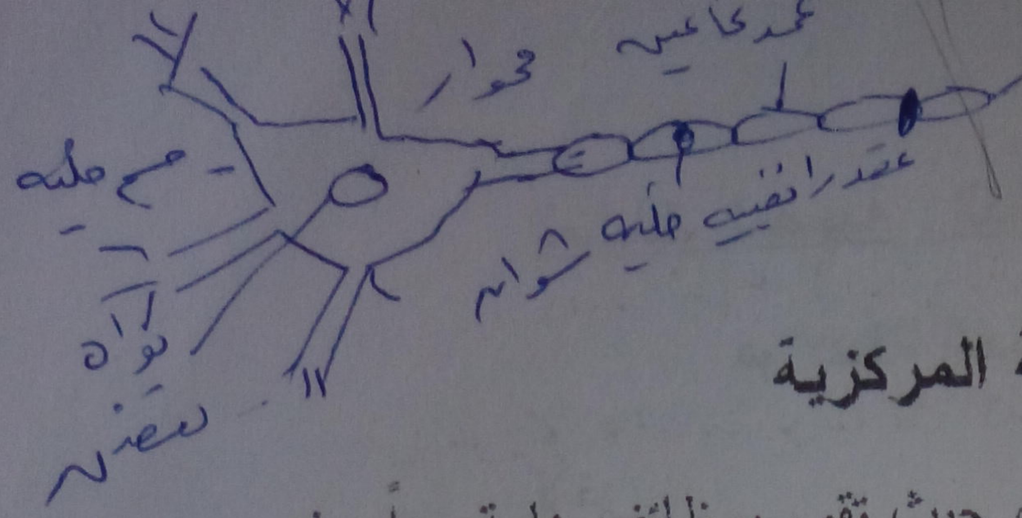


# الباب الرابع

## فيزيولوجيا الجملة العصبية المركزية

تعد الجملة العصبية المركزية من أهم الأجهزة ، حيث تقوم بوظائف هامة جداً ، فهي تقوم :

1-استقبال المعلومات الحسية من كافة أنحاء الجسم وإرسالها الدفعات العصبية الحركية المؤدية إلى الحركة .

2-تأمين التنظيم الدقيق والتناسق والتكامل لكل الأفعال الحادثة في الجسم

والجملة العصبية المركزية : عبارة عن تشكيل معقد جداً ، ويتكون من كمية هائلة من الخلايا العصبونية ( الخلية العصبية ) - قابلة للاستثارة الكهربائية ، تعالج وتنقل المعلومات التي تقسم إلى نوعين : عبر شارات كهربائية وكيميائية

أ- العصبونات المرتبطة مع بعضها البعض بشكل وثيق بوساطة المشابك العصبية .( روابط متخصصة تربط عصبون مع خلايا أخرى )

ب- الخلايا الدبقية : وهي خلايا خاصة بالجملة العصبية وتملأ المسافات بين العصبونات أو تحيط بها ، ولا دخل لها بالوظيفة العصبية ويتألف العصبون من ثلاثة أجزاء :

1- **جسم العصبون** : وفيه نواة كروية الشكل فيها نواة أو عدة نويات .

2- **التغصنات** : وهي زوائد بروتوبلازمية تنشأ من جسم الخلية ، وتتفرع بكثرة وتربط الخلايا العصبية بعضها مع بعض . وتنقل الدفعات العصبية إلى جسم الخلية .

3- **المحور** : وهو عبارة عن جذع يتصل بجسم الخلية وهو امتداد لها . وتتفرع نهايته إلى فروع دقيقة متشعبة تكون نهايات الأعصاب الحركية .

وتقسم العصبونات من الناحية الوظيفية إلى :

1- **عصبونات حسية ( واردة )** : تنقل الإثارة من المستقبلات الحسية إلى الجملة العصبية المركزية .

2- **عصبونات حركية ( صادرة )** : تنقل الدفعات العصبية من الجملة المركزية إلى الأعضاء المنفذة العضلات ، الغدد .

3- **عصبونات خلالية أو رابطة** : تربط بين العصبونات الحسية والحركية وتوجد في الجملة العصبية المركزية .

**المشابك العصبية : المشبك العصبي :**

هو نقطة اتصال نهاية محور عصبي لأحد العصبونات مع تغصنات جسم عصبون لأخر .

**المنعكس العصبي :**

الشكل الأساسي لنشاط الجملة العصبية المركزية هو المنعكس العصبي والمنعكس هو رد فعل الجسم على تنبيه المستقبلات والحادث بمشاركة الجملة العصبية المركزية .

ويتم حدوث المنعكس العصبي لأن الإثارة ( التنبيه ) تمر بطريق محددة هي القوس الانعكاسية التي تتألف من المكونات التالية :

1-المستقبلات : هي نهايات عصبية حسية تقوم بتحويل طاقة المنبهات المختلفة ( حرارية ، آلية ، كهربائية ) إلى إثارة وتهيج .

2-العصبون الوارد للمركز .

3-العصبون الخلالي .

4-العصبون الصادر عن المركز .

5-المنجزات ( العضلات ، الغدد ) .

# الفصل الأول

## فيزيولوجيا العصب والعضلة

### فيزيولوجيا النسج القابلة للتنبيه :

تمتلك كل الخلايا الحية خاصة قابلية التنبه ( الاستثارة ) ، أي لها القدرة على الانتقال من حالة الراحة الفيزيولوجية إلى حالة النشاط الفيزيولوجي وذلك تحت تأثير عوامل محددة لأحد الوسطين الداخلي أو الخارجي / تؤلف ما يسمى بالمنبهات .

ولكن لا يطلق تعبير النسج القابلة للتنبيه إلا على الخلايا العضلية والعصبية ، حيث تتميز هذه الخلايا بقدرتها على الرد عند تنبيهها .

### المنبهات

**تعريف المنبه :** هو كل تبدل في الوسط الخارجي أو الداخلي ، يحدث بسرعة تكفي لكي تنتقل الخلية الحية من حالة الراحة الفيزيولوجية إلى حالة النشاط .

**أنواع المنبهات :**

**أولاً : المنبهات الفيزيائية وتشمل :**

1- منبهات آلية : مثل الضغط والوخز والقرص والاهتزاز .

2- منبهات حرارية : مثل السخونة والبرودة . وتشكل السخونة منبهاً أقوى تأثيراً من البرودة

3- منبهات كهربائية : وهي أفضل أنواع المنبهات التي تستخدم في المخبر وذلك لأننا نستطيع أن نتحكم بشداتها و أزماتها .

4- منبهات إشعاعية : مثل الأشعة الضوئية المرئية والأشعة فوق البنفسجية .

5- منبهات صوتية : مثل صوت الجرس أو قرع الطبول .

6- المنبهات الكيميائية : ويدخل في عدادها الحموض والقلويات .

### الراحة الفيزيولوجية :

وهي الحالة التي لا يظهر فيها النسيج أو العضو أي من الظواهر الخاصة بعمله .

فمثلاً إذا كانت العضلة لا تتقلص فهي توجد في حالة الراحة .

**الاستثارة :**

وهي حالة العمل للنسيج الحي التي يتحول إليها تحت تأثير التنبيه . أو هي رد فعل حيوي للخلايا العضلية أو العصبية على المنبهات بتغيرات تصيب الكمون الكهربائي للغشاء الخلوي الذي يكون في حالة راحة ( كمون الراحة Rent Potential ) . وتؤدي هذه التغيرات إما إلى نزع الاستقطاب وإما إلى فرط الاستقطاب في الغشاء الخلوي

**كمون الغشاء في حالة الراحة :**

تكون الأغشية الخلوية في حالة الراحة مستقطبة بحيث تكون شحنة السطح الداخلي لهذا الغشاء سالبة بالنسبة للسطح الخارجي .

ويختلف كمون الراحة باختلاف الخلايا وهو يتراوح بين ( 50 إلى 90 ) والإشارة السالبة هي للدلالة على أن السطح الداخلي للغشاء الخلوي سالب بالنسبة للسطح الخارجي .

أما المسؤول عن كمون الراحة فهو الفروق في تركيز كل من $Na^+$ تركيزها ( في الوسط خارج الخلوي أعلى بـ 8 – 10 مرات بما هو عليه في الوسط داخل الخلوي ) ، و $K^+$ ( في الداخل أعلى ب 40 – 50 مرة من الخارج ) . و $Ca^{++}$ ( توجد ضمن عضيات مختلفة من الخلية) و $Cl^-$ الذي يؤدي دوراً صغيراً يكاد يكون مهملاً . وتكون نفوذية الغشاء لـ $K^+$ أكبر ب (30 – 50 ) مرة من نفوذية $Na^+$ عبر الغشاء الخلوي في وضع الراحة .

تؤمن فروق التراكيز للأيونات على طرفي الغشاء الخلوي مجموعة من العوامل أهمها :

1- النفوذية الاصطفائية للايونات .

2- الايونات العضوية الضخمة السالبة التي لا تمر عبر الغشاء الخلوي .

3- التوليد المستمر لبعض الايونات في أحد الوسطين .

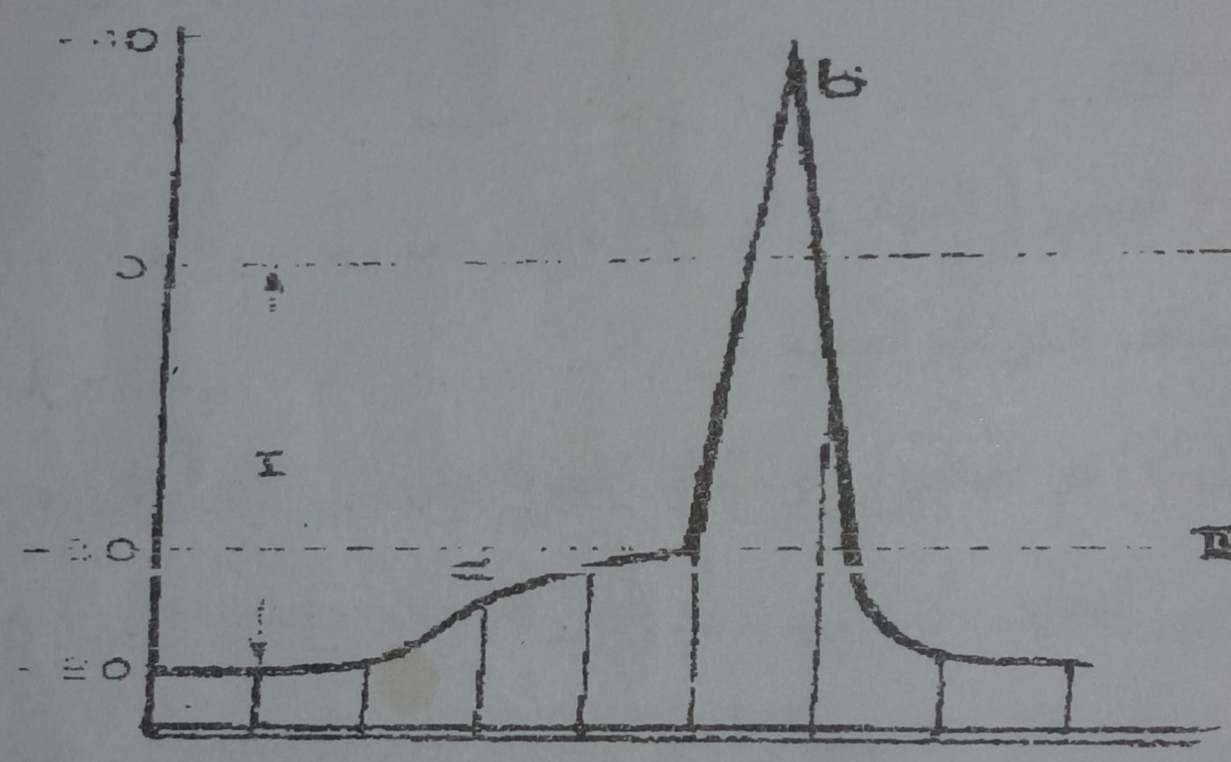
4- ارتباط بعض الأيونات التي تستطيع العبور من الغشاء الخلوي بمكونات ضخمة تمنعها من العبور .

5- النقل الفاعل الذي يعمل على نقل الايونات بعكس القوى العفوية (ممال التركيز والممال الكهربائي ) .

## الكمون الموضعي :

عند التنبيه بمنبه غير كافٍ ( أقل من الريوباز Rheobase ) تتشكل لدينا استجابة غير منتشرة تبدأ بكمون مقوية كهربائية سالبة تتطور إلى استجابة ما قبل كمون الفعل يؤدي دخول كميات قليلة من $Na^+$ ( لا تكفي لإزالة الاستقطاب ) إلى تشكل الكمون الموضعي .

تدعى مجموعة هذه التغيرات الكيميائية والفيزيائية التي تصيب الغشاء الخلوي والتي لا تنتقل بعيداً عن منطقة التنبيه والكمون الموضعي Local potential) الشكل رقم ( 17 ) .




شكل رقم ( 17 )

**-I-كمون الراحة للغشاء**

**-II-المستوى الحرج لانعدام الاستقطاب**

**a-كمون موضعي ، b-كمون العمل**

## كمون الفعل :

عندما تصل شدة المنبه إلى الشدة العتبية يتشكل لدينا كمون منتشر يعرف ب كمون الفعل Action potential بالآلية التالية :

1-زيادة نفوذية الغشاء ل $Na^+$ باتجاه الداخل متراقاً بوقف للنقل الفاعل .

2-زوال استقطاب الغشاء الخلوي نتيجة التدفق الصوديومي إلى داخل الخلية .

3-انعكاس الاستقطاب بمقدار طفيف .

تحدث هذه التغيرات في أثناء الطور الصاعد من كمون الفعل الشكل رقم ( 15 ) .

4- انخفاض في نفوذية الغشاء ل $Na^+$ وزيادة في نفوذية +K يؤدي إلى عودة الاستقطاب ( طور هابط ) .

5-عودة النقل الفاعل .

## الفصل الثاني

## الفيزيولوجيا الخاصة للجملة العصبية المركزية

تتألف الجملة العصبية المركزية من :

1- الدماغ .

2- النخاع الشوكي .

**1-الدماغ**: وهو الجزء الأمامي و الأكثر أهمية للجملة العصبية المركزية ويشمل على :

أ- المخ المستطيل .

ب- الدماغ المتوسط.

جـ- المخيخ

د- الدماغ البيني ( المهاد و الو طاء )

هـ- أنصاف الكرات المخية .

أ- **المخ المستطيل** : هو استمرار وامتداد للنخاع الشوكي لكنه أكثر انتفاخاً منه .وهو يقع ضمن تجويف يدعى البطين الرابع . يقوم المخ المستطيل بمهمة نقل المعلومات الحسية من النخاع الشوكي إلى المراكز العصبية العليا ، كما ينقل المعلومات الحركية النازلة بالاتجاه المعاكس وبذلك يقوم المخ المستطيل بدور كبير في تنظيم مجموعة كبيرة من العمليات الفيزيولوجية الهامة . كما يوجد في المخ المستطيل عدد كبير من المراكز العصبية الانعكاسية مثل مركز النشاط القلبي والمحرك الوعائي ومركز التنفس ومراكز إفراز اللعاب والمضغ والبلع .

كما يحتوي المخ المستطيل على مراكز عصبية تتعلق بمنعكسات خاصة مثل المنعكسات التوترية و منعكسات المغازل ( العصبية ) .

ب-**الدماغ المتوسط** :يتوضع الدماغ المتوسط فوق المخيخ وجسر فارول وهو يتكون من السويقتين المخيخيتين والحدبات التو أمية الأربع يمر من خلال الدماغ المتوسط الحزم الصاعدة إلى المراكز العصبية العليا وكذلك الهابطة في اتجاه المخ المستطيل والنخاع الشوكي

كما يتضمن الدماغ المتوسط بعض المراكز العصبية الخاصة بمنعكس التوجه الذي يظهر كرد فعل على المنبهات البصرية والسمعية وذلك بتوجيه الرأس والجسم باتجاه المنبه .

جـ-المخيخ : يتوضع المخيخ فوق المخ المستطيل . وهو يتكون من نصفي كرتين مخيخيتين يفصل بينهما الفص الودي .

يقوم المخيخ بدور هام في عملية تنسيق الحركات الإرادية وتنظيم التقلصات العضلية وعند تخريب المخيخ فإن الحيوان يفقد القدرة على الوقوف بشكل متوازن ويصاب بتشويش تناسق الحركة ( الرنح ) وكذلك تشويش التوتر العضلي ( الوهن العضلي )

د-الدماغ البيني ( المهاد و الو طاء ) :يرتبط الدماغ البيني مع كل أجزاء الدماغ والنخاع الشوكي بالطرق العصبية المختلفة الصاعدة والهابطة .

ويرد إلى المهاد المعلومات الحسية من المستقبلات اللمسية ، والحس العميق والحرارة ، والألم والذوق .

ويؤدي تخريب المهاد إلى التشويش الحاد للاستقبال والمترافق أحياناً بالفقدان الكامل الحس ، كذلك يساهم المهاد في تنظيم المقوية العضلية والتنسيق الحركي

هـ-الوطاء Hypothalamus : يقع الو طاء تحت المهاد تحت السريرين البصريين ويرتبط بعلاقة وثيقة مع الغدة النخامية .

ويوجد في الو طاء مجموعة من النوى تتوزع في ثلاث مناطق هي الوطاء الأمامي والخلفي والمتوسط .

يقوم الوطاء بالإشراف على الكثير من السلوكيات مثل السلوك الجنسي وسلوك العدوان كما يشرف الوطاء على عمل الجملة العصبية الذاتية الودية ونظير الودية كما يشرف على تنظيم النوم واليقظة عند الحيوانات و الإنسان .

جسر فارول :

يقع جسر فارول تحت المخيخ وهو امتداد للمخ المستطيل لكنه أكثر ثخانة . يحتوي جسر فارول على ألياف عصبية حسية صاعدة وحركية هابطة . يرتبط جسر فارول مع المخ المستطيل والمخيخ بالدماغ وهو يقوم بنقل الدفعات العصبية من نصف الكرة المخية إلى

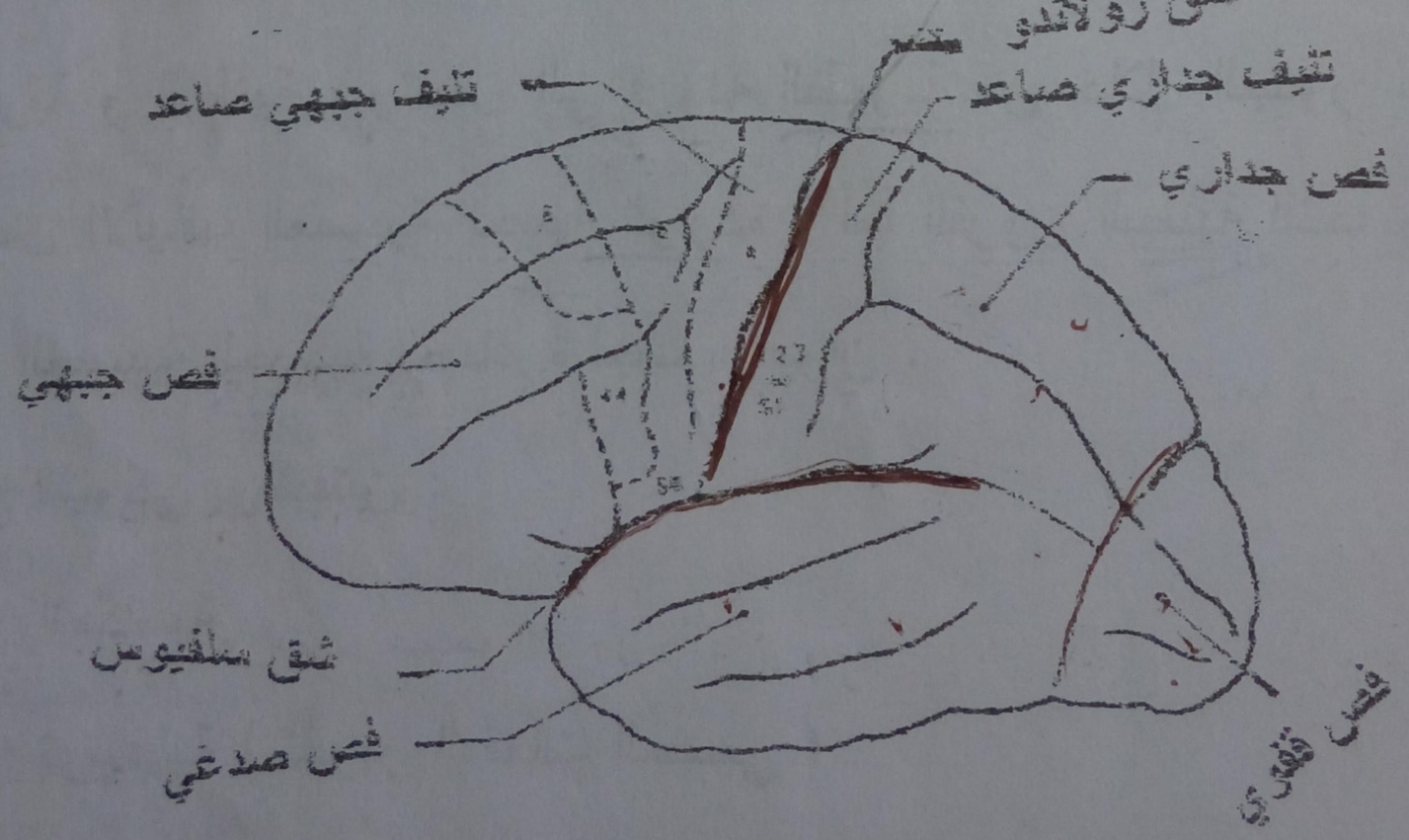
الأخرى محققاً بذلك تنسيق وانسجام الحركات على جانبي لجسم فهو يشارك في تنظيم الأفعال الانعكاسية الحركية المعقدة ومقوية للعضلات وتوازن الجسم .

و-أصناف الكرات المخية ( قشرة المخ ) :

تعتبر قشرة المخ أهم مكونات الدماغ ، وهي تتألف من طبقة سنجابية تحيط بكل الدماغ ، وهي ذات بناء خاص يمكنها من خلال مساحة واسعة جداً تؤهلها لتأمين العمليات المعقدة وحفظ الكثير من المعلومات .

وذلك من أجل تأمين الإحساسات المختلفة وبالتالي تشكيل الأوامر الحركية وتكامل السلوكيات المختلفة .

**خارجياً** : تقسم القشرة المخية بوساطة ثلاثة شقوق وهي شق رولاندو وشق سلفيوس والشق الخارجي القائم إلى أربع فصوص شكل رقم ( 18 ) .




**شكل رقم ( 18) يبين الفصوص الخارجية للقشرة المخية ذ**

الفص الجبهي : وتقع فيه معظم الباحات الحركية .

الفص الجداري : وتقع فيه باحات الإحساسات العامة .

الفص القفوي : وتقع فيه الباحات التي تخص الإحساسات البصرية .

الفص الصدغي : وتقع فيه الباحات التي تخص الإحساسات السمعية .

**وظائف القشرة المخية :**

تصل الإشارات العصبية الحسية إلى الباحات الحسية في القشرة المخية . وهنا يتم تفسيرها وتحليلها ثم تحويلها إلى الباحات الحركية التي توجد في القشرة المخية حيث ترسل بالدفعات العصبية المحركة إلى العضلات الهيكلية لتنفيذ الأوامر .

وتختلف مساحة الباحة المحركة باختلاف الحيوانات ، فأكبرها عند الرئيسيات وأوسطها عند آكلات اللحوم وأقلها عند الحافريات ، ولابد من الإشارة إلى أن المساحة المسؤولة عن تحريك عضو من الأعضاء لا تتناسب مع حجم هذا العضو وإنما تتناسب مع درجة تعقيد حركة هذا العضو ، فكلما كانت الحركات أكثر مهارة كانت المساحة المحركة أكبر كما أنة لابد من الإشارة إلى اختلاف توضع الباحة المحركة باختلاف الحيوانات .

**2-النخاع الشوكي :**

النخاع الشوكي هو حبل أسطواني يتوضع ضمن قناة العمود الفقري ، وتخرج منه القرون الظهرية و البطنية ، وتدخل إلى قرونه الظهرية من خلال الجذور العصبية الظهرية كمية كبيرة من الألياف العصبية الحسية الواردة . أما القرون البطنية للنخاع الشوكي فيخرج منها الألياف العصبية الحركية الصادرة لجسم الحيوان .

ويقوم النخاع الشوكي بوظيفتين :

1- انعكاسية

2- توصيلية ( تحرير الدفعات العصبي )

**الوظيفة الانعكاسية للنخاع الشوكي :**

يوجد في النخاع الشوكي مراكز عصبية للعديد من المنعكسات المنظمة لعمل الجذع والأطراف وحركة عضلات الرأس والعنق .

**الجملة العصبية الإعاشية :**

تقسم الجملة العصبية الإعاشية إلى جملة ودية Symathic وشبه ودية Parasympathic وهي تمتلك مجموعة من الصفات :

1- تتوضع مراكزها في بعض مناطق الجملة العصبية المركزية . وتخرج أليافها من بعض أجزائها فقط .

2- أليافها دقيقة وسرعة نقلها بطيئة ، ويمتلك أغلبها غمداً نخاعياً رقيقاً جداً .

3- يتألف الطريق الاعاشي من عصبونين : الأول يبدأ من الجملة العصبية المركزية وينتهي بالعقدة الإعاشية ( ألياف قبل عقدية ) .

والثاني يبدأ من العقدة الإعاشية ويذهب العضو المعصب ( ألياف ما بعد عقدية ) .

4- حساسيتها منخفضة حيث تحتاج إلى منبه شدته أعلى من ذاك الذي ينبه الألياف الحركية حتى نحصل على استجابة .

5-كمون العمل أكثر استمرارية من كمون العمل في الأعصاب الجسمية ( الحسية والحركية)

6-تقوم العقد الإعاشية بدور مراكز انعكاسية تصدر أوامرها إلى المحيط وهي بذلك تريح الجملة العصبية المركزية من جهة وتدعم إمكانية تنظيم الوظائف الفيزيولوجية تنظيماً رفيع المستوى من جهة أخرى .

7-تعصب الجملة الودية كل الأعضاء في الجسم بينما لا تعصب الجملة العصبية شبه الودية بعض الأعضاء مثل ( أوعية الجلد ، لب الكظر ... )

8-تتوضع عقد الجملة العصبية الودية بعيدة عن الأعضاء التي تعصبها ، بينما تتوضع عقد الجملة العصبية شبه الودية إما بداخل العضو الذي تعصبه أو قريبة جداً من هذا العضو .

9-عدد الألياف بعد العقدية اكبر بكثير من الألياف قبل العقدية في الجملة العصبية الودية ( أكبر ب 32 مرة ) بينما تزيد الألياف بعد العقدية عن الألياف قبل العقدية مرتين في الجملة العصبية شبه الودية .

<u>تأثيرات الجملتين العصبيتين الودية وشبه الودية</u> : يؤدي التنبيه الودي في معظم – وليس كل – الأعضاء إلى فعل معاكس للتأثير شبه الودي