

الفصل الأول
الجهاز العصبي

الجهاز العصبي

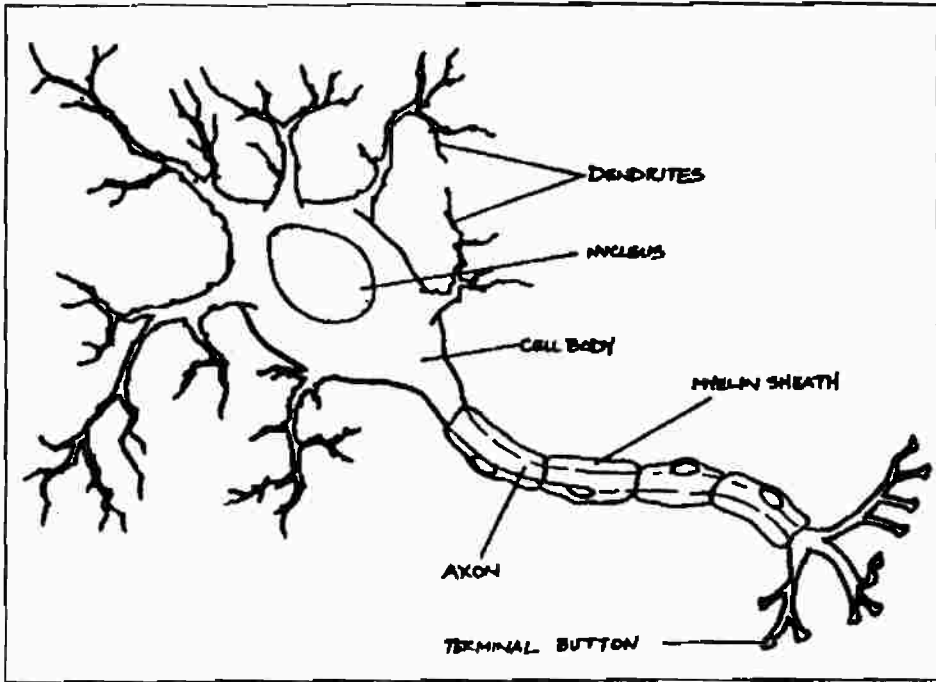
ثبت من الدراسات الحديثة أن التغذية تلعب دوراً مهماً في وظيفة الجهاز العصبي المركزي، وبالتالي في السلوك، وأن نقص بعض المواد الأساسية يمكن أن يضر بوظائف ونمو الجهاز العصبي، وتعطى سلوكاً مختلفاً. ومنذ ٢٠ عاماً تقريباً ثبت أن الغذاء يلعب دوراً مهماً في نمو المخ وتكوين الموصلات العصبية Neurotransmitters، فماذا نعرف عن الجهاز العصبي؟

يعمل الجهاز العصبي على تنظيم الوظائف الحيوية المختلفة في الجسم، وهو يصل بين أجزاء الجسم، التي تشعر بالمؤثرات الخارجية كالحواس وأجزاء الجسم الأخرى، التي تستجيب لهذه المؤثرات كالمضلات مثلاً. وبفضل الجهاز العصبي تعمل أعضاء الجسم المختلفة، وكأنها وحدة واحدة.

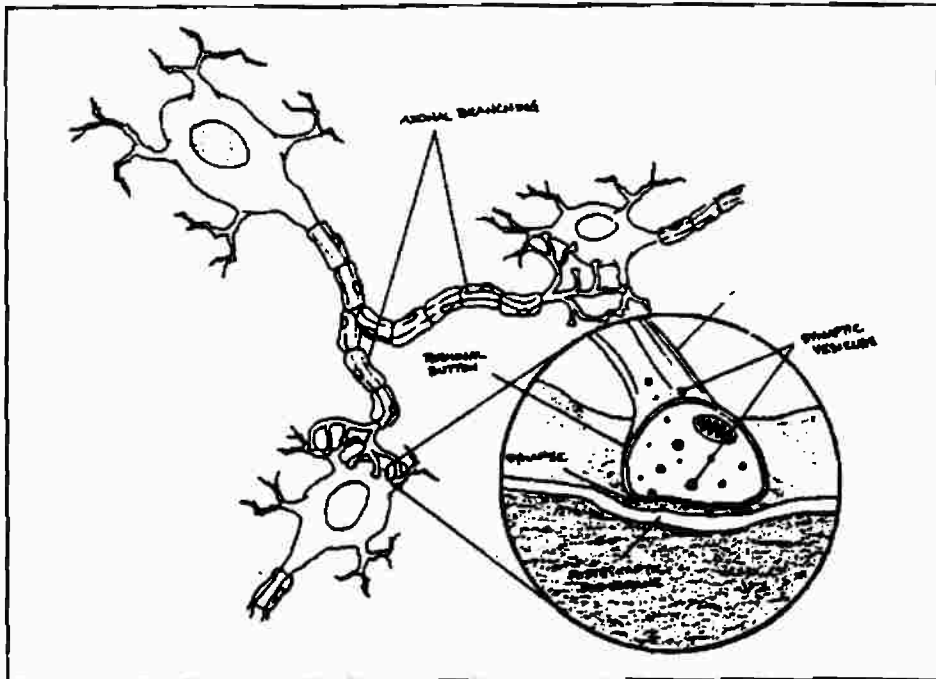
تركيب الجهاز العصبي Structure of Nervous System

إن الخلية العصبية Neuron هي وحدة البناء في الجهاز العصبي، وهي التي تقوم بتوصيل المعلومات في صورة سائل عصبي أو ومضة عصبية Nerve impulse، وتكوين وإفراز الموصلات العصبية.

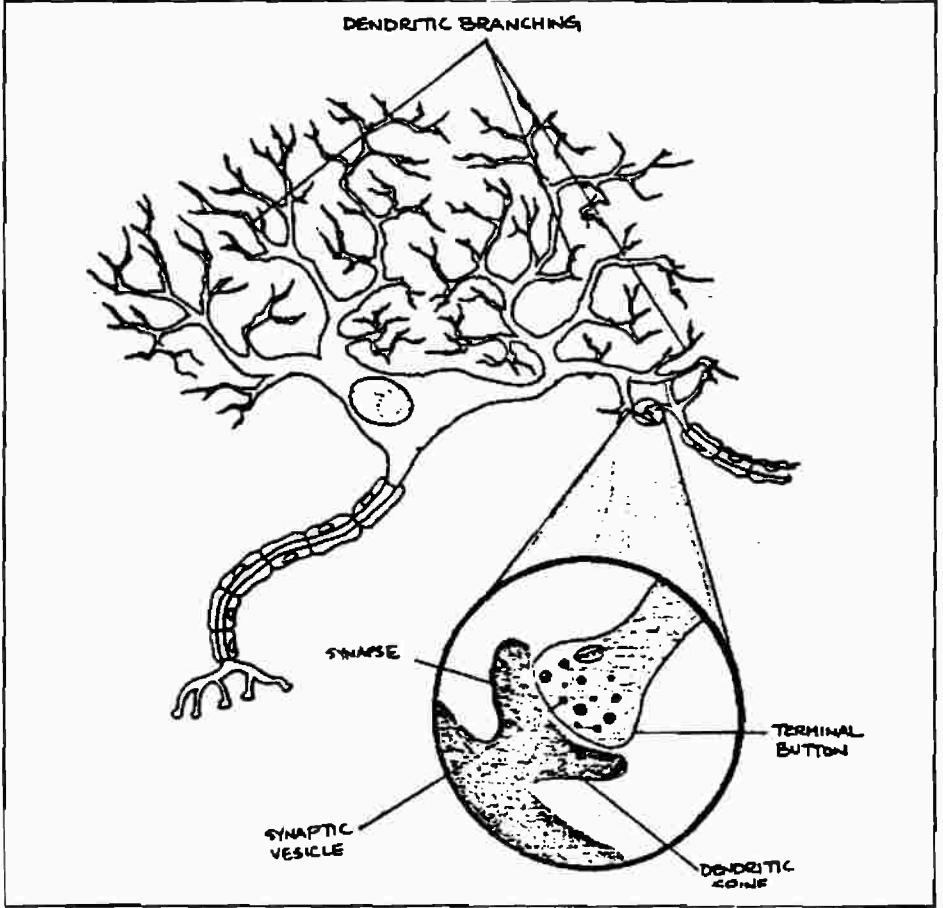
وتحتوي الخلية العصبية على نواة وميتوكوندريا وشبكة اندوبلازمية وجهاز جولجي مثل خلايا الجسم المختلفة، ولكنها تتميز بصفات أخرى تسمح لها بعمل شبكة من الاتصالات مع باقي خلايا الجهاز العصبي لمسافات طويلة، كما أنها لا تستطيع الانقسام. وأي تلف في خلية عصبية لا يمكن إصلاحه. ويحتوي مخ الإنسان على حوالي ١٠^{١١} 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 within 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 :

وهي عبارة عن امتدادات دقيقة مثل الشجرة حول جسم الخلية، وهذه الشجيرات هي التي تقوم بتوصيل الخلايا ببعضها، وتوصيل المعلومة إلى محور الخلية الأخرى.

٣ - محور الخلية Axon :

وهو عبارة عن امتداد دقيق وطويل من جسم الخلية، والذي عن طريقه ينتقل السيال العصبي من جسم الخلية إلى خلية أخرى. والنقطة التي عندها تنتقل الومضة من خلية إلى أخرى، تسمى تشابكاً عصبياً Synapse، وعند هذا التشابك العصبي تحدث انتفاخات للزوائد الشجيرية العصبية، وتشكون 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 في فراغ ضيق Synaptic cleft، وهو يقع بين التشابك العصبي. وخروج هذه المواد الكيميائية من المحتمل أن تثبط inhibitory أو تنشط excitatory الخلية المستقبلية وهذه بدورها تنقل الرسالة إلى خلية أخرى.

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

تقسيم الجهاز العصبي

ينقسم الجهاز العصبي إلى نوعين:

١ - الجهاز العصبي المركزي Central nervous system.

٢ - الجهاز العصبي الطرفى Peripheral system.

وفيما يتعلق بالجهاز العصبي المركزي، 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 الامامى والمتوسط والخلفى وينقسم كل من المخ الامامى والمخ الخلفى مرة أخرى، وبذلك يصبح تكوين المخ خمسة أجزاء، وهى: مقدم المخ Telencephalon ومؤخرة المخ Diencephalon ووسط المخ Me-sencephalon والمخ الخلفى Metencephalon والمخ النخاعى Myelencephalon.

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

١ - القشرة المخية Cerebral cortex :

وتتكون من نصفين كرويين Hemisphere، وتعتبر أكبر جزء من المخ، وهى تتحكم فى التفكير والذاكرة والشعور، وتؤثر أيضاً فى الجهاز العصبى الذاتى فمثلاً تنظم ضغط الدم وحركة المعدة.

٢ - الجزء الامامى Limbic system :

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

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

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

ب - قرين آمون يتحكم فى تكوين الذاكرة الحديثة.

ج - 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 العصبي الذاتى وتنظيم الوظائف الداخلية للجسم، مثل: درجة الحرارة، اتزان الماء، الأيض الغذائى، ضغط الدم، النوم والشعور والعاطفة . نجد أيضاً 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 أيضاً 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 أيضاً 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 والقيء، 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 الخفية التى تغذى العضلات والغدد .

٤ - المخيخ Cerebellum :

وهو اصغر جزء ويوجد خلف نصفى كروى القشرة، ويلعب دوراً مهماً باحتفاظ الجسم بوضعه فى الفراغ والاحتفاظ بتناسق العضلات ضد الجاذبية والتحكم فى الحركة الإرادية للجذع والأطراف، وأيضاً 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 الفقري. وبداخله توجد كتلة من الخلايا العصبية مسئولة عن المعلومات الحسية من الجلد والعضلات والاحشاء والمفاصل ومصاحبة للخلايا المحركة التي تصل لها المعلومات عن طريق المخ. والحبل الشوكي مقسم إلى أربعة أجزاء:

- عنقي Cervical.

- وصدرى Thoracic.

- وقطني Lumbar.

- وعجزى Sacral ويحوى زوجاً من الاعصاب فى كل ناحية.

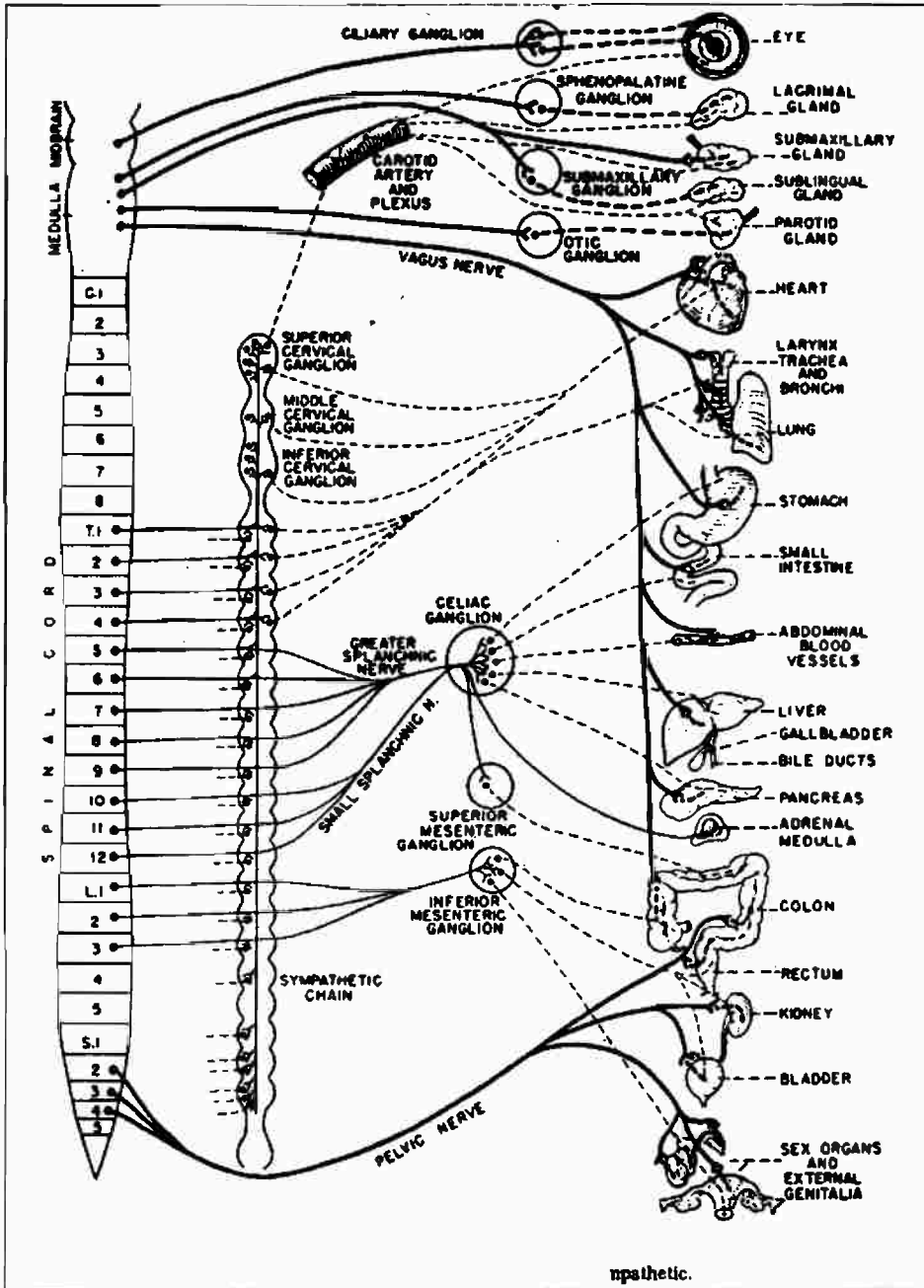
٢ - الجهاز العصبي الطرفى Peripheral system :

يتكون الجهاز العصبي الطرفى من خلايا عصبية أو امتدادات للخلايا العصبية تقع خارج الجهاز العصبي 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 العصبي الصادر ينقسم إلى جهاز عصبي جسمى Somatic nervous system وجهاز عصبي ذاتى Autonomic nervous system الذى يشتمل على الجهاز السمبثاوى Sympathetic n.s. والجهاز العصبي الباراسمبثاوى 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 الباراسمبثاوى مادة الاستيل كولين.



mpathetic.

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 العصبي الذاتي Autonomic Nervous System

تغذى ألياف هذا الجهاز العضلات القلبية والعضلات المبطنة للجهاز الهضمي والغدد. وهو ينقسم إلى الجهاز السمبثاوي والباراسمبثاوي، ويخرج جسم الخلية التي تغذى هذين القسمين من أماكن مختلفة من الجهاز العصبي المركزي؛ فمثلاً الجهاز السمبثاوي تخرج الأعصاب الخاصة به من المنطقة الصدرية والقطنية من الحبل الشوكي، وتخرج الأعصاب الخاصة بالجهاز الباراسمبثاوي من المنطقة الخفية والمنطقة العجزية من الحبل الشوكي. ويحتوي الجهاز السمبثاوي على النورابينفرين ويغذى الأوعية الدموية للعضلات والغدد العرقية وغدد الشعر التي توجد في الجلد. ويحتوي الجهاز الباراسمبثاوي على الأسيتيل كولين، ونجد أن الأعصاب الخفية تغذى عضلات العين وتغذى المنطقة العجزية القولون والمستقيم والحوصلة الصفراوية والحالب والجهاز التناسلي.

وظائف الجهاز السمبثاوي:

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

أ - في حالة التمارين العضلية العنيفة يعمل الجهاز السمبثاوي على زيادة إمداد الجسم بالطاقة، وهذه مصحوبة بتوسيع الأوعية الدموية في العضلات وتضييقها في مناطق أخرى لإعطائها أكبر قدر من قوة دفع القلب للمناطق النشطة، كما أنه يزيد من عدد ضربات القلب ليزيد من قوة دفعه للدم.

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

ج - ينشط الغدد العرقية ويعمل على إيقاف حركة الأمعاء الدقيقة.

- د - يؤدي التعرض للجو البارد إلى انقباض العضلات، ويحدث انقباضاً للأوعية الدموية، وبذلك يحدث احتفاظ بكمية الحرارة ويحدث انتصاب للمشعر.
- هـ - يعمل فى حالة التزيف على انقباض الأوعية الدموية فيقل بذلك اندفاع الدم، ويحدث أيضاً ارتفاع فى ضغط الدم.

وظائف الجهاز الباراسمبثاوى:

- أ - يحتوى على الاعصاب المخية التى تغذى العين، وتعمل على انقباض إنسان العين لتهيئة العين للرؤية القريبة، وأيضاً تغذى الغدد الدمعية وتؤدي إلى افراز الدموع وأيضاً تغذى الغدد اللعابية، وتساعد فى افراز اللعاب.
- ب - نجد أن المنطقة البطنية يمدّها العصب الحائر Vagus nerve الذى عن طريقه يقل نشاط القلب، وإذا زاد نشاط هذا العصب يحدث توقف للقلب.
- ج - يعمل على انقباض الشعب الهوائية فى الجهاز التنفسى.
- د - فى القناة الهضمية فإن العصب الحائر يحفز على افراز العصير المعدى، ويزيد من حركة الامعاء وإفراز الغدد الخاصة بالهضم.
- هـ - يغذى الجزء العجزى المثانة البولية ويساعد على انقباضها وايضاً يغذى الجهاز التناسلى.

استجابة العضو المنفذ "Effector organ" للجهاز الذاتي.

الجهاز المنفذ	الجهاز الباراسمبثاوى	الجهاز السمبثاوى
١ - العين:		
الغدد الدمعية	إفراز الدموع	
عضلات القرنية		انقباض
العضلات المهلبة	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 العصبي أو الومضة العصبية Nerve impulse

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

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

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

بتغير نفاذية الغشاء الذي يسمح بمرور الصوديوم إلى الداخل، ويسمح أيضاً 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 في جهد الغشاء، وبذلك تمر موجة من السيل العصبي عبر المحور، ويستغرق هذا حوالي خمسة من الألف من الثانية.

الطريقة الكيميائية لتوصيل السيل العصبي:

الوسيط أو الموصلات العصبية Neurotransmitters التي توجد في نهايات الأعصاب عندما تصل إليها الومضة العصبية، فإنها تنتشر في التجويف الذي يقع بين التشابك

العصبي Synaptic cleft ثم ترتبط بمستقبلات Receptors خاصة بها على الغشاء ما بعد التشابك العصبي 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.