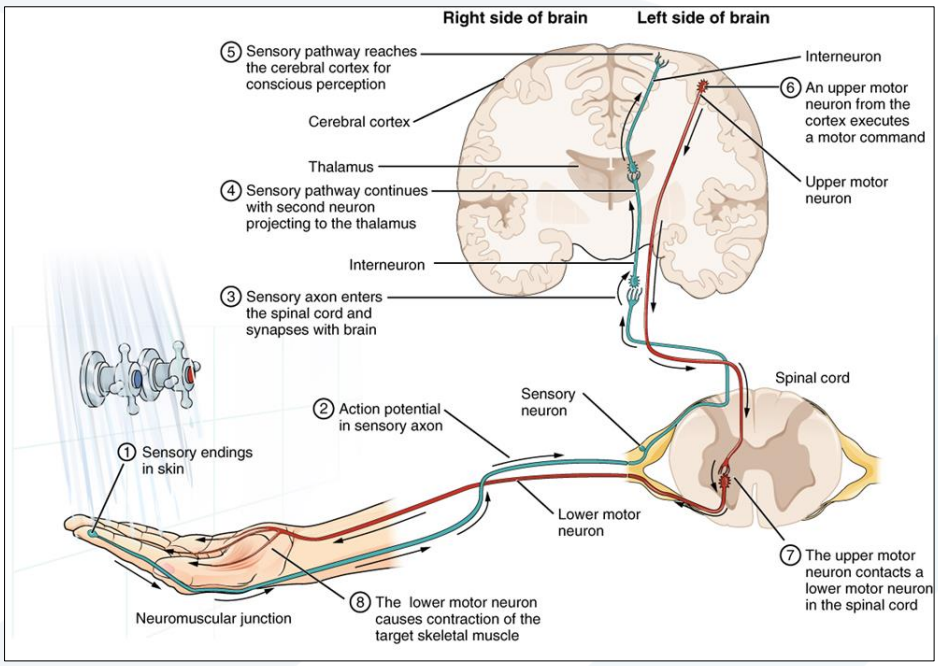


الشكل (13): النخاع الشوكي و أقسامه.

تقسم السبل الشوكية، إلى سبل: صاعدة، ونازلة.

1- السبل الصاعدة في النخاع الشوكي

عندما تدخل الألياف العصبية الحسية النخاعَ الشوكي يعاد ترتيبها، فتنتظم في حزم عصبية تتوضع في المادة البيضاء. تصعد هذه الألياف من النخاع الشوكي إلى مراكز أعلى في الدماغ. يطلق على حزم الألياف الصاعدة اسم السبل الصاعدة ascending tracts.



الشكل (14): عصبونات الطرق الصاعدة الحسية والنازلة المحركة.

وأهم الطرق الحسية الصاعدة، الشكل (15) هي:

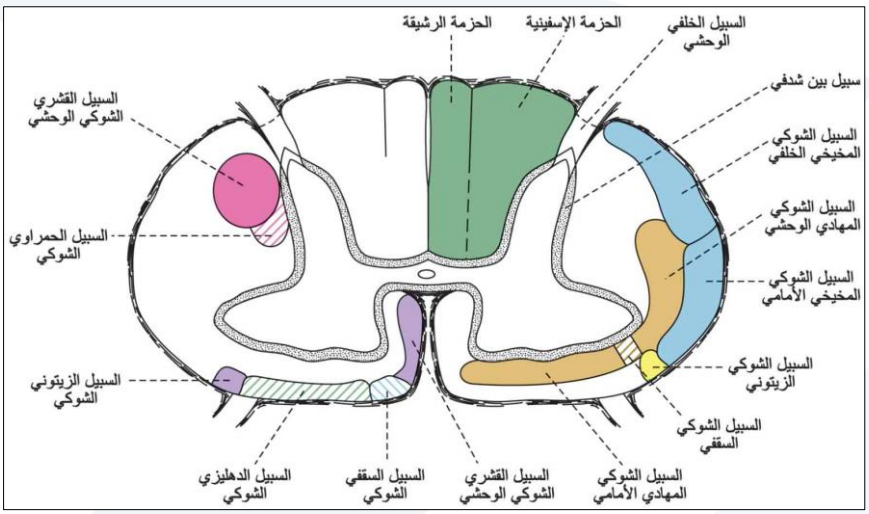
- **السبيل الشوكي المهادي الوحشي:** ينقل حسي الألم السريع والحرارة.

- **السبيل الشوكي المهادي الأمامي (البطني):** ينقل حسَّيْ اللمس الخفيف والضغط والألم البطيء.

- **الحزمة الرشيقة والحزمة الإسفينية:** لمس، اهتزاز، ضغط، حس عميق.

- **طرق الحس المفصلي العضلي إلى المخيخ:** تصعد محاور عصبونات المرتبة الثانية عبر السبيل الشوكي المخيخي الخلفي (الظهري) والسبيل الشوكي المخيخي الأمامي (البطني) ذاهبة إلى جذع الدماغ. وهنا تنضم الألياف إلى السويقات المخيخية وتذهب إلى القشرة المخيخية في الجانب الموافق.

تتلقى الألياف الشوكية المخيخية معلومات مفصلية عضلية من المغازل العضلية muscle spindles والأعضاء الوترية والمستقبلات المفصلية في الجذع والأطراف.



الشكل (15): الطرق الحسية الصاعدة والمحركة النازلة في النخاع الشوكي.

2- السبل النازلة في النخاع الشوكي

ترسل العصبونات الحركية الواقعة في العمودين السنجابيين الأماميين في النخاع الشوكي محاوير تعصب العضلات الهيكلية عبر الجذور الأمامية للأعصاب الشوكية، تعرف هذه العصبونات الحركية باسم العصبونات الحركية السفلية lower motor neurons، وتشكل الطريق النهائي المشترك إلى العضلات.

تتجزأ الألياف العصبية التي تنزل في المادة البيضاء من المراكز العصبية المختلفة الأعلى من النخاع الشوكي إلى حزم تسمى السبل النازلة descending tracts إن هذه العصبونات - الأعلى من النخاع الشوكي - وسُبُلَها تعرف باسم العصبونات الحركية العلوية upper motor neurons، وهي تعطي طرقاً منفصلة كثيرة قادرة على التأثير في الفعالية الحركية.

وأهم **السبل النازلة هي** السُبُل القشرية الشوكية والسبل القشرية النووية. تنشأ ألياف السبل القشرية الشوكية corticospinal tracts كمحاوير لخلايا هرمية متوضعة في القشرة المخية الحركية، الشكل (15).

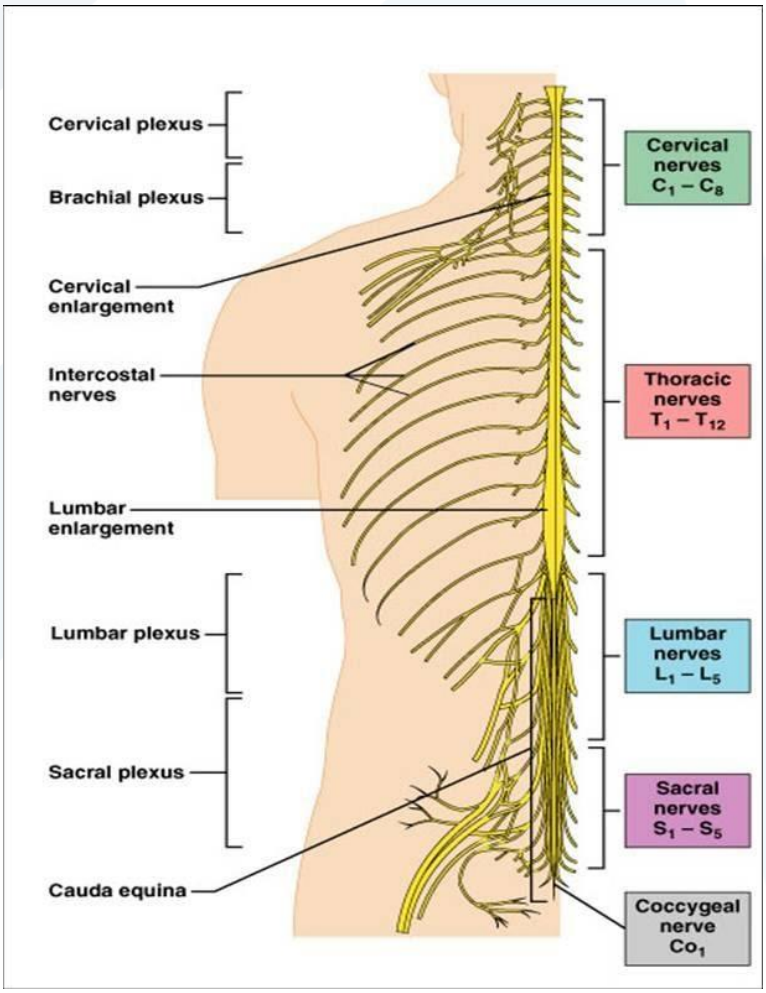
الأعصاب الشوكية

عددها 31 شفع، الشكل (16) وتضم:

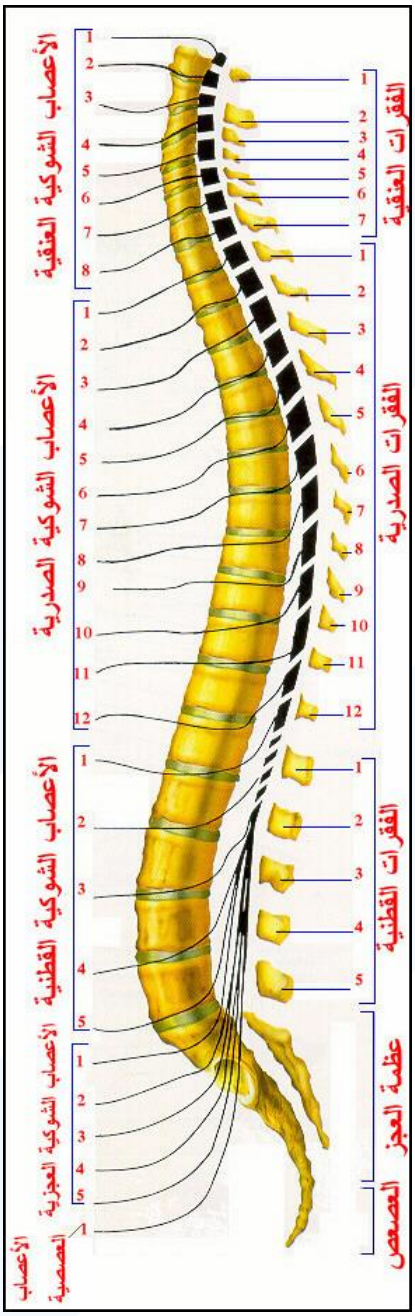
- 8 أعصاب رقبية.
- 12 عصباً صدرياً.
- 5 أعصاب قطنية.
- 5 أعصاب عجزية.
- عصب عصعصي واحد.

تغادر الأعصاب الشوكية القناة الفقرية من خلال الثقوب بين الفقرية، ثم تنقسم لتشكل 4 ضفائر عصبية، الشكل (17):

- **الضفيرة الرقبية Cervical plexus:** تعصب العنق والكتفين.
- **الضفيرة العضدية Brachial plexus:** تعصب الطرف العلوي والقسم العلوي من الظهر.
- **الضفيرة القطنية Lumbar plexus:** تتوزع على البطن والطرفين السفليين.
- **الضفيرة العجزية Sacral plexus:** تتوزع على الحوض والوجه الخلفي من الفخذ، بالإضافة إلى معظم أجزاء القسم السفلي من الساق.



الشكل (17): ضفائر الأعصاب الشوكية.



الشكل (16): الأعصاب الشوكية.

انتهت المحاضرة ... بالتوفيق للجميع