الفصل الأول

الجهاز العصبى

obeikandl.com

obeikandl.com

الجهاز العصبى

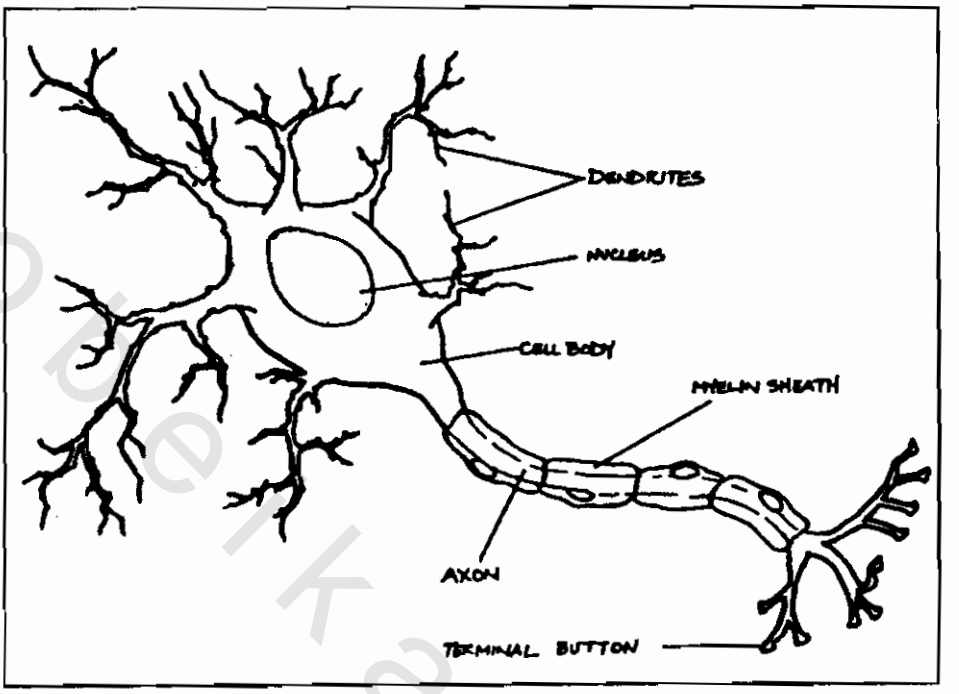
ثبت من الدراسات الحديثة أن التغذية تلعب دوراً مهمّاً فى وظيفة الجهاز العصبى المركزى، وبالتالى فى السلوك، وأن نقص بعض المواد الأساسية يمكن أن يضر بوظائف ونمو الجهاز العصبى، وتعطى سلوكًا مختلفًا. ومنذ ٢٠ عامًا تقريبًا ثبت أن الغذاء يلعب دوراً مهمّاً فى نمو المخ وتكوين الموصلات العصبية Neurotransmitters، فماذا نعرف عن الجهاز العصبى؟

يعمل الجهاز العصبى على تنظيم الوظائف الحيوية المختلفة فى الجسم، وهو يصل بين أجزاء الجسم، التى تشعر بالمؤثرات الخارجية كالحواس وأجزاء الجسم الأخرى، التى تستجيب لهذه المؤثرات كالعضلات مثلاً. وبفضل الجهاز العصبى تعمل أعضاء الجسم المختلفة، وكأنها وحدة واحدة.

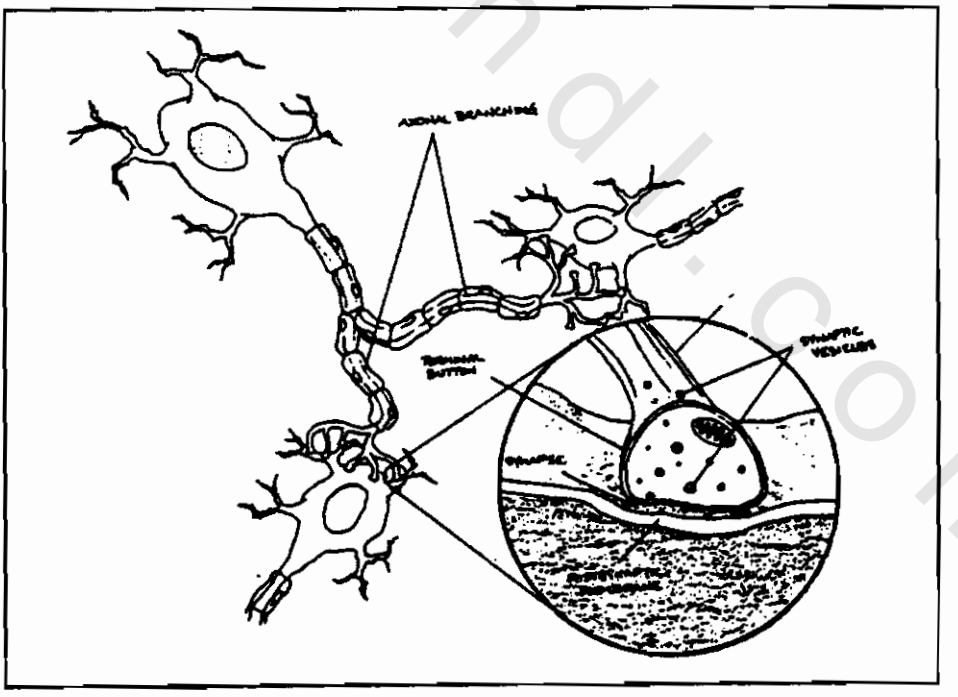
تركيب الجهاز العصبى Structure of Nervous System

إن الخلية العصبية Neuron هى وحدة البناء فى الجهاز العصبى، وهى التى تقوم بتوصيل المعلومات فى صورة سيال عصبى أو ومضة عصبية Nerve impulse، وتكوين وإفراز الموصلات العصبية.

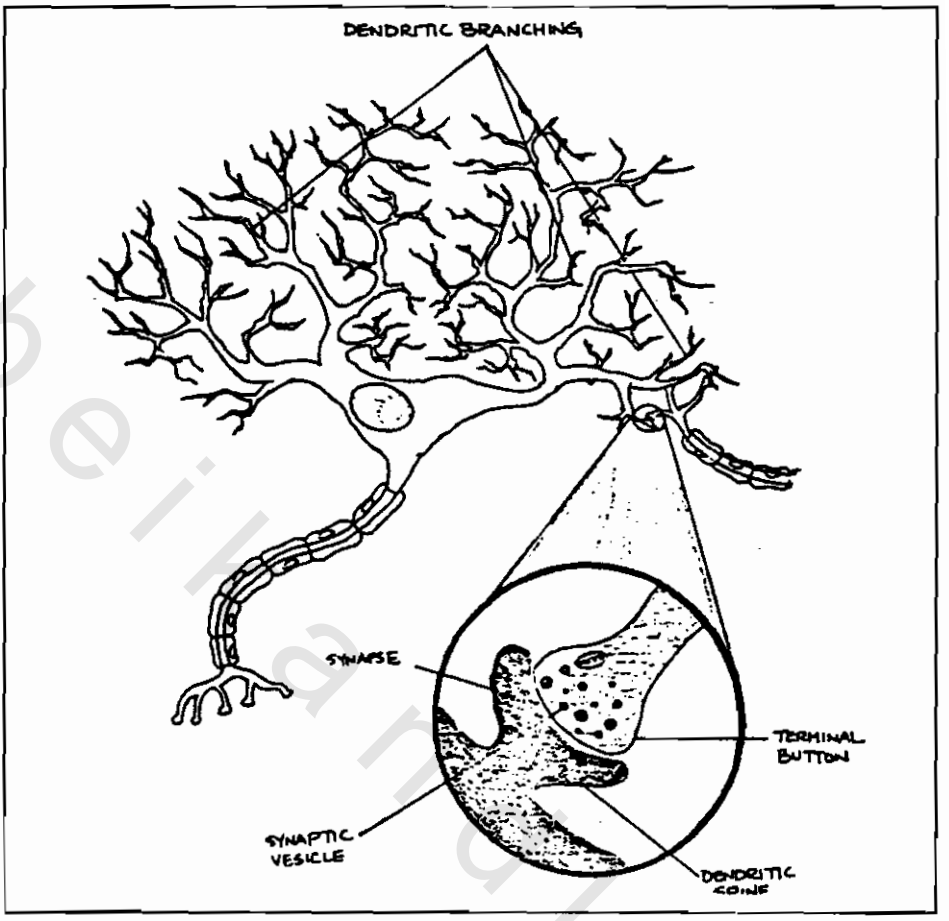
وتحتوى الخلية العصبية على نواة وميتوكوندريا وشبكة اندوبلازمية وجهاز جولجى مثل خلايا الجسم المختلفة، ولكنها تتميز بصفات أخرى تسمح لها بعمل شبكة من الاتصالات مع باقى خلايا الجهاز العصبى لمسافات طويلة، كما أنها لا تستطيع الانقسام. وأى تلف فى خلية عصبية لا يمكن إصلاحه. ويحتوى مخ الإنسان على حوالى ١٠[١١] خلية عصبية تقريباً.



Atypical neuron within the central nervous system



Enlargement of an axon within the central nervous system



Enlargement of dendrites of a neuron witin the central nervous system. Note branching of dendrite and dendritic spine.

وتتميز الخلية العصبية إلى ثلاث مناطق :

١ - جسم الخلية Cell body :

وهو يحتوى على النواة والإنزيمات المختلفة.

٢ - زوائد شجيرية Dendrits :

وهى عبارة عن امتدادات دقيقة مثل الشجرة حول جسم الخلية، وهذه الشجيرات هى التى تقوم بتوصيل الخلايا ببعضها، وتوصيل المعلومة إلى محور الخلية الأخرى.

٣ - محور الخلية Axon :

وهو عبارة عن امتداد دقيق وطويل من جسم الخلية، والذى عن طريقه ينتقل السيال العصبى من جسم الخلية إلى خلية أخرى. والنقطة التى عندها تنتقل الومضة من خلية إلى أخرى، تسمى تشابكاً عصبيّاً Synapse، وعند هذا التشابك العصبى تحدث انتفاخات للزوائد الشجيرية العصبية، وتتكون بداخلها المواد الناقلة أو الموصلات العصبية.

والموصلات العصبية عبارة عن حويصلات دقيقة، بها تركيبات كيميائية مختلفة. وعند وصول الومضة العصبية إلى هذه الانتفاخات، يحدث تمزق rupture وانتشار re-lease لهذه المواد الكيميائية فى فراغ ضيق Synaptic cleft، وهو يقع بين التشابك العصبى. وخروج هذه المواد الكيميائية من المحتمل أن تثبط inhibitory أو تنشط excit-atory الخلية المستقبلة وهذه بدورها تنقل الرسالة إلى خلية أخرى.

وتنقسم الخلايا العصبية إلى خلايا واردة أو حسية afferent، واخرى صادرة أو محركة efferent، وخلايا عصبية بينية interneurons، وهذه تتركز وظيفتها فى الربط بين الخلايا العصبية. وترتبط الخلايا الحسية بالمستقبلات أو اعضاء الحس receptors، وتحول المنبهات البيئية إلى ومضة عصبية، تنتقل عبر الخلايا الواردة إلى الجهاز العصبى المركزى، وهناك يتم إدراك هذه الومضات العصبية كحس شعورى ينتقل إلى الخلايا الصادرة (الحركية)، التى تحملها بواسطة الجهاز العصبى الطرفى للأعضاء المنفذة Effector organs.

تقسيم الجهاز العصبى

ينقسم الجهاز العصبى إلى نوعين:

١ - الجهاز العصبى المركزى Central nervous system.

٢ - الجهاز العصبى الطرفى Peripheral system.

وفيما يتعلق بالجهاز العصبى المركزى، فهو يتكون من المخ Brain تحيط به الجمجمة والحبل الشوكى Spinal cord، وتحيط به قناة فقارية Vertebral column.

أ – يتكون المخ من ثلاثة اجزاء المخ الأمامي والمتوسط والخلفي وينقسم كل من المخ الأمامي والمخ الخلفي مرة أخرى، وبذلك يصبح تكوين المخ خمسة أجزاء، وهي: مقدم المخ Telencephalon ومؤخرة المخ Diencephalon ووسط المخ Mesencephalon والمخ الخلفي Metencephalon والمخ النخاعي Myelincephalon.

وتنشأ من هذه الأقسام الخمسة التراكيب الوظيفية للمخ. ونجد أن كل قسم يحتوى على مناطق مختلفة، وأن كل منطقة مسئولة عن وظيفة معينة كما يلي:

١ – القشرة المخية Cerebral cortex:

وتتكون من نصفين كرويين Hemisphere، وتعتبر أكبر جزء من المخ، وهي تتحكم فى التفكير والذاكرة والشعور، وتؤثر ايضاً فى الجهاز العصبي الذاتي فمثلاً تنظم ضغط الدم وحركة المعدة.

٢ – الجزء الأمامي Limbic system:

وهذا الجزء يتكون من: قرين آمون Hippocampus وتركيب لوزى Amygdaloid complex وجدار فاصل Septum وتحت المهاد البصرى Hypothalamus وفصين أنفي وكمثرى الشكل Olfactory and Pyriform lobs والمهاد البصرى Thalamus وعقدة عصبية سفلي Basal ganglion.

ويعمل الجزء الأمامي كوحدة واحدة، ويقع أسفل القشرة، ويسمى أحشاء المخ، ويتحكم فى الجهاز الحركي ونشاط الاحشاء Viscra، **ونجد أيضاً أن كل جزء من هذه الأجزاء مسئول عن وظيفة معينة فمثلاً:**

أ – العقدة العصبية السفلي تتحكم فى وظيفة الجهاز العصبي الإرادى، وأى تحطيم أو تلف يحدث لها فإن الإنسان يفقد القدرة على الحركة ويتحرك لا اراديا، وهذا يعرف بمرض الشلل الرعاش أو عدم التحكم فى حركة القدم.

ب – قرين آمون يتحكم فى تكوين الذاكرة الحديثة.

جـ – المهاد البصرى يقع فى وسط المخ أسفل القشرة، وينظم وظيفة الاحشاء ومسئول

أيضاً عن الشعور بالألم والسرور.

د – تحت المهاد البصرى وهى مسئولة عن تنظيم الجهاز العصبى الذاتى وتنظيم الوظائف الداخلية للجسم، مثل: درجة الحرارة، اتزان الماء، الأيض الغذائى، ضغط الدم، النوم والشعور والعاطفة. نجد أيضًا أن هذه المنطقة هى المسئولة عن الشهية للطعام وتوجد بها مراكز الشهية، وأن أى محفز لهذه المراكز يؤدى إلى طلب الطعام، وأى تلف لهذه المراكز يؤدى إلى فقد الشهية ويوجد بها أيضًا مراكز الشبع، وأن تنشيط مراكز الشهية (الجوع) باستمرار يؤدى إلى تنشيط مراكز الشبع فيقف طلب الطعام، وأن المعدة الفارغة والجو البارد ينبهان مراكز الشهية فتؤدى إلى طلب الطعام، وأن الجو الحار يقلل من الشهية للطعام. ويوجد أيضًا بهذه المنطقة مراكز العطش وتنبيه هذه المراكز يؤدى إلى طلب الماء.

٣ – المخ الأوسط وساق المخ Midbrain and brain stem:

وهى تحتوى على المخ المتوسط والقنطرة والنخاع والمستطيل Pons and medulla oblongata وهى تنظم عمليات الابتلاع والقئ، وتنظم الجهاز الدورى والتنفسى والنوم والاستيقاظ وحركة العين وتكييفها للرؤية القريبة وتكوين العرق وتكوين العصير المعدى فى المعدة واللمس والسمع. وعن طريق ساق المخ تمر الألياف العصبية بين الحبل الشوكى ومراكز المخ، وهى تعطى حوالى ١٠–١٢ زوجاً من الأعصاب المخية التى تغذى العضلات والغدد.

٤ – المخيخ Cerebellum

وهو اصغر جزء ويوجد خلف نصفى كروى القشرة، ويلعب دوراً مهمّاً باحتفاظ الجسم بوضعه فى الفراغ والاحتفاظ بتناسق العضلات ضد الجاذبية والتحكم فى الحركة الإرادية للجذع والأطراف، وأيضًا يقوم بتنظيم معدل ضربات القلب واندفاع الدم فى الدورة الدموية.

ب – الحبل الشوكى: يمتد من نهاية النخاع المستطيل من قاعدة المخ ويترك الرأس عن

طريق فتحة كبيرة إلى داخل العمود الفقرى. وبداخله توجد كتلة من الخلايا العصبية مسئولة عن المعلومات الحسية من الجلد والعضلات والأحشاء والمفاصل ومصاحبة للخلايا المحركة التى تصل لها المعلومات عن طريق المخ.

والحبل الشوكى مقسم إلى أربعة أجزاء:

- عنقى Cerevical.
- وصدرى Thoracic.
- وقطنى Lumbar.
- وعجزى Sacral ويحوى زوجاً من الأعصاب فى كل ناحية.

٣ - الجهاز العصبى الطرفى Peripheral system:

يتكون الجهاز العصبى الطرفى من خلايا عصبية أو امتدادات للخلايا العصبية تقع خارج الجهاز العصبى المركزى، وهو عبارة عن جهاز اتصالات لتوصيل المعلومات الحسية والحركية بين المخ وجميع أجزاء الجسم، **وينقسم إلى:**

أ - الجهاز الوارد Afferent system.

ب - الجهاز الصادر Efferent system.

والجهاز العصبى الصادر ينقسم إلى جهاز عصبى جسمى Somatic nervous system وجهاز عصبى ذاتى Autonomic nervous system الذى يشتمل على الجهاز السمبثاوى Sympathetic n.s. والجهاز العصبى البار اسمبثاوى Parasympathetic n.s. مع ملاحظة أن وظيفة الألياف السمبثاوية تضاد وظيفة الألياف الباراسمبثاوية؛ فمثلاً تزيد الألياف السمبثاوية من ضربات القلب وتقلل الحركة الدودية للأمعاء، بينما تقلل الألياف الباراسمبثاوية من ضربات القلب وتزيد من الحركة الدودية للأمعاء. كما أن ألياف الجهاز السمبثاوى تطلق مادة النورابينفرين، بينما تطلق ألياف جهاز الباراسمبثارى مادة الاستيل كولين.

obeikandl.com

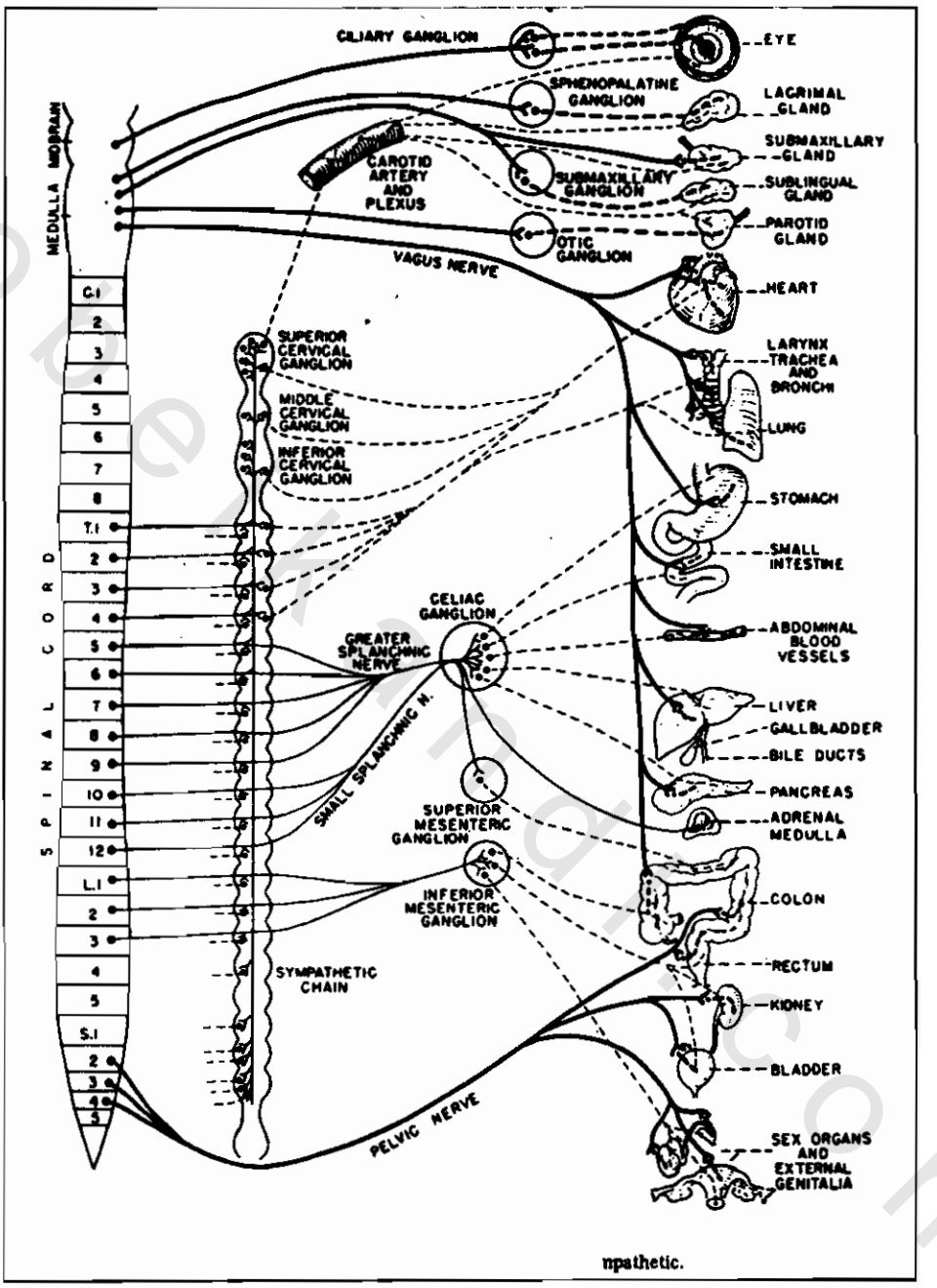


Diagram of the efferent autonomic pathways. Preganglionic neurons are shown as solid lines, postganglionic neurons as dashed lines. The heavy lines are parasympathetic fibers; the light lines are Sympathetic.

(Fundamentals of Human Physiology. 2nd ed. Year Book, 1962.)

الجهاز العصبى الذاتى Autonomic Nervous System

تغذى أليـاف هذا الجهـاز العضـلات القلبيـة والعضـلات المبطنة للجهـاز الهضـمى والغدد. وهو ينقسم إلى الجهاز السمبثاوى والباراسمبثاوى، ويخرج جسم الخلية التى تغذى هذين القسمين من أماكن مختلفة من الجهاز العصبى المركزى؛ فمثلاً الجهاز السمبثاوى تخرج الأعصاب الخاصة به من المنطقة الصدرية والقطنية من الحبل الشوكى، وتخرج الأعصاب الخاصة بالجهاز الباراسمبثاوى من المنطقة المخية والمنطقة العجزية من الحبل الشوكى. ويحتوى الجهاز السمبثاوى على النورابينفرين ويغذى الأوعية الدموية للعضلات والغدد العرقية وغدد الشعر التى توجد فى الجلد. ويحتوى الجهاز الباراسمبثاوى على الاسيتيل كولين، ونجد أن الاعصاب المخية تغذى عضلات العين وتغذى المنطقة العجزية القولون والمستقيم والحوصلة الصفراوية والحالب والجهاز التناسلى.

وظائف الجهاز السمبثاوى:

يحتفظ بالحالة الداخلية للجسم فى حالة اتزان وينظم درجة الحرارة ويزيد من حركة العضلات؛ نتيجة لزيادة النشاط يزيد من كمية السكر فى الدم، كما يعمل أيضاً على:

أ – فى حالة التمارين العضلية العنيفة يعمل الجهاز السمبثاوى على زيادة إمداد الجسم بالطاقة، وهذه مصحوبة بتوسيع الأوعية الدموية فى العضلات وتضييقها فى مناطق اخرى لإعطائها أكبر قدر من قوة دفع القلب للمناطق النشيطة، كما أنه يزيد من عدد ضربات القلب ليزيد من قوة دفعه للدم.

ب – يعمل على زيادة عملية تكسير الجليكوجين فى الكبد، وبذلك ترتفع نسبة السكر فى الدم ويزيد من عملية تكسير السكر وتكوين حمض اللاكتيك فى العضلات. أما فى الأنسجة الدهنية فيحدث تكسير الجليسيرات الثلاثية، وتزيد كمية الأحماض الدهنية الحرة Free fatty acids.

جـ – ينشط الغدد العرقية ويعمل على ايقاف حركة الأمعاء الدقيقة.

د – يؤدى التعرض للجو البارد إلى انقباض العضلات، ويحدث انقباضًا للأوعية الدموية، وبذلك يحدث احتفاظ بكمية الحرارة ويحدث انتصاب للشعر.

هـ – يعمل فى حالة النزيف على انقباض الأوعية الدموية فيقل بذلك اندفاع الدم، ويحدث أيضًا ارتفاع فى ضغط الدم.

وظائف الجهاز الباراسمبثاوى:

أ – يحتوى على الأعصاب المخية التى تغذى العين، وتعمل على انقباض إنسان العين لتهيئة العين للرؤية القريبة، وأيضًا تغذى الغدد الدمعية وتؤدى إلى افراز الدموع وأيضًا تغذى الغدد اللعابية، وتساعد فى افراز اللعاب.

ب – نجد أن المنطقة البطنية يمدها العصب الحائر Vagus nerve الذى عن طريقه يقل نشاط القلب، وإذا زاد نشاط هذا العصب يحدث توقف للقلب.

جـ – يعمل على انقباض الشعب الهوائية فى الجهاز التنفسى.

د – فى القناة الهضمية فإن العصب الحائر يحفز على افراز العصير المعدى، ويزيد من حركة الأمعاء وإفراز الغدد الخاصة بالهضم.

هـ – يغذى الجزء العجزى المثانة البولية ويساعد على انقباضها وايضًا يغذى الجهاز التناسلى.

استجابة العضو المنفذ "Effector organ" للجهاز الذاتى.

الجهاز المنفذ	الجهاز الباراسمبثاوى	الجهاز السمبثاوى
١ – العين:		
الغدد الدمعية	إفراز الدموع	
عضلات القرنية		انقباض
العضلات المهدبة	انقباض «للرؤية القريبة»	انبساط «للرؤية البعيدة»
٢ – القلب	يقلل الانقباض	زيادة الانقباض
٣ – الأوعية الدموية	تمدد	انقباض
٤ – المعدة		
«الحركة والإفراز»	زيادة	انخفاض
٥ – الأمعاء		
«الحركة والإفراز»	زيادة	انخفاض
٦ – الحوصلة الصفراوية	انقباض	تمدد
٧ – المثانة البولية	انقباض	تمدد
٨ – غدة جار الكلية	إفراز الابينفرين والنورابينفرين	
٩ – الكبد		تكسير الجليكوجين
١٠ – البنكرياس	زيادة إفراز الأنسولين	يقلل إفراز الأنسولين
١١ – الغدة العرقية		إفراز العرق
١٢ – الأنسجة الدهنية		تكسير الدهون

السيال العصبى أو الومضة العصبية Nerve impulse

إن الوظيفة الأساسية للخلية العصبية هى توصيل المعلومات بسرعة من جزء إلى جزء من الجسم فى صورة سيال عصبى، وتوصف هذه الومضة على أنها كهروكيميائية، وتعمل على تغيير نفاذية الغشاء المحيط بالخلية. ففى حالة الراحة أو السكون أو عدم مرور ومضة عصبية Resting state فإن الشحنة الكهربية خارج الخلية موجبة وداخل الخلية سالبة. وتوجد أيونات الصوديوم الموجبة خارج الخلية، ويسمح غشاء الخلية

obeikandl.com

لأيونات البوتاسيوم الموجبة بنفاذيتها داخل الخلية، بينما تكون الشحنات السالبة الداخلية فى حالة لا يسمح لها بالانتشار. هذا.. ويكون معدل انتشار أيونات الصوديوم الموجبة للخارج أكبر من معدل انتشار ايونات البوتاسيوم إلى الداخل، وبالتالى فإن تركيز ايونات البوتاسيوم فى الداخل أكبر من تركيزها خارج الخلية، ومن هنا يعطى الفرصة للبوتاسيوم أن يتسرب خارج الخلية نظراً لفرق التركيز، وأيضًا فإن أيونات البوتاسيوم الموجبة تنجذب نحو الشحنات السالبة فى الداخل، ونتيجة لذلك يحدث اختلاف فى فرق الجهد على جانبى غشاء الخلية، وهذا يسمى بجهد الغشاء membrane potential ويقال إن الخلية فى حالة استقطاب Polarization.

وعند مرور الاشارة العصبية من الزوائد الشجرية إلى نهاية المحور يحفز أو يثير غشاء المحور وبسرعة يصبح أكثر نفاذية لأيونات الصوديوم، فتمر من الخارج إلى الداخل. وبدخول الشحنة الموجبة إلى الخلية وخروج الشحنة السالبة تتغير شحنة الخلية فتصبح فى الداخل موجبة وفى الخارج سالبة، وبذلك يتولد فرق فى الجهد action potential أو ما يسمى جهد الصوديوم Sodium potential.

بتغير نفاذية الغشاء الذى يسمح بمرور الصوديوم إلى الداخل، ويسمح أيضًا بمرور البوتاسيوم إلى الخارج ذى الشحنة الموجبة؛ حتى تصبح الأيونات الخارجية مساوية للأيونات الداخلية ثم ترجع الخلية إلى حالتها الطبيعية لتدفع أيونات الصوديوم إلى الخارج وأيونات البوتاسيوم إلى الداخل، وتسمى بمضخة الصوديوم والبوتاسيوم Na+/K+ pump.

وبمرور الومضة من نقطة إلى نقطة يحدث تغير فى جهد الغشاء، وبذلك تمر موجة من السيال العصبى عبر المحور، ويستغرق هذا حوالى خمسة من الألف من الثانية.

الطريقة الكيميائية لتوصيل السيال العصبى:

الوسيط أو الموصلات العصبية Neurotransmitters التى توجد فى نهايات الأعصاب عندما تصل إليها الومضة العصبية، فإنها تنتشر فى التجويف الذى يقع بين التشابك

العصبى Synaptic cleft ثم ترتبط بمستقبلات Receptors خاصة بها على الغشاء ما بعد التشابك العصبى Postsynaptic membrane وتتفاعل مع مركباته مثل البروتين والدهون، وبهذا يصبح الغشاء أكثر نفاذية لأيونات الصوديوم والبوتاسيوم، ويحدث استقطاب للخلية ثم يحدث بعد ذلك إزالة الاستقطاب Depolarization بعد تكسير الموصلات العصبية عن طريق الإنزيمات الخاصة بها.

obeikandl.com