PHYSIOLOGY

FACULTY OF PHARMACEUTICAL SCIENCES
DR. AMJAAD ZUHIER ALROSAN

LECTURE 3, PART (2): INTRODUCTION OF THE NERVOUS SYSTEM

Objectives

1. Discuss **central nervous system (CNS) as well as peripheral nervous system (PNS).**

2. Describe **functions of the nervous system**.

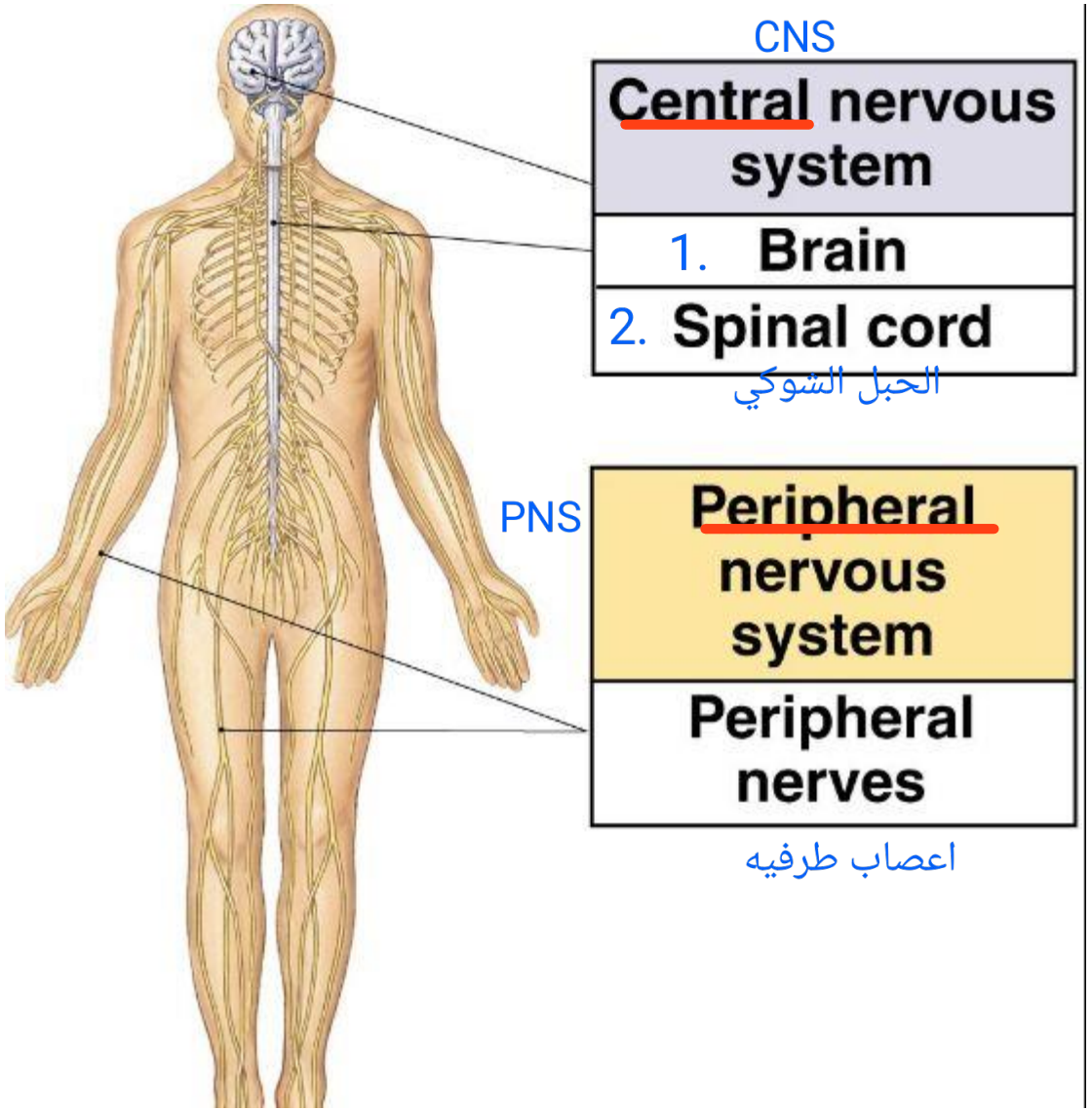
3. Explore **classification of neurons.**

(Pages 400- 408 of the reference)

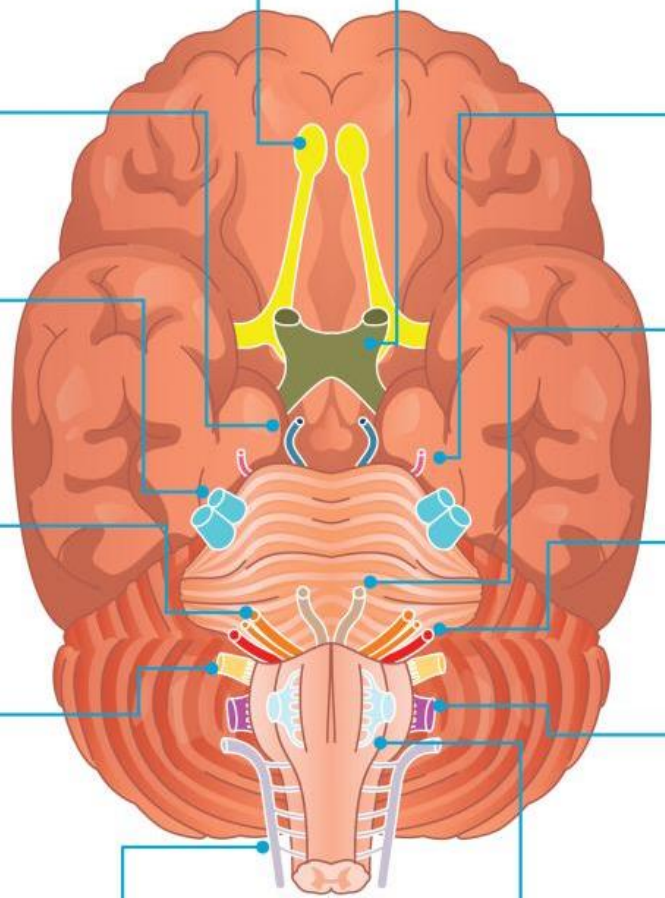
General Overview

The nervous system is one of the smallest (3% of the total body weight) but the most complex of the 11 body systems.

يُعد الجهاز العصبي أحد أصغر أجهزة الجسم (3% من إجمالي وزن الجسم) ولكنه الأكثر تعقيدًا بين أجهزة الجسم الأحد عشر.



12 Cranial Nerves



olfactory
smell

العصب الشمي المسؤول عن الشم

optic
vision

العصب البصري المسؤول عن الابصار

oculomotor
eye movement and pupil reflex

العصب المحرك للعين المسؤول عن حركه العين وانعكاس الحدقه

trochlear
eye movement

العصب البكريّ المسؤول عن حركه العين

trigeminal
face sensation and chewing

العصب الثلاثي التوائم المسؤول عن الاحساس بالوجه والمضغ

abducens
eye movement

العصب المبعد المسؤول عن حركه العين

facial
face movement and taste

العصب الوجهي المسؤول عن حركه الوجه وحاسه التذوق

vestibulocochlear
hearing and balance

العصب الدهليزي القوقعي المسؤول عن السمع والتوازن

glossopharyngeal
throat sensation, taste, and swallowing

العصب اللساني البلعومي المسؤول عن الاحساس في الحلق والتذوق والبلع

vagus
movement, sensation, and abdominal organs

العصب المبهم المسؤول عن الحركه والاحساس واعضاء البطن

accessory
neck movement

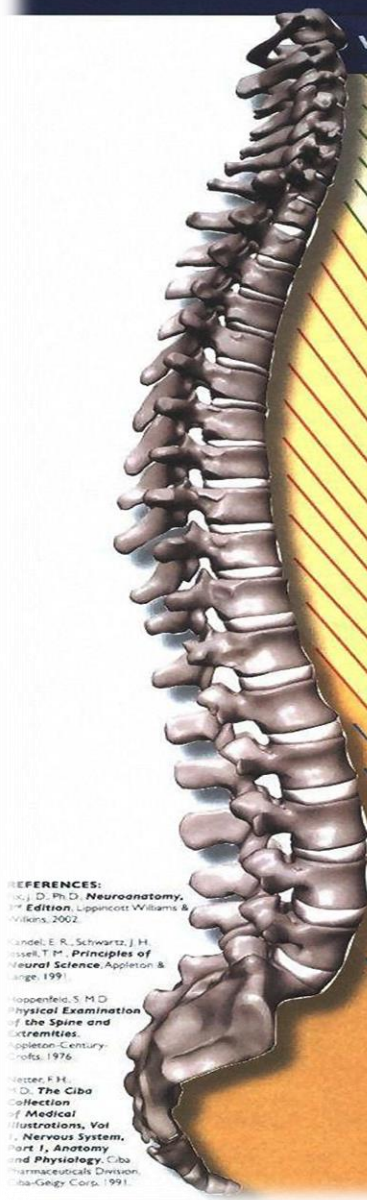
العصب الاضافي المسؤول عن حركه الرقبه

hypoglossal
movement, sensation, and abdominal organs

العصب تحت اللسان المسؤول عن حركه اللسان والاحساس به

Spinal Nerve Function

Every Cell of Your Body Has a Nerve Component



VERTEBRAL LEVEL	NERVE ROOT*	INNERVATION	POSSIBLE SYMPTOMS
C1	C1	Intracranial Blood Vessels • Eyes • Lacrimal Gland • Parotid Gland • Base of Skull • Neck Muscles • Diaphragm	Headaches • Migraine Headaches • Dizziness • Sinus Problems • Allergies • Head Colds • Fatigue • Vision Problems • Runny Nose • Sore Throat • Stiff Neck • Cough • Croup • Arm Pain • Hand and Finger Numbness or Tingling • Asthma • Heart Conditions • High Blood Pressure
C2	C2		
C3	C3		
C4	C4		
C5	C5	• Neck Muscles • Shoulders • Elbows • Arms • Wrists • Hands • Fingers • Esophagus • Heart • Lungs • Chest	
C6	C6		
C7	C7		
	C8		
T1	T1	Arms • Esophagus • Heart • Lungs • Chest • Larynx • Trachea	Wrist, Hand and Finger Numbness or Pain • Middle Back Pain • Congestion • Difficulty Breathing • Asthma • High Blood Pressure • Heart Conditions • Bronchitis • Pneumonia • Gallbladder Conditions • Jaundice • Liver Conditions • Stomach Problems • Ulcers • Gastritis • Kidney Problems
T2	T2		
T3	T3		
T4	T4		
T5	T5	Gallbladder • Liver • Diaphragm • Stomach • Pancreas • Spleen • Kidneys • Small Intestine • Appendix • Adrenals	
T6	T6		
T7	T7		
T8	T8		
T9	T9		
T10	T10		
T11	T11	Small Intestines • Colon • Uterus	
T12	T12	Uterus • Colon • Buttocks	
L1	L1	Large Intestines • Buttocks • Groin • Reproductive Organs • Colon • Thighs • Knees • Legs • Feet	Constipation • Colitis • Diarrhea • Gas Pain • Irritable Bowel • Bladder Problems • Menstrual Problems • Low Back Pain • Pain or Numbness in Legs
L2	L2		
L3	L3		
L4	L4		
L5	L5		
	SACRAL	Buttocks • Reproductive Organs • Bladder • Prostate Gland • Legs • Ankles • Feet • Toes	Constipation • Diarrhea • Bladder Problems • Menstrual Problems • Lower Back Pain • Pain or Numbness in Legs

REFERENCES:
...J. D. Ph.D.; ***Neuroanatomy, ... Edition***, Lippincott Williams & Wilkins, 2002.

...ndel, E. R., Schwartz, J. H. ...ssell, T. M.; ***Principles of Neural Science***, Appleton & ...nge, 1991.

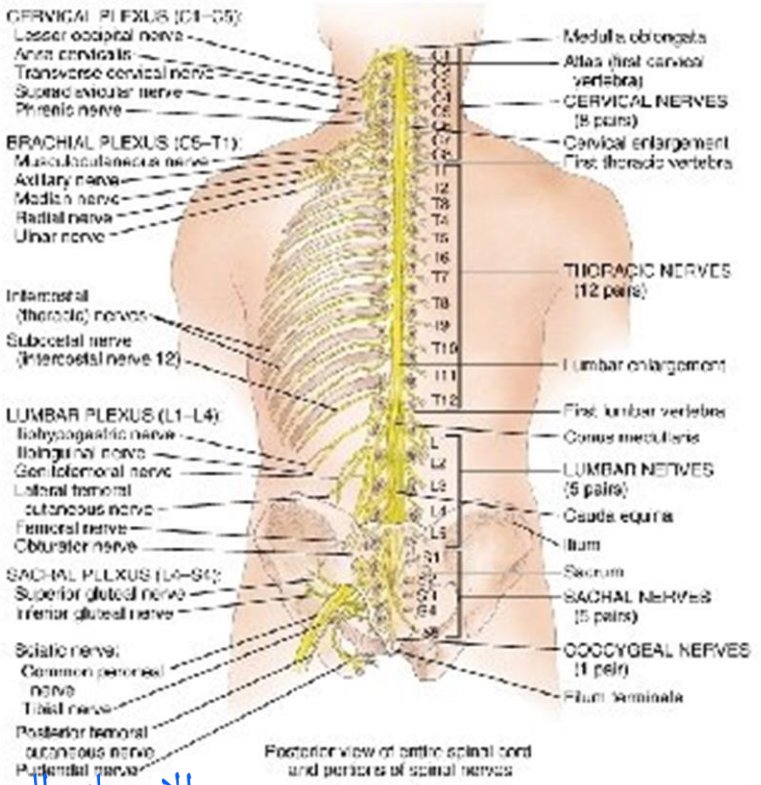
...oppenfeld, S. M.D. ***Physical Examination of the Spine and Extremities***. ...ppleton-Century-...rofts, 1976.

...etter, F. H., ...D. ***The Ciba Collection of Medical Illustrations, Vol ..., Nervous System, Part 1, Anatomy and Physiology***, Ciba ...harmaceuticals Division, ...ba-Geigy Corp, 1991.

Spinal Nerves

سميت ورقمت بناء على مستوى الحبل الشوكي التي نشأت منه

- 31 Pairs of spinal nerves
- Named & numbered by the cord level of their origin
  - 8 pairs of cervical nerves (C1 to C8) الاعصاب العنقيه
  - 12 pairs of thoracic nerves (T1 to T12) الاعصاب الصدريه
  - 5 pairs of lumbar nerves (L1 to L5) الاعصاب القطنيه
  - 5 pairs of sacral nerves (S1 to S5) الاعصاب العجزيه
  - 1 pair of coccygeal nerves الاعصاب العصعصيه
- Mixed sensory & motor nerves

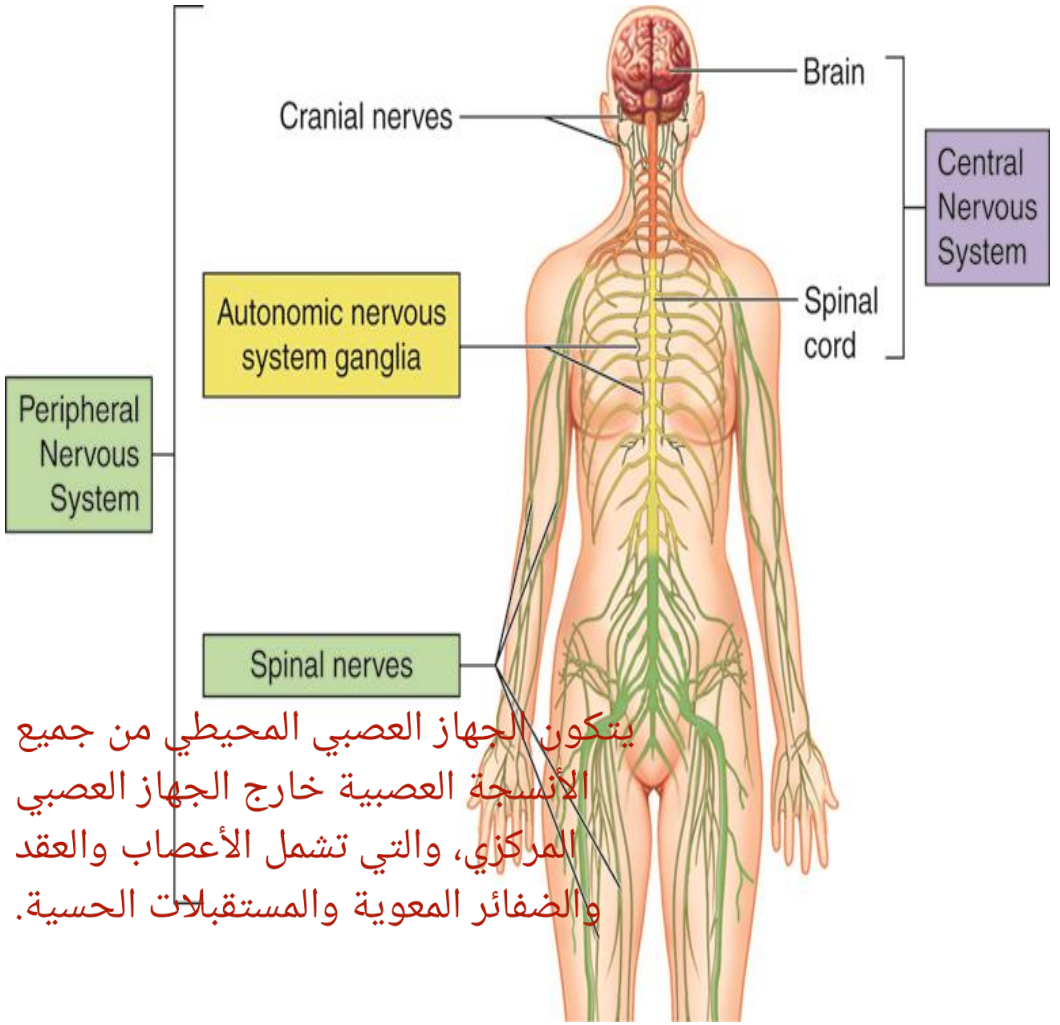


NERVOUS SYSTEM

- It consists of **central nervous system (CNS)** and **peripheral nervous system (PNS).**

- The **CNS** consists of brain (85 billion neurons) and spinal cord (100 million neurons.).

- The **PNS** consists of all nervous tissue outside the CNS, which include nerves, ganglia, enteric plexuses, and sensory receptors.



يتكون الجهاز العصبي المحيطي من جميع الأنسجة العصبية خارج الجهاز العصبي المركزي، والتي تشمل الأعصاب والعقد والضفائر المعوية والمستقبلات الحسية.

PERIPHERAL NERVOUS SYSTEM

1. **Nerve** is a bundle of hundreds to thousands of axons plus associated connective tissue and blood vessels that lies outside the brain and spinal cord (i.e., **cranial nerves** emerge from the brain and **spinal nerves** emerge from the spinal cord).

2. العقد هي كتل صغيرة من الأنسجة العصبية، وتقع خارج الدماغ والحبل الشوكي.

2. **Ganglia** are small masses of nervous tissue, that are located outside of the brain and spinal cord.

3. الضفائر المعوية هي شبكات واسعة من الخلايا العصبية الموجودة في جدران أعضاء الجهاز الهضمي (تنظيم الجهاز الهضمي).

3. **Enteric plexuses** are extensive networks of neurons located in the walls of organs of the gastrointestinal tract (regulating the digestive system).

4. يشير المستقبل الحسي إلى بنية الجهاز العصبي التي تراقب التغيرات في البيئة الخارجية أو الداخلية.

4. **Sensory receptor** refers to a structure of the nervous system that monitors changes in the external or internal environment.

PERIPHERAL NERVOUS SYSTEM

الجهاز العصبي الجسدي

Somatic nervous system (SNS)

الجهاز العصبي الذاتي او اللاارادي

Autonomic nervous system (ANS)

الجهاز العصبي المعوي

Enteric nervous system (ENS)

SOMATIC NERVOUS SYSTEM (SNS) (CONSCIOUSLY CONTROLLED) (يتحكم فيه الوعي)

1. الخلايا العصبيه الحسيه **Sensory neurons** تنقل that convey information to CNS from المستقبلات الجسديه somatic receptors in the head, body wall, and limbs and from receptors for the special senses of vision, hearing, taste, and smell.

2. الخلايا العصبيه الحركيه **Motor neurons** تنقل النبضات that conduct impulses from the CNS to skeletal muscles only.

AUTONOMIC NERVOUS SYSTEM (ANS) (INVOLUNTARY)

لا ارادي

1. **Sensory neurons** that convey information to CNS from autonomic sensory receptors, located primarily in visceral organs such as the stomach and lungs.

تنقل المعلومات
المستقبلات الحسيه اللاراديه
المعده
الرئتين
الاعضاء الحشويه

2. **Motor neurons** that conduct nerve impulses from the CNS to smooth muscle, cardiac muscle, and glands.

تنقل النبضات العصبيه
العضلات الملساء
الغدد
عضلة القلب

Note: The motor part of the ANS consists of two branches, the **sympathetic division** and the **parasympathetic division**.

الودي
نظير الودي او شبه الودي

ENTERIC NERVOUS SYSTEM (ENS) (THE BRAIN OF THE GUT) (INVOLUNTARY)

دماغ الامعاء

لا ارادي

1. **Sensory neurons** of the ENS monitor (تراقب) chemical changes within the GI tract as well as the stretching of its walls. (تمدد جدرانه)

2. **Motor neurons** govern (تتحكم) contractions (انقباضات) of GI tract smooth muscle to propel (لدفع) food through the GI tract, secretions of GI tract organs (such as acid from the stomach and hormones from GI tract endocrine cells).

FUNCTIONS OF THE NERVOUS SYSTEM

الوظيفة الحسية (الكشف عن المنبهات الداخلية أو الخارجية من خلال الأعصاب القحفية والنخاعية).

Sensory function (detecting internal stimuli or external stimuli through cranial and spinal nerves).

الوظيفة التكاملية (تحليل المعلومات الحسية واتخاذ القرارات للاستجابات المناسبة).

Integrative function (analyzing sensory information and making decisions for appropriate responses).

Motor function (eliciting an appropriate motor response by activating effectors (muscles and glands) through cranial and spinal nerves).

الوظيفة الحركية (استثارة استجابة حركية مناسبة عن طريق تنشيط الفاعلات (العضلات والغدد) من خلال الأعصاب القحفية والنخاعية).

NERVOUS TISSUE

الخلايا العصبية (توفر معظم الوظائف الفريدة للجهاز العصبي، مثل الاستشعار لأنها تربط جميع مناطق الجسم بالدماغ والحبل الشوكي).
لا توجد قدرة على الانقسام طوال حياة الفرد.

Neurons (provide most of the unique functions of the nervous system, such as sensing as they connect all regions of the body to the brain and spinal cord). No ability to undergo dividing throughout an individual's lifetime.

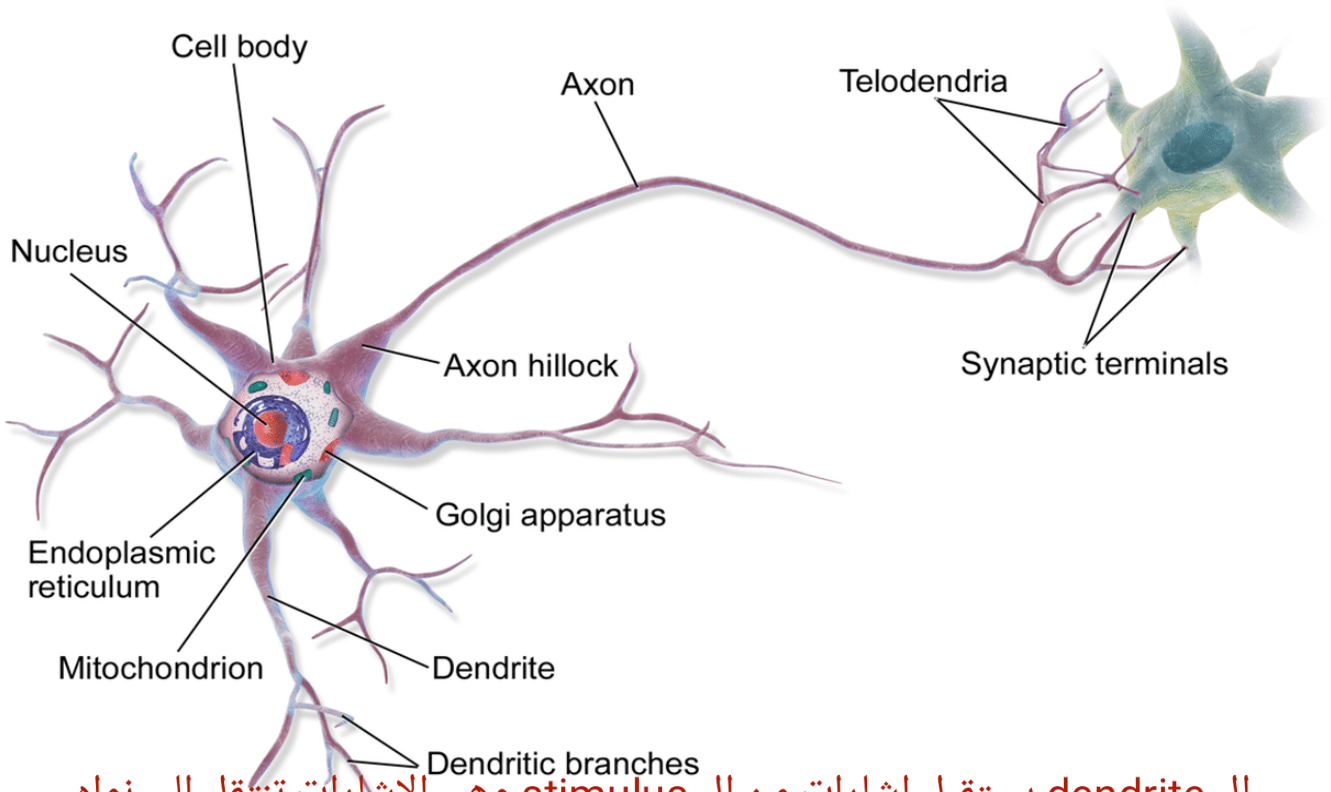
Neuroglia (support and protect neurons, and maintain the interstitial fluid that bathes them) (they outnumber neurons). It has a continuous ability to divide throughout an individual's lifetime.

الخلايا الدبقية العصبية (تدعم وتحمي الخلايا العصبية، وتحافظ على السائل الخلالي الذي يغسلها) (تفوق عدد الخلايا العصبية).
لديها القدرة المستمرة على الانقسام طوال حياة الفرد.

للخلية العصبية القدرة على الاستجابة لمحفز وتحويله إلى جهد فعل (نبضات عصبية).

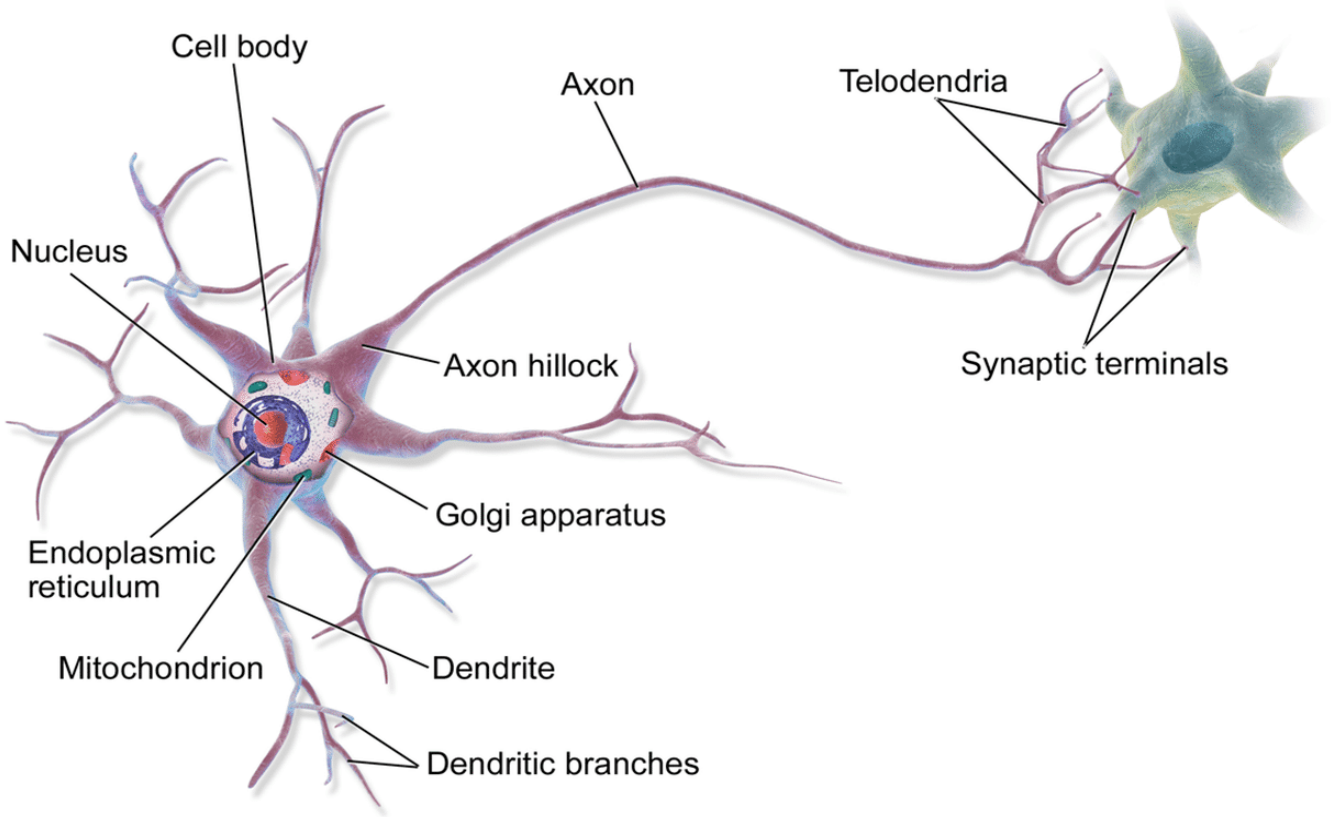
The neuron has the ability to respond to a stimulus and convert it into an action potential (nerve impulses).

The **cell body** contains free ribosomes and rough endoplasmic reticulum for synthesizing new proteins. .



ال dendrite يستقبل اشارات من ال stimulus وهي الاشارات تنتقل الى نواه الخليه اللي بتعمل على تصنيع ال action potential ثم ينتقل عن طريق ال axon ثم الى ال synaptic terminals or axon terminals

The dendrites (like little trees) are the receiving or input portions of a neuron because they contain numerous receptor sites for binding chemical messengers from other cells.



التغصنات (مثل الأشجار الصغيرة) هي أجزاء الاستقبال أو الإدخال في الخلية العصبية لأنها تحتوي على العديد من مواقع المستقبلات لربط الرسل الكيميائية من الخلايا الأخرى.

The **single axon** (long and thin projection) of a neuron propagates nerve impulses toward another neuron, a muscle fiber, or a gland cell.

The axon ends by dividing into many fine processes called **axon terminals**. (synaptic terminals)

ينتهي المحور بالانقسام إلى العديد من العمليات الدقيقة تسمى نهايات المحور.

ينقل المحور العصبي المفرد (الإسقاط الطويل والرفيع) للخلية العصبية النبضات العصبية نحو خلية عصبية أخرى أو ليفة عضلية أو خلية غدية.

Neuron

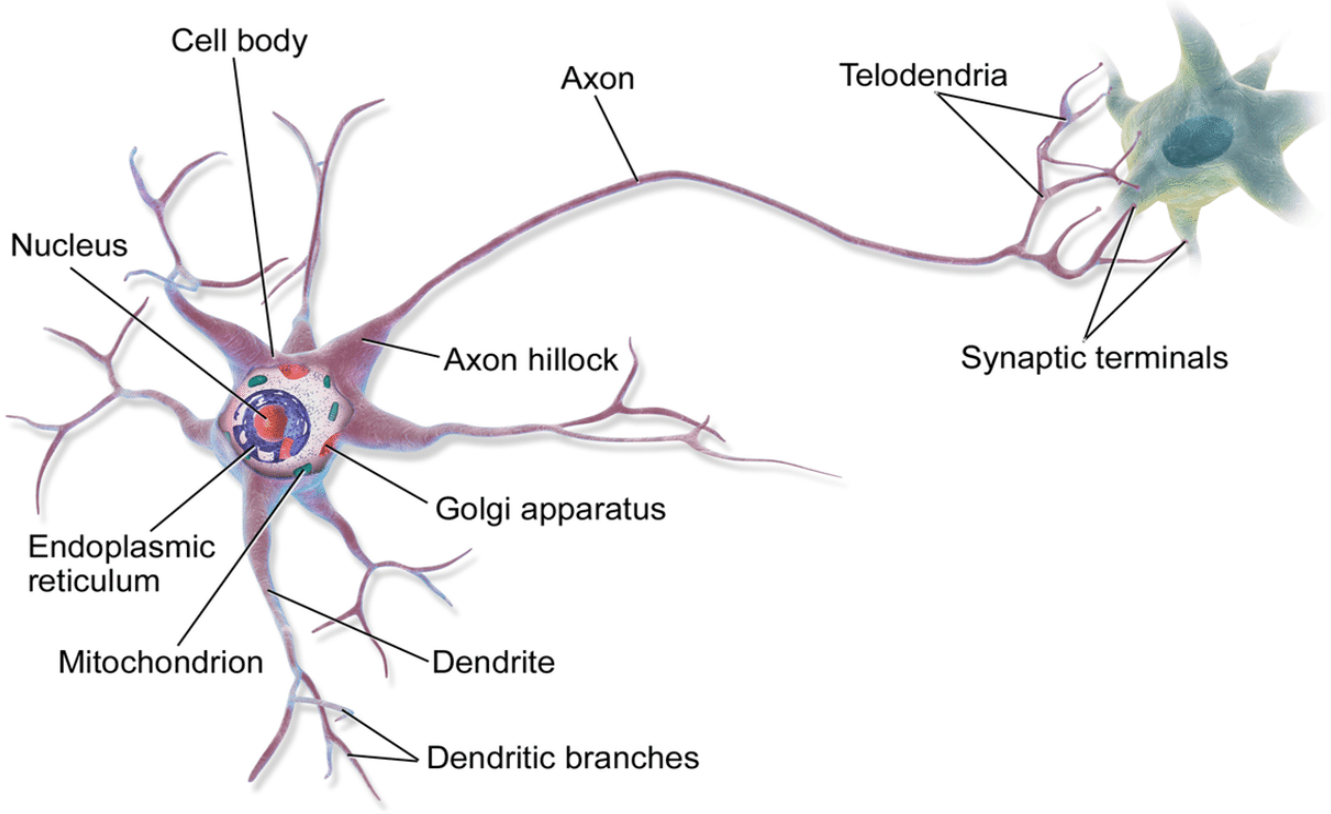


image via: wikipedia.com

SYNAPSE

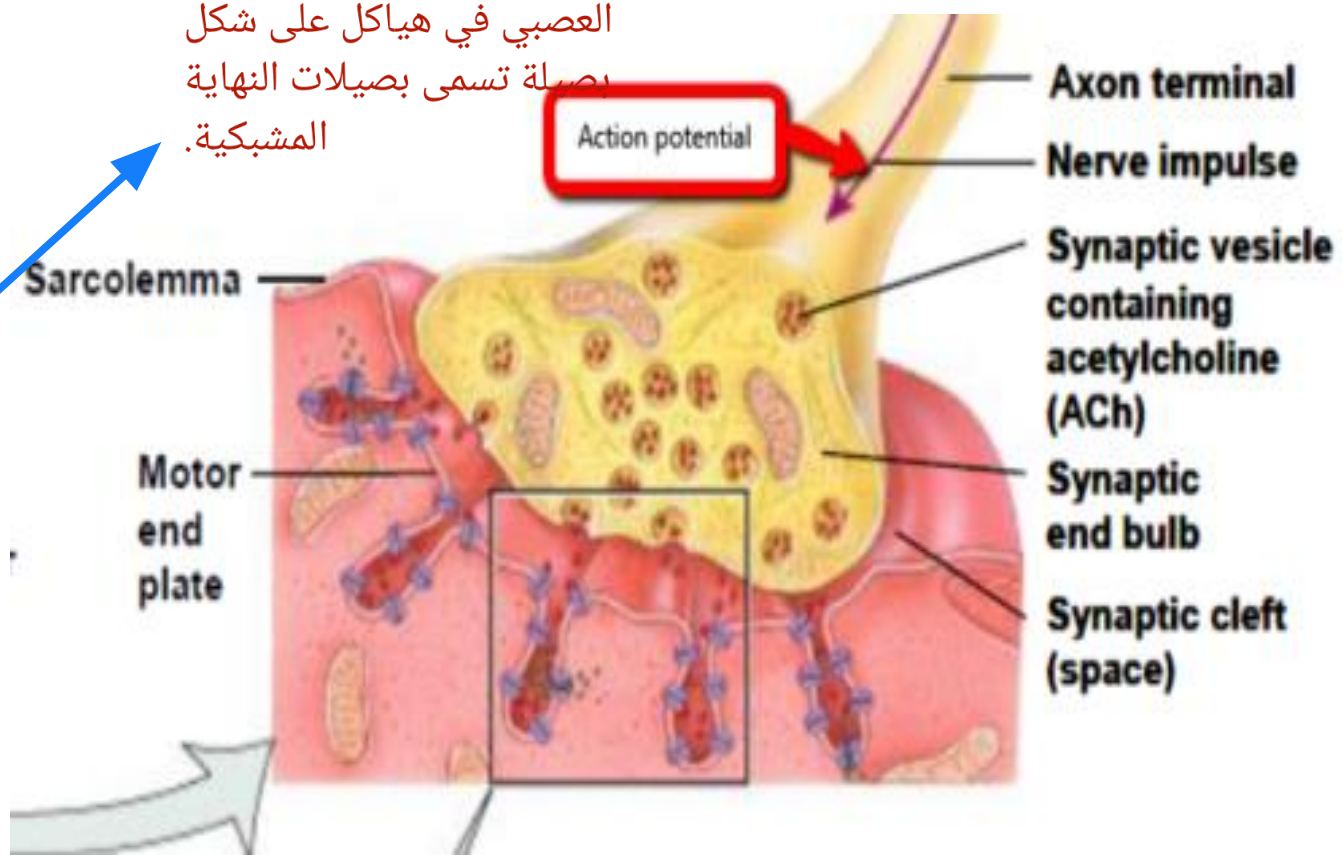
المشبك العصبي

- **Synapse** is the site of communication between two neurons or between a neuron and an effector cell.

تنتفخ

- Some axon terminals swell into bulb-shaped structures called **synaptic end bulbs**.
- **Synaptic end bulbs** contain many tiny membrane-enclosed sacs called synaptic vesicles that store a chemical called a neurotransmitter.

تنتفخ بعض نهايات المحور العصبي في هياكل على شكل بصيلة تسمى بصيلات النهاية المشبكية.

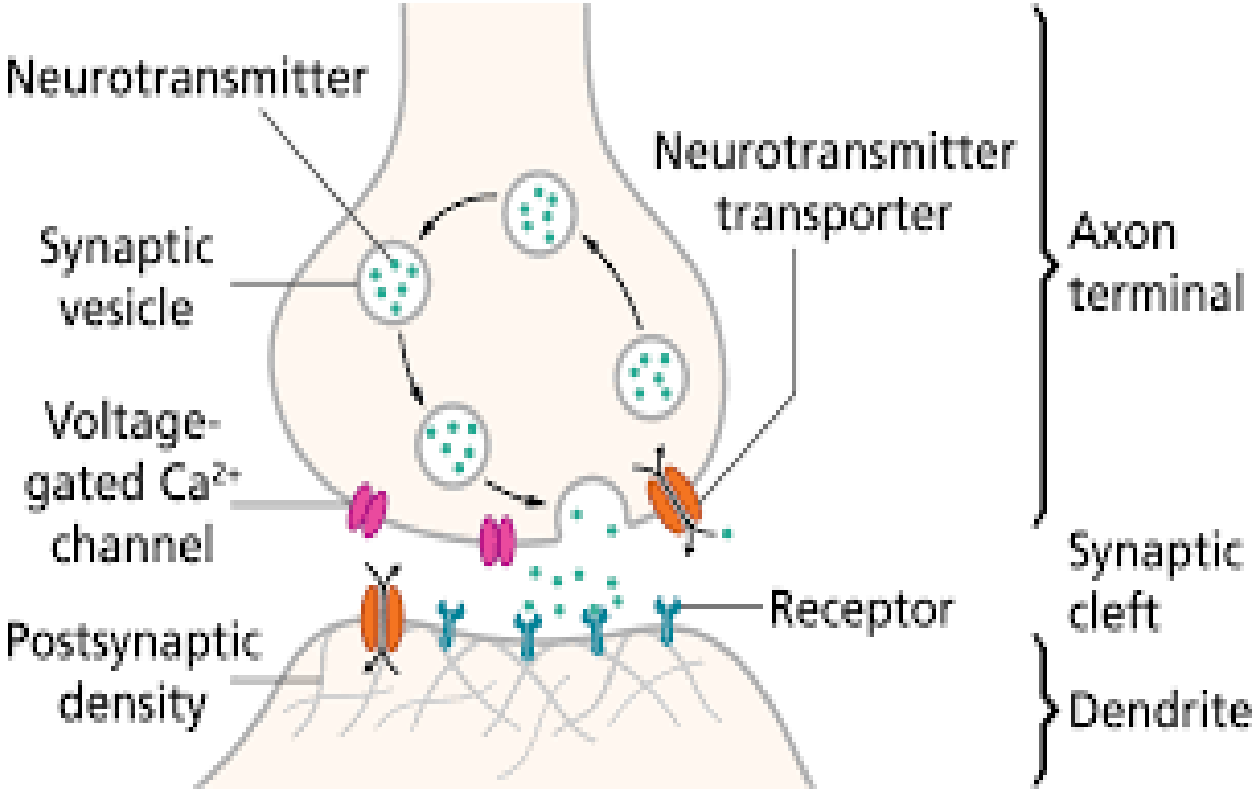


تحتوي بصيلات النهاية المشبكية على العديد من الاكياس الصغيره المحاطه بالغشاء والتي تسمى بالحويصلات المشبكيه والتي تخزن مادة كيميائية تسمى الناقل العصبي.

SYNAPSE

الناقل العصبي هو جزيء ينطلق من حويصلة مشبكية لإثارة أو تثبيط خلية عصبية أخرى أو ألياف عضلية أو خلية غدية.

- **Neurotransmitter** is a molecule released from a synaptic vesicle to excite or inhibit another neuron, muscle fiber, or gland cell.



- Many neurons have two or even three types of neurotransmitters, each with different effects on the **postsynaptic cell**.

تحتوي العديد من الخلايا العصبية على نوعين أو حتى ثلاثة أنواع من النواقل العصبية، ولكل منها تأثيرات مختلفة على الخلية ما بعد المشبكية.

CLASSIFICATION OF NEURONS

1. التصنيف الهيكلي (وفقًا لعدد العمليات الممتدة من جسم الخلية).

1. **Structural Classification** (according to the number of processes extending from the cell body).

2. التصنيف الوظيفي (وفقًا للاتجاه الذي يتم فيه نقل الدافع العصبي (جهد الفعل) فيما يتعلق بالجهاز العصبي المركزي).

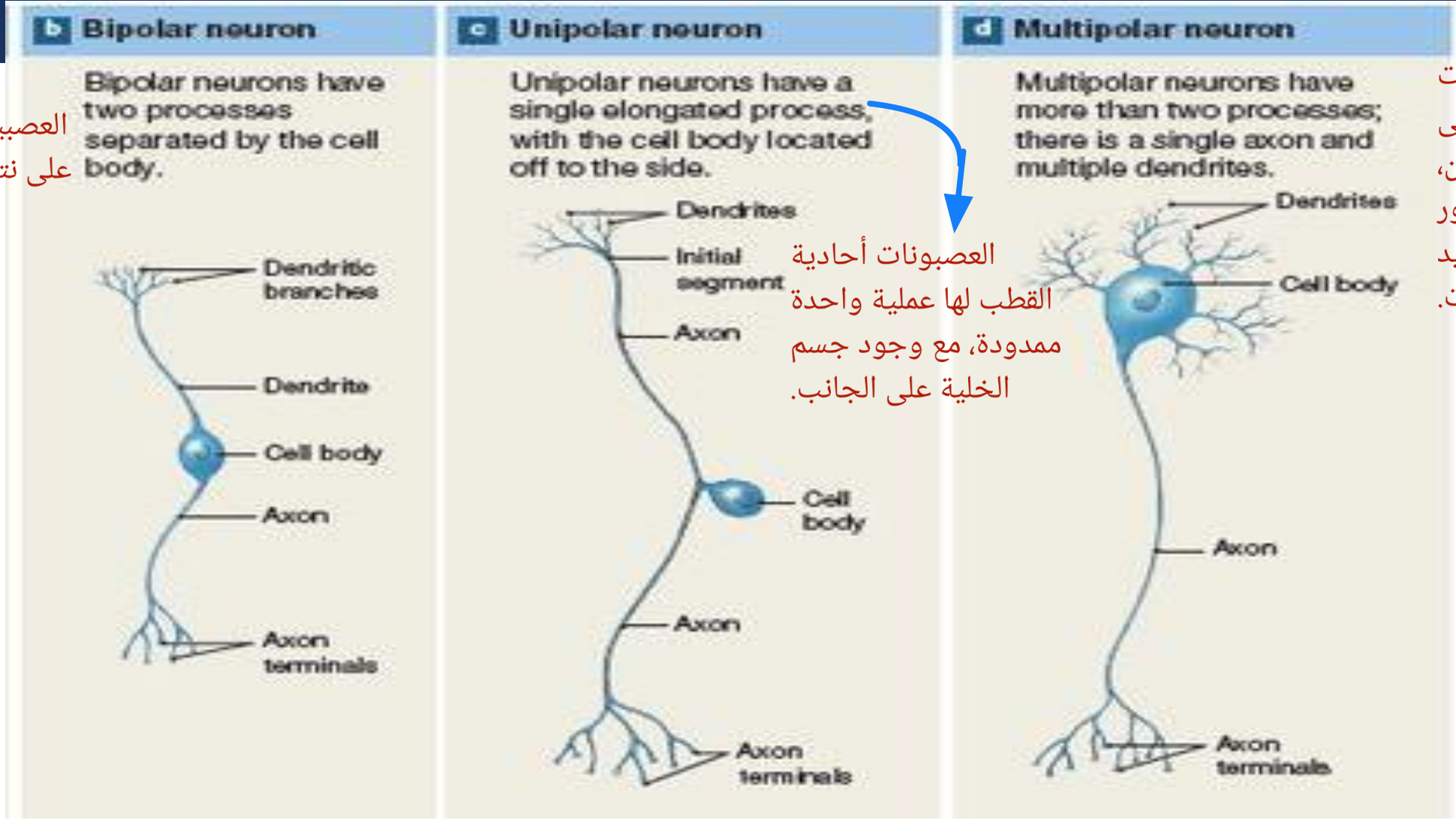
2. **Functional Classification** (according to the direction in which the nerve impulse (action potential) is conveyed with respect to the CNS).

STRUCTURAL CLASSIFICATION

تحتوي الخلايا العصبية ثنائية القطب على نتوءين مفصولين بجسم الخلية.

تحتوي النورونات متعددة الأقطاب على أكثر من عمليتين، حيث يوجد محور عصبي واحد والعديد من التغصنات.

العصبونات أحادية القطب لها عملية واحدة ممدودة، مع وجود جسم الخلية على الجانب.



STRUCTURAL CLASSIFICATION

- A **multipolar neuron** has many processes extending from the cell body, a **bipolar neuron** has two, and **a unipolar neuron** has one.

- **Multipolar neurons** have several dendrites and one axon (i.e., neurons in the brain and spinal cord). They are found as motor neurons (all) and interneurons (many).

للخلايا العصبية متعددة الأقطاب عدة تشعبات ومحور عصبي واحد (أي الخلايا العصبية في الدماغ والحبل الشوكي). توجد على شكل خلايا عصبية حركية (جميعها) وخلايا عصبية بينية (عديدة).

STRUCTURAL CLASSIFICATION

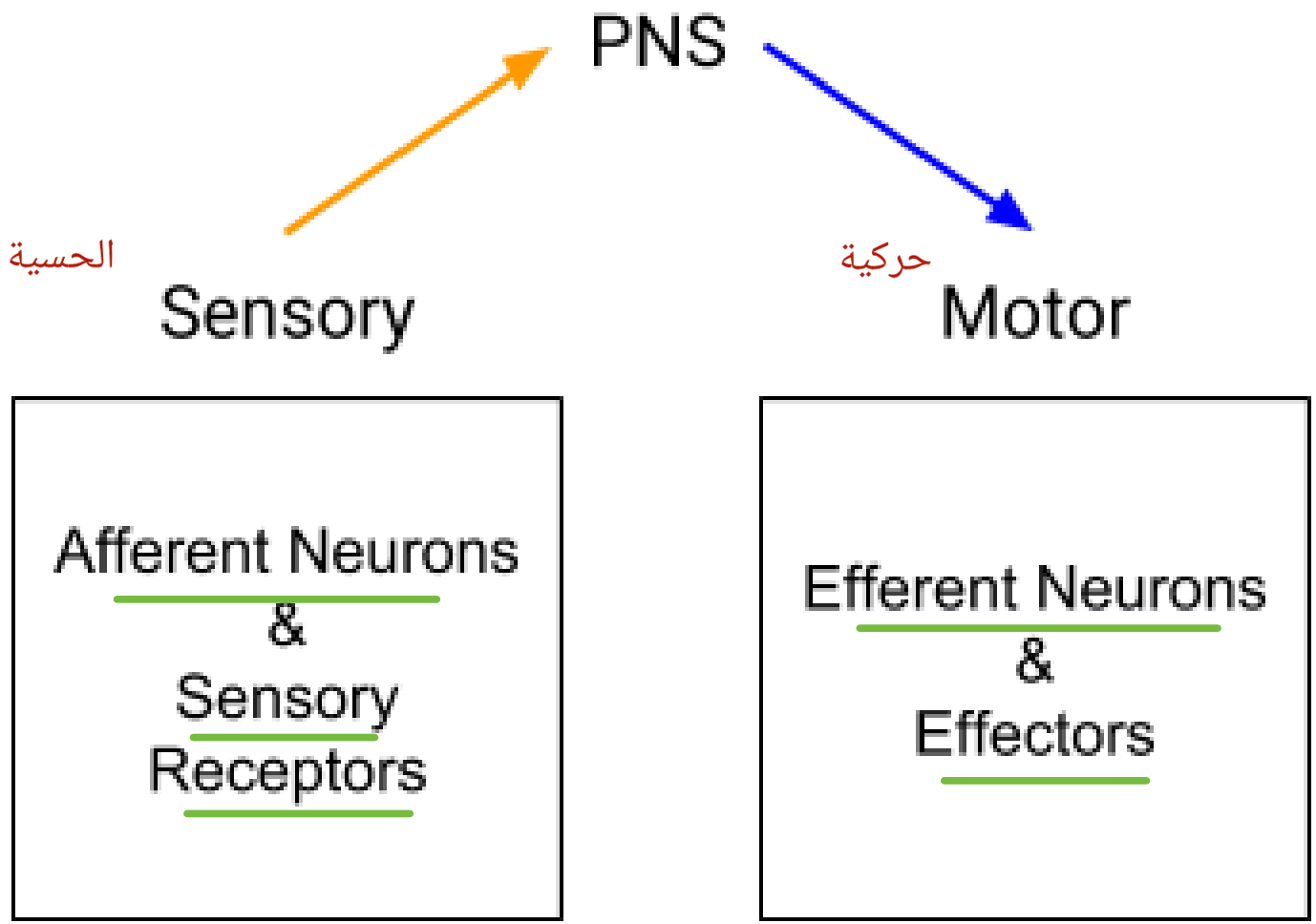
تحتوي الخلايا العصبية ثنائية القطب على شجيرة رئيسية واحدة ومحور عصبي واحد (أي الخلايا العصبية في شبكية العين والأذن الداخلية ومنطقة الشم في الدماغ. يوجد بعضها كخلايا عصبية حسية.

- **Bipolar neurons** have one main dendrite and one axon (i.e., neurons in the retina of the eye, the inner ear, and the olfactory area of the brain. Some of them are found as sensory neurons.

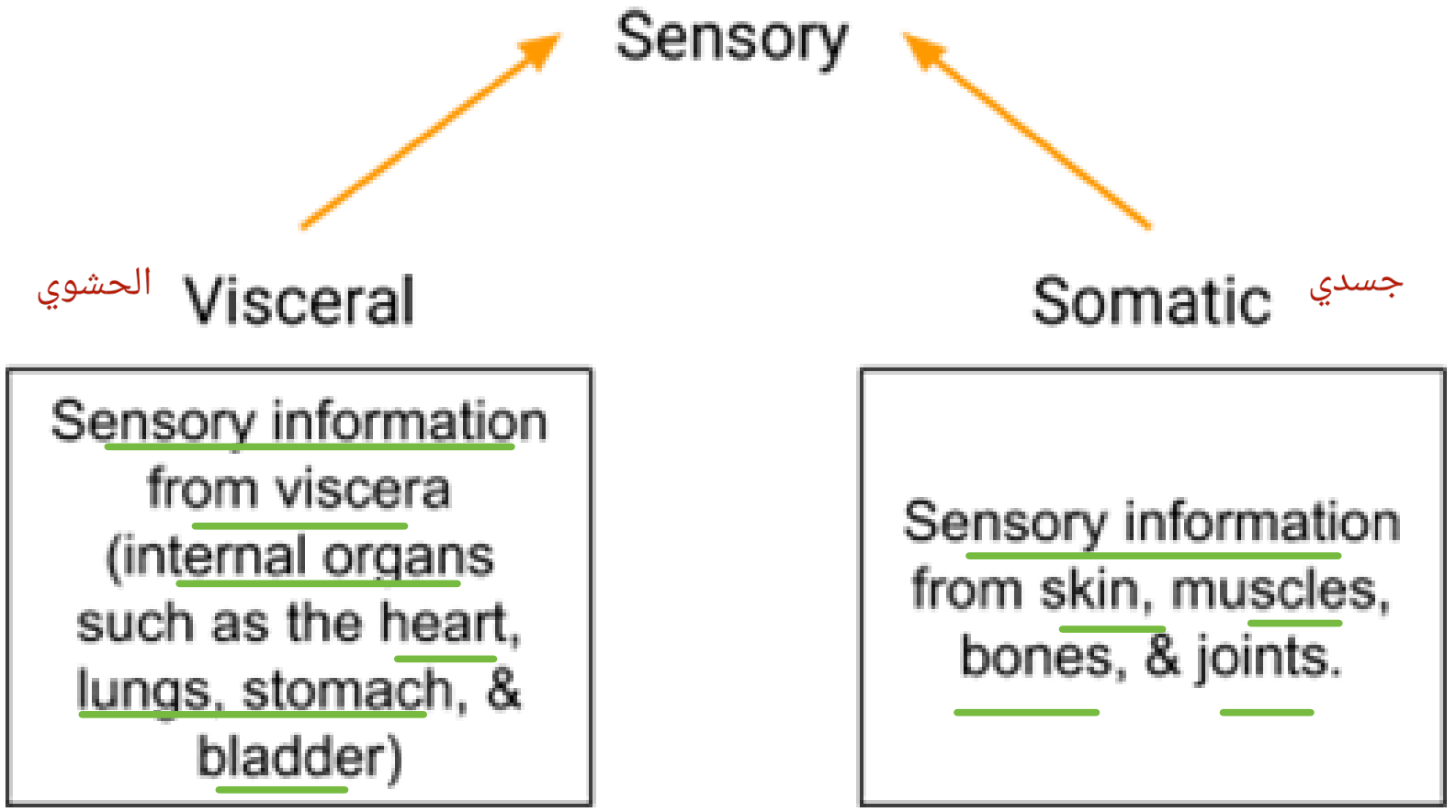
- **Unipolar neurons** have dendrites and one axon that are fused together to form a continuous process that emerges from the cell body. They are found as most of the body's sensory neurons.

تحتوي الخلايا العصبية أحادية القطب على شجيرات ومحور عصبي واحد يندمجان معًا لتشكيل عملية مستمرة تظهر من جسم الخلية. توجد مثل معظم الخلايا العصبية الحسية في الجسم.

FUNCTIONAL CLASSIFICATION



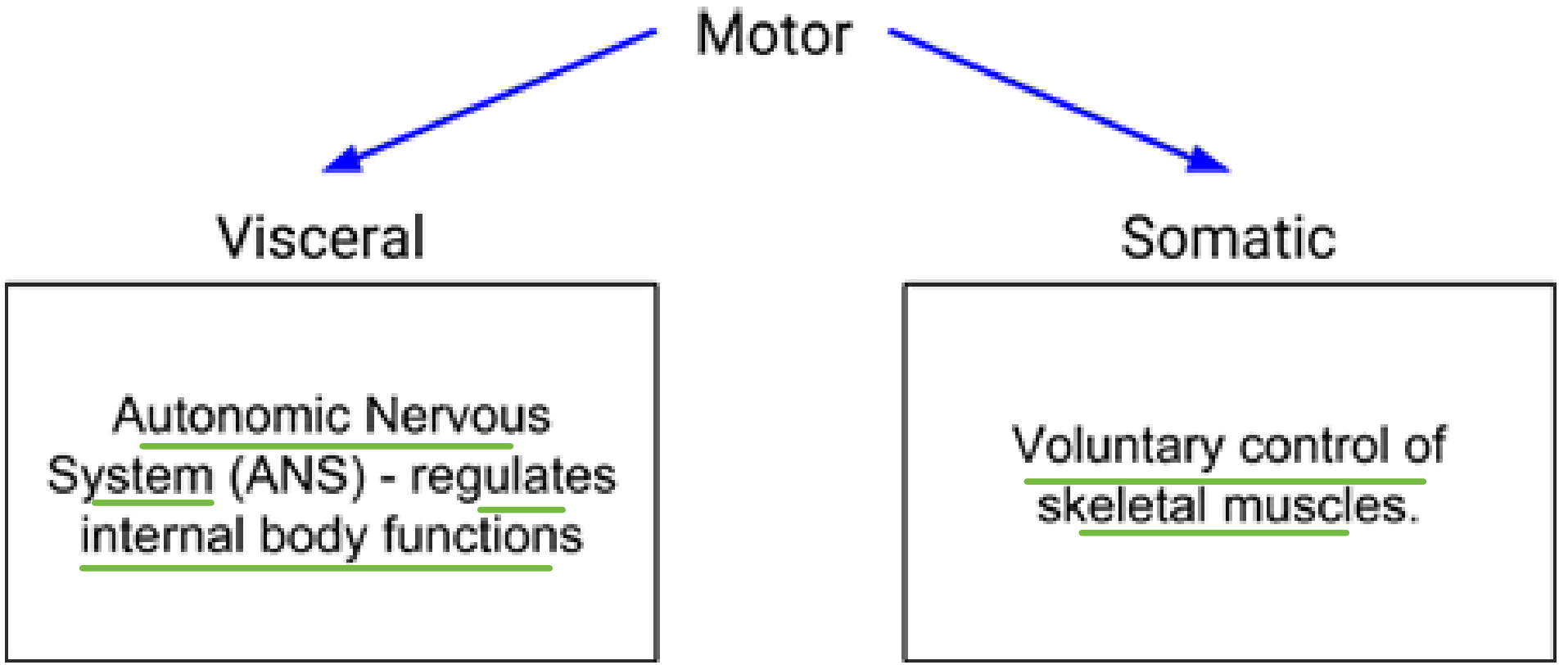
SENSORY OR AFFERENT NEURONS



المعلومات الحسية من الأحشاء (الأعضاء الداخلية مثل القلب والرئتين والمعدة والمثانة)

معلومات حسية من الجلد والعضلات والعظام والمفاصل.

MOTOR OR EFFERENT NEURONS



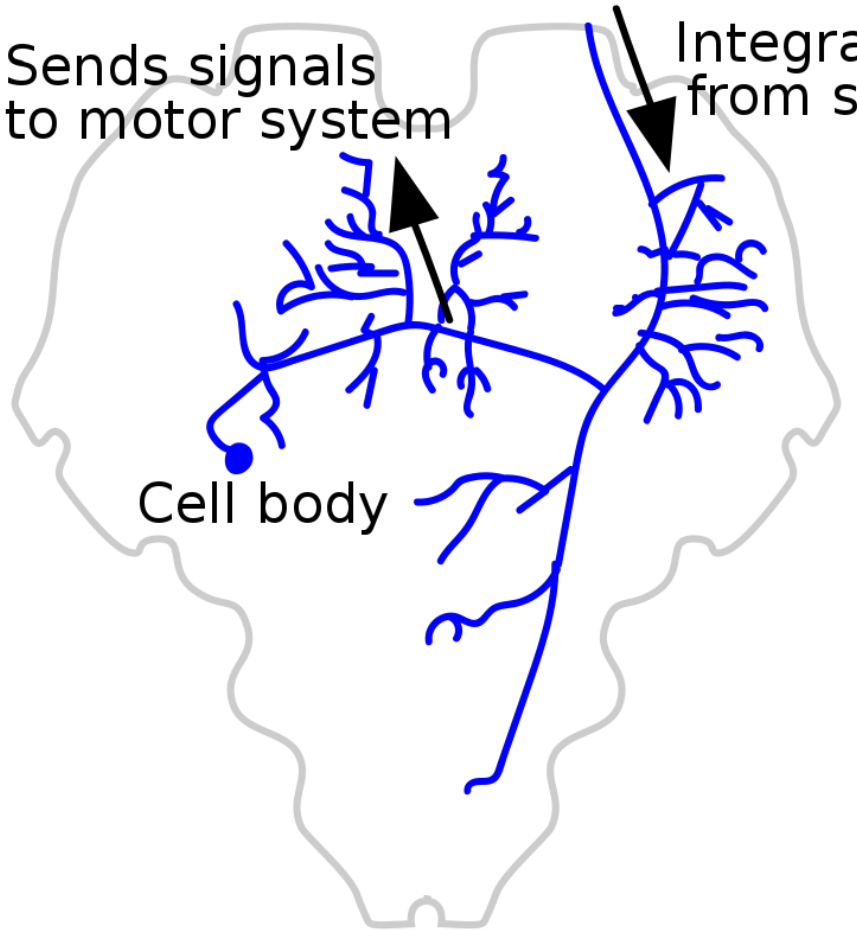
- (ANS) الجهاز العصبي اللاإرادي
ينظم وظائف الجسم الداخلية

التحكم الإرادي في عضلات الهيكل العظمي.

الخلايا العصبية البينية أو الخلايا العصبية الارتباطية

INTERNEURONS OR ASSOCIATION NEURONS

يرسل إشارات إلى الجهاز الحركي



يدمج المعلومات من الأجهزة الحسية

FUNCTIONAL CLASSIFICATION

الخلايا العصبية الحسية أو الواردة (معظمها أحادية القطب): يحفز المحفز المناسب مستقبلًا حسيًا، وتشكل الخلية العصبية الحسية جهد فعل في محورها وينتقل جهد الفعل إلى الجهاز العصبي المركزي عبر الأعصاب القحفية أو الشوكية. معظم الخلايا العصبية الحسية ذات هيكل أحادي القطب.

- **Sensory or afferent neurons (most are unipolar):** appropriate stimulus activates a sensory receptor; the sensory neuron forms an action potential in its axon and the action potential is conveyed into the CNS through cranial or spinal nerves. Most sensory neurons are unipolar in structure.

الخلايا العصبية الحركية أو الصادرة (معظمها متعددة الأقطاب): تنقل جهود الفعل (الأوامر) بعيدًا عن الجهاز العصبي المركزي إلى المؤثرات (العضلات والغدد) عبر الأعصاب القحفية أو الشوكية.

- **Motor or efferent neurons (most are multipolar):** convey action potentials (commands) away from the CNS to effectors (muscles and glands) through cranial or spinal nerves.

FUNCTIONAL CLASSIFICATION

الخلايا العصبية الداخلية أو الخلايا العصبية الترابطية (معظمها متعددة الأقطاب):

- **Interneurons or association neurons (most are multipolar):**

<تقع داخل الجهاز العصبي المركزي (الدماغ والحبل الشوكي) بين الخلايا العصبية الحسية والحركية.

- They are located within the CNS (brain and spinal cord) between sensory and motor neurons.
- They integrate the incoming sensory information from sensory neurons (transmit action potential from one neuron to another) and then elicit a motor response by activating the appropriate motor neurons.

إنهم يدمجون المعلومات الحسية الواردة من الخلايا العصبية الحسية (ينقلون جهد الفعل من خلية عصبية إلى أخرى) ثم يستثيرون استجابة حركية عن طريق تنشيط المحرك المناسب

- Main functions are thinking, memory, decision making.

<الوظائف الرئيسية هي التفكير والذاكرة واتخاذ القرار.

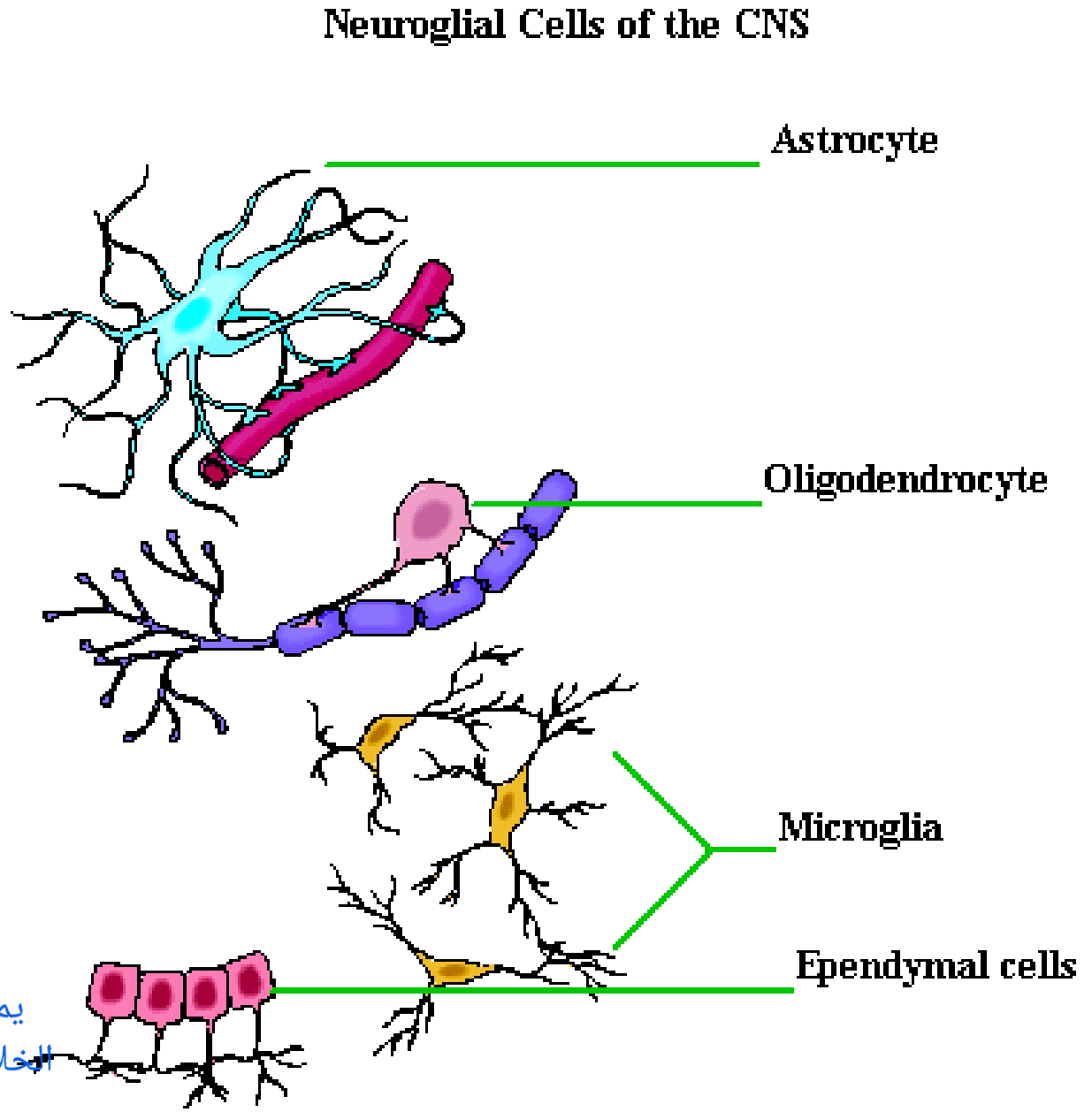
NEUROGLIA

- In contrast to neurons, neuroglia **do not generate** or propagate **action potentials**, and they **can multiply and divide** in the mature nervous system.

على عكس الخلايا العصبية، لا تُولّد الخلايا الدبقية العصبية أو تنشر جهد فعل، ويمكنها التكاثر والانقسام في الجهاز العصبي الناضج.

- Neuroglia of the CNS can be classified into four types: **astrocytes, oligodendrocytes, microglial cells, and ependymal cells**.

يمكن تصنيف الخلايا الدبقية العصبية في الجهاز العصبي المركزي إلى أربعة أنواع: الخلايا النجمية، والخلايا قليلة التغصن، والخلايا الدبقية الصغيرة، والخلايا البطانية.



ASTROCYTES

الخلايا النجمية

1. **Support neurons**.
2. **Isolate neurons** of the CNS from various potentially **harmful substances** in blood.
3. **Regulate** the growth, migration, and interconnection among **neurons** in the brain.
4. **Maintain** the appropriate chemical environment for the generation of **nerve impulses**.
5. Play a role in **learning and memory** by influencing the formation of neural synapses.

2. عزل الخلايا العصبية في الجهاز العصبي المركزي من مختلف المواد الضارة المحتملة في الدم.

الانتقال

الترابط

الحفاظ على البيئه الكيميائيه المناسبه لنبضات الاعصاب

5. تلعب دورًا في التعلم والذاكرة من خلال التأثير على تكوين المشابك العصبية.

قليله التغصن او التفرع

OLIGODENDROCYTES

- They are forming and maintaining the myelin sheath which increases the speed of nerve impulse conduction around CNS axons. (containing interneurons)

إنها تقوم بتكوين والحفاظ على الغمد الميليني الذي يزيد من سرعة توصيل نبضات الأعصاب حول محاور الجهاز العصبي المركزي. (تحتوي على الخلايا العصبية الداخلية)

الخلايا الدبقيه الصغيره

MICROGLIA

إزالة الحطام الخلوي المتكون أثناء التطور الطبيعي للجهاز العصبي وبلعمة الخلايا الدقيقة والأنسجة العصبية التالفة.

- They remove cellular debris formed during normal development of the nervous system and phagocytize microbes and damaged nervous tissue.

الخلايا البطانية

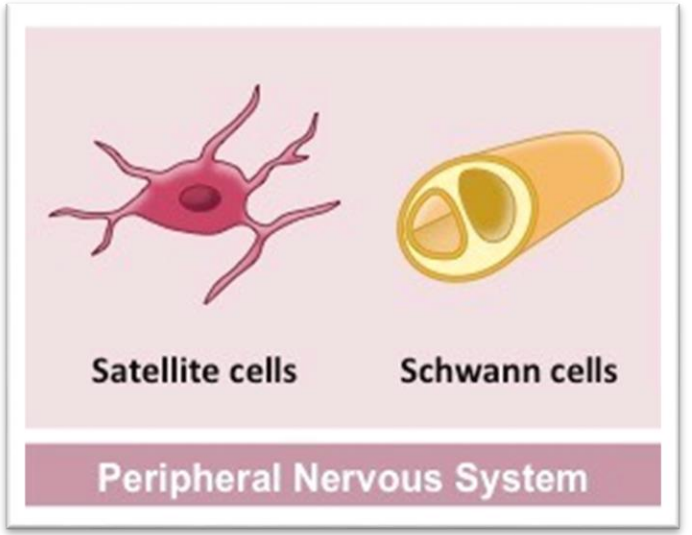
EPENDYMAL CELLS

- They produce and assist in the circulation of cerebrospinal fluid.

تنتج هذه الخلايا وتساعد في دوران السائل الدماغي الشوكي.

الخلايا الدبقية العصبية في الجهاز العصبي المحيطي

NEUROGLIA OF THE PNS



- The two types of glial cells in the PNS are **Schwann cells and Satellite cells.**

نوعان من الخلايا الدبقية في الجهاز العصبي المحيطي هما خلايا شوان والخلايا الساتلية.

SCHWANN CELLS

تشكل غمد الميالين حول المحاور العصبية وتشارك في تجديدها. (تحتوي على الخلايا العصبية الحسية والحركية).

- They form the myelin sheath around axons and participate in axon regeneration. (containing sensory and motor neurons).

SATELLITE CELLS

تُوفّر دعمًا هيكليًا، وتُنظّم تبادل المواد بين أجسام الخلايا العصبية والسائل الخلالي.

- They provide structural support and regulate the exchanges of materials between neuronal cell bodies and interstitial fluid.

THANK YOU

AMJADZ@HU.EDU.JO