الجمهورية العربية السورية
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
جامعة الحواش
كلية الطب البشري

تشريح الجهاز العصبي المركزي

د. جمال الدغلاوي

٢٠٢٥ - ٢٠٢٦

المحاضرة الأولى **مدخل إلى تشريح الجهاز العصبي**

مقدمة:

يقسم الجهاز العصبي (الجملة العصبية) Nervous System إلى قسمين رئيسيين: قسم مركزي وقسم محيطي.

١- الجهاز العصبي المركزي Central Nervous System : يتكون من الدماغ والنخاع الشوكي.

٢- الجهاز العصبي المحيطي Peripheral Nervous System : يتكون من الأعصاب القحفية والأعصاب الشوكية والعقد العصبية المرتبطة بها.

يلحق الجهاز العصبي الذاتي (المستقل) autonomic nervous System بكلا القسمين السابقين.

تنتظم الجملة العصبية المركزية في مادتين، المادة السنجابية Gray Matter والمادة البيضاء Whit Matter.

تتألف المادة السنجابية بشكل أساسي من خلايا عصبية مطمورة ضمن الدبق العصبي، والمادة السنجابية رمادية اللون ومن هنا جاءت تسميتها.

تتألف المادة البيضاء من ألياف عصبية مطمورة في الدبق العصبي، ويعود لونها الأبيض إلى وجود مادة شحمية في الأغمدة النخاعينية لكثير من الألياف العصبية.

في الجملة العصبية المحيطية، تنقل الأعصاب القحفية والأعصاب الشوكية، التي تتكون من حزم من ألياف عصبية ، المعلومات من الجملة العصبية وأليها.

الجملة العصبية الذاتية (المستقلة) autonomic nervous System هي قسم من الجملة العصبية معني بتعصيب بُنى الجسم اللاإرادية، مثل القلب والعضلات الملساء والغدد. يمكن تقسيم الجملة العصبية الذاتية إلى قسمين: **قسم ودي وقسم نظير ودي**، وفي كلا القسمين توجد ألياف عصبية واردة وألياف عصبية صادرة ومراكز عصبية. تحضر فعاليات القسم الودي الجسم لمواجهة الطوارئ، أما فعاليات القسم نظير الودي فهي تهدف إلى المحافظة على الطاقة وتجديدها.

يتكون الجهاز العصبي المركزي من:

١- الدماغ (Brain (encephalon: الذي يتوضع داخل جوف القحف العصبي.

٢- النخاع الشوكي (الحبل الشوكي) Spinal cord: الذي يتوضع ضمن النفق الفقري.

تغطي كلٍ من الدماغ والنخاع الشوكي أغشية تسمى السحايا وهما معلقان في السائل الدماغي الشوكي وتحميهما إضافة إلى ذلك عظام القحف والعمود الفقري.

الجهاز العصبي المركزي هو مركز معالجة وقيادة لكل أجزاء الجسم، يتم فيه استيعاب ودمج ومكاملة للمعلومات العصبية حيث يمكن الجسم من التأقلم مع المحيطين الخارجي والداخلي.

لمحة نسيجية:

يحوي الجهاز العصبي المركزي نوعين من الخلايا:

١- خلايا عصبية (عصبونات) Neurons : قابلة للتنبيه، وقادرة على تشكيل السيالة العصبية ونقلها.

٢- خلايا الدبق العصبي Neuroglia: تدعم العصبونات وتحميها.

يضاف إلى ذلك نسج داعمة تشكها السحايا والأوعية الدموية.

الخلية العصبية أو العصبون Neuron**:**

هي الوحدة الأساسية في تشكيل النسيج العصبي، تنشأ من الأديم الظاهر، وللعصبونات عدد محدد، وهي غير قابلة للانقسام والتكاثر في الحياة خارج الرحم لذلك فإن حدوث أذية تؤدي إلى تلف العصبون لا يمكن تعويضها بعصبونات جديدة.

والعصبونات متخصصة بشكل يتيح لها استقبال وإرسال الدفعات العصبية impulses (السيالة العصبية).

يتألف العصبون من جسم الخلية العصبية والمحوار والاستطالات الهيولية.

١- جسم الخلية العصبية body of nerve cell: هو المكون الرئيسي للمادة الرمادية ويُعَد المركز الرئيسي للعصبون، ولجسم الخلية العصبية بعض الصفات الخاصة به فهو المركز الرئيسي الغذائي للعصبون وهو المركز العامل والآمر بينما تكون الاستطالات الهيولية بمثابة طرق لنقل التنبيهات العصية.

يحيط بجسم الخلية العصبية غشاء هيولي ويحتوي على نواة كبيرة الحجم تضم نوية أو نويتان، وهيولى تتضمن مكتنفات (جسيمات كوندرية، جهاز غولجي، جسيمات حالة، حبيبات دهنية، غليكوجين)، إضافة إلى تراكيب خاصة بالخلية العصبية تتضمن الليفات العصبية وجسيمات نيسل.

٢- **المحوار (المحور الأسطواني)** axon: هو استطالة هيولية **مفردة دائماً**، يختلف طوله من بضعة ملمترات وحتى المتر تقريباً. ينشأ من جسم الخلية العصبية ينتهي بتفرعات عديدة تتسع في نهايتها مشكلة انتفاخات تختزن فيها النواقل العصبية. ينقل المحوار الدفعة impulse (السيالة) العصبية بعيداً عن جسم الخلية العصبية، وتتواصل النهايات العصبية للمحوار مع خلية عصبية أخرى، أو مع خلايا مستجيبة أومنفذة (مُستفعِلة) كالخلايا الغدية أو العضلية عبر ما يسمى بالمشابك.

٣- الاستطالات الهيولية dendrites: تنشأ من جسم الخلية العصبية ويتلف عددها باختلاف الخلية العصبية وتعطي تغصنات (تفرعات) كثيرة لتحقق أكبر قدر من الالتقاء بالعصبونات الأخرى وتتصل الاستطالات الهيولية مع المحاور الأسطوانية المجاورة عبر المشابك. تنقل الاستطالات الهيولية الدفعة (السيالة) العصبية باتجاه جسم الخلية العصبية.

تصنيف العصبونات:

أ- تصنف من الناحية الشكلية حيث يمكن تمييز ثلاثة أنواع من العصبونات وذلك تبعاً لوضع التغصنات وعددها:

١- العصبونات وحيدة القطب Unipolar neurons: لها استطالة هيولية محورية واحدة تتشعب بعد خروجها من جسم الخلية إلى شعبتين، إحداهما المحوار والثانية الاستطالة الهيولية،

فيأخذ العصبون شكل حرف T ويوجد مثل هذا النوع في العقد الشوكية.
٢- العصبونات ثنائية القطب Bipolar neurons : لها استطالتان الأولى هي المحوار axon ، والثانية استطالة هيولية dendrite تشبهه؛ هاتان الاستطالتان تنشأ من كلٍ من نهايتي جسم الخلية العصبية، نميز بينهما حسب اتجاه السيالة العصبية، ويوجد مثل هذا النوع في شبكية العين.
٣- العصبونات متعددة الأقطاب Multipolar neurons : لها محوار واحد واستطالات هيولية عديدة قصيرة، ويوجد مثل هذا النوع في القرون الأمامية للنخاع الشوكي إذ تأخذ شكلاً نجمياً، وفي قشرة المخ إذ تأخذ شكلاً هرمياً.
ب- تصنف من الناحية الوظيفية حيث يمكن تمييز ثلاثة أنواع من العصبونات:
١- عصبونات حسية Sensoryneurons **(واردة):** تتوضع أجسام هذه العصبونات خارج الجملة العصبية المركزية عموماً، في عقد الجملة العصبية المحيطية. تتجه إحدى الاستطالات من جسم الخلية العصبية نحو المحيط إلى هذا العضو المحيطي أو ذاك وتنتهي هناك على شكل مستقبل حسي محدد، له القدرة على تحويل طاقة المؤثر الخارجي إلى دفعة (سيالة) عصبية. وتتجه الاستطالة الثانية نحو الجملة العصبية المركزية (إلى النخاع الشوكي أو إلى جذع الدماغ) من خلال الجذور الخلفية للأعصاب الشوكية أو عبر الأعصاب القحفية الموافقة.
نميز ثلاثة أنواع من المستقبلات الحسية تبعاً لتوضعها:
أ- مستقبلات الحس الخارجي: تتأثر بالمنهات الآتية من الوسط الخارج وتتوضع هذه المستقبلات في الجلد والأغشية المخاطية وأعضاء الحس.
ب- مستقبلات الحس الداخلي: تتأثر بالمنبهات الناجمة عن تبدل في المكونات الكيماوية للوسط الداخلي للبدن والضغط والشد على النسج والأعضاء.
ج- مستقبلات الحس العميق (الحس المفصلي العضلي): تتأثر بالمنبهات المؤثرة على العضلات والأوتار والأربطة والمحافظ المفصلية.
٢- عصبونات حركية أو مفرزة Motorneurons **(صادرة):** تقع أجسام هذه العصبونات في نطاق الجملة العصبية المركزية أو في المحيط (في العقد الذاتية الودية ونظيرة الودية) وتسير محاوير هذه العصبونات على شكل ألياف عصبية نحو الأعضاء المنفذة (العضلات المخططة الإرادية والعضلات الملساء اللاإرادية والغدد).
٣- عصبونات بينية أو واصلة Interneurons **:** تصل بين عصبون وارد (حسي) وعصبون صادر منفذ (حركي أو مفرز) وهي توجد في المراكز العصبية (الدماغ والنخاع الشوكي).

الألياف العصبية nerve fibers**:**
الليف العصبي هو المحوار أو استطالة هيولية طويلة وما يحيط بهما من أغلفة. تختلف بنية الليف العصبي باختلاف مناطق الجهاز العصبي.
يمكن تمييز ثلاثة أنواع من الألياف العصبية:
١- ألياف عصبية مغمدة بغمد النخاعين Myelinated Fibers: هي ألياف عصبية مكونة من محاوير أو من استطالات طويلة، تكون محاطة بغمد النخاعين فقط في المادة البيضاء في الجملة العصبية المركزي، بينما تكون محاطة بغمد النخاعين وبغمد شوان في الأعصاب.
يعمل غمد النخاعين على عزل الألياف العصبية كهربائياً وزيادة سرعة السيالة العصبية.

يتركب غمد النخاعين من مادة دهنية فوسفورية، لونه أبيض صدفي، لذلك يعطي المادة البيضاء في الجملة العصبية المركزية لونها الأبيض. وهو يتشكل خارج المحور الدماغي الشوكي (في الأعصاب) بواسطة خلايا شوان، ويتشكل داخل المحور الدماغي الشوكي (في المادة البيضاء) بواسطة الخلايا الدبقية قليلة التغصنات.

٢- ألياف عصبية مجردة من غمد النخاعين Nonmyelinated Fibers : ويحاط الليف العصبي فيها مباشرة بغمد شوان ويكون مجرداً من غمد النخاعين، من أمثلتها: العصب الشمي وبعض أعصاب الجملة العصبية الذاتية (المستقلة).

٣- ألياف عصبية عارية: تكون مجردة من غمد النخاعين ومن غمد شوان، وتكون محاطة جزئياً بخلايا الدبق العصبي، وتوجد في المادة السنجابية (الرمادية).

الأعصاب Nerves**:**

حبال بيضاء صدفية اللون، مختلفة الأطوال والأقطار. يتشكل العصب من عدد من الألياف العصبية المجتمعة إلى بعضها البعض بشكل حزم من الألياف العصبية، يحيط بكل حزمة غلاف الحزمة الضام، ويحيط بالعصب غلاف ضام ثخين يدعى غمد العصب.

تقسم الأعصاب من حيث نقلها للسيالة العصبية إلى:

١- أعصاب حسية Sensory nerves: تنقل الدفعة impulse (لسيالة) العصبية من المحيط إلى المركز مثل (العصب البصري - العصب الشمي).

٢- أعصاب حركية Motor nerves: تنقل الدفعة impulse (السيالة) العصبية من المركز إلى المحيط مثل (العصب المبعد للعين - العصب تحت اللساني).

٣- أعصاب مختلطة: تنقل الدفعات (السيالات) العصبية بالاتجاهين مثل الأعصاب الشوكية والكثير من الأعصاب المحيطية مثل (العصب الناصف - الزندي - الظنبوبي).

تسير ألياف الجملة الذاتية (المستقلة) مع الأعصاب القحفية والشوكية، ووتتوضع نواها بشكل متفرق في الدماغ والنخاع الشوكي.

الدبق العصبي Neuroglia :

تشكل خلايا الدبق العصبي غالبية خلايا الجهاز العصبي المركزي إذ يفوق عددها عدد الخلايا العصبية، وهي خلايا نشطة قادرة على الانقسام ولكنها غير قابلة للتنبه ،لها عدة أشكال، وتنشأ كالخلايا العصبية من الأديم الظاهر.

ويتضمن الدبق العصبي الخلايا التالية:

١- الخلايا النجمية (الكوكبية) Astrocytes : شكلها نجمي، تمتلك أجسام خلوية صغيرة مع استطالات متفرعة في كل الاتجاهات.

للخلايا النجمية وظائف متعددة منها: تشكل هيكلاً داعماً وحامياً للخلايا والألياف العصبية، تعمل كعوازل كهربائية تحمي النهايات المحورية من تأثير العصبونات المجاورة والعصبونات غير المعنية، تعمل كخلايا بالعة تلتقط العصبونات المتنكسة وتتكاثر عقب موت العصبونات الناجم عن المرض وتملأ الفراغات التي كانت تشغلها العصبونات.

٢- الخلايا القليلة التغصنات Oligodendrocytes : تتصف بصغر أجسامها الخلوية وقلة استطالاتها الدقيقة، وهي مسؤولة عن تشكيل غمد النخاعين والحفاظ عليه في الجملة العصبية

المركزية (يشابه عمل خلايا شوان في الجملة العصبية المحيطية).

٣- خلايا البطانة العصبية (الخلايا السيسائية) Ependymal cell: تبطن بطينات الدماغ والقناة المركزية للنخاع الشوكي، كما أنها تغطي سطوح الضفائر المشيمية الموجودة داخل البطينات الدماغية وتكون على تماس مع السائل الدماغي الشوكي.

٤- الخلايا الدبقية الصغيرة Microglia : هذه الخلايا غير عائدة جنينياً إلى الخلايا الدبقية العصبية، فهي مشتقة من البالعات الكبيرة خارج الجملة العصبية وتهاجر إلى الجملة العصبية في الحياة الجنينية. وهي أصغر الخلايا الدبقية وتوجد مبعثرة ضمن الجملة العصبية المركزية، ويزاد عددها عند وجود نسيج عصبي متضرر. تكون غير واضحة وغير فعالة بالحالة الطبيعية إلا أنها في حالة المرض يمكن أن تصبح فعالة مناعياً إذ تهاجر إلى موقع الإصابة وتتكاثر وتتضخم وتصبح خلية بالعة كبيرة فعالة وتحيط بالنسيج التالف وتقوم ببلعمته.

لمحة جنينية:

يتشكل الجهاز العصبي جنينياً بدءاً من **الأديم الظاهر** Ectoderm الذي يتشكل منه **الصفيحة العصبية** Neural Plate. يظهر على هذه الصفيحة في اليوم الثامن عشر ثلم وطيّتان، ثم تتطور لتشكل أنبوباً هو **الأنبوب العصبي**. يلحق بالأنبوب العصبي ما يسمى **بالعرف العصبي** Neural Tube والذي سيشكل لاحقاً العقد الخلفية الحسية في الجذر الشوكي والعقد العصبية الذاتية ولب الكظر.

يتشكل الدماغ من القسم الأمامي (الرأسي) للأنبوب العصبي ويتطور النخاع الشوكي من القسم الخلفي (الذيلي) للأنبوب العصبي.

يتألف القسم الأمامي للأنبوب العصبي في عمر أربع أسابيع من الحياة داخل الرحم من ثلاثة حويصلات، في كل حويصل يوجد جوف، هذه الحويصلات ستشكل تباعاً **الدماغ الأمامي** Forebrain **والدماغ المتوسط** Midbrain **والدماغ الخلفي** Hindbrain.

ثم يتطور الدماغ الأمامي إلى جزئين هما نصفي الكرة المخية (**الدماغ الانتهائي** Telencephalon) **والدماغ البيني** Diencephalon ، ويتابع الدماغ المتوسط تطوره بنفس الاسم، بينما يتطور الدماغ الخلفي ليشكل **الجسر والمخيخ** (الدماغ التالي Metencephalon) **والبصلة** (الدماغ النخاعي Myelencephalon). وسيحتفظ كل قسم بالجوف في داخله مشكلاً البطينات داخل أقسام الدماغ.

في النهاية يتألف الدماغ الانتهائي من نصفي الكرة المخية، ويتألف الدماغ البيني من المهاد والوطاء، أما الدماغ المتوسط فيتألف من السويقتين المخيتين وسقف الدماغ المتوسط، ويشمل الدماغ التالي على الجسر والمخيخ.

يتحول جوف الأنبوب العصبي إلى **البطينين الجانبيين** في نصفي الكرة المخية **والبطين الثالث** في الدماغ البيني **ومسال المخ** في الدماغ المتوسط **والبطين الرابع** في الدماغين التالي والبصلة **والقناة المركزية** في النخاع الشوكي.

جوف القحف Cranial Cavity

يحتوي جوف القحف على الدماغ والسحايا المحيطة وأجزاء من الأعصاب القحفية وشرايين وأوردة وجيوب وريدية.

أولاً- قبو القحف Vault of the Skull:

يشاهد على السطح الداخلي لقبو القحف كل من **الدرز الإكليلي** Coronal suture **والدرز السهمي** Sagittal suture **والدرز اللامي** Lambdoid suture ، ويوجد على الخط الناصف ميزابة (أخدود) Groove سهمية ضحلة يسكن فيها الجيب السهمي العلوي، ويوجد على جانبي الميزابة عدد من الوهدات الصغيرة تسمى **الوهدات الحبيبية** Granular foveolae وتسكن فيها **التحببات العنكبوتية** arachnoid granulations ، ويوجد عدد من الميازيب الضيقة تدل على الفروع الأمامية والخلفية للأوعية السحائية المتوسطة وذلك عند صعودها على جانب الجمجمة إلى القبو.

ثانياً- قاعدة القحف Base of the Skull:

يمكن تقسيم باطن قاعدة القحف إلى ثلاث حفر: ١- الحفرة القحفية الأمامية، ٢- الحفرة القحفية الوسطى، ٣- الحفرة القحفية الخلفية.

تنفصل الحفرة القحفية الأمامية عن الحفرة القحفية الوسطى بواسطة الجناح الصغير للعظم الوتدي، وتنفصل الحفرة القحفية الوسطى عن الوسطى بواسطة الجزء الصخري من العظم الصدغي (صخرة العظم الصدغي).

١- الحفرة القحفية الأمامية Anterior Cranial Fossa**:**

يسكن الحفرة القحفية الأمامية الفصين الجبهيين لنصفي الكرة، ويحدها من الأمام السطح الداخلي للعظم الجبهي. وحدودها الخلفية يشكلها **الجناح الصغير** Lesser wing للعظم الوتدي. النهاية الأنسية للجناح الصغير للوتدي تشكل **الناتئ السريري الأمامي** Anterior clinoid process (واحد في كل جانب) والذي ترتكز عليه الخيمة المخيخية، ويتحدد الجزء المتوسط للحفرة الأمامية من الخلف بالميزابة الخاصة بالعصب البصري.

أما أرضية الحفرة القحفية الأمامية فتتشكل من **الصفيحتين الحجاجيتين** orbital Plates للعظم الجبهي في الوحشي ومن **الصفيحة المصفوية** Cribriform plate للعظم الغربالي في الأنسي التي تحوي ثقوب يمر منها ألياف العصب الشمي. يتبارز من الخط الناصف للعظم الغربالي وبشكل حاد نحو الأعلى ما يسمى **عرف الديك** Crista galli الذي يرتكز عليه منجل (مشول) المخ، ويوجد بين عرف الديك وعرف العظم الجبهي فتحة صغيرة تدعى **الثقبة العوراء** Foramen cecum يمر عبرها وريد صغير من المخاطية الأنفية إلى الجيب السهمي العلوي. يوجد على طول جانب عرف الديك شق ضيق في الصفيحة المصفوية من أجل مرور العصب الغربالي الأمامي إلى الجوف الأنفي، ويحمل السطح العلوي للصفيحة المصفوية البصلتان الشميتان.

٢- الحفرة القحفية الوسطى Middle Cranial Fossa**:**

تتألف الحفرة القحفية الوسطى من جزء متوسط صغير ومن جزئين جانبيين متسعين. أما الجزء المتوسط فيكون مرتفعاً ويشكله **جسم العظم الوتدي** Body of sphenoid bone،

ويشكل الجزءان الجانبيان تقعرين واحد على كل جانب يسكن فيهما الفصين الصدغيين لنصفي الكرة المخية.
يحد الحفرة القحفية الوسطى في الأمام الجناحان الصغيران للعظم الوتدي وفي الخلف الحافتان العلويتين للجزئين الصخريين للعظمين الصدغيين، وفي الجانبين يتوضع الجزءان الصدغيان للعظمين الصدغيين والجناحان الكبيران Greater wing للعظم الوتدي والعظمان الجداريان.
تتألف أرضية كل جانب وحشي من الحفرة القحفية الوسطى من **الجناح الكبير للعظم الوتدي** ومن القسمين الصدفي والصخري للعظم الصدغي.
يشبه العظم الوتدي شكل خفاش يملك جسم مركزي وجناحان صغيران وجناحان كبيران يمتدان من كل جانب. يحوي جسم العظم الوتدي جيب هوائي يبطنه غشاء مخاطي ويتصل مع الجوف الأنفي.
في الأمام وعند جذر الجناح الصغير يوجد **النفقان البصريان** Optic canals ويمر عبر كلٍ منهما العصبين البصريان والشريان العيني (فرع الشريان السباتي الباطن) نحو الحجاج. **الشق الحجاجي العلوي** Superior orbital fissure هو عبارة عن فتحة لها شكل شق طولي ويقع بين الجناحين الصغير والكبير للعظم الوتدي ويمر عبره الوريد العيني والأعصاب التالية: الدمعي، والجبهي والأنفي الهدبي (فروع العصب العيني)، والبكري، ومحرك العين، والمبعد.
يسير الجيب الوريدي الوتدي الجداري نحو الأنسي على طول الحافة الخلفية للجناح الصغير للوتدي ويصب في الجيب الكهفي.
تخترق **الثقبة المدورة** Foramen Rotundum التي تتوضع خلف النهاية الأنسية للشق الحجاجي العلوي الجناح الكبير للوتدي ويمر عبرها العصب الفكي العلوي من عقدة مثلث التوائم إلى الحفرة الجناحية الحنكية.
أما **الثقبة البيضية** Foramen ovale فتقع خلف ووحشي الثقبة المدورة وتخترق الجناح الكبير للوتدي ويمر عبرها العصب الفكي السفلي إلى الحفرة تحت الصدغية ويمر عبرها أيضاً العصب الصخري الصغير.
وتقع **الثقبة الشوكية** Foramen spinosum خلف ووحشي الثقبة البيضية وهي تخترق أيضاً الجناح الكبير للوتدي ويمر عبرها الشريان السحائي المتوسط من الحفرة تحت الصدغية إلى جوف القحف، ومن هنا يسير الشريان نحو الأمام والوحشي في أخدود موجود على السطح العلوي للجزء الصدفي للعظم الصدغي والجناح الكبير للوتدي. وبعد مسير لمسافة قصيرة ينقسم إلى فرع أمامي وفرع خلفي، حيث يسير الفرع الأمامي نحو الأمام والأعلى إلى الزاوية السفلية الأمامية للعظم الجداري. ثم يسير ضمن أخدود أو نفق عميق في العظم لمسافة قصيرة وذلك قبل أن ينعطف على العظم الجداري نحو الخلف والأعلى، وهنا وفي هذا الموقع يمكن للشريان أن يتأذى بسبب رض (أو ضربة) على جانب الرأس، أما الفرع الخلفي فيسير نحو الخلف والأعلى على الجزء الصدفي للعظم الصدغي ليصل إلى العظم الجداري.
أما **الثقبة الممزقة** Foramen lacerum فهي ثقبة كبيرة غير منتظمة تقع بين قمة الجزء الصخري من العظم الصدغي والعظم الوتدي وتمتلئ الفتحة السفلية للثقبة الممزقة خلال الحياة بنسيج غضروفي وليفي تمر منه فقط أوعية دموية من الجوف القحفي إلى العنق.
ينفتح **النفق السباتي** Carotid canal على جانب الثقبة الممزقة أعلى الفتحة السفلية المغلقة، ويدخل الشريان السباتي الباطن الثقبة من خلال النفق السباتي ثم ينعطف الشريان نحو الأعلى

ليصل إلى جانب جسم العظم الوتدي وهنا ينعطف الشريان نحو الأمام ضمن الجيب الكهفي ليصل إلى ناحية الناتئ السريري الأمامي. وعند هذه النقطة ينعطف الشريان السباتي الباطن بشكل عمودي نحو الأعلى أنسي الناتئ السريري الأمامي ليخرج من الجيب الكهفي.
إلى الوحشي من الثقبة الممزقة يوجد على قمة الجزء الصخري للعظم الصدغي **انطباع عقدة مثلث التوائم** Trigeminal impression تشغله عقدة العصب مثلث التوائم ، كما يوجد على السطح الأمامي لصخرة العظم الصدغي (أي الجزء الصخري) ميزابتان يمر في كلٍ منهما عصب، حيث يمر في الميزابة الأنسية الكبيرة العصب الصخري الكبير (فرع العصب الوجهي) ويمر في الميزابة الوحشية العصب الصخري الصغير (فرع الضفيرة الطبلية).
البارزة المقوسة Arcuate eminence عبارة عن بارزة مدورة توجد على السطح الأمامي لصخرة العظم الصدغي تنجم عن وجود النفق نصف الدائري العلوي تحتها.
يشكل **جسم العظم الوتدي** الجزء المتوسط للحفرة القحفية الوسطى، وفي الأمام نجد عليه **الثلم التصالبي** Prechiasmatic groove الذي يجاور المصلبة البصرية (التصالب البصري) وينتهي في الوحشي بالنفق البصري في كل جانب، أما **حديبة السرج التركي** Tuberculum sellae فهي عبارة عن ارتفاع موجود خلف الثلم التصالبي، وخلف هذا الارتفاع يوجد انخفاض عميق هو **حفرة الغدة النخامية** Hypophyseal fossa التي تسكن فيها الغدة النخامية، ويحد السرج التركي في الخلف صفيحة عظمية مربعة تدعى **ظهر السرج التركي** Dorsum sellae، الزاويتان العلويتان لظهر السرج تملكان حديبتان تدعيان **الناتئان السريريان الخلفيان** Posterior clinoid process اللذان ترتكز عليهما الحافة الثابتة لخيمة المخيخ.
يجاور الجيب الكهفي مباشرة جانب جسم العظم الوتدي، ويسير على الجدار الوحشي للجيب الكهفي العصبين القحفيين الثالث والرابع، والعصب العيني والعصب الفكي العلوي (فرعا العصب الخامس الأول والثاني)، ويسير الشريان السباتي الباطن والعصب القحفي السادس نحو الأمام عبر الجيب الكهفي.

٣- الحفرة القحفية الخلفية Posterior Cranial Fossa**:**

هي حفرة عميقة وتحوي داخلها على أجزاء الدماغ الخلفي: المخيخ والجسر والبصلة السيسائية.
يحد هذه الحفرة من الأمام الحافة العلوية للجزء الصخري من العظم الصدغي، ومن الخلف السطح الباطن للجزء الصدفي من العظم القذالي.
تتشكل أرضية الحفرة الخلفية من القسم القاعدي واللقمي والصدفي للعظم القذالي ومن الجزء الخشائي للعظم الصدغي.
أما سقف الحفرة القحفية السفلية فتشكله طية من الأم الجافية تدعى **الخيمة المخيخية** التي تفصل بين المخيخ في الأسفل والفصين القذاليين لنصفي الكرة المخية في الأعلى.
تشغل **الثقبة الكبرى** Foramen magnum المنطقة المركزية لأرضية الحفرة الخلفية ويمر عبرها البصلة السيسائية والسحايا المحيطة بها والأجزاء الشوكية الصاعدة للعصبين اللاحقين والشريانان الفقريان.
يقع **النفق تحت اللسان** Hypoglossal canal أعلى الجزء الأمامي الجانبي للثقبة الكبرى، ويمر عبره العصب تحت اللساني.

تقع **الثقبة الوداجية** Jugular Foramen بين الحافة السفلية للجزء الصخري للعظم الصدغي والجزء اللقمي للعظم القذالي، ويمر خلالها كلٍ من التراكيب التالية من الأمام إلى الخلف: الجيب الصخري السفلي والأعصاب القحفية التاسع والعاشر والحادي عشر والجيب السيني، وينزل الجيب الصخري السفلي في الميزابة الموجودة على الحافة السفلية للجزء الصخري للعظم الصدغي ليصل إلى الثقبة، ينعطف الجيب السيني نحو الأسفل عبر الثقبة الوداجية ليصبح فيما بعد الوريد الوداجي الباطن.

يخترق **صماخ (مجرى) السمع الباطن** Internal acoustic meatus السطح الخلفي للجزء الصخري للعظم الصدغي، ويمر عبره العصب السابع والعصب الثامن.

العرف القذالي الباطن Internal occipital crest يصعد في الخلف على الخط الناصف من الثقبة الكبرى إلى **الناشزة القذالية الباطنة** Internal occipital protuberance ويرتكز عليه منجل (مشول) المخيخ.

يوجد على كل جانب من الناشزة القذالية الباطنة ميزابة (أخدود) عريضة يشغلها الجيب المعترض. وهذه الميزابة تنحدر دائرة على السطح الباطن للعظم القذالي في كل جانب ثم تسير على الجزء الخشائي للعظم الصدغي وهنا يدعى الجيب المعترض بالجيب السيني (أي أن الجيب السيني هو تمادي للجيب المعترض) الذي ينتهي في الثقبة الوداجية.

يسير الجيب الصخري العلوي نحو الخلف على طول الحافة العلوية لصخرة العظم الصدغي في ميزابة ضيقة ويصب في الجيب السيني.

المحاضرة الثانية **الدماغ Brain (Encephalon)**

هو قسم الجهاز العصبي المتوضع في جوف القحف، حيث يطابق وجهه العلوي الوحشي المحدب مع الوجه الباطن لقبة القحف. يتميز الوجه السفلي أو قاعدة الدماغ بهيئة معقدة ليتطابق مع الوجه الباطن لقاعدة القحف.
يزن الدماغ حوالي ٣٥٠ غ عند الوليد وحوالي ١٤٠٠غ عند البالغ، ويزيد وزن دماغ الرجل بمعدل ١٥٠ غراماً عن وزن دماغ المرأة، ويتناقص وزن الدماغ تدريجياً بعد سن الستين، وهو مغطى بالسحايا المؤلفة من ثلاث طبقات، ومحاط بالسائل الدماغي الشوكي، ويحوي أجوافاً (بطينات) مملوءة أيضاً بهذا السائل.
من الناحية الشكلية يتألف الدماغ من ثلاثة أجزاء هي:
١- المخ cerebrum (نصفي كرة مخية ودماغ بيني).
٢- جذع الدماغ brainstem (الدماغ المتوسط، والجسر، والبصلة).
٣- المخيخ cerebellum.
يقسم الدماغ تبعاً لتطوره الجنيني إلى خمسة أجزاء هي الدماغ الانتهائي، والدماغ البيني، والدماغ المتوسط، والدماغ التالي، والدماغ النخاعي (البصلي).

المخ cerebrum **:**
المخ هو القسم الأكبر من الدماغ، وهو يتوضع في الحفرتين القحفيتين الأمامية والوسطى ويشغل كامل تجويف قبة القحف.
يقسم المخ إلى قسمين هما **الدماغ الانتهائي** الذي يشكل نصفي الكرة المخيين **والدماغ البيني** الذي يشكل اللب المركزي.

الدماغ الانتهائي Telencephalon

يتألف الدماغ الانتهائي من **نصفي الكرة المخية** Cerebral Hemispheres ، ويفصل ما بينهما شق سهمي ناصف عميق هو الشق الطولاني المخي Longitudinal cerebral fissure. يحوي هذا الشق طية منجلية الشكل من الأم الجافية تسمى منجل المخ (أو مشول المخ) Falx cerebri . يقع في عمق هذا الشق صوار (ملتقى) ضخم هو الجسم الثفني Corpus Callosum الذي يربط بين نصفي الكرة المخية عبر الخط الناصف. هناك طية أفقية ثانية من الأم الجافية تفصل نصفي الكرة المخية عن المخيخ وتسمى الخيمة المخيخية Tentorium Cerebelli.
يتشكل جوف الدماغ الانتهائي من البطينين الجانبيين الأيمن والأيسر حيث يقع كل منهما في نصف كرة مخية موافق.

نصف الكرة المخية Cerebral Hemisphere**:**
يتألف كل نصف كرة من غطاء من المادة السنجابية هو القشرة المخية ومن المادة البيضاء المتوضعة إلى الداخل منها، كما توجد النوى القاعدية (مادة سنجابية) ضمن المادة البيضاء.
لنصف الكرة المخية ثلاثة وجوه هي: الوجه العلوي الوحشي المحدب، والوجه الأنسي المسطح المقابل لنصف الكرة المخية الآخر، والوجه السفلي الذي يتصف بتعقد شكله.

تفصل بين هذه الوجوه السابقة ثلاث حواف هي: الحافة العلوية والحافة السفلية والحافة الأنسية.
تدعى الأجزاء الأكثر تحدباً من نصف الكرة المخية أقطاباً poles وهي القطب الجبهي والقطب الصدغي والقطب القذالي.
يتجعد سطح كل نصف كرة مخية في طيات أو تلافيف Gyri تفصل بينها أثلام أو شقوق sulci or fissures، مما يزيد مساحة سطح القشرة المخية.
من أجل تسهيل الوصف تستخدم أربعة أثلام رئيسية (شقوق) هي: الثلم المركزي، والثلم الوحشي (الجانبي)، والثلم الجداري القذالي، والثلم المهمازي كحدود من أجل تقسيم نصف الكرة المخية إلى فصوص Lobes وتسمى حسب العظام القحفية المغطية لها وهي: **جبهي** frontal **وجداري** parietal **وصدغي** temporal **وقذالي** occipital .

الأثلام الرئيسية في نصف الكرة المخية:

١- الثلم المركزي (شق رولاندو) (Rolando) Central Sulcus **:** يبدأ الثلم المركزي من الجزء العلوي للوجه الأنسي لنصف الكرة المخية ثم يقطع الحافة العلوية وينحدر على الوجه العلوي الوحشي وينتهي قبل أن يبلغ الثلم الوحشي. وهذا الثلم ذو أهمية كبيرة لأن التلفيف الواقع أمامه يحوي الخلايا الحركية التي تطلق حركات الجانب المقابل من الجسم، كما أن التلفيف الواقع خلفه يحوي القشرة الحسية العامة التي تتلقى المعلومات الحسية من الجانب المقابل.

٢- الثلم الوحشي (الشق الجانبي أو شق سيلفيوس) (Sylvius) Lateral Sulcus**:** شق عميق موجود بشكل رئيسي على الوجهين السفلي والوحشي لنصف الكرة المخية. وهو يتألف من جذع قصير ينقسم إلى ثلاثة فروع. يُشاهد الجذع على الوجه السفلي لنصف الكرة المخية وحين يصل إلى الوجه الوحشي ينقسم إلى فرع أفقي أمامي وفرع صاعد أمامي ويستمر كفرع خلفي.
هنالك من القشرة قسم يسمى **الجزيرة** واقعة في قعر الثلم الوحشي العميق ولا يمكن رؤيتها من السطح ما لم تتم مباعدة شفتي الثلم الوحشي إحداهما عن الأخرى.

٣- الثلم (الشق) الجداري القذالي Parieto-occipital Sulcus**:** يبدأ على الحافة العلوية لنصف الكرة المخية على بعد حوالي ٥ سم أمام القطب القذالي ويسير على الوجه الأنسي متجهاً نحو الأسفل والأمام ليلتقي بالثلم المهمازي.

٤- الثلم (الشق) المهمازي Calcarine Sulcus**:** يوجد على الوجه الأنسي من نصف الكرة المخية. يبدأ تحت النهاية الخلفية للجسم الثفني ويتقوس نحو الأعلى والخلف ليصل القطب القذالي حيث يتوقف، ولكنه يستمر في بعض الأدمغة مسافة قصيرة على الوجه الوحشي لنصف الكرة المخية.
على الوجه الأنسي النصف الكرة المخية يلتقي الثلم المهمازي مع الثلم الجداري القذالي بزاوية حادة وذلك في نقطة واقعة قرب منتصف الثلم الجداري القذالي.

فصوص وتلافيف نصف الكرة المخية:

الوجه العلوي الوحشي لنصف الكرة المخية:

- الفص الجبهي Frontal lobe :يشغل المنطقة الكائنة أمام الثلم المركزي وفوق الثلم الوحشي (سيلفيوس). ينقسم الوجه العلوي الوحشي للفص الجبهي بواسطة ثلاثة أثلام إلى أربعة

تلافيف. يسير الثلم أمام المركزي موازياً للثلم المركزي، ويقع **التلفيف أمام المركزي** Precentral gyrus بينهما، يمتد الثلمان الجبهي العلوي والجبهي السفلي من الثلم أمام المركزي نحو الأمام. يقع **التلفيف الجبهي العلوي** Superior frontal gyrus فوق الثلم الجبهي العلوي، ويقع **التلفيف الجبهي المتوسط** Middle frontal gyrus بين الثلمين الجبهي العلوي والجبهي السفلي، ويقع **التلفيف الجبهي السفلي** Inferior frontal gyrus تحت الثلم الجبهي السفلي.
يجتاح فرعا الثلم الوحشي (شق سيلفيوس) الأفقي الأمامي والصاعد الأمامي التلفيف الجبهي السفلي.
- الفص الجداري Parietal lobe: يشغل المنطقة الكائنة خلف الثلم المركزي وفوق الثلم الوحشي (شق سيلفيوس)، وهو يمتد خلفياً حتى الثلم الجداري القذالي. ينقسم الوجه الوحشي من الفص الجداري بواسطة ثلمين إلى ثلاثة تلافيف. يسير الثلم خلف المركزي موازياً الثلم المركزي ويقع **التلفيف خلف المركزي** Postcentral gyrus بينهما. يسير الثلم ضمن (داخل) الجداري نحو الخلف من منتصف الثلم خلف المركزي. يقع **الفصيص (التلفيف) الجداري العلوي** Superior parietal lobule أعلى الثلم ضمن الجداري، ويقع **الفصيص (التلفيف) الجداري السفلي** Inferior parietal lobule أسفل الثلم السابق.
- الفص الصدغي Temporal lobe: يشغل المنطقة الكائنة تحت الثلم الوحشي (سيلفيوس). ينقسم الوجه الوحشي من الفص الصدغي بواسطة ثلمين إلى ثلاثة تلافيف. يسير الثلمان الصدغي العلوي والصدغي السفلي موازيين للفرع الخلفي من الثلم الوحشي (شق سيلفيوس)، ويقسمان الفص الصدغي إلى ثلاثة تلافيف صدغية: **العلوي والمتوسط والسفلي،** ويتواصل التلفيف الصدغي السفلي على الوجه السفلي من نصف الكرة المخية.
- الفص القذالي Occipital lobe: يشغل منطقة صغيرة خلف الثلم الجداري القذالي.

الوجهان الأنسي والسفلي لنصف الكرة المخية:
إن فصوص نصف الكرة على الوجهين الأنسي والسفلي غير محددة بوضوح. وتوجد، مع ذلك، مناطق هامة يمكن تحديدها. يشكل الجسم الثفني، الذي هو الأكبر بين الصوارات (الملتقيات) الدماغية ، معلماً مميزاً على هذا الوجه.
التلفيف الحزامي Cingulate gyrus**:** يبدأ من تحت النهاية الأمامية للجسم الثفني ويستمر فوق الجسم الثفني حتى يصل نهايته الخلفية. ينفصل هذا التلفيف عن الجسم الثفني بواسطة الثلم الثفني. ينفصل التلفيف الحزامي عن التلفيف الجبهي العلوي بواسطة الثلم فوق الحزامي.
التلفيف جانب المركزي (أو حول المركزي) Paracentral gyrus: هو منطقة من القشرة المخية تحيط بالثلمة التي يحدثها الثلم المركزي على الحافة العلوية لنصف الكرة المخية. القسم الأمامي من هذا التلفيف هو استمرار للتلفيف أمام المركزي الكائن على الوجه الوحشي، والقسم الخلفي من التلفيف جانب المركزي هو استمرار للتلفيف خلف المركزي.
التلفيف أمام الوتد Precuneus **:** هو منطقة من القشرة تحدها أمامياً النهاية الخلفية الملتفة من الثلم الحزامي، ويحدها خلفياً الثلم الجداري القذالي.

الوتد (الإسفين) Cuneus **:** هو منقطة من القشرة مثلثية الشكل يحدها في الأعلى والأمام الثلم الجداري القذالي، وفي الأسفل الثلم المهمازي، وفي الخلف الحافة العلوية الأنسية لنصف الكرة المخية.
يقع الثلم الجانبي (المُساير) Collateral sulcus على الوجه السفلي من نصف الكرة المخية وهو يسير أمامياً تحت الثلم المهمازي. يوجد **التلفيف اللساني** بين الثلم الجانبي والثلم المهمازي.
يقع **التلفيف جانب الحُصين** (التلفيف جانب حصان البحر) Parahippocampal gyrus أنسي الثلم الجانبي (المُسايّر) وأمام التلفيف اللساني، وينتهي أمامياً في **المعقف** Uncus الشبيه بالكلابة.
يمتد **التلفيف القذالي الصدغي الأنسي** من القطب القذالي إلى القطب الصدغي. يحده أنسياً الثلمان الجانبي والأنفي، ويحده وحشياً الثلم القذالي الصدغي. **يقع التلفيف القذالي الصدغي الوحشي** وحشي الثلم القذالي الصدغي وهو يتواصل مع التلفيف الصدغي السفلي.
على الوجه السفلي للفص الجبهي يوجد ثلم يسمى الثلم الشمي، تتوضع فيه البصلة الشمية والسبيل الشمي. يوجد **التلفيف المستقيم** Straight gyrus أنسي الثلم الشمي، ويوجد وحشي هذا الثلم **التلافيف الحجاجية** Orbital gyri.

الجهاز الحوفي (أو الجهاز اللمبي) Limbic System

تعني كلمة **Limbic** حوفاً، أي حافة أو هامش، وقد استخدم مصطلح الجهاز الحوفي بشكل غير دقيق ليشمل مجموعة من البنى التي تتوضع في المنطقة الفاصلة بين القشرة والوطاء. وقد أظهرت البحوث أن الجهاز الحوفي يتشارك مع بنى أخرى كثيرة متوضعة خارج هذه المنطقة الفاصلة، في السيطرة على العاطفة والسلوك والتوجه، ويبدو أيضاً أنه هام للذاكرة.

من الناحية التشريحية تتضمن البنى الحوفية (اللمبية): التلفيف تحت الثفني (الانتهائي) والتلفيف الحزامي والتلفيف جانب الحُصين، والحُصين، والتلفيف المسنن، والستر السنجابي، والنواة اللوزية، والجسمين الحلميين، والنواة المهادية الأمامية.
تشكل الشكوة والخَمْل والقبو والسبيل الحلمي المهادي والسطر الانتهائي طرق الاتصال في هذا الجهاز.
- الحُصين (حصان البحر) Hippocampus: هو تبارز منحن من مادة سنجابية يمتد عبر كامل امتداد أرضية القرن السفلي للبطين الجانبي. نهايته الأمامية متضخمة وتشكل قدم الحُصين. يعود اسمه إلى شبهه في المقطع الجبهي بحصان البحر. تغطي سطحه البطيني المحدب البطانة العصبية التي يتوضع تحتها طبقة رقيقة من مادة بيضاء تسمى الشكوة. تنشأ ألياف الشكوة من الحُصين وتتقارب باتجاه الأنسي لتشكل حزمة تسمى الخَمْل. ويتواصل الخَمْل بدوره مع ساق القبو. ينتهي الحُصين في الخلف تحت ضماد (حوية) الجسم الثفني.
- التلفيف المسنن Dentate gyrus**:** هو شريط ضيق مثلّم يتألف من مادة سنجابية ويتوضع بين خمل الحُصين والتلفيف جانب الحصين. يتواصل التلفيف المسنن في الأمام مع المعقف، وفي الخلف يرافق التلفيف المسنن الخمل تقريباً حتى ضماد الجسم الثفني ويصبح مستمراً مع الستر السنجابي.

- **الستر السنجابي** Indusium griseum هو طبقة رقيقة من مادة سنجابية تغطي الوجه العلوي للجسم الثفني. تنطمر في الوجه العلوي من الستر السنجابي حزمتان رقيقتان من مادة بيضاء في كل جانب تسميان السطرين الطولانيين الأنسي والوحشي.
- **التلفيف جانب الحُصين** Parahippocampal gyrus يتوضع بين الثلم الحصيني والثلم الجانبي ويتواصل مع الحصين على طول الحافة الأنسية للفص الصدغي.
- **النواة اللوزية** Amygdaloid Nucleus**:** تستمد اسمها من شبهها باللوزة. وهي تتوضع جزئياً أمام ذروة القرن السفلي للبطين الجانبي وأعلاها. وهي تلتحم بذروة ذيل النواة المذنبة الذي يسير نحو الأمام في سقف القرن الجانبي. ينشأ السطر الانتهائي من وجهها الخلفي. تتألف النواة اللوزية من مجمع نوى يمكن تقسيمها إلى مجموعتين: مجموعة قاعدية وحشية كبيرة، ومجموعة قشرية أنسية صغيرة.

يُدرس الجسمان الحلميان والنواة المهادية الأمامية في أماكن أخرى من الكتاب.

طرق اتصال الجهاز الحوفي (اللمبي):

هذه الطرق هي **الشكوة** Alveus **والخمل** Fimbria **والقبو** fornix **والحزمة الحلمية المهادية** Mammillothalamic fasciculus **والسطر الانتهائي** Stria terminalis.

تتألف **الشكوة** من طبقة رقيقة من مادة بيضاء تقع على الوجه العلوي أو البطيني للحُصين، وهي مؤلفة من ألياف عصبية تنشأ من قشرة الحُصين. تتقارب على الحافة الأنسية للحُصين لتشكل حزمة تسمى **الخمل** . يغادر الخمل النهاية الخلفية للحصين باسم **ساق القبو**. تنحني الساق في كل جانب نحو الخلف والأعلى تحت ضماد (حوية) الجسم الثفني وحول الوجه الخلفي للمهاد، وهنا تتقارب الساقان لتشكلا **جسم القبو** الذي ينطبق انطباقاً وثيقاً على السطح السفلي للجسم الثفني. وعند تقارب الساقين للاجتماع معاً تربط بينهما ألياف معترضة تسمى **صوار (ملتقى) القبو**. تتصالب هذه الألياف وتذهب إلى الحُصينين في الجانبين.

وفي الأمام يرتبط جسم القبو بالوجه السفلي للجسم الثفني بواسطة **الحاجز الشفاف** Septum pellucidum. يجاور جسم القبو في الأسفل النسيجة المشيمية والسقف البطاني للبطين الثالث. يتشعب جسم القبو في الأمام مشكلاً **عمودي القبو**، حيث ينحني كل منهما نحو الأمام والأسفل فوق الثقبة بين البطينية (ثقبة مونرو)، ثم يختفي كل عمود ضمن الجدار الوحشي للبطين الثالث ويسير لينتهي في الجسم الحلمي.

تؤمن **الحزمة الحلمية المهادية** ارتباطات هامة بين الجسم الحلمي ومجموعة النوى المهادية الأمامية.

ينطلق **السطر الانتهائي** من الوجه الخلفي للنواة اللوزية، ويسير كحزمة من ألياف عصبية باتجاه الخلف في سقف القرن السفلي للبطين الجانبي متوضعاً على الجانب الأنسي من ذيل النواة المذنبة. وهو يتعقب انحناء النواة المذنبة ليسير متوضعاً في أرضية جسم البطين الجانبي حتى يصل لمستوى الثقبة بين البطينية (ثقبة مونرو) حيث يتفرع بعد ذلك إلى عدة حزم تنتهي في الوطاء وفي النواة العنانية. .

تشير الدراسات إلى أن البنى الشاملة للجهاز الحوفي ليست مرتبطة فيما بينها فحسب، بل ترسل أليافاً أخرى تسقط على أقسام مختلفة من الجملة العصبية. يقر الفيزيولوجينيون الآن بأهمية الوطاء من حيث كونه الطريق الرئيسي للصادرات من الجهاز الحوفي.

وظائف الجهاز الحوفي:

يتمكن الجهاز الحوفي من خلال الوطاء واتصالاته بمنبع الجملة العصبية الذاتية وضبطه لجهاز الغدد الصم، من التأثير في مظاهر متعددة من السلوك الانفعالي والعاطفة، وهذا يشمل بشكل خاص ارتكاسات الخوف والغضب والانفعالات المرافقة للسلوك الجنسي. كما أن الحصين معني بتحويل الذاكرة الحديثة إلى ذاكرة طويلة الأمد.

تؤدي أذية الحُصين ثنائي الجانب إلى عدم القدرة على تخزين الذاكرة طويلة الأمد. أما ذاكرة الأحداث البعيدة المخزنة قبل حدوث الآفة فهي لا تتأثر، وتسمى هذه الحالة فقد الذاكرة الحديثة.

إن إصابة النواة اللوزية والحصين معاً تحدث فقداناً للذاكرة أكبر مما تحدثه إصابة أي من هاتين البنيتين كلٍ على حدا.

المحاضرة الثالثة **التقسيم الوظيفي في قشرة المخ**

تشكل القشرة المخية غطاء تاماً لنصف الكرة المخية، وهي تتألف من مادة سنجابية، وقد قدر محتواها من العصبونات بنحو ١٠ مليارات. يؤدي تجعد القشرة على شكل تلافيف دماغية إلى زيادة مساحة القشرة المخية، وتنفصل هذه التلافيف بعضها عن بعض بواسطة الشقوق أو الأثلام المخية. تتفاوت ثخانة القشرة ما بين ١,٥- ٤,٥ مم حيث تكون ثخانة القشرة أكبر على الوجوه المحدبة للتلافيف منه على الجدر الجانبية للأثلام أو في قاعها.

تنتظم الخلايا العصبية في القشرة المخية في ست طبقات نسيجية متميزة مشكلة القشرة الجديدة. هذه الطبقات بالترتيب من السطح إلى العمق هي:

١- **الطبقة الجزيئية** Molecular layer.
٢- **الطبقة الحبيبية الخارجية** External granular layer.
٣- **الطبقة الهرمية الخارجية** External pyramidal layer. أو طبقة الخلايا الهرمية الصغيرة والمتوسطة.
٤- **الطبقة الحبيبية الداخلية** Internal granular layer.
٥- **الطبقة الهرمية الداخلية** Internal pyramidal layer. أو طبقة الخلايا الهرمية الكبيرة لـ (بيتس).
٦- **الطبقة عديدة الأشكال** Multiform layer.

تحوي القشرة المخية على جميع مراكز الحس، ومراكز الحركة والكلام، ومراكز السمع والبصر والشم والذوق. ويعد القشر الدماغي عند الإنسان مركزاً تنطلق منه كل الألياف الصادرة efferent ومركزاً انتهائياً للألياف الواردة afferent.

دلت معطيات البحوث التجريبية على أن تخريب أو استئصال أجزاء محددة من القشرة المخية عند الحيوانات يؤدي إلى الإخلال بوظائف معينة، وقد تأكدت هذه المعطيات من خلال الملاحظات السريرية للمرضى الذين عندهم أذيات محددة بسبب رضي أو ورمي، بالإضافة لاستخدام طرائق حديثة أخرى.

قسم العالم البريطاني برودمان Brodmann التلافيف إلى باحات Area، وذلك حسب اختلاف الانتظام النسيجي بين طبقاتها وأعطى لها أرقاماً. تبين لاحقاً ارتباط هذا الاختلاف بوظيفة كل منطقة أو تلفيف من قشرة الدماغ.

في هذه الباحات توجد **باحات أولية** Primary area **وباحات ثانوية** Secondary area لكل حاسة تقريباً، تقوم الباحات الثانوية بتخزين الخبرات المكتسبة (الذاكرة) لكل نوع من الأحاسيس، وكذلك الأمر بالنسبة للباحات الحركية التي تقسم إلى باحات حركية أولية وباحات حركية ثانوية، حيث تنظم الباحات الثانوية الحركات الكتلية والفعالية الحركية المكتسبة.

أهم المراكز الوظيفية في القشرة المخية - الباحات القشرية Cortical Area:

١- المراكز الحركية الجسدية أو الباحات الحركية الجسدية Motor Area:

تقع **الباحة أمام المركزية** Precentral area في التلفيف أمام المركزي وتشمل أيضاً الأقسام الخلفية من التلافيف الجبهية العلوي والمتوسط والسفلي وتمتد على الحافة العلوية الأنسية من نصف الكرة المخية لتشمل القسم الأمامي من قشرة الفصيص (التلفيف) جانب المركزي على الوجه الأنسي لنصف الكرة المخية. تبلغ سماكة القشرة المخية في هذه المنطقة حوالي ٤,٥ملم.

تقسم المنطقة أمام المركزية إلى منطقتين: خلفية تسمى الباحة الحركية أو الباحة الحركية الأولية، وأمامية وتسمى الباحة أمام الحركية أو الباحة الحركية الثانوية.

الباحة الحركية أو الباحة الحركية الأولية Primary motor area (الباحة ٤ لـ برودمان)، وتشغل التلفيف أمام المركزي ممتدة على الحافة العلوية إلى الفصيص جانب المركزي.

الباحة أمام الحركية أو الباحة الحركية الثانوية Secondary motor area (الباحة ٦ لـ برودمان مع أقسام من الباحات ٨ و٤٤و٤٥) وهي تشغل القسم الأمامي من التلفيف أمام المركزي والأقسام الخلفية من التلافيف الجبهي العلوي والمتوسط والسفلي.

تُمَثل الباحات الحركية للجسم في التلفيف أمام المركزي بشكل مقلوب. فبدءاً من الأسفل وباتجاه الأعلى، توجد البنى المعنية بحركات البلع واللسان والشفتين والحنجرة والأجفان، يلي ذلك منطقة قشرية واسعة معنية بحركات الأصابع (خاصة الإبهام) واليد والرسغ والمرفق والكتف والجذع، تُمَثل حركات الركبة والكاحل في الباحات الأعلى للتلفيف أمام المركزي؛ أما حركات أصابع القدم فهي ممثلة على الوجه الأنسي من نصف الكرة المخية في الفصيص جانب المركزي. تتمثل حركات المصرتين الشرجية والمثانيّة أيضاً في الفصيص جانب المركزي.

تتناسب مساحة القشرة المسيطرة على حركة معينة طرداً مع المهارة اللازمة لإنجاز الحركة ولا تتعلق بحجم العضلة المشاركة في الحركة.

وظيفة الباحة الحركية الأولية هي الإشراف على عمل وحركة العضلات الهيكلية في النصف المقابل من الجسم بشكل عام بسبب تصالب الألياف المحركة النازلة في جذع الدماغ أو في مستوى البصلة والنخاع الشوكي بشكل كامل بالنسبة للألياف المتجهة لعضلات الأطراف وبشكل جزئي للألياف المتجهة إلى عضلات الجذع والبلعوم والحنجرة.

تتلقى الباحة الحركية الأولية عوناً من ألياف كثيرة واردة من الباحة أمام الحركية والقشرة الحسية والمهاد والمخيخ والنوى القاعدية. ليست القشرة الحركية الأولية مسؤولة عن تعيين نمط الحركة ولكنها المحطة النهائية لتحويل الخطة إلى أمر بإنجاز الحركة.

الباحة أمام الحركية (الباحة الحركية الثانوية) أعرض في الأعلى منها في الأسفل، وهي تتلقى معلومات كثيرة من القشرة الحسية والمهاد والنوى القاعدية.

وظيفة الباحة أمام الحركية هي تخزين برامج الفعالية الحركية طبقاً للتجارب السابقة. وهي تؤثر خاصة في ضبط الحركات الخشنة للوضعة عبر اتصالاتها بالنوى القاعدية.

ينشأ من القشرة الحركية الأولية ألياف السبيلان القشري الشوكي والقشري النووي (السبيل الهرمي)، وينشأ من القشرة أمام الحركية (الثانوية) ألياف السبيل خارج الهرمي التي تذهب إلى النوى القاعدية والتشكيل الشبكي.

يميل السبيلان القشري الشوكي والقشري النووي إلى إحداث زيادة في التوتر العضلي، أما الألياف خارج الهرمية فهي تنقل دفعات مثبطة تخفض التوتر العضلي.
إن حدوث آفة أو أذية في الباحة الحركية الأولية أي في التلفيف أمام المركزي يؤدي إلى حدوث شلل رخو وعندما تكون الأذية واسعة وتجتاز المنطقة الحركية إلى المراكز المجاورة أي الباحة أمام الحركية فإن الشلل يصبح تشنجياً.
إن حدوث آفة أو أذية فقط في الباحة أمام الحركية يؤدي إلى فقد القدرة على أداء الحركات التي سبق تعلمها وتخزينها في الجانب المقابل ودون وجود شلل حركي (خاصة الحركات التي تتطلب دقة ومهارة).
تؤدي الآفات المهيّجة (المنبهة) للباحة الحركية الأولية إلى حدوث اختلاج في قسم الجسم المُمَثل في الباحة الحركية الأولية المتعرضة للتهيّج. يمكن أن تكون الحركة الاختلاجية مقتصرة على قسم واحد من الجسم، مثل الوجه أو القدم، أو يمكن أن تنتشر لتشمل كثير من المناطق، وذلك تبعاً لانتشار التهيّج من الباحة الحركية الأولية. (مثال على ذلك النوبة الصرعيّة الجاكسونية).

٢- الساحة العينية الجبهية Frontal eye field (مركز حركات العينين والرأس إلى الجهة المقابلة):

يوجد هذا المركز في الجزء الخلفي للتلفيف الجبهي الأوسط، تنبيه هذه المنطقة يؤدي حركة العينين المقترنة وكذلك الرأس إلى الجهة المقابلة.
تعد الساحة العينية الجبهية مركز السيطرة على الحركات العينية الماسحة الإرادية، وهي مستقلة عن التنبيهات البصرية. يتطلب تعقب العينين اللاإرادي (الانعكاسي) للأجسام المتحركة مشاركة الباحة البصرية الكائنة في القشرة القذالية التي تتصل بألياف ترابطية بالساحة العينية الجبهية.
تسبب الآفات المخربة للساحة العينية الجبهية في أحد نصفي الكرة إلى انحراف العينين إلى جهة الآفة وعدم قدرة العينين على الانحراف إلى الجانب المقابل.
تسبب الآفات المهيّجة (المنبهة) للساحة العينية الجبهية في أحد نصفي الكرة انحرافاً للعينين إلى عكس جهة الآفة.

٣- باحة الكلام الحركية لـ بروكا (باحة الكلام الأمامية) Motor speech area of Broca:

تقع في القسم الخلفي للتلفيف الجبهي السفلي (الباحة ٤٤و٤٥ لـ برودمان) في النصف المسيطر لنصف الكرة المخية.
باحة الكلام الحركية مسؤولة عن تشكيل الكلمات ولفظها بواسطة اتصالاتها مع الباحات الحركية الملاصقة لها، الأمر الذي يؤدي إلى تنبيه ملائم لعضلات الحنجرة والفم واللسان والحنك اللين والعضلات التنفسية التي تشترك لإخراج الكلمة المناسبة.

٤- باحة الكلام الحسية لـ فيرنكه (باحة الكلام الخلفية) Sensory speech of Wernicke:

باحة الكلام الحسية (أو الاستقبالية) لـ فيرنيكه تقع في نصف الكرة المسيطر، في القسم الخلفي للتلفيف الصدغي العلوي مع امتدادات حول النهاية الخلفية للثلم الوحشي ضمن المنطقة الجدارية. منطقة فيرنيكه مسؤولة عن فهم الكلام المسموع والمكتوب.

تصل باحة فيرنكه بباحة بروكا حزمة من ألياف عصبية تسمى الحزمة المقوسة (تمثل جزء من الحزمة الطولانية العلوية).
ينجم عن الآفات المخربة لباحة الكلام الحركية لـ بروكا في نصف الكرة المسيطر فقد القدرة على إحداث الكلام وهذا ما يعرف **بالحبسة التعبيرية** (أو الحركية) Expressive aphasia ويحتفظ المريض بالمقدرة على التفكير في الكلمات التي يرغب قولها، ويستطيع كتابة تلك الكلمات كما يستطيع فهم الكلمات التي يسمعها أو يراها، ويكون المريض مدركاً لإصابته.
تسبب الآفات المحصورة في باحة الكلام الحسية لـ فيرنيكه في نصف الكرة المسيطر فقداً في القدرة على فهم الكلام المكتوب والمسموع وهذا ما يعرف باسم **الحبسة الإستقبالية** Receptive aphasia. وبما أن باحة بروكا غير مصابة يبقى التحدث غير منقوص ويستطيع المريض التكلم بطلاقة، لكن لا يدرك معنى الكلمات التي يستخدمها، ويلجأ إلى استخدام كلمات غير صحيحة بل حتى غير موجودة، ولا يدرك المريض الأخطاء الكلامية التي يرتكبها.
إصابة الحزمة المقوسة التي تربط بين باحة فرنيكه وباحة بروكا يؤدي إلى حدوث ما يسمى **بالحبسة التوصيلية** Conduction aphasia وهي حالة مختلطة بين الحبسة التعبيرية والحبسة الإستقبالية. وتتميز الحبسة التوصيلية بصعوبة تكرار الكلام المسموع، ويكون المريض مدركاً لإصابته كما هو الحال في الحبسة التعبيرية، والمريض يفهم الكلام المسموع والمكتوب على خلاف الحبسة الإستقبالية.

٥- مركز الحس الجسمي أو الباحات الحسية Somesthetic area**:**

الباحة الحسية الأولية Primary somesthetic area (باحات برودمان ٣و١و٢):
تتوضع في التلفيف خلف المركزي على الوجه الوحشي لنصف الكرة المخية وفي القسم الخلفي من التلفيف جانب المركزي الكائن على الوجه الأنسي لنصف الكرة المخية.
تتلقى الباحات الحسية الجسمية الأولية لقشرة المخ أليافاً إسقاطية من المهاد Thalamus (من النواة المهادية البطنية الخلفية الوحشية والنواة المهادية البطنية الخلفية الأنسية).
في التلفيف أمام المركزي يُمَثل النصف المقابل من الجسم بالمقلوب (رأساً على عقب). إذ تُمَثل نواحي البلعوم واللسان والفكين في أخفض قسم من التلفيف خلف المركزي، ويليها تمثيل الوجه فالأصابع فاليد فالساعد فالعضد فالجذع فالفخذ. توجد باحتا الساق والقدم على الوجه الأنسي لنصف الكرة في القسم الخلفي للتلفيف جانب المركزي. كما تتمثل المنطقتان الشرجية والتناسلية في المنطقة ذاتها من الوجه الأنسي الأخير.
تتناسب مساحة القشرة الممثلة لقسم ما من الجسم مع الأهمية الوظيفة أكثر منها مع الحجم. وهكذا يُمثل الوجه والشفتان والإبهام والسبابة في باحات واسعة مخصصة لها متناسبة مع أهميتها الوظيفية. وفي الواقع، تتناسب مساحة الباحة الممثلة لكل قسم من الجسم طرداً مع عدد المستقبلات الحسية الموجودة في ذلك القسم من الجسم.
برغم أن معظم الإحساسات تصل القشرة من الجانب المقابل من الجسم فإن الإحساسات القادمة من البلعوم والحنجرة والعجان تصل إلى القشرة من كلا الجانبين.
الحس العميق أو حس الوضعة هو إدراك وضع أجزاء الجسم في الفراغ (عند إغماض العينين) وتتوضع مستقبلاته في العضلات وأوتارها وفي الأربطة والمحافظ المفصلية (حس العضلات

والمفاصل). في حين تتوضع مستقبلات الحس الخارجي (الألم والحرور واللمس والضغط والاهتزاز) في الجلد ومستقبلات الحس الداخلي (حس الشد والضغط) في جدر الأحشاء ومحافظها.
ومما يجب ذكره أنه يمكن لتنبيهات حسية، وبخاصة المنبهات الألمية، أن يتم الإحساس بها في المهاد ولكن تمييز هذه الإحساسات الألمية لا يمكن أن يتم بالشكل النهائي عن مكان حدوثها وعن شدتها وعن نوع هذا التنبيه إلا في القشرة الحسية الدماغية.
ينجم عن آفات الباحة الحسية الجسمية في القشرة اضطرابات حسية (ألمية، حرارية، لمسية) في الجانب المقابل من الجسم، ويكون المريض غير قادر على تقدير درجة الحرارة، ولا على تحديد موقع التنبيهات اللمسية بدقة، ولا على تقدير الأوزان.
إضافة لباحات الحس السابقة الذكر التي تبين لنا هيئة الأشياء الموضوعة في اليد وصفاتها يوجد خلفها **الباحات الحسية القشرية الثانوية** Secondary somesthetic area في التلفيف الجداري العلوي (الباحة ٥و٧) التي يمكنها تفسير المعلومات الحسية الواردة من خلال التجارب الحسية السابقة والتعرف على الأشياء دون استخدام حاسة البصر (حس التجسيم sereognosis)؛ فمثلاً يمكن التعرف على القطع النقدية الموضوعة في اليد من خلال الحجم والشكل والملمس مع إغماض العينين.
إصابة هذه المنطقة من التلفيف الجداري العلوي (الباحة ٥و٧) يؤدي إلى العمى الحسي (عمى التجسيم Asereognosis) أي إلى عدم التعرف على الأشياء باللمس عند إغلاق العينين.

٦- المراكز البصرية (الباحات البصرية):
الباحة البصرية الأولية Primary visual area (الباحة ١٧) تقع بشكل رئيسي في عمق الشق المهمازي وعلى شفتي هذا الشق وذلك على الوجه الأنسي لنصف الكرة المخية، وتمتد قليلاً على الوجه الوحشي لنصف الكرة المخية. لا تتجاوز سماكة القشرة المخية في هذه المنطقة ١,٥ ملم.
تتلقى الباحة البصرية الأولية أليافاً من النصف الصدغي (النصف الوحشي) للشبكية الموافقة ومن النصف الأنفي (النصف الأنسي) للشبكية المقابلة (عبر الجسم الركبي الوحشي)، وبالتالي يتم تمثيل النصف الأيمن من الساحة البصرية في القشرة البصرية لنصف الكرة المخية الأيسر، والنصف الأيسر من الساحة البصرية في القشرة البصرية لنصف الكرة المخية الأيمن. الألياف الواردة من الجسم الركبي الوحشي Medial geniculate body تشكل التشعع البصري Optic radiation للمحفظة الداخلية، تسير أولاً إلى الأمام في المادة البيضاء للفص الصدغي ثم تعود إلى القشرة البصرية الأولية للفص القذالي.
الباحة البصرية الثانوية Secondary visual area (الباحة ١٨و١٩) تحيط بالباحة البصرية الأولية، تتلقى هذه الباحة أليافاً واردة من الباحة البصرية الأولية (١٧) ومن باحات قشرية أخرى ومن المهاد. وظيفة الباحة البصرية الثانوية هي ربط المعلومات البصرية التي تتلقاها الباحة البصرية الأولية بالتجارب البصرية السابقة؛ وبالتالي يتمكّن الشخص من التعرف على ما يراه.
يعتقد بأن **الساحة العينية القذالية** Occipital eye field موجودة في الباحة البصرية الثانوية، يسبب تنبيه هذه الساحة انحرافاً مقترناً للعينين إلى الجانب المقابل. إن وظيفة الساحة

العينية القذالية وظيفة إنعكاسية مرتبطة بحركات العينين حين تتابع حركة جسم ما. (تذكر أن الساحة العينية الجبهية، التي ذكرت سابقاً، هي مركز السيطرة على الحركات العينية الماسحة الإرادية، وهي مستقلة عن التنبيهات البصرية).
تؤدي الآفات الشاملة للباحة البصرية الأولية في جانب واحد إلى فقد الرؤية في الساحة البصرية المقابلة، وهذا ما يسمى العمى الشقي المماثل في الجهة المقابلة Crossed homonymous hemianopia.
تؤدي آفات الباحة البصرية الثانوية في جانب واحد إلى عدم القدرة على التعرف على الأجسام المرئية في ساحة البصر المقابلة (أي أن الشخص يرى ولكنه لا يدرك ما يراه).
التلف الكامل للباحتين البصريتين في نصفي الكرة المخية يؤدي إلى العمى التام.

٧- المراكز السمعية (الباحات السمعية) :

الباحة السمعية الأولية Primary auditory area (الباحة٤١): توجد في وسط التلفيف الصدغي العلوي تحت الثلم الجانبي (تلافيف هيشل).
تنشأ الألياف الإسقاطية الواردة إلى الباحة السمعية الأولية بشكل أساسي من الجسم الركبي الأنسي Medial geniculate body وتُشكِّل التشعع السمعي للمحفظة الداخلية الذي ينتهي في الباحة السمعية الأولية.
تسبب الآفة أحادية الجانب في الباحة السمعية الأولية نقص سمع في كلا الأذنين (وليس صمم) ويكون الضياع الأكبر في أذن الجانب المقابل، ويعلل ذلك بأن الباحة السمعية الأولية تتلقى أليافاً بشكل رئيسي من العضو اللولبي Spiral organ (أوعضو كورتي Corti organ الموجود في قوقعة الأذن) في الجانب المقابل وبعض الألياف من الجانب الموافق. ويكون الخلل الرئيسي الملاحظ في عدم القدرة على تحديد مكان مصدر الصوت.
الباحة السمعية الثانوية Secondary auditory area (الباحة ٢٢): تقع خلف الباحة السمعية الأولية في التلفيف الصدغي العلوي، وهي تتلقى معلومات من الباحة السمعية الأولية. ويعتقد أن الباحة السمعية الثانوية ضرورية من أجل تفسير الأصوات وإدراكها ومقارنتها مع المعلومات المخزنة أو تدونها إن كانت جديدة.

٨- مراكز الشم والذوق (الباحات الشمية olfactory area والباحات الذوقية Taste):

يوجد **مركز الشم** في مقدم التلفيف جانب الحصين أي في المعقف، وفي الحُصين بشكل جزئي.
تقع **الباحة الذوقية** في النهاية السفلية للتلفيف خلف المركزي أعلى الثلم الوحشي (سيلفيوس)، وفي المنطقة المجاورة من الجزيرة. إن الألياف الصاعدة من النواة المفردة تصعد على الأرجح إلى المهاد، حيث تشتبك مع عصبونات ترسل أليافاً إلى القشرة الذوقية.
إن إصابة مركز الشم ومركز الذوق في جانب واحد لا يؤدي إلى فقد الشم أو فقد الذوق، لأنه يصل إلى مركزا الشم والذوق معلومات من المستقبلات الشمية والذوقية في الجانبين الأيمن والأيسر.

القشرة الترابطية Association Cortex **أو الباحات الترابطية** Association area**:**

لا تُشكل الباحات الحسية الأولية والباحات الحركية الأولية سوى قسم صغير من سطح القشرة

المخية. بقية مناطق القشرة تعرف تقليدياً كباحات ترابطية، برغم أن ما تربطه بغيره غير معروف على نحو دقيق. ولم يتأكد المفهوم الذي يقول إن القشرة الترابطية تتلقى معلومات من الباحات الحسية الأولية ويتم تحليل ومكاملة هذه المعلومات في القشرة الترابطية ومن ثم يتم تلقيمها إلى الباحات الحركية.

لقد أصبح الآن جلياً كنتيجة للدراسات السريرية والتجارب على الحيوانات أن الباحات القشرية الترابطية تمتلك واردات وصادرات متعددة وهي معنية كثيراً بالسلوك والتمييز وتفسير التجارب الحسية. وقد تم تحديد ثلاث باحات ترابطية: جبهية أمامية، وصدغية أمامية، وجدارية خلفية.

١- الباحة (القشرة) الجبهية الأمامية Prefrontal area **:**

هي منطقة واسعة تقع أمام المنطقة أمام المركزية، وهي تشمل أقساماً كبيرة من التلافيف الجبهية والتلافيف الحجاجية. هناك عدد من الطرق الصادرة والواردة التي تصل القشرة الجبهية الأمامية بمناطق أخرى في القشرة المخية والمهاد والوطاء والجسم المخطط.

القشرة الجبهية الأمامية معنية ببناء شخصية الإنسان، وتقوم بدور منظم للسلوك والعواطف. عند حدوث أذية في القشرة الجبهية الأمامية يؤدي إلى فقدان الشخص للمبادرة والمحاكمة، وظهور تغيرات عاطفية (ميل للانشراح والسرور بدون مبرر)، ويتوقف المريض عن التقيد بالنمط المقبول من السلوك الاجتماعي، ويصبح أقل حرصاً على اللباس والمظهر.

٢- الباحة (القشرة) الصدغية الأمامية: يعتقد أن القشرة الصدغية الأمامية تقوم بدور في تخزين التجارب الحسية السابقة. يمكن لتنبيه هذه المنطقة أن يُذكّر الشخص بالأشياء المرئية أو بالموسيقى المسموعة في الماضي.

٣- الباحة (القشرة) الجدارية الخلفية: يحصل في القشرة الجدارية الخلفية عملية تكامل للمعلومات البصرية من القشرة القذالية الخلفية ولواردات اللمس والضغط والتلقي الجسدي من القشرة الجدارية الأمامية، فيتشكل إدراك لحجم وشكل وقوام الأشياء. تعرف هذه المقدرة باسم معرفة التجسيم (حس التجسيم) Stereognosis . يتركب أيضاً تقدير لصورة الجسم في القشرة الجدارية الخلفية، حيث يستطيع الشخص إنشاء مخطط لجسمه ويكون قادراً على إدراكه في مستوى الوعي؛ إذ يعرف الدماغ في كل الأوقات موقع أي قسم من جسمه بالنسبة إلى المحيط. هذه المعلومات مهمة جداً حين إنجاز حركات الجسم. يُمثّل الجانب الأيمن من الجسم في نصف الكرة المخية الأيسر، ويُمثّل الجانب الأيسر من الجسم في نصف الكرة المخية الأيمن. تقطع الآفات المخربة في التلفيف الزاوي السائد (المسيطر) الكائن في مؤخرة الفص الجداري (والمعدود غالباً قسم من باحة فيرنيكه) الطريق بين الباحة الترابطية البصرية والقسم الأمامي من باحة فيرنيكه، ويؤدي ذلك إلى جعل المريض غير قادر على القراءة (اللاقرائية Alexia) أو الكتابة (اللاكتابية Agraphia).

السيادة (السيطرة) المخية Cerebral Dominance**:**

يُظهِر الفص التشريحي لنصفي كرة المخ أن التلافيف والأثلام القشرية متماثلة تقريباً. هذا إضافة إلى أن الطرق العصبية الساقطة على القشرة تسقط بشكل كبير في الجانب المقابل وبالتساوي على كل باحات قشرية متماثلة في نصفي الكرة المخية. كما أن الصوارات (الملتقيات) المخية، بخاصة الجسم الثفني والصوار الأمامي، تقدم طريقاً تسلكه المعلومات التي

يتلقاها أحد نصفي الكرة المخية كي تنتقل إلى نصف الكرة الآخر. ومع ذلك فإن بعض الفعاليات العصبية ينجز غالباً في أحد نصفي الكرة المخية.

إن استخدام اليدين وفهم اللغة والكلام هي جوانب وظيفية يتحكم بها نصف الكرة السائد (المسيطر) وعند الغالبية العظمى من الأشخاص يكون نصف الكرة المخية الأيسر، وعلى العكس من ذلك يُفسَّر الإدراك الفراغي وتمييز الوجوه والموسيقى في نصف الكرة غير السائد.

إن أكثر من ٩٠% من الأشخاص البالغين يستعملون اليد اليمنى وبالتالي يكون نصف الكرة الأيسر هو السائد. ويكون نصف الكرة الأيسر سائداً (مسيطراً) على الكلام لدى نحو ٩٦% من الأشخاص البالغين.

المحاضرة الثالثة **البنية الداخلية لنصفي الكرة المخية**

تغطي نصفي الكرة المخية طبقة من مادة سنجابية هي القشرة المخية. يوجد داخل كل نصف كرة مخية مادة بيضاء التي تتشكل من ألياف عصبية نخاعينية تربط مختلف أجزاء القشرة المخية، وتربطها أيضاً مع بقية أجزاء الجملة العصبية المركزية. يوجد في المادة البيضاء في عمق نصفي الكرة المخية كتل من مادة سنجابية تعرف باسم النوى القاعدية. كما يوجد في كل نصف كرة مخية بطين جانبي.

النوى القاعدية (العقد القاعدية) Basal ganglia

يستند مصطلح النوى القاعدية إلى تجمع كتل من مادة سنجابية واقعة عميقاً ضمن كلٍ من نصفي الكرة المخية وحشي المهاد.

والنوى القاعدية هي:

١- الجسم المخطط Corpus Striatum.

٢- النواة اللوزية Amygdaloid nucleus.

٣- العائق Claustrum.

ترتبط النوى القاعدية ارتباطاً وظيفياً وثيقاً بالمادة السوداء والنواة الحمراء (الموجودة في الدماغ المتوسط) والنوى ما دون المهاد (الموجودة في الدماغ البيني) ولكنها لا تعتبر قسماً من النوى القاعدية.

خلافاً للأقسام الكثيرة من الجملة العصبية والمعنية بالسيطرة الحركية، **ليس للنوى القاعدية اتصالات مباشرة صادرة إلى النخاع الشوكي ولا واردة منه.**

تعتبر النوى القاعدية **المركز الحركي الرئيسي تحت القشري** من الجملة خارج الهرمية.

تقوم النوى القاعدية بدور هام في ضبط الوضعة والحركات الإرادية والمقوية العضلية.

الجسم المخطط Corpus Striatum:

يقع الجسم المخطط إلى الوحشي من المهاد. وهو يقسم كلياً تقرباً بواسطة شريط من ألياف عصبية تسمى المحفظة الداخلية internal capsule إلى قسمين هما النواة المذنبة والنواة العدسية. جاءت تسمية الجسم المخطط بهذا الاسم بسبب المظهر المخطط الناجم عن شريطات من مادة سنجابية تمر عبر المحفظة الداخلية وتربط بين النواة المذنبة ولحاء النواة العدسية.

١- النواة المذنبة caudate nucleus:

النواة المذنبة هي كتلة كبيرة من مادة سنجابية لها شكل حرف C ، وتقع إلى الوحشي من المهاد. يجاور الوجه الوحشي للنواة المذنبة المحفظة الداخلية التي تفصلها عن النواة العدسية.

تقسم النواة المذنبة إلى رأس، وجسم، وذيل.

الرأس Head: كبير ومدور، ويشكل الجدار الوحشي للقرن الأمامي من البطين الجانبي.

الجسم Body: طويل وضيق، ويواصل مع الرأس في منطقة الثقبة بين البطينين. يشكل جسم النواة المذنبة قسماً من أرضية جسم البطين الجانبي. ينفصل جسم النواة المذنبة عن المهاد بواسطة شريط دقيق من المادة البيضاء يدعى السطر الانتهائي.

الذيل Tail: طويل ورفيع، ويتواصل مع الجسم في منطقة النهاية الخلفية للمهاد، يسير نحو الخلف ويدور حول المهاد، ثم يسير نحو الأمام في سقف القرن السفلي للبطين الجانبي. ينتهي ذيل النواة المذنبة في الأمام في النواة اللوزية التي تقع في الجزء الأمامي الأنسي للفص الصدغي.

٢- النواة العدسية Lentiform nucleus**:**

هي كتلة من مادة سنجابية على شكل وتد (إسفين)، قاعدته محدبة وموجهة نحو الوحشي، ورأسه موجه نحو الأنسي، تنطمر النواة العدسية عميقاً في المادة البيضاء لنصف الكرة المخية، وهي تقع وحشي المحفظة الداخلية، إذ تفصلها المحفظة الداخلية عن المهاد والنواة المذنبة. يجاور النواة العدسية في الوحشي طبقة رقيقة من مادة بيضاء هي المحفظة الخارجية، التي تفصل النواة العدسية عن طبقة رقيقة من مادة سنجابية تسمى العائق، وبدوره يفصل العائق المحفظة الخارجية عن المادة البيضاء تحت القشرية في الجزيرة. وفي الأسفل، تتواصل النواة العدسية في نهايتها الأمامية مع النواة المذنبة.

تقسم النواة العدسية بواسطة صفيحة من المادة البيضاء إلى قسمين:

أ- لحاء النواة العدسية (أو الآتبة أو العجمة) Putamen: هو القسم الوحشي من النواة العدسية، وهو القسم الأكبر والأكثر قتامة، ويقع وحشيها المحفظة الخارجية.

ب- الكرة الشاحبة Globus pallidus: هي القسم الأنسي الأقل قتامة وهي تقسم بواسطة صفيحة رقيقة من المادة البيضاء إلى قسمين: وحشي وأنسي. ينجم شحوب الكرة الشاحبة عن احتوائها كثافة عالية من ألياف عصبية نخاعينية.

اتصالات النوى القاعدية:

إن اتصالات النوى القاعدية كثيرة ومعقدة وقد اقتصرنا هنا على دراسة الطرق الأكثر أهمية. تشكل النواة المذنبة واللحاء (الآتبة) الموقعين الأساسيين اللذين يتلقيان الواردات إلى النوى القاعدية، وتتشكل الكرة الشاحبة الموقع الأساسي الذي تنطلق منه صادرات النوى القاعدية.

ملاحظة : تسمى مجموع النواة المذنبة واللحاء ما يسمى **بالجسم المخطط الحديث**.

اتصالات الجسم المخطط الحديث (النواة المذنبة واللحاء):

أ- الألياف الواردة إلى الجسم المخطط الحديث (النواة المذنبة واللحاء):

١- الألياف القشرية المخططية: ترسل جميع أقسام القشرة المخية محاوير إلى النواة المذنبة واللحاء. يرتسم كل قسم من القشرة المخية على قسم محدد من معقد النواة المذنبة واللحاء. ترد معظم الألياف من قشرة الجانب الموافق. إن القسم الأكبر من الواردات يأتي من القشرة الحسية والحركية.

٢- الألياف المهادية المخططية: تقوم النوى داخل الصفيحية في المهاد بإرسال عدد كبير من المحاوير إلى النواة المذنبة واللحاء.

٣- الألياف السوداء المخططية: ترسل عصبونات المادة السوداء محاوير إلى النواة المذنبة واللحاء، وتحرر الدوبامين من نهاياتها كناقل عصبي. ويعتقد أن هذه الألياف ذات تأثير مثبط.

٤- الألياف الجذعية المخططية: تنتهي ألياف صاعدة من جذع الدماغ في النواة المذنبة واللحاء، وتطلق من نهاياتها السيروتونين كناقل عصبي. ويعتقد أن هذه الألياف ذات تأثير مثبط.

ب- الألياف الصادرة من الجسم المخطط الحديث (النواة المذنبة واللحاء):

١- الألياف المخططية الشاحبية: تذهب هذه الألياف من النواة المذنبة واللحاء إلى الكرة الشاحبة.

٢- الألياف المخططية السوداء: تذهب هذه الألياف من النواة المذنبة واللحاء إلى المادة السوداء.

اتصالات الكرة الشاحبة:

١- الألياف الواردة إلى الكرة الشاحبة:

هي الألياف المخططية الشاحبية التي تمر من النواة المذنبة واللحاء إلى الكرة الشاحبة.

الألياف الصادرة من الكرة الشاحبة:

يمكن تقسيم هذه الألياف المعقدة الصادرة من الكرة الشاحبة إلى أربع مجموعات:

١- العروة العدسية Ansa lenticularis التي تذهب إلى النوى المهادية.

٢- الحزمة العدسية Fascicularis lenticularis التي تذهب إلى ما دون المهاد.

٣- الألياف الشاحبية الغطائية التي تنتهي في القسم السفلي من غطاء الدماغ المتوسط.

٤- الألياف الشاحبية دون المهادية التي تذهب إلى النوى دون المهادية.

النواة اللوزية Amygdaloid nucleus: تقع النواة اللوزية في الفص الصدغي على مقربة من المعقف. تعد النواة اللوزية أيضاً جزءاً من الجهاز الحوفي (الجهاز اللمبي)، وقد دُرست سابقاً عند دراسة الجهاز الحوفي. تستطيع النواة اللوزية عبر اتصالاتها التأثير في استجابة الجسم لتغيرات المحيط. ففي حالة الخوف مثلاً، تتمكن من تغيير نظم القلب، والضغط الشرياني، ولون الجلد، ونظم التنفس.

العائق Claustrum: هو طبقة رقيقة من مادة سنجابية تنفصل عن الوجه الوحشي للنواة العدسية بواسطة المحفظة الخارجية. توجد إلى الوحشي من العائق المادة البيضاء تحت القشرية للجزيرة (تدعى المحفظة القصوى) . وظيفة العائق غير معروفة.

وظيفة النوى القاعدية:

يتلقى الجسم المخطط أليافاً عصبية من مناطق مختلفة في القشرة المخية، والمهاد، وما دون المهاد، وجذع الدماغ. وتسير الألياف الصادر منه راجعة إلى المناطق ذاتها في الجملة العصبية. تضبط النوى القاعدية الحركات العضلية من خلال تأثيرها في القشرة المخية، وهي لا تمارس أية سيطرة مباشرة عبر الطرق النازلة إلى جذع الدماغ والنخاع الشوكي.

تساعد النوى القاعدية بهذا الشكل في التحضير للحركة وتنظيم الحركات الإرادية وتعلم المهارات الحركية.

اضطرابات النوى القاعدية:

هناك نموذجين رئيسيين لاضطرابات النوى القاعدية:

١- اضطرابات فرط (زيادة) الحركة، ويحصل فيها حركات زائدة غير سوية لا إرادية، كما في الرقص والكنع.

٢- اضطرابات نقص الحركة، ويحصل فيها نقص أو بطء في الحركة لا إرادي.

يتضمن مرض باركنسون كلا النموذجين السابقين من الاضطرابات الحركية.

المادة البيضاء لنصف الكرة المخية

تتألف المادة البيضاء من ألياف عصبية مغمدة بالنخاعين ذوات أقطار مختلفة ويدعمها الدبق العصبي، ويمكن تصنيف هذه الألياف العصبية في ثلاث مجموعات تبعاً لاتصالاتها:

١- ألياف ترابطية (تشاركية) Association fibers.

٢- ألياف صوارية (التقائية) Commissural fibers.

٣- ألياف إسقاطية (ارتسامية) Projection fibers.

أولاً- الألياف الترابطية (التشاركية) Association fibers:

تصل هذه الألياف بشكل أساسي بين المناطق القشرية المختلفة ضمن نصف الكرة ذاته ويمكن تقسيمها إلى مجموعات قصيرة ومجموعات طويلة.

تقع **الألياف الترابطية القصيرة** مباشرة تحت القشرة المخية وتصل ما بين التلافيف المتجاورة وتسمى بحزم U؛ وتسير هذه الألياف عرضانياً بالنسبة إلى المحور الطويل للأثلام.

أما الألياف الترابطية الطويلة فتصل بين مراكز عصبية متباعدة في فصوص مختلفة، وتكون مجموعة ضمن حزم واضحة ذوات أسماء، ومن أهم حزم الألياف الترابطية الطويلة:

١- الحزمة الطولانية العلوية Superior longitudinal fasciculus هي أكبر حزمة من الألياف العصبية الترابطية، تنشأ من الفص الجبهي وتسير نحو الخلف على الوجه الوحشي للمخ موازية للحافة العلوية للجسم الثفني، وهي تصل الفص الجبهي بالفصوص الجداري والقذالي والصدغي.

والحزمة المقوسة Arcuate fasciculus هي جزء من الحزمة الطولانية العلوية، وهي تصل بين منطقتي الكلام الخلفية والأمامية (باحتا فيرنيكه وبروكا).

كما تصل الحزمة الطولانية العلوية بين مركز الرؤية في الفص القذالي والباحة العينية الأمامية.

٢- الحزمة الطولانية السفلية Inferior longitudinal fasciculus تسير من الفص القذالي نحو الأمام مارةً وحشي التشعع البصري وتتوزع في الفص الصدغي.

٣- الحزمة المعقفية (المحجنية) Uncinate fasciculus هي حزمة ثخينة، تصل قشرة مقدم الفص الجبهي وتلافيف الوجه السفلي للفص الجبهي بقشرة قطب الفص الصدغي، وتلتف حول قاع الثلم الجانبي (سيلفيوس).

٤- الحزام Cingulum حزمة طويلة منحنية من الألياف الترابطية، تقع ضمن المادة البيضاء للتلفيف الحزامي، وهو يصل الفصيين الجبهي والجداري بمنطقة تلفيف جانب الحُصين والمناطق القشرية الصدغية المجاورة له.

٥- المحفظة الظاهرة Extreme capsule تتوضع بين الآتبة والعائق.

ثانياً- الألياف الصوارية (الالتقائية) Commissural fibers:

تصل هذه الألياف بشكل أساسي ما بين مناطق متناظرة في نصفي الكرة المخية وهي كالآتي: الجسم الثفني، والصوار الأمامي، والصوار الخلفي، والصوار القبوي، والصوار العنائي.

١- الجسم الثفني Corpus callosum: هو أضخم صوار في الدماغ، ويصل ما بين الكرة المخية. يقع في قعر الشق الطولاني المخي. ويقسم وصفياً إلى منقار (خطم)، وركبة، وجذع، وضماد (حوية).

- **المنقار (الخطم)** Rustrum: هو قسم رقيق من النهاية الأمامية للجسم الثفني، وهو يمتد خلفياً ليتواصل مع النهاية العلوية للصفيحة الانتهائية.
- **الركبة** Genu: هي النهاية الأمامية المنحنية للجسم الثفني والتي تنحني سفلياً أمام الحاجز الشفاف.
- **الجذع** Trunk: يتقوس خلفياً وينتهي في قسم خلفي ثخين يسمى **الضماد (أو الحوية)** Splenium.

يشاهد لدى تعقب ألياف الجسم الثفني نحو الوحشي، أن ألياف الركبة تنحني نحو الأمام ضمن الفصين الجبهيين مشكلة **الملقط الصغير** Forceps minor. تمتد ألياف الجذع وحشياً مشكلة **تشعع الجسم الثفني** Radiation of Corpus callosum، وهي تتقاطع مع الحزم الترابطية والألياف الإسقاطية في طريقها إلى القشرة المخية. تشكل بعض ألياف جذع الجسم الثفني السقف والجدار الوحشي للقرن الخلفي من البطين الجانبي، والجدار الوحشي للقرن السفلي من هذا البطين؛ وتعرف هذه الألياف باسم **البساط** Tapetum. وبتعقب ألياف الضماد (الحوية) وحشياً، يشاهد أنها تتقوس نحو الخلف ضمن الفص القذالي مشكلة **الملقط الكبير** Forceps major.

٢- الصوار الأمامي (الملتقى الأمامي) Anterior commissure**:**
حزمة صغيرة من ألياف عصبية تعبر المستوى الناصف ضمن الصفيحة الانتهائية. ويشاهد لدى متابعته وحشياً أن حزمة صغيرة من الصوار تنحني في كل جانب نحو الأمام باتجاه المادة المثقبة الأمامية والسبيل الشمي، بينما تنحني حزمة أكبر نحو الخلف فيكل جانب لتصل الفصين الصدغيين.

٣- الصوار الخلفي (الملتقى الخلفي) Posterior commissure**:** حزمة من ألياف عصبية تعبر المستوى الناصف مباشرة فوق فتحة المسال المخي على البطين الثالث؛ وهو يجاور القسم السفلي من سويقة الغدة الصنوبرية.

إن الوجهة النهائية لكثير من هذه الألياف العصبية والدلالة الوظيفية لها غير معروفة، ومع ذلك، يعتقد أن الألياف الصادرة من النوى أمام السقفية المتدخلة في المنعكس الحدقي الضوئي تعبر هذا الصوار في طريقها إلى القسم نظير الودي من نوى العصب المحرك للعين.

٤- الصوار القبوي (الملتقى القبوي) Commissure of fornix**:** يتألف من ألياف معترضة تعبر المستوى الناصف من ساق إلى أخرى مباشرة قبل تشكيل جسم القبو. وظيفة الصوار القبوي هي الوصل بين الحُصينين.

٥- الصوار العنائي (الملتقى العنائي) Habenular commissure**:** هو حزمة صغيرة من ألياف عصبية تعبر المستوى الناصف في القسم العلوي من جذر السويقة الصنوبرية.
يختص هذا الصوار بالنواتين العنائيتين اللتين تقعان على جانبي المستوى الناصف في هذه المنطقة. تتلقى النواتان العنائيتان واردات كثيرة من النواتين اللوزيّتين والحُصينين تمر هذه الألياف عبر السطر النخاعي المهادي. تعبر بعض ألياف السطر النخاعي المهادي المستوى الناصف لتصل نواة الجانب المقابل عبر الصوار العنائي. وظيفة النوى العنائية واتصالاتها غير معروفة لدى الإنسان.

ثالثاً- الألياف الإسقاطية (السبل العصبية) Projection fibers :
يتعين على الألياف العصبية الصادرة والواردة، سواء منها الصادرة من القشرة المخية إلى جذع

الدماغ أم الواردة من جذع الدماغ إلى أرجاء القشرة المخية ، يتعين عليها أن تعبر ما بين الكتل النووية الكبيرة المكونة من المادة السنجابية الكائنة ضمن نصف الكرة المخية. تشكل هذه الألياف عند قاعدة الدماغ (في القسم العلوي لجذع الدماغ) حزمة متراصة تعرف باسم **المحفظة الداخلية** التي يحدها في الأنسي المهاد والنواة المذنبة وفي الوحشي النواة العدسية.

المحفظة الداخلية Internal capsule:

تبدو المحفظة الداخلية على هيئة زاوية مجسمة مفتوحة نحو الوحشي (وذلك نظراً للشكل الإسفيني للنواة العدسية). تنحني المحفظة الداخلية لتشكل **ساقاً أمامية** Anterior limb **وساقاً خلفية** Posterior limb تصل بينهما **ركبة** المحفظة الداخلية Genu.

تقع الساق الأمامية للمحفظة الداخلية بين رأس النواة المذنبة في الأنسي والنواة العدسية في الوحشي، في حين تقع الساق الخلفية بين المهاد في الأنسي والنواة العدسية في الوحشي.

تقع معظم الألياف الإسقاطية إلى الأنسي من الألياف الترابطية، ولكنها تتقاطع مع الألياف الصوارية للجسم الثفني والصوار الأمامي.

تعد المحفظة الداخلية الممر الوحيد الضيق لكل الألياف الواردة إلى القشرة ولكل الألياف الصادرة من القشرة المخية.

يعبر من خلال الساق الأمامية للمحفظة الداخلية **الألياف الجبهية الجسرية والألياف المهادية الجبهية.**

يعبر من ركبة المحفظة الداخلية **ألياف السبيل القشري النووي** (سبيل حركي نازل إلى نوى الأعصاب القحفية في جذع الدماغ).

يعبر من الساق الخلفية، وخلف الألياف القشرية النووية مباشرة، **ألياف السبيل القشري الشوكي** (سبيل حركي نازل) **والألياف المهادية الجدارية** (ألياف حسية صاعدة إلى التلفيف خلف المركزي في الفص الجداري)، ثم **الألياف الصدغية القذالية ـ الجسرية**، ثم **ألياف السبيل السمعي** الآتية من الجسم الركبي الأنسي **وألياف السبيل البصري** الآتية من الجسم الركبي الوحشي.

تتوزع الألياف الحسية الصاعدة بعد عبورها المحفظة الداخلية متجهة نحو قشرة التلفيف خلف المركزي فتشكل **الإكليل المتشعع** Crona radiata، بينما تمتد الألياف الحركية النازلة بصورة متراصة لتعبر الساق المخية.

الحاجز الشفاف Septum pellucidum**:**

الحاجز الشفاف ملاءة شاقولية من نسيج عصبي يتألف من مادة بيضاء ومادة سنجابية مغطاة في كل من جانبيها بالبطانة العصبية، وهو يمتد بين القبو والجسم الثفني، ويشغل في الأمام الفسحة ما بين جذع الجسم الثفني والمنقار. يتكون هذا الحاجز أساسياً من غشاء مضاعف مع جوف مغلق على شكل شق ما بين الغشائين. يشكل الحاجز الشفاف حاجزاً بين القرنين الأماميين للبطينين الجانبيين.

المحاضرة الرابعة **الدماغ البيني Diencephalon**

الدماغ البيني هو الجزء من الدماغ الذي يصل الدماغ الانتهائي مع الدماغ المتوسط، وسمي الدماغ البيني بهذا الاسم لأنه يقع بين الدماغ الانتهائي والدماغ المتوسط.
يتألف الدماغ البيني من البطين الثالث 3rd ventricle والبنى التي تشكل حدود هذا البطين.
يتوضع الدماغ البيني من جهة قاعدة الدماغ بين المصلبة البصرية (التصالب البصري) Optic chiamsa والسبيل البصري Optic tract في الأمام والجانبين وبين المادة المثقبة الخلفية Posterior perforated substance في الخلف. أما على الوجه الظهري (الخلفي) فينفصل الدماغ البيني عن الدماغ المتوسط بواسطة الثلم الواقع بين الأكيمتين العلويتين ووسادتي المهادين، ويفصل السطر الانتهائي Stria terminalis الدماغ الانتهائي والدماغ البيني في الأمام والوحشي حيث يقع بين المهاد والنواة المذنبة.
يمتد الدماغ البيني في الأمام حتى الحد الأمامي من الثقبة بين البطينية interventricular foramen . ويمتد في الخلف إلى النقطة التي يصبح فيها البطين الثالث مستمراً بالمسال المخي، والتقسيم يقصد منه التسهيل، إذ أن الألياف العصبية تجتاز، من وجهة نظر وظيفية، الحدود بحرّية.
يقسم الدماغ البيني تشريحياً ووظيفياً إلى أربعة أقسام رئيسية هي: ١- المهاد Thalamus ، ٢- ما دون المهاد subthalamus ، ٣- ما فوق المهاد Epithalamus ، ٤- الوطاء Hypothalamus.

أولاً- المهاد Thalamus:
المهاد كتلة بيضوية الشكل كبيرة مكونة من مادة سنجابية تشكل القسم الأكبر من الدماغ البيني.
يوجد مهادان يقع كلٍ منهما على جانب البطين الثالث. للمهاد نهاية أمامية ضيقة ومدورة تشكل الحد الخلفي للثقبة بين البطينية (ثقبة مونرو) وله نهاية خلفية متوسعة تدعى **الوسادة**Pulvinar التي تعتلي الأكيمة العلوية وعضدها. يكون الجسم الركبي الوحشي بروزاً صغيراً من الوجه السفلي للقسم الوحشي للوسادة.
للمهاد أربعة وجوه ونهايتان:
١- الوجه العلوي: يمتد من الثقبة بين البطينية (ثقبة مونرو) في الأمام وحتى صفحة الأكيمات الأربع في الخلف. يجاور الوجه العلوي من وحشيه النواة المذنبة وينفصل عنها بثلم يسمى الثلم المهادي المخطط Thalamostriate sulcus يسير فيه الوريد المهادي المخطط والسطر الانتهائي. يغطيه في الأنسي الضفيرة المشيمية وتغطيه في الوحشي البطانة العصبية، ويشكل هذا الوجه قسماً من أرضية البطين الجانبي.
٢- الوجه السفلي: يجاور الوطاء. وهو متواصل مع غطاء الدماغ المتوسط.
٣- الوجه الأنسي: يشكل قسماً من الجدار الوحشي للبطين الثالث، وهو يرتبط بالمهاد المقابل بواسطة شريط من مادة سنجابية يسمى **الالتصاق بين المهادين** Interthalamic adhesio أو الاتصال بين المهادين.
٤- الوجه الوحشي: ينفصل عن النواة العدسية بواسطة المحفظة الداخلية.
٥- النهاية الأمامية: وهي مدورة تعانقها النواة المذنبة في الأعلى ويسير عليها في الأعلى

والأنسي الساق الأمامية من القبو ويحد معها ثقبة هامة هي الثقبة بين البطينية (ثقبة مونرو) التي تصل البطين الجانبي مع البطين الثالث.

٦- النهاية الخلفية: تسمى الوسادة Pulvinar أو الحدبة الخلفية وهي ضخمة تتصل من الأسفل بالجسمين الركبيين الوحشي والأنسي وهما حدبتان صغيرتان رماديتان ملحقتان بالمهاد. يشكل الجسمان الركبيان الوحشيان والأنسيان ما يسمى **(المهاد التالي)**.

أقسام المهاد (البنية الداخلية للمهاد):

تنقسم المادة السنجابية للمهاد بواسطة صفيحة من مادة بيضاء تسمى الصفيحة النخاعية الداخلية Internal medullary lamina إلى ثلاثة أقسام رئيسية: ١- قسم أمامي، ٢- قسم أنسي، ٣- قسم وحشي.

يحوي كل قسم من أقسام المهاد الثلاثة مجموعة من نوى مهادية، إضافة لذلك تتوضع مجموعات نووية أصغر ضمن الصفيحة النخاعية الداخلية، ويقع بعضها على وجهي المهاد الأنسي والوحشي.

١- القسم الأمامي من المهاد: يحوي هذا القسم **النوى المهادية الأمامية** anterior thalamic nucleui. تتلقى هذه النوى السبيل الحلمي المهادي من النوى الحليمية. لهذه النوى المهادية الأمامية اتصالات متبادلة مع التلفيف الحزامي والوطاء.

ترتبط وظائف النوى المهادية الأمامية ارتباطاً وثيقاً بوظائف الجهاز الحُوّفي (اللمبي).

٢- القسم الأنسي من المهاد: يحوي هذا القسم نواة كبيرة هي **النواة الظهرية الأنسية** Dorsomedial nucleus، كما يحوي نوى أصغر متعددة.

تملك النواة الظهرية الأنسية اتصالات ثنائية الاتجاه مع كامل القشرة الجبهية الأمامية في الفص الجبهي من نصف كرة المخ. ولها اتصالات ثنائية الاتجاه أيضاً مع النوى الوطائية.

القسم الأنسي من المهاد مسؤول عن تكامل بين تشكيلة واسعة من المعلومات الحسية (بما فيها المعلومات الحسية الجسمية والحشوية والشمية) وربط هذه بالمشاعر والحالات الانفعالية والعاطفية للشخص.

٣- القسم الوحشي من المهاد: تنقسم نوى هذا القسم إلى صفين ظهري وبطني.

أ- الصف الظهري من نوى القسم الوحشي للمهاد: يضم هذا الصف **النواة الظهرية الوحشية** Lateral dorsal nucleus، **والنواة الخلفية الوحشية** Lateral posterior nucleus، **والوسادة** Pulvinar.

إن تفاصيل اتصالات هذه النوى غير واضحة، ولكن يُعرف لها اتصالات مع الفصوص الجداري والقذالي والصدغي والتلفيف الحزامي، واتصالات متبادلة مع نوى مهادية أخرى.

ب- الصف البطني من نوى القسم الوحشي للمهاد: يتألف هذا الصف من النوى التالية من الأعلى إلى الأسفل:

١- النواة البطنية الأمامية Ventral anterior nucleus: ترتبط هذه النواة بالتشكيل الشبكي والمادة السوداء والجسم المخطط والقشرة أمام الحركية، وكذلك بكثير من النوى المهادية. ونظراً لتوضع هذه النواة بين الجسم المخطط والباحات الحركية للقشرة فهي تؤثر على الأرجح في فعالية القشرة الحركية.

٢- النواة البطنية الوحشية Ventral Lateral nucleus : لهذه النواة اتصالات شبيهة بتلك للنواة البطنية الأمامية؛ كما تصلها أيضاً معلومات من المخيخ ومن النواة الحمراء. وتذهب

أليافها الأساسية الصادرة إلى المنطقتين الحركية وأمام الحركية. وهذه النواة تؤثر على الأرجح في الفعالية الحركية.

٣- النواة البطنية الخلفية Ventral posterior nucleus : تنقسم هذه النواة إلى **نواة بطنية خلفية أنسية** Ventral posteromedial nucleus، **ونواة بطنية خلفية وحشية** Ventral posterolateral nucleus.

تتلقى النواة البطنية الخلفية الأنسية الطريقين الصاعدين مثلثي التوائم والذوقي.

بينما تتلقى النواة البطنية الخلفية الوحشية سبيلين حسيين صاعدين هما الفتيل الأنسي (الحس العميق أي حس المفاصل والعضلات) والفتيل الشوكي (حس الألم والحرارة واللمس).

ترسل النوى البطنية الخلفية (الأنسية والوحشية) أليافاً صادرة (السبيل المهادي القشري) عبر المحفظة الساق الخلفية للمحفظة الداخلية، ثم عبر الإكليل المتشعع إلى الباحات الحسية الجسمية الأولية (المراكز الحسية) في قشرة التلفيف خلف المركزي.

النوى المهادية الأخرى:

تشمل هذه النوى داخل الصفيحية، ونوى الخط الناصف، والنواة الشبكية ، والجسمين الركبيين الأنسي والوحشي.

- النوى داخل الصفيحية Intralaminar nuclei:

هي تجمعات صغيرة من خلايا عصبية ضمن الصفيحة النخاعية الداخلية.

تتلقى النوى داخل الصفيحية أليافاً واردة من التشكيل الشبكي، وكذلك من السبيل الشوكي المهادي والسبيل مثلثي التوائم المهادي، وترسل أليافاً صادرة إلى نوى مهادية أخرى تبعث بدورها إسقاطات إلى القشرة المخية، كما ترسل أليافاً إلى الجسم المخطط. ويعتقد أن هذه النوى تؤثر في مستويات الوعي واليقظة.

وظائف نوى الخط النصف والنواة الشبكية غير معروفة تماماً.

- الجسم الركبي الأنسي medial geniculate body :

يشكل الجسم الركبي الأنسي قسماً من الطريق السمعي، وهو انتباج يقع على الوجه الخلفي من المهاد تحت الوسادة.

يتلقى الجسم الركبي الأنسي أليافاً واردة من الأكيمة السفلية عبر عضد الأكيمة السفلية، وجدير بالذكر أن الأكيمة السفلية تتلقى نهاية ألياف الفتيل الوحشي (الذي يحوي ألياف سمعية من الجهتين) . يتلقى الجسم الركبي الأنسي معلومات سمعية من كلا الأذنين لكن بنصيب أكبر من أذن الجهة المقابلة. تغادر الألياف الصادرة الجسم الركبي الأنسي وتشكل التشعع السمعي الذي يذهب إلى القشرة السمعية في التلفيف الصدغي العلوي.

- الجسم الركبي الوحشي lateral geniculate body :

يشكل الجسم الركبي الوحشي قسماً من الطريق البصري، وهو على شكل انتباج يقع على الوجه السفلي لوسادة المهاد إلى الوحشي من الجسم الركبي الأنسي.

تنتهي في الجسم الركبي الوحشي ألياف السبيل البصري (باستثناء الألياف التي تذهب إلى النواة أمام السقفية في الدماغ المتوسط).إن ألياف السبيل البصري هي محاوير طبقة الخلايا العقدية للشبكية، وهي تأتي من النصف الصدغي لعين الجهة الموافقة ومن النصف الأنفي لعين الجهة

المقابلة، إذ أن الألياف الأخيرة تصالب الخط الناصف ضمن المصلبة البصرية. وهكذا يتلقى كل جسم ركبي وحشي من ساحة البصر المقابلة.
تشكل الألياف الصادرة من الجسم الركبي الوحشي التشعع البصري، الذي يذهب إلى القشرة البصرية للفص القذالي.
يشكل مجموع الجسمين الركبيين الوحشيين والجسمين الركبيين الوحشيين ما يسمى **المهاد التالي** Metathalamus.
يشكل المهاد محطة خلوية هامة جداً، وهو يتلقى جميع السبل الحسية (ما عدا السبيل الشمي)، ويُعَد محطة تتكامل فيها كثير من المعلومات ومن ثم ترحل إلى القشرة المخية ومناطق متعددة أخرى تحت القشرة. كما أنه يقوم مركزي في تكامل (دمج) الوظائف الحشوية والجسمية.

بعض آفات المهاد:
- **تؤدي إصابة المهاد** إلى فقدان كل أشكال الحس في النصف المقابل من الجسم (تشمل الحس العضلي المفصلي واللمس الخفيف والتمييز اللمسي وتحديد مكان المنبه).
وحس الألم، حيث تتبدل عتبة الإحساس بالألم ومدة الألم (متلازمة الألم المهادي).
- **الألم المهادي:** يمكن أن يحدث في سياق الشفاء من احتشاء مهادي. يحدث الألم العفوي، الذي غالباً ما يكون شديداً في الجانب المقابل من الجسم وهذا ما يسمى متلازمة الألم المهادي. يمكن للألم أن يثار باللمس الخفيف أو البرودة، وقد لا يستجيب الألم المهادي للمعالجة بالأدوية المسكنة القوية.
- **اليد المهادية:** تصبح وضعية اليد في الجهة المقابلة غير طبيعية لدى بعض مرضى الآفات المهادية. يكون الرسغ بحالة كب وقبض، وتكون المفاصل السنعية السلامية مثنية (بحالة قبض)، كما تكون المفاصل بين السلاميات مبسوطة.

ثانياً- ما دون المهاد Subthalamus:
يتوضع ما دون المهاد كما هو واضح من اسمه تحت المهاد، وبذلك يكون واقعاً بين المهاد وغطاء الدماغ المتوسط؛ كما أنه في موقع خلفي وأنسي قليلاً بالنسبة للوطاء.
يفصل الثلم الوطائي بين المهاد والمنطقة ما دون المهاد وتتمادى هذه الناحية بغطاء الدماغ المتوسط ، حيث يمتد إليها أجزاء من النواة الحمراء والمادة السوداء. تحتوي هذه المنطقة على **النواة ما دون المهاد (نواة لويس)** Subthalamic nucleus وبعض النوء الصغيرة الأخرى.
للنواة دون المهادية شكل عدسة محدبة الوجهين وهي تتمتع باتصالات هامة مع الجسم المخطط والمادة السوداء وبالتالي تتدخل في ضبط الفعالية العضلية.
يحوي ما دون المهاد أيضاً سبلاً هامة كثيرة تصعد من غطاء الدماغ المتوسط إلى نوى المهاد؛ ومن هذه السبل على سبيل المثال النهايات العلوية للفتيل الأنسي والفتيل الشوكي وفتيل مثلث التوائم.
تؤدي إصابة النواة ما دون المهاد (نواة لويس) إلى ظهور حركات ألتوائية لا إرادية عنيفة في النواحي الدانية للطرفين المقابلين وتدعى هذه الحالة الزفن الشقي أو شلل راقصات الباليه.

ثالثاً- فوق المهاد Epithalamus:

يتألف فوق المهاد من النواتين العنانيتين (مع اتصالاتهما) والجسم الصنوبري.

- النواة العنانية Habenular nucleus: هي مجموعة صغيرة من العصبونات متوضعة مباشرة إلى الأنسي من الوجه الخلفي للمهاد. يتم تلقي الألياف الواردة من النواة اللوزية الكائنة في الفص الصدغي عبر السطر النخاعي المهادي؛ وتمر ألياف أخرى من الحُصين عبر القبو. تعبر بعض ألياف السطر النخاعي المهادي المستوى الناصف وتصل النواة العنانية في الجانب المقابل؛ وتشكل هذه الألياف الأخيرة الصوار (الملتقى) العناني. وتمر محاوير من النواة العنانية إلى النواة بين السويقتين الكائنة في سقف الحفرة بين السويقتين، وإلى سقف الدماغ المتوسط، وإلى المهاد والتشكيل الشبكي للدماغ المتوسط. يعتقد أن النواة العنانية مركز لتكامل الطرق الواردة الشمية والحشوية والجسمية.

- الغدة (الجسم) الصنوبرية (Pineal Gland (Body:

الغدة الصنوبرية بنية مخروطية الشكل صغيرة ترتبط بالدماغ البيني بواسطة السويقة الصنوبرية. تتوضع الغدة الصنبورية في الثلم بين الأكيمتين العلويتين خلف الدماغ المتوسط. تحوي السويقة الصنوبرية في قاعدتها ردباً (جيب) يستمر مع جوف البطين الثالث. يحوي القسم العلوي من قاعدة السويقة الصوار (الملتقى) العنابي؛ ويحوي القسم السفلي من قاعدة هذه السويقة الصوار (الملتقى) الخلفي.

وفي المقطع المجهري تبدو الغدة الصنوبرية منقسمة بشكل غير تام إلى فصيصات بواسطة حواجز من نسيج ضام تمتد داخل الغدة بدءاً من المحفظة. ويوجد في الغدة نموذجان من الخلايا هما **الخلايا الصنوبرية والخلايا الدبقية**. وهناك ترسبات من مادة متكلسة تتراكم تدريجياً ضمن الغدة الصنوبرية مع تقدم العمر، وتدعى الرمال الدماغية (يمكن رؤيتها على الصورة الشعاعية البسيطة للجمجمة).

لا تحوي الغدة الصنوبرية خلايا عصبية؛ ولكن تدخلها ألياف ودية أدرينالية الفعل تنطلق من العقدة الرقبية العلوية، وتذهب إلى الغدة الصنوبرية برفقة الأوعية الدموية.

وظائف الغدة الصنوبرية:

أُسنِدت في البداية أهمية صغيرة إلى الغدة الصنوبرية، ولكن هذا العضو يعد الآن غدة داخلية الإفراز قادرة على التأثير في فعالية الغدة النخامية وجزر لانغرهانس (في المعثكلة) وجارات الدرق والكظرين والمنسلين (الغدد الجنسية).

تصل الإفرازات الصنوبرية التي تنتجها الخلايا الصنوبرية (ومنها الميلاتونين) أعضاءها المستهدفة عبر الدوران الدموي أو عبر السائل الدماغي الشوكي. وغالباً ما تكون تأثيراتها مُثبِّطة، وهي تثبط مباشرةً إنتاج الهرمونات أو تثبط بشكل غير مباشر إفراز العوامل المطلقة الوطائية. ومن الهام ملاحظة أن الغدة الصنوبرية غير مزودة بحاجز دموي دماغي.

تساهم الغدة الصنوبرية في تنظيم بعض العمليات الاستقلابية بواسطة مفرزاتها الهرمونية ومنها الميلاتونين Melatonin الذي يضبط تركيبه بواسطة دورة الضوء والظلام حيث يزداد إفرازه ليلاً.

يعتقد أن للغدة الصنوبرية دوراً في تثبيط نمو الغدد والأعضاء التناسلية حتى سن البلوغ، من خلال تثبيطها تحرير الهرمون المنمي للمنسلين (للأقناد Gonads) من الفص الأمامي للغدة النخامية. فيبدو أن الغدة الصنوبرية تقوم بدور في تنظيم وظيفة التكاثر.

تؤدي آفات الغدة الصنوبرية عند الأطفال إلى حدوث البلوغ المبكر.

رابعاً- الوطاء Hypothalamus:

الوطاء هو القسم الأمامي السفلي من الدماغ البيني يمتد من منطقة المصلبة البصرية (التصالب البصري) Optic chiasm إلى الحافة الخلفية للجسمين الحلميينMammillary body .
وهو يتوضع تحت المهاد ويشكل أرضية البطين الثالث والقسم السفلي من الجدارين الجانبيين لهذا البطين. يندخل الوطاء في الخلف ضمن غطاء الدماغ المتوسط، وتشكل المحفظة الداخلية الحد الوحشي للوطاء.
عندما يشاهد الوطاء من الأسفل يُلاحظ ارتباطه بالبُنى التالية من الأمام إلى الخلف:
١- المصلبة البصرية (التصالب البصري)، ٢- الحدبة الرمادية والقمع، ٣-الجسمين الحلميين.
هذه البنى السابقة تلحق بالوطاء وظيفياً.

١- المصلبة البصرية (التصالب البصري)Optic chiasm :

المصلبة البصرية حزمة مسطحة من ألياف عصبية واقعة إزاء اتصال الجدار الأمامي للبطين الثالث بأرضية هذا البطين. الوجه العلوي للمصلبة البصرية مرتبط بالصفيحة الانتهائية؛ أما وجهها السفلي فيجاور الغدة النخامية، ولكن يفصل بينهما الحجاب السرجي. يتواصل القرنان الأماميان للمصلبة مع العصبين البصريين ويتواصل القرنان الخلفيان مع السبيلين البصريين، هناك ردب صغير، هو الردب البصري للبطين الثالث، متوضع فوق الوجه العلوي للمصلبة البصرية.
من المهم تذكر أن الألياف الناشئة من النصف الأنفي (الأنسي) لكل شبكية تجتاز المستوى الناصف عبر المصلبة البصرية (التصالب البصري) لتدخل السبيل البصري في الجانب المقابل، بينما تمر الألياف الناشئة من النصف الصدغي (الوحشي) من الشبكية عبر المصلبة البصرية إلى السبيل البصري في الجانب الموافق (أي دون تصالب) .

٢- الحدبة الرمادية Tuber cinereum :

الحدبة الرمادية كتلة محدبة من مادة سنجابية، كما يظهر على الوجه السفلي. تستمر في الأسفل مع القمع. **القمع** Infundibulum مجوف في الأعلى، وهو يتواصل في الأسفل مع الفص الخلفي للنخامى. **البارزة الناصفة** Median eminence هي قسم متبارز من الحدبة الرمادية يتعلق به القمع.
تشكل مجموع البارزة الناصفة والقمع والفص الخلفي من الغدة النخامية النخامى العصبية.

٣- الجسمان الحليميان Mammillary body :

الجسمان الحليميان هما جسمان صغيران على شكل نصفي كرتين متوضعين جنباً إلى جنب خلف الحدبة الرمادية. يحوي الجسم الحلمي لباً مركزياً من مادة سنجابية مغلفة بمحفظة من ألياف عصبية نخاعينية. تتوضع خلف الجسمين الحلميين منطقة من الدماغ يتخللها عدد من الفتحات الصغيرة، وتسمى المادة المثقبة الخلفية، تمر عبر هذه الفتحات الفروع المركزية للشريانين المخيين الخلفيين.

النوى الوطائية Hypothalamic nuclei :

يتألف الوطاء مجهرياً من خلايا عصبية صغيرة مرتبة في مجموعات أو نوى (تشكل تجمعات

النوى الوطائية أكثر من ٣٠ نواة، وكثير منها غير واضحة الحدود فيما بينها). ولتسهيل الوصف، يقسم الوطاء بواسطة مستوى سهمي إلى منطقتين أنسية ووحشية. يتوضع ضمن هذا المستوي السهمي عمود القبو والسبيل الحلمي المهادي اللذان يشكلان معاً فاصلاً.

- نوى المنطقة الأنسية من الوطاء:

يوجد في المنطقة الأنسية النوى الوطائية التالية من الأمام إلى الخلف:

١- النواة أمام البصرية Preoptic nucleus.

٢- النواة الأمامية Anterior nucleus التي تندمج بالنواة أمام البصرية.

٣- النواة فوق المُصلّبية (فوق التصالب البصري) Suprachiasmatic nucleus.

٤- النواة جانب البطينية Paraventricular nucleus.

٥- النواة الظهرية الأنسية Dorsomedial nucleus.

٦- النواة البطنية الأنسية Ventromedial nucleus.

٧- النواة القمعية Influndibular nucleus.

٨- النواة الخلفية Posterior nucleus.

- نوى المنطقة الوحشية من الوطاء:

يوجد في المنطقة الوحشية النوى الوطائية التالية من الأمام إلى الخلف:

١- النواة فوق البصرية Supraoptic nucleus.

٢- النواة الوحشية Lateral nucleus .

٣- النواة الحدبية الحلمية Tuberomammillary nucleus.

٤- النواة الحدبية الوحشية Lateral tuberal nucleus .

تمتد بعض النوى الوطائية في كلا المنطقتين الأنسية والوحشية، مثال ذلك النواة أمام البصرية والنواة فوق المصلبية والنوى الحلمية.

خطوط الاتصال الوطائية:

يتلقى الوطاء معلومات من بقية أرجاء الجسم عبر الطرق التالية:

١- الاتصالات العصبية.

٢- الدوران الدموي.

٣- السائل الدماغي الشوكي.

الاتصالات العصبية الواردة إلى الوطاء:

يتلقى الوطاء الذي يقع في قلب الجهاز الحوفي (اللمبي) أليافاً واردة كثيرة من الأحشاء والغشاء المخاطي الشمي والقشرة المخية والجهاز الحوفي، والاتصالات الواردة للوطاء كثيرة ومعقدة والطرق الرئيسية هي:

١- واردات جسمية وحشوية: يصل الوطاء حس جسمي عام وحواس ذوقية وحشوية عبر الفروع الجانبية للألياف الفتيليّة الواردة والسبيل المنفرد، وعبر التشكيل الشبكي.

٢- واردات بصرية (تأتي من المصلبة البصرية).

٣- واردات شمية: تنتقل عبر حزمة الدماغ الأمامي الأنسية.

٤- واردات سمعية (لم يتم تحديد طريقها).

٥- ألياف قشرية وطائية (من قشرة الفص الجبهي).

٦- ألياف حُصينية وطائية.
٧- ألياف لوزية وطائية.
٨- ألياف مهادية وطائية.
٩- ألياف غطائية (تنشأ من الدماغ المتوسط).

الاتصالات العصبية الصادرة من الوطاء:

١- الألياف النازلة إلى جذع الدماغ والنخاع الشوكي: تؤثر في العصبونات المحيطية للجملة العصبية الذاتية. يرتبط الوطاء (عن طريق ألياف التشكيل الشبكي) بالنوى نظيرة الودية للأعصاب القحفية الموجودة في جذع الدماغ. وتربط الألياف الشبكية الشوكية الوطاء بالخلايا الودية الواقعة في القرون السنجابية الوحشية للشدف النخاعية من الشدفة الصدرية الأولى حتى الشدفة القطنية الثانية، كما تربطه بالخلايا نظيرة الودية الواقعة في الشدف النخاعية العجزية الثانية والثالثة والرابعة.

٢- السبيل الحلمي المهادي: ينشأ من الجسم الحلمي وينتهي في النواة الأمامية للمهاد، حيث يشكل محطة تليها ألياف أخرى تتابع الطريق إلى التلفيف الحزامي.

٣- السبيل الحلمي الغطائي: ينشأ من الجسم الحلمي وينتهي في خلايا التشكيل الشبكي في غطاء الدماغ المتوسط.

٤- طرق متعددة إلى الجهاز الحوفي (اللمبي).

اتصالات الوطاء بالغدة النخامية:

يرتبط الوطاء بالغدة النخامية عبر طريقين:

١- السبيل الوطائي النخامي: ألياف عصبية تسير من النواتين فوق البصرية وجانب البطينية إلى الفص الخلفي للغدة النخامية.

٢- الجهاز البابي النخامي: أوعية دموية بابية طويلة وقصيرة تربط الوطاء بالفص الأمامي للغدة النخامية.

هذان الطريقان يسمحان للوطاء في التأثير في فعالية الغدد داخلية الإفراز، أي الغدد الصم.

يتم تركيب هرموني الفازوبرسين Vasopressin (الهرمون المضاد للإدرار) والأوكسيتوسين Oxytocin (الهرمون المحرض للمخاض) في الخلايا العصبية للنواتين الوطائيتين فوق البصرية وجانب البطينية ويصلان إلى الفص الخلفي للغدة النخامية بواسطة السبيل الوطائي النخامي.

يتم إنتاج الهرمونات المُطلِقة Releasig hormones والهرمونات المثبِّطة للإطلاق Release-inhibitory hormones (هي هرمونات تؤثر في الفص الأمامي للغدة النخامية) في الخلايا العصبية الإفرازية في الوطاء وبشكل رئيسي في المنطقة الأنسية للوطاء (النوى الظهرية الأنسية والبطنية الأنسية والقمعية)، ويحمل الجهاز البابي النخامي هذه الهرمونات إلى الخلايا الإفرازية في الفص الأمامي للغدة النخامية.

وظائف الوطاء:
إن الوطاء، رغم صغره نسبياً، هو قسم هام جداً من الجملة العصبية المركزية، فهو يتحكم بالجملة العصبية الذاتية وجهاز الغدد الصم وبالتالي يتحكم باستتباب الجسم.

يتوضع الوطاء في مكان مناسب جداً لوظيفته، وذو موقع استراتيجي قرب مجموعة أجهزة وعناصر تشمل الجهاز الحوفي (اللمبي) والمهاد والسبل الصاعدة والنازلة والنخامى.
من الناحية الفيزيولوجية يندر أن تتم فعالية في الجسم بمعزل عن تأثير الوطاء. يقوم الوطاء بضبط وتكامل لوظائف الجملة العصبية الذاتية وأجهزة الغدد الصم، ويؤدي دوراً حيوياً في الحفاظ على استتباب الجسم. وهو يتدخل في فعاليات كثيرة مثل تنظيم حرارة الجسم وسوائله، والرغبة بالطعام والشراب، والسلوك الجنسي، والعاطفة.

الغدة النخامية Hypophyis :
نظراً لارتباط الغدة النخامية بالوطاء سيتم دراستها في هذا الموضع.
تتوضع الغدة النخامية في الحفرة النخامية للسرج التركي من جسم العظم الوتدي، وتنفصل عن جوف القحف بواسطة صفيحة من الأم الجافية تدعى حجاب السرج التركي. يوجد في مركز حجاب السرج التركي ثقبة تتمادى عبرها الغدة النخامية مع الساق النخامية (القمع) الذي يصلها بالدماغ.
تتراوح مقاييس النخامى بين ٠,٥- ١,٥ سم، وتقسم حسب تطورها الجنيني إلى فصين أمامي وخلفي. **يدعى الفص الأمامي النخامى الغدية** ويشكل ٧٠-٨٠% من كتلة الغدة النخامية ويتميز بغزارة ترويه الدموية. **ويدعى الفص الخلفي النخامى العصبية** ويحتوي على خلايا مفرزة وخلايا دبقية.
تتصل النخامى الغدية مع الوطاء (مع النوى الوطائية الأنسية) عبر حزمة وعائية هامة (الجهاز البابي النخامي) تسير في القسم الأمامي من الساق النخامية.
تنتهي في الفص الخلفي ألياف الحزمة الوطائية النخامية التي تحمل إليه هرموني النواة فوق البصرية والنواة جانب البطينية وهما هرموني الفازوبرسين (الهرمون المضاد للإدرار) والأوكسيتوسين (الهرمون المحرض للمخاض)، حيث يتم خزنهما في الفص الخلفي.
يحمل الجهاز البابي الهرمونات المُطلِقة والهرمونات المُثبطة للإطلاق إلى الخلايا الإفرازية في الفص الأمامي للغدة النخامية.
تنبه الهرمونات المُطلِقة إنتاج مجموعة من الهرمونات وإطلاقها من الفص الأمامي للغدة النخامية وهذه الهرمونات هي:
١- **الهرمون المُحرِّض لقشر الكظر** Adrenocoricotropic hormone (ACTH).
٢- **الهرمون المنبه للجُريب** Fllicle stimulating hormone (FSH).
٣- **الهرمون المُلَوتِن** Luteinizing hormone (LH).
٤- **الهرمون المنبه للدرق** Thyroid-stimulating hormone (TSH).
٥- **هرمون النمو** Growth hormone (GH)
٦- **هرمون البرولاكتين** (الهرمون المُدِر للحليب) Prolactin hormone.

المحاضرة الخامسة **جذع الدماغ Brainstem**

هو جزء من الجملة العصبية المركزية يقع بين النخاع الشوكي في الأسفل والدماغ البيني في الأعلى، يتوضع كله تقريباً في الحفرة القحفية الخلفية، وهو يشكل استمراراً للنخاع الشوكي في مستوي الثقبة الكبرى ويجتاز في الأعلى ثقبة الخيمة المخيخية ويمتد حتى الدماغ البيني.
يشير السبيلان البصريان إلى الحد الفاصل بين جذع الدماغ والدماغ البيني.
يبلغ طول جذع الدماغ حوالي ٨ سم وعرضه ١,٥-٤ سم وثخانته ١-٣ سم.
يتكون جذع الدماغ الأقسام التالية من الأسفل إلى الأعلى:
١- **البصلة** Bulb (النخاع المتطاول Medulla oblongata أو الدماغ النخاعي).
٢- **الجسر** Pons.
٣- **الدماغ المتوسط** Midbrain.
يحوي جذع الدماغ جوفين هما المسال المخي Cerebral aqueduct (of Sylvius) في الدماغ المتوسط والبطين الرابع 4th ventricle في الجسر والبصلة.

جذع الدماغ له ثلاثة وظائف واضحة هي:
١- يعمل كممر للسبل الصاعدة والنازلة التي تربط النخاع الشوكي بالأقسام المختلفة للمراكز الأعلى في الدماغ الأمامي.
٢- يحوي مجموعة نوى موصلة تشكل محطات ويُسقِط معظمها أليافاً على المخيخ، كما يحوي مراكز إنعكاسية هامة مرتبطة بالسيطرة على التنفس والجهاز القلبي الوعائي، كما أن له صلة أيضاً بالسيطرة على الوعي.
٣- يحوي النوى الهامة للأعصاب القحفية من الثالث حتى الثاني عشر.

أولاً- البصلة Bulb (النخاع المتطاول Medulla oblongata):
المظهر الخارجي للبصلة:
تقع البصلة Bulb بين الجسر في الأعلى والنخاع الشوكي في الأسفل. يقع اتصال البصلة بالنخاع الشوكي إزاء منشأ الجذرين الأمامي والخلفي للعصب الشوكي الأول وهذا يوافق تقريباً مستوى الثقبة الكبرى.
البصلة مخروطية الشكل، تتجه نهايتها العلوية العريضة للأعلى، طول البصلة حوالي ٢,٥ سم ولها أربعة وجوه أمامي وخلفي وجانبيان.
على الوجه الأمامي للبصلة يقع **الشق الناصف الأمامي** (البطني) Anterior median sulcus الذي يتواصل في الأسفل بالشق الناصف الأمامي للنخاع الشوكي. يوجد على كل من جانبي الشق الناصف انتباج يسمى **الهرم** Pyramid . ويتكون الهرم من حزم من ألياف عصبية هي الألياف القشرية الشوكية التي تنشأ من التلفيف أمام المركزي في القشرة المخية. يستدق الهرمان في أسفل البصلة، وهنا تتصالب أغلبية الألياف القشرية الشوكية (التصالب الهرمي).
الألياف المقوسة الخارجية الأمامية هي ألياف عصبية قليلة تنبثق من الشق الناصف الأمامي من فوق التصالب الهرمي، وتمر باتجاه الوحشي على سطح البصلة الأمامي كي تدخل المخيخ.

إلى الخلف والوحشي من كل هرم توجد **الزيتونة** Olive ، وهي بارزة تحدثها النواة الزيتونية السفلية. وتنبثق جذور العصب تحت اللساني من الثلم الكائن بين الهرم والزيتونة (الثلم الأمامي الوحشي). توجد **السويقتان المخيخيتان السفليتان** Inferior cerebellar peduncle خلف الزيتونتين، وهما تربطان البصلة بالمخيخ. وتنبثق جذور العصبين اللساني البلعومي والمبهم وجذور القسم القحفي للعصب اللاحق من الثلم الكائن بين الزيتونة والسويقة المخيخية السفلية (الثلم الخلفي الوحشي أو الثلم خلف الزيتونة).

يشكل الوجه الخلفي للنصف العلوي من البصلة أرضية البطين الرابع. يحوي الوجه الخلفي للبصلة **الثلم الناصف الخلفي** Posterior median sulcus ويوجد على كل جانب من الثلم الخلفي انتباج متطاول هو الحديبة الرشيقة (الناحلة) Gracile tubercle. تنجم الحديبة الرشيقة عن النواة الرشيقة المتوضعة إلى العمق من الحديبة. ويوجد إلى الوحشي من الحديبة الرشيقة تبارز شبيه بها هو الحديبة الإسفينية Cuneate tubercle التي تحدثها النواة الإسفينية الواقعة داخل الحديبة.

البنية الداخلية للبصلة (النخاع المتطاول):

تتكون البصلة من مادة بيضاء ومن مادة سنجابية، وتدرس البنية الداخلية للبصلة من خلال مقاطع عرضية في أربع مستويات وهي من الأسفل للأعلى:

١- مستوى التصالب الهرمي.

٢- مستوى التصالب الفتيلي (التصالب الحسي).

٣- مستوى الزيتونتين.

٤- المستوى تحت الجسر مباشرة.

مستوى التصالب الهرمي Decussating of pyramids:

يمر المقطع العرضي في النصف السفلي للبصلة عبر التصالب الهرمي الذي هو أكبر تصالب حركي. وفي القسم العلوي للبصلة تشغل الألياف القشرية الشوكية الهرم وتشكله، لكن ثلاثة أرباع الألياف تعبر المستوى الناصف (أي تتصالب) في القسم السفلي من البصلة وتتابع نحو الأسفل في النخاع الشوكي ضمن الحبل الوحشي (الجانبي) باسم السبيل القشري الشوكي الوحشي Lateral corticospinal tract.

تتابع الحزمة الرشيقة Fasciculus gracilis والحزمة الإسفينية Fasciculus cunetus الصعود نحو الأعلى خلف المادة السنجابية المركزية، وتظهر النواة الرشيقة nucleus gracilis والنواة الإسفينية nucleus cunetus كامتدادين خلفيين من المادة السنجابية المركزية.

تصبح المادة الهلامية Substantia gelationsa الموجودة في القرن الخلفي للنخاع الشوكي متواصلة مع النهاية السفلية لنواة السبل الشوكي للعصب مثلث التوائم Nucleus of the spinal tract of the trigeminal nerve، وتقع ألياف سبيل النواة السابقة بين هذه النواة وسطح البصلة.

يسهل التعرف على الحبل الوحشي والحبل الأمامي للنخاع الشوكي في هذا المقطع ولا يوجد تغيير في انتظام أليافهما في النخاع الشوكي.

مستوى التصالب الفتيلي Decussating of the lemnici:

يمر هذا المقطع أعلى المقطع السابق بقليل، ويمر عبر التصالب الفتيلي الذي هو أكبر تصالب حسي. يحصل التصالب الفتيلي أمام المادة السنجابية المركزية وخلف الهرمين. ولا بد من فهم أن الفتيلين شكلتهما **الألياف المقوسة الداخلية** Internal arcuate fibers التي انبثقت من الوجه الأمامي للنواتين الرشيقة والإسفينية. تسير الألياف المقوسة الداخلية أولاً نحو الأمام مارةً وحشي المادة السنجابية المركزية، قبل أن تتقوس أنسياً باتجاه الخط الناصف حيث تتصالب مع الألياف الموافقة من الجانب المقابل.

تقع **نواة السبيل الشوكي للعصب مثلث التوائم** إلى الوحشي من الألياف المقوسة الداخلية. ويقع السبيل الشوكي للعصب مثلث التوائم إلى الوحشي من النواة.

وفي كل جانب، يشغل السبيلان الشوكيان المهاديان الوحشي والأمامي Lateral and anterior spinothalamic tracts والسبيل الشوكي السقفي Spinotectal tract باحة وحشية بالنسبة إلى التصالب الفتيلي، وتكون هذه السبل الثلاثة قريبة جداً أحدها من الآخر ويعرف مجموعها باسم **الفتيل الشوكي** Spinal lamniscus.

تقع السبل: الشوكيان المخيخيان الأمامي والخلفي، والدهليزي الشوكي، والحمراوي الشوكي، Spinocerebellar, vestibulospinal, and rubrosinal tracts في المنطقة الأمامية الوحشية من البصلة.

مستوى الزيتونتين:

إن المقطع العرضي المار عبر الزيتونتين يمر أيضاً عبر القسم السفلي من البطين الرابع. وتزداد كمية المادة السنجابية في هذا المستوى بسبب وجود المعقد النووي الزيتوني، ونوى الأعصاب الدهليزي القوقعي واللساني البلعومي والمبهم واللاحق وتحت اللساني، والنوى المقوسة.

المعقد النووي الزيتوني:

النواة الكبرى في هذا المجمع هي **النواة الزيتونية السفلية** Inferior olivary nucleus. تشبه المادة السنجابية كيساً مجعداً مفتوحاً باتجاه الأنسي، وهي مسؤولة عن تبارز ظاهر على سطح البصلة يعرف باسم الزيتونة. توجد أيضاً نواتان أصغر هما النواتان الزيتونيتان اللاحقتان الظهرية والأنسية.

ترسل خلايا النواة الزيتونية السفلية أليافاً باتجاه الأنسي تعبر الخط الناصف لتدخل المخيخ عبر السويقة المخيخية السفلية. ويصل إلى نوى الزيتونة السفلية ألياف واردة من النخاع الشوكي (السبيل الشوكي الزيتوني Spino-olivary tracts) ومن المخيخ ومن القشرة المخية. يرتبط عمل هذه النوى بحركات العضلات الإرادية.

النوى الدهليزية القوقعية:

يتكون المعقد النووي الدهليزي Vestibular nuclear complex من النوى التالية:

١- النواة الدهليزية الأنسية Medial vestibular nucleus.

٢- النواة الدهليزية السفلية Inferior vestibular nucleus.

٣- النواة الدهليزية الوحشية Lateral vestibular nucleus.

٤- النواة الدهليزية العلوية Superior vestibular nucleus.

يمكن رؤية النواتين الدهليزيتين السفلية والأنسية على مقطع بهذا المستوى.
توجد نواتان قوقعيتان Cochlear nuclei أمامية وخلفية. تقع النواة القوقعية الأمامية على الوجه الوحشي لسويقة المخيخ السفلية، وتقع النواة القوقعية الخلفية على الوجه الخلفي لهذه السويقة وذلك وحشي أرضية البطين الرابع.

النواة الغامضة Nucleus Ambiguus:

تتألف النواة الغامضة (الملتبسة) من عصبونات حركية، وهي تتوضع عميقاً ضمن التشكيل الشبكي. تنضم الألياف المنبثقة منها إلى الأعصاب: اللساني البلعومي، والمبهم، والقسم القحفي من العصب اللاحق، وهي تتوزع على (تعصب) عضلات هيكلية إرادية.

المادة السنجابية المركزية:

تقع المادة السنجابية المركزية تحت أرضية البطين الرابع في هذا المستوى وتتوضع ضمن التشكل الشبكي.

وبالمرور من الأنسي إلى الوحشي يمكن التعرف على البنى الهامة التالية:

١- **نواة تحت اللساني** Hypoglossal nucleus.

٢- **النواة الظهرية للمبهم** Dorsal nucleus of vagus.

٣- **نواة السبيل المنفرد** nucleus of the tractus solitarius.

٤- **النواتين الدهليزيتين الأنسية والسفلية** Medial and inferior vestibular nucleus.

يعتقد أن **النوى المقوسة** هي نوى جسرية انزاحت سفلياً، وهي تتوضع على الوجه الأمامي للهرمين، وتتلقى أليافاً عصبية من القشرة المخية وترسل أليافاً صادرة منها إلى المخيخ عبر الألياف المقوسة الخارجية الأمامية External anterior arcuate fibers.

يقع **الهرمان** اللذان يحويان الألياف القشرية الشوكية إلى النخاع الشوكي وبعض الألياف القشرية النووية، في القسم الأمامي من البصلة؛ ويفصل بينهما الشق الناصف الأمامي. تنزل الألياف القشرية الشوكية إلى النخاع الشوكي، وتتوزع الألياف القشرية النووية على النوى الحركية للأعصاب القحفية الواقعة ضمن البصلة.

يشكل **الفتيل الأنسي** Medial lamniscus سبيلاً مسطحاً على كل جانب من الخط الناصف خلف الهرم. تنبثق ألياف الفتيل الأنسي من التصالب الفتيلي وتنقل المعلومات الحسية إلى المهاد.

تشكل **الحزمة الطولانية الأنسية** Medial longitudinal fasciculus سبيلاً صغيراً من ألياف عصبية على كل جانب من الخط الناصف خلف الفتيل الأنسي وأمام نواة تحت اللساني. وهي تتألف من ألياف صاعدة ونازلة.

تقع السويقة المخيخية السفلية في الزاوية الخلفية الجانبية للمقطع، وذلك على الجانب الوحشي للبطين الرابع.

يقع **السبيل الشوكي للعصب مثلث التوائم ونواته** على الوجه الأمامي الأنسي للسويقة المخيخية السفلية.

يقع **السبيل الشوكي المخيخي الأمامي** قرب السطح الفاصل بين النواة الزيتونية السفلية ونواة السبيل الشوكي للعصب مثلث التوائم.

أما **الفتيل الشوكي** فهو عميق التوضع، ويتكون من السبل: الشوكي المهادي الأمامي والشوكي المهادي الخلفي والشوكي السقفي.

يتوضع **التشكيل الشبكي** Reticular formation المؤلف من مزيج منتشر من ألياف عصبية ومجموعات صغيرة من خلايا عصبية، عميقاً خلف النواة الزيتونية. يمثل التشكيل الشبكي في هذا المستوى قسماً صغيراً فقط من جهاز التشكيل الشبكي الذي يوجد أيضاً في الجسر والدماغ المتوسط.
يمكن رؤية الأعصاب اللساني البلعومي والمبهم والجذر القحفي للعصب اللاحق سائرة نحو الأمام والوحشي عبر التشكيل الشبكي. تنبثق الألياف العصبية من بين الزيتونة السفلية والسويقة المخيخية السفلية في كل جانب. يسير العصب تحت اللساني نحو الأمام والوحشي أيضاً عبر التشكيل الشبكي وينبثق بين الهرم والزيتونة السفلية في كلا الجانبين.

المستوى تحت الجسر مباشرة:
لا توجد تغيرات رئيسية بالمقارنة مع المستوى السابق فيما يخص توزع المادتين السنجابية والبيضاء. حلت النواة الدهليزية الوحشية محل النواة الدهليزية السفلية، وأصبحت النوى القوقعية مرئية على الوجهين الأمامي والخلفي للسويقة المخيخية السفلية.

ثانياً- الجسر Pons:
يمتد الجسر كتبارز معترض على قاعدة الدماغ بين الدماغ المتوسط في الأعلى والبصلة في الأسفل، ويساهم الوجه الظهري (الخلفي) للجسر في تشكيل قاع البطين الرابع (النصف العلوي من الحفرة المعينية). يتمادى الجسر في كل جانب بالسويقة المخيخية الوسطى، حيث يعتبر مخرج العصب مثلث التوائم الحد الفاصل بينهما.

المظهر الخارجي للجسر:
يقع الجسر أمام المخيخ ويربط البصلة بالدماغ المتوسط. يبلغ طول الجسر حوالي ٢,٥ سم، وتعود تسميته إلى مظهر وجهه الأمامي كجسر يربط بين نصفي كرة المخيخ الأيمن والأيسر.
للجسر وجهان: وجه أمامي ووجه خلفي.
- **الوجه الأمامي** للجسر محدب من جانب إلى آخر، ويظهر كثيراً من الألياف المعترضة التي تتقارب في كل جانب لتشكل السويقة المخيخية المتوسطة Middle cerebellar peduncle. يوجد ثلم قليل العمق في الخط الناصف هو **الثلم القاعدي** الذي يأوي الشريان القاعدي. ومن الوجه الأمامي الوحشي للجسر ينبثق العصب مثلث التوائم في كل جانب.
ويتألف العصب من قسمين: قسم أنسي صغير هو الجذر الحركي، وقسم وحشي كبير هو الجذر الحسي. ومن الثلم بين الجسر والبصلة تنبثق الأعصاب: المبعد، والوجهي، والدهليزي القوقعي، من الأنسي إلى الوحشي على التوالي.
- **الوجه الخلفي** للجسر محجوب عن الرؤية بواسطة المخيخ. وهو يشكل النصف العلوي من أرضية البطين الرابع وله شكل مثلثي. تشكل السويقتان المخيخيتان العلويتان الحدين الجانبيتين لهذا الجزء من الوجه الخلفي، الذي يقسمه **الثلم الناصف** median sulcus إلى نصفين متناظرين. ويوجد إلى الوحشي من هذا الثلم تبارز متطاول هو **البارزة الأنسية** Medial eminence ، التي يحدها في الوحشي ثلم هو **الثلم المحدد** Sulcus limitans . النهابة السفلية للبارزة الأنسية متوسعة قليلاً وتشكل **أكيمة العصب الوجهي** Facial colliculus

التي يحدثها جذر العصب الوجهي الملتف حول نواة العصب المبعد. أرضية القسم العلوي من الثلم المحدد ذات لون رمادي مزرق وتسمى **الموضع الأزرق** Locus caeruleus . يوجد وحشي الثلم المحدد **الباحة الدهليزية** Vestibular area التي تحدثها النوى الدهليزية الواقعة إلى العمق من هذه الباحة.

البنية الداخلية للجسر:

من المتفق عليه ولأغراض وصفية تقسيم الجسر إلى قسم خلفي هو **الغطاء** Tegmentum، وقسم أمامي هو **القسم القاعدي** Basal part، وذلك بواسطة ألياف الجسم شبه المنحرف Trapezoid body التي يتخذ مسارها اتجاهاً عرضياً.

يمكن لبنية الجسر أن تدرس في مستويين:

١- مقطع عرضي عبر قسمه السفلي ماراً عبر أكيمة العصب الوجهي.

٢- مقطع عرضي عبر قسمه العلوي ماراً عبر نوى العصب مثلث التوائم.

المقطع العرضي عبر القسم السفلي للجسر (عبر أكيمة العصب الوجهي):

يدور الفتيل الأنسي في أثناء مروره من البصلة إلى الجسر ويتخذ موضعاً في قسم غطاء الجسر الأكثر توضعاً في الأمام بحيث يمر محوره الطويل عرضياً. يرافق **الفتيل الأنسي الفتيل الشوكي والفتيل الوحشي**.

تقع **نواة الوجهي** Facial nucleus خلف القسم الوحشي من الفتيل الأنسي. تلتف ألياف العصب الوجهي حول نواة العصب المبعد محدثة أكيمة الوجهي، ثم تمر هذه الألياف بين نواة الوجهي والنهاية العلوية لنواة السبيل الشوكي للعب مثلث التوائم.

تقع **الحزمة الطولانية الأنسية** Medial longitudinal fasciculus تحت أرضية البطين الرابع على كل جانب من الخط الناصف. تشكل هذه الحزمة الطريق الرئيسي الذي يربط النوى الدهليزية والقوقعية بالنوى المسيطرة على عضلات العين الخارجية (نوى الأعصاب محرك العين والعصب البكري والعصب المبعد).

تقع **النواة الدهليزية الأنسية** وحشي النواة المبعدة، وهي قريبة جداً من السويقة المخيخية السفلية.يوجد في هذا المستوى القسم العلوي من **النواة الدهليزية الوحشية** والقسم السفلي من **النواة الدهليزية العلوية**. كما يوجد في هذا المستوى **النواتان القوقعيتان الخلفية والأمامية**.

تقع **نواة مثلث التوائم** مع سبيلها على الوجه الأمامي الأنسي للسويقة المخيخية السفلية.

الجسم شبه المنحرف مكون من ألياف تنشأ من النوى القوقعية ونوى الجسم شبه المنحرف. تسير أليافه عرضياً وتقسم الجسر إلى قسم خلفي هو **الغطاء** وقسم أمامي هو **القسم القاعدي**.

يحوي القسم القاعدي للجسر كتلاً صغيرة من خلايا عصبية تسمى **النوى الجسرية** Pontine nuclei. تنتهي الألياف القشرية الجسرية Corticopontine fibers للساق المخية للدماغ المتوسط في النوى الجسرية. تشكل محاوير خلايا هذه النوى الألياف العرضية Transverse fibers الجسرية التي تعبر الخط الناصف وتتقاطع في كل جانب مع السبيلين القشري الشوكي والقشري النووي، مجزئة إياهما إلى حزم صغيرة. تدخل الألياف العرضية الجسرية السويقة المخيخية المتوسطة وتتوزع في نصف الكرة المخيخية. ويشكل هذا الارتباط الطريق الرئيسي الذي يصل قشرة المخ بقشرة المخيخ.

المقطع العرضي عبر القسم العلوي للجسر (المار عبر نوى العصب مثلث التوائم):
البنية الداخلية للقسم العلوي للجسر شبيه بتلك المرئية في المستوي السفلي للجسر، لكنها تحوي هنا نواتي العصب مثلث التوائم الحركية والحسية الرئيسية.
تقع **النواة الحركية للعصب مثلث التوائم** Motor nucleus أمام القسم الجانبي من البطين الرابع ضمن التشكيل الشبكي. وتسير الألياف الحركية المنبثقة منها نحو الأمام نحو الأمام عبر مادة الجسر وتخرج من وجهه الأمامي.
تقع **النواة الحسية الرئيسية للعصب مثلث التوائم** Principal nucleus وحشي النواة الحركية؛ وتتواصل في الأسفل مع نواة السبيل الشوكي لمثلث التوائم. تسير الألياف الحسية الداخلة عبر الجسر متوضعة وحشي الألياف الحركية.
تقع السويقة المخيخية العلوية إلى الخلف والوحشي من النواة الحركية للعصب مثلث التوائم. وينضم إليها السبيل الشوكي المخيخي الأمامي.
يقع الجسم شبه المنحرف والفتيل الأنسي في الموقع ذاته الذي كانا يشغلانه في المقطع السابق. ويقع الفتيلان الوحشي والشوكي عند النهاية الوحشية للفتيل الأنسي.

ثالثاً- الدماغ المتوسط Midbrain:
يتألف الدماغ المتوسط من سقف الدماغ المتوسط Tectum والسويقتين المخيتين Cerebral peduncles وبينهما يوجد المسال المخي Cerebral aqueduct (مسال سيلفيوس Sylvius) الذي يشكل جوفاً لهذا الدماغ يمتلئ بالسائل الدماغي الشوكي.
يمتد الدماغ المتوسط على الوجه البطني للدماغ بين الجسمين الحلميين في الأمام والجسر في الخلف، بينما يمتد الدماغ المتوسط على الوجه الظهري المهادين في الأمام ومخرج العصبين البكريين في الخلف.
المظهر الخارجي للدماغ المتوسط:
يبلغ طول الدماغ المتوسط نحو ٢ سم، وهو يربط الجسر والمخيخ بالدماغ الأمامي. ويميل محوره الطويل نحو الأمام في أثناء صعوده عبر ثلمة الخيمة المخيخية.
توجد على الوجه الخلفي للدماغ المتوسط أربع تبارزات مدورة هي الأكيمات (الحدبات) التوأمية الأربعة Quadrigeminal colliculus، التي تنفصل عن بعضها بواسطة ثلمين، ثلم عمودي (طولاني) في المستوى الناصف، وثلم معترض بين الأكيمتين العلويتين والأكيمتين السفليتين. الأكيمتان العلويتان Superior colliculi هما مركزان للمنعكسات البصرية، والأكيمتان السفليتان inferior colliculi هما مركزان سمعيان سفليان.
ينبثق العصبان البكريان على الخط الناصف تحت الأكيمتين السفليتين. هذان العصبان صغيرا القطر، وهما يلتفان حول الوجه الوحشي للدماغ المتوسط ليدخلا الجدار الوحشي للجيب الكهفي.
تتمادى كل أكيمة في الوحشي بعضد brachium يتمادى بالجسم الركبي الوحشي بالنسبة للأكيمة العلوية وبالجسم الركبي الأنسي بالنسبة للأكيمة السفلية.
يوجد على الوجه الأمامي للدماغ المتوسط انخفاض عميق في الخط الناصف، هو **الحفرة بين السويقتين** Interpeduncular fossa التي يحدها في كل من جانبيها الساق المخية (قاعدة السويقة المخية). وثمة أوعية دموية صغيرة كثيرة تثقب أرضية الحفرة بين السويقتين، وتسمى هذه المنطقة **المادة المثقبة الخلفية** Posterior perforated substance. ينبثق العصب

المحرك للعين من ثلم كائن على الجانب الأنسي للساق المخية، ويمر نحو الأمام في الجدار الوحشي للجيب الكهفي.

البنية الداخلية للدماغ المتوسط:

يشمل الدماغ المتوسط قسماً أمامياً هو **السويقتان المخيتان** Cerebral peduncles اللتان تقعان أمام المسال المخي Cerebral aqueduct، وقسماً خلفياً هو **السقف** Tectum الذي يقع خلف المسال المخي.

تنقسم السويقة المخية في كل جانب إلى قسمين أمامي هو **الساق المخية** Cerebri crus (يطلق عليها أحياناً اسم قاعدة السويقة المخية)، وقسم خلفي هو **الغطاء** Tegmentum (يطلق عليه أحياناً اسم السقيفة)، وذلك بواسطة شريط من مادة سنجابية هو المادة السوداء Substantia nigra.

الجوف الضيق في الدماغ المتوسط هو المسال المخي (مسال سيلفيوس) الذي يصل بين البطين الثالث والبطين الرابع.

السقف Tectum هو القسم الواقع خلف المسال المخي، وهو يحوي أربع بوارز صغيرة هي الأكيمتان العلويتان والأكيمتان السفليتان (التي ذكرت سابقاً).

المسال المخي مبطن بالبطانة العصبية، وتحيط به المادة السنجابية المركزية. وعلى المقاطع العرضية للدماغ المتوسط، يمكن رؤية كيف أن الحفرة بين السويقتين التي تفصل بين الساقين المخيتين، بينما يتواصل الغطاء من جانب إلى آخر عبر المستوى الناصف.

المقطع العرضي للدماغ المتوسط في مستوي الأكيمتين السفليتين: يلاحظ عليه وجود البنى التالية:

تقع **الأكيمة السفلية** Inferior colliculus المؤلفة من نواة كبيرة من مادة سنجابية، تحت التبارز السطحي الموافق وتشكل جزءاً من الطرق السمعية. وهي تتلقى أكثر الألياف الانتهائية للفتيل الوحشي، ثم يستمر الطريق عبر العضد السفلي إلى الجسم الركبي الأنسي.

تقع **النواة البكرية** (نواة العصب البكري) Trochlear nucleus في المادة السنجابية المركزية قرب الخط الناصف مباشرة خلف الحزمة الطولانية الأنسية. تمر الألياف المنبثقة من النواة البكرية نحو الوحشي والخلف حول المادة السنجابية المركزية وتغادر الدماغ المتوسط من تحت الأكيمة السفلية مباشرة. وتتصالب ألياف العصب البكري هنا تصالباً تاماً في الشراع النخاعي العلوي.

تقع **النواة الدماغية المتوسطية** للعصب مثلث التوائم Mesencephalic nucleus إلى الوحشي من المسال المخي

يشغل **تصالب السويقتين المخيختين العلويتين** القسم المركزي من الغطاء متوضعاً أمام المسال المخي. التشكيل الشبكي هنا أصغر منه في الجسر ويقع وحشي التصالب.

يصعد **الفتيل الأنسي** خلف المادة السوداء؛ ويتوضع **الفتيل الشوكي وفتيل مثلث التوائم** إلى الوحشي من الفتيل الأنسي، ويقع **الفتيل الوحشي** خلف فتيل مثلث التوائم.

المادة السوداء Substantia nigra هي نواة حركية كبيرة واقعة بين الغطاء والساق المخية، وتوجد على طول الدماغ المتوسط. المادة السوداء معنية بالتوتر العضلي، وتربط

القشرة المخية والنخاع الشوكي والوطاء والنوى القاعدية.
تحوي **الساق المخية** Cerebri crus سبلاً هامة، وهي مفصولة عن الغطاء بالمادة السوداء.
تشغل **الألياف القشرية الشوكية والألياف القشرية النووية** ثلثي الساق المتوسطين، بينما تشغل **الألياف الجبهية الجسرية** القسم الأنسي من هذه الساق، وتشغل **الألياف الصدغية الجسرية** القسم الوحشي منها. ترتبط هذه الألياف النازلة القشرة المخية بخلايا القرن الأمامي في النخاع الشوكي ونوى الأعصاب القحفية والجسر والمخيخ.
المقطع العرضي للدماغ المتوسط في مستوى الأكيمتين العلويتين: يلاحظ عليه وجود البنى التالية:
الأكيمة العلوية Superior colliculus هي نواة كبيرة مكونة من مادة سنجابية، ومتوضعة إلى العمق من سطح التبارز الموافق؛ وهي تشكل قسماً من المنعكسات البصرية.
ترتبط الأكيمة العلوية بالجسم الركبي الوحشي بواسطة العضد العلوي. وهي تتلقى أليافاً واردة من العصب البصري والقشرة البصرية والسبيل الشوكي السقفي. وتشكل أليافها الصادرة السبيلين السقفي الشوكي والسقفي البصلي المسؤولين عن الحركات الانعكاسية للعينين والرأس والعنق استجابة للتنبيهات البصرية. ينتهي طريق المنعكس الضوئي الوارد في النواة أمام السقفية التي تتكون من مجموعة صغيرة من عصبونات واقعة على مقربة من القسم الوحشي للأكيمة العلوية. وبعد أن تشكل الألياف محطة في النواة أمام السقفية Pretectal nucleus، تمر إلى النواة نظيرة الودية للعصب محرك العين (نواة إدينغر- ويستفال). وتذهب الألياف المنبثقة بعدئذٍ إلى العصب المحرك للعين.
تقع **النواة الحركية للعصب محرك العين** Oculomotor nucleus في المادة السنجابية، المركزية، على مقربة من المستوى الناصف، مباشرة خلف الحزمة الطولانية الأنسية. تمر ألياف النواة الحركية للعصب المحرك للعين نحو الأمام عبر النواة الحمراء لتنبثق من الجانب الأنسي للساق المخية في الحفرة بين السويقتين. ويكن تقسيم نواة العصب المحرك للعين إلى عدد من المجموعات الخلوية.
تشكل الفتائل: الأنسي، والشوكي، ومثلثي التوائم شريطاً مقوساً خلف المادة السوداء، ولكن الفتيل الوحشي لا يبلغ امتداده في الأعلى إلى هذا المستوى.
النواة الحمراء Red nucleus كتلة مدورة من مادة سنجابية، وهي تتوضع بين المسال المخي والمادة السوداء. ينجم لونها الضارب إلى الحمرة (والمشاهد في العينات الطازجة) عن توعيتها ووجود صباغ محتوٍ على الحديد في هيولى خلايا الكثير من عصبوناتها. تصل الألياف الواردة إلى النواة الحمراء من: ١- القشرة المخية عبر الألياف القشرية الشوكية، ٢- والمخيخ عبر السويقة المخيخية العلوية، ٣- والنواة العدسية والنوى دون المهادية والوطائية، والمادة السوداء، والنخاع الشوكي. تغادر الألياف الصادرة من النواة الحمراء وتذهب إلى: ١- النخاع الشوكي عبر السبيل الحمراوي الشوكي (يتصالب هذا السبيل في اثناء نزوله، ٢- التشكيل الشبكي عبر السبيل الحمراوي الشبكي، ٣- المهاد، ٤- المادة السوداء.
يقع التشكيل الشبكي في الغطاء إلى الوحشي والخلف من النواة الحمراء.
تحوي الساق المخية السبل النازلة الهامة ذاتها الموجودة في مستوى الأكيمة السفلية والمؤلفة من ألياف: **قشرية شوكية** Crticospinal fibers، **قشرية نووية** Crticonuclear fibers، **قشرية جسرية** Crticopontine fibers.

التشكيل الشبكي Reticular formation

يمثل التشكيل الشبكي - كما يوحي اسمه - شبكة مكونة من خلايا عصبية وألياف عصبية. تمتد هذه الشبكة نحو الأعلى عبر الجملة العصبية المركزية من النخاع الشوكي إلى المخ. يشغل التشكيل الشبكي موقعاً استراتجياً فيما بين السبل والنوى العصبية الهامة. وهو يتلقى واردات من معظم الأجهزة الحسية، وله ألياف صادرة تنزل وتؤثر في الخلايا العصبية في كل مستويات الجملة العصبية المركزية.

إن التغصنات الطويلة استثنائياً لعصبونات التشكيل الشبكي تسمح بتلقي معلومات من طرق واسعة الانتشار صاعدة ونازلة. ويمكن للتشكيل الشبكي عبر اتصالاته الكثيرة أن يؤثر في فعالية العضلات الهيكلية، والحسين الجسمي والحشوي، وجهاز الغدد الصم، والجهاز العصبي الذاتي، وفي مستوى الوعي.

التوضع العام للتشكيل الشبكي:

يتألف التشكيل الشبكي من شبكة متواصلة من خلايا وألياف عصبية متوضعة عميقاً وتمتد من النخاع الشوكي، عبر البصلة، والجسر، والدماغ المتوسط، وما دون المهاد، والوطاء، والمهاد. يمكن تقسيم الشبكة المنتشرة إلى ثلاثة أعمدة طولانية؛ يشغل العمود الأول منها المستوى الناصف ويسمى العمود الناصف، ويسمى العمود الثاني العمود الأنسي، ويسمى العمود الثالث العمود الوحشي.

يتواصل التشكيل الشبكي باتجاه الأسفل باتجاه الأسفل مع العصبونات البينية للمادة السنجابية، بينما تنقل الدفعات (السيالات) باتجاه الأعلى إلى القشرة المخية، كما تغادر ألياف إسقاطية هامة التشكيل الشبكي إلى المخيخ.

وظائف التشكيل الشبكي:

من أهم وظائف التشكيل الشبكي:

١- ضبط العضلات الهيكلية: حيث عبر السبل الشبكية الشوكية والبصلية الشوكية من التأثير في فعالية العصبونات الحركية من النمطين ألفا وغاما. وهكذا يستطيع التشكيل الشبكي أن يعدل التوتر (المقوية) العضلية والفعالية الانعكاسية. ويستطيع أيضاً أن يُحدِث تثبيطاً متبادلاً؛ فمثلاً عندما تتقلص العضلات الباسطة تسترخي العضلات العاطفة، وبالعكس. إن المراكز المعروفة باسم المراكز التنفسية في جذع الدماغ، والتي وصفها الفيزيولوجيون على أنها تتحكم بالعضلات التنفسية، تعتبر الآن قسماً من التشكيل الشبكي.

٢- ضبط الحسّين الجسمي والحشوي: نظراً لتوضع التشكيل الشبكي توضعاً مركزياً في الجملة العصبية المركزية فهو قادر على التأثير في كل الطرق الصاعدة التي تمر إلى مستويات ما فوق النخاع الشوكي، ويمكن لهذا التأثير أن يكون مسهلاً أو مثبطاً. ويشار بالخصوص إلى أن التشكيل الشبكي قد يكون له دور أساسي في "آلية البوابة " لأجل ضبط الألم.

٣- ضبط الجملة العصبية الذاتية: يمكن أن يتم السيطرة على الجملة العصبة الذاتية من خلال المراكز العليا في القشرة المخية والوطاء والنوى تحت القشرية الأخرى، وذلك بواسطة السبل الشبكية البصلية والشبكية الشوكية، التي تنزل إلى المنبع (التدفق) الودي (العمود السنجابي الجانبي في النخاع الشوكي) والمنبع القحفي العجزي نظير الودي.

٤- ضبط الجهاز العصبي الغدي الصماوي: التشكيل الشبكي قادر على التأثير تأثيراً مباشراً أو غير مباشر (عبر نوى الوطاء)، في تركيب أو تحرير العوامل المطلقة أو العوامل المثبطة، وبذلك يضبط فعالية الغدة النخامية.

٥- الجهاز المنشط الشبكي: يضبط التشكيل الشبكي إثارة الوعي ومستواه. إذ تسلك العديد من الطرق الصاعدة الحاملة للمعلومات الحسية إلى المراكز العليا عبر التشكيل الشبكي، الذي يُسقط بدوره هذه المعلومات على الأقسام المختلفة من القشرة المخية، جاعلاً الشخص النائم يستيقظ. وفي الواقع يعتقد أن حالة الوعي تتوقف على الإسقاط المستمر للمعلومات الحسية على القشرة المخية. ويبدو أن درجات اليقظة المختلفة تتوقف على درجة نشاط التشكيل الشبكي، ويبدو أن درجات الأرق المختلفة تتوقف أيضاً على درجة نشاط التشكيل الشبكي.

يتضح من الوصف السابق أن التشكيل الشبكي، الذي كان سابقاً مجهولاً بشكل كامل تقريباً، يؤثر في أنشطة الجسم كلها.

المحاضرة السادسة والسابعة **الأعصاب القحفية داخل القحف**

نوى الأعصاب القحفية واتصالاتها

الأعصاب القحفية cranial nerves:

يوجد اثنا عشر زوجاً من الأعصاب القحفية، التي تغادر الدماغ وتمر عبر ثقوبه أو شقوقه.
وتتوزع كل الأعصاب على الرأس والعنق ، باستثناء الزوج العاشر الذي يعصب أيضاً بنى في الصدر والبطن.
تسمى الأعصاب القحفية أيضاً بأرقام وذلك حسب تسلسل خروجها من الجمجمة أو دخولها إليها).
تتوضع نوى الأعصاب القحفية من الثالث إلى الثاني عشر ضمن جذع الدماغ.
والأعصاب القحفية هي بالترتيب:

١- العصب الشمي Olfactory Nerve (I) (الزوج الأول).
٢- العصب البصري Optic N. (II) (الزوج الثاني).
٣- العصب محرك العين Oculomotor N. (III) (الزوج الثالث).
٤- العصب البكري Trochlear N. (IV) (الزوج الرابع).
٥- العصب مثلث التوائم Trigeminal N. (V) (الزوج الخامس).
٦- العصب المبعد Abducent N. (VI) (الزوج السادس)
٧- العصب الوجهي Facial N. (VII) (الزوج السابع).
٨- العصب الدهليزي القوقعي Acoustic N. (VIII) (السمعي) (الزوج الثامن)
٩- العصب اللساني البلعومي Glosopharyngeal N. (IX) (الزوج التاسع).
١٠- العصب المبهم Vagus N. (X) (المجهول) (الزوج العاشر).
١١- العصب اللاحق Accessory N. (XI) (الإضافي) (الزوج الحادي عشر).
١٢- العصب تحت اللساني Hypoglossal N. (XII) (الزوج الثاني عشر).

تنظيم الأعصاب القحفية:

- **الأعصاب الحسية الصرفة** هي الأعصاب: الشمي، والبصري، والدهليزي القوقعي.
- **الأعصاب الحركية الصرفة** هي الأعصاب: محرك العين، والبكري، والمبعد، واللاحق (الإضافي)، وتحت اللساني.
- **الأعصاب الحسية والحركية بآن معاً** هي الأعصاب: مثلث التوائم، والوجهي، واللساني البلعومي، والمبهم.

تمتلك الأعصاب القحفية الحركية أو الحسية أو الحركية الحسية نوى تتوضع ضمن الدماغ، وأليافاً عصبية محيطية تنبثق من الدماغ وتخرج من الدماغ لتذهب إلى أعضائها المستفعلة (المنفذة).

النوى الحركية للأعصاب القحفية Motor nuclei of the cranial nerves:

١- النوى الحركية الجسمية والحركية الغلصمية:

ليست الألياف الحركية الجسمية والحركية الغلصمية للأعصاب القحفية سوى محاوير خلايا عصبية واقعة ضمن جذع الدماغ. تشكل هذه المجموعات من الخلايا العصبية النوى الحركية وتعصب العضلات المخططة.

تعرف كل خلية عصبية من هذه النوى مع استطالاتها باسم **العصبون الحركي السفلي**، وبالتالي تماثل هذه الخلية العصبية الخلايا الحركية الكائنة في القرون الأمامية في النخاع الشوكي.
تتلقى النوى الحركية للأعصاب القحفية دفعات Impulses (سيلات عصبية) من القشرة المخية عبر **الألياف القشرية النووية** (القشرية البصلية). تنشأ هذه الألياف من الخلايا الهرمية في القسم السفلي من التلفيف أمام المركزي (الباحة٤) والقسم الملاصق من التلفيف خلف المركزي. تنزل الألياف القشرية النووية عبر الإكليل المشع وركبة المحفظة الداخلية، وهي تسير عبر الدماغ المتوسط مباشرة أنسي الألياف القشرية الشوكية في الساق المخية (أي في قاعدة السويقة)، وتنتهي بالاشتباك مع العصبونات الحركية السفلية ضمن نوى الأعصاب القحفية اشتباكاً مباشراً أو غير مباشر عبر العصبونات البينية. وهكذا تشكل الألياف القشرية النووية **العصبون الحركي العلوي** Superior motor neuron (عصبون المرتبة الأولى) من الطريق النازل، وتشكل العصبونات البينية عصبون المرتبة الثانية ويشكل العصبون الحركي السفلي Inferior motor neuron (عصبون المرتبة الثالثة).
تعبر معظم الألياف القشرية النووية الذاهبة إلى نوى الأعصاب القحفية المستوي الناصف قبل بلوغها النوى. توجد اتصالات ثنائية الجانب لكل نوى الأعصاب القحفية عدا القسم من نواة الوجهي الذي يعصب عضلات القسم السفلي من الوجه وقسم من نواة تحت اللساني الذي يعصب العضلة الذقنية اللسانية.

٢- النوى الحركية الحشوية العامة:
تشكل هذه النوى منبعاً قحفياً (مركز) للقسم نظير الودي من الجملة العصبية الذاتية. وهي تتكون من النوى التالية:
- **النواة نظيرة الودية للعصب محرك العين** (نواة إدنغر - ويستفال Edinger-Westphal).
- **النواة اللعابية العلوية والنواة الدمعية للعصب الوجهي** Superior salivatory and lacrimal nucleus.
- **النواة اللعابية السفلية للعصب اللساني البلعومي** Inferior salivatory nucleus .
- **النواة الحركية الظهرية للعصب المبهم** Dorsal nucleus of vagus nerve.

تتلقى هذه النوى أليافاً واردة كثيرة تشمل طرقاً نازلة من الوطاء.

النوى الحسية للأعصاب القحفية:
تشمل هذه النوى نوى مُتلقية حشوية وجسمية. إن الأقسام الواردة أو الحسية للأعصاب القحفية هي محاوير الخلايا العصبية الواقعة خارج الدماغ، في عقد على جذوع الأعصاب (تشبه عقدة الجذر الخلفي للعصب الشوكي)، أو يمكن لها أن تقع في عضو حسي مثل الأنف أو العين أو الأذن. تشكل هذه الخلايا مع استطالاتها **عصبون المرتبة الأولى**. تدخل الاستطالات المركزية لهذه الخلايا الدماغ وتنتهي بالاشتباك مع خلايا النوى الحسية. تشكل هذه الخلايا الأخيرة مع استطالاتها **عصبون المرتبة الثانية**. وهنا تعبر محاوير خلايا النوى الحسية المستوى الناصف وتصعد إلى نوى حسية أخرى مثل المهاد، حيث تشكل مشابك. تشكل الخلايا العصبية لهذه النوى **عصبون المرتبة الثالثة**، وتنتهي محاويرها في القشرة المخية.

العصب الشمي (I) Olfactory Nerve (العصب القحفي الأول I):
تنشأ ألياف العصب الشمي من **الخلايا المستقبلة للشم** Olfactory receptor cells في الغشاء المخاطي الشمي المتوضع في القسم العلوي من الجوف الأنفي، فوق مستوى القرين العلوي. إن كل خلية مستقبلة للشم هي خلية عصبية صغيرة ثنائية القطب، لها استطالة محيطية غليظة تذهب إلى سطح الغشاء المخاطي واستطالة مركزية رفيعة. ينشأ من الاستطالات المحيطية الثخينة عدد من الأهداب القصيرة هي الأشعار الشمية التي تتبارز في المخاطية المغطية لسطح الغشاء المخاطي. تتفاعل هذه الأشعار المتبارزة مع روائح الهواء وتنبه الخلايا الشمية.
تشكل الاستطالات المركزية الدقيقة للخلايا ثنائية القطب ألياف العصب الشمي، وتمر حزم هذه الألياف عبر ثقوب الصفيحة المصفوية للعظم الغربالي لتدخل البصلة الشمية.

البصلة الشمية Olfactory bulb **:**
شكلها بيضوي، وهي تحوي أنماطاً متعددة من الخلايا العصبية أكبرها هي **الخلايا التاجية**. تشتبك ألياف العصب الشمي الواردة مع تغصنات الخلايا التاجية Mitral cell. تسمى الخلايا الأصغر الخلايا المُخصّلة (الحزمية) Tufted cell والخلايا الحبيبية Granule cell ، وهي تشتبك مع الخلايا التاجية. وإضافة إلى ذلك، تتلقى البصلة الشمية محاوير من البصلة الشمية المقابلة عبر السبيل الشمي.

السبيل الشمي Olfactory tract **:**
هو شريط ضيق من مادة بيضاء، ينطلق من النهاية الخلفية للبصلة الشمية تحت الوجه السفلي للفص الجبهي. يتألف السبيل الشمي من المحاوير المركزية للخلايا التاجية والخلايا المُخصّلة (الحزمية) الكائنة في البصلة الشمية ومن بعض الألياف الواردة من البصلة الشمية المقابلة.
عندما يصل السبيل الشمي إلى المادة المثقبة الأمامية ينقسم إلى سطرين (شريطين) شميين أنسي ووحشي.
يحمل **السطر (الشريط) الشمي الوحشي** Lateral olfactory stria المحاوير إلى المنطقة الشمية في القشرة المخية **القشرة الشمية الأولية** (في الباحتين حول اللوزية وأمام الكمثرية).
ويحمل **السطر الشمي الأنسي** Medial olfactory stria الألياف التي تعبر المستوى الناصف من خلال الصوار (الملتقى) الأمامي لتذهب إلى البصلة الشمية في الجانب المقابل.
تتلقى **القشرة الشمية الثانوية** (تقع في الباحة الأنفية الداخلية "الباحة ٢٨" في التلفيف جانب الحُصين) اتصالات كثيرة من القشرة الشمية الأولية، وإن القشرة الشمية الثانوية مسؤولة عن إدراك الإحساسات الشمية.
ملاحظة: خلافاً للطرق الحسية الأخرى، يلاحظ أن الطريق الشمي لا يمر عبر المهاد.
يؤدي انقطاع ألياف العصب الشمي عند عبورها الصفيحة المصفوية (كما يحدث أحياناً في رضوض الرأس) إلى فقد الشم.

العصب البصري Optic Nerve: (العصب القحفي الثاني II)
ألياف العصب البصري **هي محاوير خلايا الطبقة القاعدية في الشبكية**. تتجمع هذه الألياف في **القرص البصري** Optic disc لتخرج من العين من منطقة واقعة على بعد ٣-٤ مم إلى الأنسي من مركز الشبكية فتشكل العصب البصري (ألياف العصب البصري هي ألياف نخاعينية، غمدها النخاعيني تشكله الخلايا قليلة التغصنات وليس خلايا شوان).
يغادر العصب البصري جوف الحجاج عبر **النفق البصري** Optic canal ويتحد مع العصب البصري المقابل ليشكل **المصلبة البصرية** (التصالب البصري).

المصلبة البصرية (التصالب البصري) Optic chiasm:
تقع المصلبة البصرية إزاء الاتصال بين الجدار الأمامي للبطين الثالث وأرضيته. تكون زاويتا المصلبة الأماميتان متواصلتين مع العصبين البصريين وتكون زاويتاها الخلفيتان الوحشيتان متواصلتين مع السبيلين البصريين.
في المصلبة البصرية تصالب ألياف النصف الأنفي (الأنسي) لكل شبكية الخط الناصف وتدخل السبيل البصري في الجانب المقابل، بينما تسير ألياف النصف الصدغي (الوحشي) لكل شبكية نحو الخلف (بشكل مستقيم دون تصالب) ضمن السبيل البصري في الجانب الموافق.

السبيل البصري optic tract:
ينشأ السبيل البصري من المصلبة البصرية (أي من التصالب البصري) ويسير نحو الخلف والوحشي حول السويقة المخية. وتنتهي معظم ألياف السبيل البصري مشتبكة مع الخلايا العصبية في **الجسم الركبي الوحشي** الذي هو تبارز صغير من القسم الخلفي للمهاد. يمر عدد قليل من ألياف السبيل البصري إلى النواة أمام السقفية والأكيمة العلوية في الدماغ المتوسط، وهذه الألياف معنية بالمنعكسات الضوئية.

الجسم الركبي الوحشي Lateral geniculate body:
هو تبارز بيضوي من وسادة المهاد. ويتكون من طبقات من الخلايا العصبية تشتبك معها محاوير السبيل البصري. تغادر محاوير الخلايا العصبية الكائنة ضمن الجسم الركبي الوحشي مشكلة **التشعع البصري**.

التشعع البصري Optic radiation :
ألياف التشعع البصري هي محاوير الخلايا العصبية للجسم الركبي الوحشي. تسير ألياف التشعع البصري نحو الخلف مارةً عبر القسم خلف العدسي من المحفظة الداخلية، وتنتهي في **القشرة الأولية البصرية** (الباحة ١٧) التي تشغل شفتي الثلم المهمازي العلوية والسفلية على الوجه الأنسي لنصف الكرة المخية. **القشرة الثانوية البصرية** (الباحتان ١٨و١٩) مسؤولة عن التعرف على الأشياء وإدراك اللون.

عصبونات الطريق البصري، والرؤية بالعينين:
تنتقل الدفعات البصرية (الحس البصري) إلى القشرة البصرية عبر أربعة عصبونات هي:

١- العصبي والمخاريط، وهي عصبونات مستقبلة متخصصة متوضعة في الشبكية.
٢- العصبونات ثنائية القطب التي تصل العصبي والمخاريط بالخلايا العقدية.
٣- الخلايا العقدية وهي ترسل محاويرها إلى الجسم الركبي الوحشي.
٤- عصبونات الجسم الركبي الوحشي التي تذهب محاويرها إلى القشرة البصرية المخية.
في الرؤية بالعينين تسقط ساحتا الرؤية اليمنى واليسرى على أقسام كلتا الشبكيتين. تسقط صورة جسم ما في ساحة الرؤية اليمنى على النصف الأنفي (الأنسي) من الشبكية اليمنى والنصف الصدغي (الوحشي) من الشبكية اليسرى، لأن بلورة العين ترسل الصور بشكل معكوس. تجتمع المحاوير من هذين النصفين الشبكيين في المصلبة البصرية لتشكل السبيل البصري الأيسر.
وهنا تُسقِط عصبونات الجسم الركبي ساحة الرؤية اليمنى بأكملها على القشرة البصرية لنصف الكرة الأيسر، وتُسقِط ساحة الرؤية اليسرى على القشرة البصرية لنصف الكرة الأيمن. يرتسم الربعان الشبكيان السفليان (ساحة الرؤية العلوية) على الشفة السفلية للثلم المهمازي، بينما يرتسم الربعان العلويان (ساحة الرؤية السفلية) على الشفة العلوية للثلم المهمازي.
تتمثل الألياف القادمة من اللطخة الصفراء على منطقة واسعة من شفتي الشق المهمازي.

المنعكسات البصرية Visual reflexes**:**

١- المنعكس الضوئي المباشر والمنعكس الضوئي التوافقي (غير المباشر):
عندما يسقط الضوء على إحدى العينين تنقبض حدقتا كلتا العينين طبيعياً. يدعى تقبض الحدقة التي يسقط عليها الضوء **المنعكس الضوئي المباشر** Direct light reflex، ويدعى تقبض الحدقة المقابلة (برغم عدم سقوط الضوء عليها) **المنعكس الضوئي غير المباشر** أو التوافقي Consensual light reflex.
تسير الدفعات الواردة عبر العصب البصري فالمصلبة البصرية فالسبيل البصري. وهنا يغادر عدد قليل من الألياف السبيل البصري ويشتبك مع الخلايا العصبية في **النواة أمام السقفية** Pretectal nucleu التي تقع أمام الأكيمة العلوية. تنقل محاوير عصبونات النواة أمام السقفية الدفعات إلى **النواة نظيرة الودية** (نواة إدنغر- ويستفال) للعصب القحفي الثالث (محرك العين) في كلا الجانبين، ومن النواة نظيرة الودية تنطلق الألياف نظيرة الودية قبل العقدية وتسير ضمن العصب القحفي الثالث إلى **العقدة الهدبية** Ciliary ganglion في الحجاج.
تنطلق من خلايا العقدة الهدبية ألياف نظيرة ودية بعد عقدية تسير ضمن الأعصاب الهدبية القصيرة إلى كرة العين والعضلة المقبضة للحدقة. تتقبض كلتا الحدقتين في المنعكس الحدقي التوافقي (غير المباشر) **لأن النواة أمام السقفية ترسل أليافاً إلى النواة نظيرة الودية في كل من جانبي الدماغ المتوسط**. إن الألياف التي تجتاز الخط المتوسط تسير قرب المسال لتعبر ضمن الصوار الخلفي.

٢- منعكس المطابقة Accommodation Reflex:
حين ينتقل تركيز العينين مباشرة من جسم بعيد إلى جسم قريب فإن تقلص العضلتين المستقيمتين الأنسيتين يسبب تقارب محوري العينين، ويؤدي تقلص العضلة الهدبية إلى ازدياد ثخانة العدسة بغرض زيادة قدرتها الكاسرة، وتتقبض الحدقتان لتحصرا الأمواج الضوئية في القسم المركزي المتثخن من العدسة. تسير الدفعات الواردة عبر العصب البصري فالمصلبة البصرية فالسبيل البصري فالجسم الركبي الوحشي فالتشعع البصري حتى تصل القشرة البصرية. وثمة ارتباط

بين القشرة البصرية والساحة العينية للقشرة الجبهية. ومن هذه الساحة تنزل ألياف قشرية عبر المحفظة الداخلية إلى نوى العصب محرك العين (العصب القحفي الثالث) في الدماغ المتوسط.
يسير العصب محرك العين في كلا الجانبين إلى العضلة المستقيمة الأنسية. تشتبك بعض الألياف النازلة مع النواة نظيرة الودية للعصب محرك العين في كلا الجانبين، ومن هنا تنطلق الألياف نظيرة الودية قبل العقدية ذاهبةً مع العصب القحفي الثالث (محرك العين) إلى العقدة الهدبية في الحجاج. وأخيراً تنطلق الألياف نظيرة الودية بعد العقدية من العقدة الهدبية ذاهبةً عبر الأعصاب الهدبية القصيرة إلى العضلة الهدبية والعضلة المقبضة للحدقة في القزحية.
انقطاع العصب البصري التام يؤدي إلى العمى التام في العين الموافقة.
أذية الألياف المتصالبة في المصلبة البصرية (كما يحدث في ورم الغدة النخامية الذي يمارس ضغطاً على الألياف المتصالبة) يؤدي إلى حدوث عمى شقي صدغي مزدوج Bitemporal hemianopia .
انقطاع الطريق البصري بعد المصلبة البصرية في جانب واحد (السبيل البصري، التشعع البصري، القشرة البصرية) يؤدي إلى حدوث العمى الشقي المماثل المقابل Homonymous hemianopia . فمثلاً إذا قطع السبيل البصري الأيمن يؤدي إلى فقد الرؤية في الساحة البصرية اليسرى.

العصب محرك العين Oculomotor nerve (العصب القحفي III):
العصب محرك العين (العصب القحفي الثالث) عصب حركي صرف.

نوى العصب محرك العين:
للعصب محرك العين (محرك المقلة) نواتان حركيتان هما: النواة الحركية الرئيسية، والنواة نظيرة الودية (اللاحقة).
١- النواة الحركية الرئيسية Main oculomotor nucleus**:**
تقع نواة العصب محرك العين الرئيسية في القسم الأمامي من المادة السنجابية المركزية التي تحيط بالمسال المخي في الدماغ المتوسط في مستوى الأكيمة العلوية. تتألف هذه النواة من خلايا عصبية تعصب عضلات العين الخارجية عدا العضلتين المائلة العلوية والمستقيمة الوحشية.
تسير الألياف من النواة الحركية للعصب محرك العين نحو الأمام عبر النواة الحمراء وتنبثق من الوجه الأمامي للدماغ المتوسط في الحفرة بين السويقتين.
تتلقى نواة محرك العين الرئيسية أليافاً قشرية نووية من كلا نصفي كرة المخ. كما تتلقى أليافاً سقفية بصلية من الأكيمة العلوية تحصل من خلالها على معلومات من القشرة البصرية. وهي تتلقى أيضاً أليافاً من الحزمة الطولانية الأنسية تتصل بواسطتها مع نوى الأعصاب القحفية IV و VI و VIII .
٢- النواة نظيرة الودية (اللاحقة) Accessory parasympatic nucleus**:**
تقع النواة نظيرة الودية اللاحقة (نواة إدنغر- ويستفال) في الدماغ المتوسط خلف النواة الرئيسية للعصب محرك العين. ترافق محاوير الخلايا العصبية، التي هي ألياف قبل عقدية، الألياف الأخرى في العصب محرك العين إلى الحجاج، وهنا تشتبك مع عصبونات ضمن العقدة الهدبية، ومن العقدة الهدبية تنطلق ألياف بعد عقدية تسير عبر الأعصاب الهدبية القصيرة إلى العضلة

مضيقة الحدقة والعضلات الهدبية. تتلقى النواة نظيرة الودية اللاحقة أليافاً قشرية نووية خاصة بمنعكس المطابقة وأليافاً من النواة أمام السقفية خاصة بالمنعكسين الضوئيين المباشر والتوافقي.

مسار العصب محرك العين: ينبثق العصب محرك العين من الوجه الأمامي للدماغ المتوسط أنسي الساق المخية، ثم يسير نحو الأمام بين الشريانين المخي الخلفي والمخيخي العلوي. وهو يتابع سيره ضمن الحفرة القحفية الوسطى في الجدار الوحشي للجيب الكهفي. ثم ينقسم إلى فرعين علوي وسفلي يدخلان إلى جوف الحجاج **عبر الشق الحجاجي العلوي**.
يعصب العصب محرك العين عضلات العين الخارجية التالية: **رافعة الجفن العلوي، والمستقيمة العلوية، والمستقيمة الأنسية، والمستقيمة السفلية، والمائلة العلوية**. وهو يعطي أيضاً عبر فرعه الذاهب إلى العقدة الهدبية والأعصاب الهدبية القصيرة، أليافاً نظيرة ودية تعصب عضلات العين الداخلية التالية: **مقبضة (مضيقة) الحدقة والعضلات الهدبية**.
وهكذا فإن العصب محرك العين عصب حركي صرف، وهو مسؤول عن رفع الجفن العلوي وإدارة العين نحو الأعلى ونحو الأسفل ونحو الأنسي، وعن تضيق الحدقة ومطابقة العين.
تؤدي إصابة العصب محرك العين إلى حول وحشي Lateral strabismus وشفع (ازدواج الرؤية) Diplopia، وتوسع الحدقة، وانسدال الجفن العلوي Ptosis.

العصب البكري Trochlear nerve (العصب القحفي IV):
العصب البكري (العصب القحفي الرابع) عصب حركي صرف.

نواة العصب البكري Trochlear nucleus **:** تقع في القسم الأمامي من المادة السنجابية المركزية المحيطة بالمسال المخي في الدماغ المتوسط. وهي تقع تحت النواة محركة العين في مستوى الأكيمة السفلية. تسير الألياف بعد مغادرتها النواة نحو الخلف حول المادة السنجابية المركزي لتصل الوجه الخلفي للدماغ المتوسط.
تتلقى النواة البكرية أليافاً قشرية نووية من كلا نصفي كرة المخ. كما تتلقى أليافاً سقفية نووية تصلها بالقشرة البصرية عبر الأكيمة العلوية. وهي تتلقى أيضاً أليافاً من الحزمة الطولانية الأنسية ترتبط عبرها بنوى الأعصاب القحفية III و VI و VIII.

مسار العصب البكري: ينبثق العصب البكري (الذي هو أرفع الأعصاب القحفية والعصب القحفي الوحيد الذي يخرج من الوجه الخلفي لجذع الدماغ) من الدماغ المتوسط ويتصالب فورياً مع عصب الجانب المقابل. يسير العصب البكري نحو الأمام عبر الحفرة القحفية الوسطى في الجدار الوحشي للجيب الكهفي ليدخل جوف الحجاج عبر الشق الحجاجي العلوي.
يعصب العصب البكري عضلة واحدة هي **العضلة المائلة العلوية** التي تساعد على إدارة العين نحو الأسفل والوحشي.
تؤدي إصابة العصب البكري إلى اتجاه الحدقة نحو الأسفل والأنسي في عين الجانب المصاب، وازدواج الرؤية (الشفع) أثناء نظر المريض للأسفل.
العصب مثلث التوائم Trigeminal nerve (العصب القحفي الخامس V):
العصب مثلث التوائم هو أكبر عصب قحفي ويحوي أليافاً حركية وأليافاً حسية (فهو عصب

مختلط). وهو العصب الحسي للقسم الأكبر من الرأس والعصب الحركي لعضلات متعددة، بما فيها عضلات المضغ.

نوى العصب مثلث التوائم:

للعصب مثلث التوائم أربع نوى هي:

١- النواة الحسية الرئيسية، ٢- نواة السبيل الشوكي، ٣- النواة الدماغية المتوسطية، ٤- النواة الحركية.

١- النواة الحسية الرئيسية Principal sensory nucleus of trigeminal nerve**:**

تقع هذه النواة في القسم الخلفي من الجسر إلى الوحشي من النواة الحركية. وهي تتواصل نحو الأسفل مع النواة الشوكية.

٢- **النواة الشوكية (نواة السبيل الشوكي)** spinal nucleus**:**

تتواصل علوياً مع النواة الحسية الرئيسية الكائنة في الجسر، وتمتد سفلياً عبر البصلة وصولاً إلى القسم العلوي من النخاع الشوكي حتى نهاية الشدفة (القطعة) الرقبية الثانية.

٣- النواة المتوسطية الدماغية Mesencephalic nucleus of trigeminal nerve :

هذه النواة مؤلفة من عصبونات وحيدة القطب واقعة في القسم الوحشي من المادة السنجابية المركزية حول المسال المخي في الدماغ المتوسط. وهي تمتد سفلياً ضمن الجسر حتى النواة الحسية الرئيسية.

٤- النواة الحركية Motor nucleus of trigeminal nerve **:**

تقع هذه النواة في الجسر إلى الأنسي من النواة الحسية الرئيسية.

المكونات الحسية للعصب مثلث التوائم:

يسير حس الألم والحرارة واللمس والضغط (حس جسدي عام) من جلد الوجه والأغشية المخاطية على طول محاوير تقع أجسام خلاياها في **العقدة الهلالية أو العقدة الحسية لمثلث التوائم** (عقدة غاسر) Trigeminal ganglion.

تشكل الاستطالات المركزية لهذه الخلايا الجذر الحسي (وهو الجذر الأكبر) للعصب مثلث التوائم. عندما تدخل الألياف في الجسر تنقسم إلى فروع صاعدة وفروع نازلة. تنتهي الفروع الصاعدة في النواة الحسية الرئيسية، وتنتهي الفروع النازلة في النواة الشوكية. ينتقل حسّا اللمس والضغط عبر ألياف تنتهي في النواة الحسية الرئيسية. ويذهب حسّا الألم والحرارة إلى النواة الشوكية.

تنتقل دفعات التلقي (الاستقبال) الجسدي (حس جسدي خاص أي حس المفاصل والعضلات) من عضلات المضغ وعضلات الوجه والعضلات العينية الخارجية بواسطة ألياف في الجذر الحسي للعصب مثلث التوائم، هذه الألياف تتخطى العقدة الهلالية للعصب مثلث التوائم، إذ أن الأجسام الخلوية التي تنشأ منها الألياف السابقة هي أجسام لخلايا وحيدة القطب واقعة في النواة الدماغية المتوسطية.

تعبر محاوير عصبونات النواة الحسية الرئيسية والنواة الشوكية والاستطالات المركزية لخلايا النواة الدماغية المتوسطية المستوى الناصف إلى الجانب المقابل، وتصعد كفتيل (**هو فتيل مثلث التوائم**) ينتهي في الخلايا العصبية في المهاد (تحديداً في النواة المهادية البطنية الخلفية الأنسية).

وهنا تسير محاوير هذه الخلايا عبر المحفظة الداخلية ذاهبةً إلى المراكز الحسية في التلفيف خلف المركزي (الباحات ٣ و١ و٢) في القشرة المخية.
يعصب العصب مثلث التوائم حسياً جلد الوجه والناحيتين الجبهية والصدغية والأغشية المخاطية لجوف الأنف والجيوب جانب الأنفية وجوف الفم والأسنان والمفصل الفكي الصدغي ومحتويات الحجاج.

المكون الحركي للعصب مثلث التوائم:

تتلقى النواة الحركية للعصب مثلث التوائم أليافاً قشرية نووية من كلا نصفي كرة المخ. وتعطي خلاياها محاوير تشكل الجذر الحركي الذي يعصب **عضلات المضغ، وموتر غشاء الطبل، وموترة شراع الحنك، والضرسية اللامية، والبطن الأمامي لذات البطنين**.

مسار العصب مثلث التوائم: يغادر العصب مثلث التوائم الوجه الأمامي للجسر كجذر حركي صغير وجذر حسي كبير. يسير العصب نحو الأمام في الحفرة القحفية الخلفية، ثم يخرج من هذه الحفرة متجهاً نحو **انطباع عقدة مثلث التوائم** الكائن على الوجه الأمامي للقسم الصخري من العظم الصدغي في الحفرة القحفية المتوسطة، وهنا يتسع الجذر الحسي ليشكل عقدة هلالية الشكل هي **عقدة مثلث التوائم** التي تستقر ضمن جيب من الأم الجافية يعرف باسم كهف مثلث التوائم Trigeminal cave (كهف ميكل). يتفرع الأعصاب: العيني، والفكي العلوي، والفكي السفلي، من الحافة الأمامية لهذه العقدة.

فروع العصب مثلث التوائم:

١- الفرع العيني Ophthalmic nerve (V1) (الفرع الأول من العصب مثلث التوائم): يحوي أليافاً حسية فقط، وهو يغادر القحف **عبر الشق الحجاجي العلوي** ليدخل جوف الحجاج.
٢- الفرع الفكي العلوي Maxillary nerve (V2) (الفرع الثاني من العصب مثلث التوائم): يحوي أيضاً أليافاً حسية فقط ويغادر القحف **عبر الثقبة المدورة**.
٣- الفرع الفكي السفلي Mandibular nerve (V3) (الفرع الثالث من العصب مثلث التوائم): يحوي أليافاً حسية وأليافاً حركية ويغادر القحف **عبر الثقبة البيضية**.
تقوم الألياف الحسية المخصصة لجلد الوجه من كل فرع بتعصيب منطقة محددة من الوجه.
تعصب الألياف الحركية الكائنة في الفرع الفكي السفلي مجموعة من العضلات وبشكل رئيسي عضلات المضغ.

العصب المبعد Abducent nerve (العصب القحفي VI):

هو عصب حركي صغير يعصب عضلة واحدة هي **العضلة المستقيمة الوحشية** (إحدى عضلات العين الخارجية).
نواة العصب المبعد Abducent nerve nucleus: هي نواة حركية تقع في الجسر تحت أرضية القسم العلوي من البطين الرابع، قرب الخط الناصف وتحت أكيمة العصب الوجهي.
تتلقى هذه النواة أليافاً قشرية نووية قادمة من كلا نصفي كرة المخ، وهي تتلقى السبيل السقفي البصلي القادم من الأكيمة العلوية والذي يشكل طريقاً يربط القشرة البصرية بهذه النواة، وتتلقى

أيضاً أليافاً من الحزمة الطولانية الأنسية التي تربط بين نواة المبعدة ونوى الأعصاب القحفية الثالث والرابع والثامن.

مسار العصب المبعد: تنطلق ألياف العصب المبعد من النواة المبعدة (أي نواة العصب المبعد) متجهة نحو الأمام وتمر عبر الجسر لتنبثق من الثلم البصلي الجسري الكائن بين الجسر والبصلة. يسير العصب بعد انبثاقه نحو الأمام عبر الجيب الكهفي متوضعاً إلى الأسفل والوحشي من الشريان السباتي الداخلي، ثم يدخل الحجاج **عبر الشق الحجاجي العلوي**.
العصب المبعد عصب حركي صرف، وهو **يعصب العضلة المستقيمة الوحشية التي تدير العين نحو الوحشي**.
تؤدي إصابة العصب المبعد إلى حدوث حول أنسي Medial strabismus ، وشفع (رؤية مزدوجة).

العصب الوجهي facial nerve (العصب القحفي VII):
العصب الوجهي (العصب القحفي السابع) عصب مختلط حركي حسي.
نوى العصب الوجهي: للعصب الوجهي ثلاث نوى هي: ١- النواة الحركية الرئيسية، ٢- النواتان نظيرتا الودي، ٣- النواة الحسية.
١- النواة الحركية الرئيسية للعصب الوجهي Facial nucleus : تتوضع هذه النواة عميقاً ضمن التشكيل الشبكي في القسم السفلي من الجسر. يتلقى قسم النواة العلوي الذي يعصب عضلات القسم العلوي من الوجه أليافاً قشرية نووية من كلا نصفي كرة المخ. أما قسم النواة السفلي الذي يعصب عضلات القسم السفلي من الوجه فهو يتلقى أليافاً قشرية نووية فقط من نصف الكرة المخية المقابل.
تفسِّر هذه الطرق السيطرة الإرادية على عضلات الوجه. ولكن يوجد طريق آخر لا إرادي يعمل على إظهار التغيرات في سيماء (تعابير) الوجه الانفعالية وضبط هذه التغيرات. يشكل هذا الطريق الآخر قسماً من التشكيل الشبكي.
٢- النواتان نظيرتا الودي للعصب الوجهي Parasympathetic nuclei: تتوضع هاتان النوتان في الجسر في موقع خلفي وحشي بالنسبة للنواة الحركية الرئيسية. هاتان النواتان هما **النواة اللعابية العلوية** Superior salivatory nucleus **والنواة الدمعية** Lacrimal nucleus.
تتلقى النواة اللعابية العلوية أليافاً واردة من الوطاء عبر الطرق الذاتية النازلة. وهي تتلقى أيضاً معلومات تتعلق بالذوق قادمة من جوف الفم عن طريق نواة السبيل المنفرد.
تتلقى النواة الدمعية أليافاً واردة من الوطاء معنية بالاستجابات الانفعالية، وأليافاً واردة من النوى الحسية للعصب مثلث التوائم معنية بمنعكس الدُماع الذي يحصل استجابة لتخريش القرنية أو الملتحمة.
٣- النواة الحسية للعصب الوجهي: هي القسم العلوي من نواة السبيل المنفرد Solitary tract nucleus ، وهي تقع قرب النواة الحركية. يسير حس الذوق من الثلثين الأماميين للسان عبر استطالات محيطية لخلايا عصبية متوضعة في العقدة الركبية التابعة للعصب الوجهي. تشتبك الاستطالات المركزية لهذه الخلايا مع خلايا عصبية واقعة في القسم العلوي لنواة السبيل

المنفرد. وتعبر هذه الألياف الصادرة من النواة المستوى الناصف وتصعد إلى المهاد في الجانب المقابل (إلى النواة المهادية البطنية الخلفية الأنسية)، وكذلك إلى بعض النوى الوطائية. ومن المهاد تنطلق محاوير الخلايا المهادية وتمر عبر المحفظة الداخلية والإكليل المتشعع لتنتهي في الباحة الذوقية في قشرة القسم السفلي من التلفيف خلف المركزي.

مسار العصب الوجهي:

يتألف العصب الوجهي العصب الوجهي من **جذر حركي** Motor root **وجذر حسي** Sensory root. تسير ألياف الجذر الحركي من النواة الحركية الرئيسية للعصب الوجهي أولاً باتجاه الخلف حول الجانب الأنسي لنواة العصب المبعد، ثم تمر حول هذه النواة تحت أكيمة الوجهي الكائنة في أرضية البطين الرابع، ثم تسير أخيراً نحو الأمام لتنبثق من جذع الدماغ.
يتشكل الجذر الحسي (يسمى أيضاً العصب الوسطاني Nervus intermedius) من الاستطالات المركزية للخلايا الأحادية القطب الخاصة بالعقدة الركبية للعصب الوجهي. وهو يحوي أيضاً أليافاً نظيرة ودية قبل عقدية من النواتين نظيرتي الودي.
ينبثق جذرا العصب الوجهي من الوجه الأمامي لجذع الدماغ، وذلك من الثلم البصلي الجسري الكائن بين الجسر والبصلة. ثم يسيران نحو الوحشي في الحفرة القحفية الخلفية مع العصب الدهليزي القوقعي ليدخلا معاً **صماخ (مجرى) السمع الداخلي** في القسم الصخري من العظم الصدغي. وفي قعر الصماخ يدخل العصب الوجهي **نفق الوجهي** ويسير نحو الوحشي ضمن الأذن الداخلية. وعندما يصل العصب الجدار الأنسي لجوف الطبل يتضخم مشكلاً العقدة الركبية الحسية Geniculate ganglion ويلتف التفافاً حاداً نحو الخلف فوق الطنف. وعند الجدار الخلفي للجوف الطبلي، ينعطف نحو الأسفل على الجانب الأنسي لدخل غار الخشاء ليخرج من **الثقبة الإبرية الخشائية**.

توزع العصب الوجهي:

تعصب النواة الحركية للعصب الوجهي **عضلات التعبير الوجهي والعضلة الركابية والبطن الخلفي لذات البطنين والعضلة الإبرية اللامية**.
تعصب النواة اللعابية العلوية **الغدتين اللعابيتين تحت الفك السفلي وتحت اللسانية والغدد الأنفية والغدد الحنكية**، وتعصب النواة الدمعية **الغدة الدمعية**.
تتلقى النواة الحسية **أليافاً ذوقية من ثلثي اللسان الأماميين** ومن الحنك.

العصب الدهليزي القوقعي Vestibulocochlear nerve (العصب القحفيVIII):

يتألف العصب الدهليزي القوقعي (العصب القحفي الثامن) من قسمين متميزين هما العصب الدهليزي والعصب القوقعي وهما مسؤولان عن نقل المعلومات الواردة من الأذن الداخلية إلى الجملة العصبية المركزية.

العصب الدهليزي Vestibular nerve:

ينقل العصب الدهليزي دفعات من **القُريبة والكُييس** اللذين يزودان بمعلومات **حول وضعية الرأس**، وينقل العصب أيضاً معلومات من **القنوات نصف الدائرية** التي تزود بمعلومات عن **حركات الرأس.**

تمثل ألياف العصب الدهليزي **الاستطالات المركزية للخلايا العصبية الواقعة في العقدة الدهليزية** Vestibular ganglion التي تقع في صماخ (مجرى) السمع الداخلي، تدخل الاستطالات المركزية للخلايا العصبية للعقدة الدهليزية الوجه الأمامي من جذع الدماغ في الثلم بين الحافة السفلية للجسر والقسم العلوي من البصلة. وعندما تدخل هذه الألياف المعقد النووي الدهليزي تنقسم إلى فروع صاعدة قصيرة وفروع نازلة طويلة؛ وثمة عدد قليل من الألياف يذهب مباشرة إلى المخيخ عبر السويقة المخيخية السفلية، متخطياً بذلك النوى الدهليزية.

معقد النوى الدهليزية Vestibular nuclei**:**

يتألف هذا المعقد من مجموعة نوى واقعة تحت أرضية البطين الرابع، وهي أربع نوى:

١- النواة الدهليزية الوحشية، ٢- النواة الدهليزية العلوية، ٣- النواة الدهليزية الأنسية، ٤- النواة الدهليزية السفلية.

تتلقى النوى الدهليزية Vestibular nuclei أليافاً من القريبة والكيبس والقنوات نصف الدائرية عبر العصب الدهليزي، وأليافاً من المخيخ عبر السويقة المخيخية السفلية.

تذهب ألياف صادرة من هذه النوى إلى المخيخ عبر السويقة المخيخية السفلية. كما تنزل ألياف صادرة غير متصالبة من النواة الدهليزية الوحشية إلى النخاع الشوكي وتشكل السبيل الدهليزي الشوكي الوحشي. وإضافة إلى ذلك تذهب ألياف صادرة إلى نوى الأعصاب: محرك العين والبكري والمبعد عبر الحزمة الطولانية الأنسية.

وتساعد هذه الارتباطات على تنسيق حركات الرأس والعينين بحيث يمكن الحفاظ على **تثبيت الرؤية على الجسم المرئي أثناء حركة الرأس**. وإضافة إلى ذلك يمكن للمعلومات المتلقاة من الأذن الداخلية أن تساعد في **الحفاظ على التوازن** بواسطة التأثير في توتر (مقوية) عضلات الأطراف والجذع.

تذهب الألياف الصاعدة أيضاً من النوى الدهليزية إلى القشرة المخية، وذلك إلى الباحة الدهليزية الكائنة في التلفيف خلف المركزي مباشرة فوق الثلم الوحشي (سيليفيوس). ويعتقد أيضاً أن هذه الألياف تشكل محطة في النوى المهادية البطنية الخلفية. ويرجّح أن القشرة تعمل على **توجيه الشخص في الفضاء توجيهاً واعياً.**

العصب القوقعي Cochlear nerve**:**

ينقل العصب القوقعي الدفعات العصبية المعنية بالصوت من **العضو اللولبي** Spiral organ (العضو الحلزوني أو **عضو كورتي** Corti) الكائن في القوقعة.

ألياف العصب القوقعي **هي الاستطالات المركزية للخلايا العصبية الواقعة في العقدة اللولبية** Spiral ganglion (الحلزونية) المتوضعة في القوقعة. تدخل الألياف الوجه الأمامي من جذع الدماغ إزاء الحافة السفلية للجسر، وذلك إلى الوحشي من مكان انبثاق العصب الوجهي، ويكون العصب القوقعي منفصلاً هنا عن العصب الوجهي بواسطة العصب الدهليزي. تنقسم الألياف عند دخولها الجسر إلى فرعين: فرع يدخل النواة القوقعية الخلفية وفرع يدخل النواة القوقعية الأمامية.

النواتان القوقعيتان Cochlear Nuclei: تقع النواتان القوقعيتان الأمامية والخلفية على سطح السويقة المخيخية السفلية. وهما تتلقيان أليافاً واردة من **العقدة اللولبية** (الواقعة في القوقعة) عبر العصب القوقعي. ترسل النواتان القوقعيتان محاوير (ألياف عصبية من المرتبة الثانية) تسير

عبر الجسر وتنتهي في الجسم **شبه المنحرف والنواة الزيتونية العلوية**. وهنا تشكل الألياف محطة في النواة الخلفية للجسم شبه المنحرف والنواة الزيتونية العلوية في الجانب الموافق أو المقابل. تم تصعد المحاوير عبر القسم الخلفي من الجسر والدماغ المتوسط وتشكل سبيلاً يعرف باسم **الفتيل الوحشي**. وبالتالي يتألف كل فتيل وحشي من عصبونات المرتبة الثالثة واردة من كلا الجانبين.

عندما تصل ألياف الفتيل الوحشي الدماغ المتوسط تنتهي في **نواة الأكيمة السفلية**، أو تتابع طريقها إلى **الجسم الركبي الأنسي**، فتشكل محطة فيه، قبل أن تذهب إلى **القشرة السمعية** لنصف الكرة المخية عبر التشعع السمعي للمحفظة الداخلية.

تشمل القشرة السمعية الأولية (الباحتان ٤١و٤٢) تلفيف هيشل الكائن على الوجه العلوي للتلفيف الصدغي العلوي. والمكان الذي يتم فيه التعرف على الأصوات وتفسيرها بالاستناد إلى التجارب السابقة هو الباحة السمعية الثانوية.

تنتقل الدفعات العصبية من الأذن على طول الطرق السمعية في كل من جانبي جذع الدماغ، مع إسقاط أكثر رجحاناً إلى الجانب المقابل. هناك فروع جانبية كثيرة تذهب من هذه الطرق السمعية إلى الجهاز الشبكي المنشط في جذع الدماغ.

مسار العصب الدهليزي القوقعي: يغادر قسما العصب الدهليزي القوقعي الوجه الأمامي لجذع الدماغ من بين الحافة السفلية للجسر والبصلة. وهما يسيران نحو الوحشي في الحفرة القحفية الخلفية ويدخلان **صماخ (مجرى) السمع الباطن** مع العصب الوجهي، ثم تتوزع أليافهما على الأقسام المختلفة من الأذن الداخلية.

العصب اللساني البلعومي Glossopharyngeal nerve **(العصب القحفي IX)**:

العصب اللساني البلعومي (العصب القحفي التاسع) عصب حركي حسي.

نوى العصب اللساني البلعومي:

للعصب اللساني البلعومي ثلاث نوى: **١- النواة الحركية الرئيسية، ٢- النواة نظيرة الودية، ٣- النواة الحسية.**

١- النواة الحركية الرئيسية: تتوضع هذه النواة عميقاً في **التشكيل الشبكي للبصلة**، وهي مكونة من **النهاية العلوية للنواة الغامضة (الملتبسة)** Nucleus ambiguus. تتلقى أليافاً قشرية نووية من كلا نصفي الكرة المخية. **وتعصب أليافها العضلة الإبرية البلعومية.**

٢- النواة نظيرة الودية: تسمى هذه النواة أيضاً **النواة اللعابية السفلية** inferior salivatory nucleus. وهي تتلقى أليافاً واردة من الوطاء عبر الطرق الذاتية النازلة. ويعتقد أيضاً أنها تتلقى معلومات من الجهاز الشمي عبر التشكيل الشبكي. تردها معلومات معنية بالذوق من نواة السبيل المنفرد، معلومات واردة بالأصل من جوف الفم.

تصل الألياف الصادرة نظيرة الودية قبل العقدية **العقدة الأذنية** Otic ganglion عبر الفرع الطبلي للعصب اللساني البلعومي فالضفيرة الطبلية فالعصب الصخري الصغير. وتذهب الألياف بعد العقدية إلى **الغدة النكفية** لتعصبها.

٣- النواة الحسية: هي قسم من **نواة السبيل المنفرد** Solitary tract nucleus. يسير **حس الذوق** من الثلث الخلفي للسان عبر الاستطالات المحيطية لخلايا عصبية متوضعة في العقدة السفلية للعصب اللساني البلعومي، تشتبك الاستطالات المركزية لهذه الخلايا مع خلايا عصبية في النواة الحسية. وتعبر الألياف الصادرة من هذه النواة المستوى الناصف لتصعد إلى المهاد المقابل (المجموعة البطنية) وكذلك إلى عدد من النوى الوطائية. ومن المهاد تذهب محاوير الخلايا المهادية عبر المحفظة الداخلية والإكليل المتشعع لتنتهي في القسم السفلي من التلفيف خلف المركزي.

تدخل المعلومات الواردة المعنية **بالحس العام** جذع الدماغ عبر العقدة العلوية للعصب اللساني البلعومي، لكنها تنتهي في **النواة الشوكية للعصب مثلث التوائم.** وكذلك تسير الدفعات الواردة من الجيب السباتي Carotid sinus (الذي هو مستقبل ضغطي واقع عند تفرع الشريان السباتي المشترك) عبر العصب اللساني البلعومي وهي تنتهي في نواة السبيل المنفرد، كما أنها تتصل بالنواة الحركية الظهرية للعصب المبهم. يساعد منعكس الجيب السباتي الذي يستلزم مشاركة العصبين اللساني البلعومي والعصب المبهم في تنظيم الضغط الدموي الشرياني.

مسار العصب اللساني البلعومي:

يغادر العصب اللساني البلعومي الوجه الأمامي الوحشي من القسم العلوي للبصلة كسلسلة من جذيرات في الثلم ما بين الزيتونة والسويقة المخيخية السفلية، وهو يسير في الحفرة القحفية الخلفية باتجاه الوحشي **ويغادر القحف عبر الثقبة الوداجية**. وهنا تتوضع عقدتا العصب اللساني البلعومي العلوية والسفلية على العصب. ينزل العصب بعد ذلك عبر القسم العلوي من العنق برفقة الشريان السباتي الداخلي (الباطن) والوريد الوداجي الداخلي (الباطن) حتى يصل الحافة الخلفية للعضلة الإبرية البلعومية ليعصبها. ثم يسير العصب نحو الأمام ليعطي **فروع حسية تعصب الغشاء المخاطي للبلعوم والثلث الخلفي من اللسان.**

إصابة العصب اللساني البلعومي بمفرده نادرة. تشمل الاضطرابات الناجمة عن إصابته: زوال المنعكس البلعومي، زوال حس الذوق من الثلث الخلفي للسان، زوال منعكس الجيب السباتي.

العصب المبهم Vagus nerve (العصب القحفي X):

العصب المبهم (العصب القحفي العاشر) عصب حركي وحسي.

نوى العصب المبهم: للعصب المبهم ثلاث نوى هي: **١- النواة الحركية الرئيسية، ٢- النواة نظيرة الودية، ٣- النواة الحسية.**

١- النواة الحركية الرئيسية: تقع هذه النواة عميقاً ضمن التشكيل الشبكي للبصلة وتشكل جزءاً من **النواة الغامضة (الملتبسة)** Nucleus ambiguus. وهي تتلقى أليافاً قشرية نووية من كلا نصفي كرة المخ. تعصب الألياف الصادرة **العضلات العاصرة (المضيقة) للبلعوم، وعضلات الحنجرة الداخلية.**

٢- النواة نظيرة الودية: وتسمى **النواة الظهرية للمبهم** Posterior (dorsal) nucleus of vagus nerve، وهي تقع تحت أرضية القسم السفلي من البطين الرابع إلى الخلف والوحشي من نواة تحت اللساني. تتلقى النواة نظير الودية (النواة الظهرية للمبهم) أليافاً واردة

من الوطاء عبر الطرق الذاتية النازلة. وتتلقى أيضاً واردات أخرى بما فيها واردات من العصب اللساني البلعومي (منعكس الجيب السباتي). تتوزع الألياف الصادرة من النواة لتعصب **العضلات اللاإرادية في القصبات والقلب والمري والمعدة والمعي الدقيق والمعي الغليظ حتى الثلث البعيد من الكولون المعترض.**

٣- النواة الحسية: هذه النواة هي **القسم السفلي من نواة السبيل المنفرد** Solitary tract nucleus. ينتقل حس الذوق عبر الاستطالات المركزية لخلايا عصبية متوضعة في **العقدة السفلية** للعصب المبهم. تشتبك الاستطالات المركزية لخلايا هذه العقدة مع خلايا عصبية متوضعة في النواة الحسية. تعبر الألياف الصادرة من النواة المستوى الناصف وتصعد إلى المهاد في الجانب المقابل (نوى المجموعة البطنية) وكذلك إلى عدد من نوى الوطاء. ومن المهاد تذهب محاوير الخلايا المهادية عبر المحفظة الداخلية والإكليل المتشعع لتنتهي في القسم السفلي من التلفيف خلف المركزي.

تدخل المعلومات الواردة المعنية **بالحس العام** جذع الدماغ عبر **العقدة العلوية** للعصب المبهم ولكنها تنتهي في **النواة الشوكية للعصب مثلث التوائم.**

مسار العصب المبهم:

يغادر العصب المبهم الوجه الأمامي الوحشي للقسم العلوي من البصلة كسلسلة من جذيرات في الثلم ما بين الزيتونة والسويقة المخيخية السفلي. يسير نحو الوحشي عبر الحفرة القحفية الخلفية **ويغادر القحف عبر الثقبة الوداجية**. يمتلك العصب المبهم عقدتين حسيتين: عقدة علوية مدورة متوضعة على العصب ضمن الثقبة الوداجية ، وعقدة سفلية أسطوانية متوضعة على العصب مباشرة تحت الثقبة الوداجية. وتحت العقدة السفلية ينضم الجذر القحفي للعصب اللاحق إلى العصب المبهم ويتوزع بصورة رئيسية مع فروع العصب المبهم البلعومية وفرعه الحنجري الراجع.

ينزل العصب المبهم شاقولياً في العنق ضمن الغمد السباتي مع الوريد الوداجي الداخلي والشريان السباتي الداخلي ثم المشترك.

للعصب المبهم مسار ضمن جوف الصدر ثم ضمن جوف البطن حيث **يعطي فروعاً للبنى التي يعصبها في جوف الصدر وجوف البطن.**

إصابة العصب المبهم أو النواة الغامضة (النواة الحركية الرئيسية للمبهم) في جانب واحد يؤدي إلى شلل موافق في شراع الحنك والبلعوم والحنجرة يتظاهر بعسرة بلع وبحة صوت وعسرة تنفس. وأثناء لفظ كلمة (آه ...) يرتفع شراع الحنك في الجانب السليم وتنحرف اللهاة إلى هذا الجانب.

العصب اللاحق Accessory nerve **(العصب القحفي XI):**

العصب اللاحق (العصب القحفي الحادي عشر) عصب حركي يتشكل من اجتماع **جذرين قحفي وشوكي.**

- الجذر (القسم) القحفي Cranial root**:** يتشكل الجذر القحفي من محاوير خلايا عصبية تقع في النواة الغامضة (الملتبسة). تتلقى هذه النواة أليافاً قشرية نووية من كلا نصفي الكرة المخية.

وتنبثق الألياف الصادرة عن هذه النواة من الوجه الأمامي للبصلة، وذلك بين الزيتونة والسويقة المخيخية السفلية.

مسار الجذر القحفي للعصب اللاحق: يسير الجذر القحفي في الحفرة القحفية الخلفية نحو الوحشي وينضم إلى الجذر الشوكي. يتحد جذرا العصب اللاحق الذي يغادر القحف عبر الثقبة الوداجية، ثم ينفصل أحدهما عن الآخر، فينضم الجذر القحفي إلى العصب المبهم، ويتوزع معه عبر فروعه البلعومية وفرعه الحنجري الراجع، إلى عضلات الحنك اللين والبلعوم والحنجرة.

- الجذر (القسم) الشوكي Spinal root**:** يتألف الجذر الشوكي للعصب اللاحق من محاوير الخلايا العصبية للنواة الشوكية المتوضعة في القرن الأمامي للنخاع الشوكي، وذلك في الشدف (القطع) الرقبية الخمس الأولى. يعتقد أن النواة الشوكية تتلقى أليافاً قشرية شوكية من كلا نصفي كرة المخ.

مسار الجذر الشوكي للعصب اللاحق: تنبثق الألياف العصبية لهذا الجذر من النخاع الشوكي في منتصف المسافة بين الجذور الأمامية والخلفية للأعصاب الشوكية الرقبية. ثم تجتمع هذه الألياف في جذع عصبي مشترك يشكل الجذر الشوكي ويصعد إلى داخل القحف عبر الثقبة الكبرى. ثم يسير الجذر الشوكي نحو الوحشي وينظم إلى الجذر القحفي عند عبورهما الثقبة الوداجية. وبعد مسافة قصيرة، ينفصل الجذر الشوكي عن الجذر القحفي ويسير باتجاه الأسفل والوحشي ويدخل تحت الوجه العميق من العضلة القترائية فيعصب هذه العضلة. ثم يجتاز الجذر في مساره المثلث الخلفي للعنق ويسير تحت العضلة شبه المنحرفة فيعصبها.

وهكذا فإن العصب اللاحق مسؤول عن **حركات الحنك اللين والبلعوم والحنجرة**، وهو **يتحكم بحركة عضلتين كبيرتين في العنق هما العضلة القترائية والعضلة شبه المنحرفة.**

العصب تحت اللساني Hypoglossal nerve **(العصب القحفي XII):**

العصب تحت اللساني (العصب القحفي الثاني عشر) عصب حركي فقط، **يعصب العضلات الداخلية في اللسان، إضافة إلى العضلات: الإبرية اللسانية، واللامية اللسانية، والذقنية اللسانية.**

نواة تحت اللساني Hypoglossal nucleus: تتوضع النواة تحت اللساني في البصلة بجوار الخط الناصف مباشرة تحت أرضية القسم السفلي من البطين الرابع، وهي تتلقى أليافاً قشرية نووية من كلا نصفي كرة المخ. ولكن الخلايا المسؤولة عن تعصيب العضلة الذقنية اللسانية لا تتلقى أليافاً قشرية نووية سوى من نصف الكرة المخية المقابل.

تمر ألياف العصب تحت اللساني باتجاه الأمام عبر البصلة وتنبثق كسلسلة جذور من الثلم بين الهرم والزيتونة.

مسار العصب تحت اللساني: تنبثق ألياف العصب تحت اللساني من الوجه الأمامي للبصلة بين الهرم والزيتونة. وهو يجتاز الحفرة القحفية الخلفية **ويغادر القحف عبر نفق تحت اللساني.**

يسير العصب في العنق باتجاه الأسفل والأمام بين الشريان السباتي الداخلي والوريد الوداجي الداخلي (الباطن) حتى يصل الحافة السفلية للبطن الخلفي للعضلة لذات البطنين. وهنا يلتف العصب نحو الأمام ويصالب الشريانين السباتيين الداخلي والخارجي. ثم يسير إلى العمق من

الحافة الخلفية للعضلة الضرسية اللامية متوضعاً على الوجه الوحشي للعضلة الذقنية اللسانية. يرسل العصب بعدئذٍ فروعاً إلى عضلات اللسان.

يتحكم العصب تحت اللساني بحركات اللسان وشكله.

تؤدي إصابة العصب تحت اللساني إلى فقد الحركة وغياب المقوية (التوتر) العضلية وضمور عضلي في الجانب الموافق من اللسان (جانب الإصابة)، وحين إبراز اللسان تنحرف ذروته نحو جهة الإصابة.

المحاضرة الثامنة

المخيخ Cerebellum

يشكل المخيخ قسماً هاماً من الجملة العصبية المركزية، فهو يعنى بتنسيق الفاعلية الحركية سواء كانت إرادية أو انعكاسية، وتنظيم المقوية (التوتر) العضلية والحفاظ على وضعية طبيعية للجسم، ويشرف على الآليات التي تؤثر في التوازن وتضبطه.
ليس للمخيخ طرق مباشرة إلى العصبونات الحركية السفلية بل يمارس سيطرته بواسطة القشرة المخية وجذع الدماغ.

الموقع والمظهر الخارجي (العياني) للمخيخ:
يقع المخيخ في الحفرة القحفية الخلفية وتغطيه الخيمة المخيخية من الأعلى. ويتوضع خلف البطين الرابع والجسر والبصلة.
شكل المخيخ بيضوي تقريباً وهو منخصر (ضيق) في قسمه الناصف. ويتكون من نصفي كرة مخيخية Cerebellar hemispheres تجمع بينهما الدودة Vermis التي هي القسم الضيق الناصف.
للمخيخ وجه علوي ووجه وسفلي تفصل بينهما الحافة الخلفية التي تحوي شق عميق هو **الشق الأفقي** Horizontal fissure.
يتصل المخيخ بالوجه الخلفي لجذع الدماغ بواسطة ثلاثة حزم متناظرة من ألياف عصبية تسمى السويقات المخيخية Cerebellar peduncles العلوية والمتوسطة والسفلية.
يشاهد على سطح المخيخ العديد من الشقوق التي تفصل بين وريقات (تلافيف) المخيخ. يؤلف مجموع الوريقات التي تفصل بينها شقوق أكثر عمقاً فصيصات مخيخية. وبما أن شقوق المخيخ تمتد بدون انقطاع من نصف كرة مخيخية إلى آخر عبر الدودة فإن كل فصيص من الدودة يقابله فصيصان أيمن وأيسر في نصفي الكرة المخيخية.
ونذكر فيما يلي فصصيات الدودة مع ما يقابلها من فصيصات نصفي الكرة المخيخية:
١- **لسين الدودة** Lingula ويحتل الجزء الأمامي العلوي من الدودة وهو يغطي الشراع النخاعي العلوي، وليس هناك ما يقابله من نصفي الكرة المخيخية.
٢- **الفصيص المركزي** Central lobule الذي يتمادى مع بجناح الفصيص المركزي من نصفي الكرة المخيخية الأيمن والأيسر.
٣- **فصيصا القنة** Culmen **والحدرة** Declive ويتماديان بالفصيص المربع من نصفي الكرة المخيخية الأيمن والأيسر.
٤- **ورقة الدودة** Folium وتصل بين الفصيصين الهلاليين العلويين الأيمن والأيسر من نصفي الكرة المخيخية.
٥- **حدبة الدودة** Tuber وتصل بين الفصيصين الهلاليين السفليين الأيمن والأيسر من نصفي الكرة المخيخية.
٦- **هرم الدودة** Pyramid الذي يصل بين الفصيص ذو البطنين الأيمن والأيسر من نصفي الكرة المخيخية.
٧- **لهاة الدودة** Uvula وتصل بين لوزتي المخيخ.

٨- العقيدة Nodule وهي الجزء الأمامي السفلي للدودة وتصل بين ندفتي المخيخ، وتؤلف العقيدة مع الندفتين الفص الندفي العقيدي.

يقسم المخيخ من الناحية الوظيفية إلى ثلاثة فصوص: الفص الأمامي، والفص المتوسط، والفص الندفي العقيدي.

١- الفص الأمامي Anterior lobe**:** يقع أمام الشق الأولي Primary fissure الذي يفصله عن الفص المتوسط. وهو يشرف على الحركات الخشنة في الجسم ويدعى المخيخ المتقادم.

٢- الفص الأوسط Middle lobe (يسمى أحياناً الفص الخلفي Posterior lobe): ويقع بين الشق الأولي والشق اللهاتي العقيدي (الخلفي الوحشي) Posterolateral fissure ، ويشكل أكبر قسم في المخيخ، وهو يشرف على تنسيق الحركات الإرادية المعقدة والدقيقة، ويدعى المخيخ الحديث.

٣- الفص الندفي العقيدي Flocculonodular lobe **:** ويقع فوق الشق اللهاتي العقيدي، وهو يتكون من عقيدة الدودة ومن الندفتين من نصفي الكرة المخيخية، وهو الجزء الأقدم من المخيخ ويدعى المخيخ البدائي، وهو يشرف على التوازن.

بنية المخيخ:

يـتألف المخيخ من مادة سنجابية ومادة بيضاء. تشكل المادة السنجابية غطاءً خارجياً يسمى قشرة المخيخ، وهي تحيط بالمادة البيضاء الداخلية. يوجد داخل المادة البيضاء في كل نصف كرة مخيخية أربع كتل من مادة سنجابية تشكل النوى داخل المخيخ (النوى المخيخية العميقة).

بنية القشرة المخيخية:

يمكن النظر إلى القشرة المخيخية كملاءة كبيرة ذات صفيحات (طيات) متوضعة في مستوي جبهي أو أفقي. تحوي كل صفيحة لباً من مادة بيضاء تغطيه في السطح مادة سنجابية.

تقسم المادة السنجابية في القشرة إلى ثلاث طبقات:

١- طبقة خارجية هي الطبقة الجزيئية Molecular layer**:** تحوي نمطين من الخلايا العصبية: الخلية النجمية والخلية السَلّيّة (تشبه السلة).

٢- الطبقة المتوسطة هي طبقة الخلايا الكمثرية (خلايا بوركنجي Purkinje cell**):** تحوي هذه الطبقة خلايا عصبية ذات أشكال تشبه القوارير تدعى **خلايا بوركنجي.**

٣- الطبقة الداخلية هي الطبقة الحبيبية Granular layer**:** تحوي خلايا عصبية تدعى **خلايا غولجي**.

كما أن قشرة المخيخ تحوي خلايا قليلة التغصنات وخلايا نجمية وهي من خلايا **الدبق العصبي**.

النوى داخل المخيخ (النوى المخيخية العميقة):

يوجد ضمن المادة البيضاء في المخيخ أربع كتل من مادة سنجابية في كل جانب من الخط المتوسط. هذه النوى هي من الوحشي إلى الأنسي: النواة المسننة، والنواة الصمّية، والنواة الكروية، والنواة القميّة (السقفية).

١- النواة المسننة Dentate nucleus**:** هي كبرى النوى المخيخية، ولها شكل كيس مجعد مع فتحة متجهة نحو الأنسي. يمتلئ لب هذه النواة بمادة بيضاء مكونة من الألياف الصادرة التي

تغادر النواة عبر الفتحة وهي تشكل جزءاً كبيراً من السويقة المخيخية العلوية.
٢- النواة الصمّية Emboliform nucleus**:** بيضية الشكل وتقع إلى الأنسي من النواة المسننة.
٣- النواة الكروية Globose nucleus**:** قد تكون مؤلفة من مجموعة خلوية واحدة أو أكثر، وتقع إلى الأنسي من النواة الصميّة.
٤- النواة القميّة (السقفية) Fastigial nucleus**:** تقع قرب الخط الناصف ضمن الدودة وعلى مقربة من البطين الرابع.
تشكل محاوير النوى المخيخية السابقة الألياف الصادرة من المخيخ والمغادرة عبر السويقات المخيخية العلوية والسفلية.

المادة البيضاء:
توجد كمية كبيرة من المادة البيضاء في كل من نصفي الكرة المخيخية. وتوجد كمية قليلة من المادة البيضاء في الدودة؛ وهي تشبه إلى حد بعيد فروع شجرة (تسمى شجرة الحياة).
تتكون المادة البيضاء من ثلاث مجموعات من الألياف العصبية: **ألياف داخلية، وألياف واردة، وألياف صادرة.**
الألياف الداخلية: لا تغادر المخيخ، وهي تصل بين المناطق المختلفة في المخيخ. يربط بعضها بين صفيحات قشرة نصف الكرة المخيخية والدودة في الجانب ذاته، بينما يربط بعضها الآخر بين نصفي الكرتين المخيخيتين.
الألياف الواردة: تشكل الجزء الأكبر من المادة البيضاء وتذهب إلى القشرة المخيخية. وتدخل هذه الألياف إلى المخيخ بصورة رئيسية عبر سويقتي المخيخ المتوسطة والسفلية.
الألياف الصادرة: تشكل الناتج الصادر عن المخيخ، وتبدأ كمحاوير للخلايا الكمثرية (خلايا بوكنجي) في القشرة المخيخية، وتذهب غالبية هذه المحاوير إلى خلايا النوى داخل المخيخ (المسننة والصمَّية والكروية والقميّة) وتشتبك معها، ثم تغادر محاوير خلايا هذه النوى المخيخ.
تغادر ألياف من النوى المسننة والصمَّية والكروية المخيخ عبر السويقة المخيخية العلوية، وتغادر ألياف النواة القمية المخيخ عبر السويقة السفلية.
تتلقى النوى داخل المخيخية معلومات عصبية واردة من مصدرين هما:
١- المحاوير المثبطة من الخلايا الكمثرية (خلايا بوركنجي) في القشرة المخيخية.
٢- المحاوير المثيرة (المحرِّضة) التي هي فروع من الألياف الواردة إلى قشرة المخيخ (الألياف المتسلقة والألياف الطحلبية).

السويقات المخيخية cerebellar peduncles:
يتصل المخيخ بالأقسام الأخرى من الجملة العصبية المركزية بواسطة ألياف كثيرة صادرة وألياف واردة؛ وتجتمع هذه الألياف في كل جانب في ثلاث حزم أو سويقات كبيرة:
١- السويقتان المخيخيتان العلويتان Superior cerebellar peduncles تربط المخيخ بالدماغ المتوسط.
٢- السويقتان المخيخيتان المتوسطتان Middle cerebellar peduncles تربط المخيخ بالجسر.

٣- السويقتان المخيخيتان السفليتان Inferior cerebellar peduncles تربط المخيخ بالبصلة.

الألياف الوردة إلى المخيخ:

أ- الألياف الواردة إلى المخيخ الناشئة من القشرة المخية:

ترسل القشرة المخية معلومات إلى المخيخ عبر ثلاث طرق هي:

١- الطريق القشري - الجسري - المخيخي Corticopontocerebellar pathway.

٢- الطريق القشري - الزيتوني - المخيخي Cortico-olivary cerebellar pathway.

٣- الطريق القشري - الشبكي - المخيخي Corticoreticular cerebellar pathway.

١- الطريق القشري الجسري المخيخي: تنشأ الألياف الجسرية من الخلايا العصبية الكائنة في القشرة المخية للفصوص الجبهي، والجداري، والصدغي، والقذالي؛ وتنزل عبر الإكليل المتشعع والمحفظة الداخلية، وتنتهي على النوى الجسرية. تعطي النوى الجسرية منشأ للألياف المعترضة الجسرية التي تجتاز الخط الناصف وتدخل نصف الكرة المخيخية المقابل مشكلة أثناء هذا الدخول السويقة المخيخية المتوسطة.

٢- الطريق القشري الزيتوني المخيخي: تنشأ الألياف القشرية الزيتونية من الخلايا العصبية الكائنة في القشرة المخية للفصوص الجبهي، والجداري، والصدغي، والقذالي؛ وتنزل عبر الإكليل المتشعع والمحفظة الداخلية، وتنتهي على نوى الزيتونة السفلية في الجانبين. وتنشأ من الزيتونة السفلية ألياف تعبر الخط الناصف وتدخل نصف الكرة المخيخية المقابل عبر السويقة المخيخية السفلية، وتنتهي في قشرة المخيخ.

٣- الطريق القشري الشبكي المخيخي: تنشأ الألياف القشرية الشبكية من خلايا عصبية كثيرة في القشرة المخية، وخاصة من الباحات الحسية والحركية. تنزل هذه الألياف لتنتهي في التشكيل الشبكي في الجانبين الموافق والمقابل في الجسر والبصلة. وتنشأ من خلايا التشكيل الشبكي الألياف الشبكية المخيخية التي تدخل نصف الكرة المخيخية في الجانب ذاته عبر السويقتين المخيخيتين المتوسطة والسفلية.

إن هذه الصلة بين المخ والمخيخ هامة في ضبط الحركة الإرادية. ومن المرجح أن المعلومات المتعلقة ببدء الحركة في القشرة المخية تُنقل إلى المخيخ بحيث يمكن مراقبة الحركة وإجراء تعديلات في الفعالية العضلية بشكل مناسب.

ب- الألياف الواردة إلى المخيخ الناشئة من النخاع الشوكي :

ينقل النخاع الشوكي إلى المخيخ معلومات من المستقبلات الحسية الجسمية عبر ثلاثة طرق هي:

١- السبيل الشوكي المخيخي الأمامي Anterior Spinocerebellar Tract.

٢- السبيل الشوكي المخيخي الخلفي Posterior Spinocerebellar Tract.

٣- السبيل الإسفيني المخيخي Cuneatocerebellar Tract.

١- السبيل الشوكي المخيخي الأمامي: تدخل ألياف هذا السبيل المخيخ (بعد صعودها في جذع الدماغ) عبر السويقة المخيخية العلوية وتنتهي في القشرة المخيخية. وتتشعب فروع جانبية تنتهي في النوى المخيخية العميقة.

يوجد السبيل الشوكي المخيخي الأمامي في كل شدف (قطع) النخاع الشوكي وتنقل ألياف هذا السبيل المعلومات العضلية المفصلية من المغازل العضلية والوترية والمستقبلات المفصلية (الحس العميق)، من الأطراف العلوية والسفلية.

٢- السبيل الشوكي المخيخي الخلفي: تدخل ألياف هذا السبيل المخيخ (بعد صعودها إلى البصلة) عبر السويقة المخيخية السفلية وتنتهي في القشرة المخيخية، وتتفرع فروع جانبية تنتهي في النوى المخيخية العميقة. تنقل ألياف هذا السبيل المعلومات العضلية المفصلية من المغازل العضلية والوترية والمستقبلات المفصلية (الحس العميق)، من الجذع والطرفين السفليين.

٣- السبيل الإسفيني المخيخي: تنشأ ألياف هذا السبيل من النواة الإسفينية في البصلة وتدخل نصف كرة المخيخ في الجهة المقابلة عبر السويقة المخيخية السفلية وتنتهي الألياف في القشرة المخيخية.

يتلقى السبيل الإسفيني المخيخي معلومات عضلية مفصلية من المغازل العضلية والوترية والمستقبلات المفصلية (الحس العميق)، من الطرف العلوي والقسم العلوي من الصدر.

ج- الألياف الواردة إلى المخيخ القادمة من العصب الدهليزي والنوى الدهليزية: يتلقى العصب الدهليزي معلومات من الأذن الداخلية تتعلق بالحركة (من القنوات نصف الدائرية) وبالوضعية بالنسبة للجاذبية الأرضية (من القُريبة والكُييس). يرسل العصب الدهليزي فروعاً تصل إلى المخيخ مباشرة عبر السويقة المخيخية السفلية في الجانب الموافق، ويعطي هذا العصب فروعاً أخرى إلى النوى الدهليزية في جذع الدماغ حيث تشتبك، وترسل هذه النوى أليافاً تدخل المخيخ عبر السويقة المخيخية السفلية في الجانب ذاته. تنتهي كل الألياف الواردة من الأذن الداخلية في الفص الندفي العقيدي في المخيخ.

د- ألياف أخرى واردة: يتلقى المخيخ إضافة إلى ما سبق حزماً صغيرة من ألياف واردة من النواة الحمراء وسقف الدماغ المتوسط.

ملاحظة: تنهي جميع الألياف الواردة إلى المخيخ في قشرة المخيخ ما عدا بعض الألياف الحمراوية والدهليزية المخيخية والزيتونية المخيخية التي تنتهي في النوى المخيخية العميقة.

الألياف الصادرة عن المخيخ:

تخرج كل المعلومات الصادرة من قشرة المخيخ عبر محاوير خلايا بوركنجي (الخلايا الكمثرية)، وتنتهي معظم هذه المحاوير بتشكيل مشابك مع عصبونات النوى المخيخية العميقة. تشكل محاوير عصبونات النوى المخيخية العميقة الطريق الصادر من المخيخ. ويغادر عدد قليل من محاوير خلايا بوركنجي المخيخ ذاهباً إلى النواة الدهليزية الوحشية مباشرة.

ترتبط الألياف الصادرة من المخيخ **بالنواة الحمراء، والمهاد، والنوى الدهليزية، والتشكيل الشبكي**.

١- الطريق الكروي الصمّي- الحمراوي Globose emboliform-rubral pathway:

تمر محاوير عصبونات النواتين الكروية والصمّية عبر السويقة المخيخية العلوية وتجتاز الخط الناصف ذاهبة إلى الجهة المقابلة عبر تصالب السويقتين المخيخيتين العلويتين. وتنتهي الألياف بتشكيل مشابك مع خلايا النواة الحمراء في الجهة المقابلة التي تنشأ منها محاوير السبيل

الحمراوي الشوكي (التي تتصالب مباشرة بعد منشئها) . وهكذا يتضح أن هذا الطريق يتصالب مرتين، مرة في تصالب السويقة المخيخية العلوية، ومرة ثانية في السبيل الحمراوي الشوكي قرب منشئه. وبهذا الشكل تؤثر النواتان الكروية والصمّية في الفعالية الحركية في الجانب الموافق من الجسم.

٢- الطريق المسنني المهادي Dentothalamic pathway**:** تسير محاوير عصبونات النواة المسننة عبر السويقة المخيخية العلوية، وتعبر الخط الناصف ذاهبة إلى الجهة المقابلة عبر تصالب السويقة المخيخية العلوية. تنتهي الألياف بالتشابك مع خلايا المهاد (خلايا في النواة المهادية البطنية الوحشية) في الجهة المقابلة.

تصعد محاوير العصبونات المهادية عبر المحفظة الداخلية والإكليل المتشعع وتنتهي في الباحة الحركية الأولية في القشرة المخية. وبواسطة هذا الطريق يمكن للنواة المسننة أن تؤثر في النشاط الحركي بالتأثير على العصبونات الحركية في القشرة المخية المقابلة، ويتم نقل الدفعات العصبية من القشرة الحركية إلى المستويات الشدفية (القطعية) في عبر السبيل القشري الشوكي. ونذكر هنا أن معظم ألياف السبيل القشري الشوكي تتصالب ذاهبة إلى الجانب المقابل عبر التصالب الهرمي، أو فيما بعد إزاء المستويات الشدفية الشوكية. وهكذا تكون النواة المسننة قادرة على تنسيق الفعالية العضلية في الجانب الموافق من الجسم.

٣- الطريق القمّي الدهليزي Fastigial vestibular pathway**:** تسير محاوير عصبونات النواة القمية عبر السويقة المخيخية السفلية وتنتهي بالتشابك مع عصبونات النواة الدهليزية الوحشية في كلا الجانبين (ونذكر هنا أن بعض محاوير خلايا بوركنجي تسقط مباشرة على النواة الدهليزية الوحشية). تشكل عصبونات النواة الدهليزية الوحشية السبيل الدهليزي الشوكي الوحشي.

تمارس النواة القمية تأثيراً ميسّراً (مسهلاً) بشكل رئيسي على مقوية (توتر) العضلات الباسطة في الجهة الموافقة.

٤- الطريق القمّي الشبكي Fastigial reticular pathway**:** تسير محاوير عصبونات النواة القمية عبر السويقة المخيخية السفلية وتنتهي بالتشابك مع عصبونات التشكيل الشبكي.

تؤثر محاوير هذه العصبونات في الفعالية الحركية الشدفية للنخاع الشوكي عبر السبيل الشبكي الشوكي.

ملاحظة: ليس هناك ألياف **مباشرة** صادرة من المخيخ تربطه بالنخاع الشوكي.

وبالخلاصة يمكن القول أن وظيفة المخيخ شبيهة بغرفة المراقبة للفاعلية الحركية والتوازن حيث تصله نسخة عن الأمر الحركي الصادر عن الدماغ ويصله من المحيط ما يشبه التقرير عن تنفيذ هذا الأمر الحركي، وذلك بالمعلومات التي تبين وضعية الجسم في الفراغ والقادمة من العضلات والأوتار والمفاصل والدهليز. يقوم المخيخ بمقارنة الأمر الحركي وتنفيذه، وفي حال حدوث خلل يقوم بتنبيه الدماغ لإصدار أمر حركي آخر في حال عدم تنفيذ الأمر الحركي السابق بدقة. كما في حال تجنب السقوط في حفرة أثناء المشي بشكل مستقيم.

خلل وظائف المخيخ:

إن أهم وظائف المخيخ هي **التوازن** (مسؤول عنه الفص الندفي العقيدي أي المخيخ البدائي) **وتنسيق الحركات الإرادية والانعكاسية** والمسؤول عنها باقي أجزاء المخيخ.

يعنى نصف الكرة المخية عبر طرق عصبية، وعلى نحو رئيسي، بالجانب الموافق من الجسم، لذلك إن حدوث آفة في أحد نصفي الكرة المخيخية تعطي أعراضاً وعلامات تظهر في الجانب الموافق من الجسم (أي في نفس جهة الآفة).

وفيما يلي أهم الأعراض والعلامات التي تنتج عن الإصابات المخيخية:

١- نقص التوتر (المقوية) العضلي: يتجلى بنقص شديد في التوتر العضلي، وتكون العضلات رخوة بالجس (وخاصة في الإصابات الحادة)، وتضعف المنعكسات الوترية.

٢- خلل الوضعة والمشي: يتخذ المريض قاعدة عريضة عندما يقف، وعندما يمشي المريض يترنح ويميل إلى جهة الإصابة.

٣- اضطراب الحركات الإرادية (الرنح): ويتجلى بفقد تناسق الحركات الإرادية ويتجلى بخلل في سعة ومعدل وقوة الحركة ويقسم اضطراب الحركات الإرادية (الرنح) إلى الأنماط التالية:

- اللاتآزرية: وهي عدم قدرة العضلات على التنسيق فيما بينها.

- الرجفان القصدي: يحدث رجفان خشن عند إجراء الحركات الإرادية كلما اقتربت الحركة من نهايتها، ويغيب هذا الرجفان أثناء الراحة.

- خلل تناوب الحركات: أي عدم القدرة على إجراء حركات متناوبة مثل الكب والاستلقاء في الساعد.

- اضطراب الكلام أو عسر اللفظ (الرتّة المتقطعة): حيث تنفصل الكلمة إلى مقاطع ويختل لحن الكلام وذلك بسبب عدم التنسيق بين العضلات المسؤولة عن النطق.

- اضطراب الحركات العينية (الرأرأة): يحدث حركات لا إرادية للمقلتين إلى الجانبين، وهي حركات خشنة، تتجه الحركة السريعة منها إلى جهة الإصابة.

متلازمة الدودة المخيخية: السبب الأكثر شيوعاً لهذه المتلازمة هو ورم الأرومة النخاعية في الدودة لدى الأطفال. وبما أن الدودة مفردة وتؤثر على بُنى الخط الناصف للجسم، فإن عدم التنسيق العضلي يصيب الرأس والجذع (لا يشمل الأطراف). يحصل ميل للسقوط نحو الأمام أو نحو الخلف، وتوجد صعوبة في الحفاظ على الرأس ثابتاً في وضعية الانتصاب.

النخاع الشوكي Spinal Cord

الموقع والمظهر الخارجي (العياني):

النخاع الشوكي هو عبارة عن حبل أسطواني الشكل مضغوط من الأمام إلى الخلف بحيث يكون قطره المعترض أكبر من قطره الأمامي الخلفي، طوله ٤٣سم وقطره المعترض الأعظمي ١٠-١٤ ملم يستقر داخل النفق الفقري spinal canal ويمتد من المفصل القفوي الفقهي atlanto-occipital بالأعلى حذاء الثقبة القفوية الكبرى وحتى الفقرة القطنية الثانية عند الكهول وأسفل من ذلك عند الأطفال حديثي الولادة. وهو بذلك يشغل الثلثين العلويين من النفق الفقري.

يحيط بالنخاع الشوكي أغشية السحايا الثلاثة: الأم الحنون، والغشاء العنكبوتي والأم الجافية.

توجد حماية إضافية يقدمها السائل الدماغي الشوكي الذي يحيط بالنخاع الشوكي متوضعاً في الحيز تحت العنكبوتي.

يكون النخاع الشوكي متضخماً بشكل مغزلي في المنطقة الرقبية ويعرف باسم **الضخامة (الانتفاخ) الرقبية** Cervical enlargement حيث منشأ الضفيرة العضدية من النخاع الشوكي التي تعصب الأطراف العلوية. وكذلك يكون متضخماً في المنطقتين الصدرية السفلية والقطنية العلوية ويعرف باسم **الضخامة (الانتفاخ) القطنية** lumbar enlargement، حيث منشأ الضفيرة القطنية العجزية التي تعصب الأطراف السفلية.

يتمادى النخاع الشوكي في الأعلى مع البصلة السيسائية دون حدود فاصلة، ويستدق في نهايته السفلية مشكلاً **المخروط النخاعي** conus medullaris الذي يتواصل بامتداد خيطي من الأم الحنون يدعى **الخيط الانتهائي** Filum terminale الذي ينزل وينتهي بالارتباط بالوجه الخلفي للعصعص. وتمتد جذور الأعصاب القطنية والعجزية تحت مستوى النهاية السفلية للنخاع الشوكي مشكلة **ذيل الفرس** Cauda equine .

يحوي النخاع الشوكي في منتصف وجهه الأمامي شقاً طولانياً عريضاً وقليل العمق هو **الشق الناصف الأمامي** Anterior median fissure، ويحوي في منتصف وجهه الخلفي ثلماً ضيقاً وعميقاً هو **الثلم الناصف الخلفي** Posterior median sulcus.

وحشي الشق الناصف الأمامي يوجد **الثلم الأمامي الوحشي** حيث تخرج ألياف الجذر الحركي الأمامي للعصب الشوكي. يفصل الثلم الأمامي الوحشي بين الحبل الأمامي والحبل الوحشي للمادة البيضاء. كما يوجد وحشي الثلم الناصف الخلفي **الثلم الخلفي الوحشي** حيث تدخل ألياف الجذر الخلفي الحسي للعصب الشوكي. يفصل الثلم الخلفي الوحشي بين حبلي المادة البيضاء الخلفي والوحشي.

يرتبط على كامل امتداد النخاع الشوكي ٣١ زوجاً من الأعصاب الشوكية spinal nerves بواسطة جذور أمامية حركية وجذور خلفية حسية. ويرتبط كل جذر بالنخاع الشوكي بسلسلة من جذيرات تمتد على طول الشدفة (القطعة) النخاعية الموافقة spinal segment. ويمتلك كل جذر خلفي عقدة شوكية هي عقدة الجذر الخلفي التي ينشأ من خلاياها الألياف العصبية المركزية والمحيطية.

البنية الداخلية للنخاع الشوكي:
يتألف النخاع الشوكي من لب داخلي مكون من مادة سنجابية يحيط به غطاء خارجي من مادة بيضاء.
المادة السنجابية (الرمادية) في النخاع الشوكي Gray matter :
تشاهد المادة السنجابية على المقطع المعترض للنخاع الشوكي على شكل حرف H ، يشاهد فيها في كل جانب **قرنان (عمودان) سنجابيان أماميان** Anterior horns **وقرنان سنجابيان خلفيان** Posterior horns ، يرتبطان **بصوار (ملتقى) سنجابي** Gray commissure رقيق يدعى المادة السنجابية المركزية، ويحوي هذا الصوار **القناة المركزية** Central canal.
يوجد **قرن (عمود) سنجابي وحشي** Lateral horn في الشدف (القطع) النخاعية الصدرية والشدف القطنية العلوية.
يتعلق حجم المادة السنجابية الموجودة في أي مستوى من النخاع الشوكي بأهمية العضلات التي تستمد تعصيبها من هذا المستوى، وهكذا فإن حجم المادة السنجابية أكبر في الانتفاخين النخاعيين الرقبي والقطني اللذين يعصبان عضلات الطرفين العلويين والطرفين السفليين، على التوالي.
تتألف المادة السنجابية، كما هي الحال في بقية مناطق الجملة العصبية ، من مزيج من الخلايا العصبية واستطالاتها، والدبق العصبي، والأوعية الدموية.
مجموعة الخلايا العصبية في القرنين (العمودين) السنجابيين الأماميين:
معظم الخلايا العصبية كبيرة ومتعددة الأقطاب، وتخرج محاويرها ضمن الجذور الأمامية للأعصاب الشوكية كصادرات من النمط ألفا Alpha efferents تعصب العضلات الهيكلية.
الخلايا العصبية الصغيرة متعددة الأقطاب أيضاً، ويخرج الكثير من محاويرها ضمن الجذور الأمامية للأعصاب الشوكية كصادرات من النمط غاما Gamma efferents تعصب الألياف العضلية داخل المغزلية في المغازل العصبية العضلية.
تقسم الخلايا العصبية في القرن الأمامي إلى ثلاثة مجموعات أو أعمدة رئيسية: أنسية، ومركزية، ووحشية.
- **المجموعة الأنسية** موجودة في معظم شدف النخاع الشوكي، وهي مسؤولة عن تعصيب العضلات الهيكلية في العنق والجذع.
- **المجموعة المركزية** أصغر المجموعات، وهي موجودة في بعض الشدف الرقبية والقطنية والعجزية. في القسم الرقبي تعصب بعض هذه الخلايا (الشدف الرقبية ٣و٤و٥) تعصب عضلة الحجاب الحاجز وتعرف باسم النواة الحجابية. وفي الشدف الرقبية الخمس أو الست الرقبية تعصب بعض الخلايا العصبية العضلتين القترائية وشبه المنحرفة وتعرف بالنواة اللاحقة (نواة العصب اللاحق).
- **المجموعة الوحشية:** موجودة في الشدف الرقبية والقطنية والعجزية، وتعصب العضلات الهيكلية في الأطراف العلوية والسفلية.
مجموعة الخلايا العصبية في القرنين (العمودين) السنجابيين الخلفيين:
توجد في القرن الخلفي أربع مجموعات من الخلايا العصبية تمتد اثنتان منهما على طول النخاع الشوكي ويقتصر وجود الاثنتين الأخريين على الشدف الصدرية والقطنية:

١- مجموعة المادة الهلامية Substantia gelatinosia**:** تقع في ذروة القرن الخلفي على كامل امتداد النخاع الشوكي وتتلقى أليافاً واردة معنية بحس الألم والحرارة واللمس.
٢- النواة الخاصة Nucleus proprius **(البدنية أو الجسدية):** مجموعة من خلايا عصبية كبيرة متوضعة أمام المادة الهلامية على طول النخاع الشوكي. تشكل هذه النواة الكتلة الأساسية للخلايا الموجودة في العمود السنجابي الخلفي، وهي تتلقى أليافاً من العمود الحبل الخلفي معنية بالحس العضلي المفصلي وحس التمييز ما بين نقطتين والاهتزاز.
٣- النواة الظهرية (أو عمود كلارك) Nucleus dorsalis**:** هي مجموعة من خلايا عصبية واقعة في قاعدة القرن الخلفي وتمتد من الشدفة النخاعية الرقبية الثامنة حتى الشدفة القطنية الثالثة. وهي تتلقى أليافاً عصبية معنية بالحس العضلي المفصلي.
٤- نواة الوردات الحشوية: هي مجموعة خلايا عصبية تقع إلى الوحشي من النواة الظهرية، وهي تمتد من الشدفة النخاعية الصدرية الأولى حتى الشدفة القطنية الثالثة،ويعتقد أنها معنية بتلقي المعلومات الواردة الحشوية.

مجموعة الخلايا العصبية في القرنين (العمودين) السنجابيين الوحشيين:

تشكل مجموعة الخلايا الوسطانية الوحشية من المادة السنجابية **القرن الوحشي** Lateral horn الذي يمتد من الشدفة الصدرية الأولى حتى الشدفة القطنية الثانية أو الثالثة. تنشأ من هذه الخلايا الألياف الودية قبل العقدية (أي أنها منبع ودي).
توجد مجموعة شبيهة من الخلايا في الشدف النخاعية العجزية (٢و٣و٤) تنشأ منها ألياف نظيرة ودية قبل العقدية (أي أنها منبع نظير ودي).

القناة المركزية Central canal**:** تقع القناة المركزية في مركز الصوار (الملتقى) الرمادي. يدعى قسم الصوار السنجابي الواقع أمام القناة المركزية باسم الصوار السنجابي الأمامي، وقسم الواقع خلفها باسم الصوار السنجابي الخلفي.
توجد القناة المركزية على طول النخاع الشوكي، وهي مملوءة بالسائل الدماغي الشوكي. وهي تتصل في الأعلى مع البطين الرابع، أما في الأسفل فهي تتوسع في مستوى المخروط النخاعي مشكلة **البطين الانتهائي**.

المادة البيضاء في النخاع الشوكي White matter:

تقسم المادة البيضاء في النخاع الشوكي في كل جانب إلى حبال (أو أعمدة) بيضاء: أمامي ووحشي وخلفي. يقع **الحبل الأمامي** Anterior funiculus في كل جانب بين الخط الناصف الأمامي ونقطة خروج الجذور العصبية الأمامية ، ويقع **الحبل الوحشي** Lateral funiculus بين خروج الجذور العصبية الأمامية ومدخل الجذور العصبية الخلفية، ويقع **الحبل الخلفي** Posterior funiculus بين مدخل الجذور العصبية الخلفية والخط الناصف الخلفي.
تتألف المادة البيضاء في النخاع الشوكي من حزم من الألياف العصبية تسير بشكل طولاني مشكلة غلافاً يحيط بالمادة السنجابية (الرمادية) يأتي بعضها من المحيط عبر الجذور الخلفية ويصعد في النخاع الشوكي إلى جذع الدماغ وإلى الدماغ وأقسامه المختلفة **(السبل العصبية الصاعدة)**، ويتشكل القسم الآخر من الحزم الصادرة عن الدماغ وجذع الدماغ والتي تنزل في النخاع لتتوزع في حبال النخاع الشوكي **(السبل العصبية النازلة)**.

وبصورة عامة يمكن القول أن الحزم الصاعدة تزداد ثخانة من الأسفل للأعلى بينما يتناقص حجم الحزم النازلة من الأعلى نحو الأسفل.
سوف يتم دراسة هذه السبل العصبية في بحث السبل (الطرق) العصبية الصاعدة والنازلة، ونكتفي هنا بذكر لمحة عن هذه السبل وموقعها في حبال النخاع الشوكي.
تجتمع الحزم الصاعدة والنازلة حول المادة الرمادية في النخاع الشوكي مكونة ثلاثة حبال (أعمدة): أمامي وجانبي (وحشي) وخلفي:

الحبل الأمامي للنخاع الشوكي Anterior funiculus :

يحوي هذا الحبل سبلاً (حزماً) صاعدة وأخرى نازلة.

أولاً : السبل (الحزم) الصاعدة في الحبل الأمامي:

١- السبيل الشوكي المهادي الأمامي anterior spinothalamic tract :
تدخل محاوير خلايا عقدة الجذر الخلفي (العقدة الشوكية) إلى النخاع الشوكي وتتشابك مع عصبونات القرن الخلفي ثم تعبر محاوير هذه العصبونات الخط المتوسط أمام القناة المركزية إلى الجهة المقابلة ثم تصعد في الحبل الأمامي باسم السبيل الشوكي المهادي الأمامي.
ينقل السبيل الشوكي المهادي الأمامي **حس اللمس الخفيف والضغط من الجهة المقابلة.**

٢- السبيل الشوكي السقفي spinotectal tract :
تدخل محاوير خلايا عقدة الجذر الخلفي (العقدة الشوكية) إلى النخاع الشوكي وتتشابك مع عصبونات القرن الخلفي ثم تعبر محاوير هذه العصبونات الخط الناصف إلى الجهة المقابلة وتصعد باسم السبيل الشوكي السقفي في المادة البيضاء (تتوضع خلف الحزمة السابقة) وتنتهي أليافها بالتشابك مع عصبونات الأكيمة العلوية في سقف الدماغ المتوسط.
ينقل السبيل الشوكي السقفي **حس الألم والحرارة واللمس إلى الأكيمة العلوية** وذلك من أجل المنعكسات الشوكية البصرية.

٣- السبيل الشوكي الزيتوني spinoolivar tract : تدخل المحاوير من عقدة الجذر الخلفي وتتشابك مع عصبونات القرن السنجابي الخلفي ثم تعبر محاوير هذه العصبونات الخط الناصف إلى الجهة المقابلة وتصعد باسم السبيل الشوكي الزيتوني في المادة البيضاء عند اتصال الحبل الأمامي والحبل الوحشي، وتنتهي بالتشابك مع عصبونات نوى الزيتونية السفلية.
ينقل السبيل الشوكي الزيتوني معلومات من المستقبلات الجلدية والعضلية المفصلية.

ثانياً: السبل (الحزم) النازلة في الحبل الأمامي:

١- السبيل القشري الشوكي الأمامي anterior corticospinal tract:
وهو السبيل الهرمي **غير المتصالب** الذي ينقل الأوامر الحركية من القشرة الدماغية إلى خلايا القرن الأمامي في النخاع الشوكي في الجانب الموافق (أي نفس الجانب).

٢- السبيل السقفي الشوكي tectospinal tract: صادر من الأكيمة العلوية في الدماغ المتوسط وينتهي في العمود السنجابي الأمامي الرقبي ويعتقد أنه معني بالحركات الانعكاسية استجابة للتنبيهات البصرية.

٣- السبيل الدهليزي الشوكي الأنسي Medial vestibulospinal tract: ينشأ من النواة الدهليزية الأنسية في جذع الدماغ.

٤- السبيل الشبكي الشوكي الأنسي Medial reticulospinal tract: ينشأ من التشكيل الشبكي في الجسر.

يشكل السبيل السقفي الشوكي والسبيل الدهليزي الشوكي الأنسي والسبيل الشبكي الشوكي الأنسي **الحزمة الطولانية الأنسية**.

٥- السبيل الزيتوني الشوكي Olivospinal tract: ينشأ من النواة الزيتونية السفلية وينتهي في العصبونات الحركية في القرن الأمامي. يوجد شك الآن في وجود هذا السبيل.

الحبل الوحشي (الجانبي) lateral funiculus:

يحوي هذا الحبل على سبل (حزم) صاعدة و أخرى نازلة وهي:

أولاً: الحزم الصاعدة في الحبل الوحشي:

١- السبيل الشوكي المهادي الوحشي (الجانبي) Lateral spinothalamic tract:

ينقل **حس الألم والحرارة من الجهة المقابلة (متصالب تماماً)** وفق ترتيب معين بشكل تتوضع الألياف العجزية في الوحشي تليها الألياف القطنية فالظهرية بينما تتوضع الألياف القادمة من الناحية الرقبية في الأنسي.

٢- السبيل الشوكي المخيخي الأمامي Anterior spinocerebellar tract : ينقل حس العضلات والمفاصل (الحس العميق) **غير المُدرَك** إلى المخيخ في نفس الجهة (يتصالب مرتين).

٣- السبيل الشوكي المخيخي الخلفي Posterior spoinocerebellar tract.

ينقل حس العضلات والمفاصل **غير المُدرَك (غير الواعي)** إلى المخيخ في نفس الجهة (بدون تصالب).

٤- السبيل الشوكي الشبكي Spinoreticular tract**:** يؤمن طريق لنقل حس العضلات والمفاصل (الحس العميق) والحس العام من الجلد إلى التشكيل الشبكي.

٥- سبل الحس الحشوي Visceral sensory tracts**:** ينقل الدفعات العصبية من المستقبلات الألمية ومستقبلات المط (الشد) في الأحشاء، يعتقد أن أليافه تنضم إلى السبل الشوكية المهادية.

ثانياً: السبل النازلة في الحبل الوحشي:

١- السبيل القشري الشوكي الوحشي (الجانبي) lateral corticospinal tract :

وهو **السبيل الهرمي المتصالب** الذي ينقل الأوامر الحركية من القشر الدماغي إلى خلايا القرن الأمامي في النخاع الشوكي في الجانب المقابل. تتوضع الألياف في هذه الحزمة حسب ترتيب معين بحيث تكون الألياف التي تعصب الأطراف السفلية في الوحشي بينما تتوضع الألياف التي تعصب الأطراف العلوية والجذع في الأنسي.

٢- السبيل الحمراوي الشوكي rubrospinal tract : ينشأ من النواة الحمراء في الدماغ المتوسط.

٣- السبيل الشبكي الشوكي الوحشي reticulospinal tract : ينشأ من التشكيل الشبكي في البصلة.

٤- الألياف الذاتية النازلة vegetative tract :

يعتقد أن هذه الألياف تشكل جزءاً من السبيل الشبكي الشوكي. تنشأ هذه الألياف من عصبونات المراكز العليا للجملة العصبية المعنية بالسيطرة على الفعالية الذاتية (من القشرة المخية والوطاء والتشكيل الشبكي) وتعبر الخط الناصف في جذع الدماغ، وتنزل في الحبل الوحشي في النخاع الشوكي وتنتهي بالاشتباك مع الخلايا الذاتية في القرن السنجابي الوحشي في مستوى الشدف

النخاعية الصدرية والقطنية العلوية (المنبع أو التدفق الودي)، وفي مستوى الشدف العجزية الوسطى (المنبع أو التدفق نظير الودي).

الحبل الخلفي posterior funiculus :

يحوي الحبل الخلفي **الحزمة الرشيقة** fascicle gracilis (أو حزمة غول Goll) **والحزمة الإسفينية** fascicle cuneatus (أو حزمة برداخ) Burdach.

تدخل المحاوير إلى النخاع الشوكي من عقد الجذور الخلفية وتذهب مباشرة إلى الحبل الخلفي (أي دون حدوث تشابك مع عصبونات القرن الخلفي) لتشكل الحزمة الرشيقة والحزمة الإسفينية.

الحزمة الرشيقة: موجودة في كامل امتداد النخاع الشوكي، وهي تحوي الألياف الصاعدة من الأعصاب الشوكية العجزية والقطنية وآخر ست أعصاب صدرية.

الحزمة الإسفينية: توجد فقط في القسم الصدري العلوي والقسم الرقبي من النخاع الشوكي، وهي تتوضع وحشي الحزمة الرشيقة.

وهكذا يمكننا تمييز حزمتين واضحتين هما الحزمة الرشيقة والحزمة الإسفينية في الجزء العلوي من النخاع الشوكي (الثلث العلوي). بينما لا تتواجد الحزمة الإسفينية في الثلثين السفليين من النخاع الشوكي.

تصعد ألياف الحزمتين الرشيقة والإسفينية في الجانب ذاته وتنتهي بالتشابك مع عصبونات النواتين الرشيقة والإسفينية في البصلة.

تنقل هاتان الحزمتان **حس العضلات والمفاصل المُدرَك (الواعي)** في الجانب الموافق، كما تنقل هاتين الحزمتين بعض ألياف حس اللمس التمييزي (الدقيق) وحس الاهتزاز.

القناة المركزية للنخاع الشوكي Central canal of spinal cord**:**

تنفتح القناة المركزية للنخاع الشوكي في الأعلى على البطين الرابع، وهي تمتد نحو الأسفل عبر القسم السفلي للبصلة وعبر كامل النخاع الشوكي.

تتوسع القناة المركزية في المخروط النخاعي في أسفل النخاع الشوكي مشكلة **البطين الانتهائي**، وتكون مغلقة في نهايتها السفلية. وتكون مملوءة بالسائل الدماغي الشوكي، ومبطنة بالبطانة العصبية.

تُحَاط القناة المركزية بمادة سنجابية تشكل الصوار (الملتقى) السنجابي. ولا توجد ضفيرة مشيمية في القناة المركزية.

الأعصاب الشوكية Spinal Nerve**:**

يرتبط النخاع الشوكي بواحد و ثلاثين زوجاً من الجذور موزعة كما يلي : ٨ رقبية - ١٢ صدرية - ٥ قطنية - ٦ عجزية وعصب عصعصي.

يتشكل العصب الشوكي Spinal nerve من إتحاد الجذرين الأمامي والخلفي على مستوى العقدة الشوكية spinal ganglion (بعد العقدة الشوكية مباشرة).

يتألف **الجذر الأمامي (البطني)** Ventral root من ألياف حركية صادرة تنشأ من الخلايا الحركية Motor neuron في القرن الأمامي للنخاع الشوكي وتسير مسافة قصيرة ثم تتحد مع

الجذر الخلفي بعد العقدة الشوكية مباشرة وتتابع باسم العصب الشوكي والذي يحوي أليافاً حسية وحركية.
أما **الجذر الخلفي (الظهري)** Dorsal root فيتألف من ألياف عصبية حسية واردة تقع خلاياها في العقدة الشوكية وتدخل هذه الجذور عبر الثلم الخلفي الوحشي بالقرب من قمة القرن الخلفي.
تصعد بعض الألياف القادمة في الجذر الخلفي مباشرة في المادة البيضاء (ألياف الحس العميق تصعد بالحبال الخلفية مباشرة) بينما تتشابك بعض الألياف الأخرى في القرن الخلفي للنخاع قبل أن تتابع صعودها بالمادة البيضاء (تتشابك ألياف حس الألم والحرور في الخلايا الصغيرة للمادة الهلامية بينما تتشابك الألياف الناقلة للحس العميق من العضلات والأوتار في النواة الخاصة والنواة الظهرية (عمود كلارك).
يتفرع الجذر الخلفي قبل وصوله للنخاع إلى جذيرات صغيرة radix تتباعد كلما اقتربت من النخاع عبر الشق الخلفي الوحشي بينما تخرج الألياف الحركية المشكلة للجذر الأمامي من الثلم الأمامي الوحشي ويكون هذا الشق أعرض وأوضح من الثلم الخلفي الوحشي.
إن حجم الجذور العصبية يتناسب طرداً مع أهمية العضلات التي يعصبها ولذا تكون الجذور الرقبية والقطنية كبيرة لمساهمتها في تشكيل الضفائر العصبية للطرفين العلوي والسفلي.
يختلف طول الجذر والاتجاه الذي يسلكه داخل القناة الفقرية بشكل كبير ذلك لأن النخاع الشوكي أقصر من القناة الفقرية، ويحدث هذا القصر في النخاع الشوكي خلال التطور الجنيني وأثناء نمو الإنسان، مما يؤدي إلى ارتفاع النهاية السفلية للنخاع الشوكي في القناة الفقرية إلى مستوى الفقرة القطنية الثانية.
إن هذا القصر والصعود المستمر للنخاع عبر القناة الفقرية يسبب تطاولاً لبعض الجذور التي يتوجب عليها أن تسير لمسافة أطول داخل القناة الفقرية حتى تصل إلى الثقوب بين الفقرات التي تخرج منها.
وبشكل عام فإن الجذور الرقبية والظهرية تخرج بمسار أفقي أو شبه أفقي بعد خروجها من النخاع الشوكي ولذا يكون مسارها قصيراً في القناة الفقرية (١-١,٥ سم)، أما الجذور القطنية والعجزية فيزداد طولها (طول المسافة التي تسيرها داخل القناة الفقرية قبل خروجها من الثقوب بين الفقرات) بشكل متزايد من الجذر القطني الأول وحتى الجذر العجزي الخامس مشكلة بذلك ما يعرف بذيل الفرس cauda equine والمتوضع في الناحية القطنية من النفق الفقري داخل الكيس السحائي dural sac.

المستويات النخاعية أو الشدف النخاعية Spinal segments :

تسمى القطعة أو الجزء من النخاع الشوكي وزوج الأعصاب الشوكية المرتبط بها بالمستوى النخاعي أو **الشدفة النخاعية** spinal segment. وهكذا يكون لدينا ٨ شدف رقبية - ١٢شدفة صدرية - ٥ شدف قطنية - ٥ شدف عجزية - شدفة عصعصية.
من الأهمية بمكان أن يعرف الطبيب توضع الشدف (القطع) النخاعية بالنسبة للعمود الفقري، فالنخاع الشوكي أقصر من العمود الفقري، ينتهي النخاع الشوكي في مستوى السطح العلوي للفقرة القطنية الثانية. تقع الشدف الرقبية العلوية في مستوى الفقرات الرقبة الموافقة ثم يصبح مستوى الشدف أعلى من مستوى الفقرات الموافقة بصورة متزايدة تدريجياً نحو الأسفل. وتمتد

جذور الأعصاب القطنية والعجزية تحت مستوى النهاية السفلية للنخاع الشوكي مشكلة ذيل الفرس.

مسير الأعصاب الشوكية :

تخرج الأعصاب الشوكية عبر الثقوب بين الفقرات intervertebral foramen من جانبي العمود الفقري بشكل متناظر وهذا ينطبق على الأعصاب الرقبية والظهرية والقطنية، وتخرج الأعصاب العجزية S1 وحتى S4 من الثقب العجزية على الوجه الأمامي والوجه الخلفي لعظم العجز Sacral foramen. أما العصب العجزي الخامس والعصب العصعصي coccygeal nerve فيخرجان من النهاية السفلية لقناة النفق العجزي.

بعد خروج الجذرين الأمامي والخلفي يتحدان على مستوى الثقوب بين الفقرات حيث العقدة الشوكية spinal ganglion ويشكلان بعد العقدة العصب الشوكي.

يخرج العصب الشوكي من الثقبة بين الفقرية أعلى الفقرة الموافقة في الناحية الرقبية (لوجود ٨ شدف رقبية بينما يوجد ٧ فقرات رقبية) وأسفل الفقرة الموافقة في النواحي الصدرية والقطنية والعجزية (فمثلاً يمر العصب الشوكي الرقبي السابع أعلى الفقرة الرقبية السابعة بينما يمر العصب الشوكي الصدري الأول أسفل الفقرة الصدرية الأولى).

يحتوي العصب الشوكي أربعة أنماط مختلفة من الألياف:

١- ألياف حركية جسمية (صادرة) somatomotorn fibers : وهي تنشأ من القرن الأمامي للنخاع الشوكي وتسير عبر الجذر الأمامي لتعصيب العضلات المخططة striated muscle.

٢- ألياف حسية جسمية عامة (واردة) somatosensory fibers : وتنشأ من العقدة الشوكية spinal ganglion وتغادر عبر الجذر الخلفي وتعصب الجلد حسياً.

٣- ألياف حركية حشوية عامة (صادرة) visceromotor fibers : وهي تنشأ من القرن الجانبي وتخرج مع الجذر الأمامي وتعصب العضلات الملساء والغدد في الأعضاء smooth muscle (ألياف ودية حركية).

٤- ألياف حسية حشوية (واردة) viscerosensor fibers : هي الاستطالات المحيطية لخلايا العقدة الشوكية وتنقل الحس من الأعضاء internal organs وتدخل الاستطالات المركزية للعقدة الشوكية إلى النخاع الشوكي عبر الجذر الخلفي.

يجتمع الجذر الأمامي والخلفي على مستوى العقدة الشوكية ليشكلا العصب الشوكي spinal nerve ثم يعطي العصب الشوكي الفروع التالية:

١- الفرع السحائي ramus meningeus : والذي يعود لداخل القناة الشوكية من خلال الثقبة بين الفقرات لتعصيب محتويات القناة الفقرية والسحايا والأوعية الدموية والرباط الأصفر.

٢- الفرع الظهري (الخلفي) ramus dorsalis : يعصب حركياً عضلات الجذع الخلفية وينقل حس المناطق الموافقة من الجلد.

٣- الفرع البطني (الأمامي) ramus ventralis : يعصب حركياً عضلات الجذع الأمامية والأطراف وينقل حس المناطق الموافقة من الجلد.

٤- الفرع الواصل (الاتصالي) ramus communicans : الذي يتصل مع العقدة الودية في السلسلة الودية، حيث تخرج الألياف الودية ما بعد العقدية من العقدة الودية عبر الفرع الواصل الأبيض (نخاعيني) إلى العصب الشوكي. ويبحث هذا الموضوع بالتفصيل مع الجهاز الودي.

المحاضرة: ١٠ و١١ السبل (الطرق) العصبية الصاعدة والنازلة
Ascending & Descending Tracts

السبيل العصبي هو عبارة عن حزمة من الألياف العصبية الإسقاطية (الارتسامية) تحتل مكاناً محدداً في المادة البيضاء الدماغية والنخاعية، وتصل بين أقسام من المادة السنجابية متجانسة وظيفياً وتقوم بنقل دفعات Impulse (سيالات) عصبية متماثلة.
تعمل السبل العصبية على عكس صورة العالم الخارجي والوسط الداخلي على القشرة المخية (سبل صاعدة) بحيث يتم تحليل الدفعات العصبية الواردة والاستجابة لها بردود أفعال مناسبة (سبل نازلة).

أولاً- السبل الصاعدة (الواردة) Ascending Tracts:
هي سبل حسية تحمل إلى القشرة دفعات عصبية (معلومات) ناجمة عن مؤثرات خارجية أو داخلية ومن أعضاء الجهاز الحركي. تسمى هذه السبل غالباً تبعاً لامتداد عصبونها الثاني.
عندما تدخل الألياف العصبية الحسية المختلفة النخاع الشوكي تنتظم في حزم عصبية (أو سبل) تتوضع في المادة البيضاء. تعمل بعض هذه الألياف العصبية على الوصل بين الشدف (القطع) المختلفة في النخاع الشوكي، بينما تصعد الألياف الأخرى من النخاع الشوكي إلى مراكز أعلى فتصل النخاع الشوكي بالدماغ. يطلق على حزم الألياف الصاعدة اسم السبل الصاعدة.
تنقل السبل الصاعدة معلومات واردة تصل مستوى الوعي (القشرة المخية) أو لا تصله.
يمكن تقسيم هذه المعلومات الواردة إلى مجموعتين رئيسيتين: ١- معلومات استقبالية خارجية تنشأ من خارج الجسم مثل الألم والحرارة واللمس، ٢- ومعلومات استقبالية جسدية (بدنية) تنشأ من داخل الجسم (من العضلات والمفاصل على سبيل المثال).

١- السبيل الشوكي المهادي الوحشي (طريق حس الألم والحرارة) Posterior spinothalamic Tract**:**
يتألف هذا السبيل من ثلاثة عصبونات. يتوضع جسم العصبون الأول (عصبون المرتبة الأولى) في العقدة الشوكية (عقدة الجذر الشوكي الخلفي) أو في عقدة العصب ثلاثي التوائم وتمتد استطالته المحيطية عبر الجذر الخلفي إلى مستقبلات الألم والحرارة في الجلد والأنسجة الأخرى والأغشية المخاطية للأحشاء (حس الشد والضغط) بينما تدخل استطالته المركزية عبر الجذر الخلفي إلى ذروة القرن الخلفي، وتنقسم إلى فروع صاعدة وفروع نازلة. تسير هذه الفروع مسافة شدفة أو شدفتين في النخاع الشوكي وتشكل السبيل الخلفي الوحشي (سبيل ليسارو).
تنتهي ألياف عصبونات المرتبة الأولى هذه بالتشابك مع خلايا في القرن الخلفي المتوضعة في المادة الهلامية (عصبونات المرتبة الثانية).
تعبر الآن محاوير عصبونات المرتبة الثانية (العصبون الثاني) بشكل مائل إلى الجانب المقابل من خلال الصوارين السنجابي والأبيض باسم السبيل الشوكي المهادي الوحشي، الذي يصعد في الحبل الوحشي. ومع صعود السبيل الشوكي المهادي عبر النخاع تضاف ألياف جديدة إلى وجهه الأنسي، بحيث يكون توضع الألياف العجزية في الشدف النخاعية الرقبية العلوية وحشياً ويكون توضع الألياف الرقبية في هذه الشدف أنسياً.

ومع صعود السبيل الشوكي المهادي الوحشي عبر البصلة يرافقه السبيل الشوكي المهادي الأمامي والسبيل الشوكي السقفي، فيشكل مجموع هذه السبل الثلاث **الفتيل الشوكي**.
يواصل الفتيل الشوكي صعوده عبر القسم الخلفي من الجسر. وفي الدماغ المتوسط يتوضع الفتيل الشوكي ضمن غطاء الدماغ المتوسط إلى الوحشي من الفتيل الأنسي (فتيل الحس العميق). تنتهي ألياف السبيل الشوكي المهادي الوحشي بالتشابك مع عصبون المرتبة الثالثة في المهاد (وتحديداً في النواة المهادية البطنية الخلفية الوحشية). وهنا في هذا المستوى يعتقد أنه يتم الشعور بحس الألم والحرارة الخامّين، وتبدأ ردود الأفعال العاطفية.
تذهب محاوير عصبونات المرتبة الثالثة الكائنة في النواة المهادية البطنية الخلفية الوحشية عبر الساق الخلفية للمحفظة الداخلية ثم الإكليل المتشعع كي تصل باحة الحس الجسمي الكائنة في قشرة التلفيف خلف المركزي حيث يُمثل نصف الجسم المقابل بالمقلوب، بحث يتوضع الفم واليد في الأسفل وتكون الساق متوضعة في الأعلى مع توضع القدم والمنطقة الشرجية التناسلية على الوجه الأنسي لنصف كرة المخ. ومن هنا تُنقل المعلومات إلى الباحة الحسية الثانوية وإلى الباحات الحركية.
دور القشرة المخية هو تفسير نوعية المعلومات الحسية الواردة في مستوى الوعي.
تتصالب ألياف السبيل الشوكي المهادي الوحشي بصورة كاملة وبالتالي فإن تأذي أحد نصفي النخاع يؤدي إلى فقد كامل حس الألم والحرارة في الجانب المقابل أسفل مكان الإصابة.

٢- السبيل الشوكي المهادي الأمامي (طريق اللمس والضغط) Anterior Spinothalamic Tract**:**

ينقل الدفعات العصبية المتعلقة بحس اللمس والضغط من الجلد إلى قشرة التلفيف خلف المركزي حيث توجد النهاية القشرية لمحلل الحس العام.
يختلف عن السبيل السابق (عن السبيل الشوكي المهادي الوحشي) بأن محاوير عصبونه الثاني تعبر إلى الجانب المقابل للنخاع الشوكي لتصعد في الحبل الأمامي. وتشكل في جذع الدماغ الفتيل الشوكي مع السبيل الشوكي المهادي الوحشي، كما تصعد بعض الألياف في الحبل الخلفي للنخاع الشوكي بجانب ألياف الحس العميق في الجانب الموافق ولذلك فإن تأذي نصف النخاع الشوكي فإن حس اللمس والضغط لا يختفي تماماً في الجانب المقابل بل يضعف فقط تحت مستوى الإصابة.
تترافق إصابة السبيل الشوكي المهادي الأمامي والسبيل الشوكي المهادي الوحشي معاً (عند إصابة الفتيل الشوكي) بإصابة ألياف الحس العميق (الفتيل الأنسي) أيضاً بسبب اقتراب هذين الفتيلين أحدهما من الآخر.

٣- الحزم الخلفية Posterior Funiculus **- الحزمة الرشيقة والحزمة الإسفينية:**
تنقل هاتان الحزمتان **الحس العضلي المفصلي المُدرَك (الواعي)، وحس اللمس التمييزي، وحس الاهتزاز.**
تدخل المحاوير من العقدة الشوكية إلى النخاع الشوكي وتذهب مباشرة إلى الحبل الخلفي في الجانب ذاته.
تنقسم الألياف هنا إلى فروع صاعدة طويلة وفروع نازلة قصيرة. تنزل الفروع النازلة مسافة

عدد مختلف من الشدف النخاعية معطية فروع جانبية تتشابك مع عصبونات في القرن السنجابي الخلفي ومع عصبونات بينية. ومن الواضح أن هذه الألياف النازلة القصيرة معنية بالمنعكسات ما بين الشدف.

تصعد الألياف الطوية الصاعدة في الحبل الخلفي باسم الحزمة الرشيقة fascicle gracilis والحزمة الإسفينية fascicle cuneatus.

- **الحزمة الرشيقة** موجودة في كامل امتداد النخاع الشوكي، وهي تحوي الألياف الصاعدة الطويلة من الأعصاب الشوكية العجزية والقطنية وآخر ستة أعصاب صدرية.
- **الحزمة الإسفينية** تتوضع وحشياً في الشدف. تحوي هذه الحزمة أليافاً صاعدة طويلة من الأعصاب الشوكية الصدرية الست العلوية والأعصاب الرقبية.

تصعد ألياف الحزمتين الرشيقة والإسفينية في الجانب ذاته، وتنتهي بالتشابك مع عصبونات المرتبة الثانية في النواتين الرشيقة والإسفينية في البصلة.

تسمى محاوير عصبونات المرتبة الثانية الألياف المقوسة الداخلية، وهي تلتف أمامياً وأنسياً حول المادة السنجابية المركزية وتعبر المستوى الناصف متصالبة مع الألياف النظيرة للجانب المقابل فيما يعرف باسم **التصالب الحسي** (التصالب الفتيلي الأنسي الذي يتم في البصلة). ثم تصعد الألياف في حزمة متراصة واحدة هي الفتيل الأنسي في الجسر والدماغ المتوسط. تنتهي الألياف بالتشابك مع عصبونات النواة المهادية البطنية الخلفية الوحشية.

تغادر محاوير عصبونات المرتبة الثالثة المهاد وتمر عبر الساق الخلفية للحفظة الداخلية والإكليل المتشعع لتصل باحة الحس الجسمي في التلفيف خلف المركزي لقشرة المخ.

وبهذا الشكل يمكن إدراك انطباعات اللمس مع التدرجات الدقيقة لشدته، والتوضع الدقيق والتمييز بين نقطتين، ويمكن إدراك حس الاهتزاز ووضعية أجزاء الجسم المختلفة.

وهناك ألياف كثيرة في الحزمة الإسفينية واردة من الشدف الصدرية العلوية والرقبية تنتهي على العصبونات من المرتبة الثانية في النواة الإسفينية، ثم تعقبها محاوير العصبونات من المرتبة الثانية التي تغادر النواة الإسفينية وتذهب إلى المخيخ في الجانب الموافق. يعرف هذا الطريق باسم **السبيل الإسفيني المخيخي**. وظيفة هذه الألياف هي نقل المعلومات عن الحس العضلي المفصلي (الحس العميق) إلى المخيخ.

٤- السبيل الشوكي المخيخي الخلفي والسبيل الشوكي المخيخي الأمامي:

ينقل هذان السبيلان **الحس العضلي المفصلي (الحس العميق) غير المُدرَك (غير الواعي)** إلى المخيخ.

أ- السبيل الشوكي المخيخي الخلفي Posterior Spinocerebellar Trac **:**

إن المحاوير المعنية الداخلة إلى النخاع الشوكي من عقدة الجذر الخلفي (العقدة الشوكية) تدخل في القرن الخلفي وتنتهي بالتشابك مع عصبونات المرتبة الثانية في قاعدة القرن الخلفي (تعرف هذه العصبونات باسم النواة الظهرية أو عمود كلارك). تدخل محاوير المرتبة الثانية في القسم الخلفي الوحشي من الحبل الوحشي في الجانب ذاته (أي لا تتصالب في النخاع الشوكي) وتصعد باسم السبيل الشوكي المخيخي الخلفي إلى البصلة. وهنا تنضم ألياف هذا السبيل إلى السويقة المخيخية السفلية وتنتهي في القشرة المخيخية.

لاحظ أن هذا السبيل لا يصعد إلى القشرة المخية.

ب- السبيل الشوكي المخيخي الأمامي Anterior Spinocerebellar Trac **:**
تنتهي المحاوير الداخلة إلى النخاع الشوكي من عقدة الجذر الخلفي بالتشابك مع عصبونات المرتبة الثانية في النواة الظهرية (عمود كلارك) الكائنة في قاعدة القرن الخلفي. ثم تعبر معظم محاوير المرتبة الثانية إلى الجانب المقابل (أي تتصالب في النخاع الشوكي) وتصعد باسم السبيل الشوكي المخيخي الأمامي في الحبل الوحشي، بينما تصعد بقية المحاوير في الحبل الوحشي مع السبيل الشوكي المخيخي الأمامي في الجانب الموافق. وبعد صعود الألياف عبر البصلة والجسر تدخل إلى المخيخ عبر السويقة المخيخية العلوية وتنتهي في قشرة المخيخ.
ويعتقد أن الألياف التي تعبر إلى الجانب المقابل في النخاع الشوكي تعاود التصالب ضمن المخيخ (أي أنها تتصالب مرتين).

السبل الصاعدة الأخرى:

السبيل الشوكي السقفي Spinotectal tract:
تدخل المحاوير إلى النخاع الشوكي من عقدة الجذر الخلفي وتذهب إلى القرن الخلفي حيث تتشابك مع عصبونات المرتبة الثانية. تعبر عصبونات المرتبة الثانية الخط الناصف وتصعد باسم السبيل الشوكي السقفي في الحبل الأمامي في الجانب المقابل، وبعد مرورها عبر البصلة والجسر تنتهي بالتشابك مع عصبونات الأكيمة العلوية في سقف الدماغ المتوسط.
يحمل هذا السبيل معلومات معنية بالمنعكسات الشوكية البصرية ويؤدي إلى حدوث حركات في العينين والرأس نحو مصدر التنبيه.

السبيل الشوكي الشبكي Spinoreticular tract**:**
تدخل المحاوير المعنية إلى النخاع الشوكي من عقدة الجذر الخلفي وتنتهي على عصبونات المرتبة الثانية في القرن الخلفي. تصعد محاوير هذه العصبونات من المرتبة الثانية في النخاع الشوكي باسم السبيل الشوكي الشبكي في الحبل الوحشي (معظم هذه الألياف غير متصالبة)، وتنتهي بالتشابك مع عصبونات التشكيل الشبكي في جذع الدماغ.
يشكل السبيل الشوكي الشبكي طريقاً وارداً إلى التشكيل الشبكي الذي يقوم بدور هام في التأثير بمستويات الوعي.

السبيل الشوكي الزيتوني Spino-olivary tract**:**
تدخل المحاوير إلى النخاع الشوكي من عقدة الجذر الخلفي وتنتهي على عصبونات المرتبة الثانية في القرن الخلفي. تعبر محاوير هذه العصبونات الخط الناصف وتصعد باسم السبيل الشبكي الزيتوني في المادة البيضاء عند اتصال الحبل الأمامي الحبل الوحشي، وتنتهي بالتشابك مع عصبونات المرتبة الثالثة في نوى الزيتونة السفلية في البصلة. تصالب محاوير المرتبة الثالثة الخط الناصف وتدخل المخيخ عبر السويقة المخيخية السفلية.
ينقل السبيل الشوكي الزيتوني معلومات الحس العميق (حس العضلات والمفاصل) إلى المخيخ.

سبيل الحس الحشوي:
يدخل الحس الوارد من أحشاء الصدر والبطن إلى النخاع الشوكي عبر الجذور الخلفية. تقع الأجسام الخلوية لعصبونات المرتبة الأولى في عقد الجذور الخلفية. تتلقى الاستطالات المحيطية لهذه الخلايا الدفعات العصبية (التنبيهات) من النهايات المستقبلة للألم ومستقبلات المط في الأحشاء. تدخل الاستطالات المركزية لعصبونات المرتبة الأولى في النخاع الشوكي حيث

تتشابك مع عصبونات المرتبة الثانية في المادة السنجابية الكائنة على الأرجح في القرن الخلفي أو في القرن الوحشي.
يعتقد أن محاوير عصبونات المرتبة الثانية تنضم إلى السبل الشوكية المهادية وتصعد لتنتهي على عصبونات المرتبة الثالثة في النواة البطنية الخلفية الوحشية. ومن المرجح أن المصير النهائي لمحاوير عصبونات المرتبة الثالثة هو قشرة التلفيف خلف المركزي.
تتفرع الكثير من الألياف الحشوية الواردة التي تدخل إلى النخاع الشوكي وتشارك في عمل المنعكسات.
ملاحظة: تشمل أسباب الألم الحشوي الإقفار (أي نقص التروية الدموية الموضّع) والأذية الكيميائية وتشنج العضلات الملساء وتوسع الأحشاء.

ثانياً- السبل النازلة (الصادرة) Descending Tracts:
تنقسم السبل النازلة إلى سبل هرمية (إرادية) وسبل خارج هرمية (لا إرادية).
أ- السبل الهرمية (الإرادية) pyramidal tracts:
تتألف السبل الهرمية من مجموع الألياف التي تسلكها الدفعات العصبية الناشئة في العصبونات الحركية في قشرة التلفيف أمام المركزي (عصبون محرك علوي) إلى عصبونات النوى الحركية للأعصاب القحفية في جذع الدماغ، وإلى النوى الحركية في القرون الأمامية للنخاع الشوكي (عصبون محرك سفلي).
وهذه السبل هي : السبيل القشري النووي، والسبيل القشري الشوكي.
١- السبيل القشري النووي Corticonuclear tract**:**
تمتد الألياف المشكلة لهذا السبيل من الخلايا الهرمية الكبيرة المتوضعة في الثلث السفلي من التلفيف أمام المركزي وتعبر من خلال ركبة المحفظة الداخلية وقاعدة السويقة المخية (في الثلث الأوسط منها)، ثم تعبر تدريجياً إلى الجانب المقابل (تتصالب) بدءاً من الدماغ المتوسط لتنتهي متشابكة مع خلايا النوى الحركية للأعصاب القحفية (الأعصاب القحفية من الثالث حتى الثاني عشر). تخرج محاوير خلايا هذه النوى مع الأعصاب القحفية الموافقة لتعصب العضلات الهيكلية في الرأس والعنق.
تمتد بعض ألياف العصبون الأول الذي يدعى العصبون المحرك العلوي (نستخدم صيغة المفرد لتسهيل الوصف) من السبيل القشري النووي إلى النوى الحركية للأعصاب القحفية في الجانب الموافق أيضاً مثل تلك المتعلقة بتعصيب عضلات النصف العلوي للوجه والحنجرة والبلعوم .
وهكذا فإنه عند إصابة العصبون المحرك العلوي للعصب الوجهي يحدث شلل فقط في عضلات النصف السفلي للوجه في الجانب المقابل (يستطيع المريض إغماض عينيه ورفع حاجبيه)، بينما يحدث شلل كامل في نصف الوجه الموافق في إصابة العصبون المحرك السفلي أو المحيطي، وفي كلتا الحالتين ينحرف الفم نحو الجانب السليم.
٢- السبيل القشري الشوكي (الأمامي والوحشي) Anterior & lateral corticospinal tracts:
يبدأ هذا السبيل من الثلثين العلويين من التلفيف أمام المركزي حيث تشكل محاوير الخلايا الهرمية الكبيرة في الطبقة القشرية الخامسة العصبون الأول (العصبون المحرك العلوي). تمر هذه المحاوير في الجزء الأمامي للساق الخلفية من المحفظة الداخلية، ثم في الثلث المتوسط

لقاعدة السويقة المخية والجزء الأمامي (البطني) للجسر ثم تدخل البصلة مشكلة تبارز الهرم بجانب الشق الناصف الأمامي للبصلة. تتصالب معظم الألياف (٨٠% تقريباً) في أسفل الهرمين (التصالب الهرمي أو التصالب المحرك)، ثم تنزل في الحبل الوحشي للنخاع الشوكي في الجانب المقابل وتدعى السبيل القشري النخاعي الوحشي، وتتابع الألياف الأخرى (٢٠% تقريباً) في الحبل الأمامي للنخاع الشوكي في الجانب الموافق (دون تصالب) مشكلة السبيل القشري الشوكي الأمامي ثم لا تلبث أن تعبر إلى الجانب المقابل تدريجياً من خلال الملتقى (الصوار) الأبيض الأمامي لتنتهي على خلايا القرون الأمامية للنخاع الشوكي من نوع ألفا، كما هو الحال بالنسبة لألياف السبيل القشري الشوكي الوحشي.

نشير إلى أن بعض ألياف السبيل القشري الشوكي تنزل في الحبل الوحشي دون تصالب وتدعى الألياف اللامتصالبة.

تمتد ألياف العصبون المحرك العلوي للسبيل القشري النخاعي الأمامي إلى الشدف (القطع) النخاعية الرقبية والصدرية فقط وهي تتعلق بتعصيب عضلات حزام الكتف والعنق والطرف العلوي والجزء العلوي من الجذع.

تمثل خلايا القرون الأمامية العصبون المحرك السفلي للسبيلين النخاعيين الأمامي والوحشي وتمتد محاويرها لتعصيب العضلات الهيكلية (الإرادية).

تؤدي إصابة السبل الهرمية قبل التصالب الهرمي إلى شلل عضلي (فالج شقي) في الجانب المقابل من الجسم بينما ينجم عن إصابتها بعد التصالب الهرمي شلل عضلي في الجانب الموافق تحت مستوى الإصابة (يكون الشلل تاماً بالنسبة لعضلات الأطراف وجزئياً بالنسبة لعضلات الجذع العلوي والحنجرة والبلعوم نظراً لتلقيها أليافاً من الجانبين).

السبل خارج الهرمية (اللاإرادية) Extrapyramidal:

هي السبل الأقدم من حيث التطور عند الكائنات الحية مقارنة بالسبل الهرمية.

تعتبر النواة الحمراء من أهم مراكز الجملة خارج الهرمية بالإضافة إلى الجسم المخطط ونوى التشكيل الشبكي والنوى الدهليزية والمخيخ والمادة السوداء والنواة الخلالية (تتبع النواة الأخيرة الجملة خارج الهرمية والتشكيل الشبكي).

تعتبر الجملة خارج الهرمية مسؤولة عن تنسيق الحركات الإرادية تحت إشراف المخيخ.

من أهم السبل خارج الهرمية:

١- **السبيل الحمراوي الشوكي** Rubrospinal tract: يبدأ السبيل الحمراوي من النواة الحمراء في الدماغ المتوسط ويعبر إلى الجانب المقابل متصالباً مع مقابله. ثم ينزل في جذع الدماغ ثم في الحبل الوحشي للنخاع الشوكي لينتهي على خلايا القرون الأمامية للنخاع الشوكي. تمر محاوير الخلايا الأخيرة مشكلة العصبون السفلي لهذا السبيل باتجاه العضلات المخططة الهيكلية فتعمل على ضبط توتر العضلات القابضة (المثنية) خاصة.

٢- **السبيل السقفي الشوكي** Tectospinal tract: ينشأ من الطبقة العميقة للأكيمة العلوية في الدماغ المتوسط، ويعبر إلى الجانب المقابل مصالباً السبيل المقابل، ثم ينزل في جذع الدماغ ثم في الحبل الأمامي للنخاع الشوكي لينتهي على خلايا القرون الأمامية للنخاع الشوكي الرقبي. تلتحق بهذا السبيل أليافاً من الأكيمة السفلية أيضاً ولذلك فإنه يلعب دوراً هاماً في تنظيم المنعكسات البصرية والسمعية تحت القشرية (أي اللاإرادية).

يشكل السبيل السقفي الشوكي مع السبيل الدهليزي الشوكي الأنسي والسبيل الشبكي الأنسي حزمة واحدة تدعى الحزمة الطولانية الأنسية Medial longitudinal fasciculus.

٣- السبيل الدهليزي الشوكي Vestibulospinal tract: وهو السبيل الأهم فيما يتعلق بتنسيق الوظائف الحركية في جسم الإنسان، فهو يربط النوى الدهليزية بالقرون الأمامية للنخاع الشوكي، كما يؤمن رد فعل الجسم على اختلال التوازن الحاصل.

تقع النوى الدهليزية في الجسر والبصلة، وتتلقى هذه النوى أليافاً واردة من الأذن الداخلية (من الدهليز) عبر العصب الدهليزي ومن المخيخ.

يتشكل السبيل الدهليزي الشوكي من محاوير النواتين الدهليزيتين الأنسية والوحشية. حيث تنزل الألياف الصادرة عن النواة الدهليزية الوحشية في الحبل الوحشي للنخاع الشوكي مشكلة السبيل الدهليزي الشوكي الوحشي، بينما تنزل تلك الألياف الصادرة عن النواة الدهليزية الأنسية في الحبل الأمامي للنخاع الشوكي مشكلة السبيل الدهليزي الشوكي الأنسي.

تنتهي ألياف السبيلين الدهليزي الشوكي الوحشي والأنسي بالتشابك مع خلايا القرون الأمامية للنخاع الشوكي، وتمتد من خلايا القرون الأمامية للنخاع الشوكي الألياف العصبية باتجاه العضلات الهيكلية.

وبواسطة هذا السبيل تعمل الأذن الداخلية والمخيخ على تسهيل فعالية العضلات الباسطة وتثبيط فعالية العضلات القابضة المعنية بالحفاظ على التوازن.

٤- السبيل الشبكي الشوكي Rerticulospinal tract: يتشكل من محاوير خلايا التشكيل الشبكي في جذع الدماغ. تمتد الألياف من الدماغ المتوسط والجسر مؤلفة السبيل الشبكي الشوكي الأنسي الذي ينزل في الحبل الأمامي للنخاع الشوكي، وتشكل محاوير خلايا التشكيل الشبكي في البصلة السبيل الشبكي الشوكي الوحشي الذي ينزل في الحبل الوحشي للنخاع الشوكي في نفس الجانب (ألياف غير متصالبة) وفي الجانب المقابل (ألياف متصالبة). تنتهي ألياف السبيل الشبكي الشوكي على خلايا القرون الأمامية للنخاع الشوكي.

يمكن لألياف السبيل الشوكي أن تسهل أو تثبط فعالية العصبونات الحركية من النمطين ألفا وغاما، وبهذه الطريقة تؤثر في الحركات الإرادية وفعالية المنعكسات.

٥- الألياف الذاتية النازلة Descending autonomic fibers**:**

تقع المراكز العليا للجملة العصبية المركزية المسيطرة على الفعالية الذاتية في القشرة المخية والوطاء والتشكيل الشبكي. وبرغم عدم تحديد سبل متميزة فإن استقصاءات آفات النخاع الشوكي أثبت وجود سبل ذاتية نازلة من المحتمل أنها تشكل جزءاً من السبيل الشبكي الشوكي.

تنشأ الألياف من عصبونات المراكز العليا وتعبر الخط الناصف في جذع الدماغ، ويعتقد أنها تنزل في الحبل الوحشي وتنتهي بالاشتباك مع الخلايا الحركية الذاتية في القرنين الوحشيين في مستوى الشدف النخاعية الصدرية والقطنية العلوية (المنبع أو المركز الودي) وفي مستوى الشدف العجزية الوسطى (المنبع أو المركز نظير الودي).

السبل ما بين الشدف:

هنالك سبل قصيرة صاعدة ونازلة تنشأ من النخاع الشوكي وتنتهي فيه (الحزم الخاصة) وهي موجودة في حبال النخاع الشوكي الأمامية والوحشية والخلفية. وظيفة هذه الطرق هي الوصل بين العصبونات في المستويات الشدفية المختلفة، وهي ذات أهمية خاصة في المنعكسات الشوكية بين الشدفية.

الجملة العصبية الذاتية (المستقلة)
The Autonomic Nervous System

تتحكم الجملة العصبية الذاتية بوظائف الكثير من الأعضاء والأنسجة في الجسم، بما في ذلك عضلة القلب والعضلات الملساء والغدد خارجية الإفراز. وهي تُحدِث بالتعاون مع جهاز الغدد الصم تعديلات داخلية دقيقة ضرورية لتأمين أفضل بيئة داخلية للجسم.
تحوي الجملة العصبية الذاتية (مثلها مثل الجملة العصبية الجسمية) عصبونات: واردة، ورابطة، وصادرة.
تنشأ الدفعات الواردة من المستقبلات الحشوية، وتسلك الطرق الواردة إلى الجملة العصبية المركزية، حيث تخضع إلى التكامل عبر العصبونات الرابطة في مستويات مختلفة. ثم تغادر عبر الطرق الصادرة لتذهب إلى الأعضاء المُستفعِلة (المنفذة) Effector الحشوية.
معظم فعاليات الجملة العصبية الذاتية لا إرادية (لا تتداخل مع الوعي).
تتكون طرق الجملة العصبية الذاتية الصادرة من عصبونات قبل العقدية وعصبونات بعد عقدية.
تتوضع أجسام العصبونات قبل العقدية في القرن الوحشي للنخاع الشوكي، وفي النوى الحركية الذاتية للأعصاب القحفية الثالث، والسابع، والتاسع، والعاشر. وتشتبك محاوير هذه الأجسام الخلوية مع الأجسام الخلوية للعصبونات بعد العقدية، التي تكون متوضعة في العقد الذاتية Autonomic Ganglia خارج الجملة العصبية المركزية.
وهناك تجمعات من ألياف واردة وصادرة مع عقدها الذاتية المرافقة تشكل الضفائر الذاتية Autonomic plexuses في الرأس والصدر والبطن والحوض.
يتصف التحكم الذي تقوم به الجملة الذاتية بأنه سريع للغاية؛ كما أنه منتشر نظراً لأن محواراً واحداً قبل عقدي واحد يمكنه أن يتشابك مع عصبونات بعد عقدية متعددة.
تضم المستقبلات الحشوية مستقبلات كيميائية ومستقبلات ضغطية ومستقبلات حلولية.
مستقبلات الألم موجودة في الأحشاء، ويمكن لبعض أشكال التنبيه مثل المطّ (الشد) أو نقص الأكسجة أن تسبب ألماً شديداً.

تنظيم الجملة العصبية الذاتية:
تتوزع الجملة العصبية الذاتية عبر الجملتين العصبيتين المركزية والمحيطية. وتنقسم الجملة الذاتية إلى قسمين: **قسم ودي** Sympathetic، **وقسم نظير ودي** Parasympathetic part. وهذا التقسيم يستند إلى فوارق تشريحية، وفوارق في النواقل العصبية، وفوارق في التأثيرات الفيزيولوجية.
يُحدِث كلا القسمين الودي ونظير الودي تأثيرات متعاكسة في معظم الأعضاء، وهذا ما يجعلهما متضادين فيزيولوجياً. ولكن لا بد من الإشارة إلى أن كلا القسمين يعملان معاً بآن واحد، بحيث يؤدي توازن فعاليتهما إلى الحفاظ على استقرار الوسط الداخلي للجسم.
القسم الودي من الجملة العصبية الذاتية Sympathetic part**:**
الجملة الودية هي القسم الكبر من بين قسمي الجملة الذاتية، كما أنها واسعة الانتشار عبر الجسم، وتعصب القلب والرئتين وعضلات جدران كثير من الأوعية الدموية، وجريبات الأشعار، والغدد العرقية؛ وكثير من الأحشاء البطنية والحوضية.

وظيفة الجملة الودية هي **تهيئة الجسم إلى مواجهة الطوارئ**. إذ تزداد سرعة نظم القلب، وتتقبض شُريّنات الجلد والمعي، وتتوسع شُريّنات العضلات الهيكلية، ويرتفع الضغط الدموي. وتحصل إعادة توزع للدم، بحيث يغادر الدم الجلد والسبيل المعدي المعوي إلى الدماغ والقلب والعضلات الهيكلية. كما أن الأعصاب الودية توسع الحدقتين، وترخي العضلات الملساء في جدران القصبات والمعي والمثانة، وتغلق المصرات. كما تُحدِث التعرق وانتصاب الأشعار.
تتألف الجملة الودية من: ١- مراكز ودية تقع في القرنين الوحشيين في النخاع الشوكي يصدر من عصبوناتها ألياف ودية صادرة قبل عقدية، ٢- جذعين وديين يحويان عقداً ودية يصدر من عصبوناتها ألياف ودية صادرة بعد عقدية.

المراكز الودية (المنبع أو التدفق الودي) والألياف الودية الصادرة:

يحوي القرنان الوحشيان للنخاع الشوكي من الشدفة الصدرية الأولى حتى الشدفة القطنية الثانية أو الثالثة الأجسام الخلوية للعصبونات الودية. تغادر المحاوير النخاعينية لهذه الخلايا الودية عبر الجذور الأمامية للأعصاب الشوكية ثم تمر عبر الفروع الموصلة (الاتصالية) البيضاء White rami communicants (يعود لونها إلى كون أليافها مغمدة بالنخاعين) إلى خلايا العقد الودية جانب الفقرية المتوضعة في الجذع الودي Sympathetic trunk (الناقل العصبي في التشابك هو الأسيتيل كولين). ومن العقد الودية (في الجذع الودي) تذهب الألياف الودية بعد العقدية عبر الفروع الموصلة السنجابية (يعود لونها السنجابي إلى كونها غير مغمدة بالنخاعين) إلى الأعصاب الشوكية، حيث تتوزع عبر فروع الأعصاب الشوكية لتعصب الأعضاء والأنسجة الحشوية (الناقل العصبي هو النورأدرينالين) .

الألياف العصبية الواردة الحشوية:

تسير الألياف العصبية النخاعينية الواردة من الأحشاء مجتازةً العقد الودية من دون تشابك، وعبر الفروع الموصلة البيضاء تمر إلى العصب الشوكي لتصل إلى أجسامها الخلوية الكائنة في العقدة الشوكية (عقدة الجذر الخلفي) الموافقة. تدخل المحاوير المركزية لخلايا العقدة الشوكية عبر الجذر الخلفي إلى القرن الخلفي للنخاع الشوكي، ويمكن لها أن تشكل المكوِّن الوارد لقوس منعكس محلي أو تصعد إلى مراكز أعلى في الجملة العصبية الذاتية (مثل الوطاء).

الجذعان الوديان Sympathetic trunks**:**

هما جذعان عصبيان مزودان بعقد ودية، ويمتدان على طول جانبي العمود الفقري. يحوي كل من الجذعين الوديين ٣ عقد في العنق و١٢ عقدة في الصدر و٥ عقد في المنطقة القطنية و٥ عقد في الحوض.

يتوضع الجذعان الوديان إلى أمام وجانب العمود الفقري، وينتهي الجذعان في الأسفل بالانضمام أحدهما إلى الآخر مشكلين عقدة واحدة هي العقدة المفردة.

القسم نظير الودي من الجملة العصبية الذاتية Parasympathetic part**:**

تكون فعاليات القسم نظير الودي من الجملة الذاتية **موجهة نحو الحفاظ على الطاقة وتجديدها،** حيث يبطأ نظم القلب، وتتقبض الحدقتان، وتزداد الحركات المعوية والنشاط الغدي، وتنفتح المصرات، وتتقلص جدران المثانة.

المراكز نظيرة الودية (المنبع أو التدفق القحفي العجزي) والألياف نظيرة الودية الصادرة:

تقع الخلايا العصبية المتعلقة بالقسم نظير الودي للجملة العصبية الذاتية في جذع الدماغ وفي

الشدف العجزية من النخاع الشوكي.
تشكل تلك الخلايا العصبية المتوضعة في جذع الدماغ نوى للأعصاب القحفية التالية: محرك العين (النواة نظيرة الودية أو نواة إدنغر- ويستفال)، والوجهي (النواة اللعابية العلوية والنواة الدمعية)، واللساني البلعومي (النواة اللعابية السفلية)، والمبهم (النواة الظهرية للمبهم). وتكون محاوير هذه الخلايا العصبية نخاعينية، وهي تخرج من جذع الدماغ مع الأعصاب القحفية المعنية.
توجد الخلايا العصبية العجزية في المادة السنجابية لشدف النخاع الشوكي العجزية (٢و٣و٤). وهذه الخلايا ليست كثيرة إلى حدٍ كافٍ لتشكل قرن سنجابي وحشي شبيه بما تفعله العصبونات الودية في المنطقة الصدرية القطنية.
تغادر المحاوير النخاعينية النخاع الشوكي عبر الجذور الأمامية للأعصاب الشوكية الموافقة، ثم تغادر الأعصاب العجزية لتشكل الأعصاب الحشوية الحوضية.
إن الألياف النخاعينية الصادرة من هذا المنبع القحفي العجزي هي ألياف قبل عقدية تشتبك ضمن العقد المحيطية المتوضعة قرب الأحشاء التي تعصبها، ويشكل الأسيتيل كولين ناقلها العصبي.
العقد نظيرة الودية القحفية هي العقد التالية: **الهدبية** Ciliary ، **والجناحية الحنكية** Pterygo-paltine، **وتحت الفك السفلي** Submandibular، **والأذنية** Otic.
تتوضع بعض الخلايا العقدية نظيرة الودية في بعض المواقع ضن ضفائر عصبية مثل: الضفيرة القلبية، والضفيرة الرئوية، الضفائر الخثلية، والضفيرة العضلية المعوية (ضفيرة أورباخ)، والضفيرة المخاطية (ضفيرة مايسنر)؛ وهاتان الضفيرتان الأخيرتان عائدتان إلى السبيل المعدي المعوي.
تتصف الألياف نظيرة الودية بعد العقدية بكونها لا نخاعينية، وهي قصيرة نسبياً مقارنة بالألياف بعد العقدية الودية.

الألياف العصبية الواردة الحشوية:

تسير الألياف الواردة النخاعينية من الأحشاء إلى أجسامها الخلوي الواقعة إما في العقدة الحسية للأعصاب القحفية وإما في عقد الجذور الخلفية (العقد الشوكية) للأعصاب الشوكية. ثم تدخل المحاوير المركزية إلى الجملة العصبية المركزية وتشارك في تشكيل أقواس المنعكسات الموضعية؛ أو تذهب إلى مراكز أعلى في الجملة العصبية الذاتية (مثل الوطاء).
يشبه المكوِّن الوارد في الجملة الذاتية المكوِّن الوارد في الأعصاب الجسمية، ويشكل قسماً من الواردات العامة لكامل الجملة العصبية. ويمكن للنهايات العصبية في مكوِّن الجملة الذاتية ألا تتفعّل ببعض المنبهات كالحرارة واللمس بل تتفعّل بواسطة المطّ (الشد) أو نقص الأكسجين.
ويعتقد أن الألياف الواردة حالما تدخل في النخاع الشوكي أو الدماغ فإنها تسير بجانب الألياف الواردة الجسمية أو تختلط بها.
ملاحظة: إن الجهاز العصبي المحيطي يتم دراسته في مقررات التشريح الأخرى.

المحاضرة الثانية عشر **التروية الدموية للدماغ والنخاع الشوكي**

The blood Supply of the Brain and Spinal Cord

أولاً- التروية الدموية للدماغ:

١- الشرايين الدماغية cerebral arteries:

يتغذى الدماغ من الشريانين السباتيين الباطنيين (الداخليين) والشريانين الفقريين. تقع هذه الشرايين الأربعة ضمن الحيز تحت العنكبوتي، وتتفاغر فروعها (أي تتصل) فيما بينها على الوجه السفلي للدماغ لتشكل الدائرة الشريانية المخية (دائرة ويليس Willis).

الشريان السباتي الباطن (الداخلي) Internal carotid artery:

يبدأ الشريان السباتي الداخلي عند تفرع الشريان السباتي المشترك. يصعد هذا الشريان في العنق ويدخل إلى جوف القحف عبر النفق السباتي الموجود ضمن صخرة العظم الصدغي. ثم يسير الشريان أفقياً نحو الأمام عبر الجيب الكهفي، ويخرج من الجيب الكهفي ماراً أنسي الناتئ السريري الأمامي وثاقباً الأم الجافية. وهنا يخترق الشريان الغشاء العنكبوتي ويدخل الحيز تحت العنكبوتي، ثم يلتف إلى الخلف نحو منطقة النهاية الأنسية للثلم المخي الوحشي (شق سيلفيوس) حيث ينقسم إلى الشريانين المخيين الأمامي والمتوسط.

فروع القسم القحفي للشريان السباتي الداخلي:

١- الشريان العيني Ophthalmic artery**:** ينشأ بمجرد انبثاق الشريان السباتي الداخلي من الجيب الكهفي، ثم يدخل الحجاج عبر النفق البصري، متوضعاً تحت العصب البصري ووحشيه. يغذي الشريان العيني العين والبُنى الحجاجية الأخرى، وتغذي فروعه الانتهائية المنطقة الجبهية من الفروة، والجيبين الغربالي والجبهي، وظهر الأنف.

٢- الشريان الموصل (الوصالي) الخلفي Anterior communicating artery**:** فرع صغير ينشأ من الشريان السباتي قرب تفرعه النهائي. يسير الشريان الموصل الخلفي نحو الخلف فوق العصب محرك العين، لينضم إلى الشريان المخي الخلفي، مشكلاً بذلك قسماً من الدائرة الشريانية المخية (دائرة ويليس).

٣- الشريان المشيمي الأمامي Anterior choroid artery**:** فرع صغير ينشأ من الشريان السباتي الداخلي قرب تفرعه الانتهائي. يمر الشريان المشيمي الأمامي نحو الخلف ويدخل القرن السفلي للبطين الجانبي وينتهي في الضفيرة المشيمية. وهو يعطي فروعاً صغيرة متعددة إلى البنى المحيطة، بما في ذلك الساق المخية والجسم الركبي الوحشي والسبيل البصري والمحفظة الداخلية.

٤- الشريان المخي الأمامي Anterior cerebral artery**:** هو أصغر الفرعين الانتهائيين للشريان السباتي الباطن. وهو يسير نحو الأمام والأنسي ماراً فوق العصب البصري، ثم يدخل الشق الطولاني، وهنا يتصل مع الشريان المخي الأمامي للجهة المقابلة بواسطة الشريان الموصل (الوصالي) الأمامي Anterior communicating artery. وهو ينحني نحو الخلف فوق الجسم الثفني، ويتفاغر في النهاية مع الشريان المخي الخلفي.

تغذي فروعه القشرية الوجه الأنسي لقشرة المخ من الأمام حتى الشق القذالي الجداري. وهي تغذي أيضاً شريطاً من القشرة عرضه ٢,٥سم على الوجه الوحشي المجاور. وهكذا يغذي الشريان المخي الأمامي (باحة الطرف السفلي) في التلفيف أمام المركزي. هناك مجموعة من

فروع مركزية تخترق المادة المثقبة الأمامية ، وتساعد في تغذية أقسام من الجسم المخطط والمحفظة الداخلية.

٥- الشريان المخي المتوسط Middle cerebral artery**:** هو أكبر الفرعين الانتهائيين للشريان السباتي الباطن، وهو يسير نحو الوحشي في الثلم المخي الوحشي (شق سيلفيوس). تغذي فروعه القشرية كامل الوجه الوحشي لنصف الكرة المخية، ما عدا شريطاً ضيقاً يغذيه الشريان المخي الأمامي، وما عدا القطب القذالي والوجه الوحشي السفلي من نصف الكرة اللذين يغذيهما الشريان المخي الخلفي. وهكذا يغذي هذا الشريان كل الباحات الحركية ما عدا (باحة الطرف السفلي). تدخل الفروع المركزية المادة المثقبة وتغذي الجسم المخطط والمحفظة الداخلية.

الشريان الفقري Vertebral artery:

الشريان الفقري هو فرع من الجزء الأول للشريان تحت الترقوة، وهو يصعد في العنق ماراً عبر ثقوب النواتئ المعترضة للفقرات الرقبية الست العليا. ثم يدخل القحف عبر الثقبة الكبرى، ويخترق الأم الجافية والغشاء العنكبوتي ليدخل الحيز تحت العنكبوتي ثم يمر باتجاه الأعلى والأمام والأنسي بتماس البصلة، وينضم عند الحافة السفلية للجسر إلى نظيره في الجهة المقابلة ليشكلا معاً الشريان القاعدي Basilar artery.

فروع القسم القحفي للشريان الفقري:

١- الفروع السحائية meningeal branches**:** فروع تغذي العظم والأم الجافية في الحفرة القحفية الخلفية.

٢- الشريان الشوكي الخلفي Posterior spinal artery**:** هو الفرع الأول للشريان الفقري داخل القحف وينشأ غالباً من الشريان الفقري، وقد ينشأ في بعض الأحيان من الشريان المخيخي السفلي الخلفي. يخرج هذا الشريان من الثقبة الكبرى ويسير على الوجه الخلفي الجانبي للنخاع الشوكي.

٣- الشريان الشوكي الأمامي Anterior spinal artery **:** يتشكل من اجتماع فرعين: فرع من كل شريان فقري قرب نهايته. وينزل الشريان الشوكي الأمامي (بعد اتحاد فرعيه) على الوجه الأمامي للبصلة ثم يخرج من الثقبة الكبرى ويستمر على الوجه الأمامي للنخاع الشوكي على طول الشق الناصف الأمامي.

٤- الشريان الشريان التيهي Posterior inferior cerebellar artery : أكبر فروع الشريان الفقري، وهو يمر في مسار غير منتظم بين البصلة والمخيخ. وهو يغذي الوجه السفلي للدودة، والنوى العميقة في المخيخ، والوجه السفلي لنصف كرة المخيخ، كما يغذي البصلة والضفيرة المشيمية للبطين الرابع.

٥- الشرايين البصلية: فروع صغيرة جداً تتوزع على البصلة.

الشريان القاعدي Basilar artery :

يتشكل الشريان القاعدي من اجتماع الشريانين الفقريين، ويصعد في ثلم على الوجه الأمامي للجسر، وعند الحافة العلوية للجسر ينقسم هذا الشريان إلى شريانين مخيين خلفيين.

فروع الشريان القاعدي:

١- الشرايين الجسرية Pontine arteries وهي أوعية صغيرة وكثيرة تدخل في مادة الجسر.

٢- الشريان التيهي labyrinthine artery**:** (هذا الشريان غالباً ما ينشأ من الشريان المخيخي السفلي الأمامي، ولكن يمكن أحياناً أن ينشأ من الشريان القاعدي). وهو شريان طويل ورفيع يرافق العصبين الوجهي والدهليزي القوقعي ضمن الصماخ السمعي الداخلي (الباطن) ويغذي الأذن الداخلية.

٣- الشريان المخيخي السفلي الأمامي Anterior inferior cerebellar artery**:** يسير نحو الخلف والوحشي، وهو يغذي القسمين الأمامي والسفلي من المخيخ. تذهب فروع قليلة منه إلى الجسر والقسم العلوي من البصلة.

٤- الشريان المخيخي العلوي Superior cerebellar artery**:** ينشأ قرب نهاية الشريان القاعدي. ثم يلتف حول الساق المخية ويغذي الوجه العلوي للمخيخ. وهو يغذي أيضاً الجسر والغدة الصنوبرية والشراع النخاعي العلوي.

٥- الشريان المخي الخلفي Posterior cerebral artery**:** ينحني نحو الوحشي والخلف حول الدماغ المتوسط، وينضم إليه الفرع الموصل الخلفي للشريان السباتي الباطن (الداخلي). تغذي فروعه القشرية وجهي الفص الصدغي: السفلي الوحشي والأنسي، ووجهي الفص القذالي الوحشي والأنسي. وهكذا يغذي الشريان المخي الخلفي القشرة البصرية. تخترق فروعه المركزية مادة الدماغ، وتغذي أقساماً من المهاد والنواة العدسية والدماغ والجسم الصنوبري والجسم الركبي الأنسي. له فرع مشيمي يدخل القرن السفلي للبطين الجانبي ويغذي ضفيرته المشيمية؛ كما يغذي أيضاً الضفيرة المشيمية للبطين الثالث.

الدائرة الشريانية المخية (دائرة ويليس Willis):

تقع الدائرة الشريانية المخية (دائرة ويليس) ضمن الحفرة بين السويقتين في قاعدة الدماغ، وهي تتشكل من تفاغرات بين الشريانين السباتيين الداخليين والشريانين الفقريين.

الشرايين التي تسهم في تشكيل الدائرة الشريانية هي: الموصل الأمامي، والمخيان الأماميان، والسباتيان الداخليان، والموصلان الخلفيان، والمخيان الخلفيان.

تسمح الدائرة الشريانية المخية للدم الداخل عبر الشريانين السباتيين الداخليين أو الشريانين الفقريين بالتوزع على أي قسم من نصفي كرة المخ. تنشأ من الدائرة الشريانية المخية فروع قشرية وفروع مركزية تغذي مادة الدماغ.

التغيرات في حجوم الشرايين المشكلة لهذه الدائرة شائعة، وقد ذكرت حالات من غياب أحد الشريانين الموصلين الخلفيين أو كليهما.

شرايين بعض المناطق الدماغية الخاصة:

يستمد الجسم المخطط والمحفظة الداخلية أوعيتهما بشكل أساسي من الفروع المركزية المخططية الأنسية والوحشية للشريان المخي المتوسط. وتغذي الفروع المركزية للشريان المخي الأمامي بقية هاتين البنيتين.

يتغذى المهاد من فروع من الشرايين: الموصل الخلفي، والقاعدي، والمخي الخلفي.

يتغذى الدماغ المتوسط من الشرايين: المخي الخلفي، والمخيخي العلوي، والقاعدي.
يتغذى الجسر من الشرايين: القاعدي، والشريانين المخيخيين السفليين الأمامي والعلوي.
تتغذى البصلة من الشرايين: الفقريين، الشوكيين الخلفيين، والشوكي الأمامي، والمخيخيين السفليين الأمامي والخلفي.
يتغذى المخيخ من الشرايين المخيخية: العلوي، والسفلي الأمامي، والسفلي الخلفي.

الأوردة المخية Cerebral veins:

تتصف أوردة الدماغ برقة جدرانها وبعدم وجود نسيج عضلي في هذه الجدران، كما أن الأوردة الدماغية على لا تحتوي دسامات.
تتوضع الأوردة المخية الكبيرة على سطح المخ في الحيز تحت العنكبوتي كما توجد بعض الأوردة العميقة التي تسير تحت البطانة العصبية.
تخترق الأوردة المخية الغشاء العنكبوتي والطبقة السحائية من الأم الجافية وتصب في الجيوب الوريدية للأم الجافية (الجيوب الوريدية القحفية). وهنالك تباينات وفروق كبيرة بالنسبة لمواقعها والأماكن التي تصب فيها.

تقسم الأوردة المخية إلى مجوعتين كبيرتين:

- **الأوردة المخية السطحية:** وتوجد على سطح المخ وتصب في الجيوب الوريدية.
- **الأوردة المخية العميقة:** وتصب في الوريد المخي الكبير (غالين).

أولاً- الأوردة المخية السطحية Superficial Cerebral Veins:

توجد هذه الأوردة على سطح المخ وتقسم إلى مجموعتين رئيستين هما الأوردة المخية العلوية والأوردة المخية السفلي.

١- الأوردة المخية العلوية Superior cerebral veins:

يتجمع الدم الوريدي على سطح المخ في حوالي ٦- ١٢ وريد وذلك من الأجزاء العلوية الوحشية للفص الجبهي والفص الجداري وتسير هذه الأوردة نحو الأعلى **وتصب هذه الأوردة في الجيب الطولاني العلوي.**
ويجب الإشارة إلى أن هذه الأوردة تخترق الغشاء العنكبوتي لتسير مسافة قصيرة قبل أن تصب في الجيب الوريدي القحفي.

٢- الأوردة المخية السفلية Inferior cerebral veins:

وتنزح الدم الوريدي من الأجزاء السفلية الوحشية للفص الصدغي والفص القفوي لتصب في الجيب الكهفي وفي الجيب المعترض وفي الجيب الصخري العلوي.
أهم هذه الأوردة وأكبرها هو الوريد المخي المتوسط السطحي Superficial middle cerebral vein الذي يسير نحو الأسفل في الثلم الوحشي (شق سيلفيوس) وعبر هذا الوريد يتم العود الوريدي للقسم الأكبر من الوجه الوحشي لنصف الكرة المخية ويصب هذا الوريد في الجيب الكهفي.
إضافة لذلك توجد أوعية تفاغرية تصل بين الأوردة المخية السطحية وبعض الجيوب الوريدية البعيدة عنها.
وأهم هذه التفاغرات هو الوريد التفاغري العلوي Superior anastomotic vein

(ويسمى وريد Trolard) الذي يفاغر (يصل) بين الوريد المخي المتوسط السطحي والجيب الطولاني العلوي.
وكذلك الوريد المركزي لرولاند Central vein of Roland ويسير في الثلم المركزي ويمكن أن يفاغر (يصل) الوريد المخي المتوسط السطحي مع الجيب الطولاني العلوي.
ومن هذه التفاغرات أيضاً الوريد التفاغري السفلي inferior anastomotic vein (ويسمى وريد Labbe) الذي يفاغر بين الوريد المخي المتوسط السطحي والجيب المعترض.

ثانياً: الأوردة المخية العميقة Deep Cerebral Veins:

تجمع الأوردة المخية العميقة الدم من الدماغ البيني ومن التراكيب العميقة للمخ وتصب هذه الأوردة في **الوريد المخي الكبير Great Cerebral vein (غالين Galen vein).**
تتألف هذه الأوردة العميقة من مجموعتين هما مجموعة الوريد المخي الباطن ومجموعة الوريد القاعدي:

١- مجموعة الوريد المخي الباطن Internal cerebral vein:

وتتألف من الأوردة التالية:

- وريد الحجاب الشفاف Septum pellucidum vein:

ينزح هذا الوريد الدم من الأجزاء الأمامية العميقة للمخ ويسير حتى يصل إلى ثقبة مونرو حيث يتحد حذاء هذه الثقبة مع الوريد المهادي المخطط ليشكلا الوريد المخي الباطن.

- الوريد المهادي المخطط Thalamostriate vein:

ويسمى الوريد الانتهائي Terminal vein ويتشكل من روافد من الجسم المخطط والمهاد والمادة البيضاء الدماغية ويسير مع الحزمة الانتهائية في الثلم المهادي المخطط وينتهي متحداً مع وريد الحجاب الشفاف حذاء ثقبة مونرو.

- الوريد المخي الباطن Internal cerebral vein:

يتشكل هذا الوريد من اتحاد وريد الحجاب الشفاف مع الوريد المهادي المخطط حذاء ثقبة مونرو ويتجه نحو الخلف بين طبقات النسيجة المشيمية للبطين الثالث حتى يصل منطقة الغدة الصنوبرية تحت حوية الجسم الثفني إذ يتحد مع نظيره المقابل ليشكلا الوريد المخي الكبير الذي يُسمى وريد Galen vein.

٢- مجموعة الوريد القاعدي Basal vein:

ويتألف من الأوردة التالية:

- الوريد المخي الأمامي Interior cerebral vein: يرافق هذا الوريد الشريان المخي الأمامي في مسيره وينزح الدم الوريدي من التلافيف الحجاجية ومن الأجزاء الأمامية للنوى القاعدية ويسير إلى الخلف حتى قاعدة الفص الجبهي إذ يلتقي مع الوريد المخي المتوسط العميق ليشكلا الوريد القاعدي.

- الوريد المخي المتوسط العميق Deep middle cerebral vein: ينشأ في فص الجزيرة وينزح الدم الوريدي من الجسم الشاحب واللحاء ويقع عميقاً في قاع شق سيلفيوس.

- الوريد القاعدي Basal vein: يتشكل الوريد القاعدي (ويسمى وريد Rosenthal) في منطقة المسافة المثقوبة الأمامية من اجتماع الوريد المخي الأمامي والوريد المخي المتوسط العميق. يسير الوريد القاعدي نحو الخلف ثم ينحني حول الساق المخية حتى حوية الجسم الثفني ليصب في الوريد المخي الكبير(غالين).

الوريد المخي الكبير (وريد غالين) Great Cerebral vein of Galen:
وهو وريد قصير **يتشكل من اجتماع الوريدين المخيين الباطنيين، ويصب فيه الوريدان القاعديان في كل جهة.**
يسير وريد غالين بشكل منحن نحو الأعلى حول حوية الجسم الثفني **ويصب في الجيب المستقيم**.

الأوردة المصدِّرة أو الموصلة (المشبرية) Emissary vein :
وهي أوردة تصل بين الجيوب الوريدية داخل القحف والأوردة السطحية خارج القحف من خلال ثقب في عظام القحف. توجد الأوردة المصدِّرة على الجانبين وهي عديدة ونذكر منها:
- الوريد المصدِّر الجداري الذي يعبر من خلال ثقبة في العظم الجداري ليصل بين الجيب الطولاني العلوي والوريد القذالي.
- الوريد المصدِّر الخشائي الذي يصل الجيب السيني مع الوريد القذالي ويمر عبر الثقبة الخشائية.

الأوردة الخلالية (بين اللويحية) Diploic Veins :
وهي عبارة عن شبكة وريدية تفاغرية توجد بين الصفيحة الخارجية والصفيحة الداخلية لعظام قبة القحف (أي في العظم الإسفنجي للعظام المسطحة من القحف). تنزح هذه الأوردة الدم من الأم الجافية ومن عظام قبة القحف. لهذه الأوردة اتصالات وتفاغرات مع الجيوب الوريدية داخل القحف ومع الأوردة السطحية خارج القحف.

ثانياً- التروية الدموية للنخاع الشوكي:

شرايين النخاع الشوكي Spinal cord arteries:
يتلقى النخاع الشوكي تغذيته الشريانية من ثلاثة شرايين صغيرة: **شريانين شوكيين خلفيين وشريان شوكي أمامي**.
تتعزز هذه الشرايين السائرة طولانياً **بشرايين صغيرة شدفية** تنشأ من شرايين واقعة خارج العمود الفقري وتدخل النفق الفقري عبر الثقوب بين الفقرية. تتفاغر هذه الشرايين (أي تتصل فيما بينها) على سطح النخاع الشوكي، وترسل فروعاً إلى داخل المادتين البيضاء والسنجابية. ويوجد تنوع كبير في الحجم والمستويات الشدفية التي ترد منها الشرايين الداعمة.

الشريان الشوكي الأمامي Anterior spinal artery :
يتشكل الشريان الشوكي الأمامي من اجتماع شريانين كل منهما من الشريان الفقري الموافق داخل القحف. ثم ينزل الشريان الشوكي الأمامي ضمن الشق الناصف الأمامي. تدخل فروع من الشريان الشوكي الأمامي مادة النخاع الشوكي وتغذي الثلثين الأماميين للنخاع الشوكي.
يمكن للشريان الشوكي الأمامي أن يكون صغير جداً في الشدف النخاعية الصدرية العلوية والسفلية. وفي حال انسداد في الشرايين الشدفية أو الجذرية في هذه المناطق تكون الشدفة الصدرية الرابعة والشدفة القطنية الأولى عرضة بشكل خاص إلى النخر الإقفاري (نقص التروية).

الشريانان الشوكيان الخلفيان Posterior spinal arteries:

ينشأ كل شريان خلفي إما من الشريان الفقري داخل القحف وإما من الشريان المخيخي السفلي الخلفي. ينزل كل شريان على الوجه الخلفي الجانبي للنخاع الشوكي بتماس الجذور الخلفية للأعصاب الشوكية، ويعطي فروعاً تدخل مادة النخاع الشوكي.

يغذي الشريانان الشوكيان الخلفيان الثلث الخلفي للنخاع الشوكي.

الشريانان الشوكيان الخلفيان صغيران في المنطقة الصدرية العلوية، وتتصف أول ثلاث شدف صدرية من النخاع الشوكي بحساسية كبيرة إلى الإقفار (نقص التروية) فيما لو تعرضت الشرايين الشدفية أو الجذرية في هذه المنطقة إلى الانسداد.

الشرايين الشوكية الشدفية Spinal segmental arteries:

تتعزّز الشرايين الشوكية (الخلفيان والأمامي) السائرة طولانياً بشرايين شدفية صغيرة عند كل ثقبة بين فقرية في الجانبين. الشرايين المعزِّزة (أي الداعمة أو المقوية) هي فروع من شرايين متوضعة خارج النفق الفقري (الشرايين الرقبي العميق، والوربية، والقطنية). يعطي كل شريان شوكي شدفي (بعد دخوله في النفق الفقري) شريانين جذريين أمامي وخلفي يرافقان الجذرين العصبيين الأمامي والخلفي للنخاع الشوكي.

هناك شريان مغذٍ هام وكبير هو الشريان النخاعي الأمامي الكبير (شريان أدام كويفيتش Great anterior medullar artery of Adamkiewiez) ينشأ من الأبهر في المستوى الصدري أو القطني العلوي، وهو شريان مفرد في جانب واحد، ويدخل النخاع الشوكي لدى معظم الأشخاص من الجانب الأيسر. تكمن أهمية هذا الشريان في أنه يمكن أن يكون المصدر الرئيسي لتغذية الثلثين السفليين من النخاع الشوكي.

أوردة النخاع الشوكي Spinal cord veins:

تنزح أوردة النخاع الشوكي إلى قنوات طولانية متعرجة تتصل في الأعلى ضمن القحف مع أوردة الدماغ والجيوب الوريدية، وهي تنفرغ أساسياً في الضفيرة الوريدية الفقرية الداخلية.

المحاضرة الثالثة عشر **سحايا الدماغ والنخاع الشوكي**

Meninges of the brain and spinal cord

تحيط بالدماغ والنخاع الشوكي أغشية (أغلفة) تسمى السحايا وهي: الأم الجافية، والغشاء (الأم) العنكبوتي، والأم الحنون.

أولاً- سحايا الدماغ Meninges of the brain:

١- الأم الجافية Dura mater : تتألف الأم الجافية الدماغية من طبقتان (وريقتين): طبقة سمحاقة، وطبقة سحائية. تكون هاتان الطبقتان متحدتين إحداهما بالأخرى إلا في أماكن بعض الخطوط حيث تنفصلان لتشكيل الجيوب الوريدية القحفية.

الطبقة السمحاقية Periosteal layer: ما هي إلا السمحاق المغطي للوجه الداخلي لعظام القحف، وهي لا تتواصل في الثقبة الكبرى مع الأم الجافية للنخاع الشوكي. حول ثقوب القحف كلها تصبح الطبقة السمحاقية متواصلة مع سمحاق السطوح الخارجية لعظام القحف، وهي على قاعدة القحف تكون أشد التصاقاً بالعظام.

الطبقة السحائية Meningeal layer: هي الأم الجافية تحديداً. وهي غشاء ليفي متين وكثيف، يغطي الدماغ ويتواصل مع الثقبة الكبرى مع الأم الجافية للنخاع الشوكي. وهي تعطي أغماداً أنبوبية للأعصاب القحفية عندما تمر هذه الأعصاب القحفية عبر ثقوب القحف. تلتحم الأغماد السحائية الأنبوبية خارج القحف مع أغماد الأعصاب.

ترسل الطبقة السحائية نحو الدخل أربعة حواجز تقسم الجوف القحفي إلى أحياز متصلة فيما بينها بحرية وتسكنها أقسام الدماغ. وظيفة هذه الحواجز هي الحد من تحرك الدماغ المرتبط بالتسارع والتباطؤ عندما يتحرك الرأس.

- منجل (مشول) المخ Falx cerebri : طبقة من الأم الجافية على شكل منجل يتوضع في المستوى الناصف بين نصفي كرة المخ. نهايته الأمامية ضيقة مرتبطة بالعرف الجبهي الداخلي وعرف الديك. قسمه الخلفي عريض ويندمج في المستوى الناصف بالوجه العلوي للخيمة المخيخية. يسير الجيب السهمي العلوي في حافة المنجل المخي العلوية المثبتة؛ ويسير الجيب السهمي السفلي في حافة المنجل المخي السفلية الحرة المقعرة.؛ ويسير الجيب المستقيم على طول ارتباط المنجل المخي بالخيمة المخيخية.

- الخيمة المخيخية Tentorium cerebelli: طبقة من الأم الجافية هلالية الشكل تشكل سقف الحفرة القحفية الخلفية ويتوضع عليها الفصين القذاليين لنصفي الكرة المخية. توجد في حافتها الأمامية فجوة هي ثلمة الخيمة المخيخية Tentorial notchالتي تسمح بمرور الدماغ المتوسط، فتتشكل حافة أنسية حرة، وحافة وحشية مرتبطة أو مثبتة، في كل من الجهتين اليمنى واليسرى. ترتبط الحافة المثبتة بالناتئ السريري الخلفي والحافة العلوية لصخرة العظم الصدغي وحافتي الثلم المعترض على العظم القذالي. وتسير الحافة الحرة في نهايتها نحو الأمام وتصالب الحافة المثبتة، وترتبط أخيراً بالناتئ السريري الأمامي في كل جانب. وفي نقطة تلاقي الحافتين يمر العصبان القحفيان الثالث والرابع نحو الأمام ليدخلا الجدار الوحشي للجيب الكهفي.

قرب قمة صخرة العظم الصدغي، تندفع طبقتا الخيمة نحو الأمام تحت الجيب الصخري العلوي لتشكلا رديباً (جيباً) لأجل العصب مثلث التوائم وعقدة مثلث التوائم (عقدة غاسر).

يرتبط منجل المخ ومنجل المخيخ بوجهي الخيمة المخيخية العلوي والسفلي على التوالي. يسير

الجيب المستقيم على طول ارتباط الخيمة المخيخية بمنجل المخ؛ ويسير الجيب الصخري العلوي على طول ارتباطها بصخرة العظم الصدغي؛ ويسير الجيب المعترض على طول ارتباطها بالعظم القذالي.

- منجل (مشول) المخيخ Falx cerebelli : هو طية من الأم الجافية ذات شكل منجلي ترتبط بالعرف القذالي الداخلي؛ وهو يندفع بين نصفي كرة المخيخ.

- الحجاب السرجي Diaphragm: هو طية من الأم الجافية حلقية وصغيرة تشكل سقفاً للسرج التركي. يحوي في مركزه فتحة تسمح بمرور قمع (سويقة) الغدة النخامية.

تعصيب الأم الجافية الدماغية:

يُعصِّب الأم الجافية الدماغية فروع من الأعصاب: مثلث التوائم، والمبهم، والرقبية الشوكية الثلاثة الأولى، وفروع من الجذع الودي.

تملك الأم الجافية نهايات عصبية كثيرة حساسة للمط، مما يُحدِث الشعور بألم الرأس (الصداع). إن تنبيه النهايات الحسية للعصب مثلث التوائم فوق مستوى الخيمة المخيخية يسبب ألماً محولاً إلى منطقة من جلد الرأس في الجانب الموافق. ويسبب تنبيه النهايات العصبية للأم الجافية تحت مستوى الخيمة ألماً محولاً إلى النقرة وظهر فروة الرأس على طول توزع العصب القذالي الكبير.

التروية الشريانية للأم الجافية الدماغية:

تغذي الأم الجافية شرايين كثيرة متفرعة من الشرايين: السباتي الباطن، والفكي، والبلعومي الصاعد، والقذالي، والفقري. الشريان الأهم سريرياً هو الشريان السحائي المتوسط (الأوسط) Meningeal artery Middle الذي يمكن أن يتأذى في إصابات الرأس ويسبب عندئذٍ نزف فوق الأم الجافية.

ينشأ الشريان السحائي المتوسط من الشريان الفكي في الحفرة تحت الصدغية، ويدخل جوف القحف عبر الثقبة الشوكية، ثم يتوضع بين طبقتي الأم الجافية السمحاقية والسحائية. ويسير بعدئذٍ نحو الأمام والوحشي في ثلم على الوجه العلوي للقسم الصدفي من العظم الصدغي. يُحدِث فرعه الأمامي أثلاماً عميقة أو أنفاقاً في الزاوية الأمامية السفلية للعظم الجداري، ويوافق مسيره تقريباً مُرتسَم التلفيف أمام المركزي الأعمق منه. أما فرعه الخلفي فهو ينحني نحو الخلف ويغذي القسم الخلفي من الأم الجافية.

تقع الأوردة السحائية Mneningeal veins في الطبقة السحائية من الأم الجافية. يتبع الوريد السحائي المتوسط فروع الشريان السحائي المتوسط وينفرغ في الضفيرة الوريدية الجناحية أو في الجيب الوتدي الجداري.

الجيوب الوريدية للأم الجافية الدماغية:

تتوضع جيوب جوف القحف الوريدية بين طبقتي الأم الجافية. وظيفتها الرئيسية هي تلقي الدم من الدماغ عن طريق الأوردة المخية، وتلقي السائل الدماغي الشوكي من الحيز تحت العنكبوتي عن طريق الزغابات العنكبوتية Arachnoid villi. ينفرغ دم الجيوب الوريدية للأم الجافية في النهاية في الوريدين الوداجيين الباطنيين (الداخليين) Internal cava vein في العنق.

هذه الجيوب مزودة ببطانة، وهي ذات جدران ثخينة لكن محرومة من النسيج العضلي؛ ولا توجد فيها صمامات.
الأوردة المُصَدِّرة (المشبرية) emissary veins: لا صمامات فيها أيضاً، وهي تصل جيوب الأم الجافية الوريدية مع الأوردة الخلالية القحفية، ومع أوردة الفروة.
تقسم جيوب الأم الجافية الدماغية الوريدية (أو الجيوب الوريدية القحفية) إلى جيوب مفردة وجيوب مزدوجة.

أ- الجيوب المفردة:

١- الجيب السهمي العلوي Superior sagittal sinus: يشغل الحافة العلوية المثبّتة لمنجل المخ. وهو يبدأ في الأمام إزاء الثقبة العوراء، حيث يتلقى أحياناً وريداً من جوف الأنف، ويسير نحو الخلف محدثاً ثلماً على قبة القحف، وينحرف عند وصوله الناشزة القذالية الداخلية إلى إحدى الجهتين (اليمنى عادة) ويصبح متواصلاً مع الجيب المعترض الموافق (الأيمن عادة).
يتصل الجيب السهمي العلوي في كل من جانبيه عبر فتحات صغيرة مع اثنتين أو ثلاث فجوات وريدية ذات شكل غير منتظم. تتبارز ضمن هذه الفجوات زغابات وتحببات عنكبوتية متعددة، وتتلقى الفجوات أيضاً أوردة سحائية وأوردة خلالية (بين لويحية) Diploic veins.
يتلقى الجيب السهمي العلوي في مساره الأوردة المخية العلوية. وهو يتوسع إزاء الناشزة القذالية الداخلية ليشكل مجمع الجيوب. وهنا يتواصل عادة الجيب السهمي العلوي مع الجيب المعترض الأيمن؛ وهو يتصل بالجيب المعترض المقابل ويتلقى الجيب القذالي.

٢- الجيب السهمي السفلي Inferior sagittal sinus: يشغل الحافة السفلية الحرة لمنجل المخ. وهو يسير نحو الخلف وينضم إلى الوريد المخي الكبير عند الحافة الحرة للخيمة المخيخية ليشكلا الجيب المستقيم. يتلقى الجيب السهمي السفلي عدداً قليلاً من الأوردة المخية من الوجه الأنسي لنصفي كرة المخ.

٣- الجيب المستقيم Straight sinus: يشغل خط اتصال المنجل المخي مع الخيمة المخيخية. وهو يتشكل من اتحاد الجيب السهمي السفلي مع الوريد المخي الكبير. وينتهي بالانعطاف إلى اليسار (وأحياناً إلى اليمين) ليتواصل مع الجيب المعترض.

٤- الجيب القذالي Occipital sinus: جيب صغير يشغل حافة منجل المخيخ المثبّتة . وهو يبدأ قرب الثقبة الكبرى حيث يتصل مع الأوردة الفقرية وينفرغ في مجمع الجيوب الوريدية.

ب- الجيوب المزدوجة:

١- الجيبان المعترضان Transverse sinus: يبدأ الجيبان المعترضان (جيب في كل جانب) إزاء الناشزة القذالية الداخلية. عادة ما يشكل الجيب الأيمن استمراراً للجيب السهمي العلوي، ويشكل الجيب الأيسر استمراراً للجيب السهمي السفلي. يشغل كل جيب الحافة المثبّتة للخيمة المخيخية محدثاً ثلماً (أخدوداً) على صدفة العظم القذالي والزاوية الخلفية السفلية للعظم الجداري. وهما يتلقيان الجيبين الصخريين العلويين، والأوردة المخية السفلية، والأوردة المخيخية، وأورد ة خلالية، ينتهي الجيبان المعترضان بالالتفاف نحو الأسفل كجيبين سينيين.

٢- الجيبان السينيان (الملتويان) Sigmoid sinus: هما استمرار مباشر للجيبين المعترضين. ينعطف كل من الجيبين السينيين نحو الأسفل والأنسي ويُحدِث ثلماً في القسم الخشائي من العظم الصدغي، وهنا يقع الجيب خلف الغار الخشائي. يلتف الجيب بعد ذلك نحو

الأمام، ثم نحو الأسفل عبر القسم الخلفي من الثقبة الوداجية ليصبح متواصلاً مع الوريد الوداجي الباطن (الداخلي).

٣- الجيبان الكهفيان Cavernous sinus: يقعان في الحفرة القحفية الوسطى على جانبي جسم العظم الوتدي. تعبر جوفيهما عوارض كثيرة مانحة إياهما مظهراً إسفنجياً (ومن هنا جاءت تسميتهما). يمتد كل جيب من الشق الحجاجي العلوي في الأمام إلى ذروة صخرة العظم الصدغي في الخلف.

يسير الشريان السباتي الباطن (الداخلي) محاطاً بضفيرته العصبية الودية عبر الجيب الكهفي باتجاه الأمام. ويمر العصب المبعد ضمن الجيب أيضاً.

يسير العصبان القحفيان الثالث والرابع والفرعان العيني والفكي العلوي للعصب مثلث التوائم باتجاه الأمام ضمن الجدار الوحشي للجيب الكهفي.

روافد الجيب الكهفي هي الوريدان العينيان العلوي والسفلي، والأوردة المخية السفلية، والجيب الوتدي الجداري، والوريد الشبكي المركزي.

ينفرغ الجيب الكهفي خلفياً ضمن الجيبين الصخريين العلوي والسفلي.

يتصل الجيبان الكهفيان مع بعضهما عبر الجيبين الكهفيين الأمامي والخلفي، اللذان يسيران في الحجاب السرجي أمام سويقة النخامى وخلفها. يمتلك كل جيب كهفي اتصالاً مع الوريد الوجهي عبر الوريد العيني العلوي (وهذا طريق يمكن للخمج أن يسلكه من جلد الوجه إلى الجيب الكهفي).

٤- الجيبان الصخريان العلويان Superior petrosal sinus:

هما جيبان صغيران يقعان في كل من الجانبين على حافة صخرة العظم الصدغي العلوية. يُفرّغ الجيب الصخري العلوي دم الجيب الكهفي إلى الجيب المعترض الموافق.

٤- الجيبان الصخريان السفليان Inferior petrosal sinus:

هما جيبان صغيران يقعان في كل من الجانبين على حافة صخرة العظم الصدغي السفلية. يُفرّغ الجيب الصخري السفلي دم الجيب الكهفي إلى الوريد الوداجي الباطن (الداخلي) الموافق.

الغشاء العنكبوتي (الأم العنكبوتية أو العنكبوتية) Arachnoid:

العنكبوتية هي غشاء رقيق وغير نفوذ يغطي الدماغ ويتوضع بين الأم الحنون في الداخل والأم الجافية في الخارج. يفصلها عن الأم الجافية حيز هو الحيز تحت الجافية الذي مملوء بطبقة رقيقة من سائل؛ ويفصلها عن الأم الحنون الحيز تحت العنكبوتي Subarachnoid space الذي يملؤه السائل الدماغي الشوكي. تغطي وجهي الغشاء العنكبوتي الداخلي والخارجي خلايا متوسطية مسطحة.

يشكل الغشاء العنكبوتي جسوراً على أثلام سطح الدماغ، وتكون في بعض الأماكن منفصلة عن الأم الحنون بفسحات كبيرة تشكل الصهاريج تحت العنكبوتية. يقع **الصهريج المخيخي النخاعي** Cisterna cerebellomedullaris (**الصهريج الكبير**) بين الوجه السفلي للمخيخ وسقف البطين الرابع. يقع **الصهريج بين السويقي** Cisterna interpeduncularis بين السويقتين المخيتين. تتصل كل الصهاريج فيما بينها ومع بقية الحيز تحت العنكبوتي بشكلٍ حر.

يبرز الغشاء العنكبوتي في بعض المناطق ضمن الجيوب الوريدية لتشكل الزغابات العنكبوتية Arachcnoid velli. وتكون هذه الزغابات أكثر عدداً على طول الجيب السهمي العلوي.

ويطلق على تجمعات الزغابات العنكبوتية اسم التحببات العنكبوتية Arachcnoid granulations. تعمل الزغابات العنكبوتية كمواقع ينفذ عبرها السائل الدماغي الشوكي إلى المجرى الدموي.
يرتبط الغشاء العنكبوتي بالأم الحنون عبر الحيز تحت العنكبوتي المملوء بالسائل الدماغي الشوكي بواسطة شرائط رقيقة من نسيج ليفي.
يتعين على البُنى التي تمر بين الدماغ من جهة، والقحف أو ثقوبه من جهة أخرى، أن تعبر الحيز تحت العنكبوتي. وتتوضع كل شرايين الدماغ وأوردته والأعصاب القحفية في هذا الحيز.
يندمج الغشاء العنكبوتي بالغمد العصبي للأعصاب في نقطة خروجها من القحف. وفي حالة العصب البصري يشكل الغشاء العنكبوتي غلافاً للعصب يمتد معه إلى جوف الحجاج عبر النفق البصري ويلتحم ببصلبة العين، وهكذا يمتد الحيز تحت العنكبوتي حول العصب البصري حتى كرة العين.
السائل الدماغي الشوكي Cerebro-spinal fluid (CSF) تنتجه الضفائر المشيمية ضمن بطينات الدماغ : الجانبيين، والثالث، والرابع. وهو يغادر الجهاز البطيني الدماغي عبر ثلاث ثقوب في سقف البطين الرابع ليدخل الحيز تحت العنكبوتي. وهنا يجول السائل في كلا الاتجاهين: نحو الأعلى حول سطح الدماغ ونحو الأسفل حول النخاع الشوكي. يمتد الحيز تحت العنكبوتي في الأسفل حتى الفقرة العجزية الثانية. وأخيراً يدخل السائل الدماغي الشوكي مجرى الدم عبر الزغابات العنكبوتية.
إضافة إلى دور السائل الدماغي الشوكي في نقل نواتج الفضلات المرتبطة بفعالية الخلايا العصبية، يشكل السائل الدماغي الشوكي وسطاً سائلاً يطفو فيه الدماغ وتحمي هذه الآلية الدماغ من الرضوض حماية فعلية. كما يُعتقد الآن أن السائل الدماغي الشوكي يقوم بدور في النقل الهرموني.

٣- الأم الحنون Pia mater:

الأم الحنون غشاء وعائي تغطيه خلايا متوسطية مسطحة. وهي تغلف الدماغ تغليفاً وثيقاً، وتغطي التلافيف وتغوص ضمن عمق الأثلام. تمتد الأم الحنون حول الأعصاب القحفية وتلتحم بأغمادها العصبية. تحمل الشرايين المخية الداخلة في مادة المخ غلافاً من الأم الحنون معها.
تشكل الأم الحنون النسيجة المشيمية Tela charoidea لسقف البطين الثالث والرابع، وتندمج بالبطانة العصبية لتشكل الضفائر المشيمية في البطينات الدماغية: الجانبيين، والثالث، والرابع.

ثانياً- سحايا النخاع الشوكي Meninges of the spinal cord:

١- الأم الجافية Dura mater:

الأم الجافية غشاء ليفي كثيف يشكل كيس (أو غمد) يحيط بالنخاع الشوكي وذيل الفرس.
تتواصل في الأعلى عبر الثقبة الكبرى مع الطبقة السحائية من الأم الجافية المغطية للدماغ.
تنتهي في الأسفل حول الخيط الانتهائي في مستوى الحافة السفلية للفقرة العجزية الثانية.
يتوضع الغمد الجافي توضعاً رخواً في النفق الفقري وينفصل عن جدار النفق بواسطة الحيز خارج الجافية. يحوي هذا الحيز نسيجاً خلالياً رخواً والضفائر الوريدية الفقرية الداخلية.
تمتد الأم الجافية على طول كل جذر عصبي، وتصبح متواصلة مع النسيج الضام المحيط بكل

عصب (غمد العصب). ويتوضع السطح الداخلي للأم الجافية بتماس الغشاء العنكبوتي.

٢- الغشاء العنكبوتي (الأم العنكبوتية) Arachnoid:

الأم العنكبوتية غشاء كتيم رقيق يغطي هنا النخاع الشوكي ويقع بين الأم الحنون في الداخل والأم الجافية في الخارج. يفصلها عن الأم الحنون حيز واسع هو الحيز تحت العنكبوتي، الذي يملؤه السائل الدماغي الشوكي: تجتاز الحيز تحت العنكبوتي أعداد من شرائط دقيقة من نسيج ضام. يتواصل الغشاء العنكبوتي المغطي للنخاع الشوكي في الأعلى عبر الثقبة الكبرى مع الغشاء العنكبوتي المغطي للدماغ، وينتهي في الأسفل حول الخيط الانتهائي في مستوى الحافة السفلية للفقرة العجزية الثانية. كما تتواصل على طول الجذور العصبية الشوكية.

٣- الأم الحنون Pia mater:

الأم الحنون غشاء وعائي يغطي هنا النخاع الشوكي بإحكام، وتكون أكثر ثخانة على الجانبين فيما بين جذور الأعصاب لتشكل **الرباط المسنن**، الذي يمتد إلى الوحشي ليلتصق بالغشاء العنكبوتي والأم الجافية، وبذلك يتعلق النخاع الشوكي بواسطة الرباط المسنن في منتصف غمد الأم الجافية في الجانبين. تمتد الأم الحنون على طول كل جذر عصبي وتصبح متواصلة مع النسيج الضام المحيط بكل عصب شوكي.

المحاضرة١٤: الجهاز البطيني-السائل الدماغي الشوكي-الحاجز الدموي الدماغي

الجهاز البطيني The Ventricular System

البطينات الدماغية هي أربعة أجواف مملوءة بالسائل الدماغي الشوكي ومتوضعة ضمن الدماغ؛ وهي البطينان الجانبيان، والبطين الثالث، والبطين الرابع.

يتصل كل من البطينين الجانبيان مع البطين الثالث عبر الثقبة بين البطينية الموافقة (ثقبة مونرو) Interventricular foramen (of Monro). ويتصل البطين الثالث مع البطين الرابع عبر المسال المخي (مسال سيلفيوس) Cerebral aqueduct (of Sylvius).

ويتصل البطين الرابع بدوره مع القناة المركزية الضيقة للنخاع الشوكي، ويحوي البطين الرابع في سقفه ثلاثة ثقوب تصله بالحيز تحت العنكبوتي. تحوي القناة المركزية في نهايتها السفلية توسعاً صغيراً يدعى البطين الانتهائي.

البطينات الدماغية مبطنة في كل مكان منها بالبطانة العصبية، ويملؤها السائل الدماغي الشوكي. وتشتق تطورياً من جوف الأنبوب العصبي.

البطينان الجانبيان lateral ventricles:

يوجد بطينان جانبيان واحد ضمن كل نصف كرة مخية. يتكون كل بطين من جوف على شكل حرف C تقريباً، وتبطنه بطانة عصبية، ويملؤه السائل الدماغي الشوكي.

يمكن تقسيم البطين الجانبي إلى **جسم** body **وثلاثة قرون** horns:**١- قرن أمامي ٢- وقرن خلفي ٣- وقرن سفلي.**

يقع جسم البطين الجانبي في الفص الجداري، ويمتد من جسم البطين الجانبي القرن الأمامي ضمن الفص الجبهي والقرن الخلفي ضمن الفص القذالي والقرن السفلي ضمن الفص الصدغي.

يتصل البطين الجانبي مع البطين الثالث عبر **الثقبة بين البطينية (ثقبة مونرو)** interventricular foramen (of Monro). تقع هذه الثقبة في القسم الأمامي من الجدار الأنسي للبطين الجانبي، ويحدها أمامياً عمود القبو وخلفياً النهاية الأمامية للمهاد.+

- جسم البطين الجانبي body of lateral ventricle**:** يمتد من الثقبة بين البطينية باتجاه الخلف حتى النهاية الخلفية للمهاد. وهنا يصح متواصلاً بالقرنين الخلفي والسفلي.

سقف جسم البطين الجانبي مكون من الوجه السفلي للجسم الثفني.

أرضية جسم البطين الجانبي مكونة من جسم النواة المذنبة والحافة الوحشية للمهاد. تتبارز الضفيرة المشيمية للبطين الجانبي Choroid plexus ضمن جسم البطين عبر فجوة شقية الشكل كائنة بين جسم القبو والوجه العلوي للمهاد. وتدعى هذه الفجوة الشقية باسم الشق المشيمي.

الجدار الأنسي لجسم البطين الجانبي مكون من الحاجز الشفاف Septum pellucidum في الأمام؛ أما في الخلف فإن السقف والأرضية يلتقيان على الجدار الأنسي.

- القرن الأمامي للبطين الجانبي Anterior horn **:** يمتد نحو الأمام ضمن الفص الجبهي. وهو يتواصل في الخلف مع جسم البطين إزاء الثقبة بين البطينية. للقرن الأمامي سقف وأرضية وجدار أنسي. السقف مكون من الوجه السفلي للقسم الأمامي للجسم الثفني، وتحد ركبة الجسم

الثفني القرن الأمامي في الأمام. أرضية هذا القرن مكوّن من رأس النواة المذنبة، والجدار الأنسي مكوّن من الحاجز الشفاف وعمود القبو.

- القرن الخلفي للبطين الجانبي Posterior horn**:** يمتد نحو الخلف ضمن الفص القذالي. يتألف سقف القرن الخلفي وجداره الوحشي من ألياف بساط الجسم الثفني. يحوي الجدار الأنسي للقرن الخلفي بروزين علوياَ وسفلياَ. البروز العلوي يدعى بصلة القرن الخلفي، تحدثه الألياف الحوية (الضمادية) للجسم الثفني، المعروف باسم الملقط الكبير والذاهبة نحو الخلف ضمن الفص القذالي؛. أما البروز السفلي فيدعى مهماز الطير ويحدثه الثلم المهمازي.

- القرن السفلي للبطين الجانبي يمتد نحو الأمام ضمن الفص الصدغي. للقرن السفلي له سقف وأرضية.

السقف يشكله الوجه السفلي لبساط الجسم الثفني، وذيل النواة المذنبة. ويسير هذا الذيل نحو الأمام لينتهي في النواة اللوزية. وإلى الأنسي من ذيل النواة المذنبة يقع السطر الانتهائي الذي ينتهي في الأمام أيضاً في النواة اللوزية.

الأرضية يشكلها في الوحشي البارزة الجانبية التي يحدثها الثلم الجانبي، ويشكلها في الأنسي الحُصين. تكون النهاية الأمامية للحصين متوسعة ومثلمة لتشكل قدم الحُصين.

الضفيرة المشيمية للبطين الجانبي: تبرز الضفيرة المشيمية ضمن البطين من جانبه الأنسي، وهي تتوضع على أرضية جسم البطين الجانبي ضمن الشق المشيمي، وتتواصل في الخلف ضمن القرن السفلي للبطين الجانبي.

وظيفة الضفيرة المشيمية هي إنتاج السائل الدماغي الشوكي.

البطين الثالث 3rd ventricle:

يقع البطين الثالث في الدماغ البيني. وهو فجوة شقية الشكل ما بين المهادين. يتصل أمامياً مع البطينين الجانبيين عبر الثقبتين بين البطينيتين (ثقبتي مونرو)، ويتصل خلفياً مع البطين الرابع عبر المسال المخي (مسال سيلفيوس).

للبطين الثلث خمسة جدران: أمامي، وخلفي، ووحشي، وعلوي، وسفلي؛ وتبطنه بطانة عصبية.

الجدار الأمامي: تشكله ملاءة من مادة سنجابية هي الصفيحة الانتهائية التي يسير عبرها الصوار الأمامي.

الجدار الخلفي: تشكله العناصر التالية من الأسفل للأعلى: فتحة المسال المخي، والصوار الخلفي، والردب الصنوبري، والصوار العناني.

الجدار الوحشي: يشكله الوجه الأنسي للمهاد في الأعلى والوطاء في الأسفل. يفصل ما بين هاتين البنيتين الثلم الوطائي. يحد الجدار الوحشي في الأعلى السطر النخاعي المهادي.

الجدار العلوي (أو السقف): تشكله طبقة من البطانة العصبية تتواصل مع بطانة البطين. توجد فوق هذه الطبقة طية ذات طبقتين من الأم الحنون تسمى النسيجة المشيمية للبطين الثالث. تندفع النسيجة المشيمية الوعائية نحو الأسفل على جانبي المستوى الناصف منغمدة في السقف البطاني، فتشكل الضفيرتين الميشميتين للبطين الثالث. يقع الوريدان المخيان الداخليان ضمن النسيجة المشيمية.

الجدار السفلي (أو الأرضية): تشكله العناصر التالية من الأمام إلى الخلف: المصلبة البصرية، والحدبة الرمادية، والقمع، والجسمان الحلميان. تتعلق النخامى بالقمع. يقع خلف هذه البنى غطاء

السويقتين المخيتين.

النسيجة المشيمية Tela choroidea:

النسيجة المشيمية هي طية من الأم الحنون ذات طبقتين. وهي تقع بين القبو في أعلاها، وسقف البطين الثالث والوجهين العلويين للمهادين في أسفلها. حين تُرى هذه النسيجة من الأعلى تبدو نهايتها الأمامية واقعة في الثقبة بين البطينية. الحافتان الوحشيتان غير منتظمتين، وتندفعان وحشياً ضمن جسمي البطينين الجانبيين. تتواصل الحافتان الوحشيتان في الخلف ضمن القرن السفلي للبطين الجانبي، وتغطيهما البطانة العصبية، بحيث تندفع الضفيرة المشيمية عبر الشق المشيمي.

تندفع الضفيرة المشيمية على كل جانب من المستوى الناصف نحو الأسفل عبر سقف البطين الثالث لتشكيل الضفيرتين المشيميتن للبطين الثالث. وظيفة هاتين الضفيرتين المشيميتين هي إنتاج السائل الدماغي الشوكي.

تُستمد التروية الدموية للنسيجة المشيمية للبطين الثالث والبطينين الجانبيين من الفروع المشيمية للشريان السباتي الباطن والشريان القاعدي. يتم النزح الوريدي إلى الوريدين المخيين الباطنيين اللذين يتحدان ليشكلا الوريد المخي الكبير. يرفد الوريد المخي الكبير الجيب السهمي السفلي ليتشكل الجيب المستقيم.

المسال المخي (قناة سيليفيوس) Cerebral aqueduct (of Sylvius):

يتوضع المسال المخي ضمن الدماغ المتوسط، وهو قناة ضيقة يبلغ طولها حوالي ٢ سم، وتصل البطين الثالث بالبطين الرابع، يبطنها البطانة العصبية. يحيط بالمسال المخي طبقة من مادة سنجابية تسمى المادة السنجابية المركزية. ولا توجد ضفيرة مشيمية في المسال المخي.

البطين الرابع 4th ventricle:

البطين الرابع هو جوف على شكل خيمة مملوء بالسائل الدماغي الشوكي. وهو يقع أمام المخيخ وخلف الجسر والنصف العلوي من البصلة. تبطنه البطانة العصبية.

يتواصل البطين الرابع في الأعلى مع المسال المخي للدماغ المتوسط، كما يتواصل في الأسفل مع القناة المركزية للنخاع الشوكي.

للبطين الرابع حدود جانبية، وسقف، وأرضية لها شكل معين.

- **الحدود الجانبية:** القسم العلوي من كل حد جانبي تشكله السويقة المخيخية العلوية والقسم السفلي من كل حد جانبي تشكله السويقة المخيخية السفلية.
- **السقف أو الجدار الخلفي:** السقف له شكل شبيه بالخيمة، وهو يندفع ضمن المخيخ. القسم العلوي من السقف تشكله الحافتان الأنسيتان للسويقتين المخيخيتين وطبقة رابطة بينهما من مادة بيضاء تسمى **الشراع النخاعي العلوي** Superior medullary velum. والقسم السفلي من السقف يشكله **الشراع النخاعي السفلي** Inferior medullary velum الذي يتكون من ملاءة رقيقة خالية من النسيج العصبي ومكونة من البطانة العصبية والأم الحنون المغطية لهذه البطانة في الخلف. هذا القسم من السقف مثقوب في الخط الناصف بثقبة كبيرة هي **الثقبة الناصفة (ثقبة ماجندي)** Median aperture (foramen of Magendie). يمتد ردبان

جانبيان Lateral recess من البطين الرابع حول جانبي البصلة وينفتحان أمامياً باسم **الثقبتين الجانبيتين للبطين الرابع (ثقبتي لوشكا** Foramen of Luscka) . وهكذا يتصل جوف البطين الرابع مع الحيز تحت العنكبوتي عبر فتحة ناصفة مفردة وفتحتين جانبيتين، تسمح هذه الفتحات الهامة للسائل الدماغي الشوكي بالجريان من الجهاز البطيني إلى الحيز تحت العنكبوتي.

اتجاه جريان السائل الدماغي الشوكي هو من البطينين الجانبيين إلى البطين الثالث عبر ثقبتي مونرو ومن البطين الثالث إلى البطين الرابع عبر المسال المخي (مسال سيلفيوس) ومن البطين الرابع إلى الحيز تحت العنكبوتي عبر ثقبة ماجندي وثقبتي لوشكا.

- أرضية (قاع) البطين الرابع أو الحفرة المعينية:

لأرضية البطين الرابع شكل معين، ويشكلها الوجه الخلفي للجسر والقسم العلوي من البصلة. تنقسم الأرضية إلى نصفين متناظرين (أيمن وأيسر) بواسطة **الثلم الناصف** Median sulcus. ويوجد على كل جانب من هذا الثلم بروز يطلق عليه اسم **البارزة الأنسية** Medial eminence، التي يحدها وحشياً ثلم آخر هو **الثلم المُحَدِّد** Sulcus limitans. يوجد إلى الوحشي من الثلم المُحَدِّد منطقة تعرف باسم **الباحة الدهليزية** Vestibular area (تتوضع النوى الدهليزية إلى العمق من الباحة الدهليزية).

أكيمة الوجهي Facial colliculus هي انتباج خفيف في النهاية السفلية للبارزة الأنسية تُحدِثه الألياف الصادرة من العصب الوجهي التي تلتف حول النواة المبعدة.

في النهاية العلوية للثلم المُحَدِّد توجد منطقة رمادية مُزرَقّة تعرف باسم **الموضع الأزرق** Locus caeruleus.

هنالك جدائل من ألياف عصبية تسمى **السطور النخاعية** Striae medullares، وتنشأ من النوى المقوسة، وتنبثق من الثلم الناصف لتذهب نحو الوحشي ممتدة على البارزة الأنسية والباحة الدهليزية لتدخل السويقة المخيخية السفلية كي تصل إلى المخيخ.

وتحت مستوى السطور النخاعية يوجد **مثلث تحت اللساني** Hypoglossal trigone **ومثلث المبهم** Vagal trigone. مثلث تحت اللساني هو الأكثر توضعاً في الأنسي، وهو يشير إلى موقع نواة العصب تحت اللساني الواقعة إلى العمق منه. وإلى الوحشي من المثلث السابق يقع مثلث المبهم الذي يتوضع إلى العمق منه النواة الحركية للعصب المبهم.

الضفيرة المشيمية للبطين الرابع Choroid plexus of 4th ventricle:

لهذه الضفيرة شكل حرف T ؛ الفرع العمودي من الـ T مضاعف. وهي معلقة في النصف السفلي من سقف البطين الرابع. تتم التروية الدموية لهذه الضفيرة عن طريق الشريان المخيخي السفلي الخلفي. وظيفة الضفيرة المشيمية هي إنتاج السائل الدماغي الشوكي.

القناة المركزية للنخاع الشوكي Central canal of spinal cord:

تنفتح القناة المركزية في الأعلى على البطين الرابع. وهي تمتد نحو الأسفل عبر القسم السفلي للبصلة وعبر كامل النخاع الشوكي. تتوسع القناة المركزية في المخروط النخاعي في أسفل النخاع الشوكي مشكلة **البطين الانتهائي**، وهي مغلقة في نهايتها السفلية.

تمتلئ القناة المركزية بالسائل الدماغي الشوكي، وتبطنها البطانة العصبية. تحاط القناة

المركزية بمادة سنجابية تشكل الصوار (الملتقى) السنجابي. ولا توجد ضفيرة مشيمية في القناة المركزية.

الحيز تحت العنكبوتي Subarachnoid space:

يقع الحيز تحت (المسافة) العنكبوتي بين الغشاء العنكبوتي والأم الحنون، وهو بالتالي يوجد حيثما يغلّف هذان الغشاءان السحائيان الدماغ والنخاع الشوكي. هذا الحيز مملوء بالسائل الدماغي الشوكي ويحوي أوعية الدماغ الدموية الكبيرة ، وتجتازه شبكة من عوارض دقيقة من نسيج ضام هش.

امتدادات الحيز تحت العنكبوتي:

يحيط الحيز تحت العنكبوتي بالدماغ كلياً، ويحيط بالأعصاب القحفية والشوكية ويتبعها حتى نقطة مغادرتها القحف والنفق الفقري. وهنا يلتحم الغشاء العنكبوتي والأم الحنون مع غمد كل عصب.

يمتد كم من الحيز تحت العنكبوتي حول العصب البصري إلى مؤخر العين، وهنا يلتحم الغشاء العنكبوتي والأم الحنون والأم الجافية المحيطة بالعصب البصري مع الصلبة. يجتاز الشريان والوريد الشبكيان المركزيان هذا الامتداد ليدخلا العصب البصري، ويمكن لهما أن ينضغطا هنا عند المرض الذين لديهم ارتفاع في ضغط السائل الدماغي الشوكي مما يؤدي إلى حدوث وذمة في القرص البصري.

يمتد الحيز تحت العنكبوتي على طول الأوعية الأوعية الدموية المخية عند دخولها وخروجها من مادة الدماغ، ويتوقف عندما تصبح الأوعية شُريّنات أو وُريّدات.

في بعض المواقع حول قاعدة الدماغ، لا يتبع الغشاء العنكبوتي سطح الدماغ بشكل وثيق، فيتوسع الحيز تحت العنكبوتي ليشكل ما يسمى **الصهاريج تحت العنكبوتية**. ومن هذه الصهاريج: **الصهريج المخيخي النخاعي، والصهريج الجسري، والصهريج بين السويقتين.**

يمتد الحيز تحت العنكبوتي في الأسفل إلى ما بعد النهاية السفلية للنخاع الشوكي ويغلف ذيل الفرس، فالحيز تحت العنكبوتي يمتد في الأسفل حتى مستوى المسافة بين الفقرتين العجزيتين الثانية والثالثة.

السائل الدماغي الشوكي The Cerebrospinal Fluid (CSF)

يوجد السائل الدماغي الشوكي في بطينات الدماغ، وفي الحيز تحت العنكبوتي المحيط بالدماغ والنخاع الشوكي، وفي القناة المركزية للنخاع الشوكي.

السائل الدماغي الشوكي سائل رائق لا لون له. وهو يحوي أملاحاً غير عضوية مماثلة لتلك التي في البلازما (المصورة) الدموية. يبلغ محتواه من الغلوكوز نحو نصف محتوى البلازما منه. ويوجد فيه كميات قليلة جداً من البروتين، ويحوي عدداً قليلاً من الخلايا وهي خلايا لمفية. عدد الخلايا اللمفية فيه ١-٣ خلايا في الـ مم^{٣}. يبقى ضغط السائل الدماغي الشوكي ثابتاً بشكل ملحوظ، وهو يبلغ في وضعية الاضطجاع الجانبي (عند قياسه أثناء إجراء البزل القطني) حوالي ٦٠-١٥٠ مم ماء. ويمكن رفع هذا الضغط بالكبس، أو بالسعال، أو بضغط الوريدين الوداجيين الباطنيين. يبلغ حجم السائل الدماغي الشوكي في الحيز تحت العنكبوتي وضمن

البطينات حوالي ١٣٠ مل. ويبلغ معدل إنتاجه ٣٠مل/ساعة. وهذا يعني أن معدل تجدده تستغرق حوالي ٤-٥ ساعات (أي أنه يتجدد ٥-٦ مرات في اليوم).

وظائف السائل الدماغي الشوكي:

١- يعمل كوسادة بين الجملة العصبية المركزية العظام المحيطة بها، فيحميها من الرض الميكانيكي.
٢- يعمل كخزان ويساعد في انتظام محتويات القحف. فمثلاً إذا كبر حجم الدماغ أو حجم الدم تناقص حجم السائل الدماغي الشوكي.
٣- يغذي الجملة العصبية المركزية.
٤- يزيل المستقلبات والفضلات من الجملة العصبية المركزية.
٥- يعتقد أنه يعمل كطريق لنقل إفرازات الغدة الصنوبرية كي تصل إلى الغدة النخامية.

تشكل وإفراز السائل الدماغي الشوكي:

يتم تشكل وإفراز السائل الدماغي الشوكي بشكل أساسي من الضفائر المشيمية للبطينات الدماغية: الجانبيين والثالث والرابع، وينشأ بعضه من البطانة العصبية المبطنة للبطينات الدماغية ومن مادة الدماغ عبر الفسحات حول الوعائية.
ومن المهم معرفة أن إنتاج السائل الدماغي الشوكي لا يخضع إلى التنظيم بتأثير الضغط الشرياني، الأمر الذي يجعل إنتاجه مستمراً حتى لو تعرضت آليات إعادة امتصاصه إلى الإعاقة.

جريان السائل الدماغي الشوكي:

يبدأ الجريان مع إفراز السائل من الضفائر المشيمية ضمن البطينات. يمر السائل من البطينين الجانبيين إلى البطين الثالث عبر الثقبتين بين البطينيتين (ثقبتي مونرو). ثم يمر إلى جوف البطين الرابع عبر المسال المخي. ويتلقى هذا الجريان مساعدة من النبضات الشريانية في الضفائر المشيمية ومن أهداب الخلايا البطانية المبطنة للبطينات.
ومن البطين الرابع يمر السائل عبر الثقبة الناصفة (ثقبة ماجندي) والثقبتين الجانبيتين (ثقبتي لوشكا) الكائنتين في ردبي البطين الرابع الجانبيين، ليدخل الحيز تحت العنكبوتي، وينساب علوياً عبر ثلمة خيمة المخيخ ليصل إلى الوجه السفلي للمخ، ثم يتحرك للأعلى على الوجه الوحشي لكل نصف كرة مخية بمساعدة نبض الشرايين المخية. يتحرك بعض السائل الدماغي الشوكي نحو الأسفل في الحيز تحت العنكبوتي حول النخاع الشوكي وذيل الفرس. وهنا يكون هذا السائل في طريق مسدود، ويعتمد في جريانه الإضافي على نبضان الشرايين الشوكية، وحركات العمود الفقري، والتنفس، والسعال، وتغيير وضعية الجسم.

امتصاص السائل الدماغي الشوكي:

المواقع الرئيسية لامتصاص السائل الدماغي الشوكي هي الزغابات العنكبوتي التي تتبارز ضمن الجيوب الوريدية السحائية، وبخاصة الجيب السهمي العلوي. تميل الزغابات العنكبوتية لتشكل بوارز تدعى التحببات العنكبوتية.

يحدث امتصاص السائل الدماغي الشوكي إلى الجيوب الوريدية عندما يفوق ضغط هذا السائل الضغط داخل الجيب الوريدي.
ونظراً لكون إنتاج السائل الدماغي الشوكي الذي يتم في الضفائر المشيمية ثابتاً فإن امتصاص هذا السائل عبر الزغابات العنكبوتية هو الذي يضبط ضغط السائل الدماغي الشوكي.

الحاجز الدموي الدماغي - الحاجز بين الدم والسائل الدماغي الشوكي

١- الحاجز الدموي الدماغي The Blood-Brain Barrier:

البنية: يظهر فحص الجملة العصبية المركزية بالمجهر الإلكتروني أن لمعة الشُعّيرة الدموية منفصلة عن الأحياز خارج الخلوية الكائنة حول العصبونات والدبق العصبي بواسطة البُنى التالية: ١- خلايا بطانية في جدار الشُعّيرة الدموية، ٢- غشاء قاعدي يحيط بالشُعّيرة الدموية خارج الخلايا البطانية ٣- استطالات قدمية من الخلايا النجمية تلتصق بالسطح الخارجي لجدار الشُعّيرة الدموية.

يوجد موصلات (اتصالات) كتيمة بين الخلايا البطانية للشُعّيرة الدموية هي المسؤولة عن تشكيل الحاجز الدموي الدماغي.

تتناسب نفوذية الحاجز الدموي الدماغي عكسياً مع حجم الجزيئات، وهي ذات علاقة مباشرة مع قابلية الجزيئات للانحلال في الدسم. يمر الماء والغازات بسهولة عبر الحاجز، بينما يمر الغلوكوز والكهارل (الشوارد) ببطء أكبر.

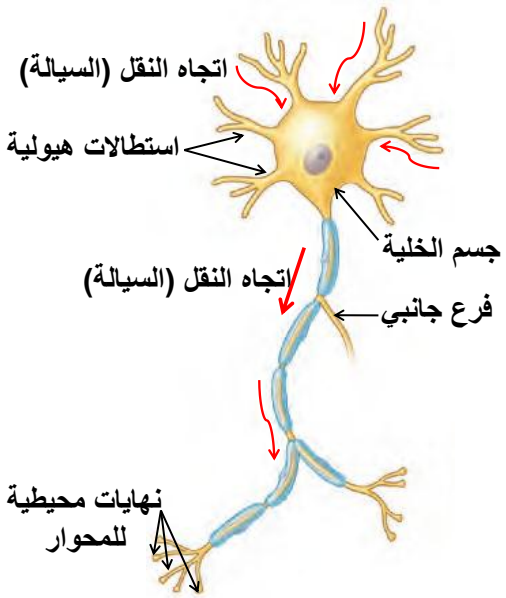
الحاجز الدموي الدماغي غير نفوذ تقريباً لبروتينات المصورة والجزيئات العضوية الكبيرة الأخرى (المركبات التي يبلغ وزنها الجزيئي نحو ٦٠ ألف وما فوق لا تعبر الحاجز الدموي الدماغي).

٢- الحاجز بين الدم والسائل الدماغي الشوكي

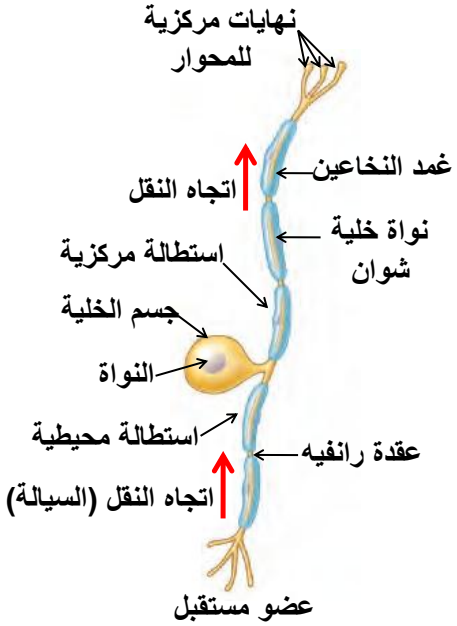
The Blood-Cerebrospinal Fluid Barrier:

يحصل عبور حر للماء والغازات والمواد الذوابة في الدسم من الدم إلى السائل الدماغي الشوكي. أما الجزيئات الكبيرة مثل البروتينات ومعظم السكاكر السداسية (باستثناء الغلوكوز)، فهي غير قادرة على دخول السائل الدماغي الشوكي. وقد اقتُرح وجود حاجز بين الضفائر المشيمية شبيه بالحاجز الدموي الدماغي.

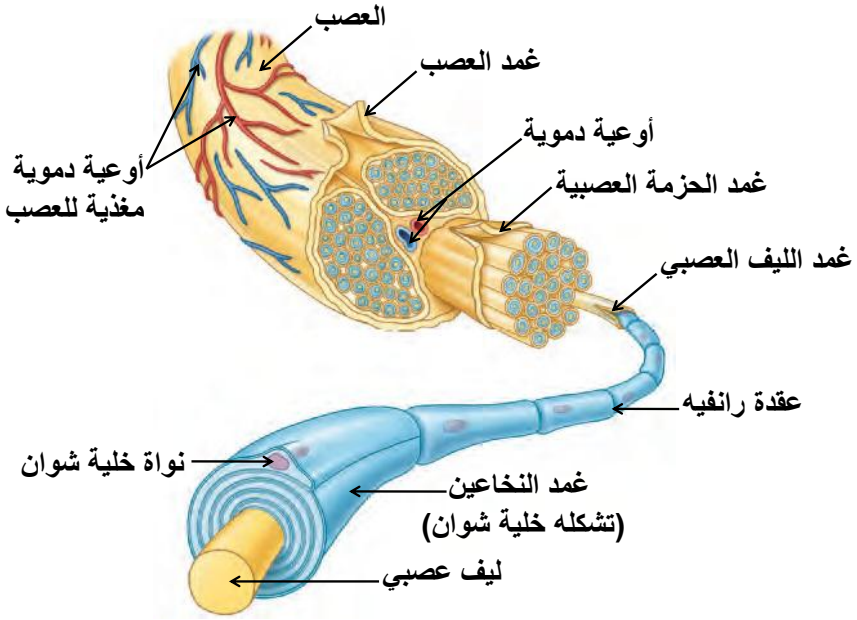
في الحالات الطبيعية، إن الحاجز الدموي الدماغي والحاجز بين الدم والسائل الدماغي الشوكي يحميان الدماغ والنخاع الشوكي من المواد التي قد تكون ضارة، بينما يسمحان للغازات والمواد المغذية بالدخول إلى النسيج العصبي.



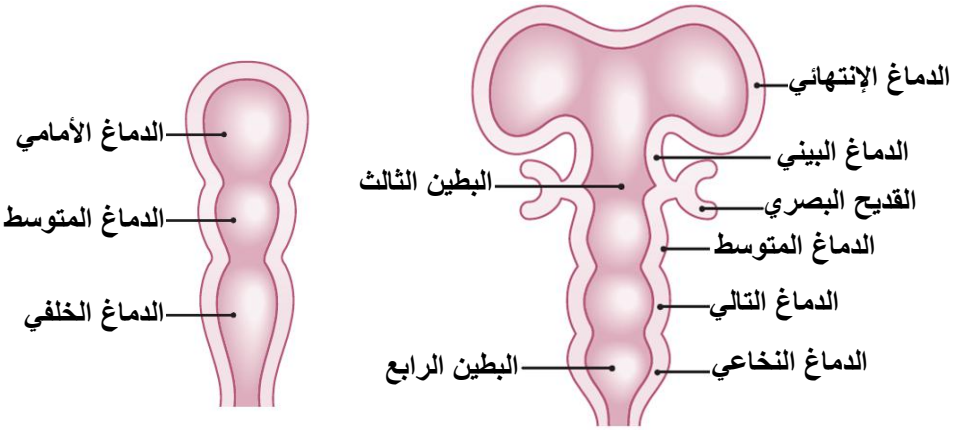
عصبون حركي أو مفرز



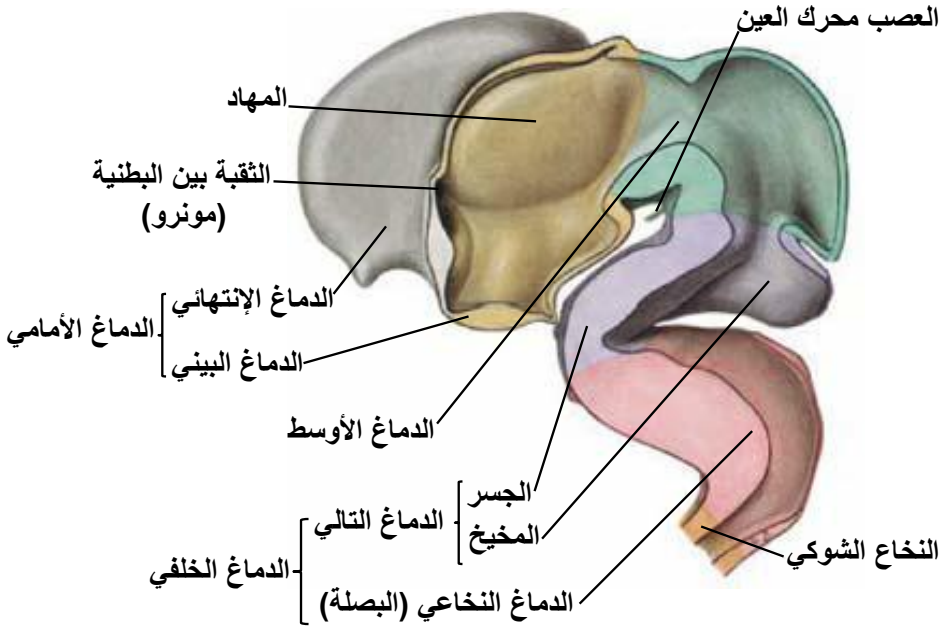
عصبون حسي وحيد القطب



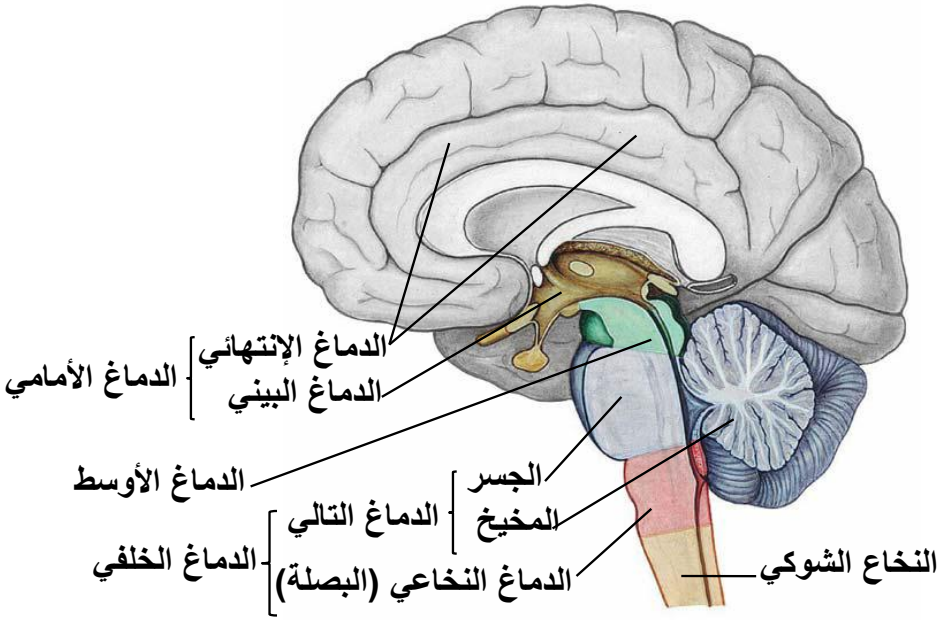
بنية العصب



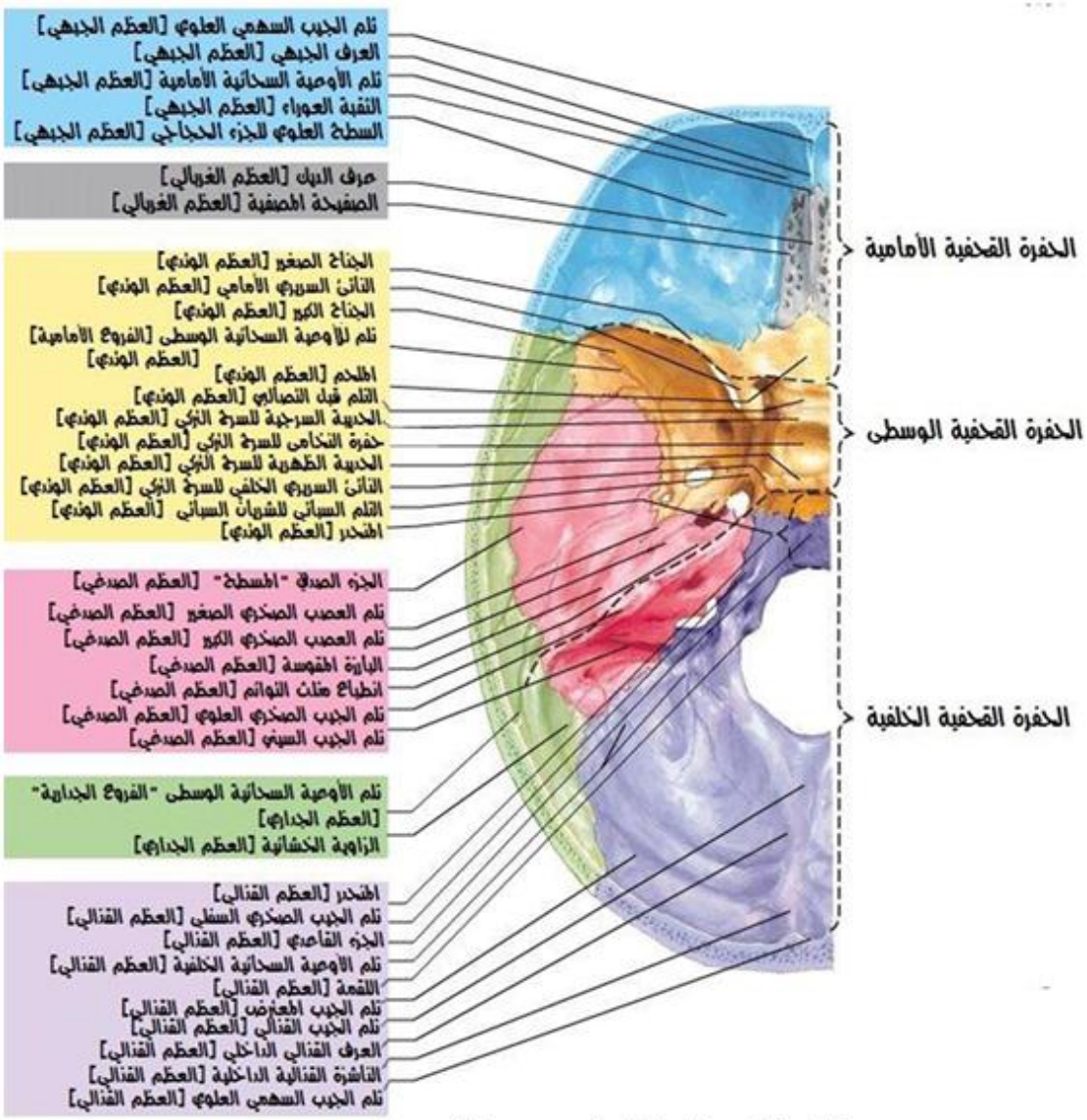
الحويصلات الدماغية (الأسبوع ٥) **الحويصلات الدماغية (الأسبوع ٤)**



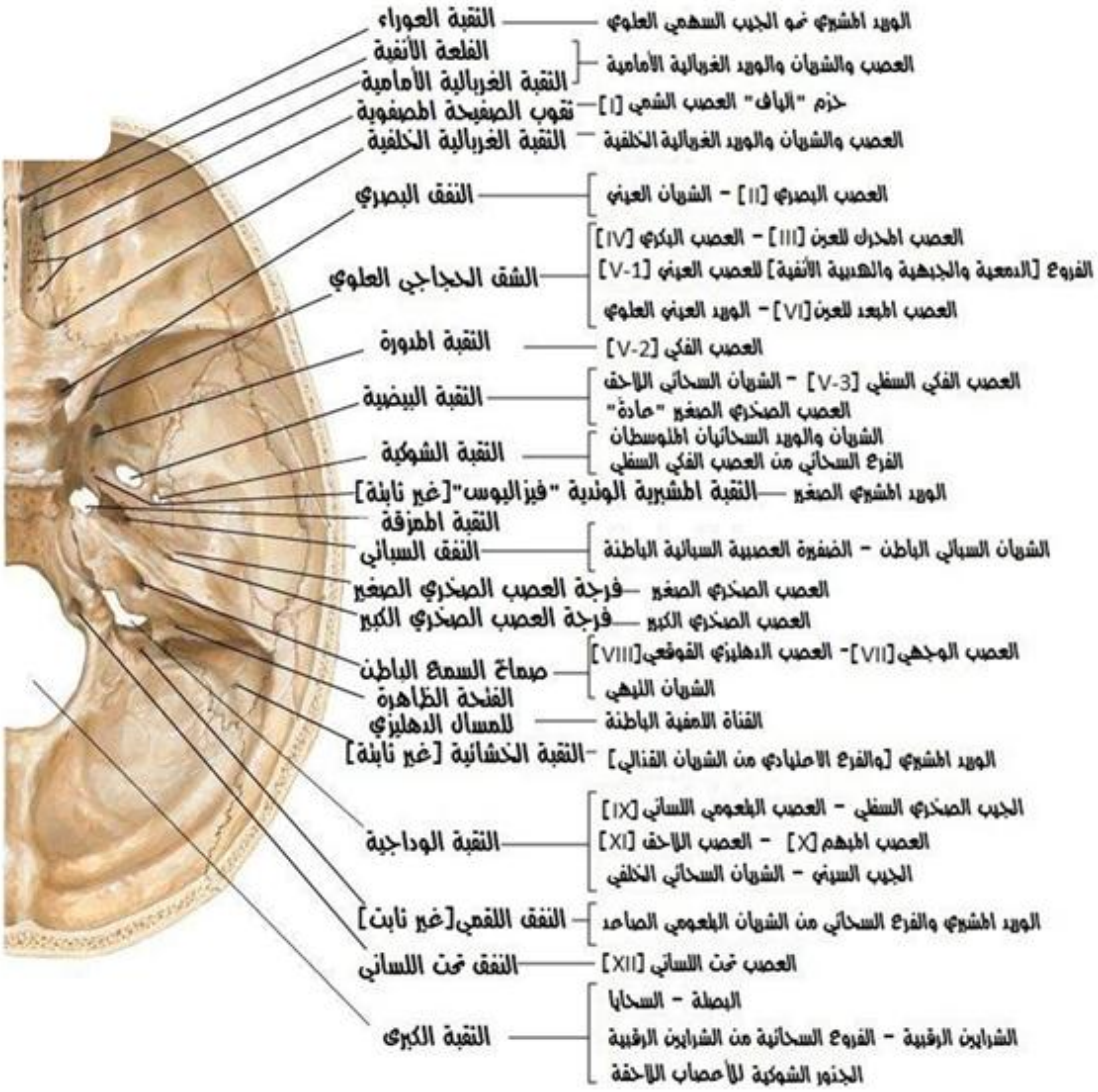
تطور الدماغ (في الأسبوع ٨) - مقطع سهمي



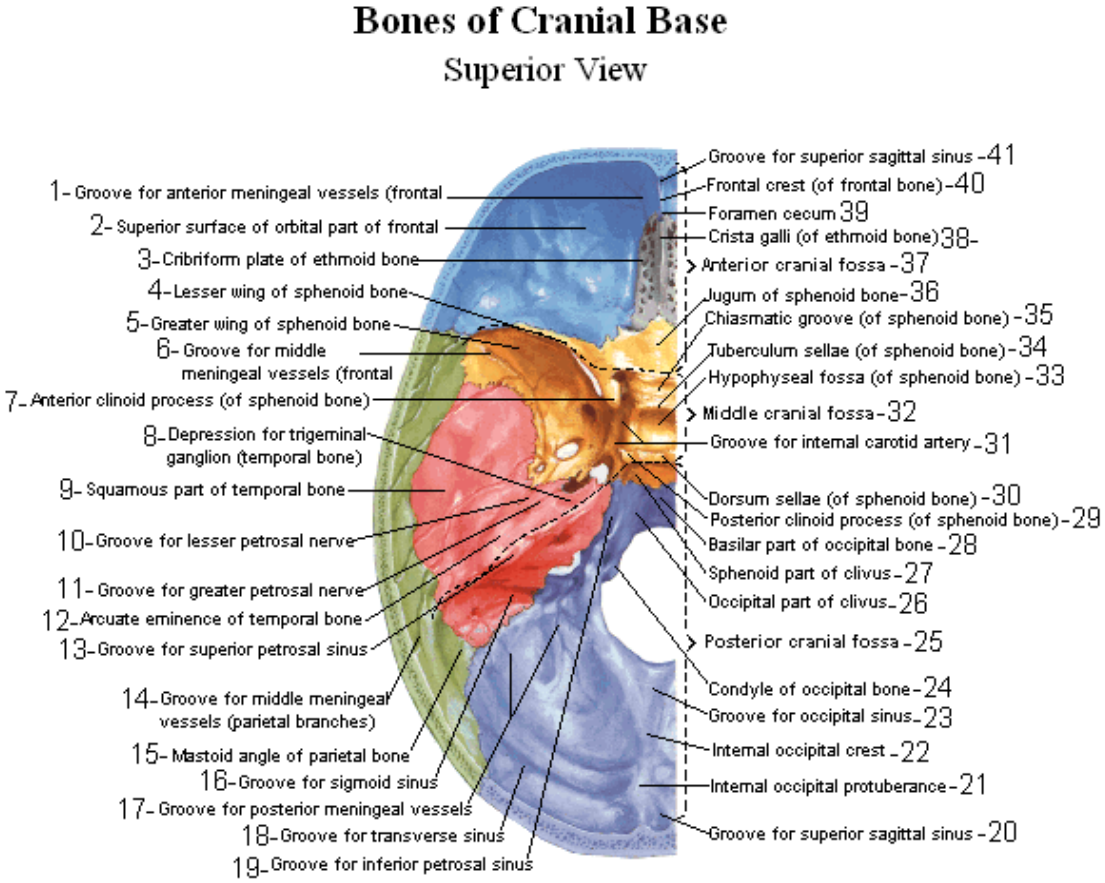
أجزاء الدماغ الرئيسية



عظام قاعدة القحف - منظر علوي

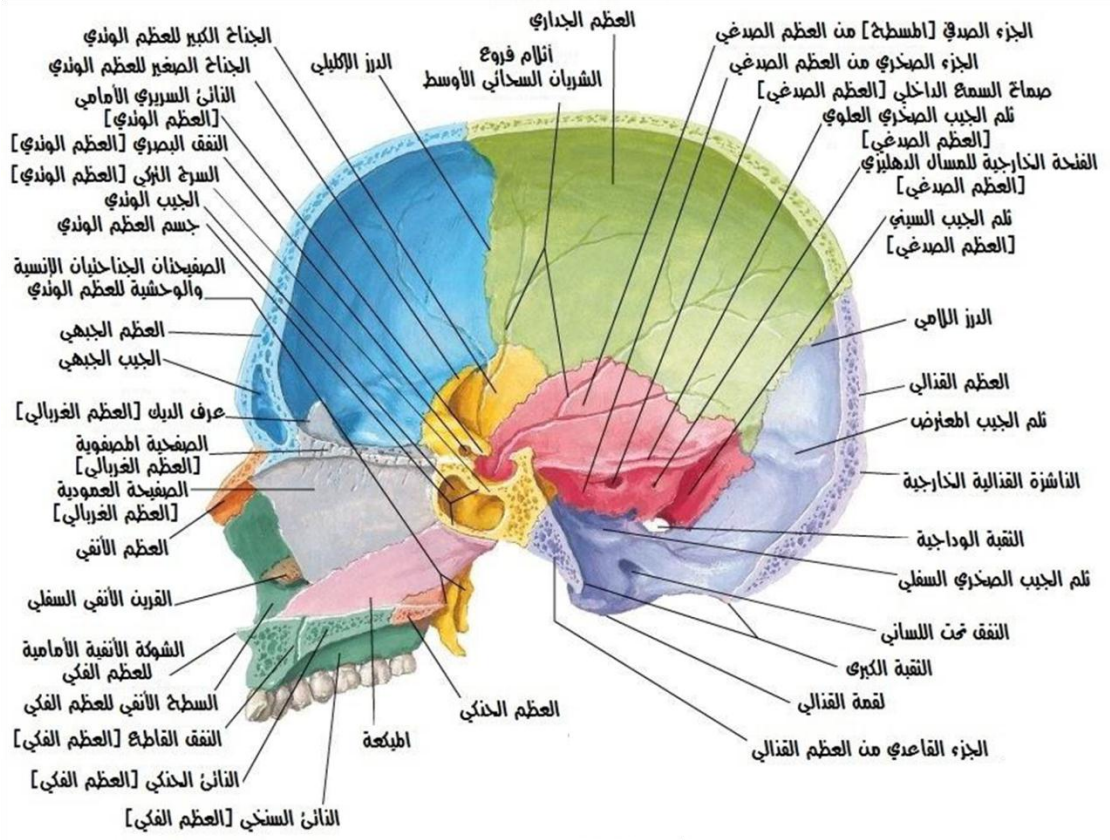


ثقوب قاعدة القحف - منظر علوي

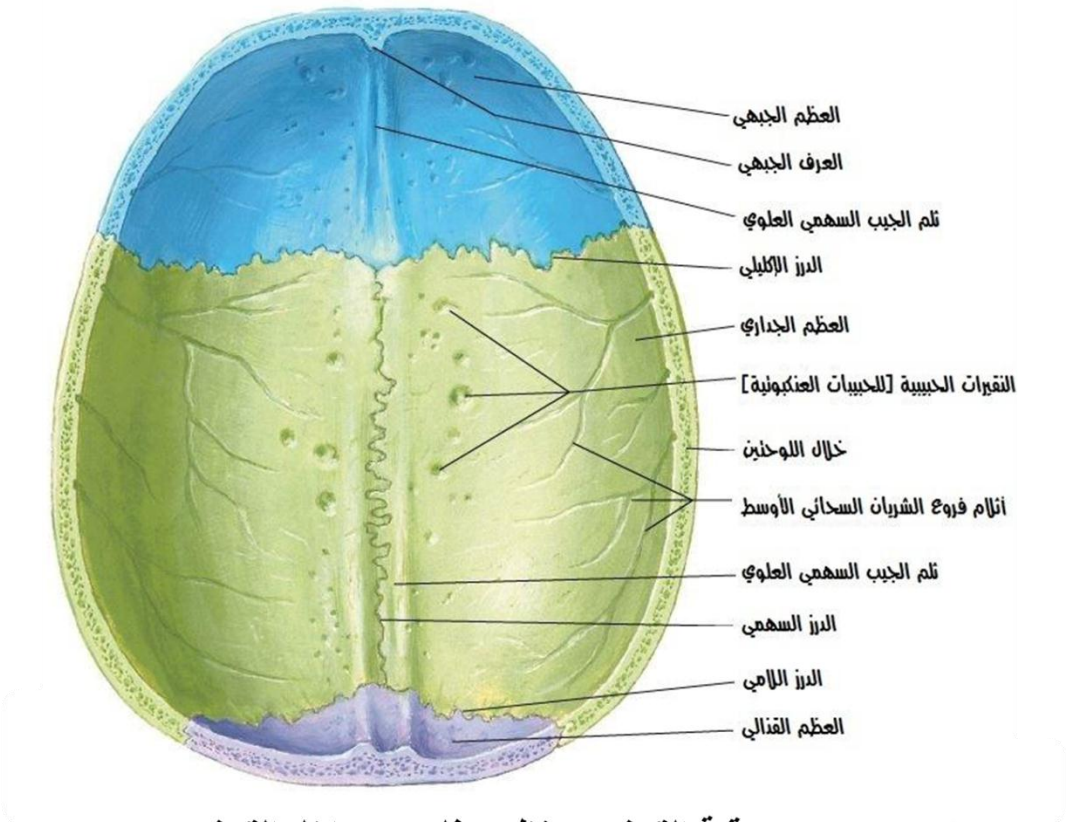


عظام قاعدة القحف (الجمجمة) - منظر علوي (من داخل الجمجمة):

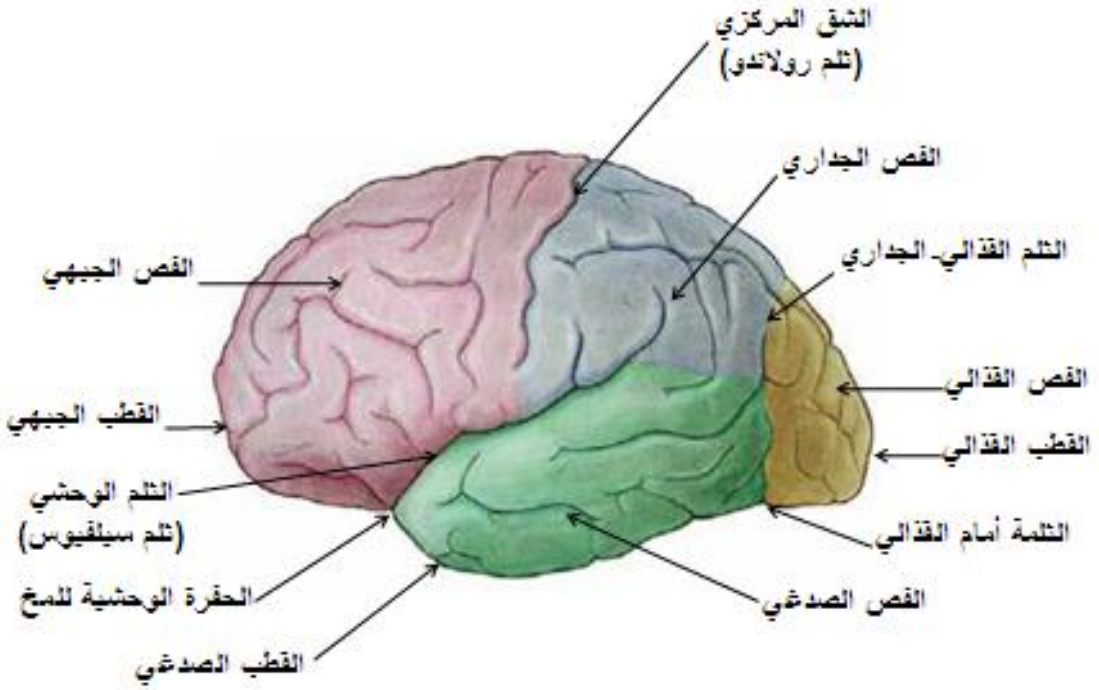
١- أخدود للأوعية السحائية الأمامية ٢- السطح العلوي من الجزء الحجاجي من العظم الجبهي ٣- الصفيحة المصفاوية ٤- الجناح الصغير للوتدي ٥- الجناح الكبير للوتدي ٦- أخاديد الأوعية السحائية المتوسطة ٧- الناتئ السريري الأمامي ٨- حفرة عقدة العصب المثلث التوائم ٩- القسم الصخري من العظم الصدغي ١٠- أخدود العصب الصخري الصغير ١١- أخدود العصب الصخري الكبير ١٢- الشامخة المقوسة ١٣- أخدود الجيب الصخري العلوي ١٤- أخاديد الأوعية السحائية المتوسطة ١٥- الزاوية الخشائية للعظم الجداري ١٦- أخدود الجيب السيني ١٧- أخاديد للأوعية السحائية الخلفية ١٨- أخدود للجيب المعترض ١٩- أخدود الجيب الصخري السفلي ٢٠- أخدود الجيب السهمي العلوي ٢١- الناشزة القذالية الباطنة ٢٢- الناشزة القذالية الباطنة ٢٣- أخدود الجيب القذالي ٢٤- لقمة العظم القذالي ٢٥- الحفرة القحفية الخلفية ٢٦- القسم القاعدي من المنحدر ٢٧- القسم الوتدي من المنحدر ٢٨- القسم القاعدي من العظم القفوي ٢٩- الناتئ السريري الخلفي ٣٠- ظهر السرج التركي ٣١- أخدود الشريان السباتي الباطن ٣٢- الحفرة القحفية المتوسطة ٣٣- حفرة النخامة ٣٤- حديبة السرج التركي ٣٥- أخدود التصالب البصري ٣٦- صفيحة الارتباط الوتدية ٣٧- الحفرة القحفية الأمامية ٣٨- نتوء عرف الديك ٣٩- الثقبة العمياء ٤٠- العرف الجبهية ٤١- أخدود للجيب السهمي العلوي.



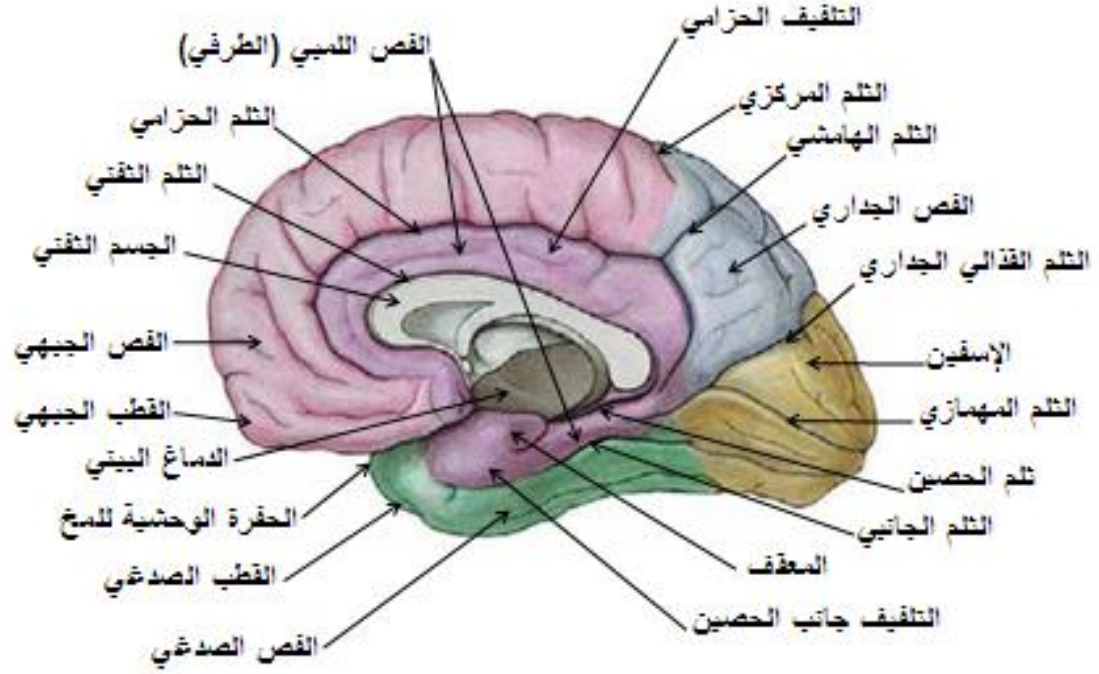
الجمجمة - مقطع سهمي ناصف



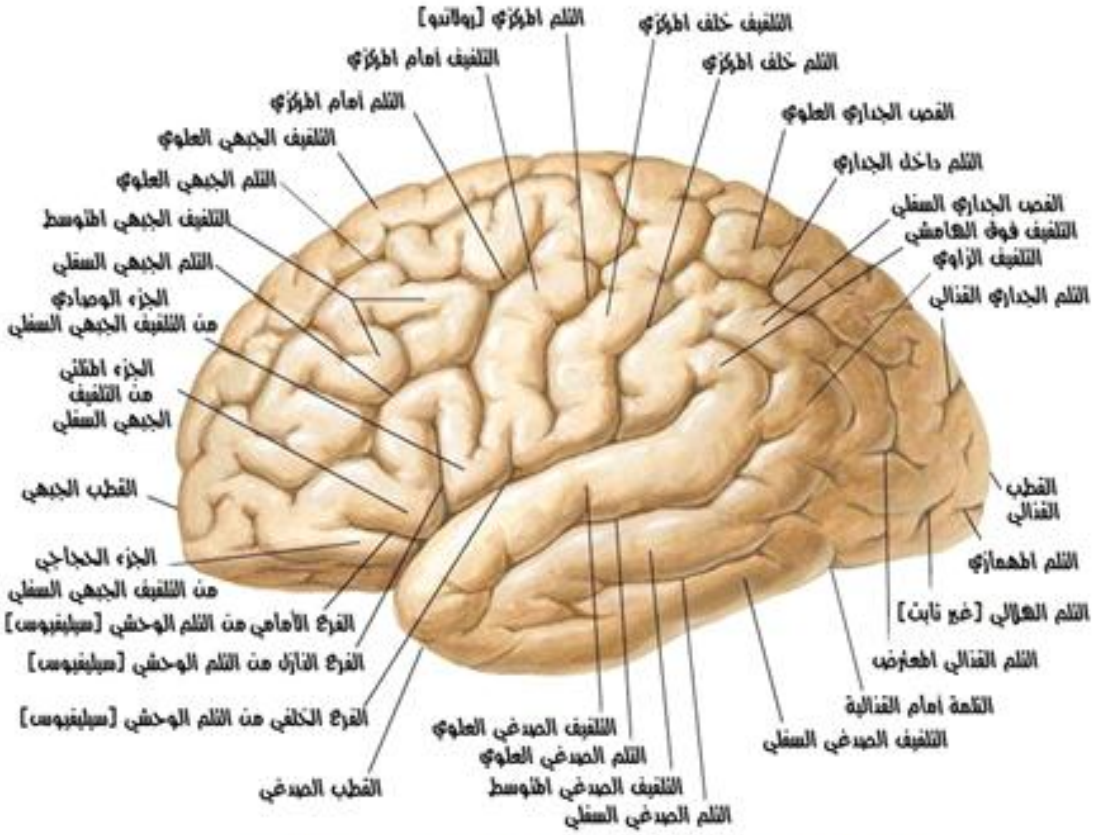
قبة القحف - منظر سفلي من داخل القحف



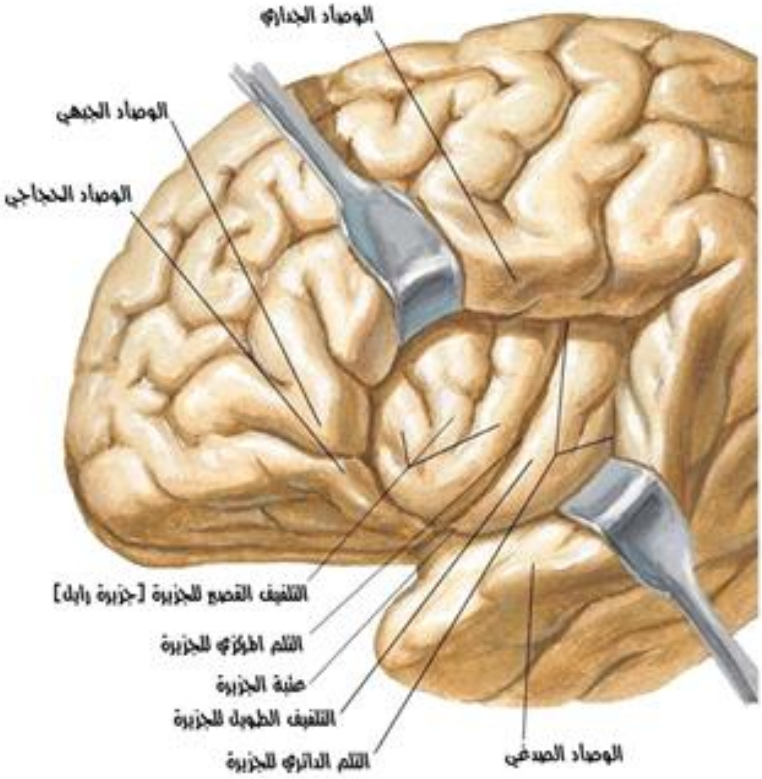
فصوص المخ - الوجه الوحشي (المحدب) لنصف الكرة المخية اليسرى



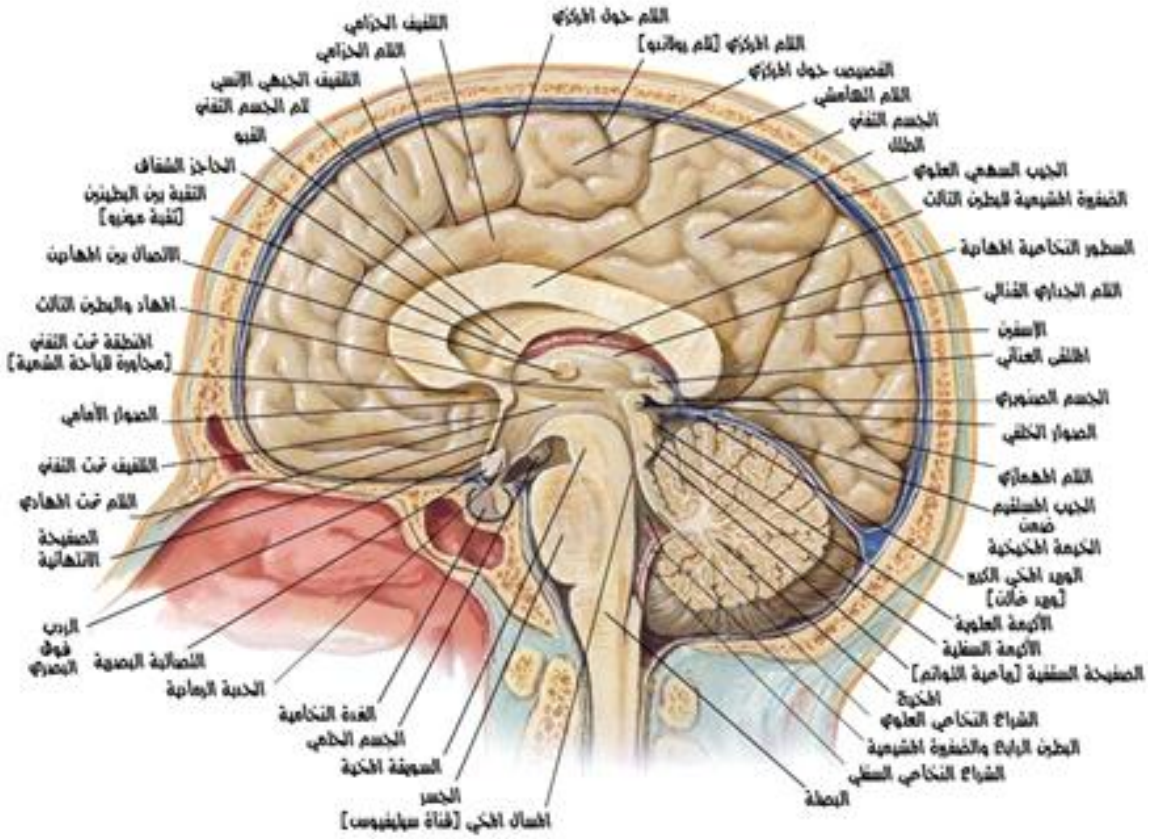
الوجه الأنسي السفلي لنصف الكرة المخية اليمنى



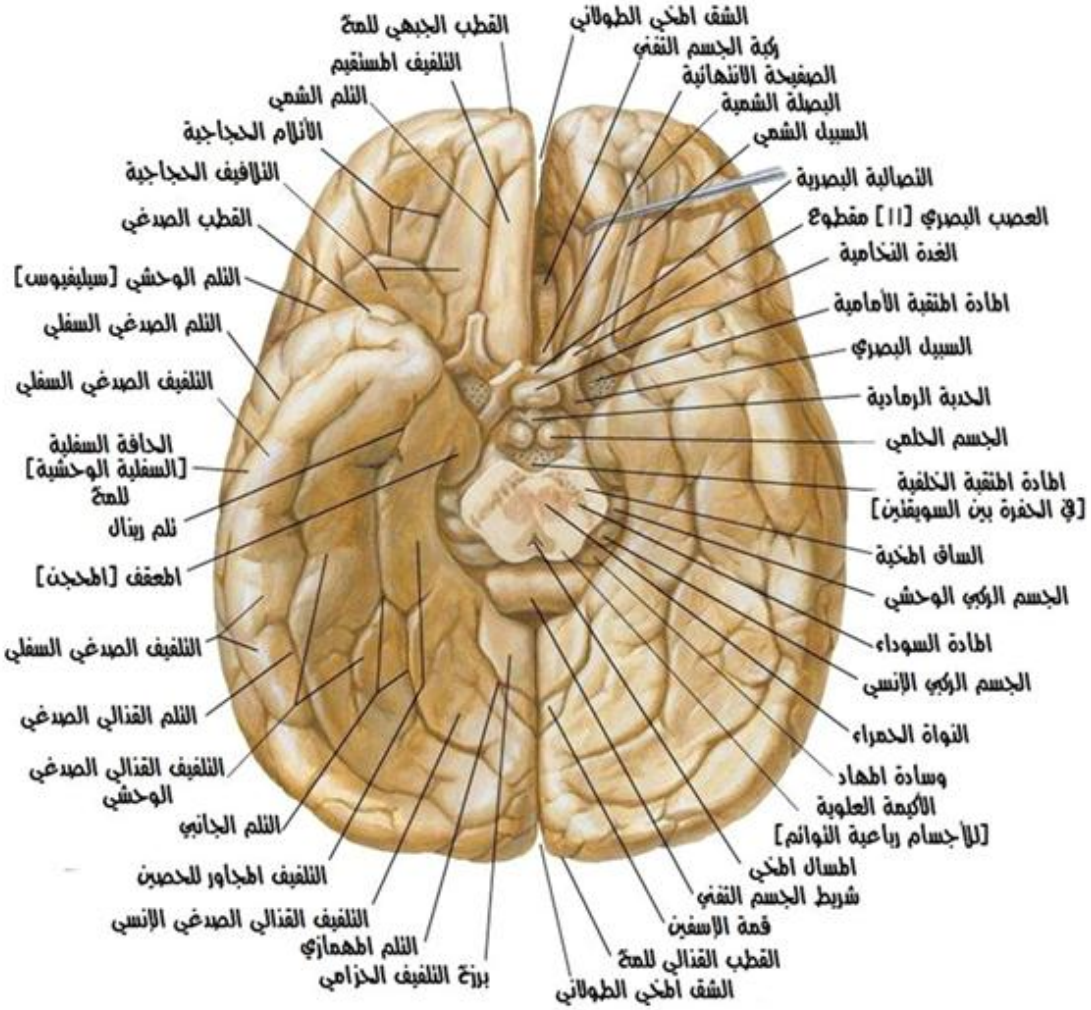
تلافيف المخ - منظر وحشي لنصف الكرة المخية اليمنى



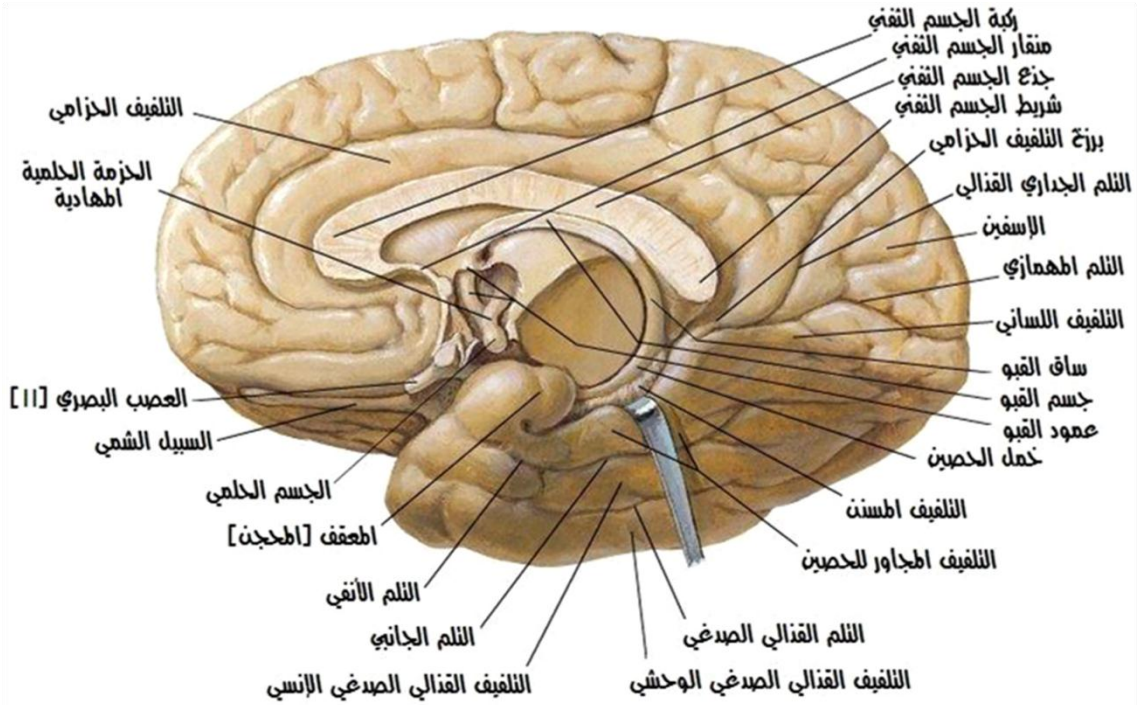
الجزيرة - بعد تبعيد الفص الجداري والفص الصدغي



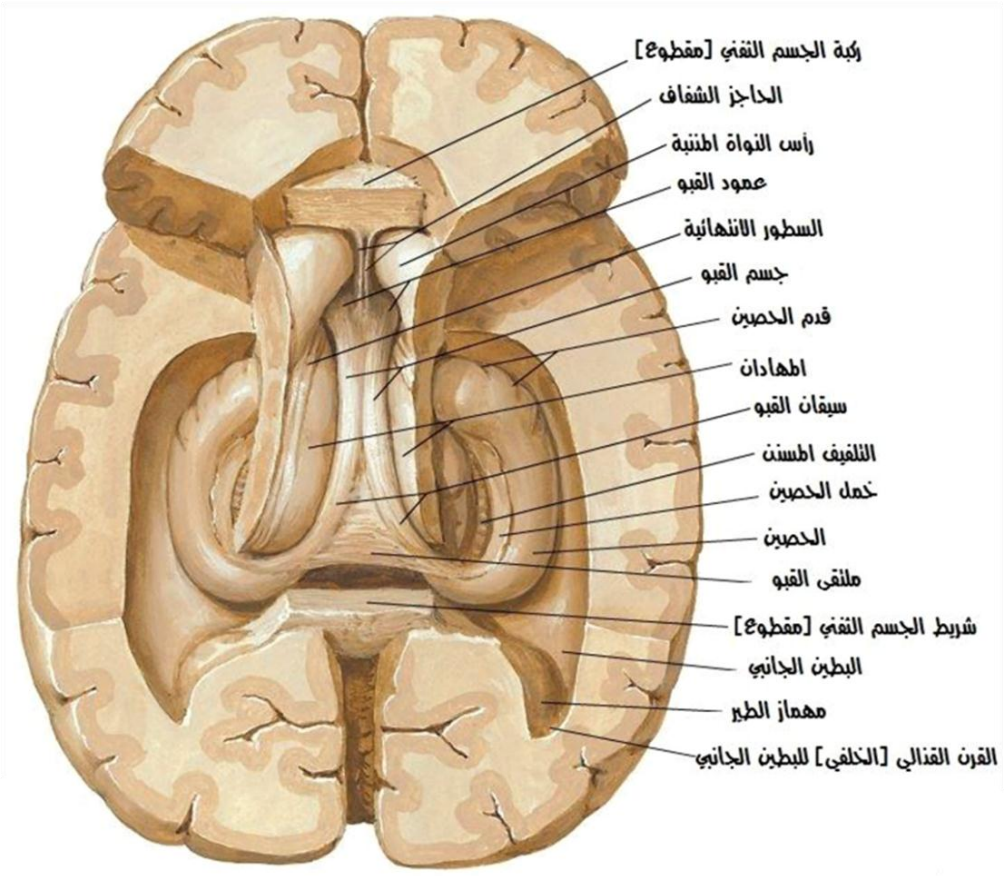
الدماغ في مكانه- مقطع سهمي ناصف - منظر أنسي



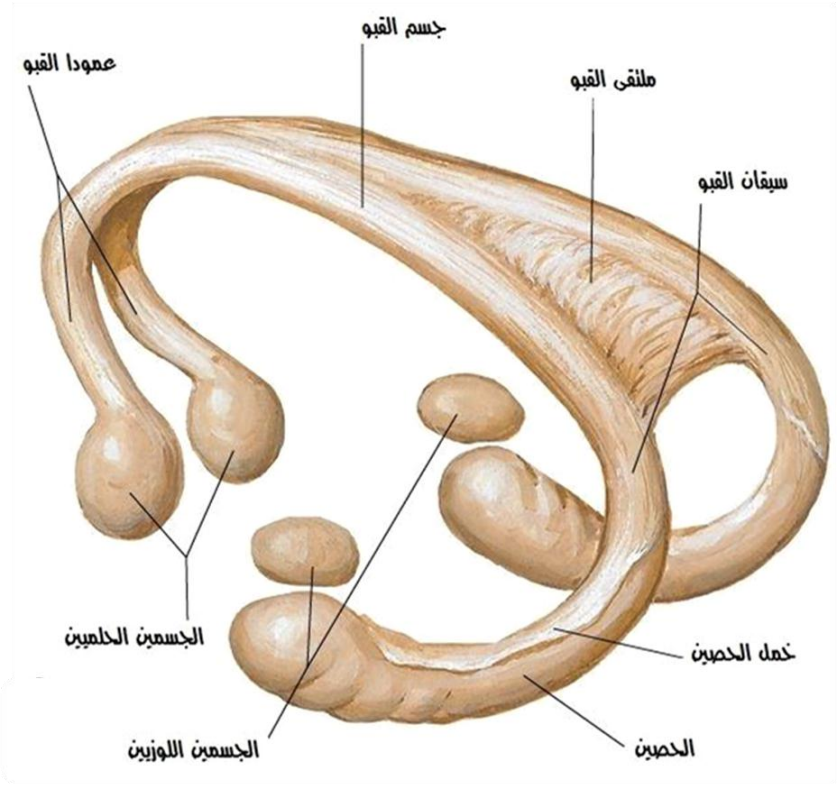
المخ - منظر سفلي



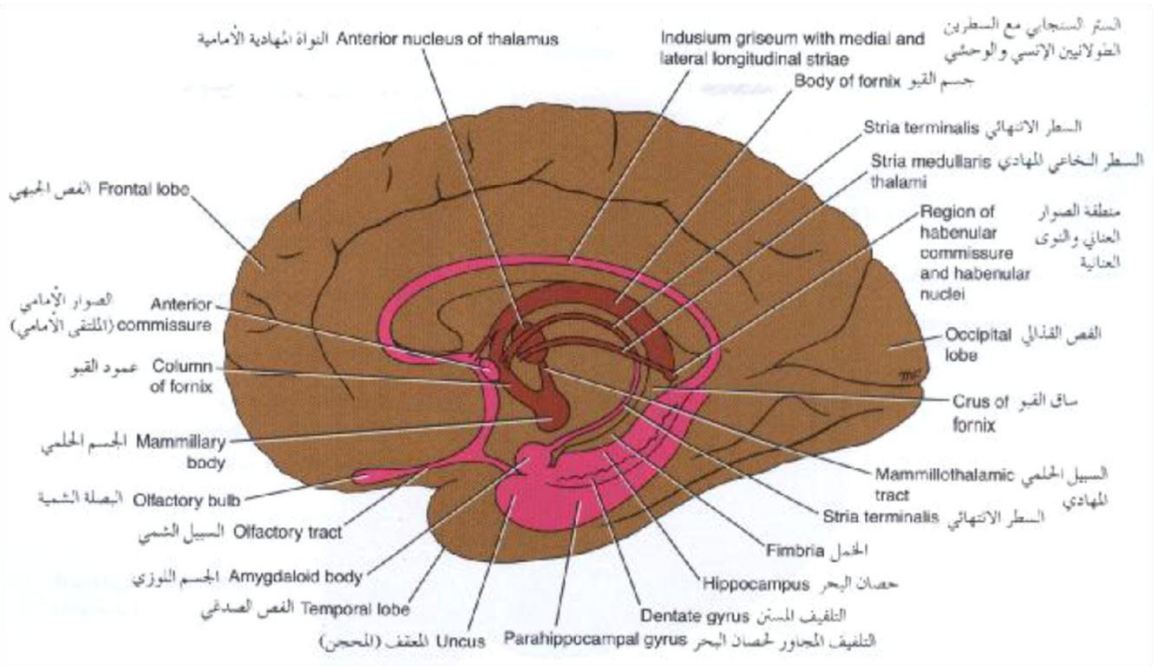
نصف الكرة المخية اليمنى بعد استئصال جذع الدماغ - منظر أنسي سفلي
(منظر يوضح الجهاز الحوفي أو اللمبي)



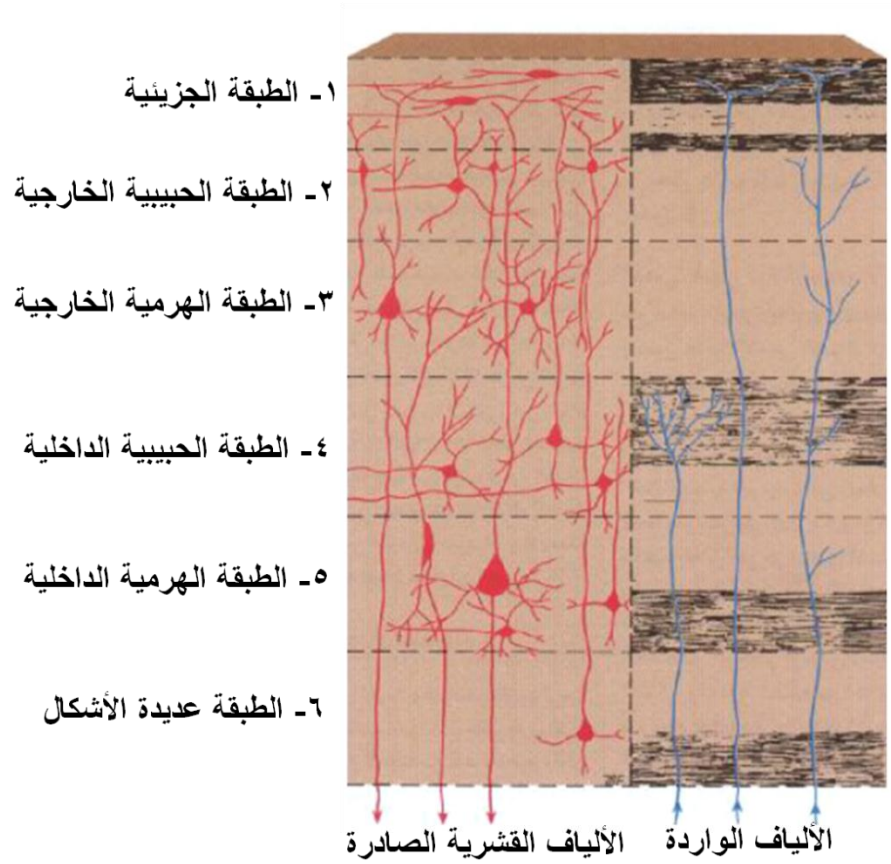
الحصين والقبو (الجهاز الحوفي) - تشريح علوي



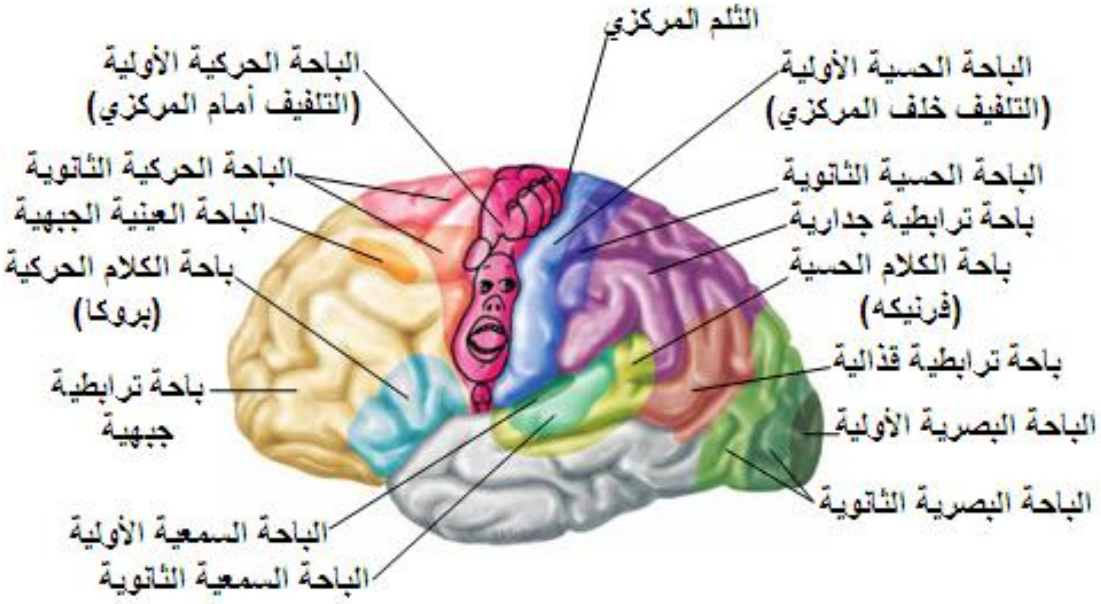
الحصين والقبو (الجهاز الحوفي) - منظر ترسيمي



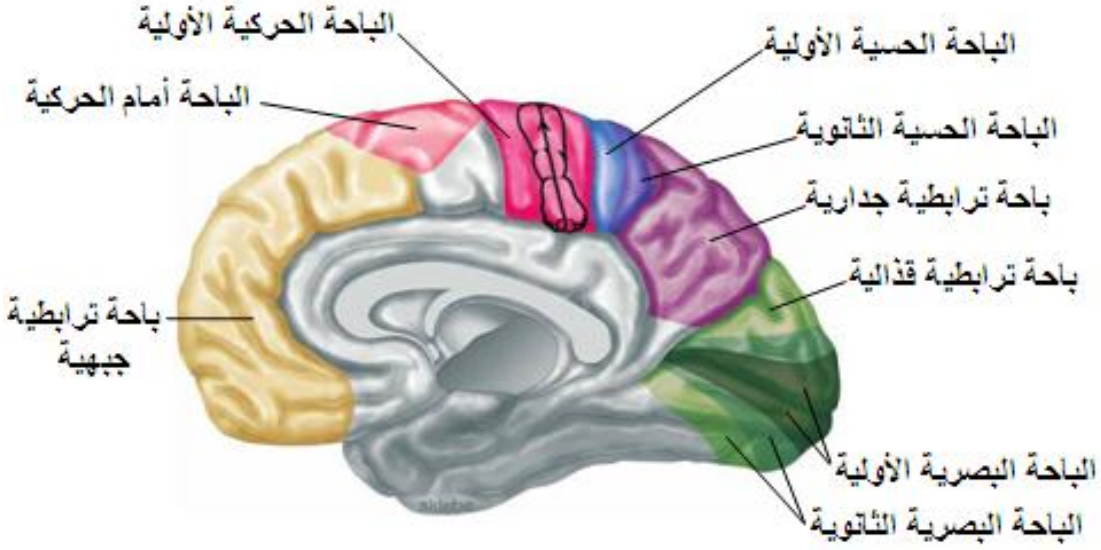
منظر أنسي لنصف الكرة المخية الأيمن يُظهر البُنى التي تشكل الجهاز الحوفي



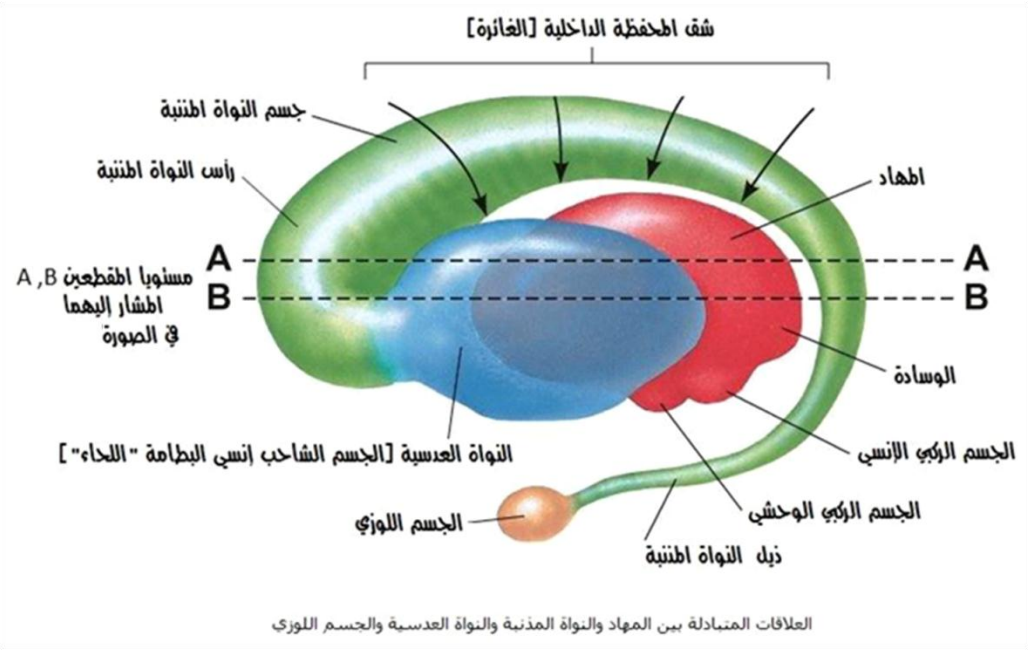
طبقات القشرة المخية - العصبونات في اليمين والألياف العصبية في اليسار



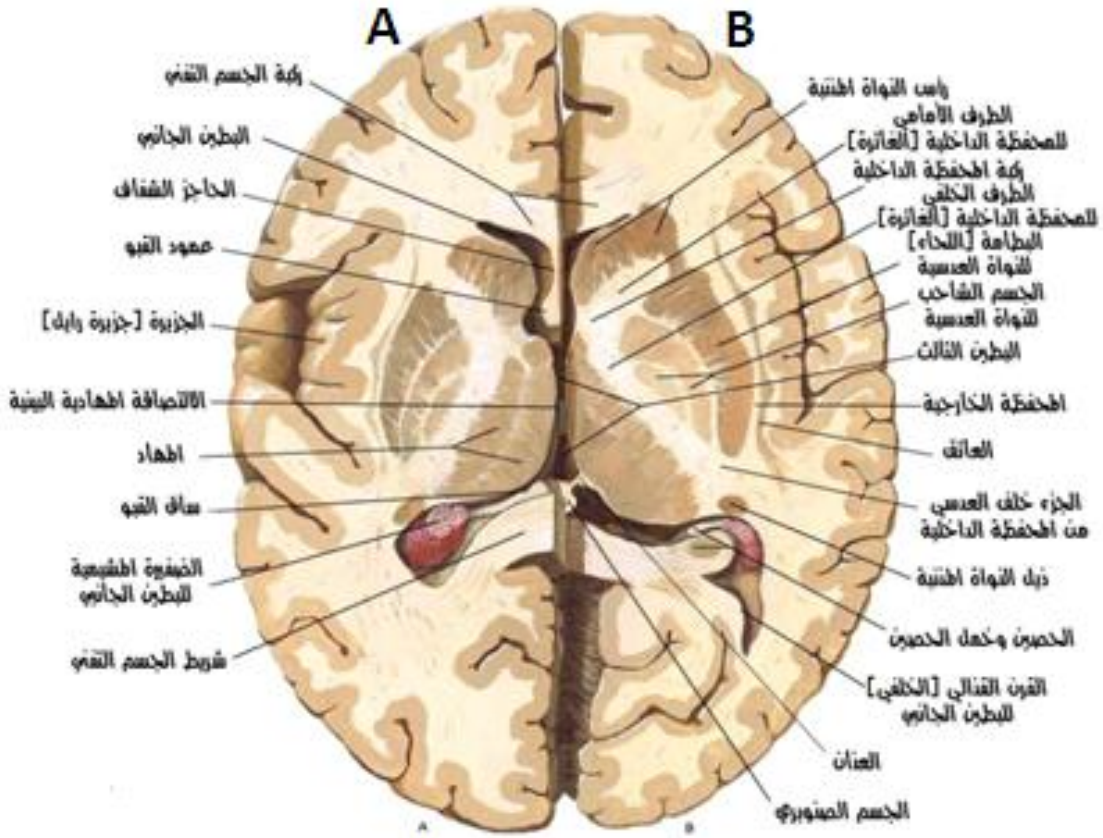
التوزع الوظيفي في القشرة المخية - الوجه الوحشي للمخ



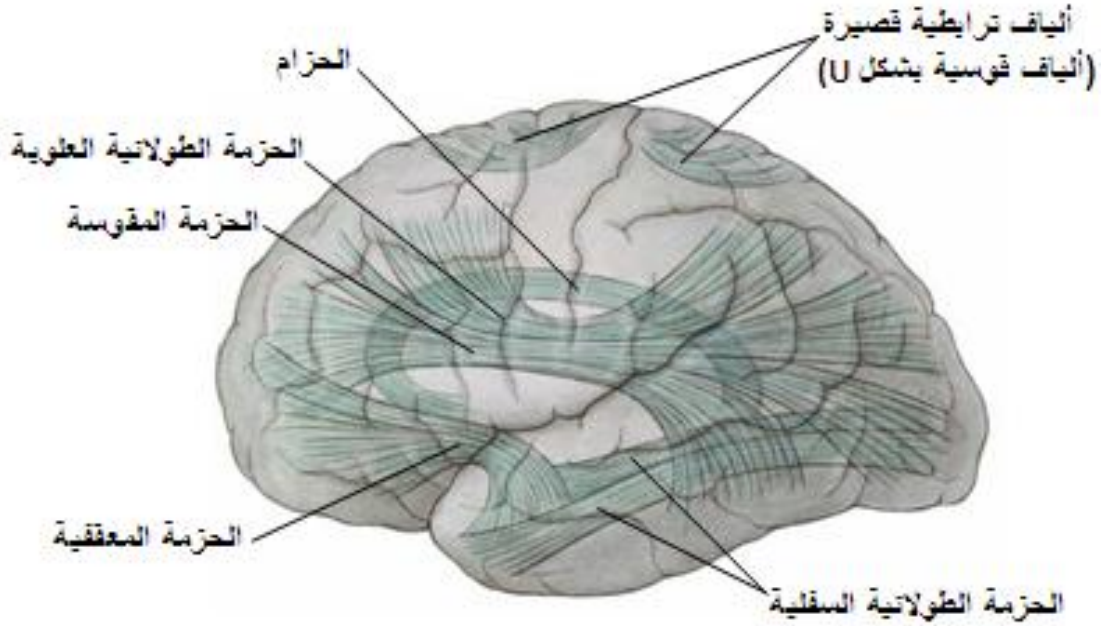
التوزع الوظيفي في القشرة المخية - الوجه الأنسي للمخ



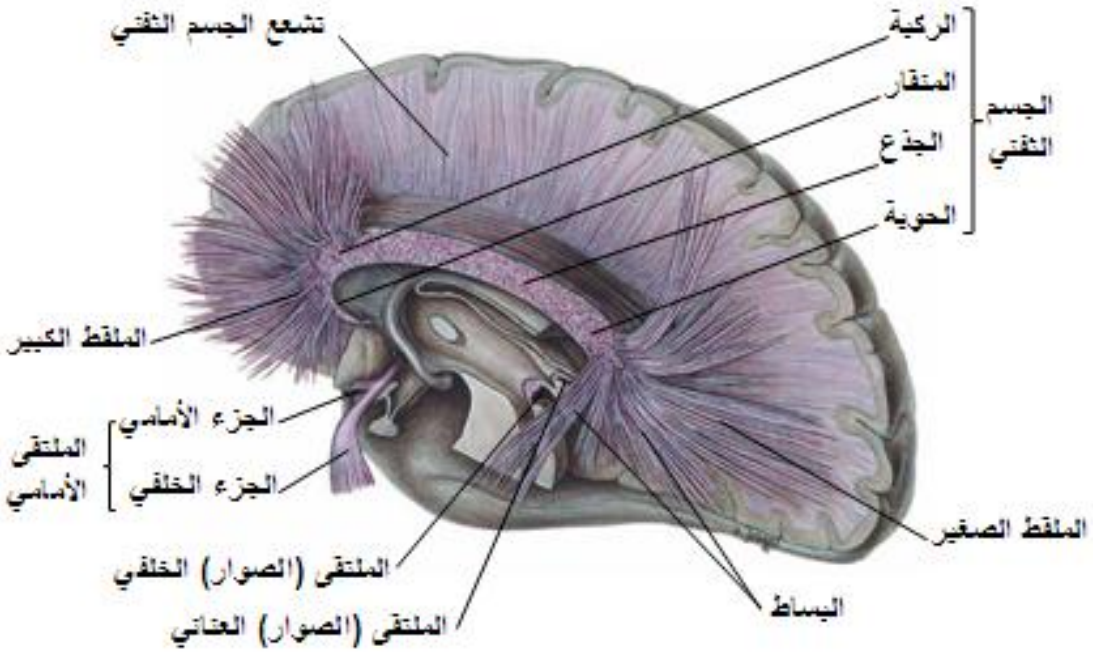
النوى القاعدية - منظر جانبي أيسر - منظر ترسيمي



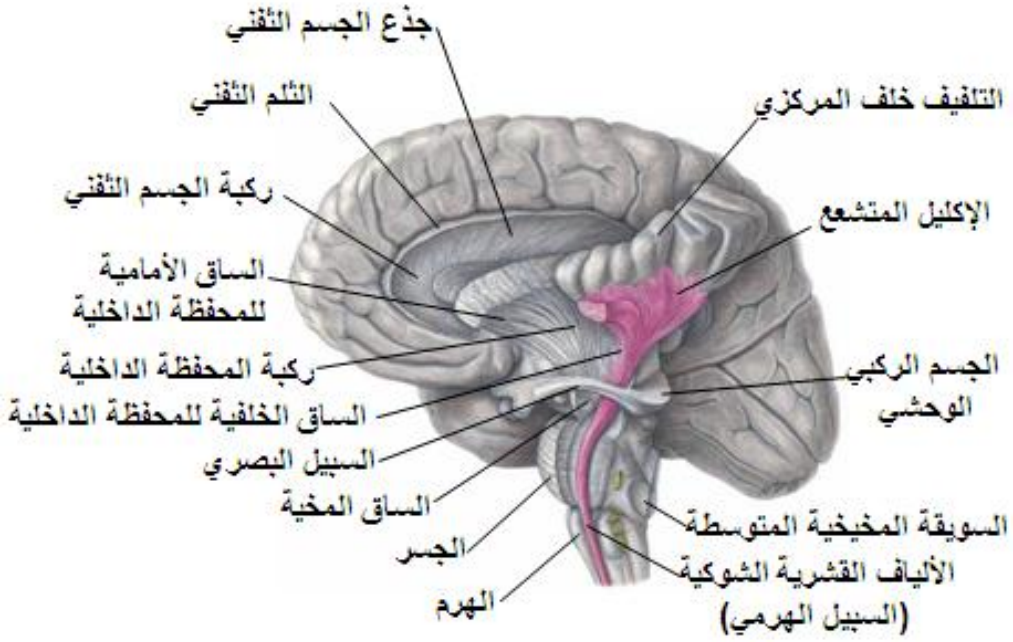
النوى القاعدية - المهاد - مقطعين أفقيين في المخ



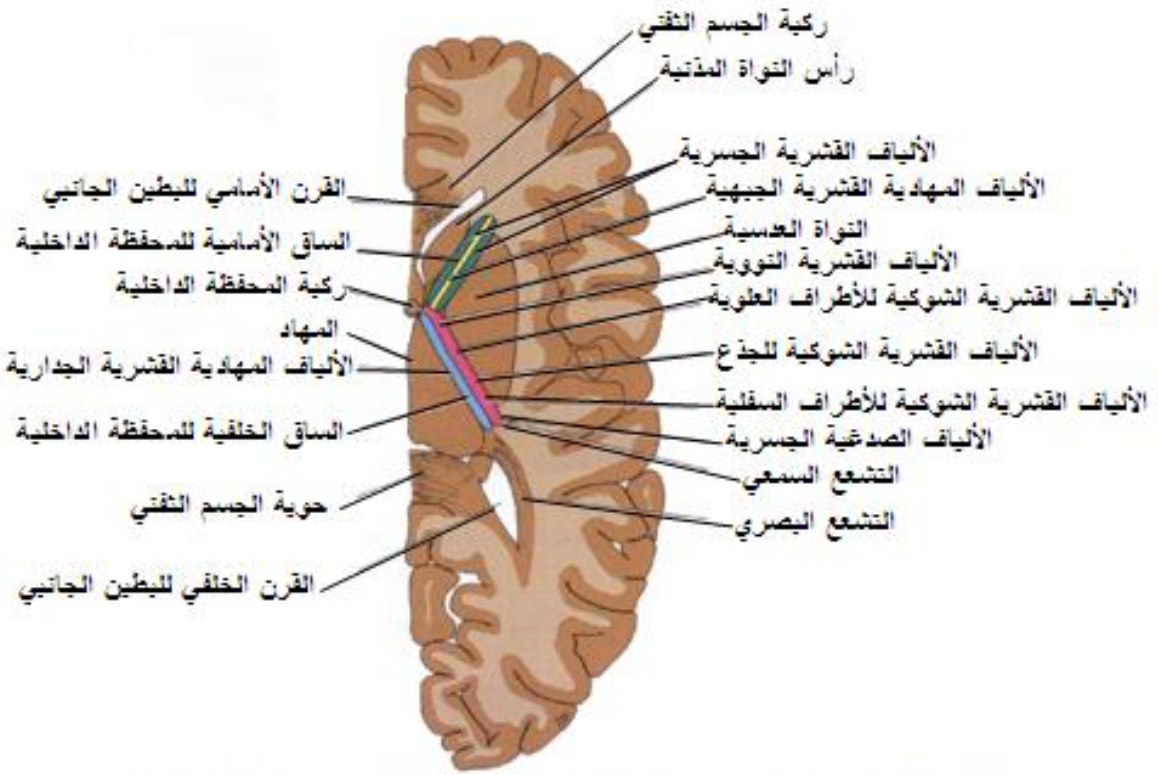
الألياف الترابطية (أو التشاركية)



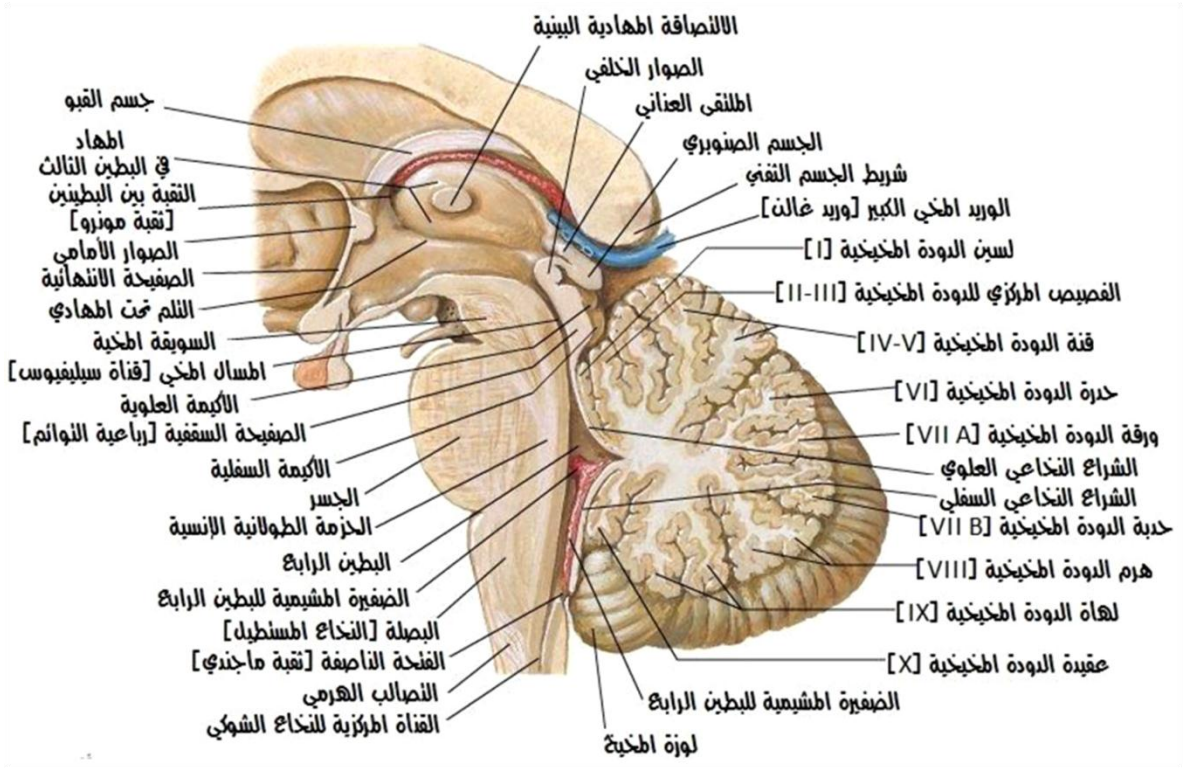
الألياف الصوارية (الالتقائية)



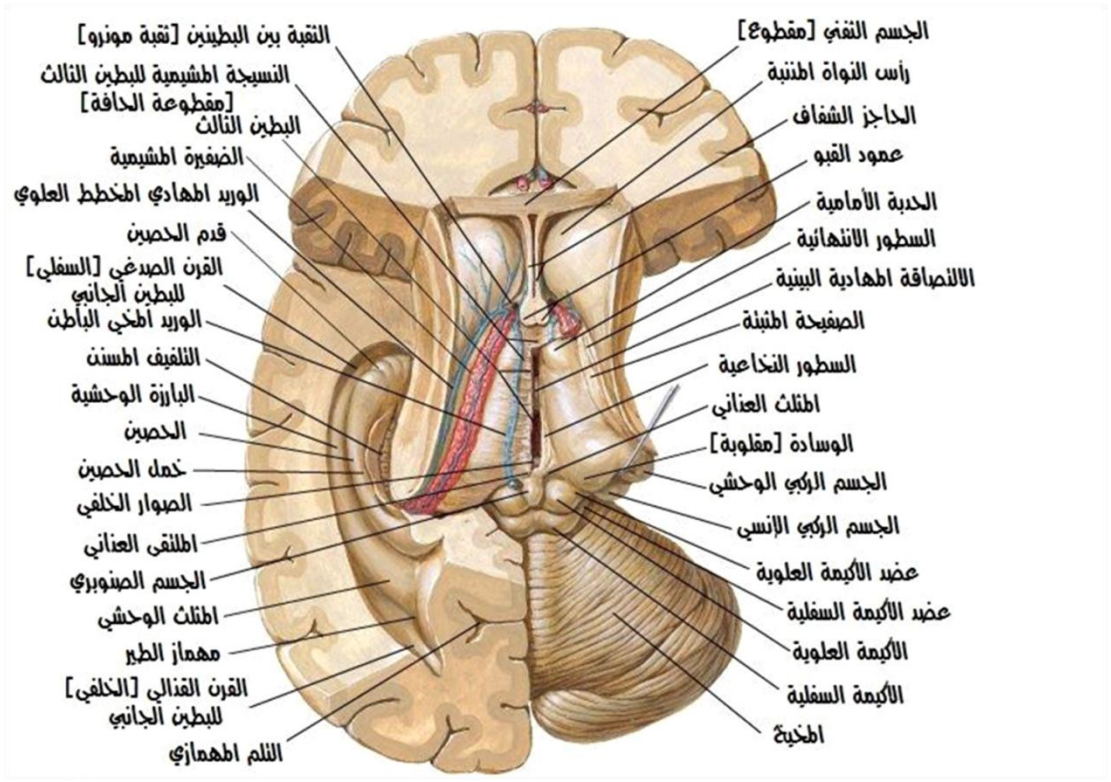
المحفظة الداخلية



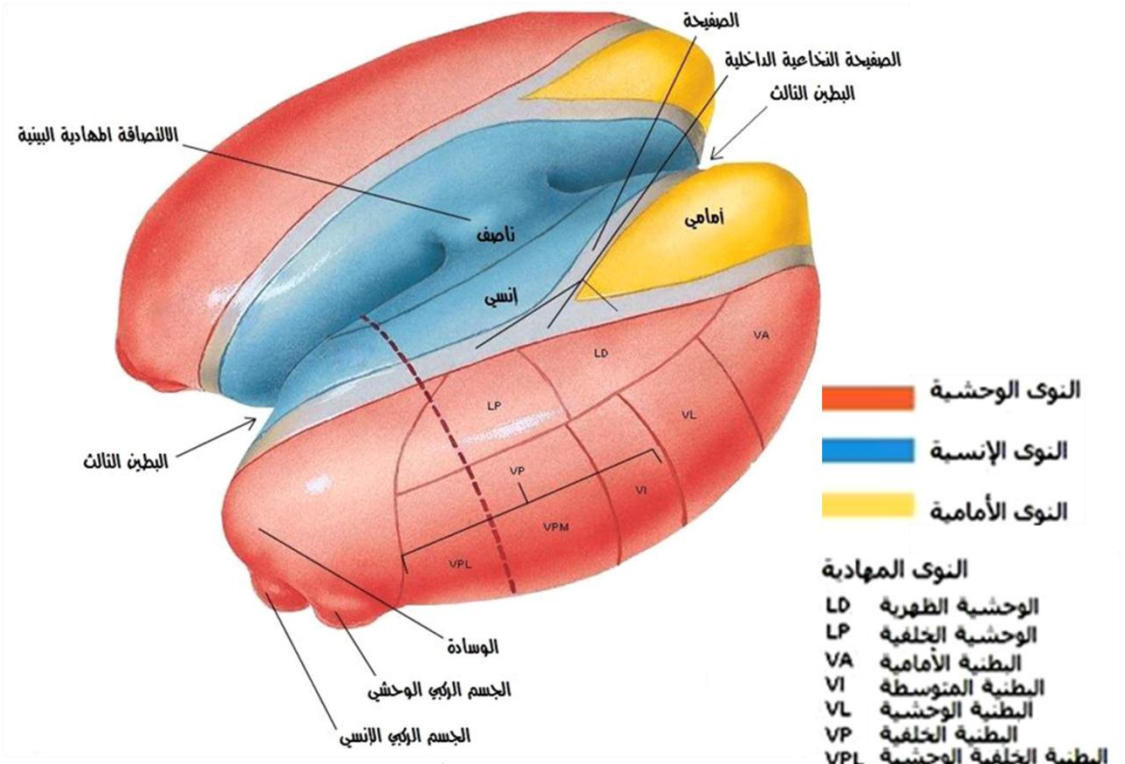
مقطع أفقي في نصف الكرة المخية الأيمن يُظهِر أقسام المحفظة الداخلية



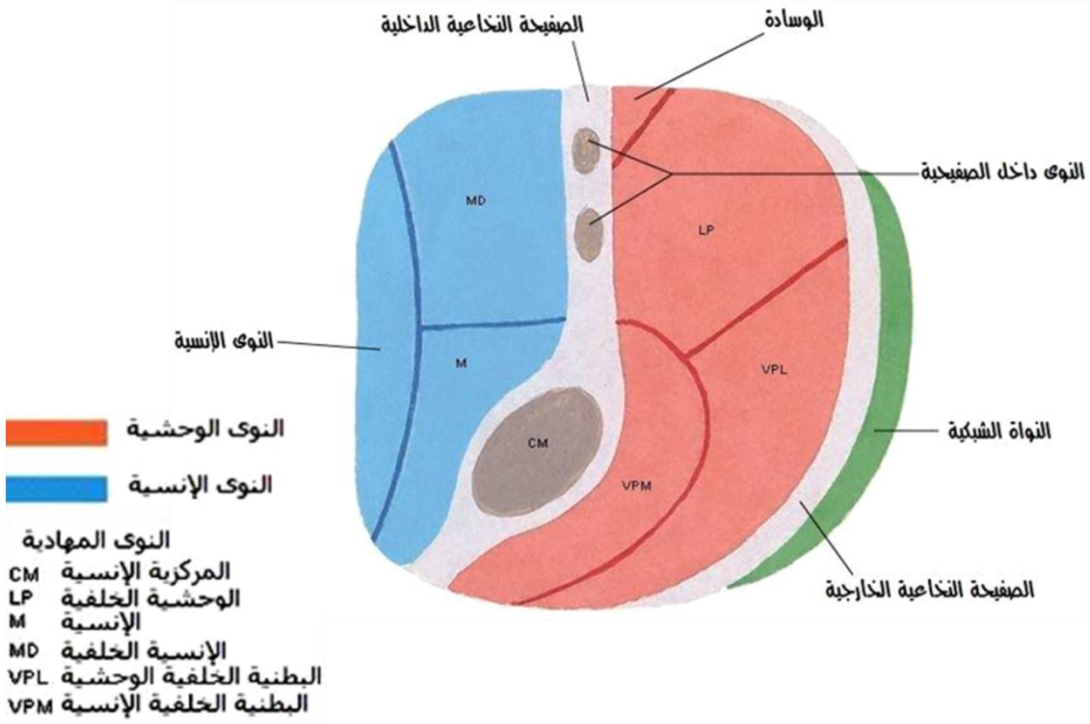
مقطع سهمي يُظهر الدماغ البيني وجذع الدماغ والمخيخ



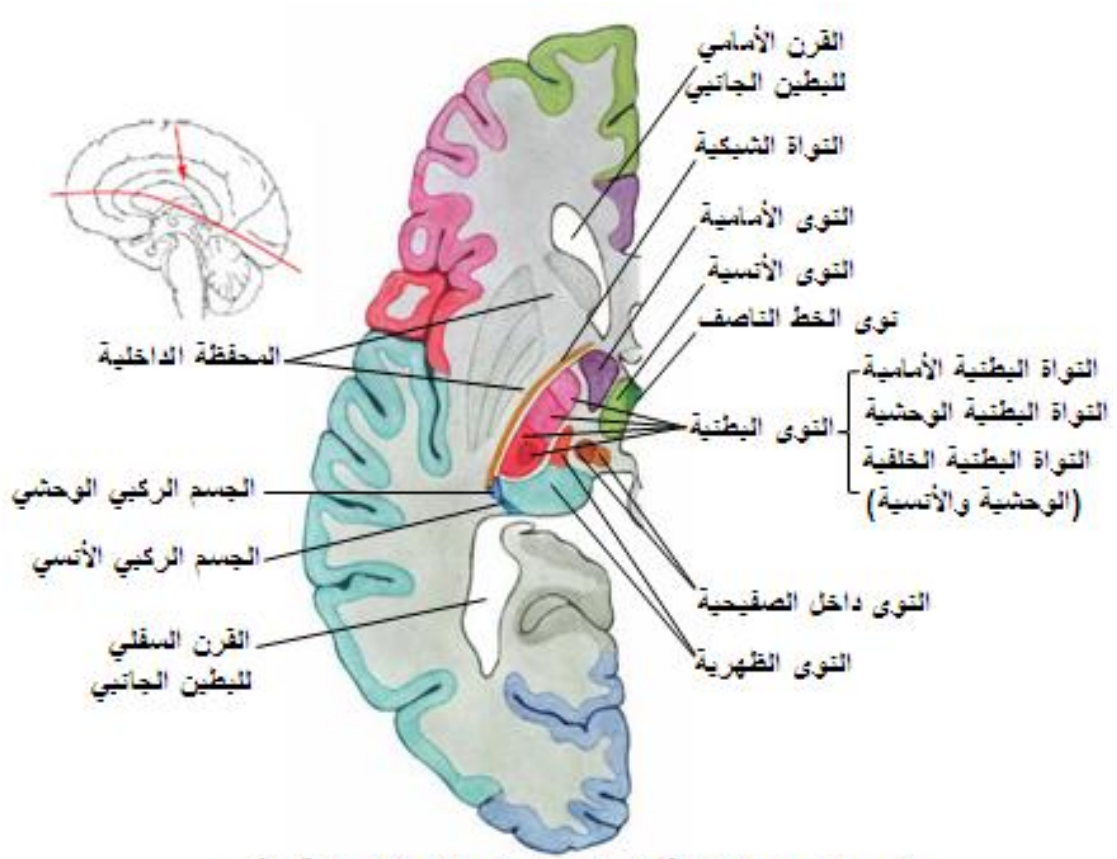
الدماغ البيني - المهاد



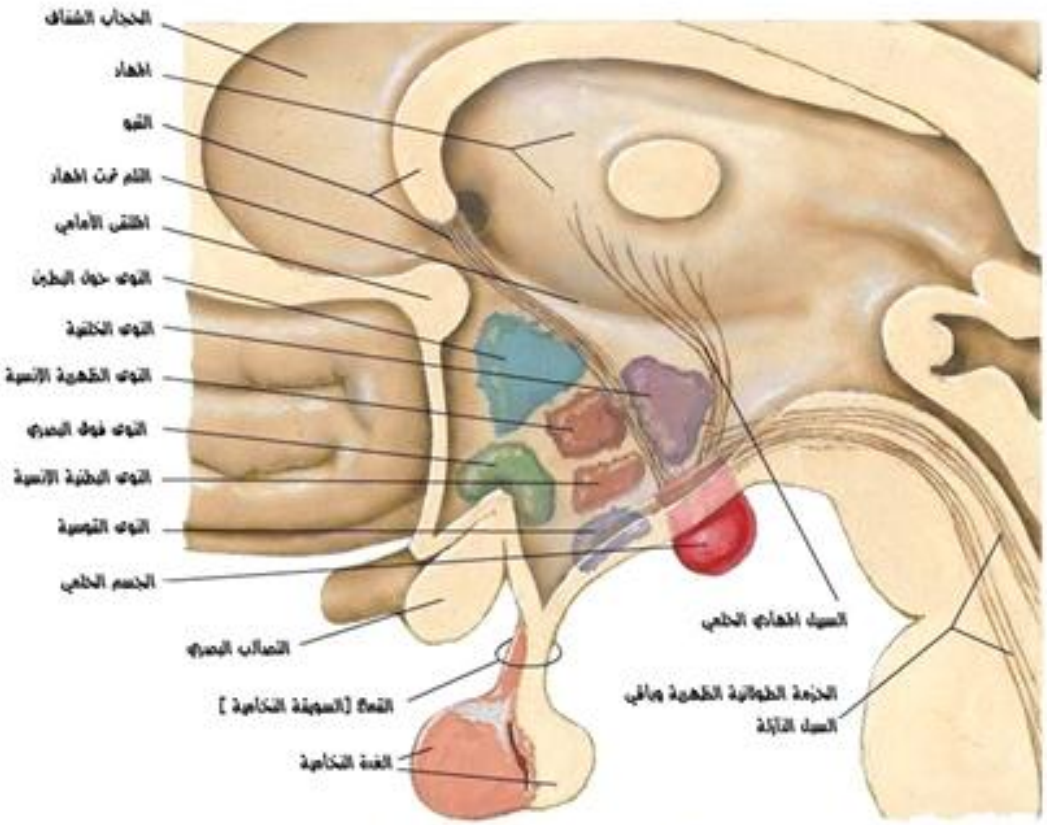
المهاد - تمثيل ترسيمي



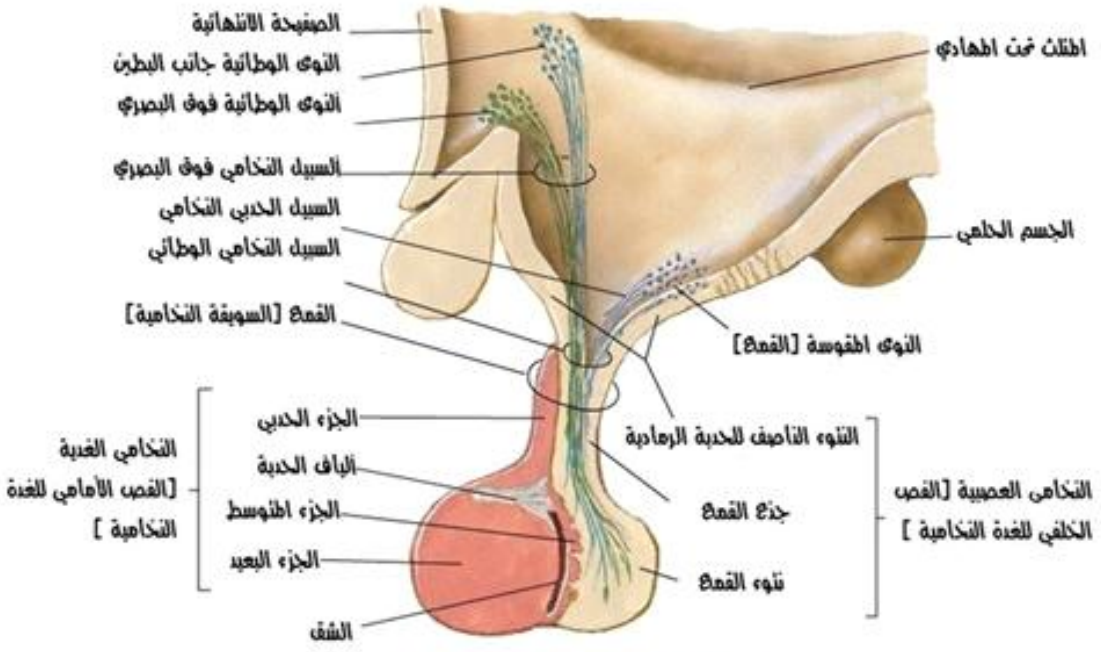
مقطع عبر المهاد بمستوى الخط المتقطع الظاهر في الصورة السابقة - تمثيل ترسيمي



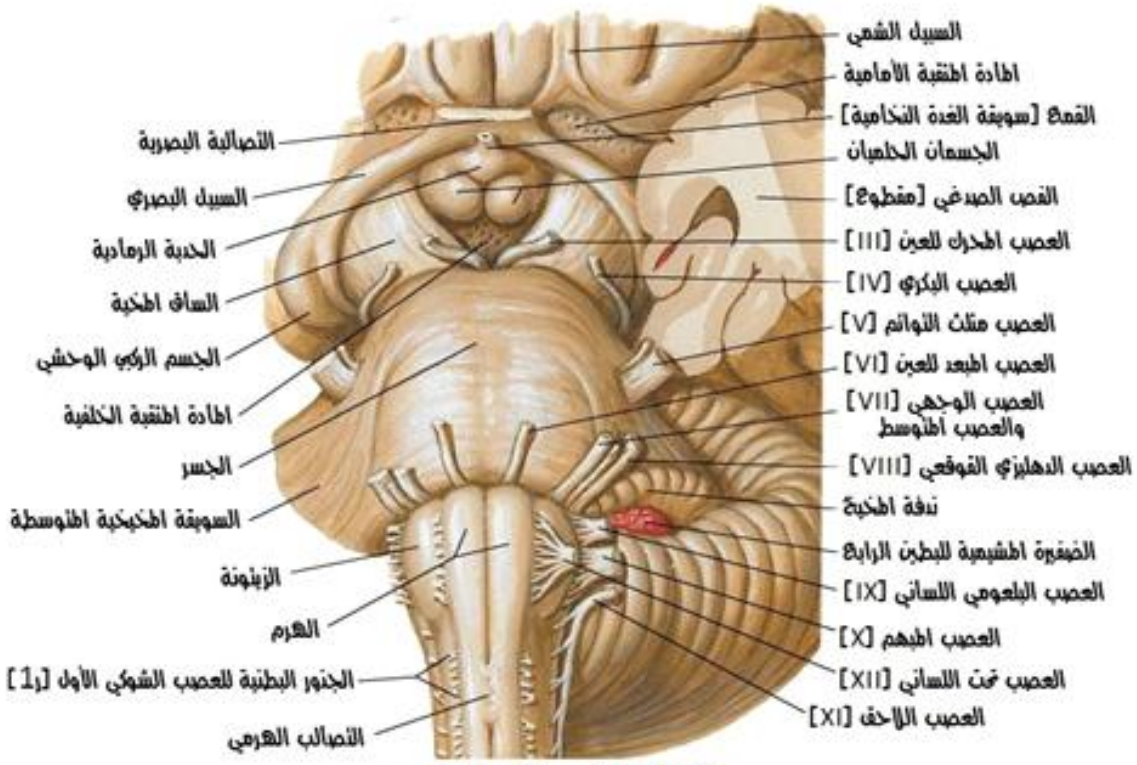
نوى المهاد مقطع أفقي عبر نصف الكرة المخية الأيسر



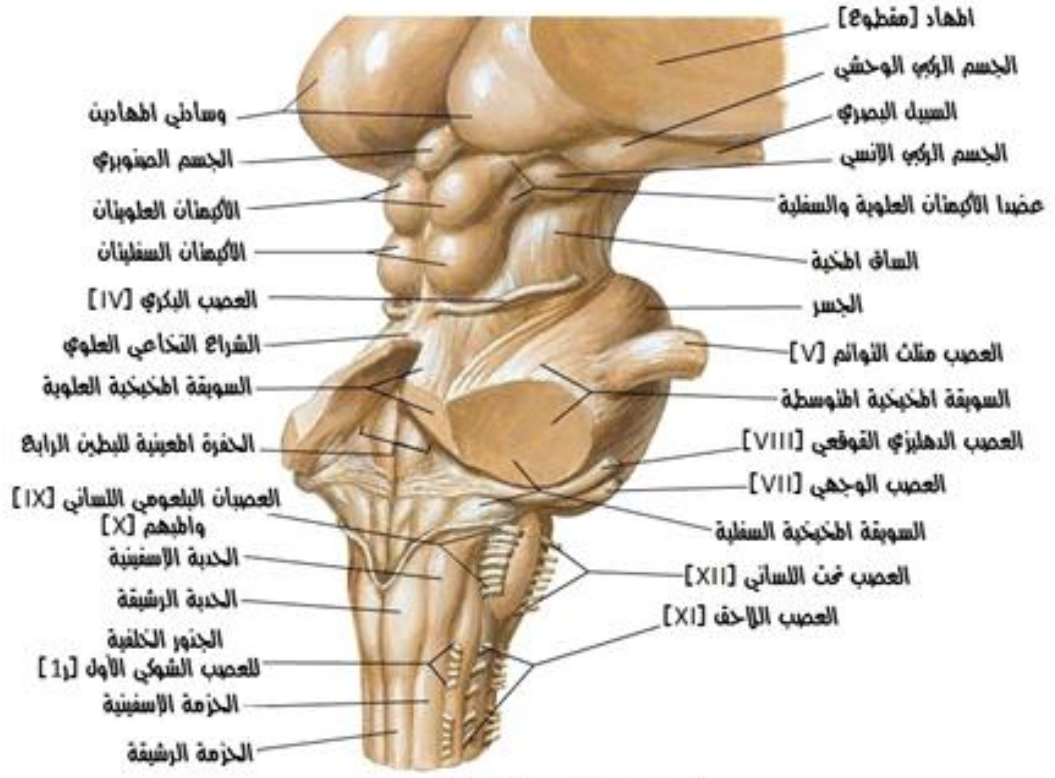
الوطاء - النوى الرئيسية



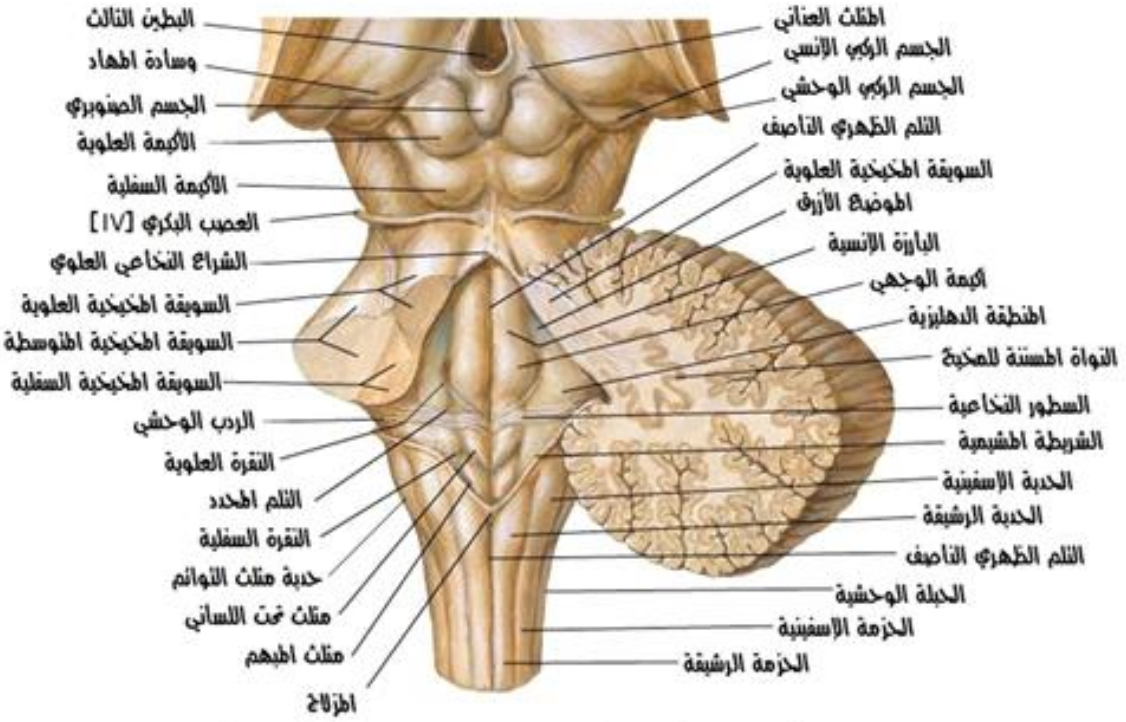
النخامة العصبية والغدية - الوطاء



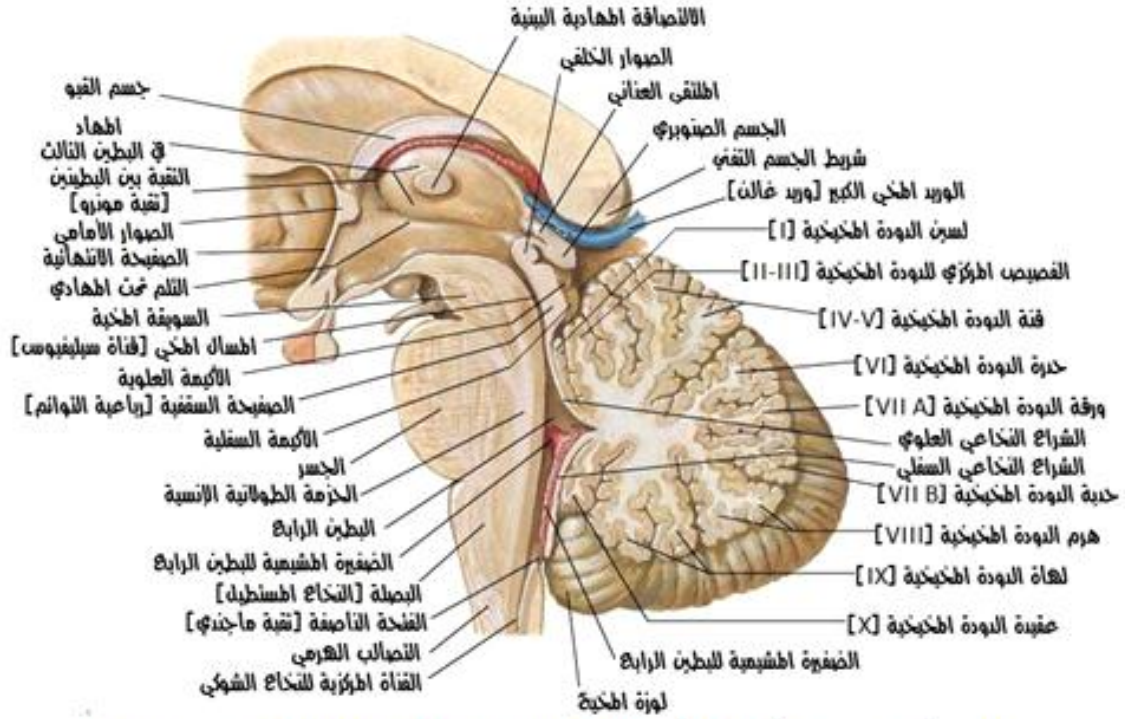
جذع الدماغ - منظر أمامي



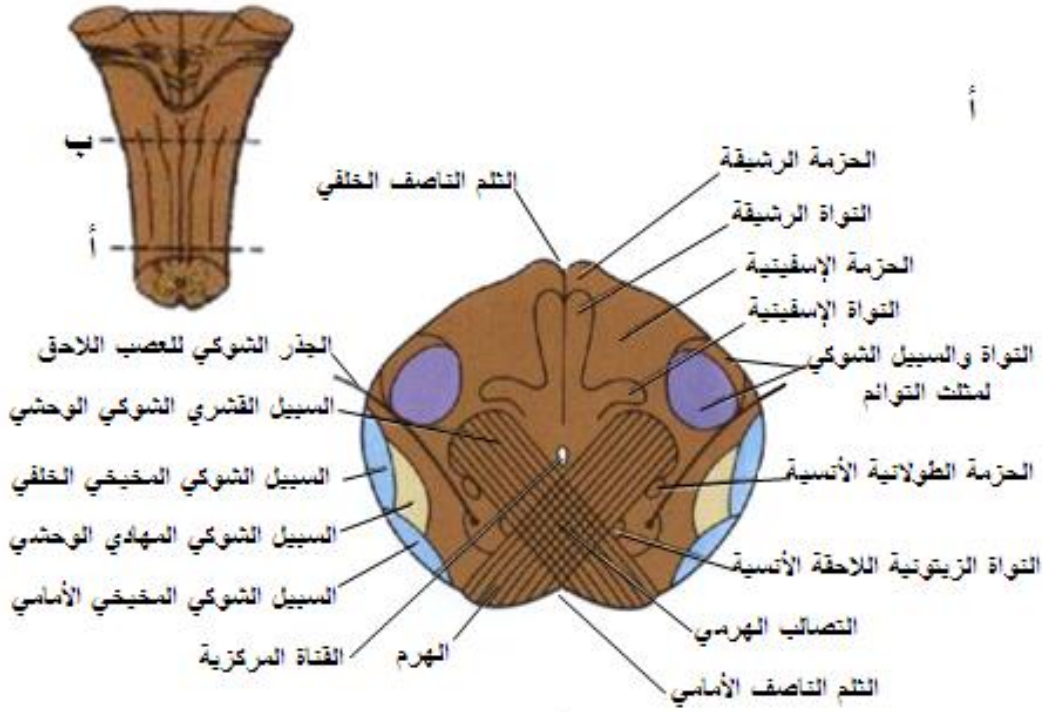
جذع الدماغ - منظر خلفي وحشي



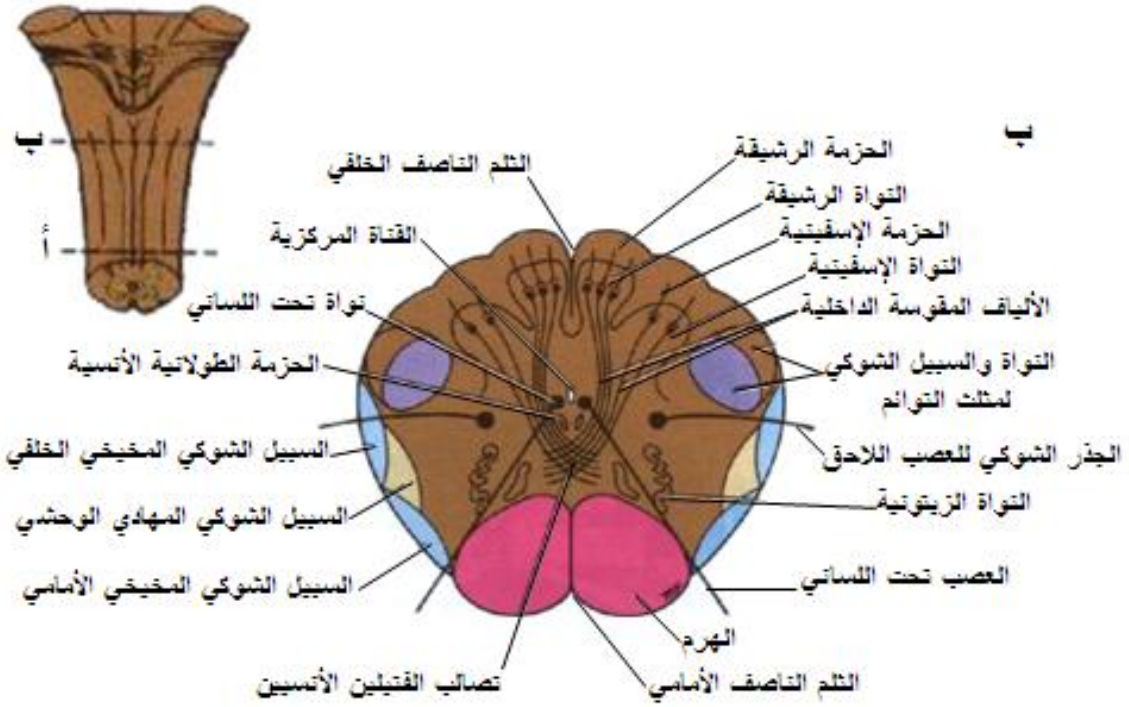
جذع الدماغ - البطين الرابع - المخيخ (منظر خلفي)



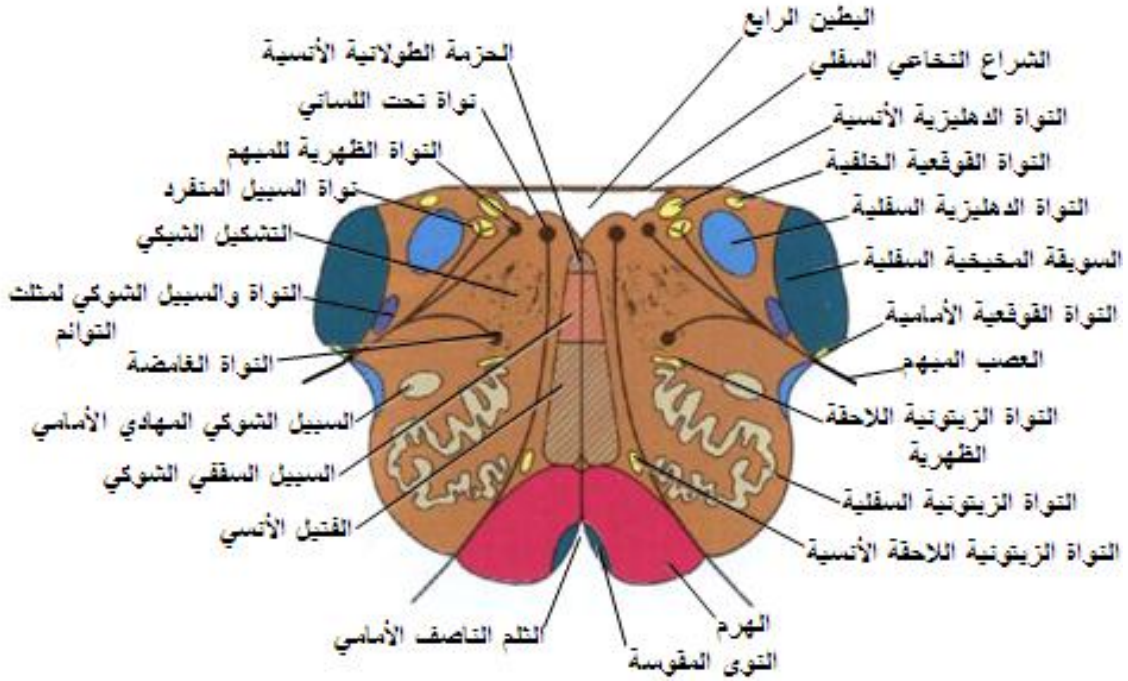
الدماغ البيني - جذع الدماغ - البطين الرابع - المخيخ (مقطع سهمي ناصف)



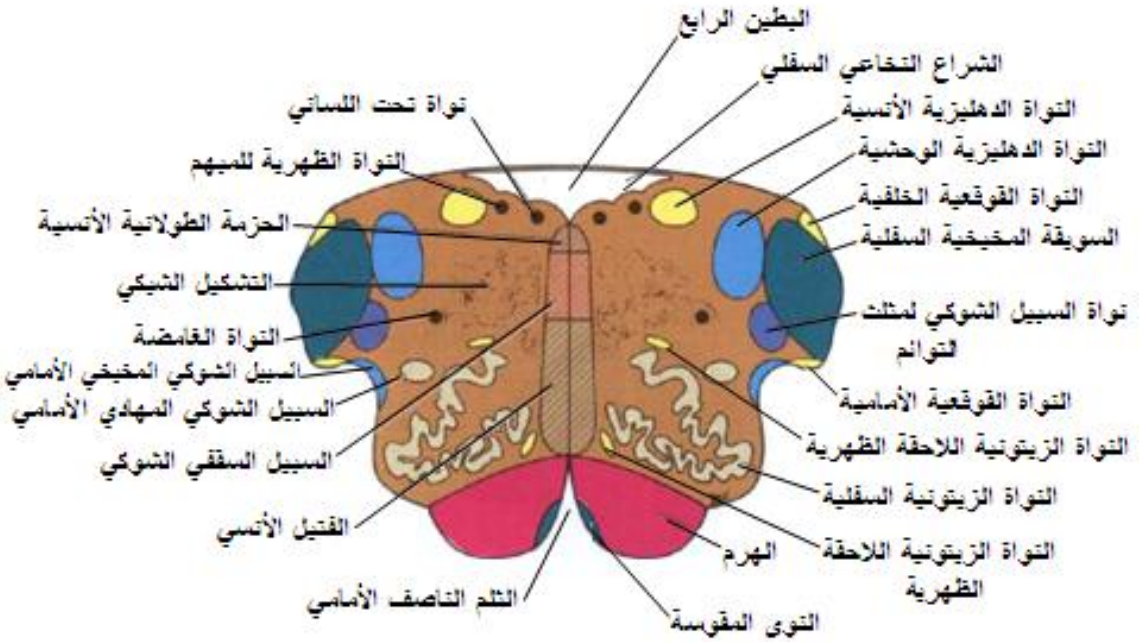
مقطع عرضي في البصلة أ - في مستوى التصالب الهرمي



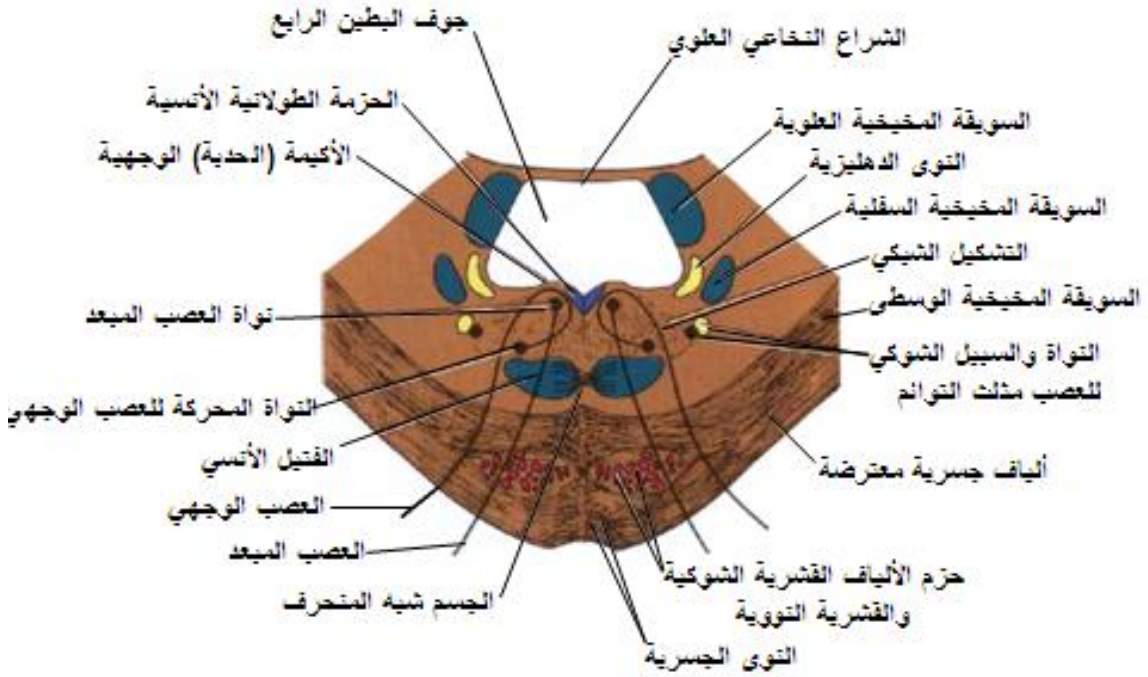
مقطع عرضي في البصلة ب- في مستوى تصالب الفتيلين الأنسيين



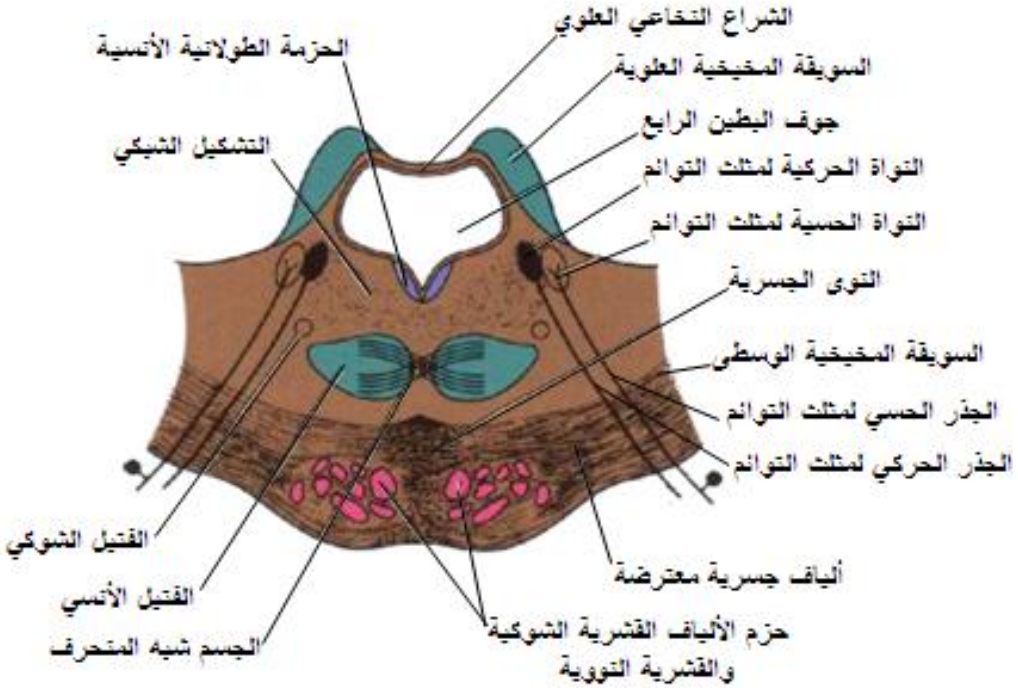
مقطع عرضي في البصلة في مستوى منتصف النوى الزيتونية



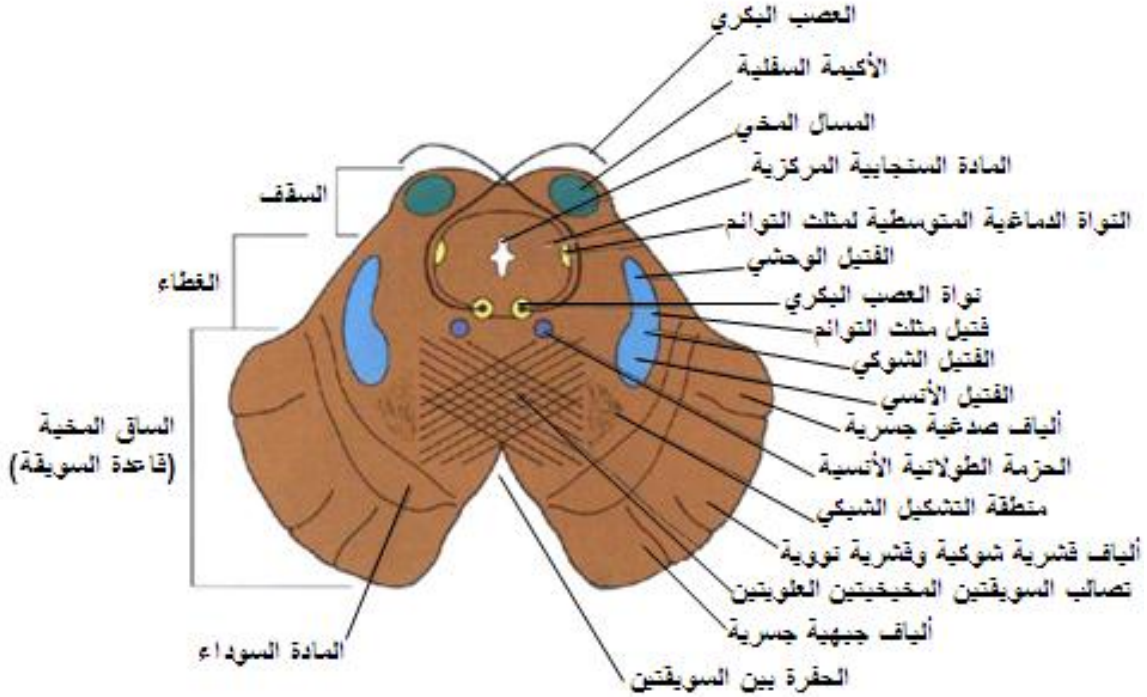
مقطع عرضي في البصلة في مستوى القسم العلوي من النوى الزيتونية
(مباشرة تحت الجسر)



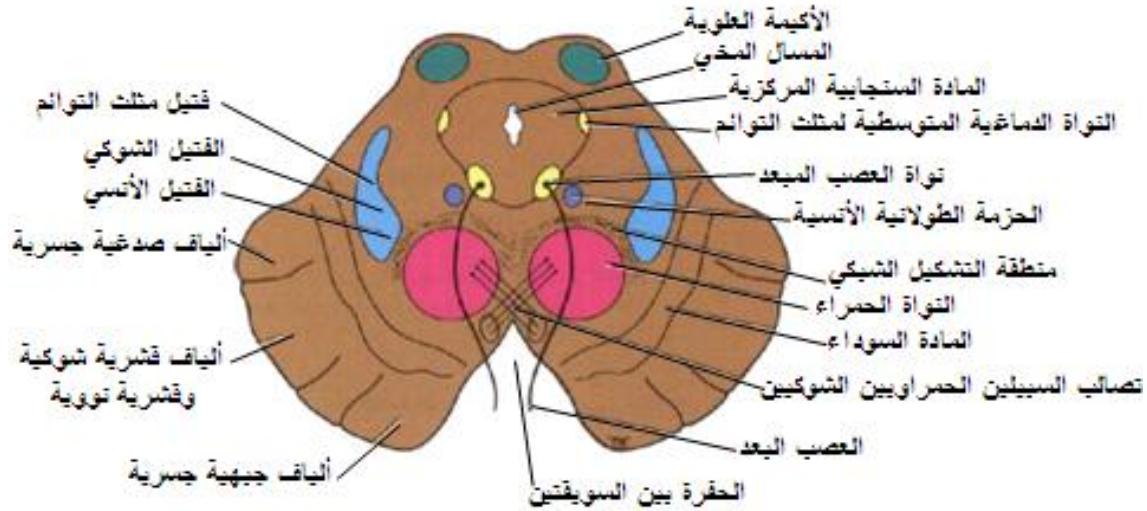
مقطع عرضي عبر القسم السفلي من الجسر في مستوى الأكيمة (الحدبة) الوجهية



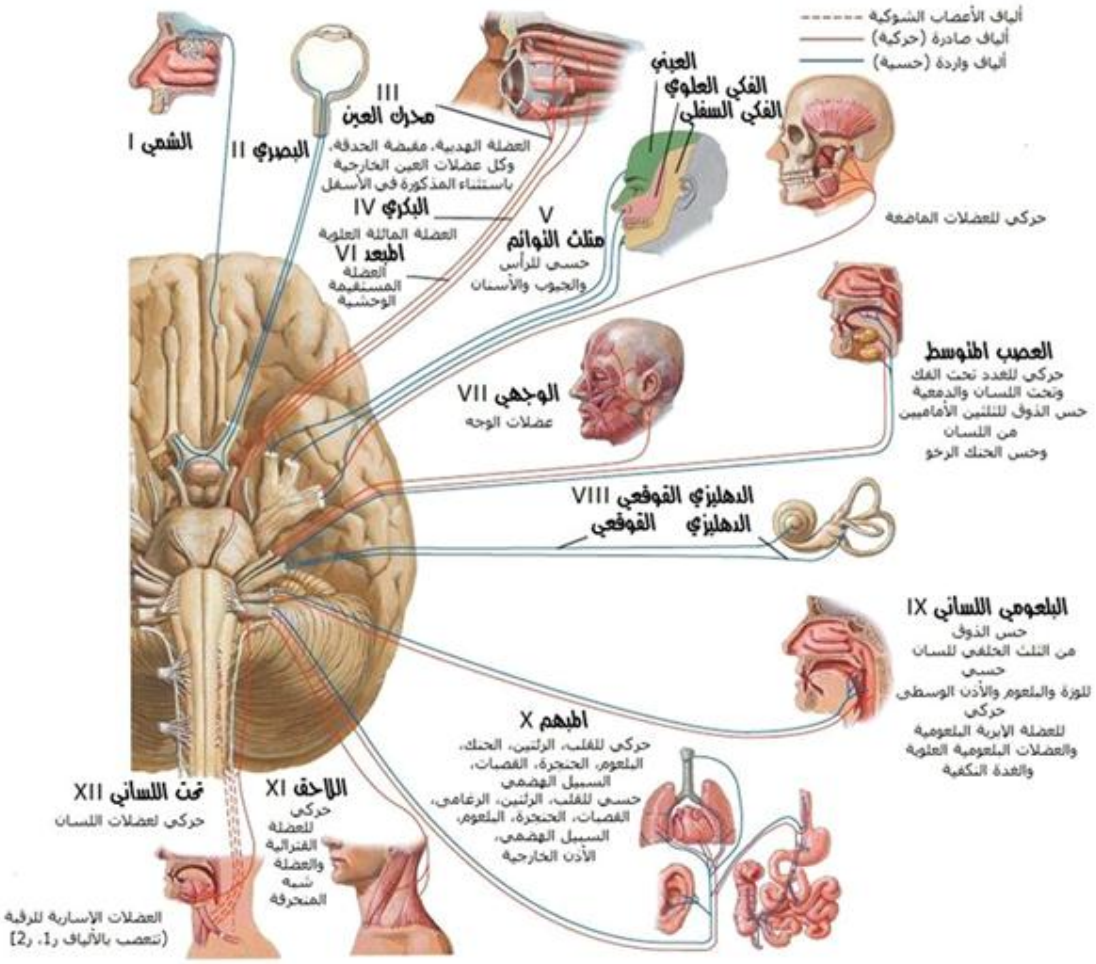
مقطع عرضي عبر الجسر في مستوى نوى مثلث التوائم



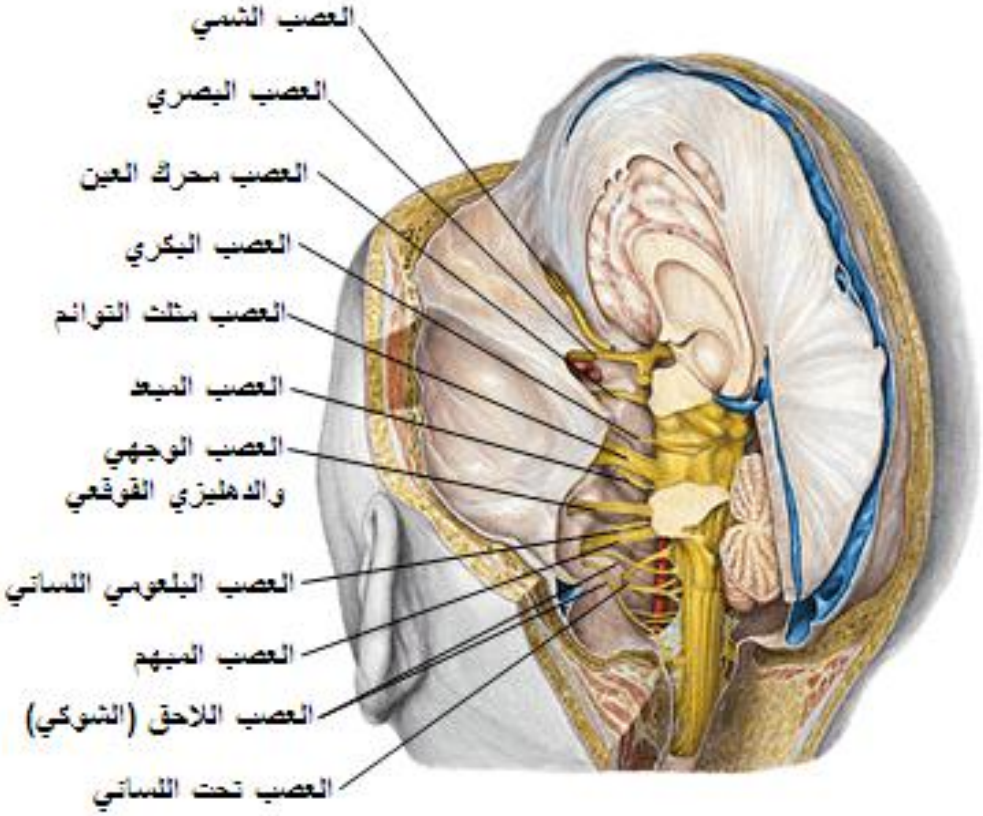
مقطع عرضي في الدماغ المتوسط في مستوى الأكيمة السفلية



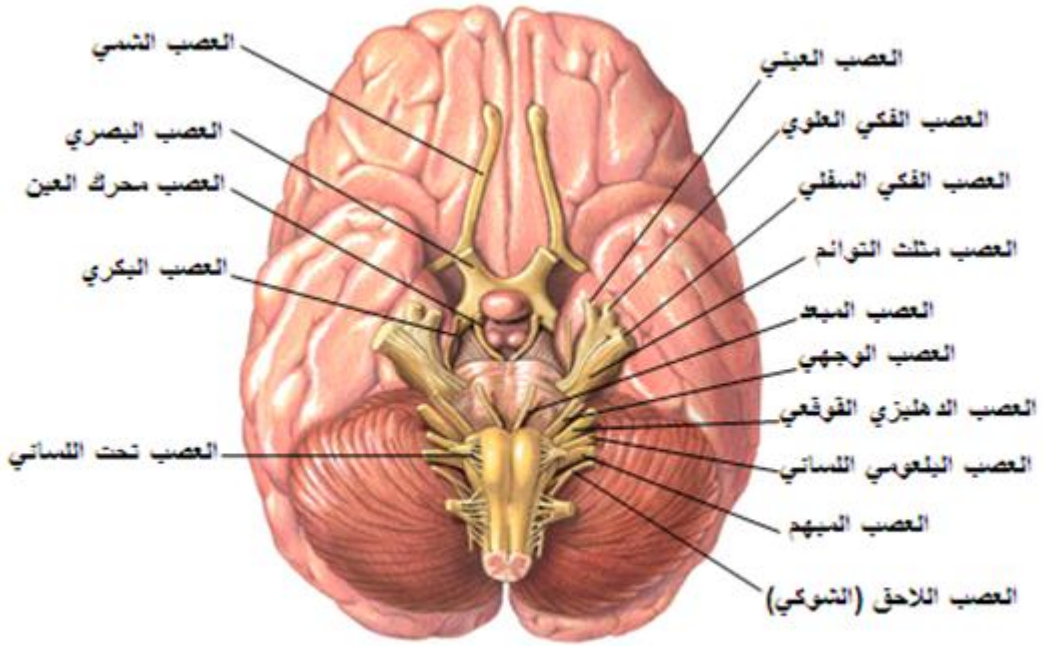
مقطع عرضي في الدماغ المتوسط في مستوى الأكيمة العلوية



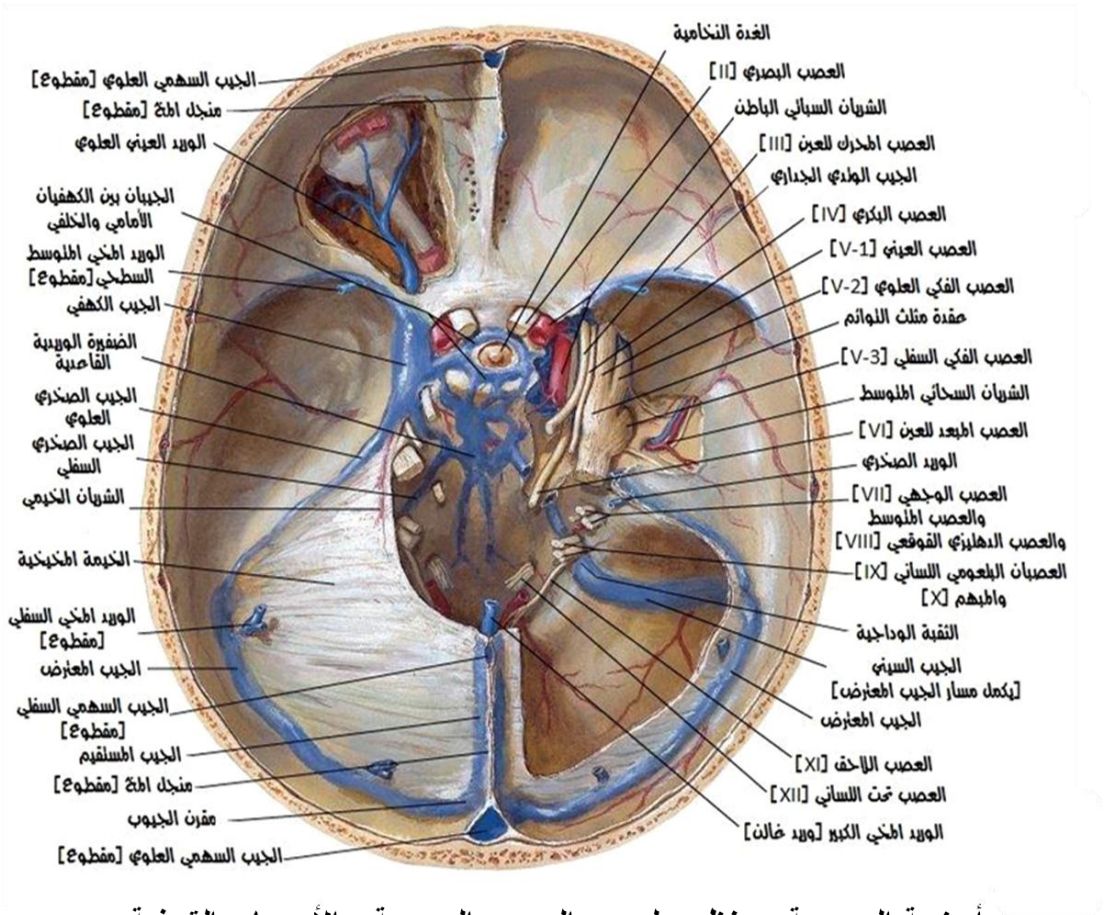
الأعصاب القحفية (التوزع الحركي والحسي) - منظر ترسيمي



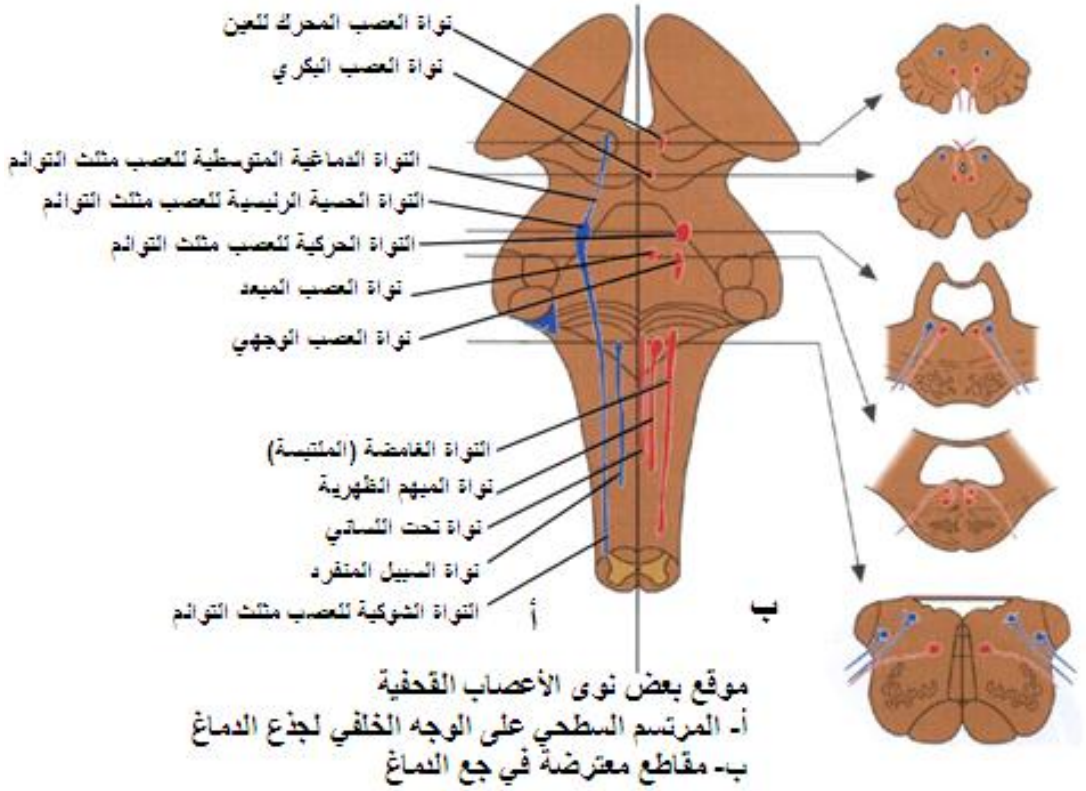
الأعصاب القحفية - مقطع سهمي وأفقي في الجمجمة



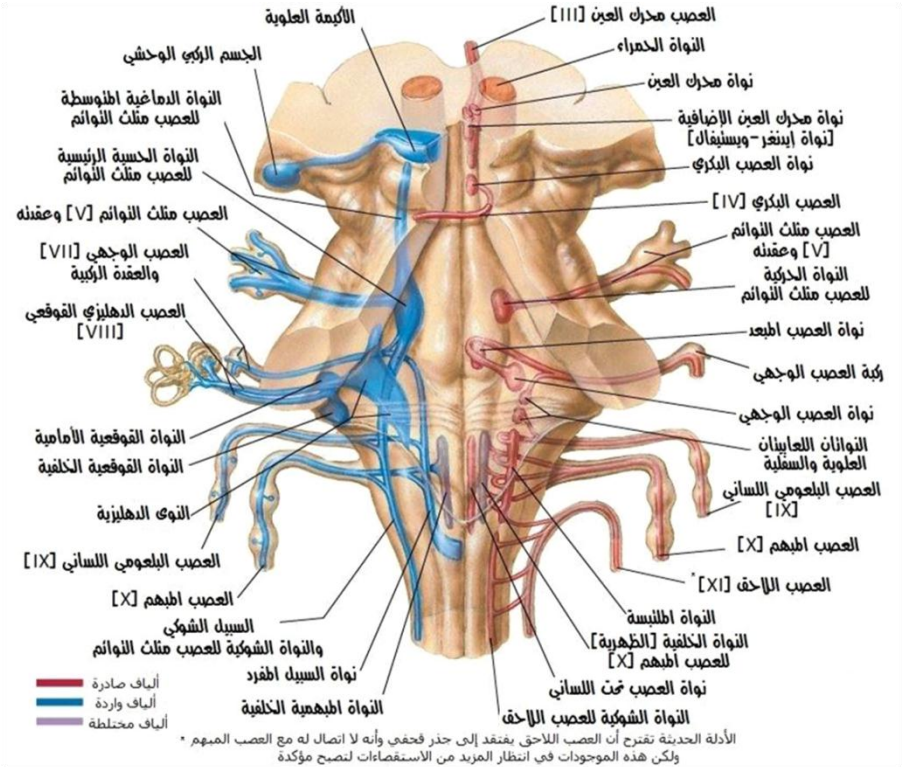
الأعصاب القحفية - منظر سفلي للدماغ



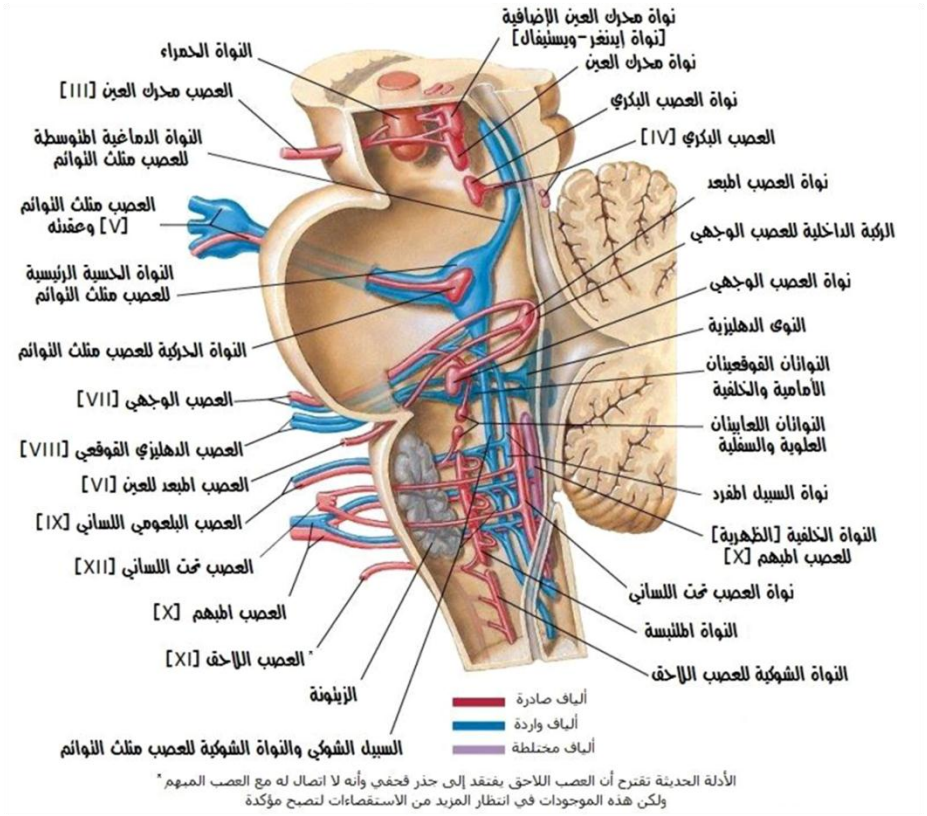
أرضية الجمجمة - منظر علوي - الجيوب الوريدية - الأعصاب القحفية



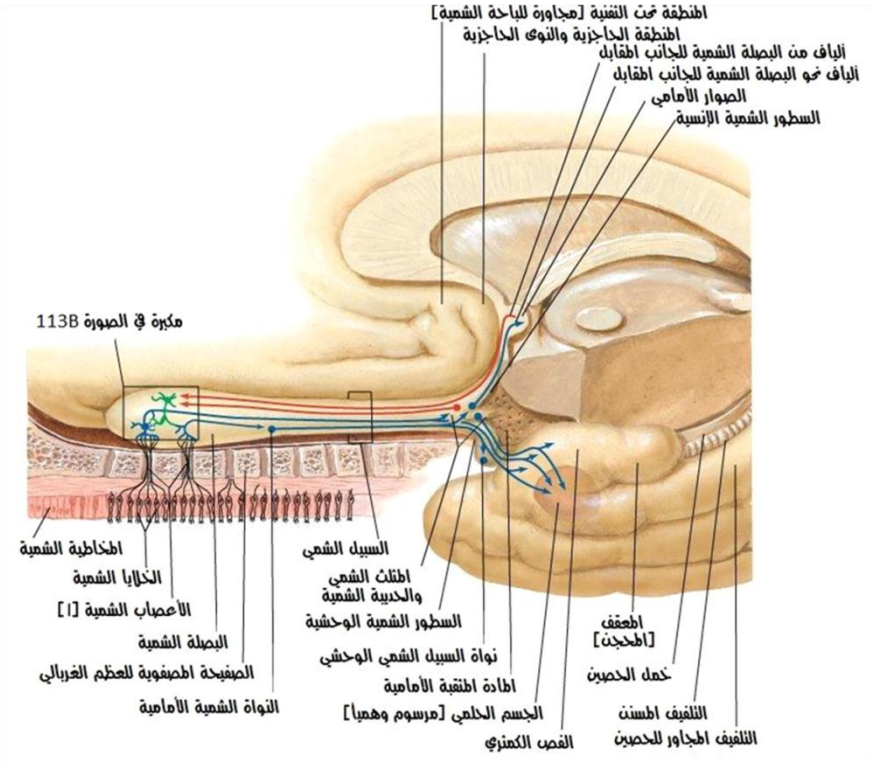
موقع بعض نوى الأعصاب القحفية
أ- المرتسم السطحي على الوجه الخلفي لجذع الدماغ
ب- مقاطع معترضة في جع الدماغ



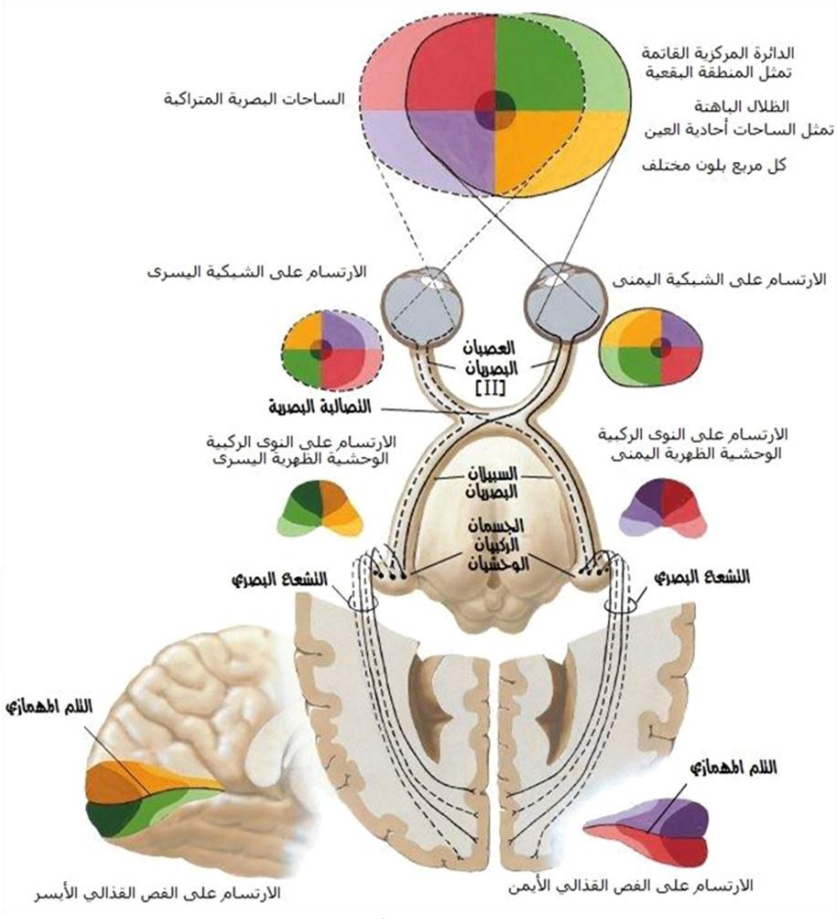
نوى الأعصاب القحفية في جذع الدماغ - منظر خلفي ترسيمي



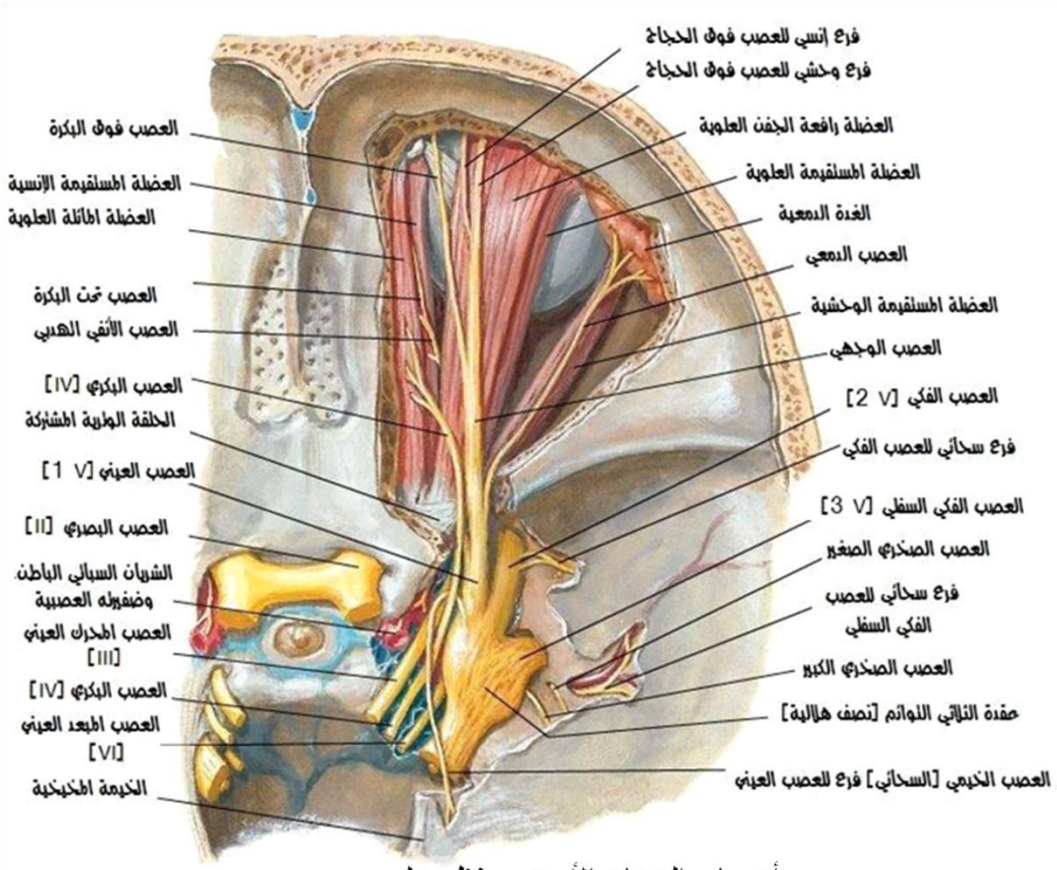
نوى الأعصاب القحفية في جذع الدماغ - منظر أنسي ترسيمي



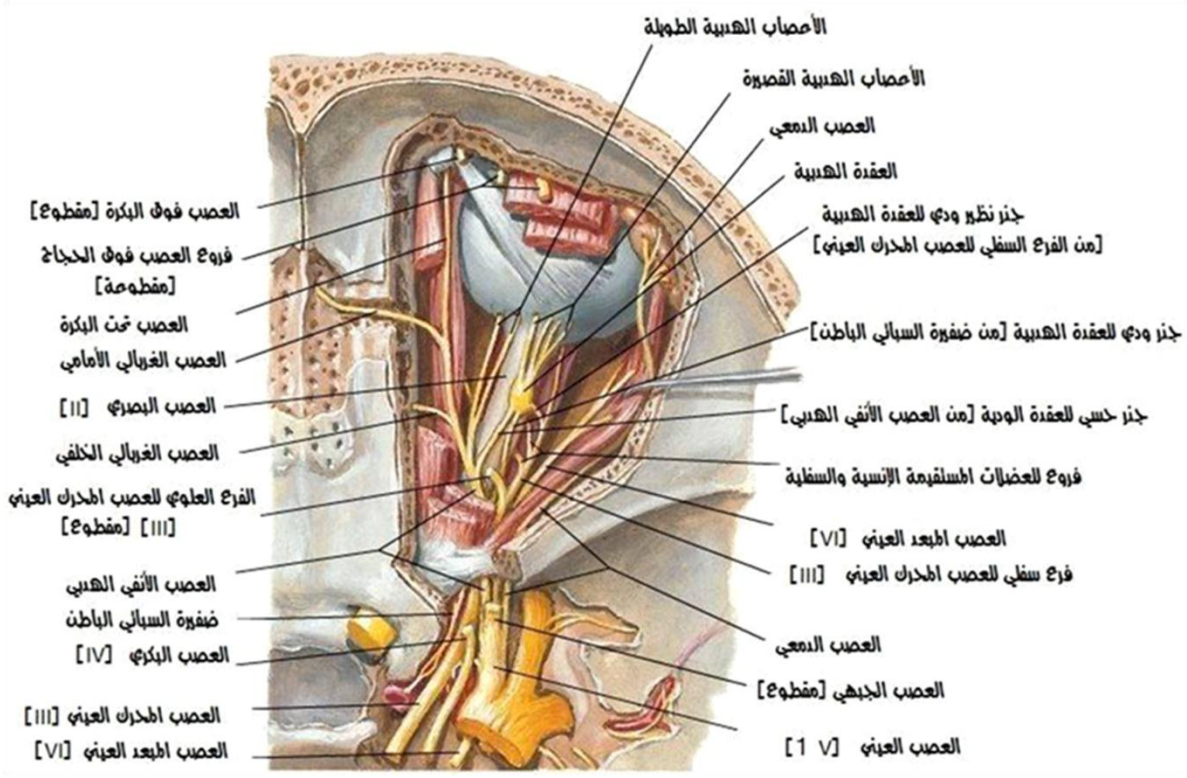
العصب الشمي - منظر ترسيمي



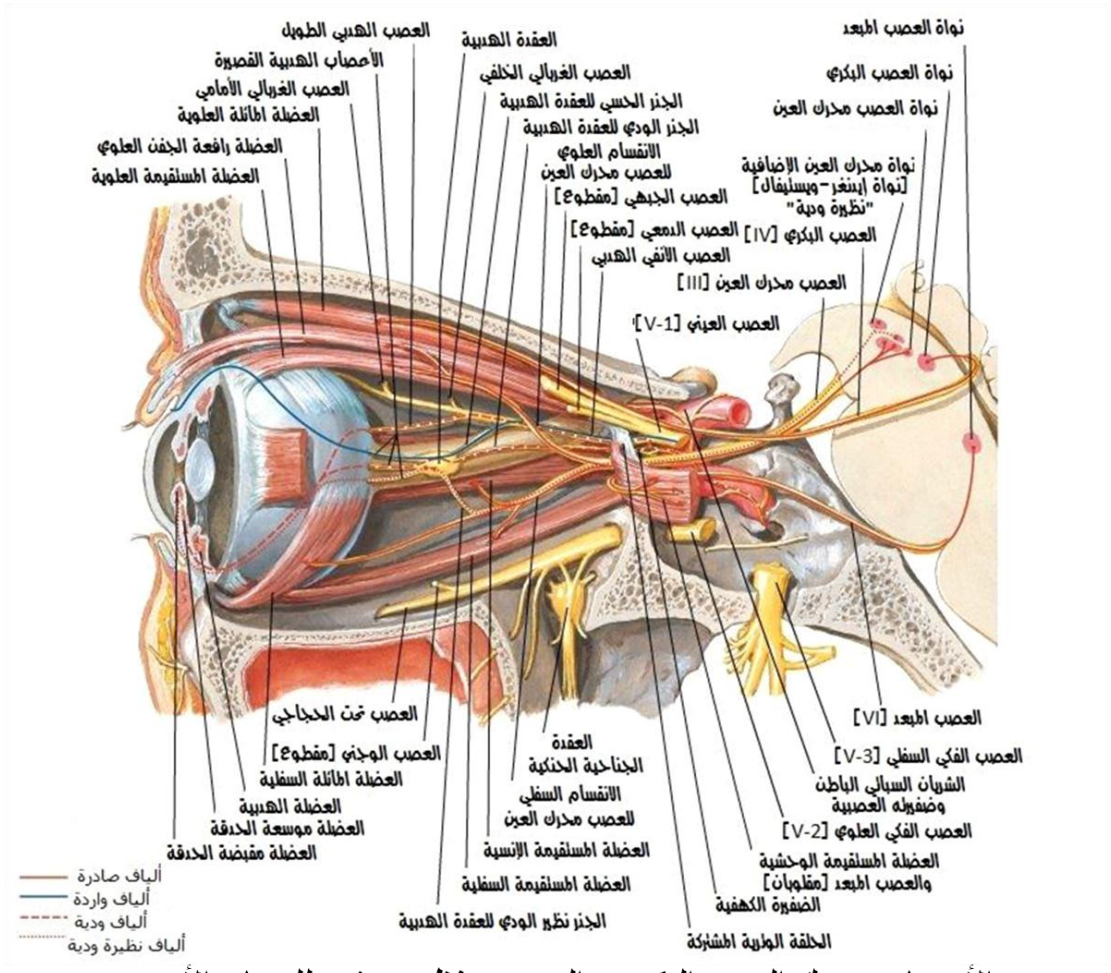
العصب البصري - السبل البصرية - منظر ترسيمي



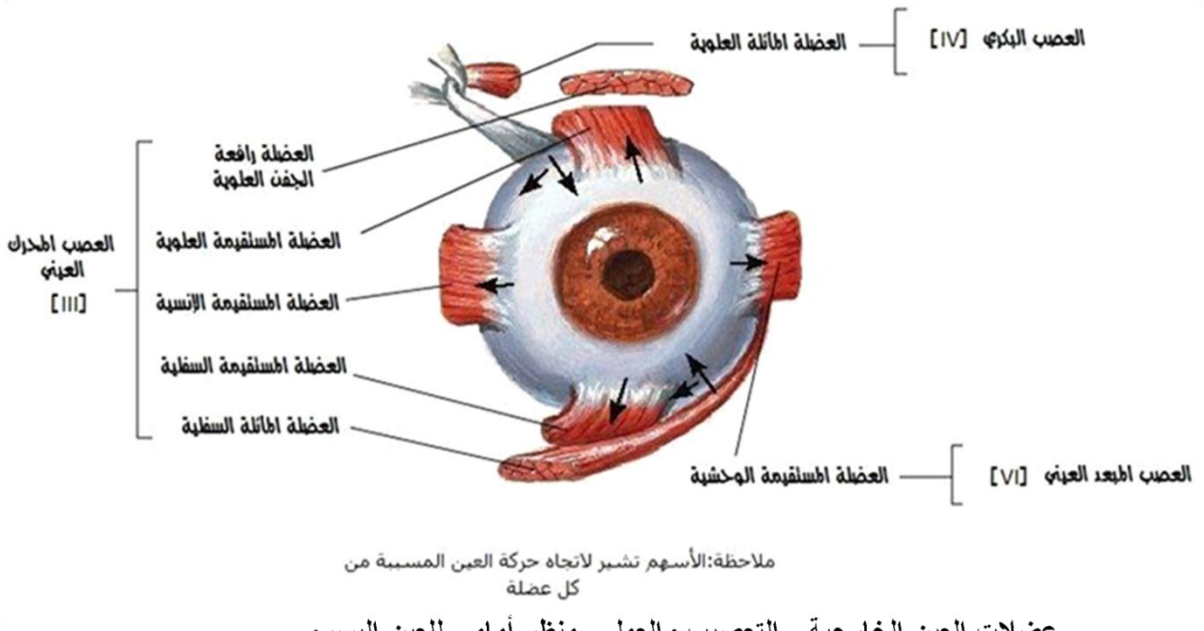
أعصاب الحجاج الأيمن - منظر علوي



أعصاب الحجاج الأيمن - العضلات قطعت بشكل جزئي - منظر علوي

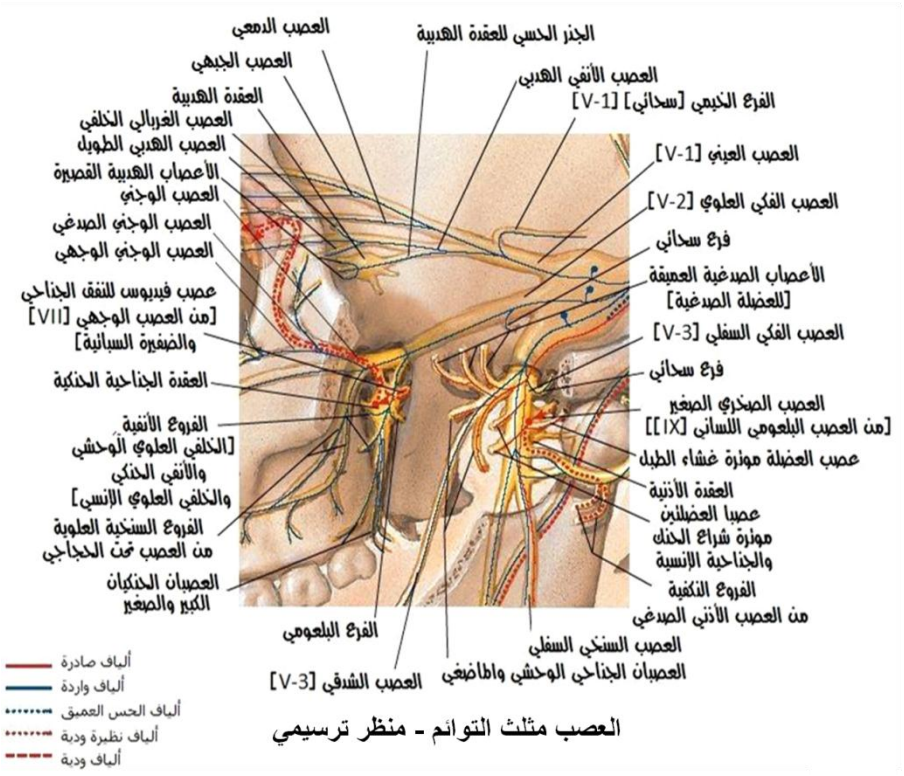


الأعصاب محرك العين والبكري والمبعد - منظر وحشي للحجاج الأيسر

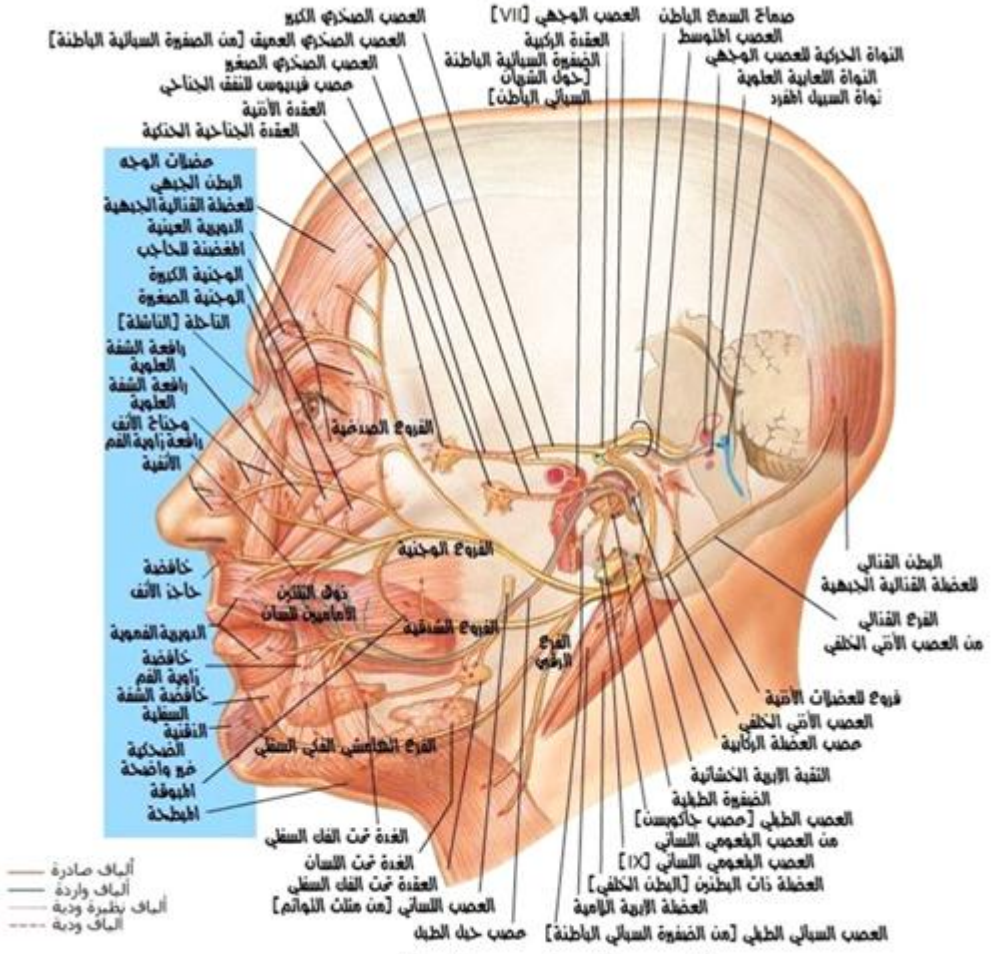


ملاحظة:الأسهم تشير لاتجاه حركة العين المسببة من كل عضلة

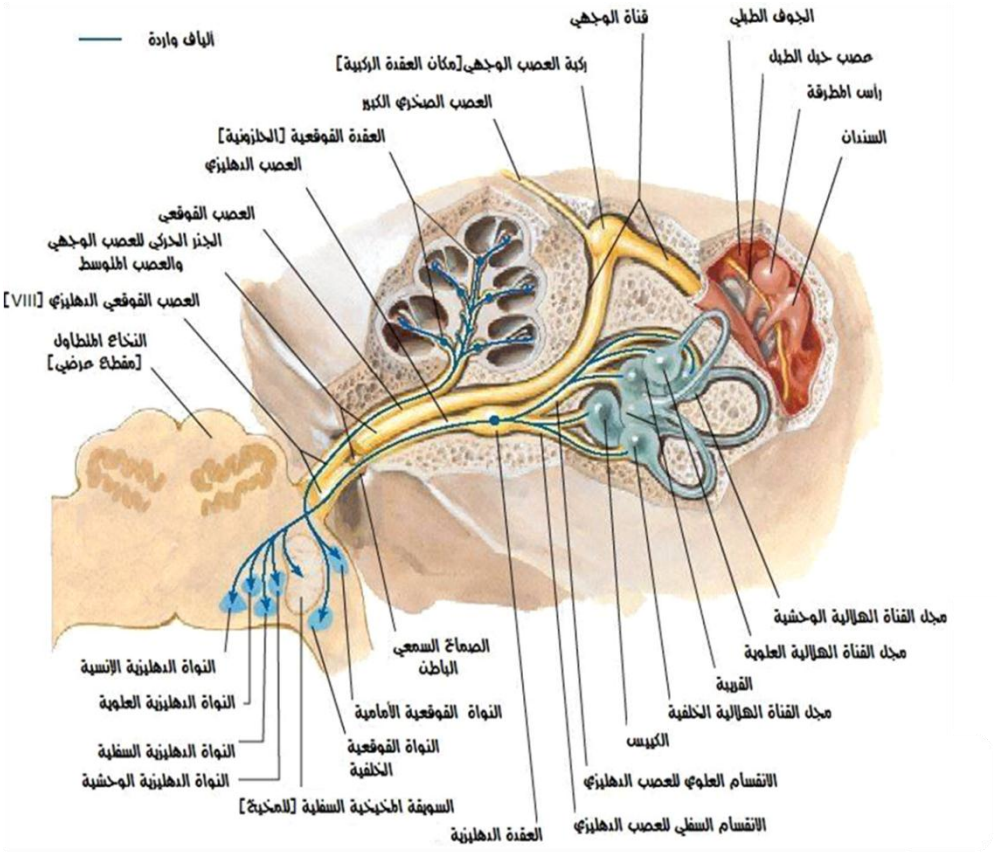
عضلات العين الخارجية - التعصيب والعمل - منظر أمامي للعين اليسرى



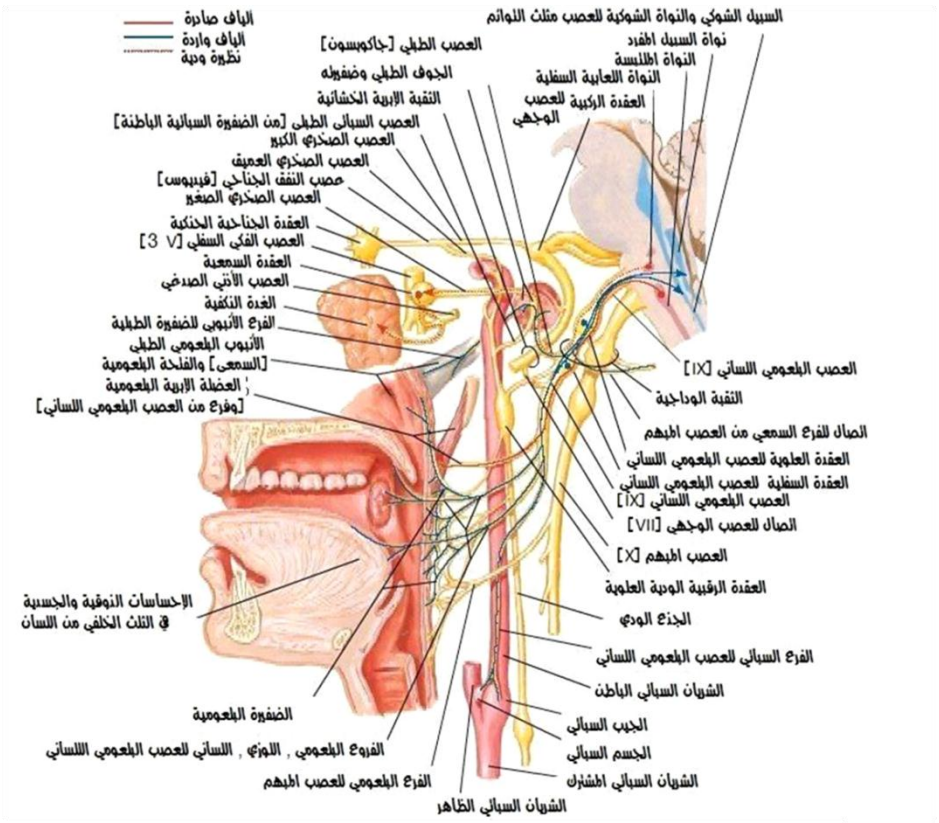
العصب مثلث التوائم - منظر ترسيمي



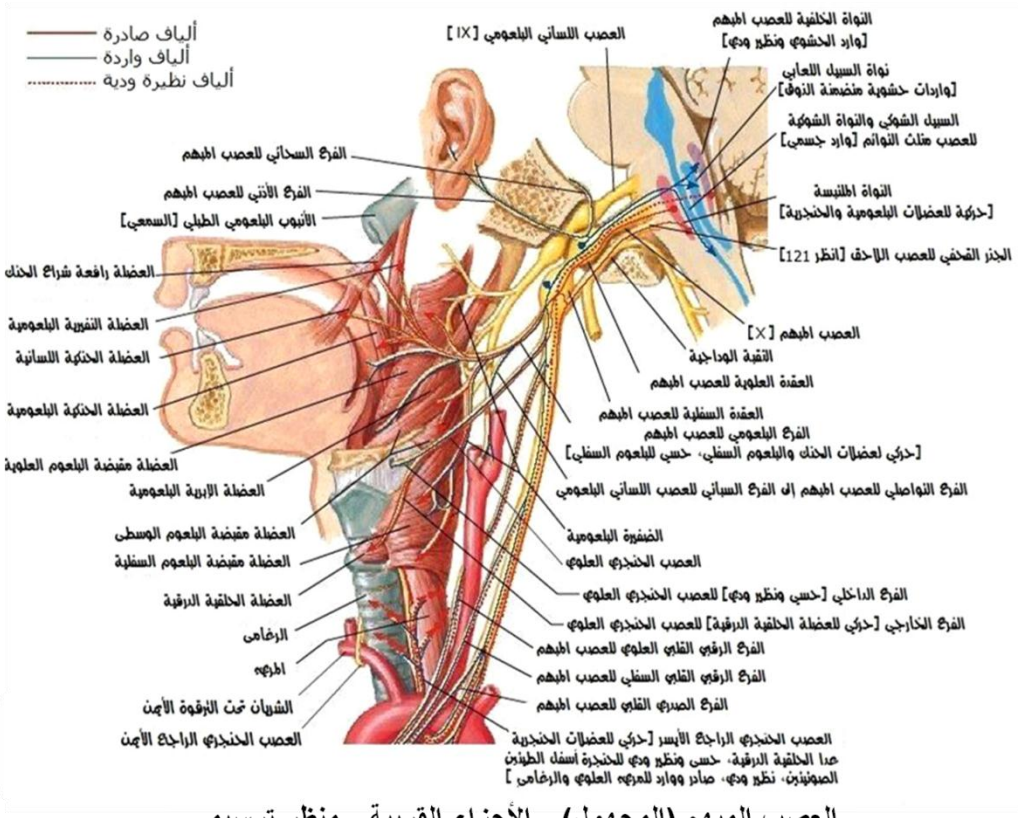
العصب الوجهي - منظر ترسيمي



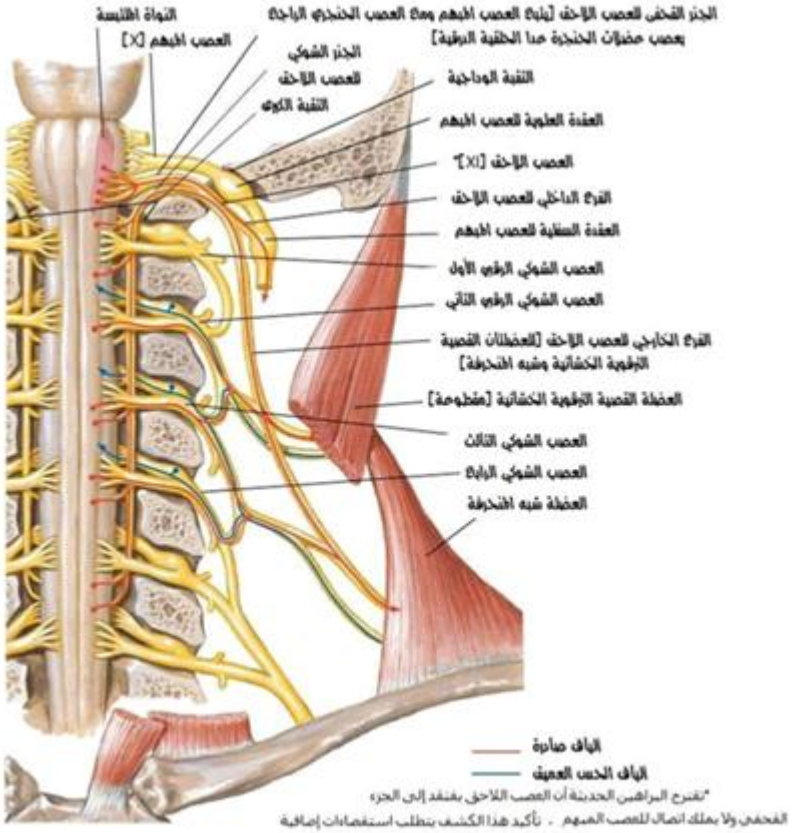
العصب الدهليزي القوقعي - منظر ترسيمي



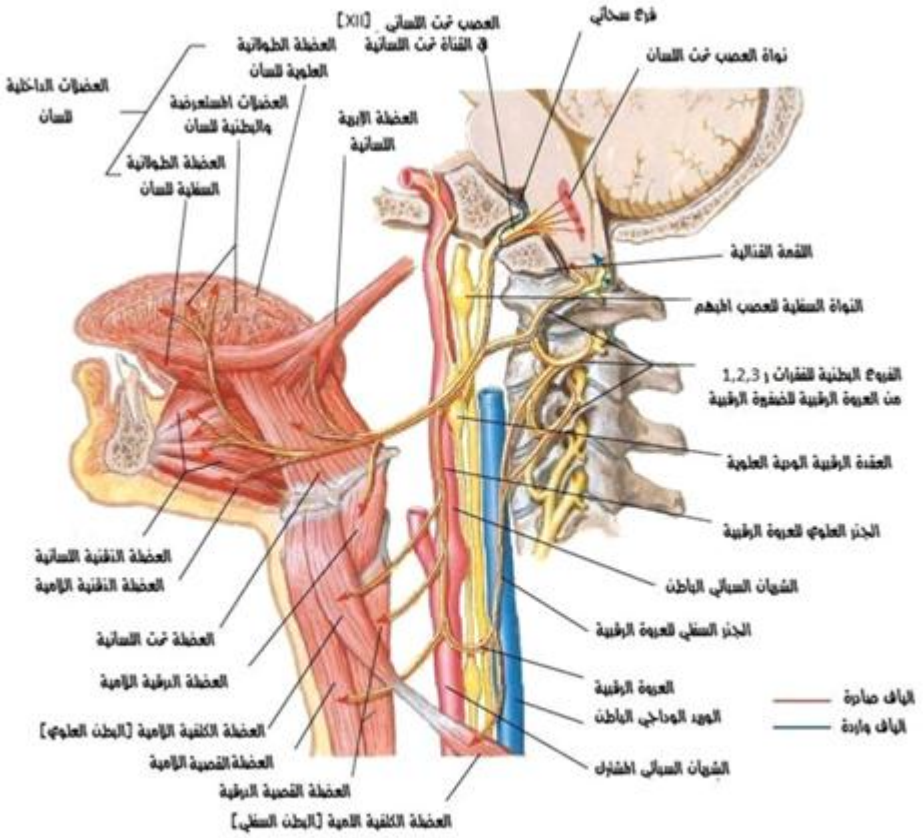
العصب اللساني البلعومي - منظر ترسيمي



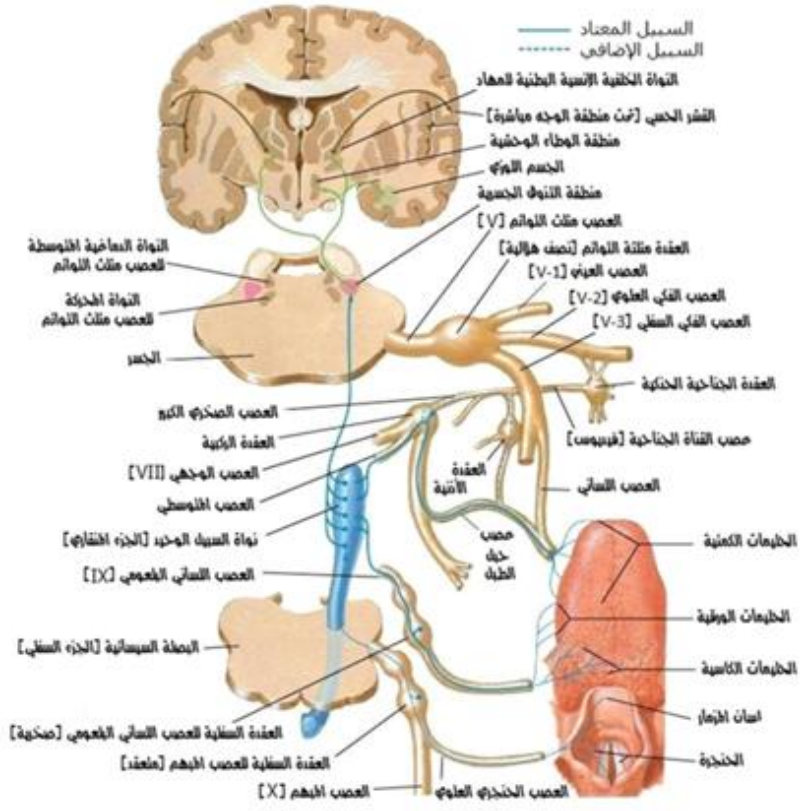
العصب المبهم (المجهول) - الأجزاء القريبة - منظر ترسيمي



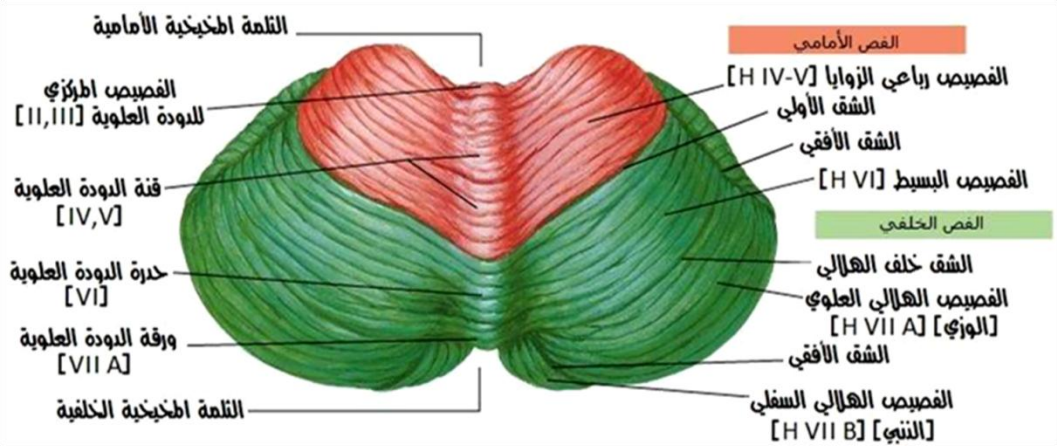
العصب اللاحق (الشوكي) - منظر ترسيمي



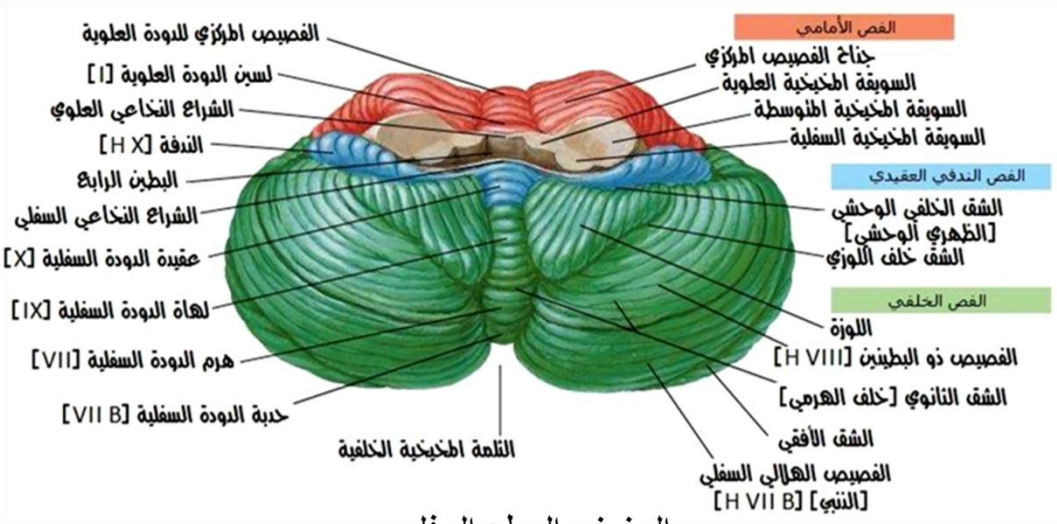
العصب تحت اللساني - منظر ترسيمي



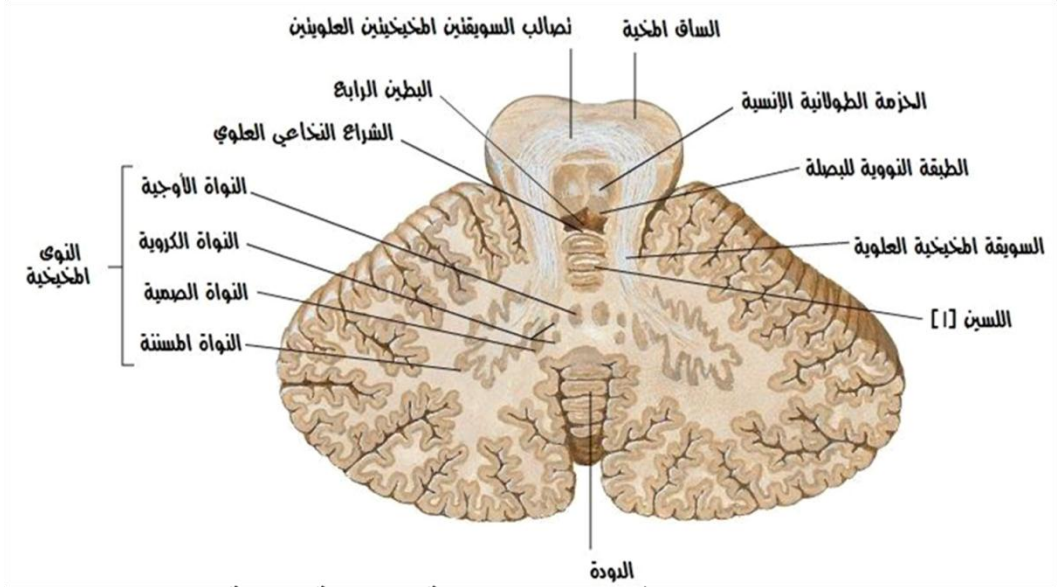
سبل الذوق



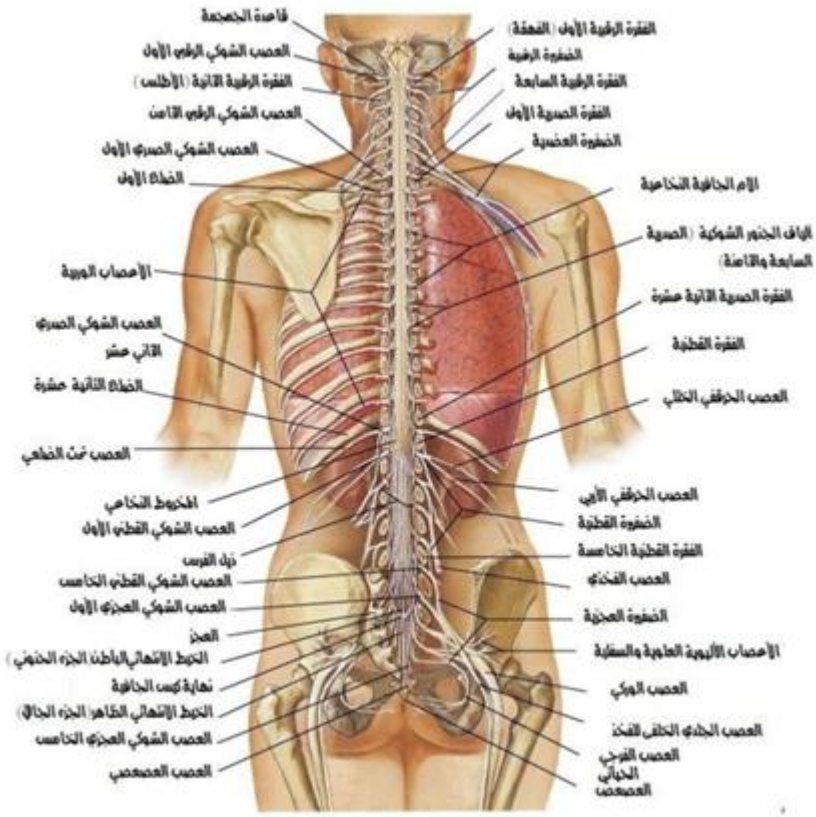
المخيخ - السطح العلوي



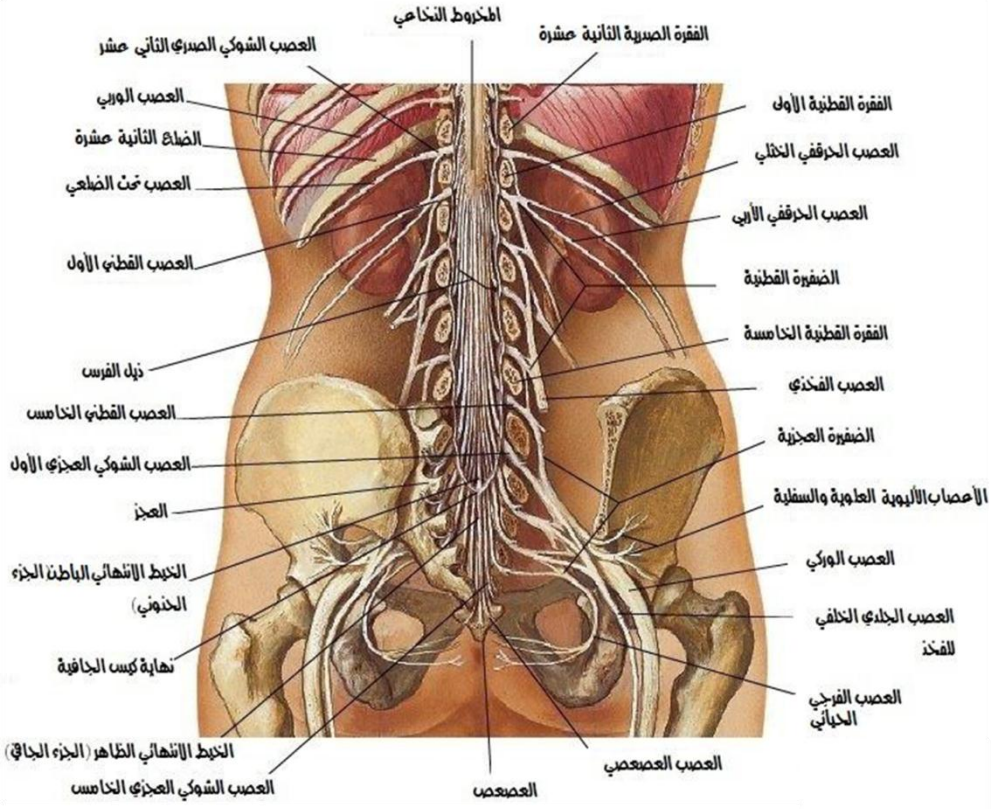
المخيخ - السطح السفلي



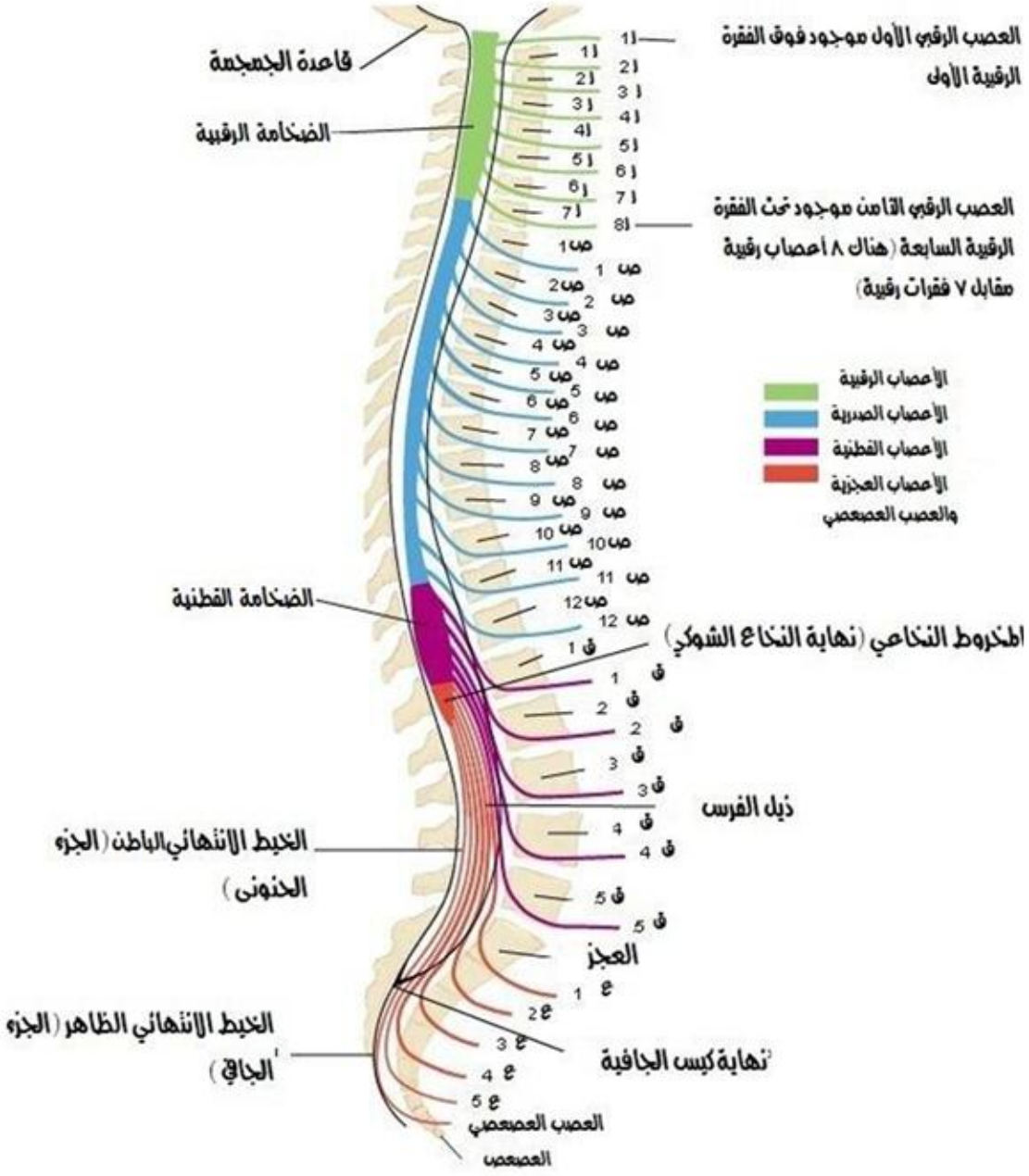
المخيخ – مقطع في مستوى السويقة المخيخية العلوية



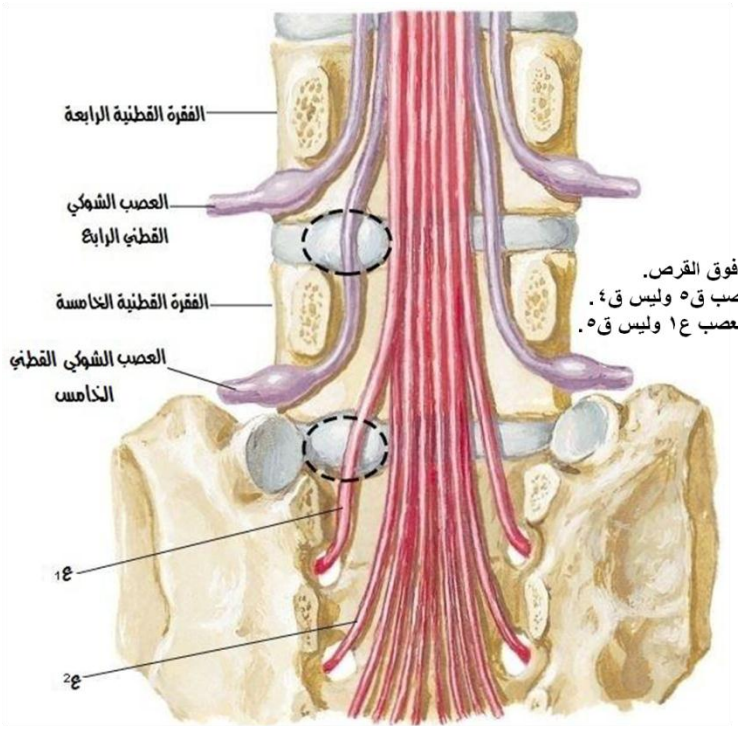
النخاع الشوكي والأعصاب الشوكية - في مكانها



النخاع الشوكي وذيل الفرس مكبر - في مكانها

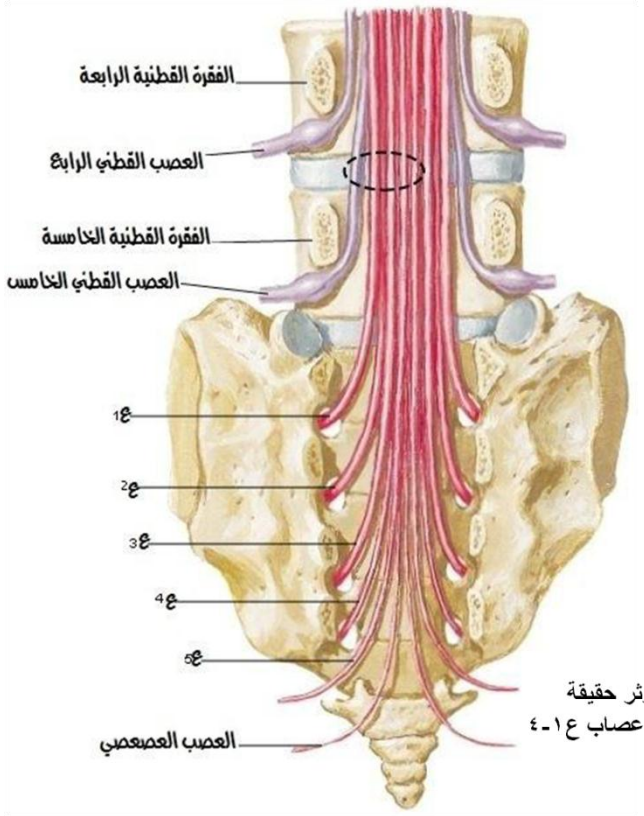


علاقات مناشئ الأعصاب الشوكية بالفقرات



تبارز الفرص الوحشي لا يؤثر دوما على العصب الذي يقع فوق القرص.
البروز الوحشي في المستوى القرص ق٤-٥ يؤثر على العصب ق٥ وليس ق٤.
البروز الوحشي في المستوى القرص ق٥-ع١ يؤثر على العصب ع١ وليس ق٥.

علاقات مناشئ الأعصاب الشوكية بالفقرات - تبارز القرص الوحشي

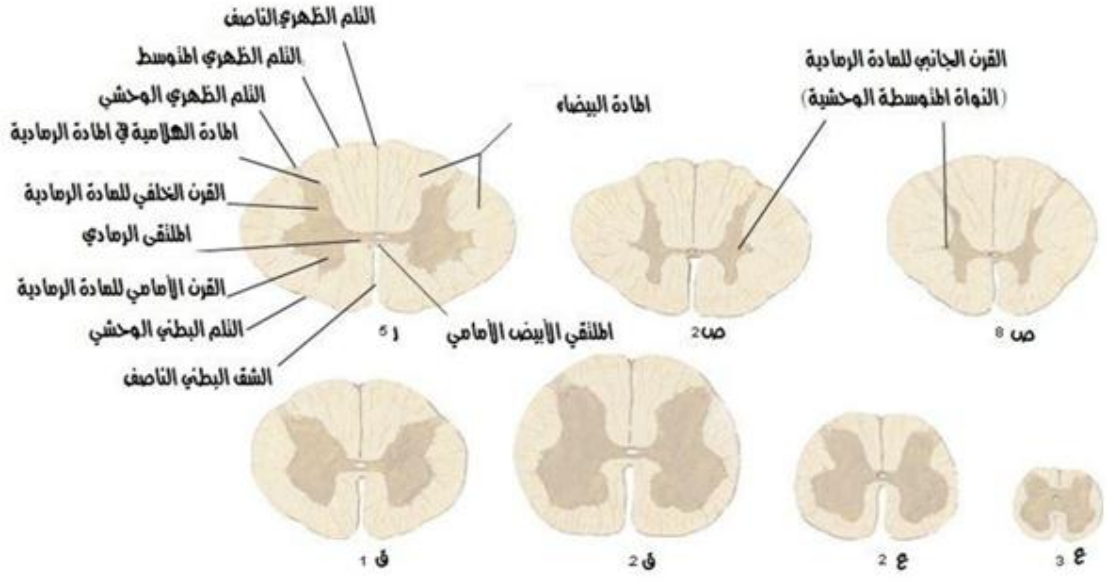


تبارز الفرص الأنسي في مستوى القرص ق٤-٥ يؤثر حقيقة في العصب ق٤ لكنه قد يؤثر في ق٥ وأحيانا في الأعصاب ع١-٤

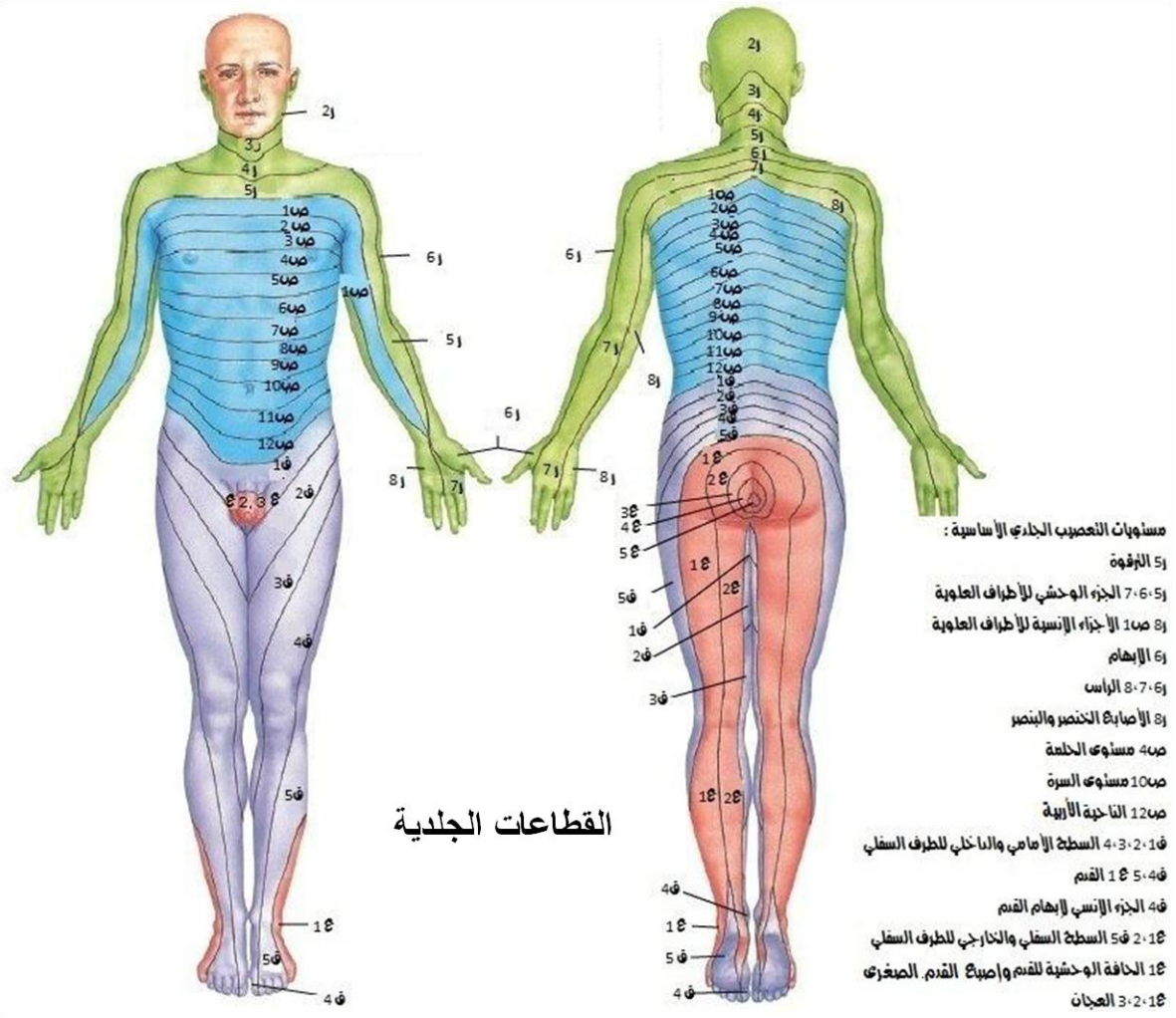
علاقات مناشئ الأعصاب الشوكية بالفقرات - تبارز القرص الأنسي

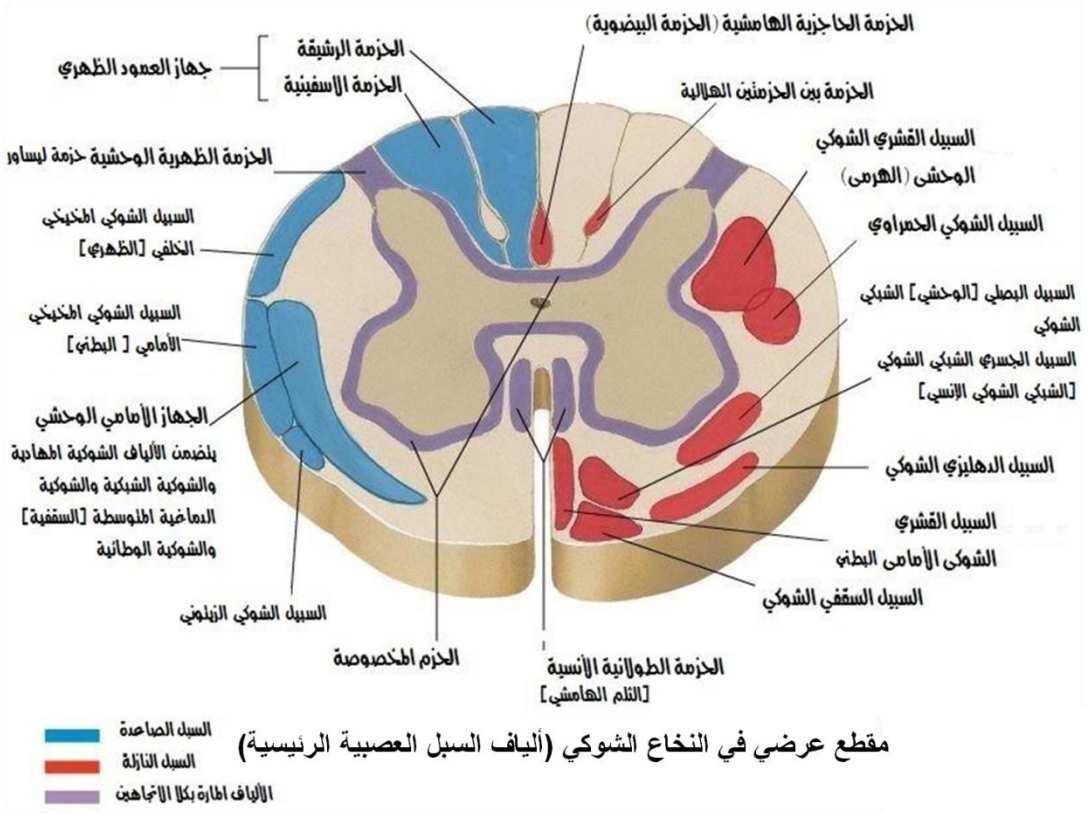
المظاهر السريرية للفلق القطني للنواة اللبية					
المنعكسات	الضمور	الضعف	الخدر	الألم	مستوى الفلق
تغيرات غير شائعة في الركبة ونفضة الكاحل ،لكن منعكس أوتار الطابض الداخلي يتناقص أو يغيب	قليل	عطف ظهري للإبهام والقدم ، صعوبة في المشي على العقب، هبوط القدم يمكن أن يحدث	وحشي الساق اول 3 أباخس	فوق الفصل العجزي الخرقفي ،الورك، وحشي الفخذ والقدم	ق3 ق4 ق5 ع القرص ق4-5 : الجذر القطني الخامس
نفضة الكاحل تناقص أو تغيب	ربلة الساق والعلبة	عطف أخمصي للإبهام والقدم يمكن أن يوجد ،صعوبة المشي على الأصابع	خلف الربلة ،العقب الوحشي ، من القدم حتى الأباخس	فوق الفصل العجزي الخرقفي ، الورك ، الجزء الوحشي المتوسط للفخذ والساق حتى العقب	القرص ق5ع1: الجذر العجزي الأول

فتق القرص بين الفقرات ق٤-ق٥ وانضغاط الجذر القطني٥ (في الأعلى)
فتق القرص بين الفقرات ق٤-ق٥ وانضغاط الجذر العجزي١ (في الأسفل)

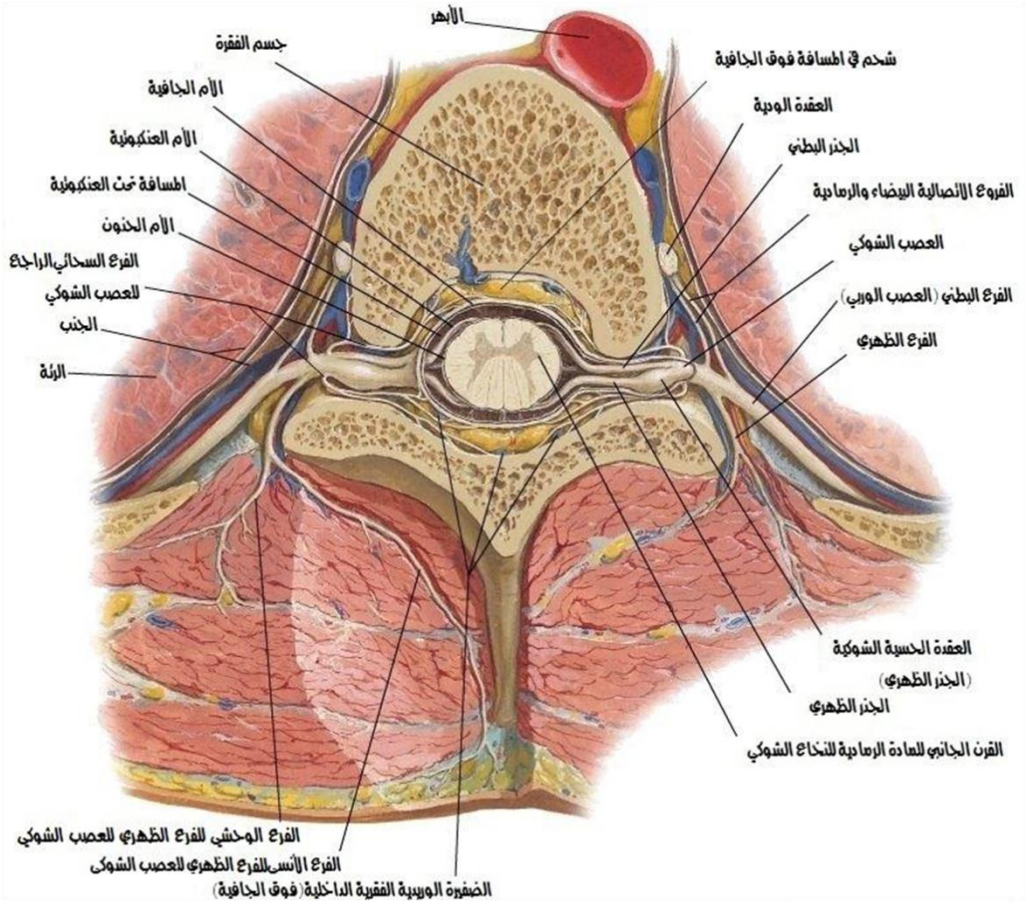


مقاطع عرضية في النخاع الشوكي في سويات مختلفة

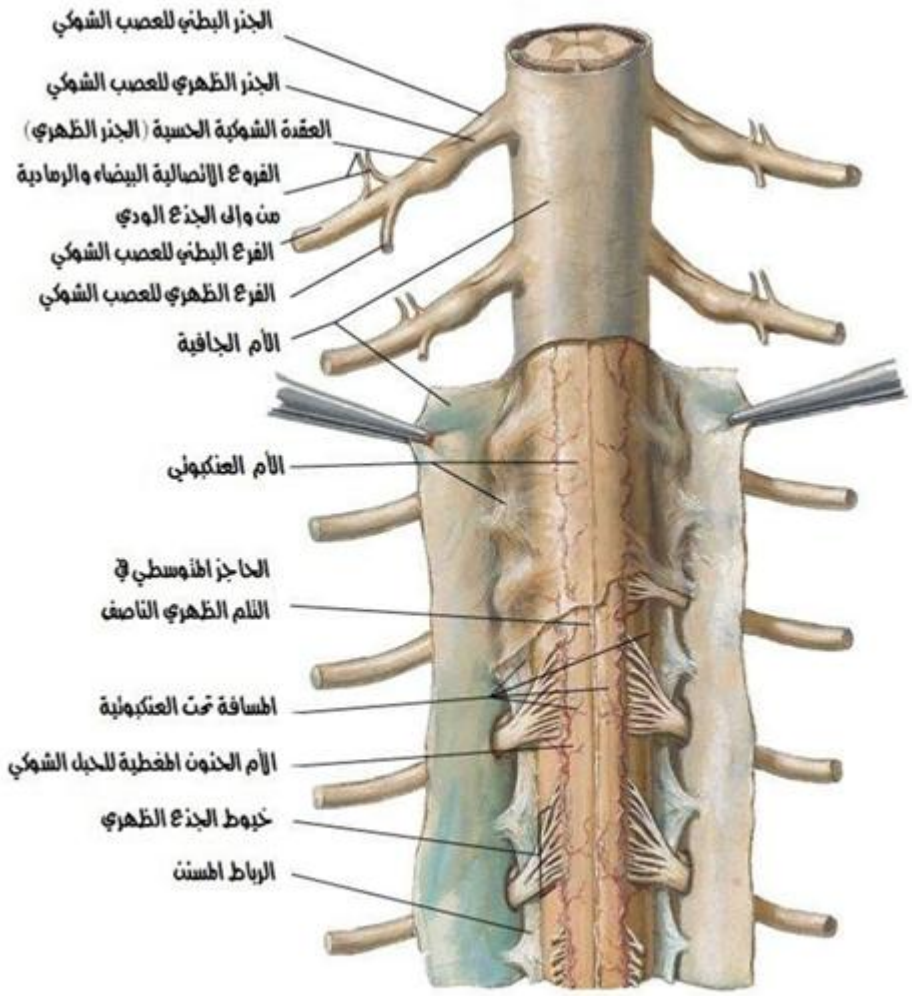

القطاعات الجلدية
مسنوبات التعصيب الجلدي الأساسية :
ر5 الزفوة
ر5، 6، 7 الجزء الوحشي للأطراف العلوية
ر1 ص8 الأجزاء الإنسية للأطراف العلوية
ر6 الإبهام
ر6، 7، 8 الرأس
ر8 الأصابع الخنصر والبنصر
ص4 مستوى الحلمة
ص10 مستوى السرة
ص12 الناحية الأربية
ف1، 2، 3، 4 السطح الأمامي والداخلي للطرف السفلي
ف4، 5 ع1 القدم
ف4 الجزء الإنسي لإبهام القدم
ع1، 2 ف5 السطح السفلي والخارجي للطرف السفلي
ع1 الحافة الوحشية للقدم وإصبع القدم الصغرى
ع1، 2، 3 العجان



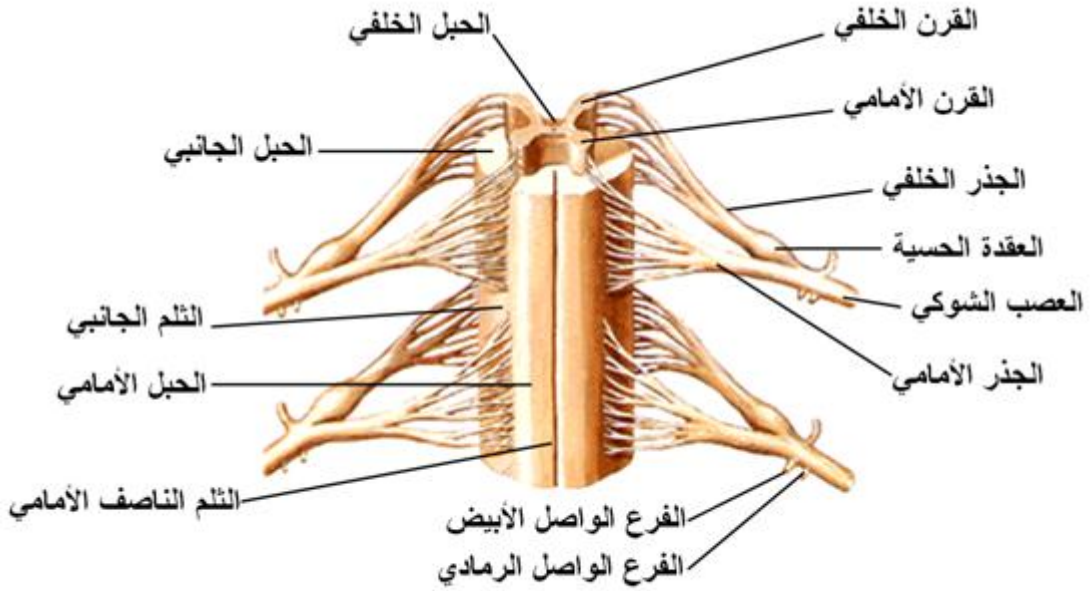
مقطع عرضي في النخاع الشوكي (ألياف السبل العصبية الرئيسية)



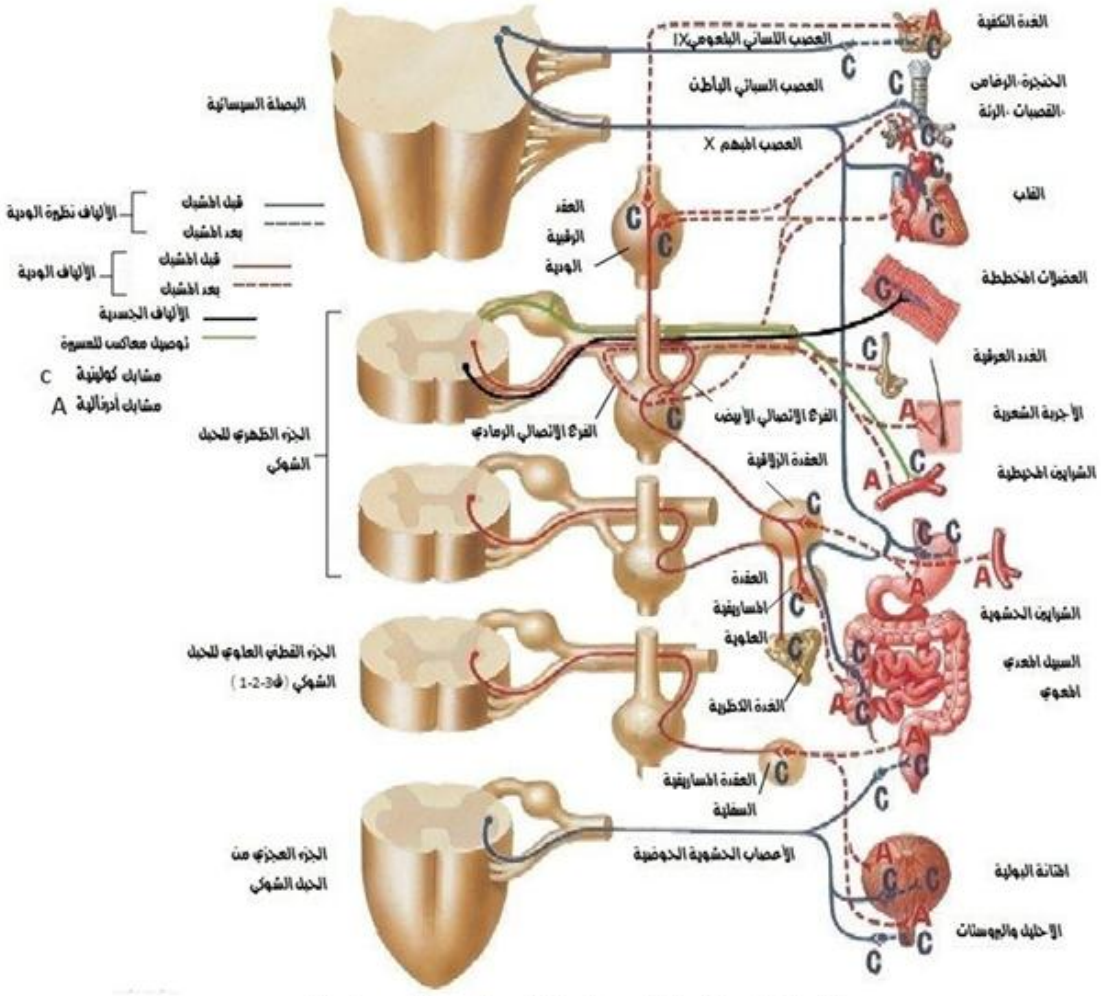
منشأ العصب الشوكي - مقطع عرضي عبر فقرة ظهرية



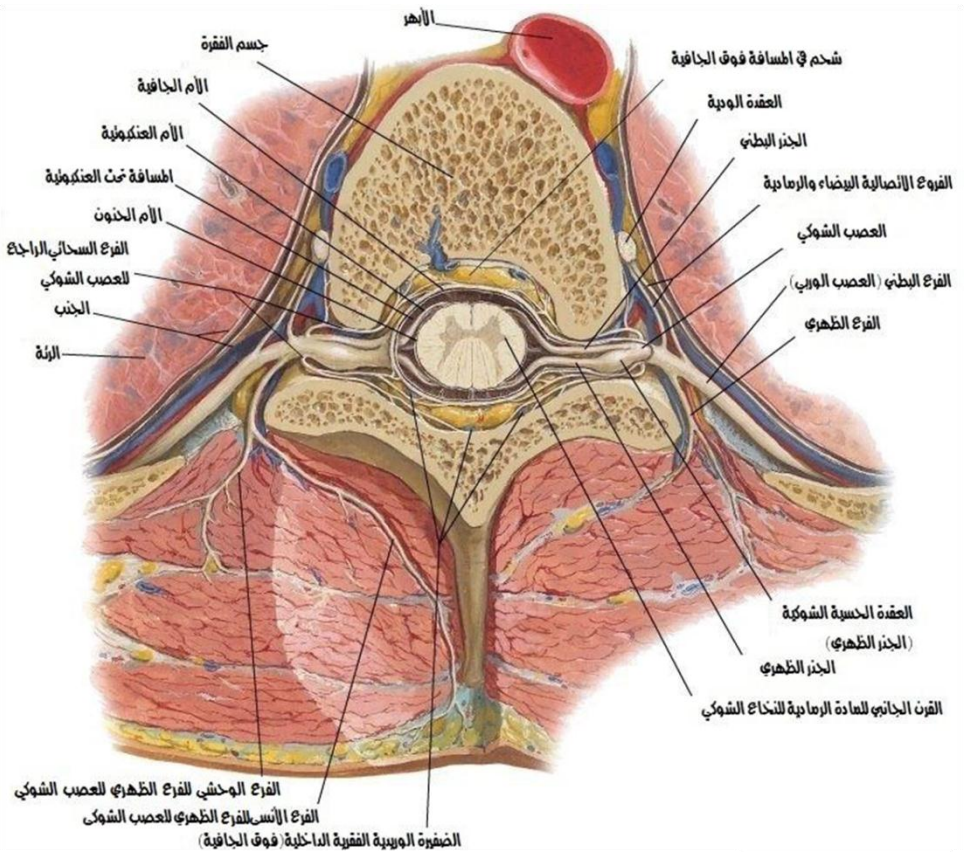
الأغلفة (الأغشية) السحائية للنخاع الشوكي والجذور العصبية - منظر خلفي



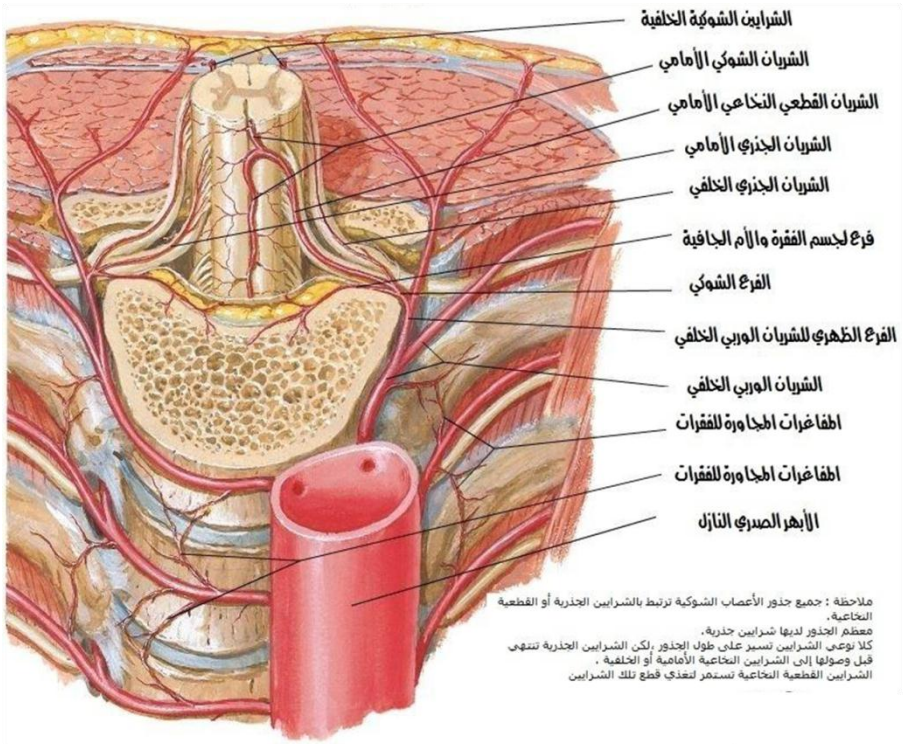
النخاع الشوكي - منظر ترسيمي مجسم



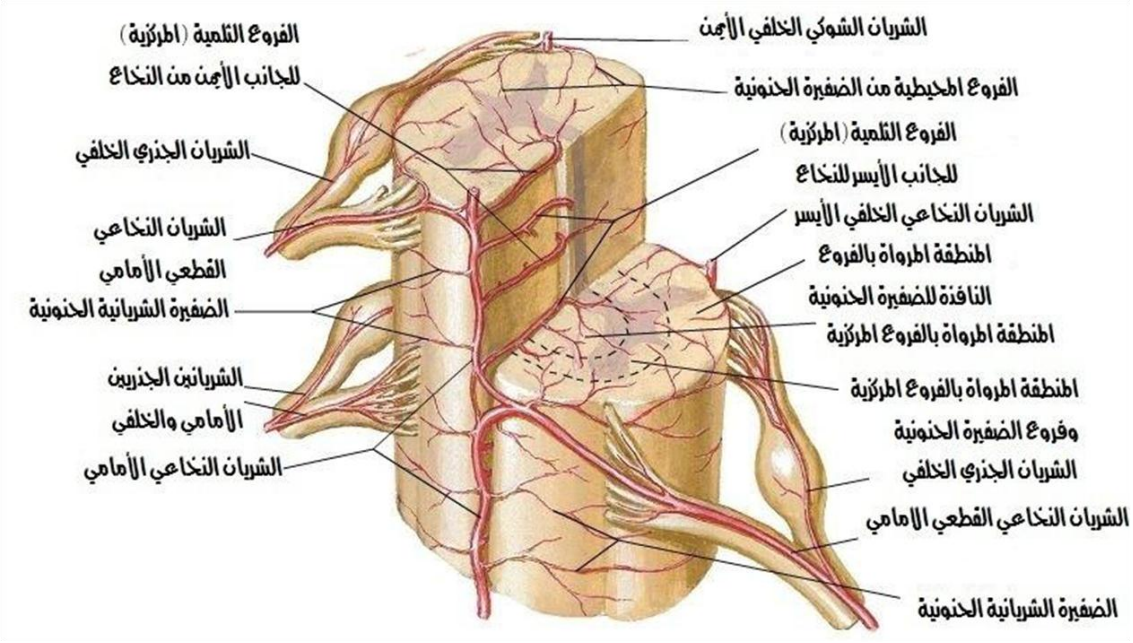
المشابك الكولينرجية والأدرينالجية - مخطط



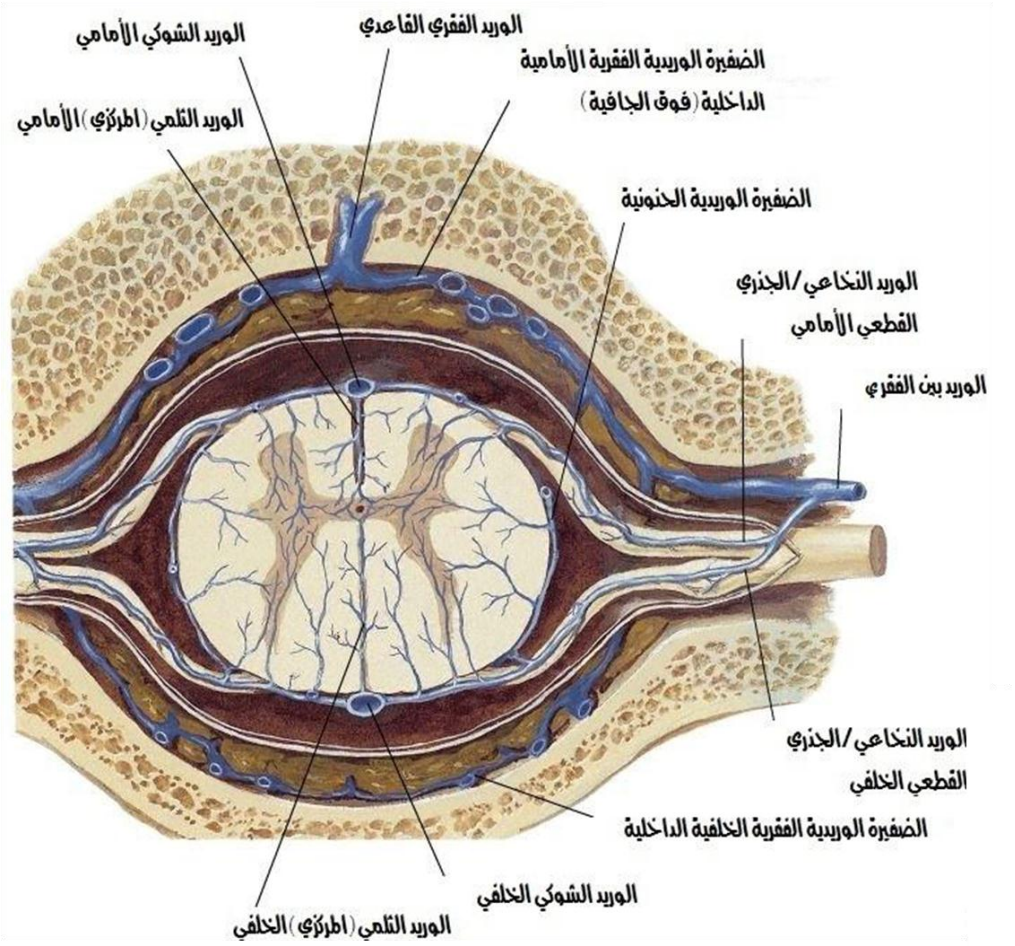
منشأ العصب الشوكي - مقطع عرضي عبر فقرة ظهرية



شرايين النخاع الشوكي - مقطع عرضي

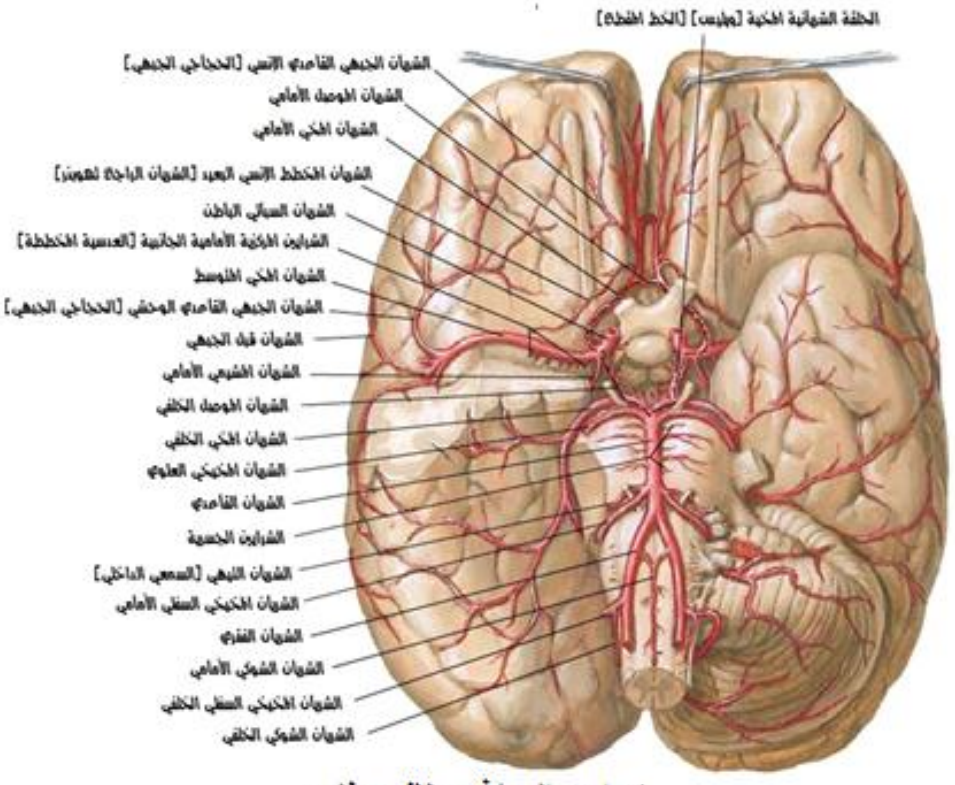


شرايين النخاع الشوكي - توزع داخلي - مخطط

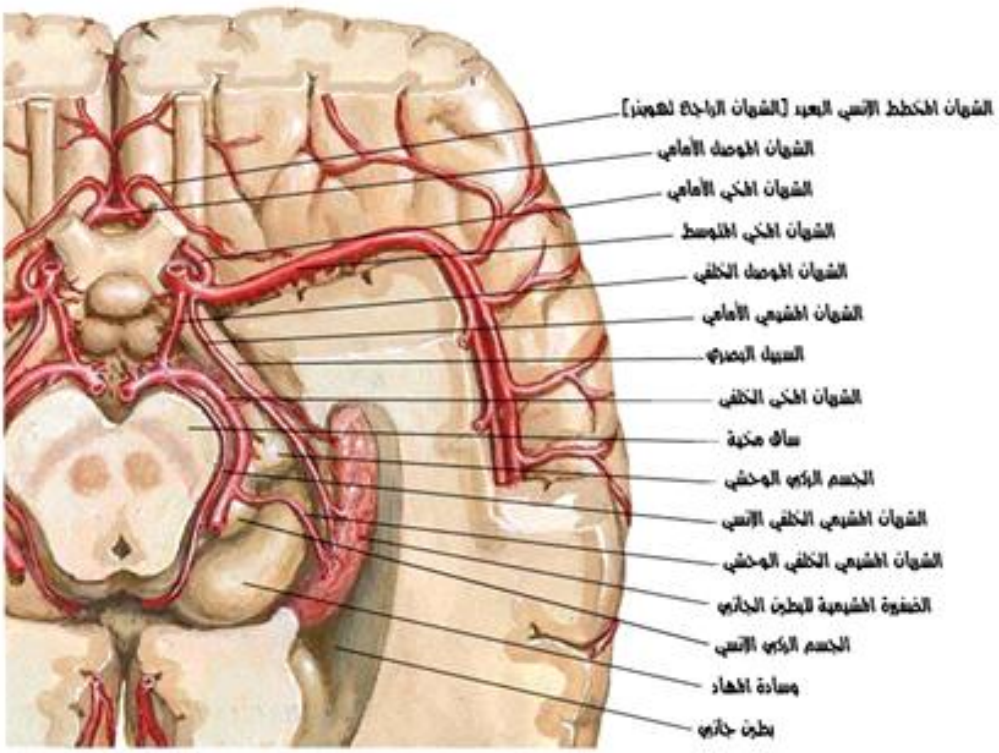


أوردة النخاع الشوكي - منظر علوي مكبر

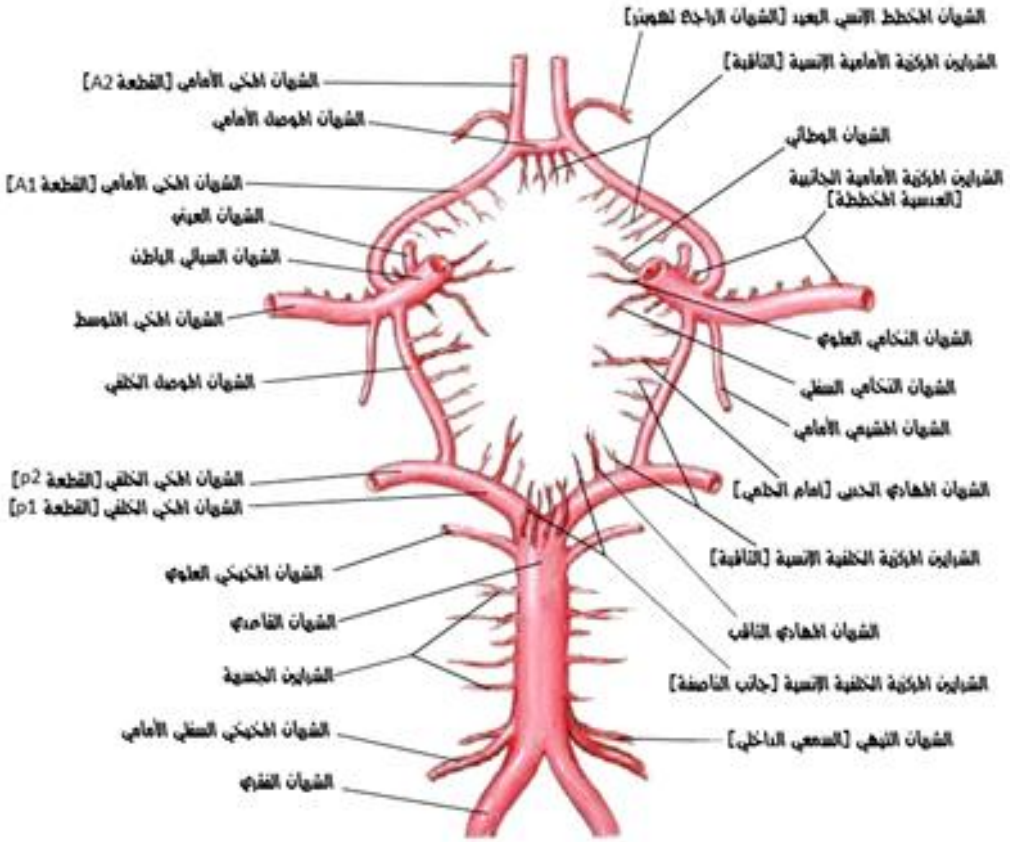
شرايين الدماغ والسحايا



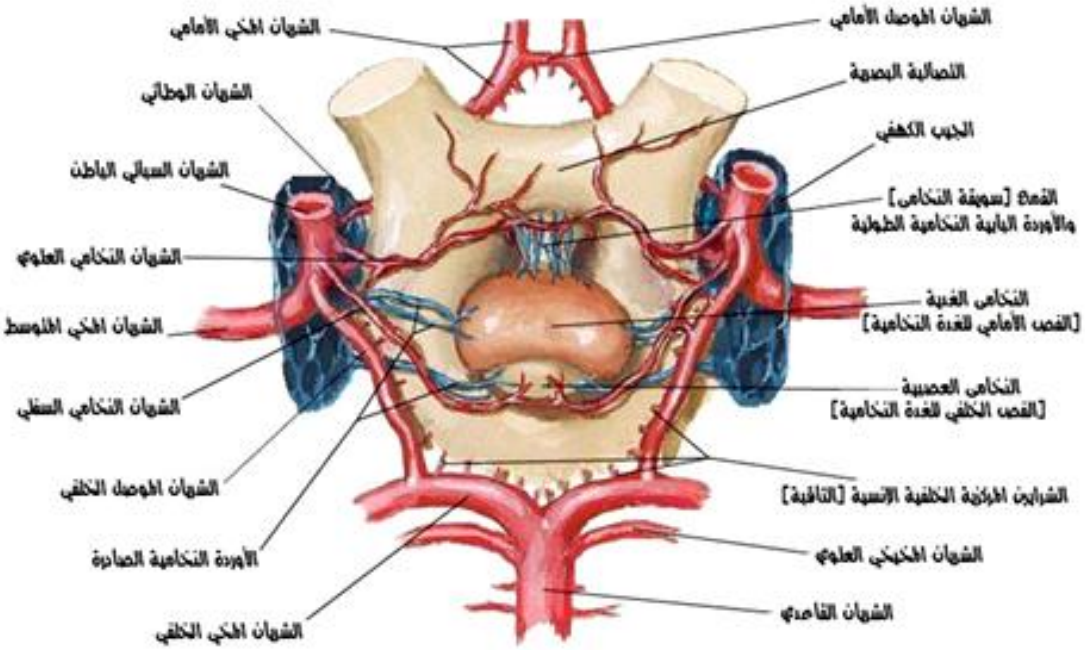
شرايين الدماغ - منظر سفلي



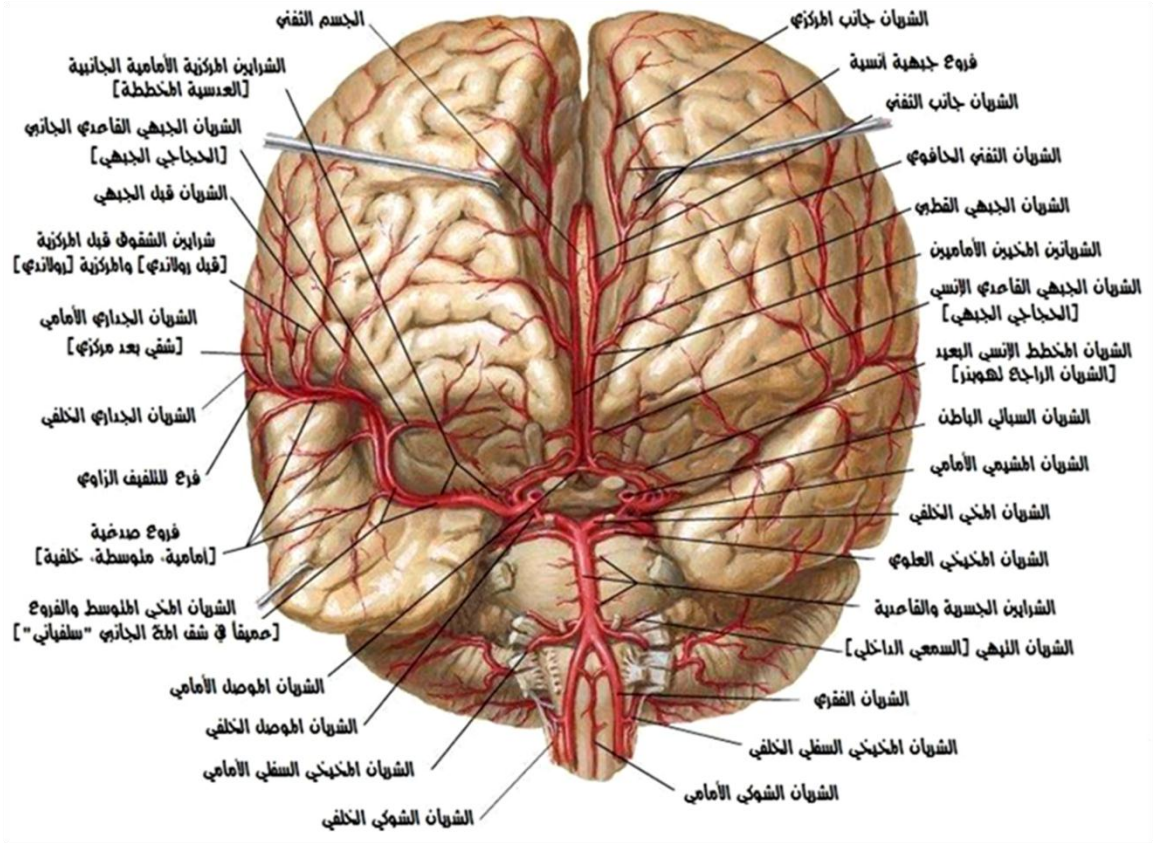
شرايين الدماغ - منظر سفلي



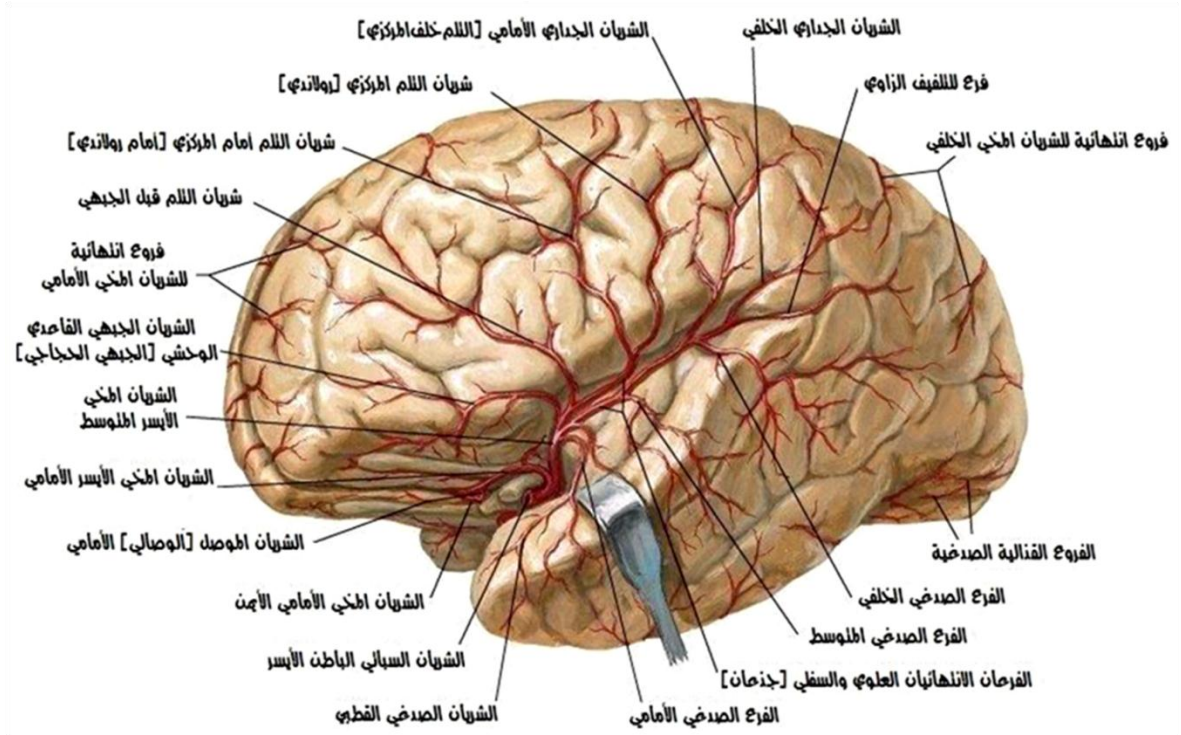
الحلقة الشريانية المخية (حلقة ويليس) - منظر سفلي



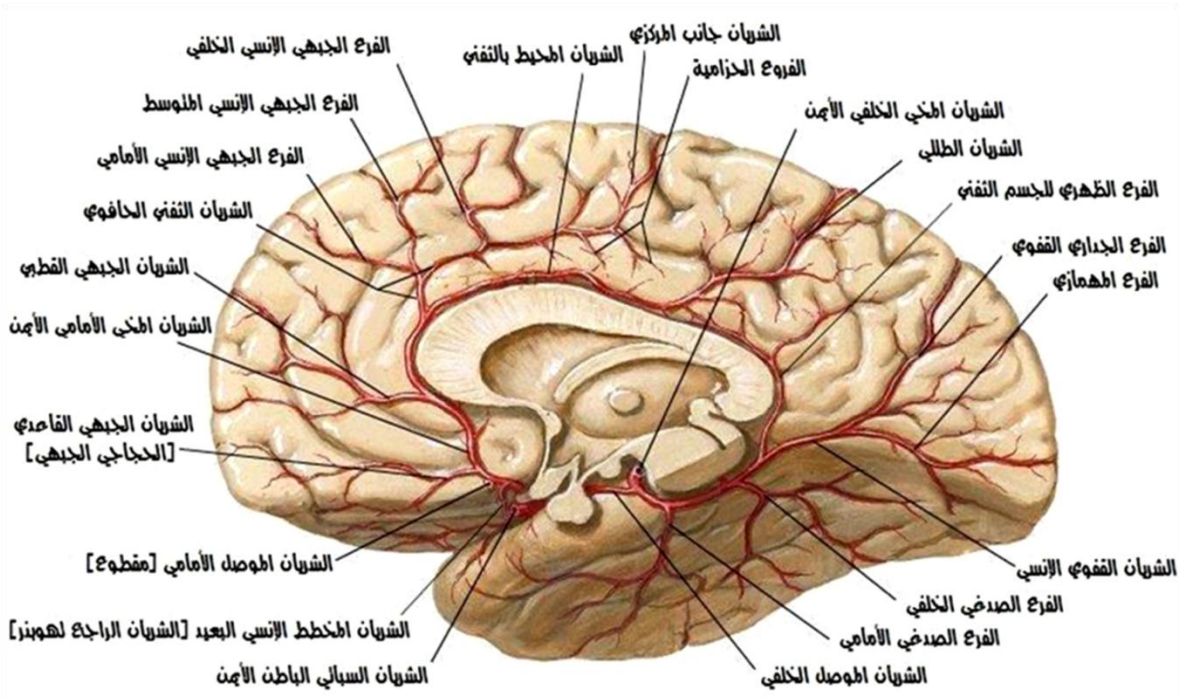
الحلقة الشريانية المخية (حلقة ويليس) - الأوعية في موضعها - منظر سفلي



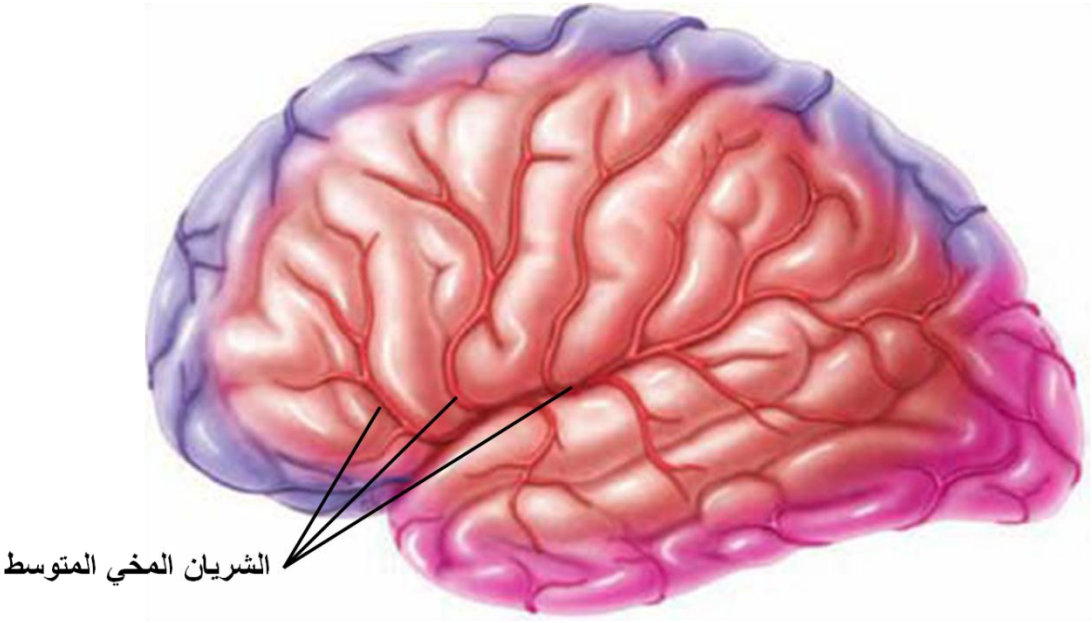
شرايين الدماغ - منظر جبهي



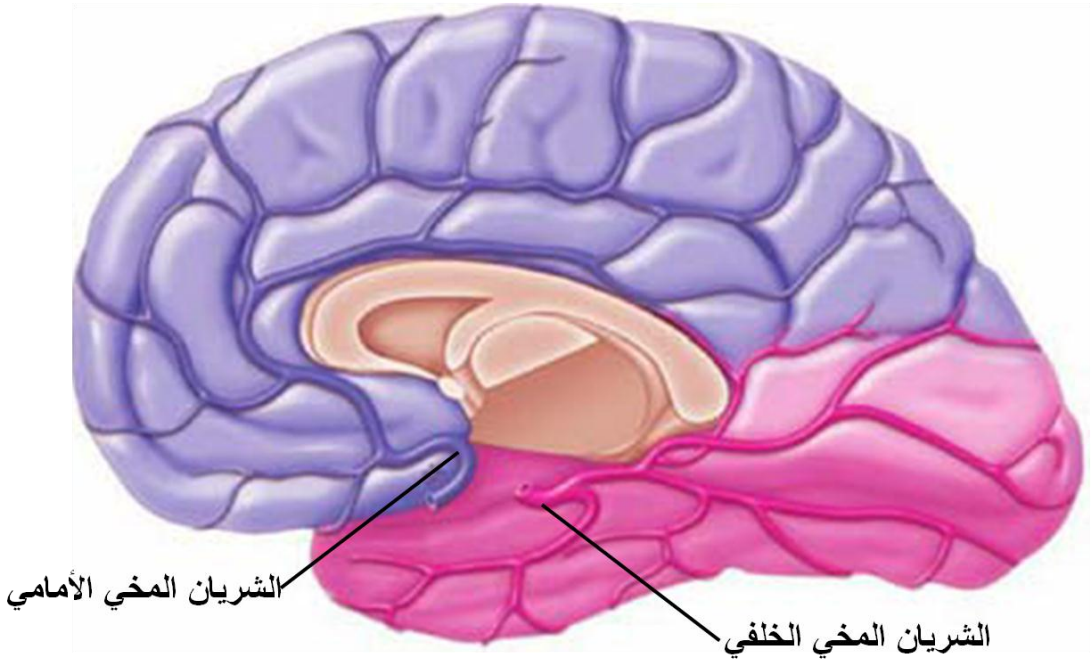
شرايين الدماغ - منظر جانبي



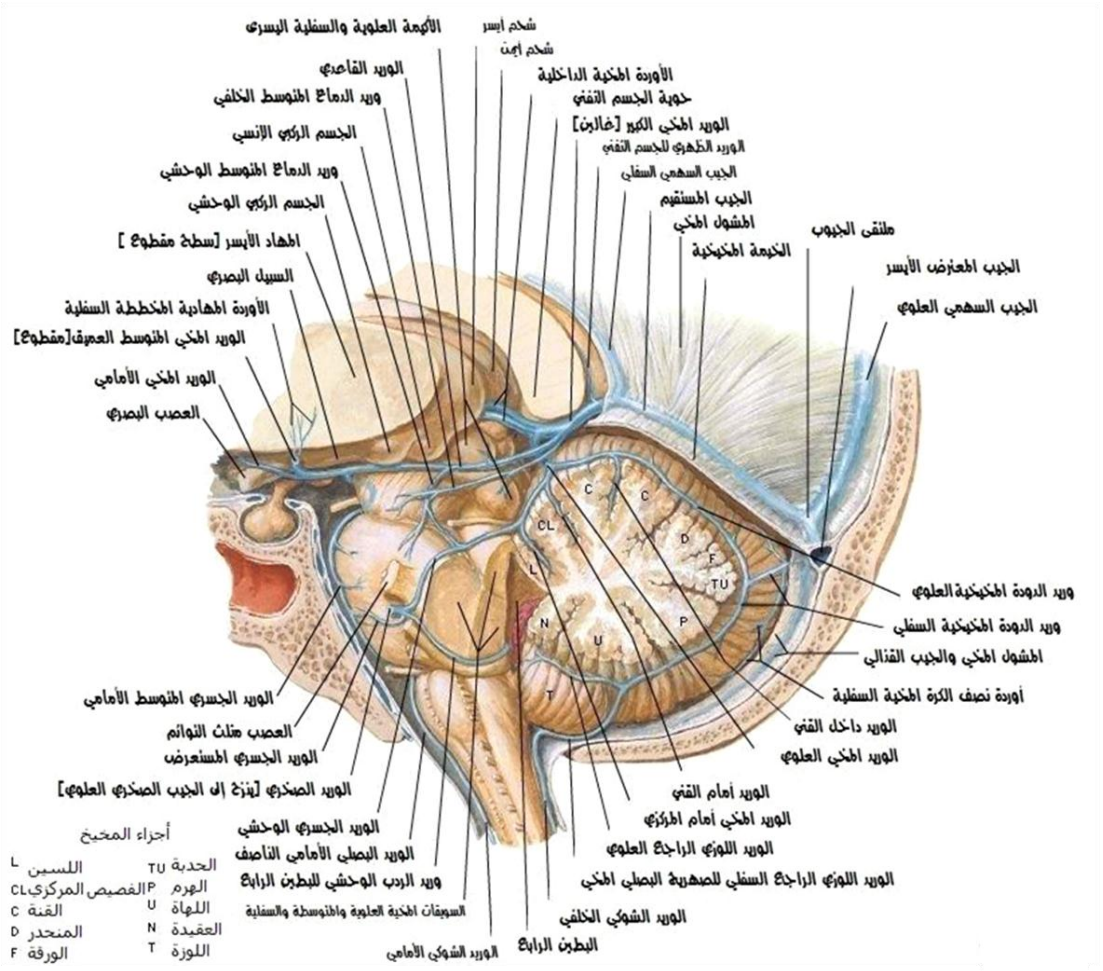
شرايين الدماغ - منظر أنسي



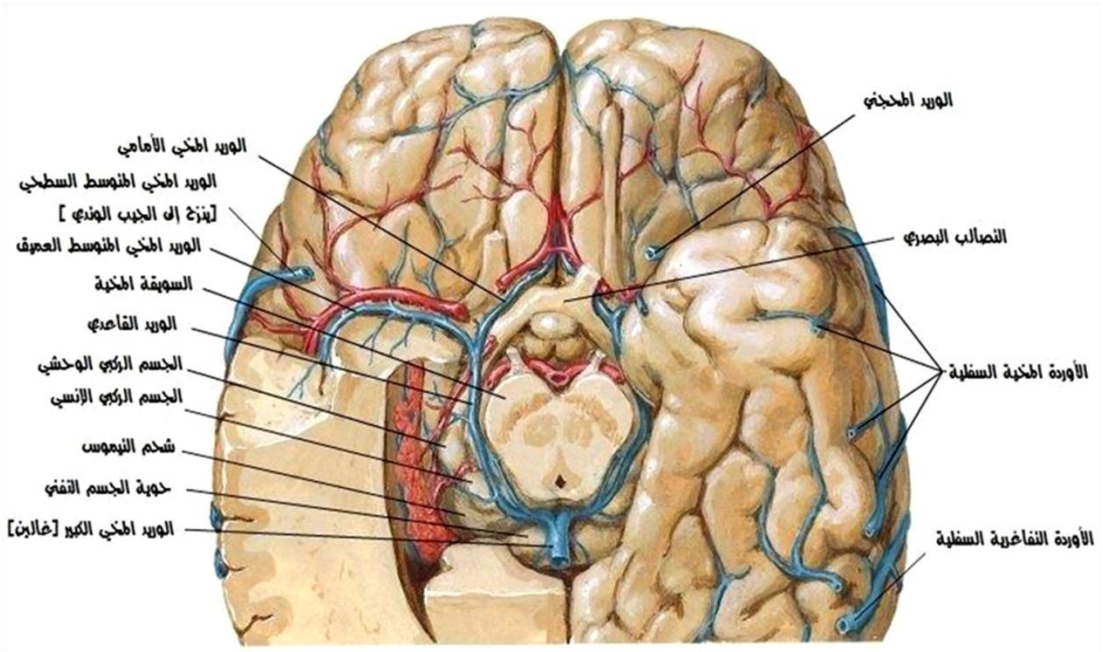
المنطقة التي يغذيها الشريان المخي المتوسط



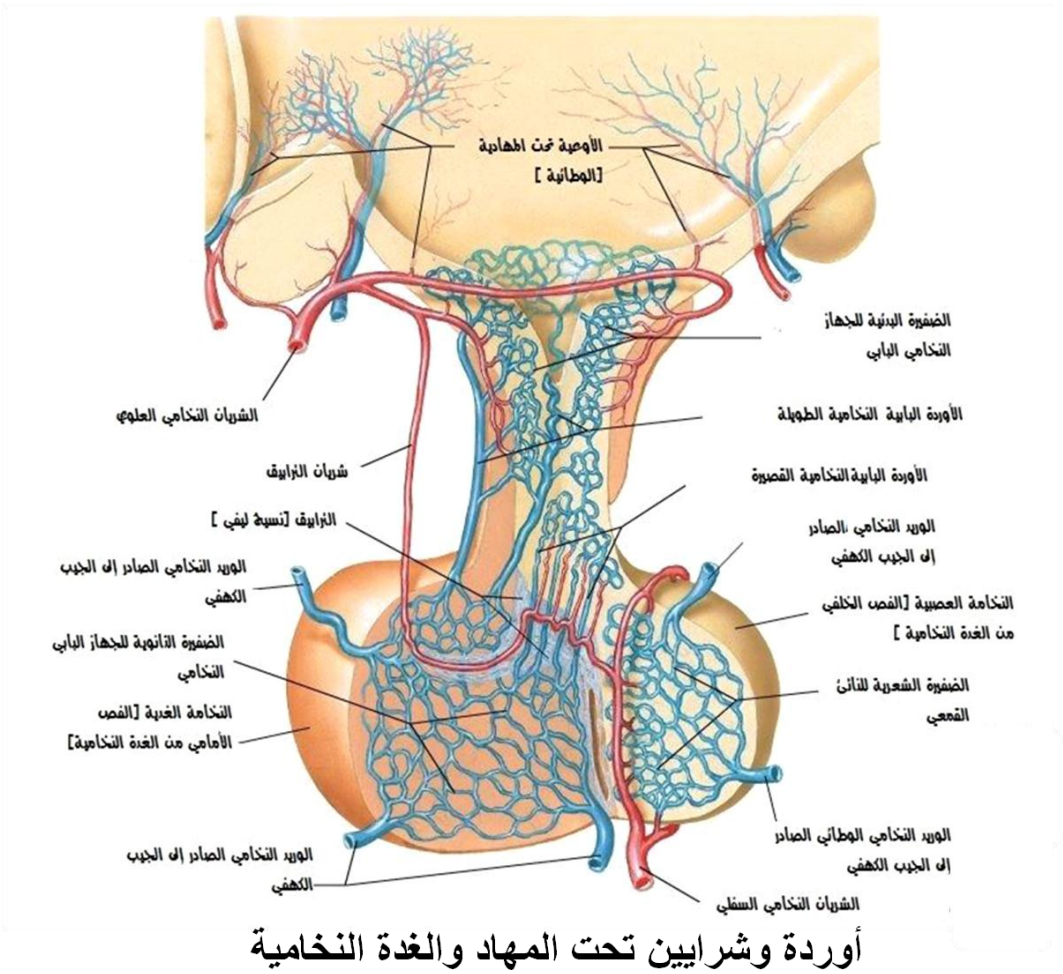
المناطق التي يغذيها الشريان المخي الأمامي والشريان المخي الخلفي



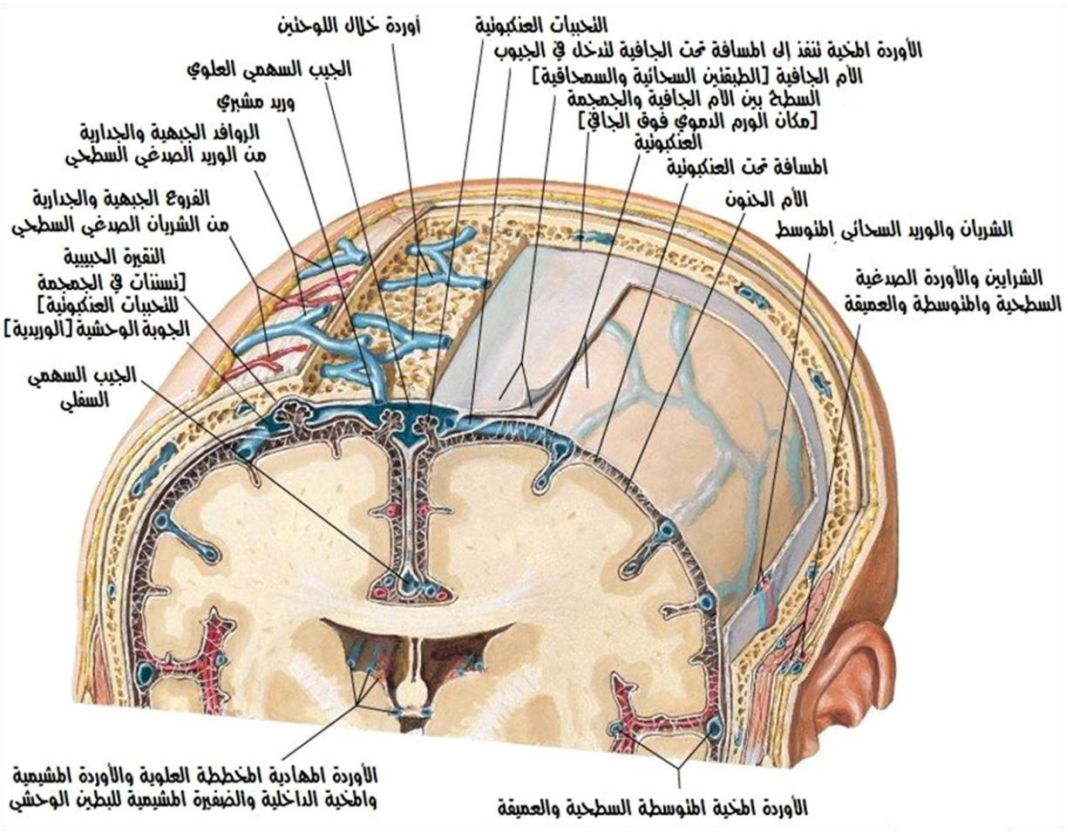
أوردة الحفرة القحفية الخلفية



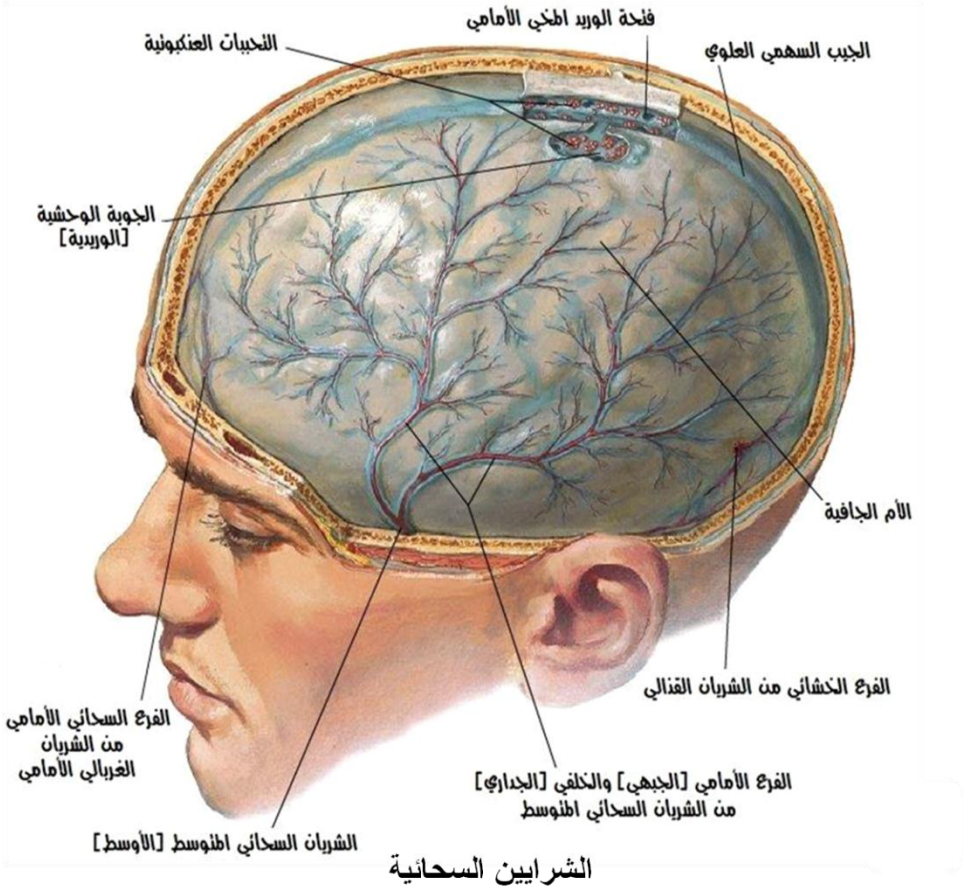
الأوردة العميقة للدماغ - مقطع - منظر سفلي



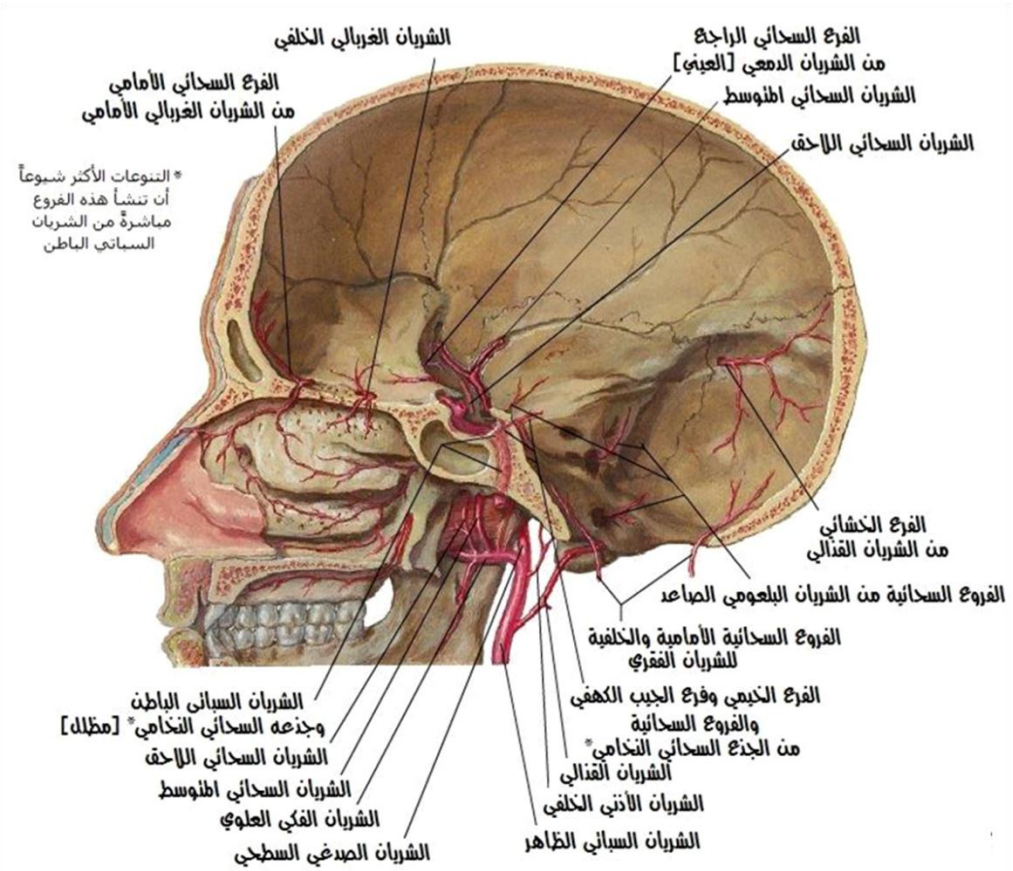
أوردة وشرايين تحت المهاد والغدة النخامية



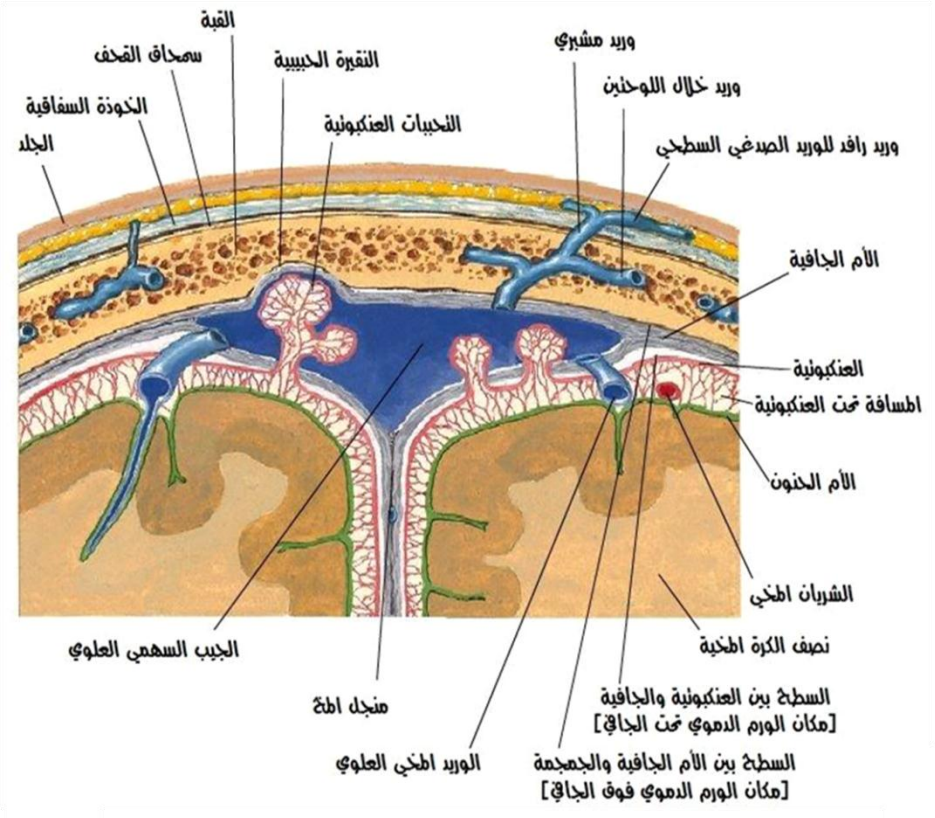
السحايا، والأوردة الخلالية (بين اللوحتين) - تشريح جبهي



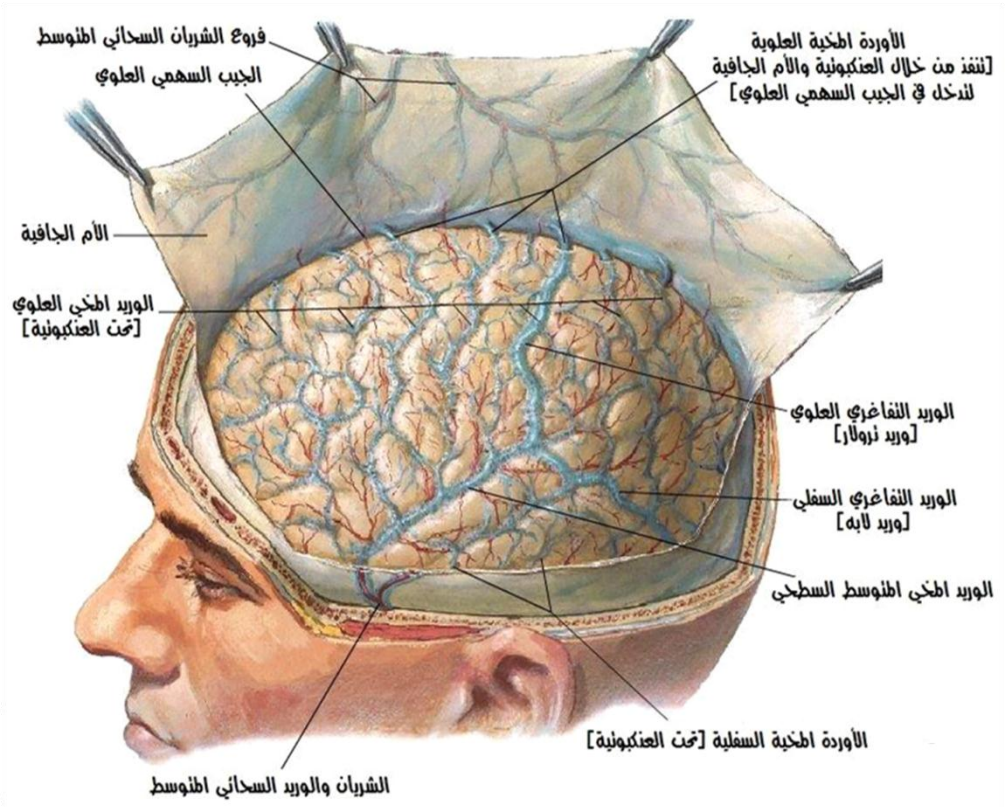
الشرايين السحائية



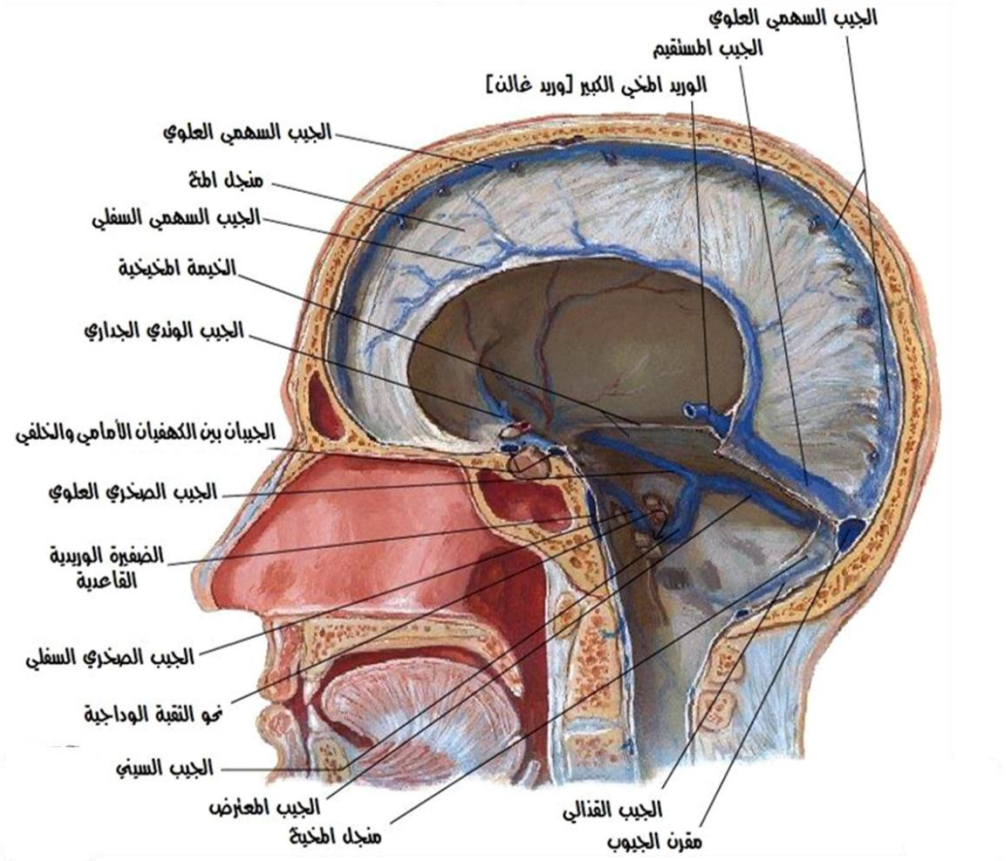
الشرايين السحائية



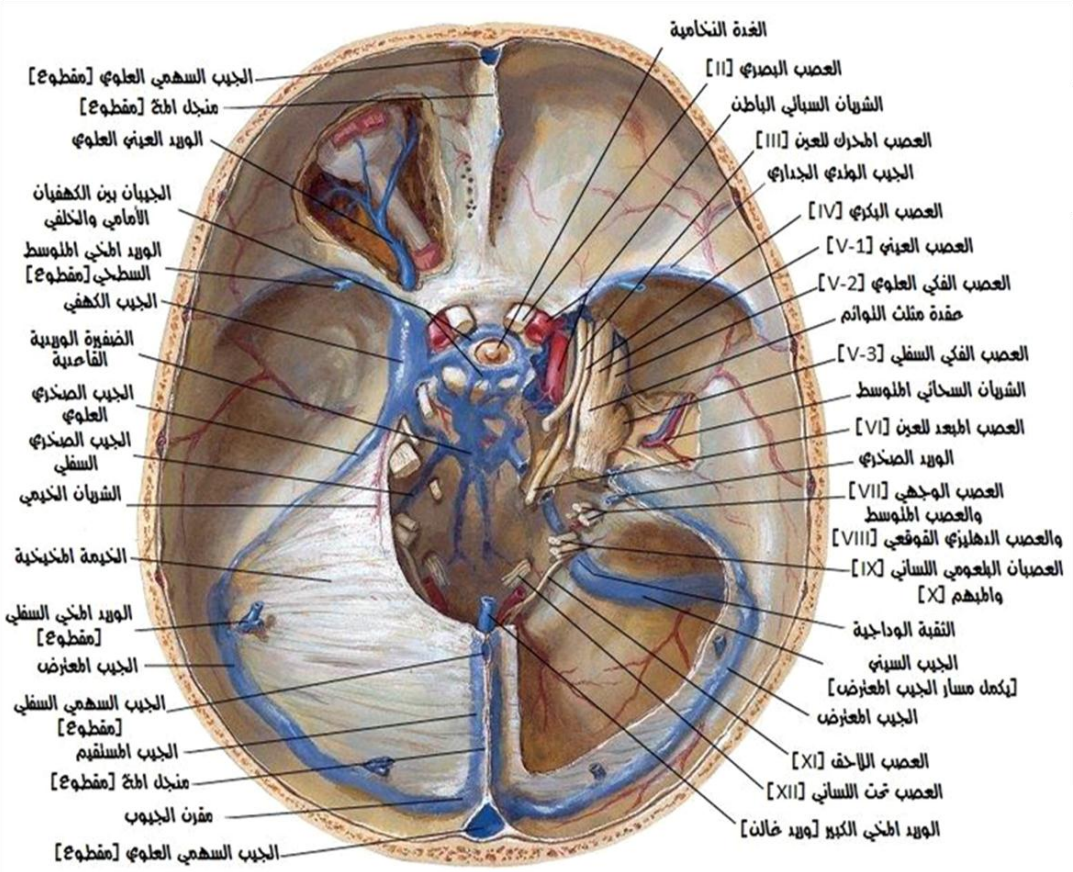
الأوردة السحائية والمخية السطحية - مقطع جبهي



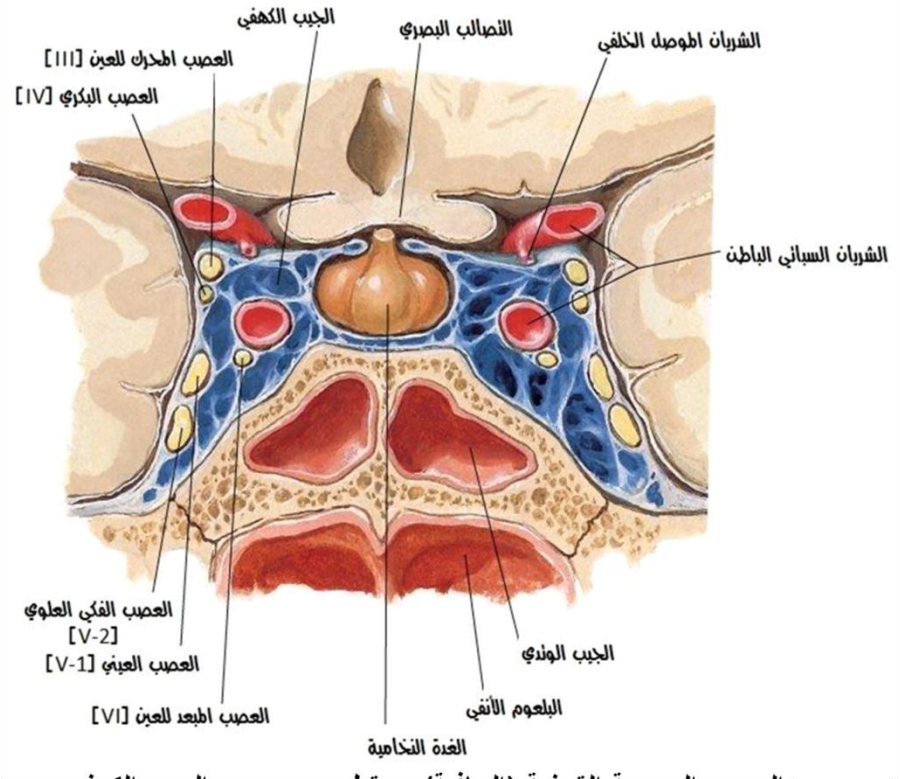
الأوردة السحائية والمخية السطحية - الأم الجافية مرفوعة



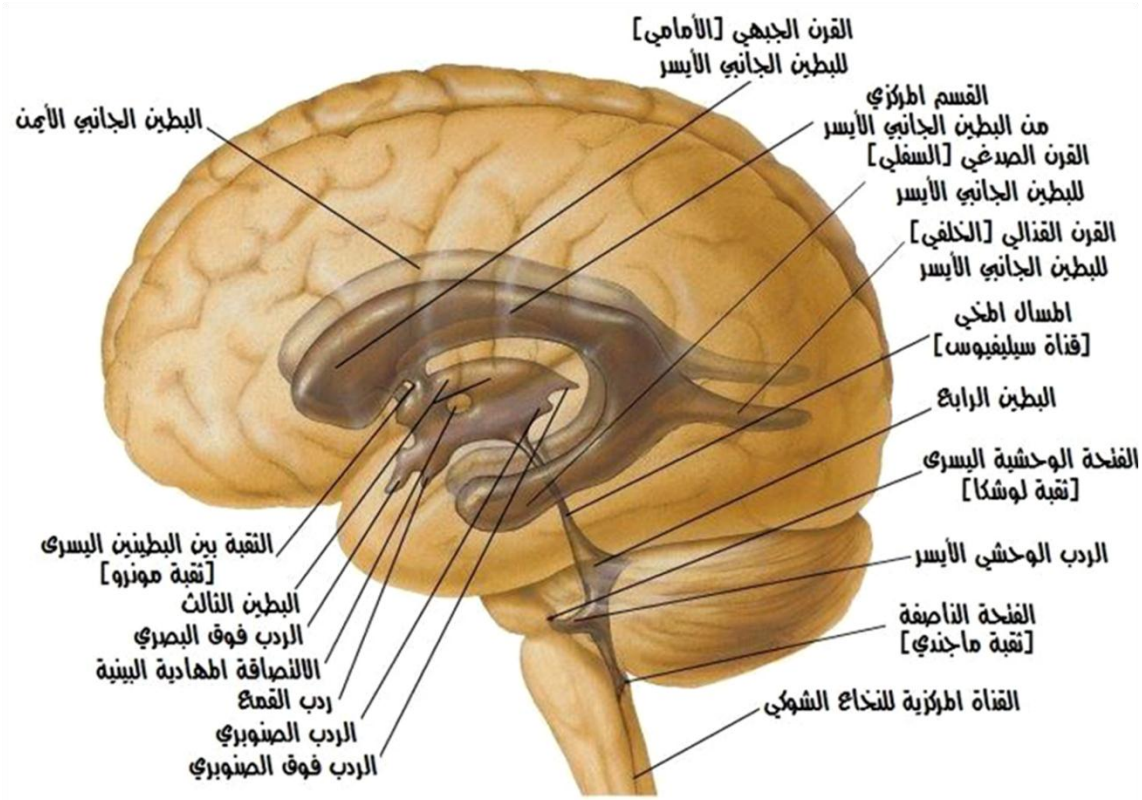
الجيوب الوريدية القحفية (جيوب الجافية) - مقطع سهمي



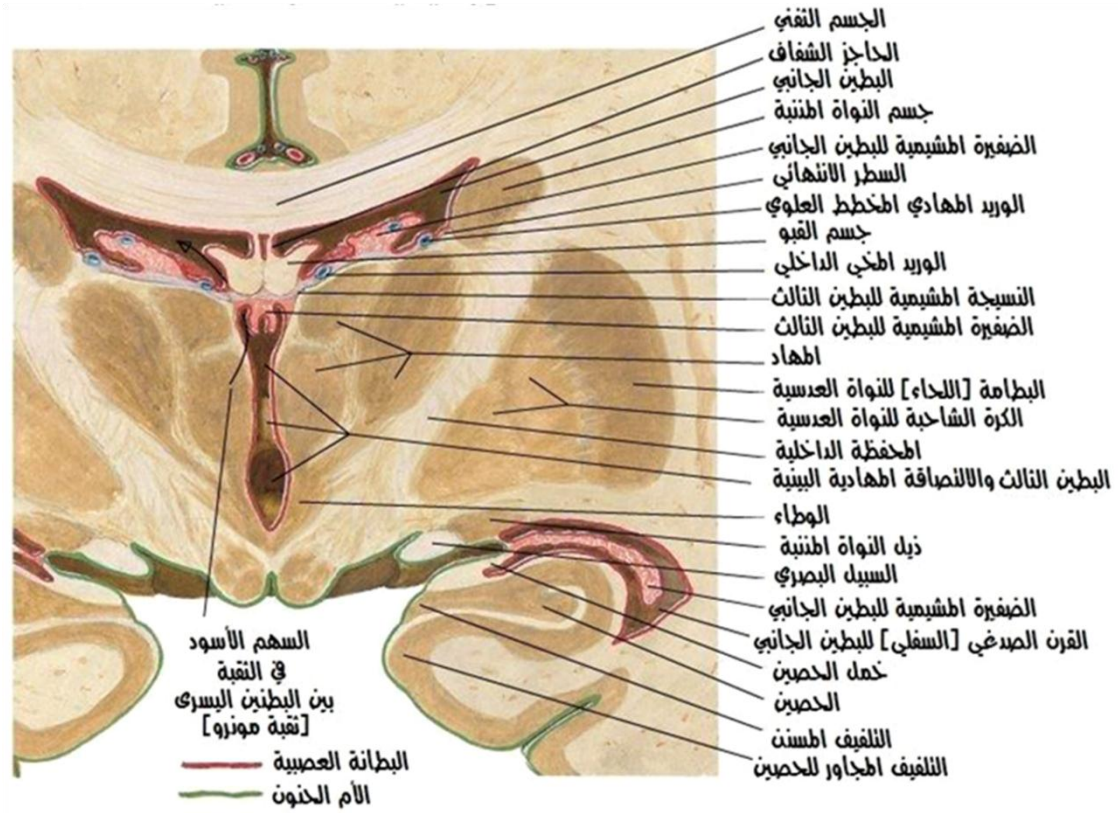
أرضية الجمجمة - منظر علوي - الجيوب الوريدية القحفية (السحائية) - الأعصاب القحفية



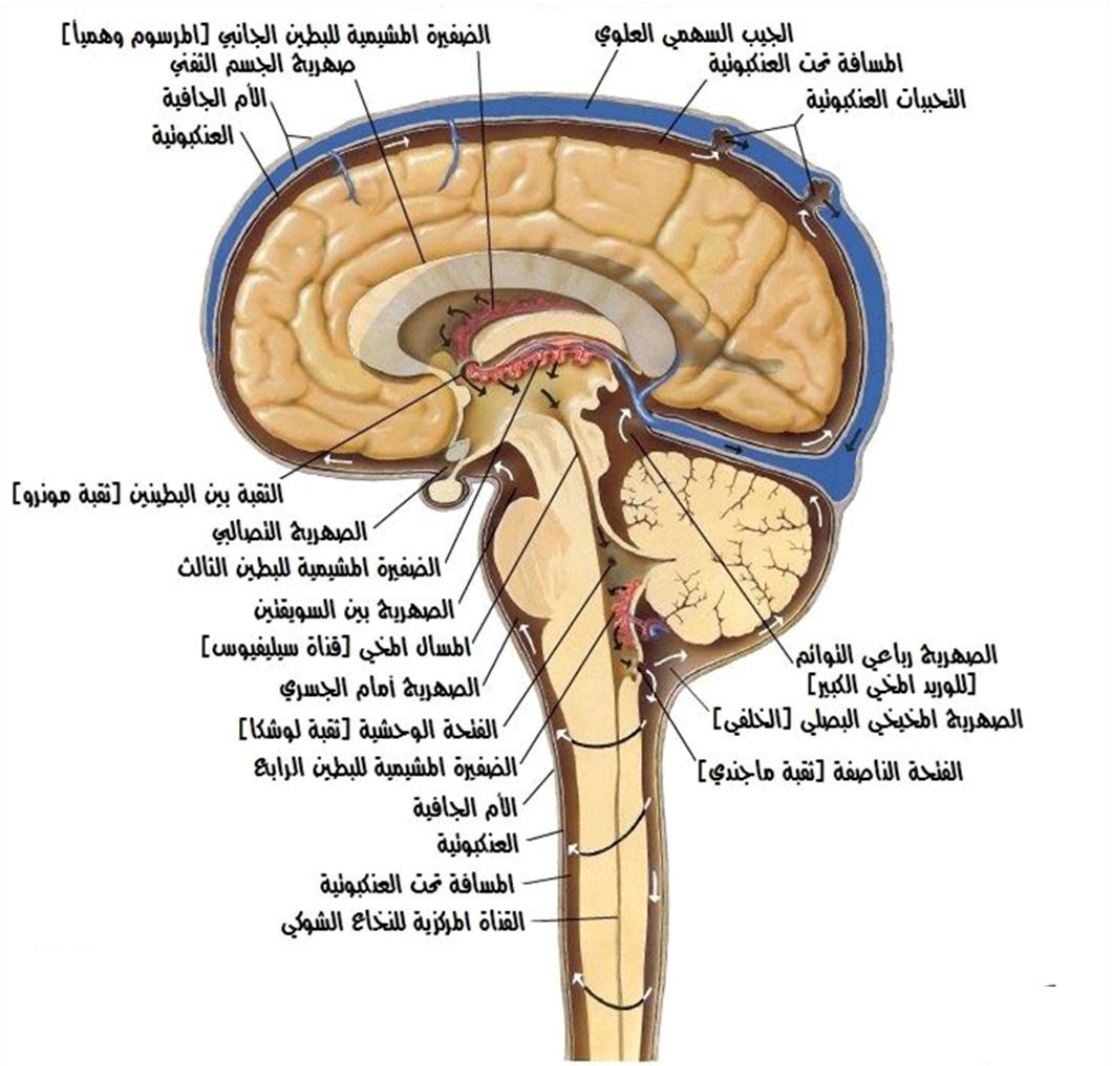
الجيوب الوريدية القحفية (الجافية) - مقطع جبهي عبر الجيب الكهفي



بطينات الدماغ - منظر ترسيمي جانبي أيسر



بطينات الدماغ - مقطع جبهي - منظر خلفي



بطينات الدماغ - الحيز تحت العنكبوتي - دوران السائل الدماغي الشوكي

الفهرس

الموضوع **الصفحة**

مدخل إلى تشريح الجهاز العصبي ٢
لمحة نسيجية ٣
لمحة جنينية ٧
جوف القحف ٨

*** الدماغ الانتهائي (نصفا الكرة المخية)** ١٢
التقسيم الوظيفي في قشرة المخ ١٨
أهم المراكز الوظيفية في القشرة المخية - الباحات القشرية ١٩
البنية الداخلية لنصفي الكرة المخية ٢٦
النوى القاعدية ٢٦
المادة البيضاء لنصف الكرة المخية ٢٩

*** الدماغ البيني** ٣٢
المهاد ٣٢
ما دون المهاد ٣٥
فوق المهاد ٣٦
الوطاء ٣٧

*** جذع الدماغ** ٤١
البصلة السيسائية (النخاع المتطاول) ٤١
الجسر (الحدبة) ٤٥
الدماغ المتوسط ٤٧

*** الأعصاب القحفية داخل القحف - نوى الأعصاب القحفية واتصالاتها** ... ٥٢
التصنيف الوظيفي للأعصاب القحفية ٥٢
النوى الحركية للأعصاب القحفية ٥٢
النوى الحسية للأعصاب القحفية ٥٣
الأعصاب القحفية ٥٤

*** المخيخ** ٦٩
بنية القشرة المخيخية ٧٠
النوى داخل المخيخ ٧٠
المادة البيضاء في المخيخ ٧١

الموضوع **الصفحة**

السويقات المخيخية ٧١
الألياف الواردة إلى المخيخ ٧١
الألياف الصادرة عن المخيخ ٧٣

*** النخاع الشوكي** ٧٦
الموقع والمظهر الخارجي ٧٦
المادة السنجابية في النخاع الشوكي ٧٧
المادة البيضاء في النخاع الشوكي ٧٨
الأعصاب الشوكية ٨١

*** السبل (الطرق) العصبية الصاعدة والنازلة** ٨٤
السبل الصاعدة ٨٤
السبل النازلة ٨٨

*** الجملة العصبية الذاتية (المستقلة)** ٩١

*** التروية الدموية للدماغ والنخاع الشوكي** ٩٤
الشرايين الدماغية ٩٤
الأوردة الدماغية ٩٧
شرايين النخاع الشوكي ٩٩
أوردة النخاع الشوكي ١٠٠

*** سحايا الدماغ والنخاع الشوكي** ١٠١
سحايا الدماغ ١٠١
سحايا النخاع الشوكي ١٠٥

*** الجهاز البطيني - السائل الدماغي الشوكي - الحاجز الدموي الدماغي** ١٠٧
الجهاز البطيني ١٠٧
السائل الدماغي الشوكي ١١١
الحاجز الدموي الدماغي ١١٣

*** صور توضيحية لتشريح الجهاز العصبي المركزي** ١١٤