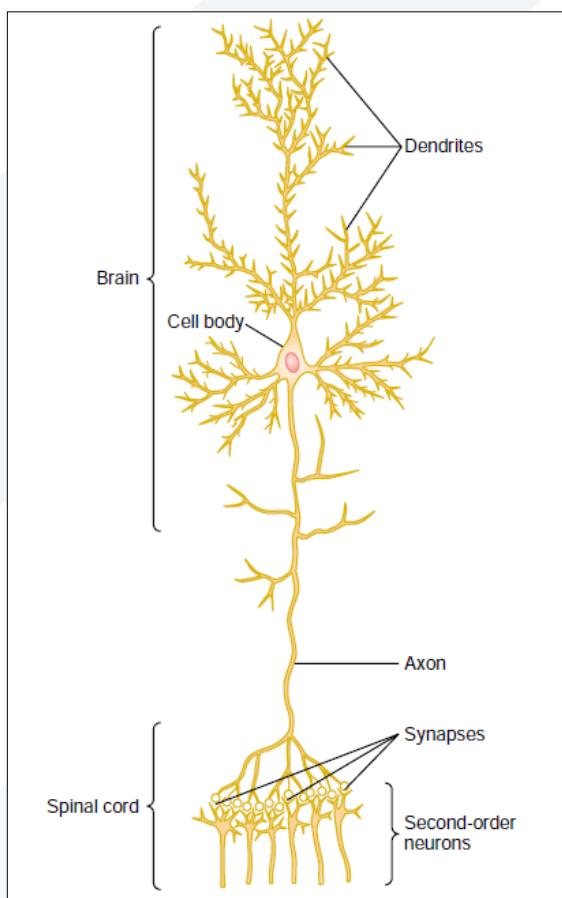


الجهاز العصبي المركزي

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، ويمثل 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 (السيارات) الواردة بين عدة مئات إلى 200,000، بينما تنتقل السيارات 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.



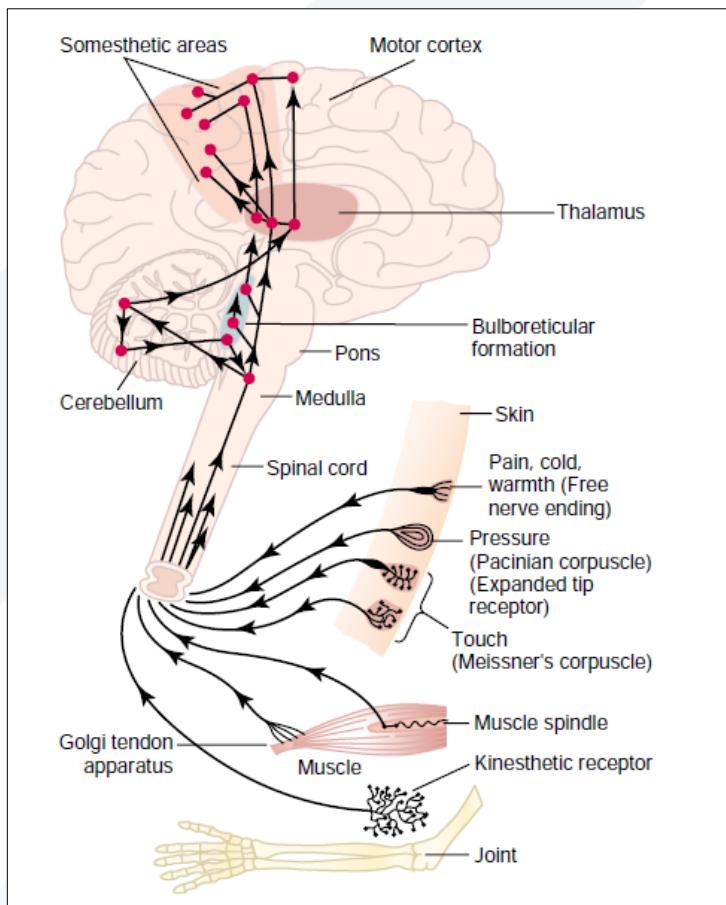
الشكل (1): بنية العصبون الهرمي في القشرة المخية المحركة.

القسم الحسي للجهاز العصبي – المستقبلات الحسية

تبدأ معظم فعالities 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 ليخخدم 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 البني العميق؛ 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 mesencephalon المتوسط.
3. المخيخ cerebellum.
4. المهدad thalamus.
5. الباحات الحسية الجسمية (الجسدية) somesthetic areas من القشرة cortex المخية.



الشكل (2): المحور الحسي الجسمي للجهاز العصبي.

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

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

يتمثل الدور الهائي المهم للجهاز العصبي بتنظيم الفعالities والأعمال الجسدية المختلفة، ويتم ذلك عن طريق:

1. تقلص العضلات الهيكيلية skeletal muscles في الجسم بأكمله.
2. تقلص العضلات الملساء smooth muscles للأعضاء الداخلية.

3. إفراز الغدد الصماء exocrine glands والغدد الخارجية الإفراز endocrine glands في مناطق عديدة من الجسم.

يمثل 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 والأنسجة تجاه المنبهات الحسية، بينما تهتم المستويات الدماغية العليا (القشرة المحركة) بحركات العضلات المعقدة المتعتمدة أي الخاضعة لسيطرة الوعي للقشرة المخية.

الشكل (3): المحور الحركي للجهاز العصبي المركزي.

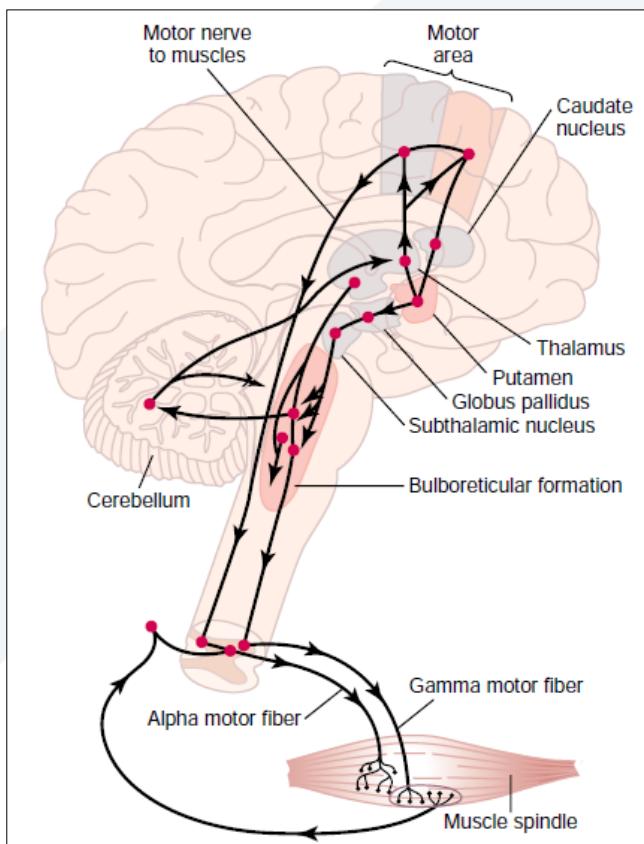
تضم العقد (النوى القاعدية):

Globus pallidus: الكمرة الشاحبة

Putamen: الأبية

Caudate nucleus: النواة المذنبة

Subthalamic nucleus: النواة الوطائية



معالجة المعلومات – وظيفة الدمج والتكميل 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 ينبع منها الدماغ ويهملها كونها غير مهمة، فعلى سبيل المثال، لا ينتبه الإنسان في الحالة العادمة (السوية) لنطاس جسمه مع ملابسه ولا لضغط المقعد أثناء الجلوس، وكذلك الأمر فإن الإنسان لا ينتبه إلا للأشياء التي تمر مصادفة أمامه مختلفة 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 ويسهل 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 تنبئاتها الميسرة 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 ينتهي دفعه 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) لـتُحدث استجابة فورية، بينما الباقي وهو القسم الأكبر فمعظمها 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 التنبئات عبر المشابك المترافقية في كل لحظة، فإن هذه المشابك تصبح أكثر قدرة على نقل نفس التنبئات نفسها في المرة القادمة، وهذا ما ندعوه بالتيسيير **facilitation**: أي أن المشابك وبعد مرور التنبئات الحسية مرات عديدة عبرها تصبح ميسرة facilitated جداً؛ بحيث أن الإشارات التي تنشأ من الدماغ نفسه تستطيع أن تسبب نقل للدفعات العصبية عبر المشابك المترافقية نفسها، رغم أن الإشارات والتنبئات الحسية الخارجية لم ترد، مما يخلق الشعور نفسه لدى الإنسان بإدراك الأحساس الأصلية وكأنها قادمة من المحيط مع أن هذه الإشارات ليست سوى ذاكرة.

حالما تخزن الذكريات في الجهاز العصبي تصبح جزءاً من آلية المعالجة **processing mechanism**: إذ يقوم الدماغ فيها بمقارنة الوارد الحسي مع الذاكرة، ثم ينتهي 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)

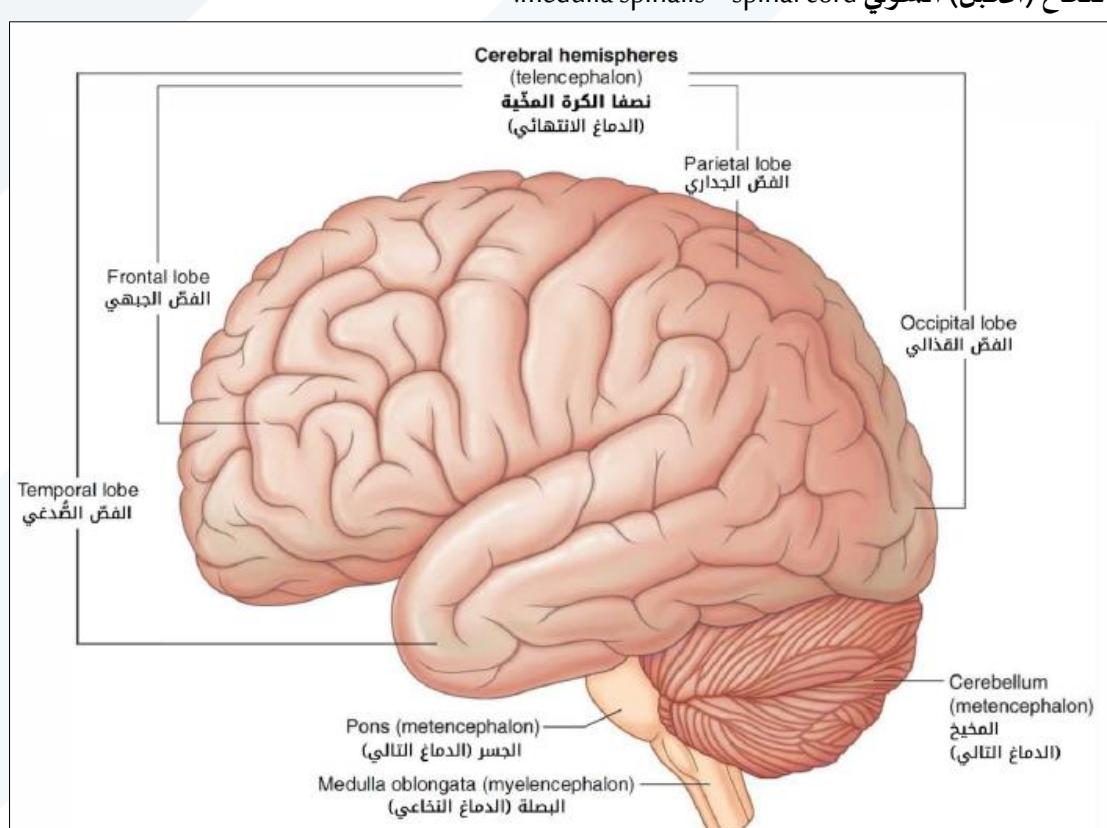
تقسم الجملة العصبية - كما مر معنا سابقاً - إلى قسمين رئيسيين: **الجملة العصبية المركزية central nervous system** التي تتكون من الدماغ والنخاع الشوكي، والجملة العصبية المحيطية **peripheral nervous system** التي تتكون من الأعصاب (القحفية والشوكي) والعقد المرتبطة بها.

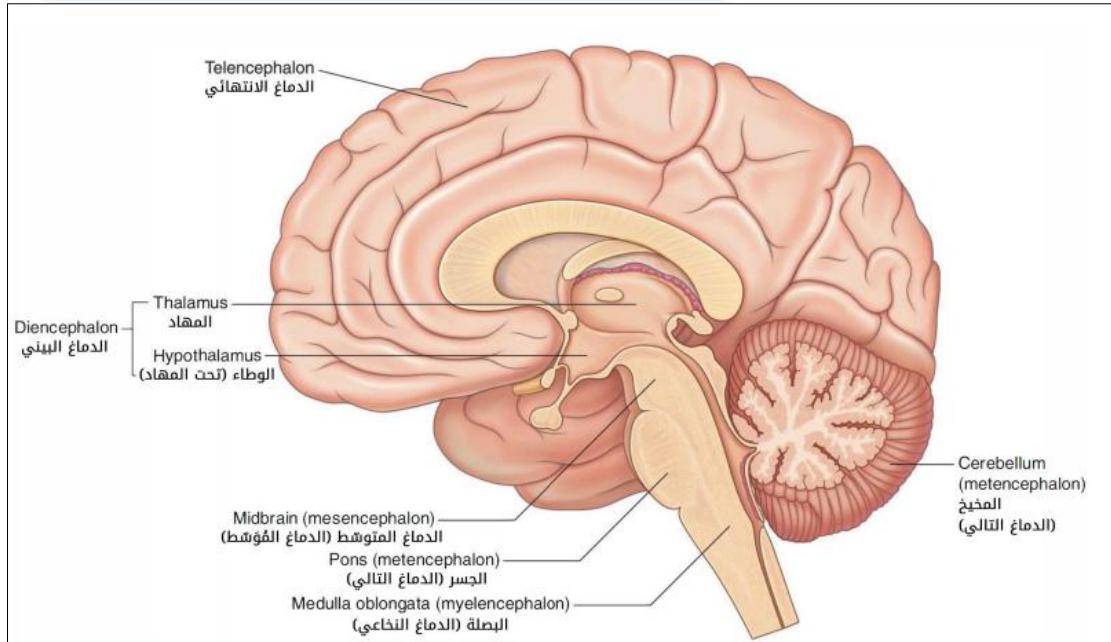
أولاً: الجملة العصبية المركزية

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 spinal cord** = spinal cord .medulla spinalis





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 المركبة.
- الأعصاب الشوكية: وعددها 31 زوجاً تخرج من القناة الفقيرية (النفق الفقري) عبر الثقوب بين الفقرية.
- عقد، وجذور عصبية، وضفائر، وألياف عصبية صغيرة، تتوزع في مناطق الجسم كافة.

المستويات الثلاث الوظيفية الرئيسية للجهاز العصبي

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

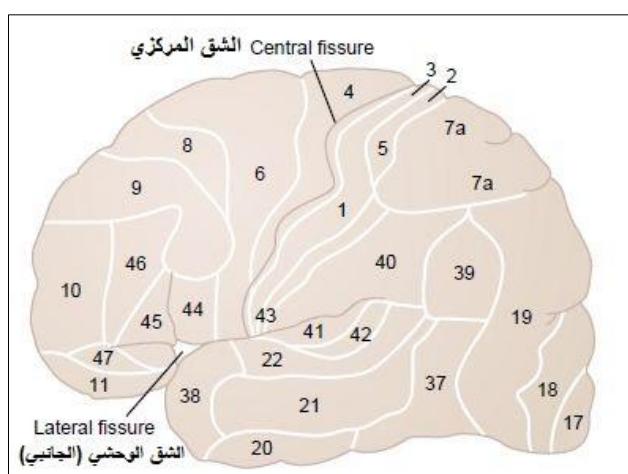
إن كل مستوى من المستويات السابقة مسؤول عن وظائف معينة، فكثير من وظائف المعالجة والدمج تحدث بصورة متطرفة جداً في النخاع، بينما يتولى المستوى الدماغي السفلي الكثير من الوظائف الانعكاسية (اللاوعية)، أما القشرة المخية أو المستوى الدماغي العلوي فهي المهيمنة على باقي المستويات، وتعد مخزن هائل للذاكرة يستعملها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

الباحثات الوظيفية في القشرة المخية

أولاً: الباحة الحسية الجسمية (الجسدية)

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

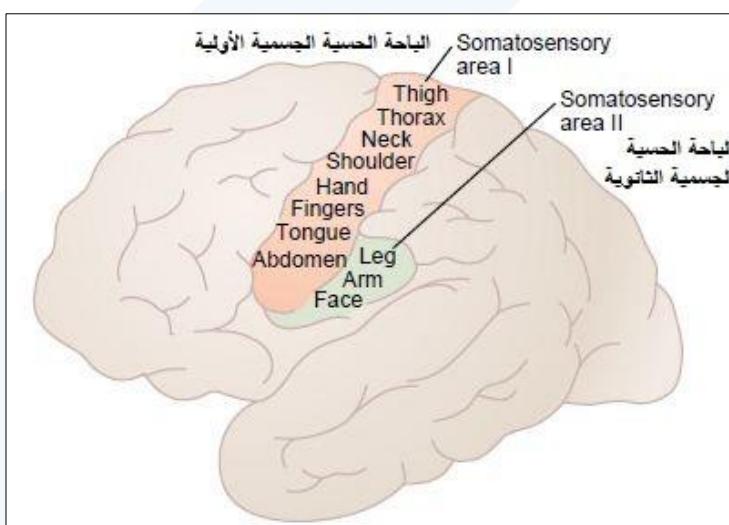
الشكل (4): باحات برودمان في القشرة المخية.



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

ويتخصّص 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 **الحسية الثانية II** (باحة S-II)، الشكل (5). وتفوق أهمية الباحة الحسية الجسمية الأولية بكثير أهمية الباحة الحسية الجسمية الثانية إلى درجة أن عبارة القشرة الحسية الجسمية تشير بمفهومها العام إلى الباحة الأولية في أغلب الأحيان.



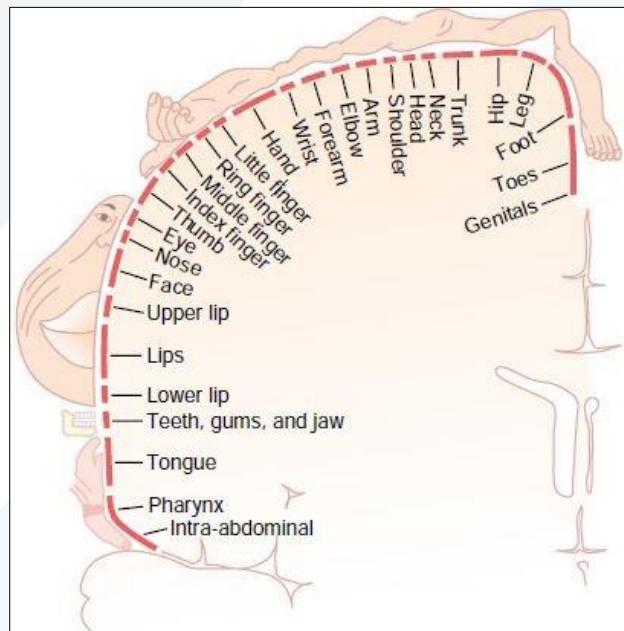
الشكل (5): الباحتان القشريتان الحسيتان الجسميتان I - II.

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

تتوسط الباحة الحسية الجسمية الأولية I (باحة ١-٥) في التلقيف خلف المركزي من القشرة المخية البشرية (في باحات برودمان ١، ٢، ٣)، وتملك هذه الباحة ترتيب مكاني (حيزي) مميز لاستقبال الإشارات العصبية من المناطق المختلفة للجسم.

يمثل الشكل (٦)، مقطعاً عرضياً للدماغ عند مستوى التلقيف 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 تمثل بباحثات كبيرة، بينما يمثل كامل الجذع والقسم السفلي من الجسم بباحثات صغيرة نسبياً؛ إذ يتتناسب 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 I، بينما يقع تمثيل الجزء السفلي من الجسم في الجزء الأنسي.



الشكل (٦): تمثيل قطاعات الجسم المختلفة في الباحة الحسية الجسمية الأولية.

أما الباحة الحسية الثانوية II (باحة ١١-١٥) فهي أصغر بكثير من الأولية، وتقع إلى الأسفل والخلف من نهايتها الوحشية كما هو موضح في الشكل (٥)، وتفتقر هذه الباحة إلى التمكير الدقيق لأجزاء أو قطاعات الجسم المختلفة مقارنة مع الباحة الحسية الجسمية الأولية، فالوجه يمثل في الأمام بينما تمثل 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

تم تحديد القدرات الوظيفية لباحثات 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 مهم جداً، لأن 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 بهم التتجسيم astereognosis.
5. يعجز المصاب عن تحديد مزيج المواد، لأن هذا النمط من التحديد يعتمد على أحاسيس دقة جداً تنجم من حركة الجلد فوق سطح المزيج.

ويلاحظ أنه لم يذكر أي شيء حول فقدان حسي الألم والحرارة؛ إذ أن تخريب الباحة الحسية الأولية يغير الأدراك الشعوري لمذنبين الإحساسين إما بالنسبة إلى الكم أو الشدة، وبالتالي تلعب هذه الباحة دوراً هاماً في تحديد صفات هذين الإحساسين، بينما إدراكمهما يكون من مهمة المستويات الدماغية السفلية.

ثانياً: باحثاً الترابط الجسي (الجسدي)

تلعب باحثاً برودمان 5 و7 المتوضعتان في القشرة الجدارية خلف الباحة الحسية الأولية وأعلى الثانوية، أدواراً هامة في سير غموض المعلومات الحسية الجسمية. ولذلك تدعى هاتان الباحثان باحثاً الترابط الجسي، الشكل (4).

إن التنبيه الكهربائي لباحة الترابط الجسي يمكن أن يشعر الشخص أحياناً بأحاسيس جسمية معقدة قد تصل إلى حد الشعور بشيء مثل السكين أو الكرة. ذلك يوضح أن باحة الترابط الجسي تربط المعلومات القادمة من نقاط متعددة من الباحة الحسية الجسمية لتفسر معناها، وهذا يتناسب مع الترتيب التشريحي للطرق (السبل) العصبية التي تدخل باحة الترابط الجسي، فهي تتلقى إشارات من:

1. الباحة الحسية الجسمية الأولية.
2. النوى البطنية القاعدية للمهاد.
3. مناطق أخرى من المهاد.
4. القشرة السمعية.
5. القشرة البصرية.

- تأثير إزالة باحة الترابط الجسدي – اللاتشكيل

يفقد المصاب قدرته على تمييز الأشياء والأشكال المركبة عند الشعور بها، كما يفقد معظم إحساسه بشكل جسده، والأغرب من ذلك هو نسيان المصاب للجانب المقابل من جسده، أي أنه ينسى أنه موجود وبالتالي ينسى في أغلب الأحيان أن يستعمل الجانب الآخر لإنجاز الوظائف الحركية. كذلك الأمر عندما يشعر بالأشياء فإنه يميل إلى الشعور بأحد جانبي الشيء وينسى حق وجود الجانب المقابل، يدعى هذا الخطأ الحسي المعقد الاتشكيل (عمه التشكيل) . amorphosynthesis

- وظيفة المهداد في الإحساس الجسمي

عندما تتخرّب الباحة الحسية الجسمية عند الإنسان فإنه يفقد معظم إحساسات اللمس الأساسية، ولكن تعود درجة طفيفة من حس اللمس الخام (الميهم). ولذلك لا بد من أن نفترض وجود قدرة بسيطة للمهداد (بالإضافة إلى المستويات الدماغية السفلية الأخرى) على تمييز إحساس اللمس، على الرغم من أن العمل الرئيس للمهداد يتمثل في كونه محطة أو طريق لإرسال هذا النمط من المعلومات إلى الباحة الحسية الجسمية في القشرة المخية.

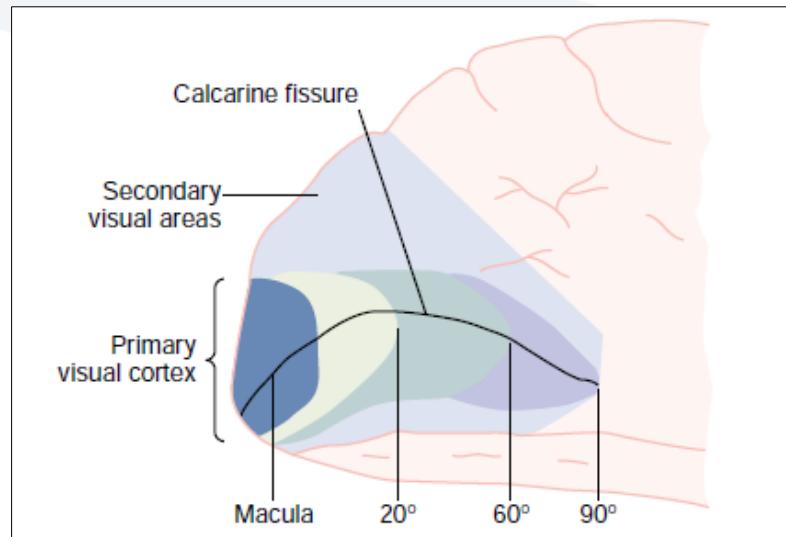
ومن جهة أخرى فإن فقدان أو تخريب الباحة الحسية الجسمية يكون له تأثير طفيف على إدراك المصاب لحس الألم، وتأثير خفيف على إدراك حس الحرارة، لذلك يعتقد أن جذع الدماغ والمهداد والمناطق القاعدية المشاركة الأخرى من الدماغ ربما تلعب الدور الأساسي في تمييز هذين الإحساسين، ومن المدهش أن هذه الإحساسات (الألم والحرارة) تظهر باكراً جداً في سلسلة تطور الحيوان، بينما تتأخر إحساسات اللمس الأساسية في الظهور.

ثالثاً: الباحة القشرية البصرية

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

توافق القشرة البصرية الأولية في امتدادها باحة برودمان الـ 17 الشكل (4)، وتتووضع في باحة الشق (الثلم) المهماري calcarine fissure area ، وتنتمي إلى القطب القفوي occipital pole على الوجه الأنسي لكل قشرة قفوية (قذالية)، وتصل إلى هذه القشرة معظم السياقات العصبية من العينين؛ حيث تنتهي الإشارات أو السياقات 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 المهماري، الشكل (7).

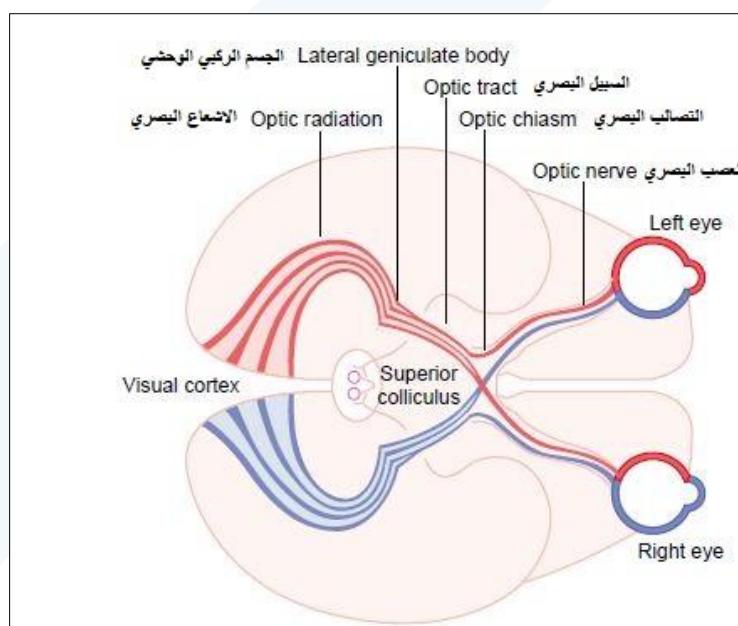
أما الباحات البصرية الثانوية والتي تدعى بباحثات الترابط البصرية visual association areas فتوافق في امتدادها باحة برودمان الـ 18 الشكل (4)، وهي تتووضع أمام وأعلى وأسفل القشرة البصرية الأولية، وتعمل على تحليل المعاني البصرية بشكل عميق (الإدراك البصري)، الشكل (7).

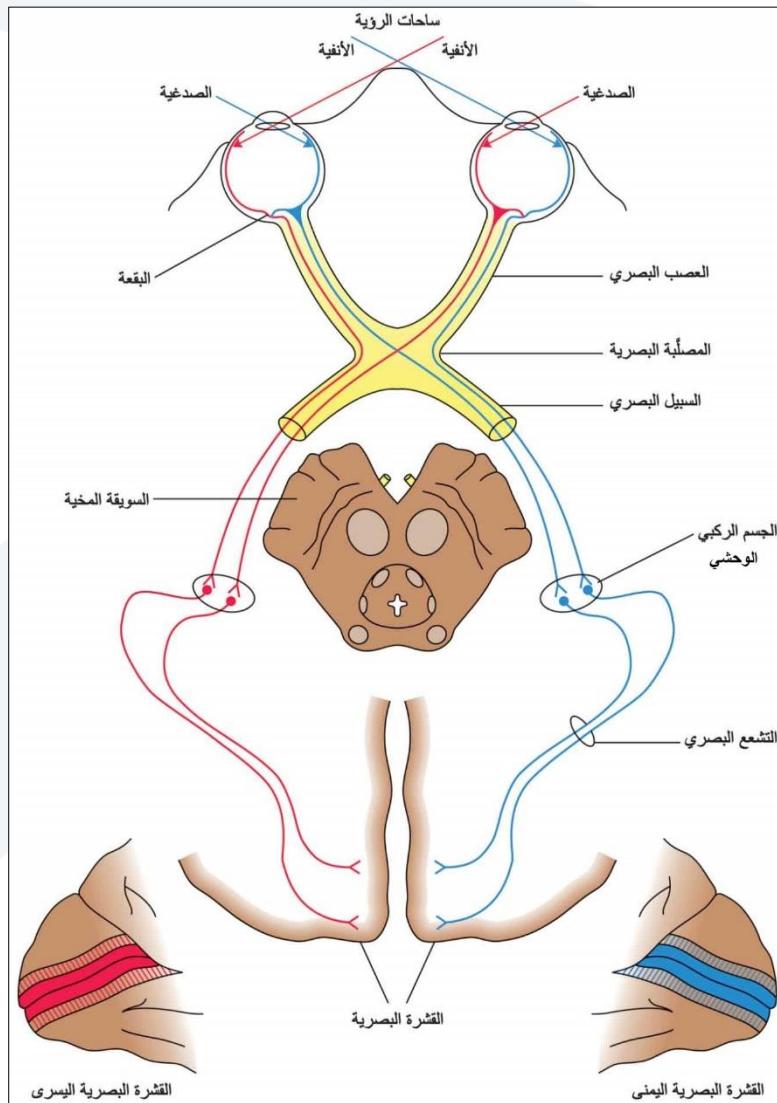


الشكل (7): القشرة البصرية.

• الطرق البصرية

تسير الألياف العصبية المنطلقة من الشبكية في العصب البصري فالمصلبة البصرية (التصالب البصري) فالسبيل البصري، قبل أن تؤلف في الجسم الركيبي الوحشي محطة تنطلق منها ألياف جديدة تسير عبر التشعع البصري في طريقها إلى القشرة البصرية، الشكل (8).





الشكل (8): الطرق البصرية الرئيسية من العينين إلى القشرة البصرية.

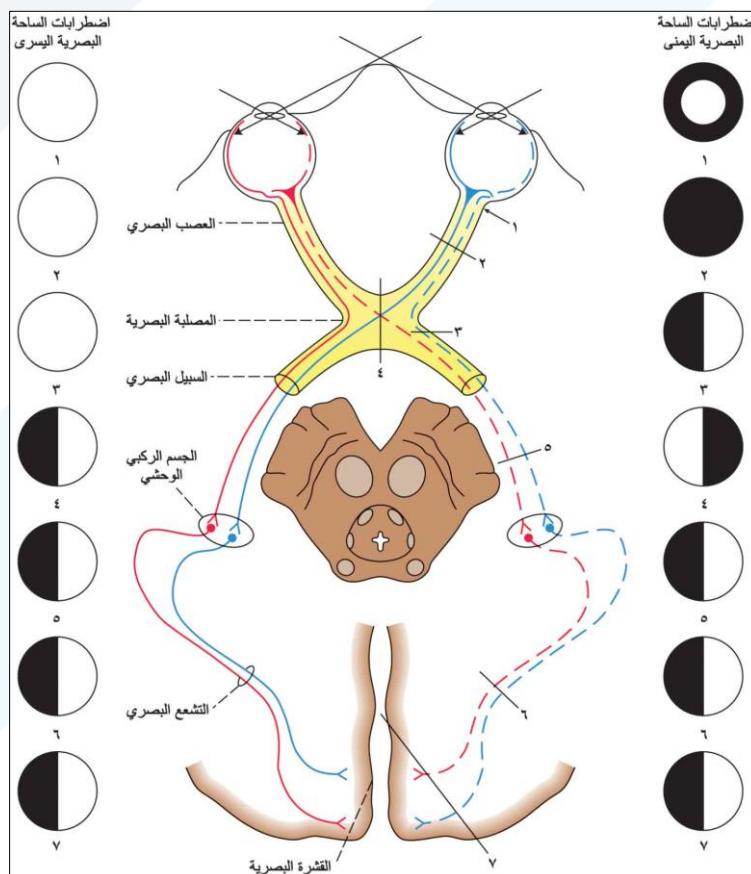
- العصب البصري: ألياف العصب البصري optic nerve (ق II) هي محاور خلايا الطبقة العقدية ganglionic layer في الشبكية، يغادر العصب البصري جوف الحاجاج عبر النفق البصري ويتحد مع العصب البصري المقابل ليؤلفا المصلبة البصرية.

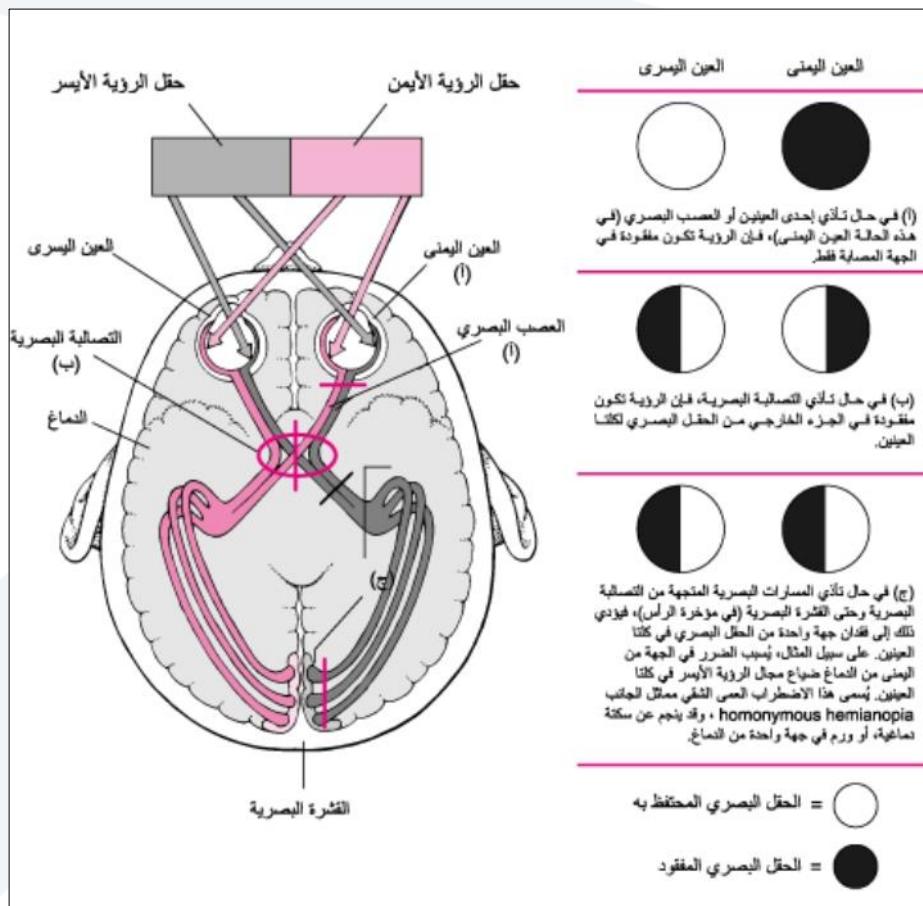
- المصلبة البصرية (التصالب البصري): تقع المصلبة البصرية optic chiasma إزاء الاتصال بين الجدار الأمامي للبطين الثالث وأرضيته، وفيها تنصالب ألياف القسم الأنفي (الأنسى أو الداخلي) لكل شبكيه الخط الناصف، وتدخل السبيل البصري في الجانب المقابل، في حين تواصل ألياف النصف الصدغي (الوحشي أو الخارجي) لكل شبكيه سيرها نحو الخلف ضمن السبيل البصري في الجانب الموافق.

- السبيل البصري: ينشأ السبيل البصري optic tract من المصلبة البصرية (التصالب البصري)، ويسير حول السويبة المخية cerebral peduncle، وتنتهي أليافه في الجسم الركبي الوحشي (أو التواة الركبية الظهرية

الوحشية) lateral geniculate body الذي يقع في الناحية الظهرية للمهداد، ويقوم هذا الجسم بوظيفتين رئيسين:

- الأولى: يعمل كمحطة إيصال للمعلومات البصرية من السبيل البصري إلى الباحة البصرية، وهذه الوظيفة دقيقة جداً حيث يتم النقل نقطة بنقطة تماماً مع درجة عالية من الدقة المكانية على طول الطريق من الشبكية وحتى الباحة البصرية.
 - الثانية: هي تعمل كبوابة لنقل المعلومات أو الإشارات إلى الباحة البصرية، أي أنها تحكم بكمية الإشارات التي يسمح لها بالمرور إلى الباحة القشرية البصرية.
 - التشعع البصري: ألياف التشعع البصري radiation optic هي محاوير الخلايا العصبية للجسم الركيبي الوحشي، تسير الألياف نحو الخلف عبر المحفظة الداخلية وتنتهي في القشرة البصرية.
- يشير الشكل (9) إلى اضطرابات المساحة البصرية المرتبطة بآفات الطرق البصرية؛ حيث يؤدي الضرر أو الأذى أو الآفة أو القطع في إحدى الطرق البصرية إلى النتائج الآتية:





الشكل (9): اضطرابات الساحة البصرية المرتبطة بأفات الطرق البصرية.

- 1 عمي محيطي في العين اليمنى ناجم عن التهاب العصب خلف كرة العين.
- 2 عمي تام في العين اليمنى ناجم عن قطع العصب البصري.
- 3 عمي شقي أنفي (أنسي أو داخلي) أيمن ناجم عن آفة جزئية في المصيلة البصرية.
- 4 عمي شقي صدغي (وحشى أو خارجي) مزدوج ناجم عن إصابة تامة في المصيلة البصرية.
- 5 عمي شقي صدغي أيسر وأنفي أيمن ناجم عن آفة في السبيل البصري.
- 6 عمي شقي صدغي أيسر وأنفي أيمن ناجم عن آفة في التشعع البصري.
- 7 عمي شقي صدغي أيسر وأنفي أيمن ناجم عن آفة في القشرة البصرية.

• تحليل المعلومات البصرية وإدراكيها

يظهر الشكل (10)، أنه يتم تحليل المعلومات البصرية بعد مغادرتها للقشرة البصرية في سبعين أو طريقين رئيسين في الباحثات البصرية الثانوية:

1. تحليل الوضع ثلاثي الأبعاد، والأشكال، وحركة الأجسام

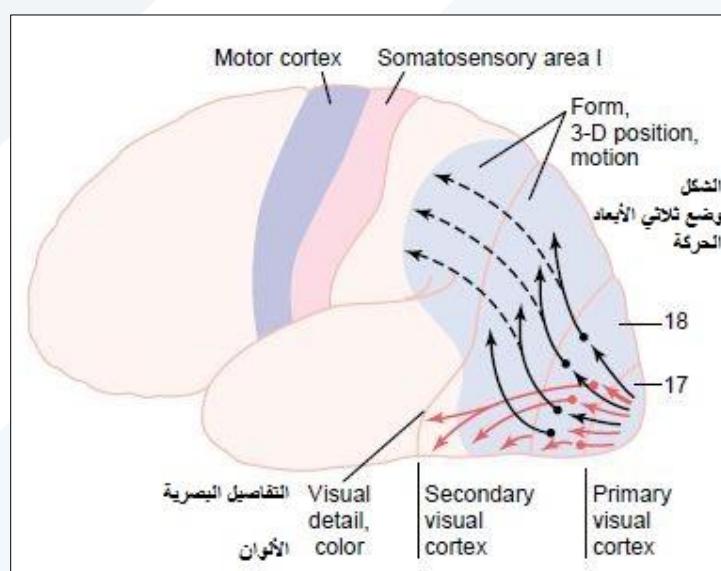
تبين الأسماء السوداء المتصلة في الشكل (10)، أحد السبل أو الطرق التحليلية الذي يحلل البعد الثالث للأجسام المرئية بالتنسيق مع الفراغ حول الجسم، ومن هذه المعلومات نجد أن هذا السبيل يحلل أيضاً الشكل الكلي للمشهد المرئي بالإضافة للحركة في هذا المشهد، وبمعنى آخر، فإن هذا السبيل أو الطريق يخبرنا أين يقع كل جسم في كل لحظة، وفيما إذا كان متحركاً أم لا.

تشابك الإشارات في هذا السبيل بعد مغادرتها للقشرة البصرية الأولية في الباحثات البصرية الثانوية، ثم إلى الباحة القحفية المتوسطة الخلفية، ومن ثم للأعلى إلى الباحة القحفية الجدارية الفسيحية، وعند الحافة الأمامية للباحة الأخيرة تراكب مع إشارات قادمة من بباحثات الترابط الجسمية الخلفية والتي تحلل الإشارات الحسية الجسمية ومظهرها ثلاثي الأبعاد (تنقل الألياف البصرية الضخمة هنا إشارات عصبية سريعة ولكنها بالأبيض والأسود فقط).

2. تحليل التفاصيل البصرية والألوان

إن الأسماء الحمراء في الشكل (10)، التي تمر من القشرة البصرية الأولية إلى الباحثات البصرية الثانوية ومن ثم إلى المناطق السفلية البطنية والأنسية من الباحة القشرية القحفية والصدغية، تمثل السبيل الرئيس لتحليل التفاصيل البصرية، بالإضافة إلى ذلك فإن أجزاء معينة في هذا السبيل تحلل وتوضح الألوان أيضاً.

لذلك فهذا الطريق أو السبيل بهتم بإدراك الحروف، والقراءة، وتحديد بنية السطوح، وتحديد تفاصيل ألوان الأجسام، ومن ثم تفسير جميع هذه المعلومات لمعرفة ما هو هذا الجسم وماذا يمثل.



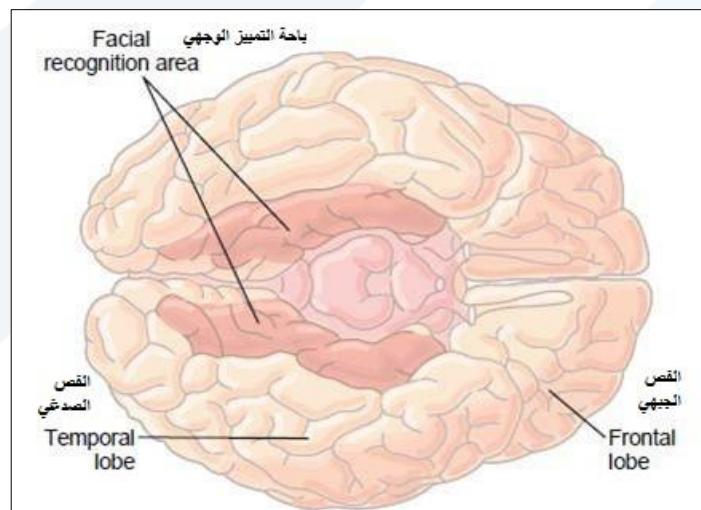
الشكل (10) انتقال السينالات (الإشارات) البصرية من الباحة البصرية الأولية إلى الثانية.

رابعاً: باحة تمييز الوجوه

هناك نمط مميز من الشذوذات الدماغية يدعى داء عمه الوجوه prosopagnosia وهو يتميز بالعجز في تمييز الوجه، ويحدث عند الأشخاص المصابين بأذية شديدة في المناطق السفلية الأنفية للفصين القفويين، وعلى طول السطوح البطنية الأنفية للفصين الصدغيين كما هو موضح بالشكل (11)، وإن فقدان باحات التمييز الوجهي هذه يسبب شذوذًا 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 أفعالنا اليومية تتم بالاشتراك مع آناس آخرين أدركنا أهمية هذه الوظيفة الفكرية.

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



الشكل (11): باحتا التمييز الوجهي المتوضعة على الوجه السفلي للدماغ في الفصين القفوي الأنسي والصدغي.

خامساً: الباحات المحركة Motor area

الباحة المحركة الأولية Primary motor area

تقع هذه الباحة في الفص الجبهي، وفي التأليف الجبهي الصاعد مباشرة أمام الثلم المركزي، الشكل (12). عصبونات هذه الباحة مسؤولة عن إطلاق أوامر التقلص الخاصة بالعضلات الهيكلية؛ إذ تهبط محاور هذه العصبونات إلى جذع الدماغ، وهنا إما أن تتشابك مع نوى الأعصاب القحفية في جذع الدماغ في الجانبين المترافقين، أو أنها تعبر إلى أسفل البصلة إلى الجانب المقابل ثم تنزل في النخاع الشوكي، وتصنع الألياف مشابكة 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، تقلص مجموعة من العضلات، ويطلب ذلك انسجام الحركات وتنفيذها وفق توادر 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 (12).

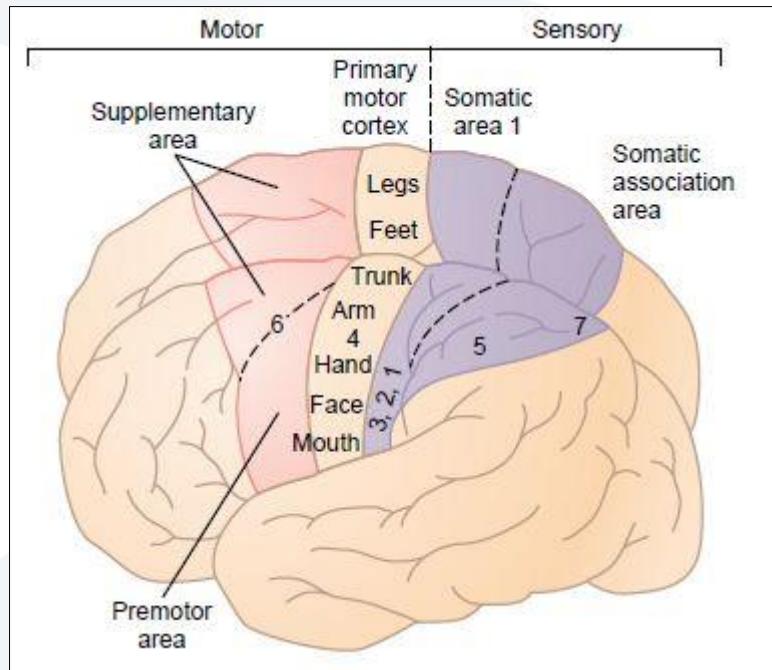
الباحة المحركة التكميلية Supplementary motor area

تتوسط مباشرة أمام وأعلى الباحة أمام المحركة، تحتاج هذه الباحة لتنبيه أشد بكثير مما تحتاجه الباحات المحركة الأخرى لإحداث تقلص عضلي.

عندما تثار التقلصات تكون غالباً بالجانبين بدلاً من أن تكون في جانب واحد، وكثيراً ما يؤدي التنبيه إلى إحداث حركات كحركة القبض (المسك) لليد بجانب واحد أو أحياناً بالجانبين (أي بكلتا اليدين)، ولربما تكون هذه الحركات أساساً لوظائف اليدين الضرورية عند التسلق، الشكل (12).

بالإضافة لذلك يمكن أن تكون مسؤولة دوران الجذع أو دوران اليدين أو حركات العينين أو تثبيت المنكبين.

وبشكل عام لا يعرف إلا القليل عن وظيفة الباحة التكميلية، ومن المحتمل أنها تعمل بانسجام مع الباحة أمام المحركة لتأمين حركات التوضع، وحركات التثبيت لمختلف أقسام الجسم، وحركات الرأس والعينين، وكخلفية للتحكم الحركي الدقيق باليدين والقدمين من قبل الباحة المحركة الأولية وأمام المحركة.



الشكل (12): الباحثات الوظيفية المحركة والحسية الجسدية في قشرة المخ.

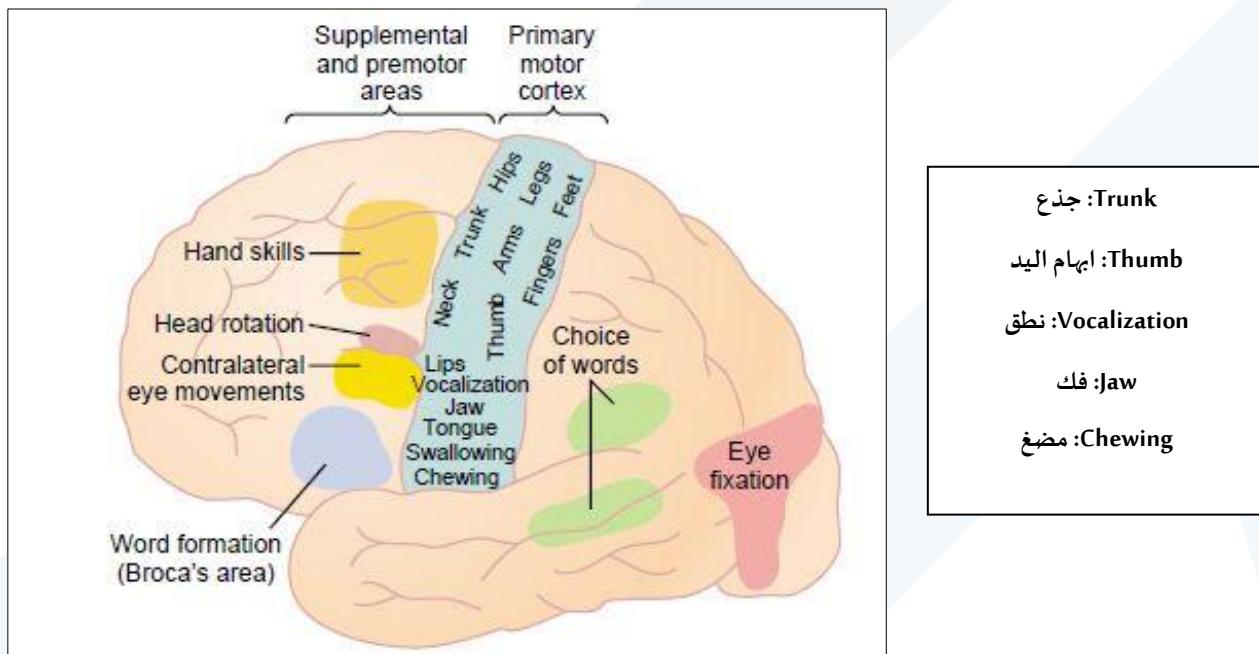
بعض الباحثات المتخصصة بالتحكم الحركي وال موجودة في القشرة المحركة للإنسان

لقد وجد جراحو الأعصاب بعض المناطق الحركية عالية التخصص في القشرة المحركة للإنسان، وهي تقع بصورة رئيسية في الباحات أم المحركة المبينة بالشكل (13)، وتحكم في وظائف حركية خاصة، وقد حدّد موقعها إما بالتنبيه الكهربائي، أو بـملاحظة فقدان الوظيفة الحركية عند حدوث آفات تخرّب باحات قشرية معينة.

من هذه الياحات:

- 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 (التصوير) ولكنه يصبح غير قادر على نطق كلمات كاملة إلا التعبير 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 الحركة الإرادية للعين: يوجد فوق باحة بروكا مباشرة موقع للتحكم في حركات العين. تخريب هذه الباحة يحرم الشخص من قدرته على تحريك عينه إرادياً نحو الأجسام المختلفة، وبدلأ عن ذلك تميل العينان إلى تثبيت النظر على أجسام معينة، وتتحكم هذه الباحة أيضاً بحركات الأجناف مثل طرف العين Blinking.
 - باحة تدوير الرأس: إلى الأعلى قليلاً من باحة الحركة الإرادية، يؤدي تنبيمها إلى تدوير الرأس، وترتبط ارتباطاً وثيقاً مع باحة الحركة الإرادية للعين، ويفترض أنها تتعلق بتوجيه الرأس نحو مختلف الأهداف.

- باحة المهارات اليدوية: توجد في الباحة أمام المحركة، إلى الأمام مباشرة من القشرة المحركة الأولية المسئولة 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 للأدائية الحركية *motor apraxia*.



الشكل (13): بعض الbahas 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 ألياف 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) بنية شبيهة بنية الدماغ المتوسط.
- البصلة السيسائية (النخاع المتطاول): تمتد من الجسر الواقع فوقها لتتواصل مع النخاع الشوكي في الأسفل. ويتبلغ طولها نحو 5.2 سم، وتقع ضمن القحف مباشرة.

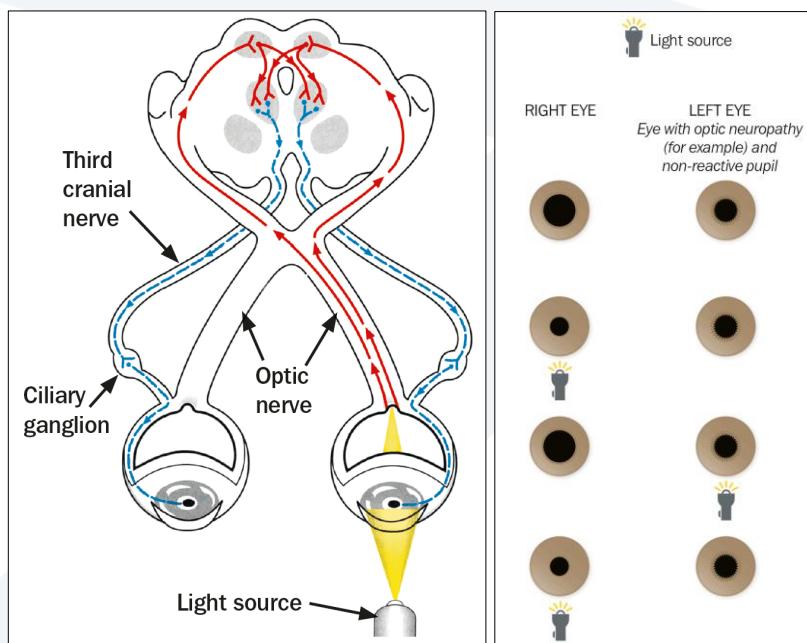
وظائف جذع الدماغ

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

تضم هذه النوى مجموعات من الخلايا العصبية مسؤولة عن المنعكسات المستقلة (الذاتية)، ومعرفة 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، تذهب الدفعات العصبية من هذا المركز إلى العصب الحجابي والأعصاب الوربية التي تحرض تقلص الحاجب الحاجز والعضلات الوربية الظاهرة (الخارجية) فيتم الشهيق، يتنبه مركز التنفس بوساطة ارتفاع ثاني أكسيد الكربون ونقص الأكسجين في الدم، وبوساطة الدفعات العصبية من المستقبلات الكيميائية الواقعة في السباتيين.
- **المركز المحرك للأوعية vasomotor center:** يتحكم بقطر الأوعية الدموية، ولاسيما الشرايين الصغيرة والشريانات التي تحوي في جدرانها نسبة كبيرة من الألياف العضلية الملساء، ويمكن للتنبيه أن يحدث تقبضاً أو توسيعاً في الأوعية الدموية تبعاً لموقع الأوعية. مصادر تنبيه المركز المحرك للأوعية هي مستقبلات الضغط الشرياني وحرارة الجسم، والانفعالات كالغضب، يسبب الألم عادة تقبضاً وعائياً، لكن الألم الشديد قد يحدث توسيعاً وعائياً وهبوطاً في الضغط الشرياني وإغماء.
- **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 تسلط 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 (14):

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. وتبدل هذه الاستجابة الطبيعية في الأمراض التي تؤدي إلى إصابة العصب البصري (مثل الرضوض والأمراض الالتهاوية) أو مركز المنعكس في جذع الدماغ (مثل الأورام والأخماق وغيرها) أو العصب المحرك للعين (مثل الأورام والكتل الضاغطة على العصب).



الشكل (14): منعكس الحدقة الضوئي.

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

سابعاً: الأعصاب الدماغية (القحفية)

عدها 12 شفع، الشكل (15):

- 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.

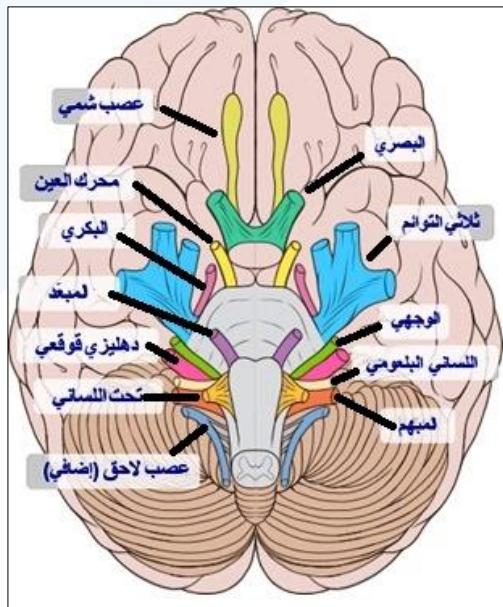
- العصب الرابع (IV): البكري

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

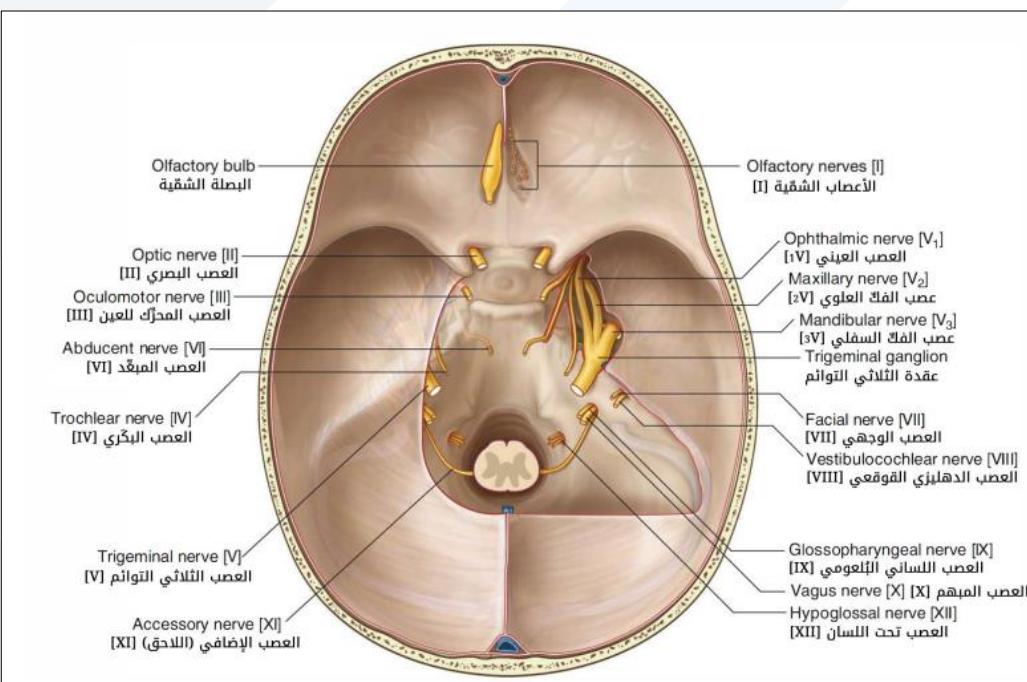
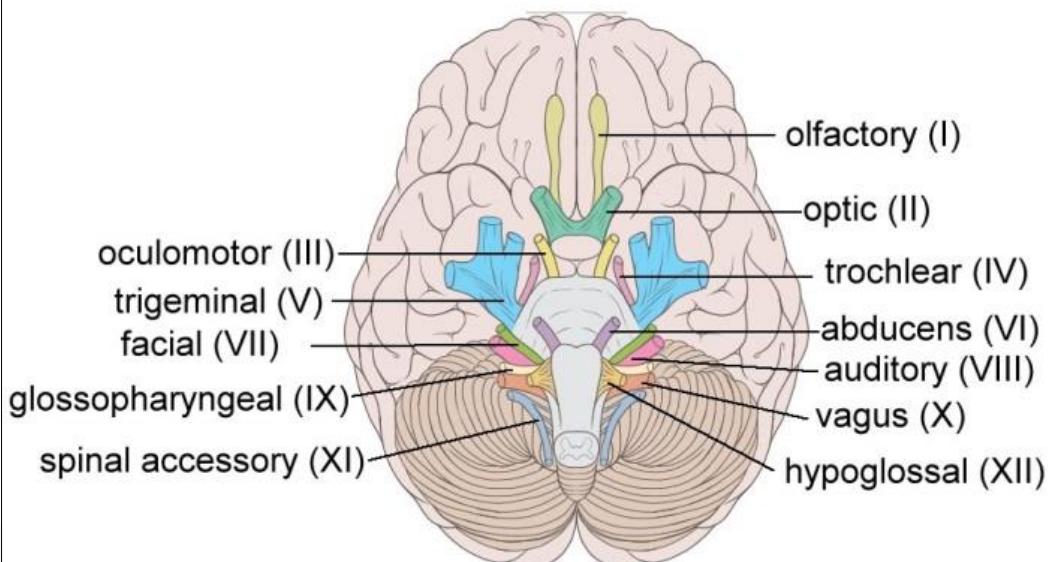
- العصب الخامس (V): ثلاثي التوائم

نوع الألياف حسي وحركي، وظيفته الإحساس وتحريك عضلات المضغ، يتصل بجلد قمة الرأس والجمجمة والوجه والشفتان والأسنان والجفن السفلي وعضلات المضغ والفکان واللسان.

- العصب السادس (VI): المبعد للعين
 - نوع الألياف حركية، وظيفته تحريك العين حركة دائرة، يتصل بعضلة العين الخارجية المستقيمة .
- العصب السابع (VII): العصب الوجي
 - ألياف حسية وحركية، وظيفته التذوق وتحريك العضلات وإفراز اللعاب، يتصل بعضلات الوجه والجمة وجفنا العين والشفتان واللسان والغدد العابية.
- العصب الثامن (VIII): الدهليزي القوقي 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 بالبلعوم 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.



Twelve Cranial Nerves



الشكل (15): الأعصاب الدماغية (القحفية).

ثامناً: المخيخ

ثمة ثلاثة أجزاء مخيخية تشريحياً ووظيفياً هي، الشكل (16):

1- الفص الندفي العقيدي flocculonodular lobe

يعرف بالمخيخ البدائي archicerebellum وهذا الفص هو الأقدم من منظور تطور السلالات، وقد آلت إلى المخيخ الدهلizi vestibulocerebellum في الإنسان، يستقبل هذا الفص أليافاً دهلizi من النوى الدهلizi في الجسر. ووظيفته الحفاظ على التوازن.

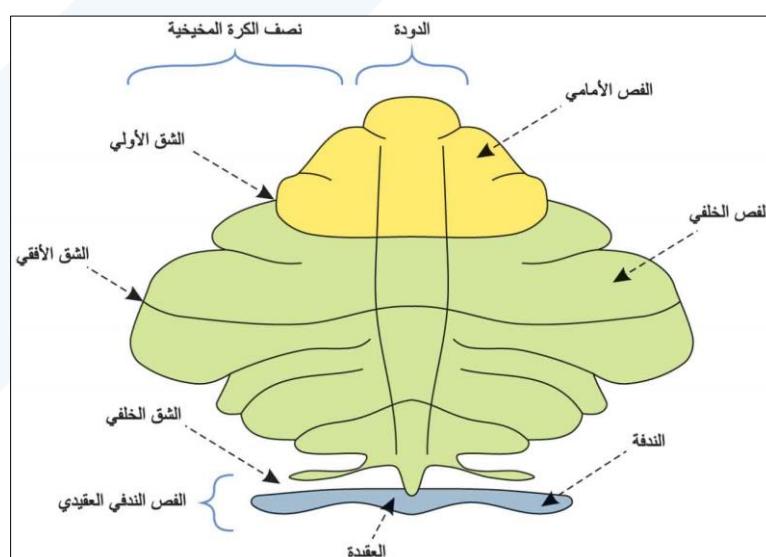
2- الدودة المخيخية cerebellar vermis

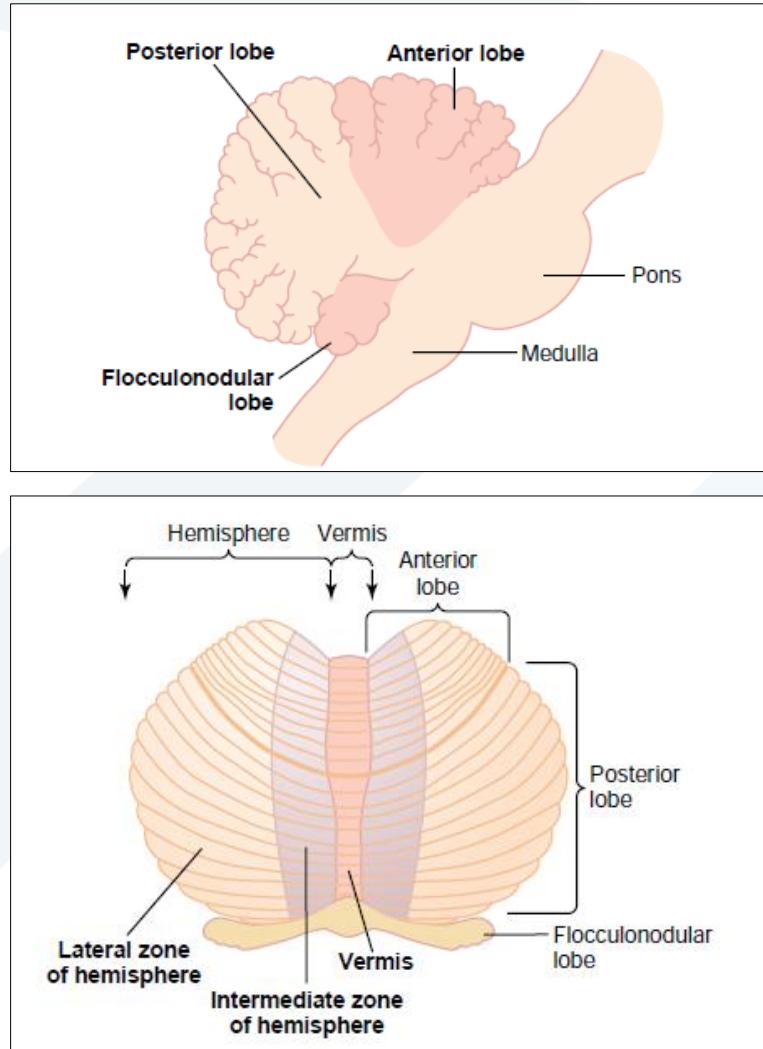
تقع على الخط الناقص بين نصفي الكرة المخيخية. ويعرف هذا القسم من المخيخ في تطور السلالات بالمخيخ الباكر paleocerebellum وقد آلت إلى المخيخ الشوكي spinocerebellum يستقبل المخيخ الشوكي ألياف الحس العميق من العضل وأوتاره (لا تصل إلى القشرة الوعائية)، ويصل هذا النمط الحسي من الطرف العلوي من كل جانب عبر السبيل الشوكي المخيخي البطني ventral spinocerebellar tract، ومن الطرف السفلي عبر السبيل الشوكي المخيخي الظاهري dorsal muscle tone، وله شأن بالحفاظ على الوضعية posture ومقوية العضل .

3- نصف الكرة المخيخية المسمىتان المخيخ الحديث neocerebellum

" هو الجزء الأحدث والأكبر من المخيخ في علم تطور السلالات، ويطلق عليه "الفص الجانبي lateral lobe" والسبيل الوراد إليه هو من القشرة المخية عبر الجسر؛ لذا يُعرف بالمخيخ الجسري pontocerebellum، أو بـ "المخيخ - المخي القشرى".

وظيفة المخيخ الحديث هي ضبط العمل وجودته: إذ إنه ينظمها، ويتبع حسن التنفيذ، ويصحح مباشرة أي خلل فيه، لتكون الحركة الإرادية - ولا سيما الدقة منها - مضبوطة: أي محكمة ودقيقة وصحيحة.





الشكل (16): المخيخ وأقسامه.

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 والمعروف أيضاً بالعضل المحرك الرئيس prime movers ، والعضل المؤازر synergists الذي يساعد العضل المتصدي على القيام بعمله

فعندما تقوم عضلة ذات الرأسين biceps مثلاً بثنى الرأسين على الكتف ثبّتت الكتف بوضعية التبعيد الجزئي partial abduction عن الجسم، فعضل الكتف هو العضل المؤازر في تلك الحركة، كما يحدث ارتفاع متوازن 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 ارتفاع

العضل المضاد لها، واتجاه الحركة، ومداها، كل بمقدار صحيح. كما يكون تعاقب الحركات في المفاصل المختلفة منظماً، فتأتي الحركة المنشودة سلسةً smooth ومضبوطة.

كما يقوم المخيخ بمقارنة ما يرد إليه من "أوامر" من المخ مع ما يتم إجراؤه من حركة في الأطراف (التي تصل إلى المخيخ بوساطة الحس العميق) لحظياً (يعرف هذا بالضبط اللحظي instantaneous control) فيقوم الخلل؛ لهذا يوصف المخيخ بـ "المقارن comparator" لأنّه يقوم بمقارنة الحركة المنشودة مع ما تم إنجازه لحظة بلحظة. كما يشارك المخيخ بتنظيم حركة العينين وعضلات اللفظ والبلع على نحو مماثل.

والخلاصة: تقوم قشرة المخ برسم الخطة "الاستراتيجية" العامة (تحديد الهدف)، وعلى المخيخ وضع الطريقة "التكتيك"، أي تفاصيل التنفيذ ومراقبته .

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.

تمت المحافظة على التوازن بوساطة سلسلة معقدة من الأقواس الانعكاسية reflex arcs وعلى نحو مبسط يشكل كل من الدهلiziens والعينين والحس العميق، الأذرع الواردة الحسية للأقواس الانعكاسية. وتتكامل تلك المعطيات الحسية الواردة في بقع مختلفة من المخ، فتشكل مجتمعة مراكز الانعكاس reflex أما النشاط الصادر عنها (أي الأذرع الصادرة أو المحركة efferent motor limbs للأقواس الانعكاسية) فيتم عبر المخيخ خاصة، والجملة خارج الهرمية أيضاً.

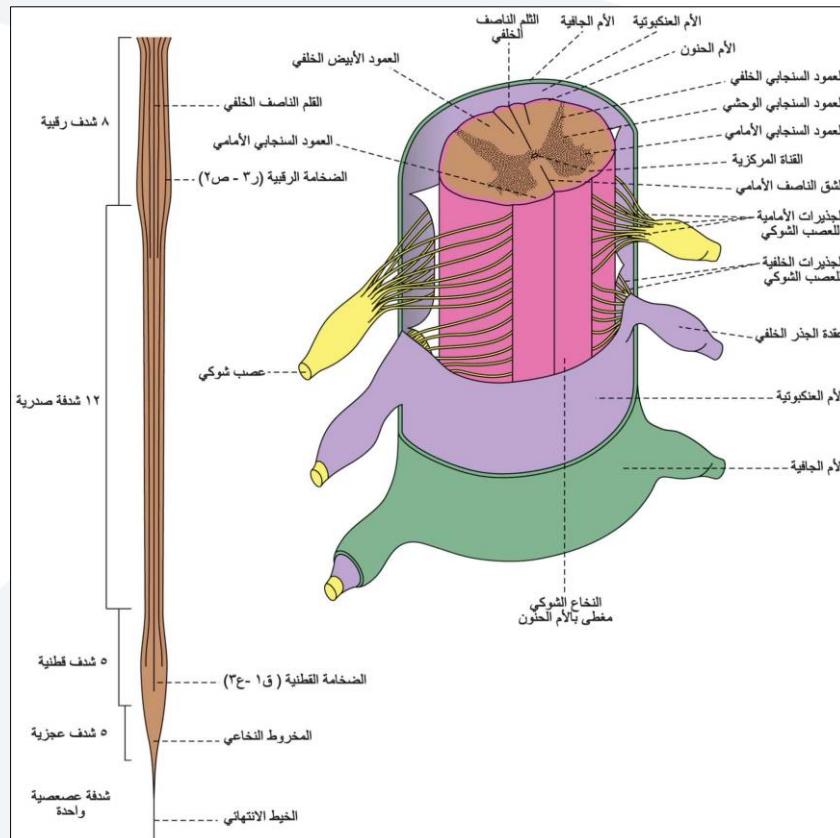
يحتاج المرء للحفاظ على توازنه الصحيح إلى سلامة اثنين على الأقل من الأنماط الحسية الثلاثة الواردة. فالحس العميق مسؤول عن إدراك أوضاع position الأطراف بالنسبة إلى الجسم. أما البصر فإنه ينقل للدماغ موقع الجسم بالنسبة إلى ما يحيط به من أشياء ثابتة. في حين يقوم الدهليزان بإرسال معطيات عن وضع الرأس بالنسبة إلى الجسم.

وعلى ذلك فإن مريضاً مصاباً ببطلان الحس العميق يعاوض بالبصر وبالدهلiziens على سبيل المثال. ولكن تنكسر المعاوضة بغمض العينين أو في أثناء المشي في الظلام. والأمر مشابه عندما يُفقد عمل الدهلiziens في آن واحد أيضاً.

تاسعاً: النخاع (الحبل) الشوكي

النخاع الشوكي spinalcord هو جزء من الجملة العصبية المركبة، يمتد من الثقبة العظمى foramen magnum حتى الفقرة القطنية الأولى أو الثانية عند البالغ وعلى ذلك؛ فهو يشغل الثلاثين العلويين من العمود الفقاري، في حين يشغل ذيل الفرس cauda equina ثلاثة السفلي الشكل (17). يوجد في منتصفه القناة المركبة وهي ممتدة طول النخاع الشوكي، ومبطنة ببطانة من الدبق العصبي تسمى البطانة العصبية ependyma.

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



الشكل (17): النخاع الشوكي وأقسامه.

تقسم السبل الشوكية، إلى سبل: صاعدة، ونازلة.

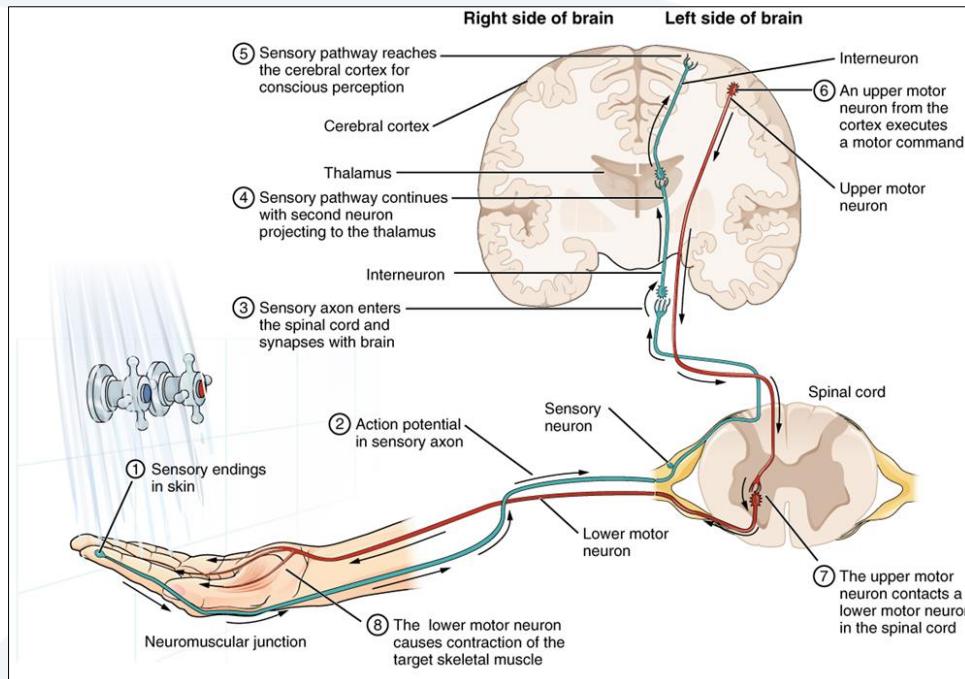
1- السبل الصاعدة في النخاع الشوكي

عندما تدخل الألياف العصبية الحسية النخاع 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

يتتألف الطريق الصاعد من ثلاثة عصبونات على الأغلب الشكل (18). عصبون المرتبة الأولى first-order neuron جسمه الخلوي متواضع في عقدة الجذر الخلفي للعصب الشوكي، وترتبط استطالته المحيطية بالمهابة المستقبلة الحسية، في حين تدخل الاستطالبة المركزية في النخاع الشوكي لتشترك مع العصبون الثاني.

يقع عصبون المرتبة الثانية second-order neuron في النخاع الشوكي (أو في مستوى أعلى منه) وينشأ منه محوار يعبر إلى الجانب المقابل ويصعد إلى مستوى أعلى في الجملة العصبية المركزية حيث يشترك مع عصبون المرتبة الثالثة third-order neuron.

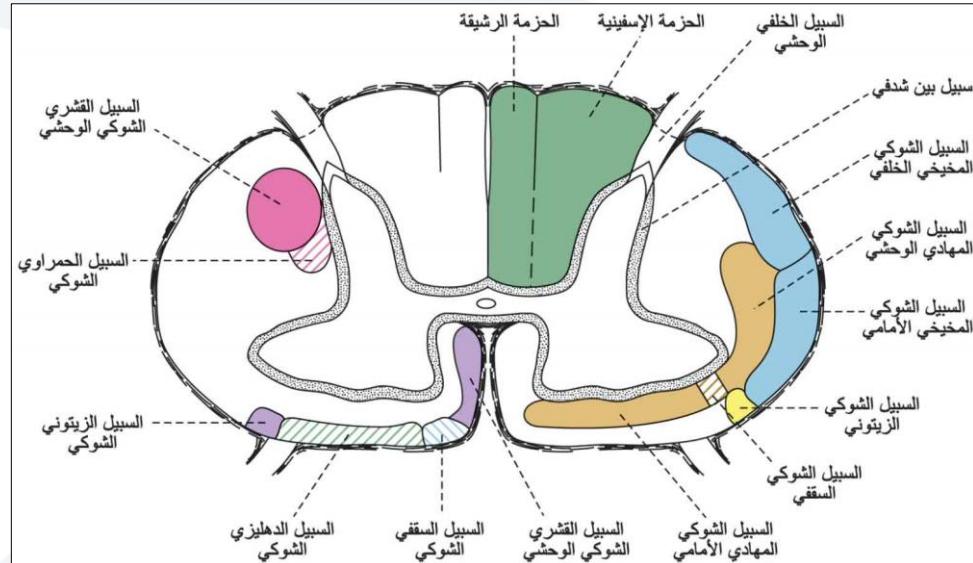
يقع عصبون المرتبة الثالثة في المهاد، وينشأ منه ليف يذهب إلى منطقة حسية في القشرة المخية. تتفرع الكثير من عصبونات الطرق الصاعدة وتقدم معلومات كثيرة إلى التشكيل الشبكي reticular formation وتمر فروع أخرى إلى العصبونات الحركية وتشارك في الفعالية العضلية الانعكاسية.



الشكل (18): عصبونات الطرق الصاعدة الحسية والنازلة المحركة.

وأهم الطرق الحسية الصاعدة، الشكل (19) هي:

- **السبيل الشوكي المهدى الوحشى:** ينقل حسي الألم السريع والحرارة.
- **السبيل الشوكي المهدى الأمامي (البطنى):** ينقل حسي اللمس الخفيف والضغط والألم البطيء.
- **الحزمة الرشيقة والحزمة الإسفينية:** لمس، اهتزاز، ضغط، حس عميق.
- **طرق الحس المفصلي العضلي إلى المخيخ:** تصدع محاوير عصبونات المرتبة الثانية عبر السبيل الشوكي المخيى الخلفى (الظهرى) والسبيل الشوكي المخيى الأمامى (البطنى) ذاهبة إلى جذع الدماغ. وهنا تنضم الألياف إلى السويقات المخيى وتدهب إلى القشرة المخيى في الجانب الموافق. تتلقى الألياف الشوكية المخيى معلومات مفصلية عضلية من المغازل العضلية muscle spindles والأعضاء الوتيرية والمستقبلات المفصليية في الجذع والأطراف.



الشكل (19): الطرق الحسية الصاعدة والمحركة النازلة في النخاع الشوكي.

2- السبل النازلة في النخاع الشوكي

ترسل العصبونات الحركية الواقعة في العمودين السنجمابيين 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 الهائي 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 - وسبلها تعرف باسم العصبونات الحركية العلوية upper motor neurons، وهي تعطي طرقاً منفصلة كثيرة قادرة على التأثير في الفعالية الحركية.

وغالباً ما يكون الطريق النازل من القشرة المخية مؤلفاً من ثلاثة عصبونات، الشكل (18):

- **العصبون الأول - أي عصبون المرتبة الأولى** - يقع جسمه الخلوي في قشرة المخ، وينزل محواره ليشتباك مع عصبون المرتبة الثانية.

- **العصبون الثاني الذي هو عصبون بياني** واقع في النوى الحركية للأعصاب القحفية أو في العمود السنجمابي الأمامي في النخاع الشوكي. محوار عصبون المرتبة الثانية قصير ويشتباك مع عصبون المرتبة الثالثة.

- **عصبون المرتبة الثالثة الذي هو العصبون الحركي السفلي**، والذي يقع في النوى الحركية للأعصاب القحفية أو في العمود السنجمابي الأمامي. يعصب محوار عصبون المرتبة الثالثة العضل الهيكلي.

وأهم السبل النازلة هي السُّبُل القشرية الشوكية والسبل القشرية النووية. تنشأ ألياف السبل القشرية الشوكية corticospinal tracts كمحاوير لخلايا هرمية متوضعة في القشرة المخية الحركية، الشكل (19).

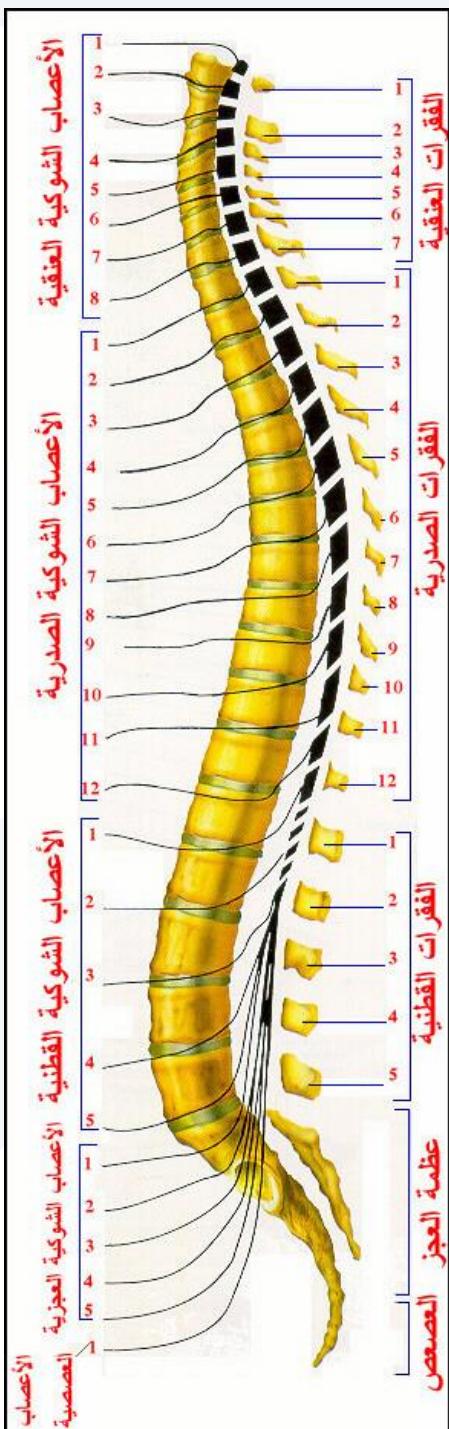
الأعصاب الشوكية

عددها 31 شف، الشكل (20) وتضم:

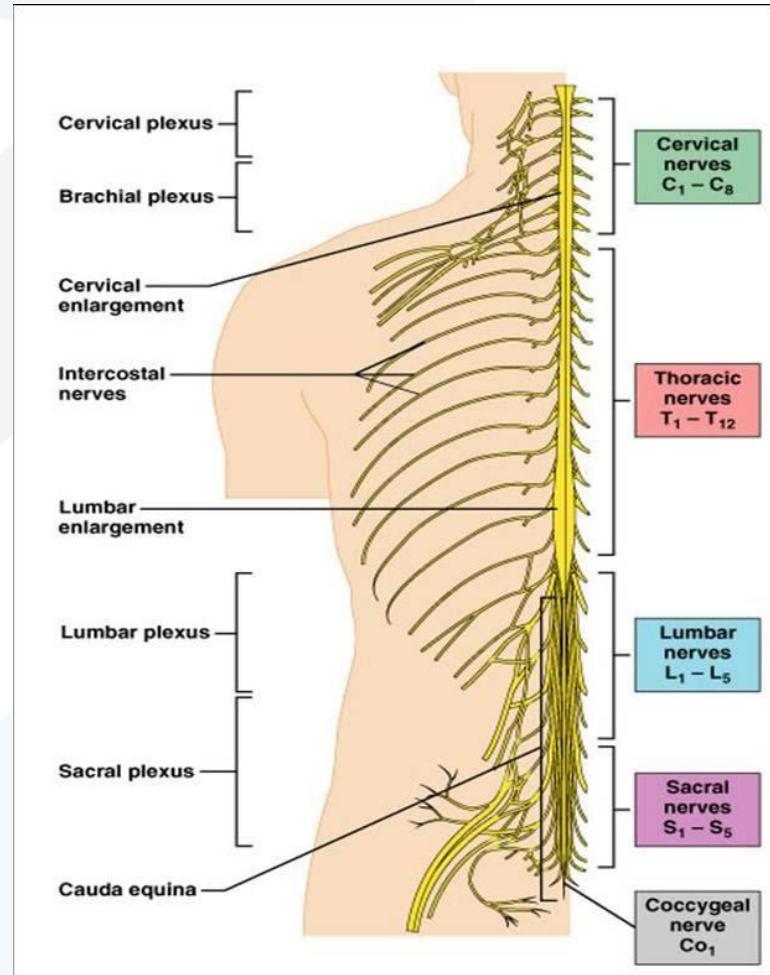
- 8 أعصاب رقبية.
- 12 عصباً صدرياً.
- 5 أعصاب قطنية.
- 5 أعصاب عجزية.
- عصب عصعصي واحد.

تغادر الأعصاب الشوكية القناة الفقرية من خلال الثقوب بين الفقرية، ثم تنقسم لتشكل 4 ضفائر عصبية، الشكل : (21)

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



الشكل (20): الأعصاب الشوكية.



الشكل (21): صفات الأعصاب الشوكية.

انتهت المحاضرة ... بال توفيق للجميع