

فيزيولوجيا الجهاز العصبي

د. ماجد موسى

- يعتبر الجهاز العصبي من أكثر أجهزة الكائن الحي تعقيداً, ويلعب دوراً هاماً وأساسياً في حياة الكائن الحي.

• دور الجهاز العصبي في حياة الكائن الحي:

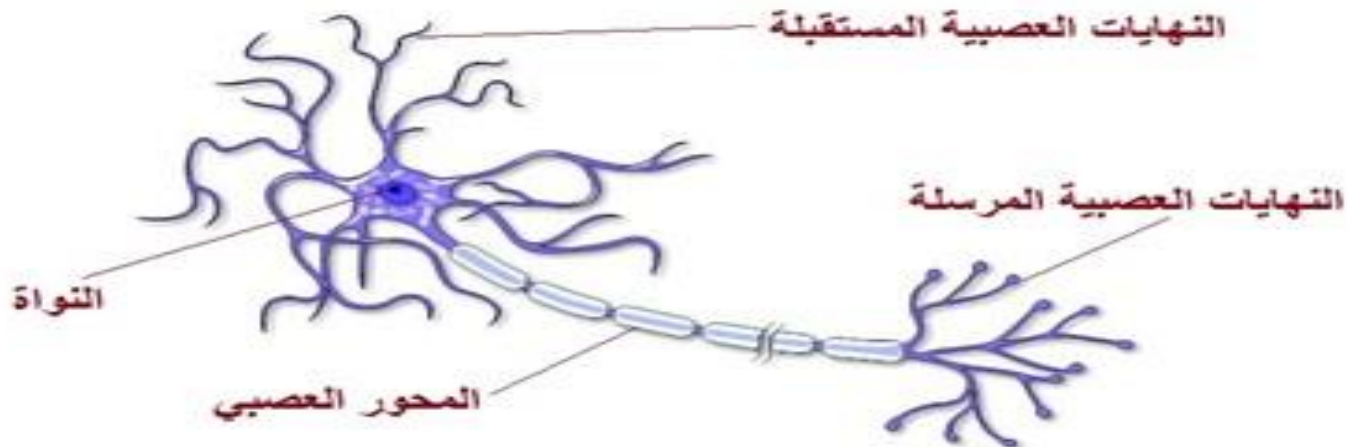
- 1- تنظيم كافة الوظائف الحيوية في الكائن الحي، وتنسيق عمل الأعضاء المختلفة.
- 2- يؤمن العلاقة المتبادلة للكائن الحيواني مع الوسط الخارجي.
- 3- يتحكم بميكانيكية التنظيم الخلطي في الكائن الحي.

مما يتكون النسيج العصبي ؟

- خلايا عصبية (عصبونات).
- المادة العصبية بين الخلوية: لهذه المادة العصبية وظائف عديدة منها:
 - 1- وظيفة دفاعية تتمثل بحماية النسيج العصبي.
 - 2- منع انتقال التنبيه من خلية إلى أخرى إلا عبر المحور والزوائد العصبية.
 - 3- دعم ثبات تركيز الأيونات والاستقلاب في الخلايا.
 - 4- تعد مكاناً لحفظ المعلومات.

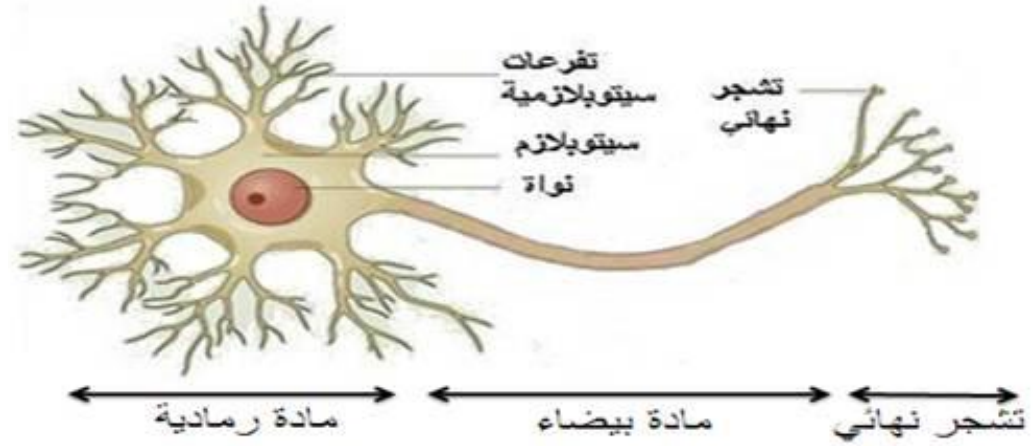
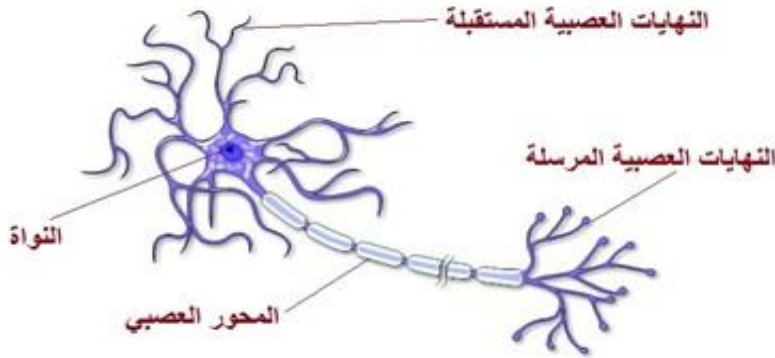
الخلية العصبية (Neuron)

- هي الوحدة البنيوية الأساسية في الجهاز العصبي، تتكون من جسم الخلية وزوائدها.
- يعد جسم الخلية وعروقها مصدراً للطاقة اللازمة للجهاز العصبي، (تنشأ هذه الطاقة من التغيرات الكيميائية التي تحدث في جسم الخلية نفسها).
- لدى دراسة التمثيل الغذائي للمادة الرمادية لخلايا المخ لوحظ أن هذه الخلايا **تؤكسد** **الغلوكوز بسهولة بعد تحويله إلى حمض اللاكتيك**، ويكون ذلك مصحوباً بإنتاج الحرارة.



يتصل بالخلية العصبية نوعان من الزوائد:

- 1- **العروق**: وهي الزوائد الشجرية قصيرة الطول، مهمتها: نقل التنبيه من السطح الخارجي، كما تؤمن الاتصال بين الخلايا العصبية.
- 2- **المحور**: وهو أطول من العروق ووظيفته نقل التنبيه من جسم الخلية إلى الأعضاء العاملة (غدة أو عضلة).



- يغلف المحور الاسطواناني هذا غشاء يسمى الغلاف النخاعي وغلاف آخر خارجي رقيق يسمى الصفيحة العصبية.
- يتרכب الغلاف النخاعي من مواد فوسفورية دهنية، ولكنه لا يستمر في تغليف جسم المحور الاسطواناني بل ينقطع على مسافات قصيرة مكوناً عقداً تسمى (**عقد رانفير**) تسمح بمرور الغذاء من الأنسجة المحيطة بالأعصاب إلى المحور الإسطواناني للعصبون.

أنواع الخلايا العصبية:

1- **عصبونات حسية:** وظيفتها نقل التنبيه من المستقبلات إلى الجهاز العصبي المركزي، أجسام هذه الخلايا توجد في العقد الشوكية بين الفقرات.

2- **عصبونات حركية:** تنتقل الإشارات من الجهاز العصبي المركزي إلى الخارج (العضلات الهيكلية) أو إلى الأعضاء الداخلية (كالغدد والعضلات الملساء).

3- **عصبونات موصلة:** وهي الغالبة في الجهاز العصبي المركزي.

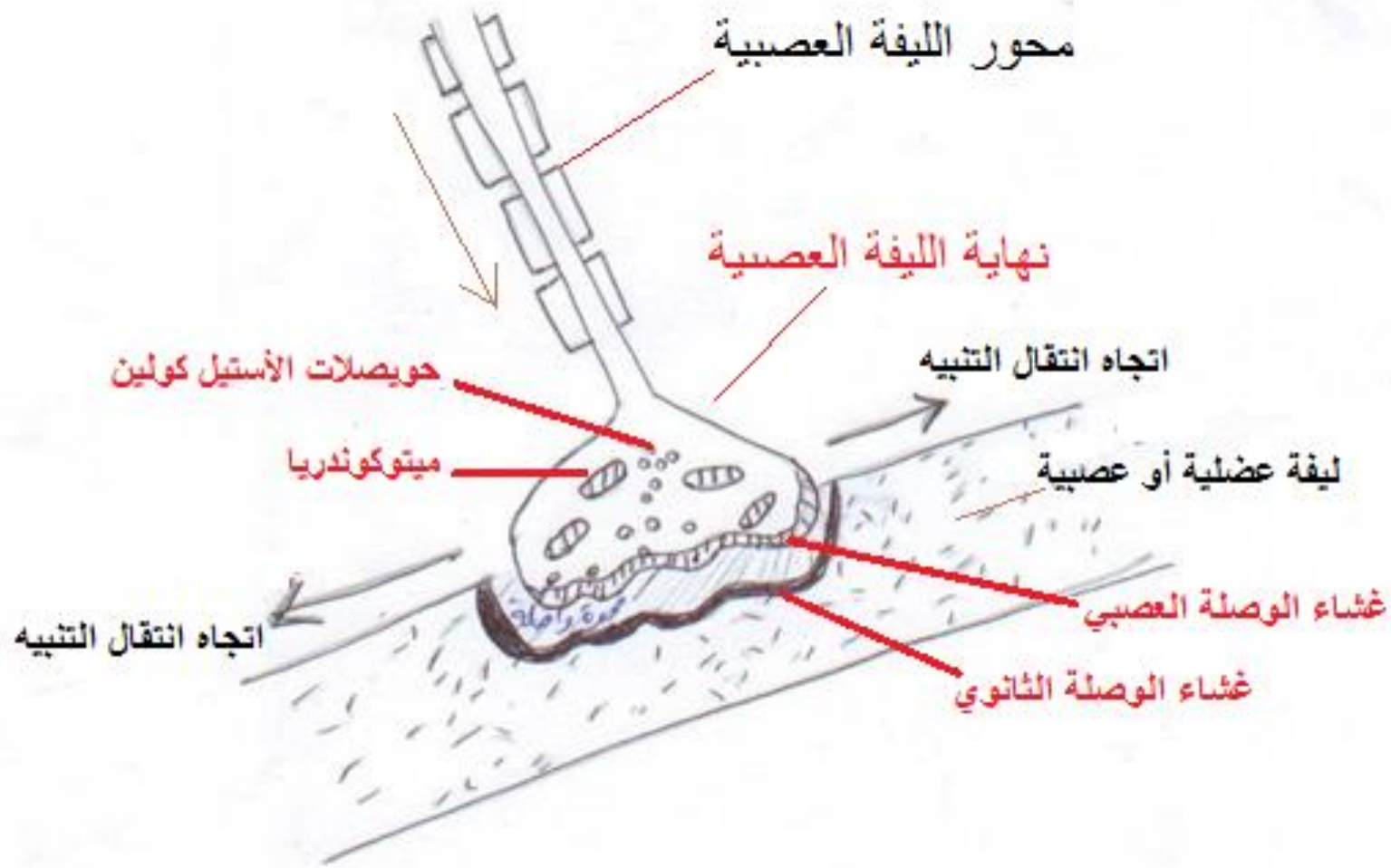


تصل بين مجموعات الأعصاب السابقة.

توجد بصورة خاصة في الدماغ والنخاع الشوكي.

الوصلات العصبية (المشابك):

- يتم انتقال التنبيه من خلية عصبية إلى أخرى (أو للعضلة) عن طريق إفراز مواد كيميائية وسيطة عالية النشاط من النهايات العصبية.
- يدعى مكان التقاء العصبون مع الخلية العصبية الأخرى (بالوصلة العصبية).
- تقع الوصلات على المحور العصبي أو تفرعاته أو على جسم الخلية العصبية.



- نهاية الليفة العصبية في مكان الوصلة **منتفخة** تحتوي على مجموعة من الحويصلات الممتلئة بمادة كيميائية وسيطة عالية النشاط تدعى (**استيل كولين**) كما تحتوي هذه النهايات العصبية على **الميتوكوندريا** التي تعد محطات لإنتاج الطاقة الضرورية لنقل التنبيه.

كيف يتم انتقال التنبيه خلال الوصلة العصبية ؟

- عند وصول الإشارات العصبية إلى نهاية العصب المنتفخة تتوسع المسام الموجودة على الغشاء الأولي،



- وينطلق الأسيتيل كولين بسرعة تبلغ (0.3-0.5 جزء بالمليون من الثانية)،



- وتظهر منطقة تأثير كهربائي على الغشاء الثانوي يتشكل نتیجتها جهد تأثيري قدره 90-110 ميلي فولط مكان جهد السكون البالغ (50-70 ميلي فولط)،



- وهكذا تنتقل الإشارات العصبية على شكل جهد كهربائي إلى بقية الخلايا العصبية أو العضلات.

- يتمثل الأسيتيل كولين في النهايات المنتفخة باستمرار ويتحلل فور وصوله إلى الغشاء الثانوي الذي يحتوي على أنزيم كولين أستيراز.

الفعل الإنعكاسي في الجهاز العصبي المركزي:

- **الإنعكاس العصبي Reflex**: وهو عبارة عن تفاعل رد فعل الكائن الحي على تغير الوسط الخارجي أو الداخلي.
- **كما يمكن تعريف الإنعكاس العصبي** بأنه التفاعل البيولوجي المعقد للكائن الحي الذي يحدث نتيجة تنبيه المستقبلات العصبية الواقعة على سطح الجسم وفي داخله، ويتم بمساعدة الألياف العصبية وبمشاركة الجهاز العصبي المركزي.

ماهي أنواع الأفعال الإنعكاسية:

• 1- حسب الأهمية البيولوجية للإنعكاسات:

- أ- أفعال إنعكاسية تغذوية.
- ب- أفعال إنعكاسية دفاعية.
- ج- أفعال إنعكاسية جنسية.
- ح- أفعال إنعكاسية منبهة.
- خ- أفعال إنعكاسية حركية.
- د- أفعال إنعكاسية قلبية.
- ذ- أفعال إنعكاسية توترية.

2- حسب مكان وجود المستقبلات العصبية المسببة للفعل الإنعكاسي:

أ- **خارجية:** تحدث عند إثارة المستقبلات على السطح الخارجي للجسم.

ب- **داخلية:** تنشأ عند إثارة مستقبلات الأعضاء الداخلية والعضلات والأربطة العضلية.

3- الإنعكاسات الطرفية:

وتتحقق بمشاركة العقد العصبية الجدارية وخارج الجدارية.

4- بالاعتماد على أجزاء الجهاز العصبي المركزي المشاركة في الفعل الإنعكاسي:

النخاع الشوكي، البصلة السيسائية، الدماغ المتوسط، قشرة نصفي الكرة المخية.

5- حسب نوعية التفاعل الجوابي:

حركية، مفرزة، محركية للأوعية.

6- حسب طبيعة ظهورها خلال فترة النشوء والتطور:

غريزية – مكتسبة.

يظهر العمل الإنعكاسي للجهاز العصبي المركزي عند الحيوانات الراقية ذات التناسق العالي بشكل تفاعلات معقدة:

1- تفاعلات وقائية: الحك، رفع الأقدام، انتفاض الجسم، النطح، التكشير عن الأسنان، الرفس، العض.

2- تفاعلات البحث عن الغذاء: الرضاعة، تناول الطعام، التسلل، الاعتداء.

3- تفاعلات هضمية: إفراز اللعاب والعصارات المعدية والبنكرياسية والكبدية، حركة الأمعاء.

4- تفاعلات جنسية: البحث عن الجنس الآخر، غير ذلك.

5- تفاعلات أعضاء الحس: انتصاب الأذن، التفات العين والرأس، اتساع المنخرين.

6- تفاعلات صوتية: النباح، الصوصأة (عند الفئران)، المواء، التغريد.

7- تفاعلات التوتر: التي تؤمن انتصاب ودعم أجزاء الجسم المختلفة.

توافق الأفعال الإنعكاسية:

- ينتج عن التأثير المتبادل للمراكز والعمليات العصبية في الجهاز العصبي المركزي.

• مبادئ توافق الأفعال الإنعكاسية:

- 1- مبدأ التقارب (التجميع):
 - ويعني أن الإشارات العصبية الصاعدة بالطرق الحسية المختلفة يمكن أن تعود خلال نفس العصبونات الموصلة والحركية،
 - فقد تكون الإجابة على الإشارات الحسية الآتية من عدة حقول مستقبلية هي إشارات حركية تجري في عصبونات حركية وموصلة واحدة،
 - ويحدث تجميع الإشارات العصبية الحسية (الصاعدة) في الأجزاء العلوية من الجهاز العصبي المركزي وخاصة في قشرة نصفي الكرة المخية.
 - ويمكن لنفس العصبون الحركي أن يتنبه بالإشارات المتولدة عند إثارة المستقبلات السمعية أو البصرية أو الجلدية.

- 2- مبدأ الانتشار: وهو انتقال التنبيه وخاصة القوي من عصبون إلى آخر، ويساعد على ذلك وجود العصبونات الموصلة.
- 3- مبدأ التنبيه المقرون: ويتمثل في العلاقات المتضادة للمراكز العصبية إذ يصاحب حدوث أية حركة متناسقة للأطراف بانقباض مجموعة من العضلات واسترخاء مجموعة أخرى بنفس الوقت.
- 4- مبدأ التأثير المتتابع: يتغير مستوى التنبيه في المركز العصبي بتغير التثبيط فيه، فالتنبيه القوي يتبعه تثبيط قوي.
- 5- مبدأ العلاقة العكسية: ويعبر عن وجود علاقة عكسية ودائرة اتصال كاملة بين المراكز العصبية والأعضاء العاملة.
- 6- مبدأ الطريق المشترك: أعداد التركيبات العصبية الحركية أقل من التركيبات الحسية، لذلك قد يشترك عصبون حركي معين في تركيب الكثير من الدراسات الإنعكاسية وتشكل العصبونات الحركية طريقاً نهائياً مشتركاً لكل الإنعكاسات ذات الطبيعة المختلفة.

الجهاز العصبي المركزي:

- يضم الجهاز العصبي: الدماغ ، النخاع الشوكي ، الأعصاب.
الدماغ والنخاع الشوكي يشكلان ما يسمى بالجهاز العصبي المركزي.

- يصدر عن الدماغ 12 زوجاً من الأعصاب القحفية الجمجمة.

- يصدر عن النخاع الشوكي 31 زوجاً من الأعصاب الشوكية التي تطلق فروعاً إلى مختلف أعضاء وأنسجة جسم الحيوان وتشكل هذه الأعصاب مع تفرعاتها ما يسمى (بالجهاز العصبي الطرفي)

- يغذي الدماغ والنخاع الشوكي شبكة كثيفة من الأوعية الدموية، فالنسيج العصبي يحتاج إلى إمداد مستمر وغزير من المواد الغذائية والأكسجين .

- تؤدي إصابة الدماغ أو النخاع الشوكي (التلف أو الجروح) أو انقطاع الإمداد بالدم إلى اضطراب مختلف وظائف الجسم فقد يحدث شلل العضلات وانعدام الحركة، أو تفقد الحواس وتتعطل بعض الوظائف الحيوية الأخرى.

- تعد الأعصاب حزماً من ألياف عصبية محاطة بغلاف من نسيج ضام.
- تتكون بعض الأعصاب من ألياف حركية لذا تدعى **أعصاباً حركية** أو صادرة، وتتشكل ألياف هذه الأعصاب من الزوائد الشجرية للخلايا العصبية.
- هناك نوع آخر من الأعصاب التي تتكون من ألياف عصبية حسية بصورة أساسية لذا تدعى **بالأعصاب الحسية** أو الواردة.
- يوجد نوع ثالث من الأعصاب التي تجمع بين الألياف الحسية والحركية لذلك تدعى **بالأعصاب المختلطة**.
- تنتهي الألياف الحركية في الأعضاء (مثل العضلات أو الغدد) بنهايات حركية.
- بينما تنتهي الألياف الحسية في أعضاء أخرى (مثل الجلد: بنهايات حسية أو مستقبلات).

وهكذا يتصل الجهاز العصبي المركزي بكل أعضاء وأنسجة جسم الحيوان من خلال الأعصاب الممتدة إليها.

النخاع الشوكي:

- يقع ضمن العمود الفقري، ويمتد حتى ثقب الجمجمة القفوي، حيث تزداد ثخانتة متحولاً إلى البصلة السيسائية التي تعد جزءاً من الدماغ.
- نهايته السفلية تكون مخروطية الشكل.
- يقع في مركز النخاع الشوكي فراغ يدعى القناة السيسائية.
- يتكون النخاع الشوكي من المادتين (الرمادية والبيضاء)، تقع المادة الرمادية في المركز.
- تظهر المادة الرمادية في المقطع العرضي على شكل فراشة نتوءان أو قرنان أماميان أو بطينان وقرنان خلفيان أو ظهريان.

النخاع الشوكي:

- الخلايا الحسية فهي لا تقع داخل النخاع الشوكي بل خارجه حيث تشكل مجموعات أو تجمعات في الفجوات بين الفقرية على جانبي النخاع الشوكي لذلك تدعى العقد الشوكية.
- تصدر عن القرون البطنية محاور الخلايا العصبية مشكلة حزماً تدعى الجذور البطنية أو الأمامية، وتمر عبر الفجوات بين الفقرية.
- وهناك حزم من ألياف عصبية تدعى الجذور الظهرية (أو الخلفية) تمتد إلى القرون الظهرية، وتتكون هذه الألياف من محاور الخلايا الواقعة في العقد الشوكية.

ماهي وظائف النخاع الشوكي ؟

1- نقل التنبيه:

- يتصل النخاع الشوكي مع مختلف أجزاء الدماغ بواسطة الألياف والطرق العصبية، ويرتبط مع الأعضاء (العضلات، الجلد، الأوعية الدموية) بواسطة الأعصاب الشوكية.
- تصل النبضات العصبية (التنبيه) إلى النخاع الشوكي من السطح أو من الأعضاء (الجلد والعضلات) عبر الألياف الحسية للأعصاب الشوكية، وتنتقل على طول الطرق الصاعدة إلى مختلف أجزاء الدماغ.

- مثال: إثارة المستقبلات الجلدية (ألم، حرارة، برودة)، ينتقل التنبيه إلى قشرة المخ وترجع الإشارات العصبية الجوابية من الدماغ إلى الحبل العصبي عبر الطرق الهابطة وتنتقل بعد ذلك إلى السطح أو الأعضاء الأخرى بواسطة الألياف الحركية للأعصاب الشوكية، وتكون نتيجة ذلك أن تتغير حالة الأعضاء المعنية كانقباض العضلات الهيكلية والامتناع الإرادي عن التبول أو الإخراج.

• 2- الفعل الإنعكاسي:

- يحتوي النخاع الشوكي على مراكز انعكاسية تشرف على وظائف عديدة كالنشاط العضلي.
- كل جزء منه مسؤول عن مجموعة معينة من العضلات: فالجزء الرقبي مسؤول عن الحركات الإنعكاسية العضلية للحجاب الحاجز وعضلات الرقبة والحزام الكتفي والأطراف العلوية،
- وتتوضع في الأجزاء الصدرية من النخاع الشوكي مراكز العضلات الحوضية والأطراف السفلية، بالإضافة لوجود المراكز الإنعكاسية لوظائف أخرى مثل التنفس والمركز الوعائي الحركي الموجودان في الأجزاء الصدرية والقطنية منه ومراكز التبول والإخراج والنشاط الجنسي تتوضع في الجزء العجزي من النخاع الشوكي.
- **ملاحظة:** وظائف النخاع الشوكي تخضع لإشراف الأجزاء العلوية من الجهاز العصبي المركزي.

الدماغ:

- يتوضع في جوف الجمجمة ويغلف ب 3 أغشية:

- 1- **الأم الجافية:** وهي غشاء ليفي ملتصق بجدار الجمجمة.
- 2- **الشبكة العنكبوتية:** وهي غشاء مصلي شفاف يلي الأم الجافية إلى الداخل.
- 3- **الأم الحنون:** وهي غشاء رقيق جداً تنتشر فيه الأوعية الدموية التي تمد الدماغ بما يلزمه من مواد مغذية.

- • يمتلئ الفراغ الموجود بين الأم الحنون والشبكة العنكبوتية بسائل يقي الدماغ من الاحتكاك بالعظام.

- • تغلف الأغشية المذكورة النخاع الشوكي أيضاً بالإضافة للدماغ.

يقسم الدماغ إلى الأجزاء التالية:

- 1- **الدماغ الأمامي (أو المخ):** وينقسم إلى نصفين مخيين (أيمن وأيسر).
- 2- **الدماغ السريري:** ويتكون من السريرين البصريين، وتحت سرير المخ، والغدتين النخامية والصنوبرية، وزوجين من الأجسام الركبية.
- 3- **الدماغ المتوسط:** ويضم السويقتين المخيتين، والحدبات التوأمية الأربعة.
- 4- **الدماغ الخلفي:** ويشمل المخيخ وجسر فارول.
- 5- **البصلة السيسائية:** وتسمى أيضاً الدماغ المستطيل، وتتصل بالنخاع الشوكي.

يصدر عن الدماغ الأعصاب التالية:

- 1- **العصب الشمي:** يخرج من الجزء الأمامي نصف كرة المخ، ويمتد إلى الغشاء المخاطي الذي يكسو باطن الأنف.
- 2- **العصب المحرك المشترك العام:** وهو من الأعصاب الحركية التي تحرك بعض عضلات العين.
- 3- **العصب الأشتياقي:** وهو من الأعصاب المحركة، ويذهب إلى العضلات المائلة لكرة العين.
- 4- **العصب البصري:** ويمتد إلى شبكية العينين.
- 5- **العصب التوأمي الثلاثي:** وله 3 فروع، ويحتوي على أعصاب حسية تذهب إلى الفم واللسان، وعلى أعصاب حركية تحرك العضلات التي تتدخل في عملية المضغ.
- 6- **العصب المحرك الوحشي للمقلة:** وهو عصب يحرك مقلة العين إلى الجهة الوحشية.

- 7- **العصب الوجهي:** وتمتد ألياف هذا العصب إلى عضلات الفم والوجه والشفاه.
- 8- **العصب السمعي:** يبدأ من جانبي البصلة السيسائية وتصل أليافه إلى الأذن.
- 9- **العصب اللساني البلعومي:** وهو عصب حسي وحركي، ويمتد إلى اللسان وعضلات البلعوم، ويبدأ من جانبي البصلة السيسائية.
- 10- **العصب الرئوي المعدي أو العصب العاشر أو المبهم:** وهو عصب حسي وحركي، ويخرج من جانبي البصلة السيسائية ماراً بالرقبة والصدر والمعدة ويتفرع إلى الحنجرة والرئة والقلب والمعدة والأمعاء والكبد.
- 11- **العصب الإضافي:** وهو عصب حركي يبدأ بواسطة عشر جذوع من النخاع الشوكي في منطقة الفقرات الرقبية 6-7 الأولى ويرسل أليافه إلى بعض عضلات الرقبة والكتف والعضلة المنحرفة الرابعة.
- 12- **العصب اللساني:** وهو عصب حركي يبدأ من الجزء البطني للبصلة السيسائية، ويرسل أليافه إلى عضلات اللسان.

البصلة السيسائية وجسر فارول:

- ● البصلة السيسائية هي امتداد للنخاع الشوكي.
- ● أما جسر فارول فهو عبارة عن شريط سميك مستعرض من الألياف العصبية، يقع أمام البصلة السيسائية، ويتصل بالسويقتين المخيتين إلى الأمام منه.
- ● **وظيفتهما بشكل أساسي:** نقل التنبيه العصبي والفعل الإنعكاسي (كما في النخاع الشوكي).

ما هي وظائف البصلة السيسائية وجسر فارول ؟

- 1- تحتوي على المراكز الإعاشية المسؤولة عن نشاط القلب والتنفس.
- 2- تحتوي أيضاً على المركز الوعائي الحركي الذي يسبب تغير أقطار الأوعية الدموية (تضييق الأوعية الدموية).
- 3- يوجد في البصلة السيسائية عدة مراكز انعكاسية هضمية (إفراز اللعاب والعصارات المعدية والبنكرياسية)، وتنظيم حركات الأمعاء والمعدة والابتلاع.
- 4- تعد البصلة جزءاً إعاشياً هاماً من أجزاء الجهاز العصبي المركزي، وقد يؤدي تلفها إلى الموت نتيجة توقف التنفس أو القلب.
- 5- تقوم البصلة السيسائية وجسر فارول بالإشراف إما بشكل مباشر أو بالمشاركة مع النخاع

- 6- تقوم البصلة السيسائية وجسر فارول بنقل التنبيه العصبي حيث يعتبران طرقاً صاعدة وهابطة للإشارات العصبية التي تعبر من النخاع الشوكي إلى الدماغ والعكس بالعكس.
- 7- يقوم جسر فارول بنقل التنبيه من أحد نصفي الكرة المخية إلى النصف الآخر منسقاً بذلك حركات العضلات في جهتي جسم الحيوان.
- 8- يحتوي جسر فارول على مركز عصبي وظيفته العمل على إغلاق جفون العيون في حال وجود ضوء ساطع.
- **ملاحظة:** إن هذين الجزأين (البصلة وجسر فارول) يقعان تحت تأثير أو إشراف قشرة المخ وغيرها من أجزاء الدماغ الأخرى.

الدماغ المتوسط:

- يقع أمام جسر فارول.
- يتكون من السويقتين المخيتين في الأسفل، والحدبات التوأمية الأربعة في الأعلى.

• ماهي وظائف الدماغ المتوسط:

- تعمل نوى الحدبات التوأمية الأربعة كمراكز عصبية لإنعكاسات التوجيه والإرشاد حيث أنها تنظم الحركات المعقدة للجسم كرد فعل على الإثارات السمعية والبصرية المفاجئة مثل: تضيق حدقة العين عند وقوع الضوء الشديد عليها.
- تشرف نوى السويقتين المخيتين على توزيع التوتر العضلي وتنسيقه، فتعمل على تنظيم درجة ارتخاء مختلف المجموعات العضلية مثل العضلات القابضة في الأطراف.

المخيخ:

- يقع فوق البصلة السيسائية وجسر فارول،

- يبدو مقسماً لـ 3 فصوص الجانبان منها متساويان بالحجم ويسميان نصفي الكرتين المخيخيتين، والثالث يدعى الفص الدودي وهو أكبر حجماً ويتميز بوجود تعاريج خاصة على سطحه.

- تشكل المادة الرمادية الطبقة الخارجية للمخيخ وتقع تحتها المادة البيضاء.

ما هي وظائف المخيخ ؟

- يشرف على عمليات تناسق وتوافق ووضوح وتلطيف الحركات.

- يلعب دوراً هاماً في حفظ توازن الجسم في الفراغ.

- يؤثر على توتر العضلات، ويؤدي إتلافه أو إصابته إلى اضطراب السير أو انعدام القدرة على السير بعد ان تصبح الحركات غير متوافقة.

- يتحقق نشاط المخيخ من خلال العمل الإنعكاسي حيث يتلقى النبضات العصبية من العضلات بواسطة الطرق الصاعدة (الشوكية المخيخية) وتعود الإشارات الجوابية إلى العضلات بواسطة الطرق الهابطة (عبر النوى الحمر الموجودة في السويقتين المخيتين)

- المخيخ يؤثر على الوظائف الإعاشية في الجسم (وجد أن تنبيه المخيخ عند الحيوان أدى لإرتفاع ضغط الدم وتغير عمل القلب وتوسيع حدقة العين).

قشرة المخ:

- عبارة عن طبقة من المادة الرمادية، سمكها 2-4 مم, لها تركيب نسيجي معقد

- تزداد مساحة وأهمية قشرة المخ عند الحيوانات الفقارية كلما صعدنا في سلم النشوء والتلقي، وهي أعقد ماتكون عند الحيوانات الثديية وخاصة دماغ الإنسان (تبلغ مساحتها عند الإنسان بما فيها التلافيف والأخاديد 2200 سم²).

- يوجد فيها مناطق مستقبلية خاصة بالمستقبلات الخارجية الرئيسية أطلق عليها بافلوف اسم المحللات (أو النهايات المخية للمحللات) مثل: محلات البصر والسمع والحركة.

- ويتكون كل محلل في القشرة المخية من جزء مركزي أو نواة يجري فيها تحليل وصنع الإشارات العصبية المركبة، وجزء طرفي (سطحي) يتم فيه تحليل وصنع الإشارات البسيطة.

- المناطق المختلفة من قشرة المخ لاتنفصل عن بعضها بشكل قاطع بل تتداخل قليلاً فيما بينها فمثلاً: عند استئصال أجزاء مختلفة من نصفي الكرة المخية عند الحيوانات كاستئصال الفص الصدغي الذي يحتوي على الجزء المركزي لمحلل السمع عند الكلب يفقد الحيوان قدرته على إدراك الأصوات المركبة ولكنه يحتفظ ب قدرته على إدراك الأصوات المركبة ولكنه يحتفظ ب قدرته على تمييز الأصوات البسيطة، ويدل ذلك على أن محلل السمع يمتد إلى أجزاء أخرى من نصفي الكرة المخية.

انتهت المحاضرة