PHYSIOLOGY

FACULTY OF PHARMACEUTICAL SCIENCES
DR. AMJAAD ZUHIER ALROSAN

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

Objectives

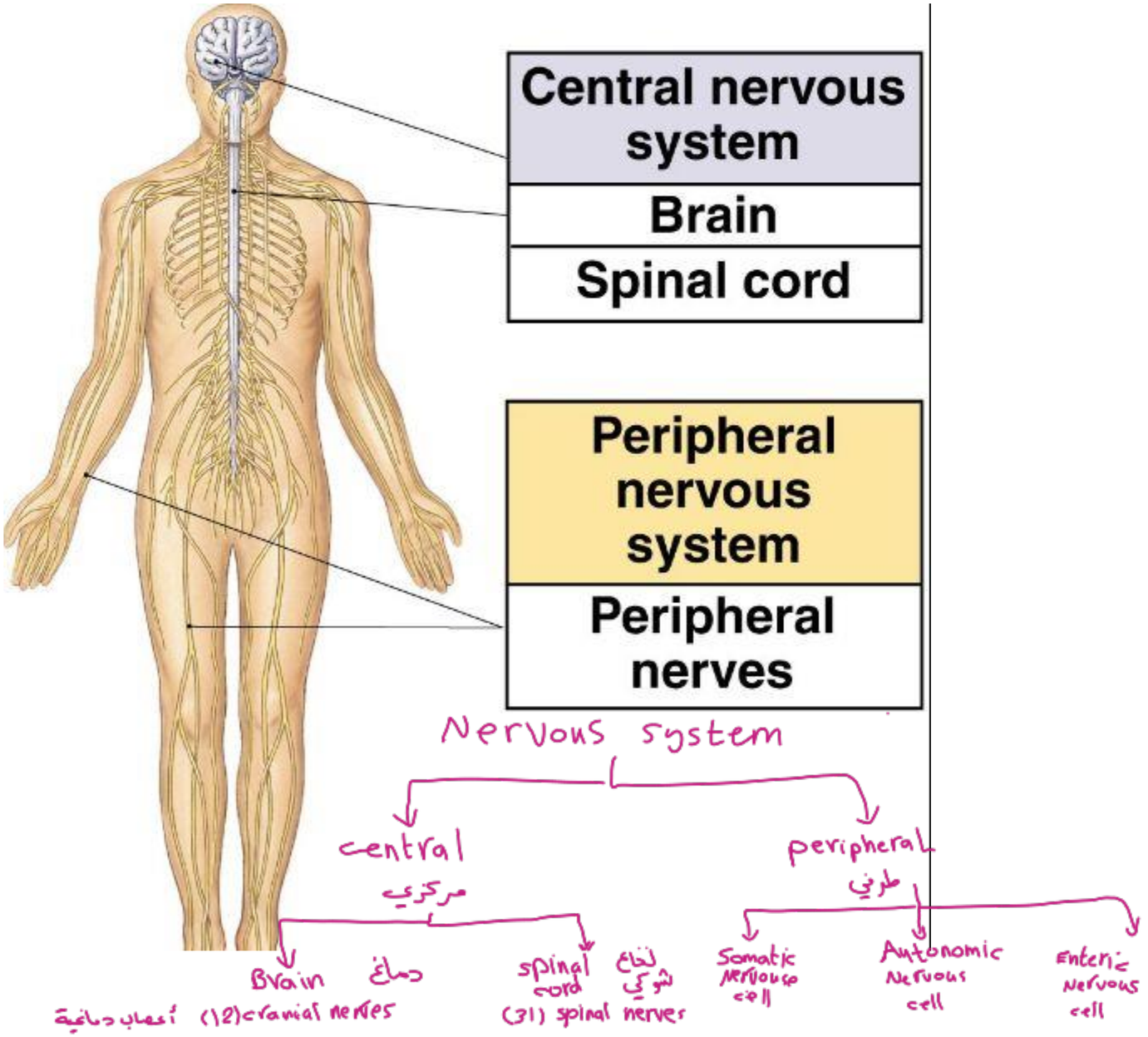
1. Discuss **central nervous system (CNS) as well as peripheral nervous system (PNS).**
2. Describe **functions of the nervous system**.
3. Explore **classification of neurons.**

(Pages 400- 408 of the reference)

General Overview

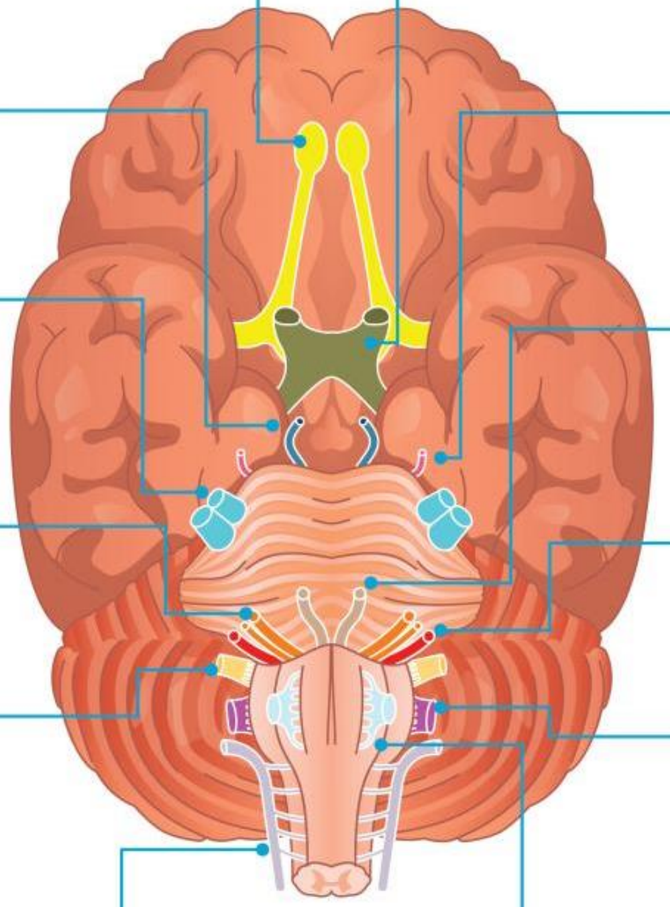
The nervous system is one of the smallest (3% of the total body weight) but the most complex of the 11 body systems.

اصغر الأنظمة في جسم الإنسان ولكن الاعقد



جزئية
Anatomy

الاعصاب الدماغية وبعض وظائفها
12 Cranial Nerves



olfactory
smell

عصب حسيّ
مسؤول عن
حاسة الشم

optic
vision

عصب حسيّ
مسؤول عن
حاسة البصر

oculomotor
eye movement and
pupil reflex

عصب حركي
يغذي العضلات
التي تعمل على
تحريك العين

trochlear
eye movement

العصب البكري الذي يغذي
عضلة تعمل على تحريك العين

trigeminal
face sensation and
chewing

عصب حسيّ مسؤول عن الإحساس بالوجه والرأس وحركي
مسؤول عن المضغ

abducens
eye movement

العصب المبعد مسؤول عن عضلة معينة
بتحرك العين

facial
face movement
and taste

العصب المسؤول عن تعبيرات الوجه
وحاسة التذوق

vestibulocochlear
hearing and balance

عصب حسيّ مسؤول عن توازن الجسم وترجمة
قوقعة الاذن الداخلية للأصوات

glossopharyngeal
throat sensation, taste,
and swallowing

العصب اللساني البلعومي : مسؤول عن حركة عملية البلع ومعظم حركة اللسان
والاحساس بالحرارة والألم في الأذن الوسطى

vagus
movement, sensation,
and abdominal organs

العصب الراوي المعدي :يغذي معظم عضلات القناة الهضمية والقصبة
الهوائية

accessory
neck movement

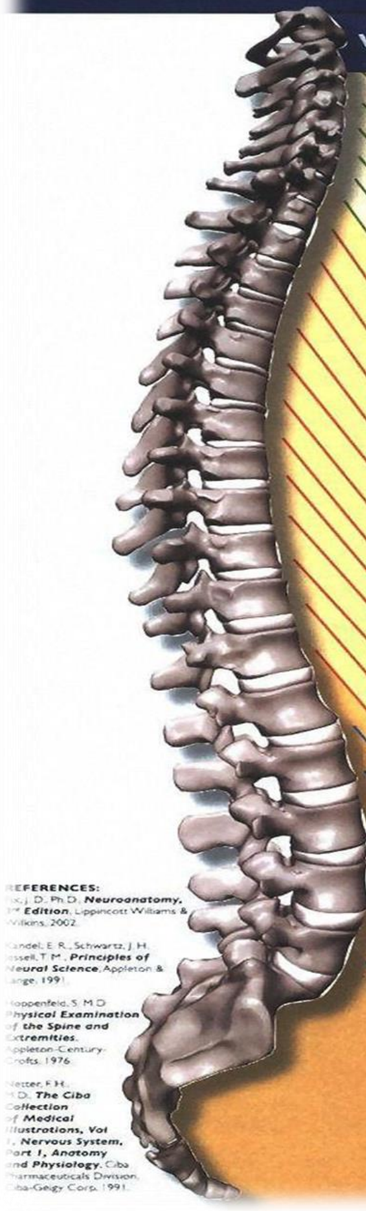
عصب حركي مسؤول عن عضلات البلعوم

hypoglossal
movement, sensation,
and abdominal organs

عصب حركي مسؤول عن
حركة عضلة اللسان والحواس
وأعضاء البطن

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 • Scalp • 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		
T1	C8		
T2	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
T3	T2		
T4	T3		
T5	T4		
T6	T5	Gallbladder • Liver • Diaphragm • Stomach • Pancreas • Spleen • Kidneys • Small Intestine • Appendix • Adrenals	
T7	T6		
T8	T7		
T9	T8		
T10	T9		
T11	T10		
T12	T11	Small Intestines • Colon • Uterus	
L1	T12	Uterus • Colon • Buttocks	
L2	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
L3	L2		
L4	L3		
L5	L4		
	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:
...), D. Ph.D. *Neuroanatomy, ... Edition*. Lippincott Williams & Wilkins, 2002.
...andel, E. R., Schwartz, J. H., ...ssell, T. M. *Principles of Neural Science*. Appleton & ...ange, 1991.
...loppenfeld, S. M.D. *Physical Examination of the Spine and Extremities*. Appleton-Century-Crofts, 1976.
...ester, F. H. M.D. *The Ciba Collection of Medical Illustrations, Vol ..., Nervous System, Part 1, Anatomy and Physiology*. Ciba Pharmaceuticals Division, Ciba-Geigy Corp., 1991.

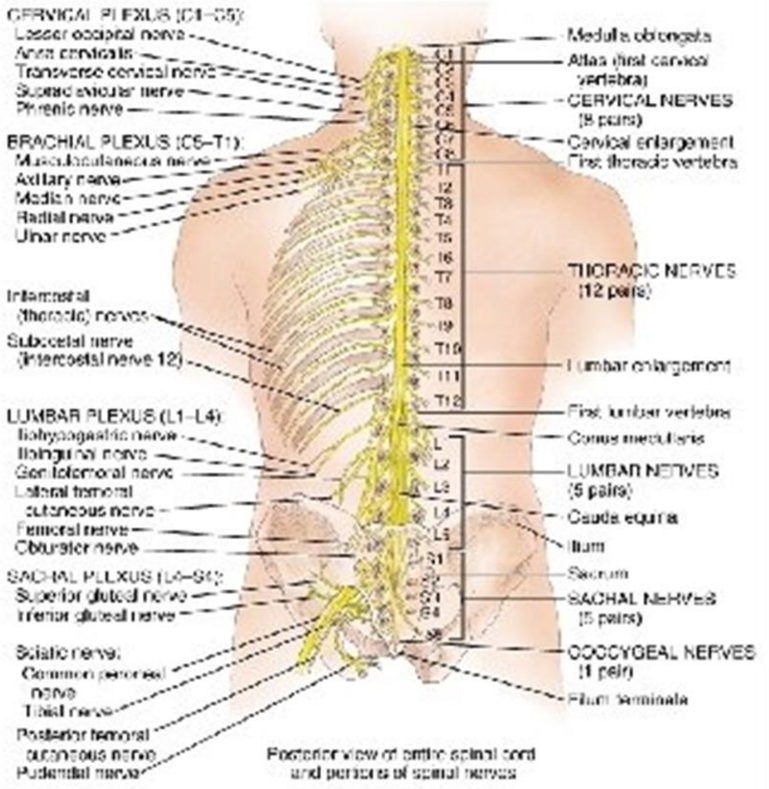
جزئية Anatomy
وظيفة ال 31 spinal nerves.. نقل الرسائل العصبية من والى النخاع الشوكي

31 متقسمين إلى 5 أقسام حسب امتدادهم من النخاع الشوكي

Spinal Nerves

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

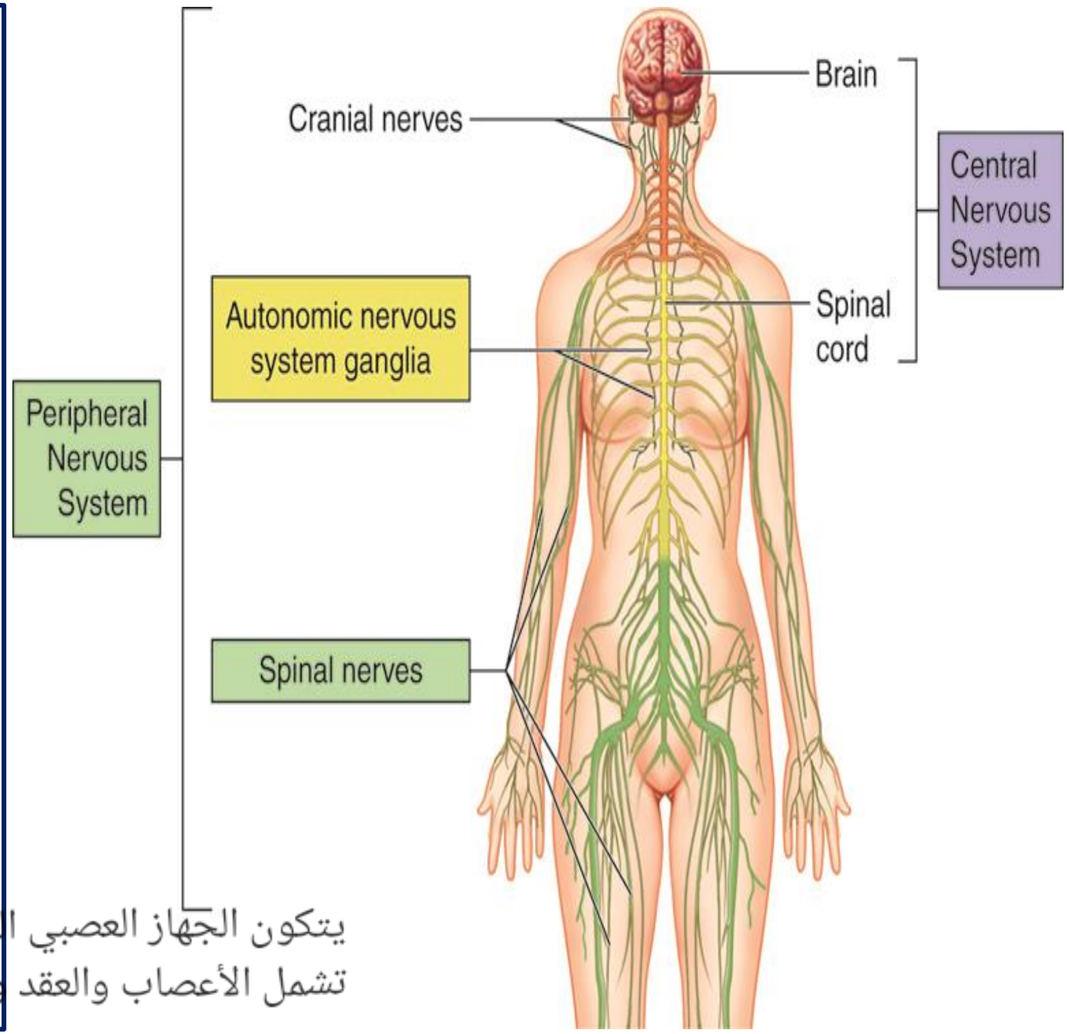
منطقة العنق
8 nervous
منطقة الصدر (12) عصب
منطقة الفقرات القطنية (5) اعصاب
منطقة الاعصاب العجزية (5) أعصاب
منطقة العصعص (عصب واحد)
نوع spinal nervous



Posterior view of entire spinal cord and portions of spinal nerves

NERVOUS SYSTEM

- It consists of **central nervous system (CNS)** and **peripheral nervous system (PNS).**
  الجهاز العصبي ينقسم إلى:جهاز عصبي مركزي وجهاز عصبي طرفي
- The **CNS** consists of brain (85 billion neurons) and spinal cord (100 million neurons.).
  يتكون الجهاز العصبي المركزي من :الدماغ و النخاع الشوكي
- The **PNS** consists of all nervous tissue outside the CNS, which include nerves, ganglia, enteric plexuses, and sensory receptors.
  يتكون الجهاز العصبي الطرفي من الجميع 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).

العصب هو حزمة من مئات إلى آلاف المحاور العصبية، بالإضافة إلى النسيج الضام والأوعية الدموية المرتبطة به، ويقع خارج الدماغ والحبل الشوكي (أي أن الأعصاب القحفية تنبثق من الدماغ والأعصاب الشوكية من الحبل الشوكي).

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

العقد العصبية هي كتل صغيرة من الأنسجة العصبية، تقع خارج الدماغ والحبل الشوكي

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

الضفائر المعوية هي شبكات واسعة من الخلايا العصبية تقع في جدران أعضاء الجهاز الهضمي (وتنظم الجهاز الهضمي).

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

المستقبل الحسي هو بنية في الجهاز العصبي تراقب التغيرات في البيئة الخارجية أو الداخلية

PERIPHERAL NERVOUS SYSTEM

Somatic nervous system (SNS)

الجهاز العصبي الجسدي

effector: skeletal Muscle

العضو الذي يؤثر فيه — عضل هيكلي

Autonomic nervous system (ANS)

الجهاز العصبي الإرادي

effector: smooth and cardiac Muscle — العضلات الملساء والقلبية

glands — الغُدد

Enteric nervous system (ENS)

الجهاز العصبي المعوي

effector: GI system

الجهاز الهضمي

نتفق على أن كل جزء من الجهاز العصبي الطرفي يتكون من ثلاث أنواع من الخلايا العصبية وهي ثابتة في كل جزء

SOMATIC NERVOUS SYSTEM (SNS) (CONSCIOUSLY CONTROLLED)

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

   الخلايا العصبية الحسية التي تنقل المعلومات إلى الجهاز العصبي المركزي من المستقبلات الجسدية في الرأس وجدار الجسم والأطراف ومن المستقبلات الخاصة بالحواس الخاصة مثل الرؤية والسمع والتذوق والشم.

2. **Motor neurons** that conduct impulses from the CNS to skeletal muscles only.

   الخلايا العصبية الحركية التي تنقل السيال العصبي من الجهاز العصبي المركزي إلى العضلات الهيكلية فقط

effector نسميه ال

organ وهو العضو الي يعمل استجابة عند انتقال السيال العصبي إليه

AUTONOMIC NERVOUS SYSTEM (ANS) (INVOLUNTARY)

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

الخلايا العصبية الحسية التي تنقل المعلومات إلى الجهاز العصبي المركزي من المستقبلات الحسية اللاإرادية، الموجودة بشكل رئيسي في الأعضاء الحشوية مثل المعدة والرئتين.

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

الخلايا العصبية الحركية التي تنقل السيال العصبي من الجهاز العصبي المركزي إلى العضلات الملساء وعضلة القلب والغدد.

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

يتكون الجزء الحركي Motor من الجهاز العصبي اللاإرادي من فرعين: القسم الودي والقسم نظير الودي

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

1. **Sensory neurons** of the ENS monitor chemical changes within the GI tract as well as the stretching of its walls.

تراقب الخلايا العصبية الحسية للجهاز العصبي المعوي التغيرات الكيميائية داخل الجهاز الهضمي، بالإضافة إلى تمدد جدرانه.

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

تتحكم الخلايا العصبية الحركية في انقباضات العضلات الملساء في الجهاز الهضمي لدفع الطعام عبره، وفي إفرازات أعضاء الجهاز الهضمي (مثل حمض المعدة والهرمونات من خلايا الغدد الصماء في الجهاز الهضمي).

FUNCTIONS OF THE NERVOUS SYSTEM

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

الوظيفة الحسية (التعرف على المنبهات الداخلية أو الخارجية من خلال الأعصاب الدماغية والنخاعية).

Integrative function (analyzing sensory information and making decisions for appropriate responses). يوجد في الدماغ (Brain)

الوظيفة التكاملية (تحليل المعلومات الحسية واتخاذ القرارات بشأن الاستجابات المناسبة

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

الوظيفة الحركية (إثارة استجابة حركية مناسبة من خلال تنشيط المؤثرين اي الاعضاء التي ستقوم بالاستجابة(العضلات والغدد) من خلال الأعصاب

NERVOUS TISSUE

هون بدنا نعرف مكونات الأنسجة العصبية والفرق بين كل مكون وآخر

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.

الخلايا العصبية (توفر معظم الوظائف الفريدة للجهاز العصبي، مثل الاستشعار لأنها تربط جميع مناطق الجسم بالدماغ والحبل الشوكي).
عدم القدرة على الخضوع للانقسام طوال حياة العصب

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.

وهي مسؤولة عن عملية myelination

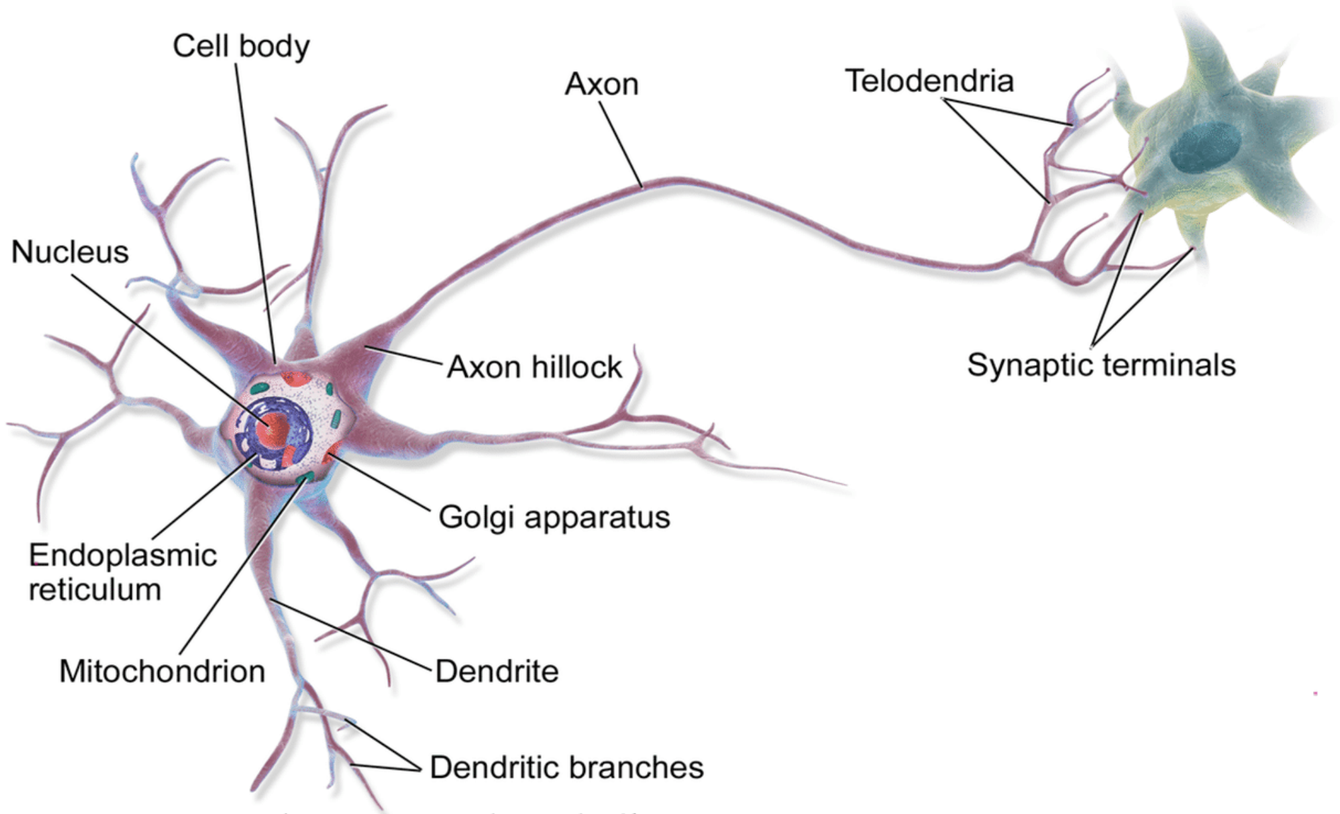
الخلايا الدبقية العصبية (تدعم الخلايا العصبية وتحميها، وتحافظ على السائل الخلالي الذي يغمرها) (يفوق عددها عدد الخلايا العصبية). وله قدرة مستمرة على الانقسام طوال حياة الفرد.

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. .

Neuron

للخلية العصبية القدرة على الاستجابة لمنبه وتحويله إلى جهد فعل (سيال عصبية).

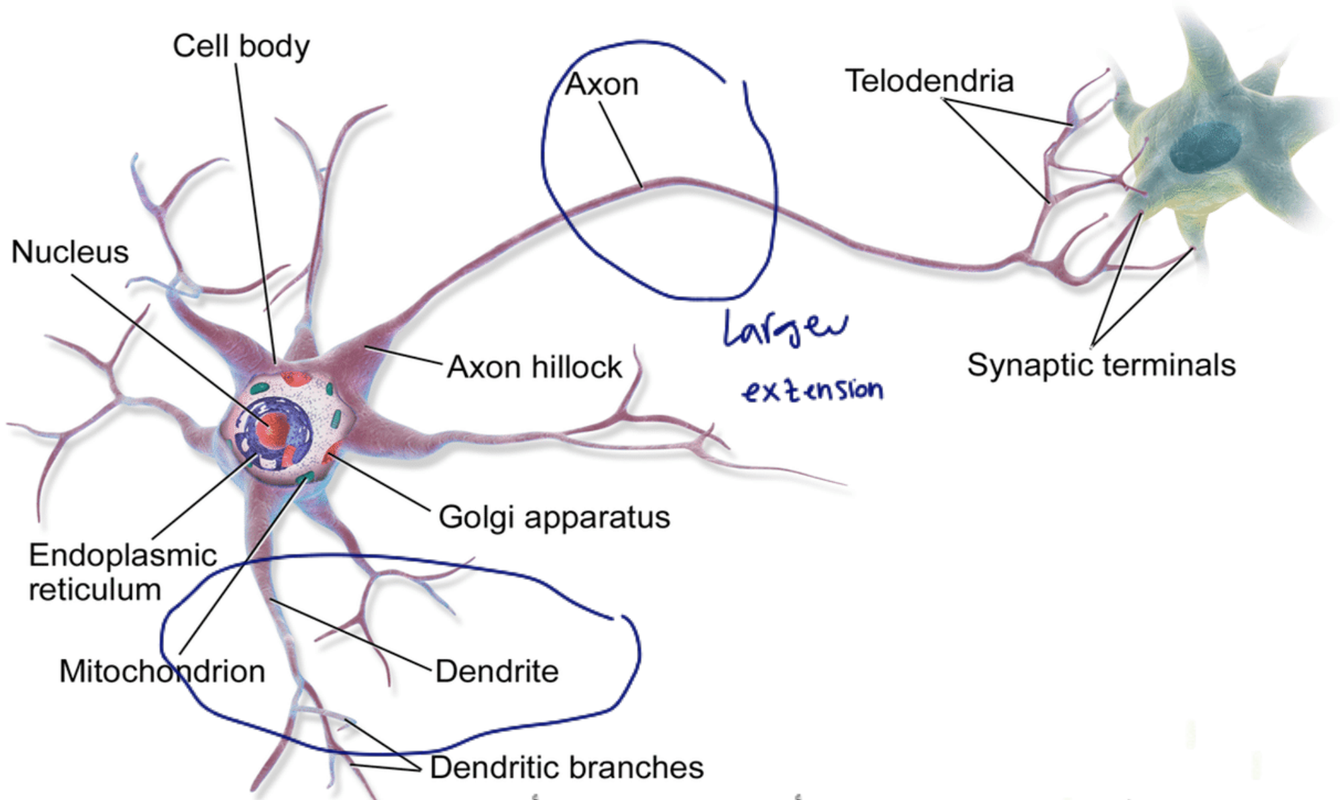


يحتوي جسم الخلية على ريبوسومات حرة وشبكة إندوبلازمية خشنة لتصنيع بروتينات جديدة

image via: wikipedia.com

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.

Neuron



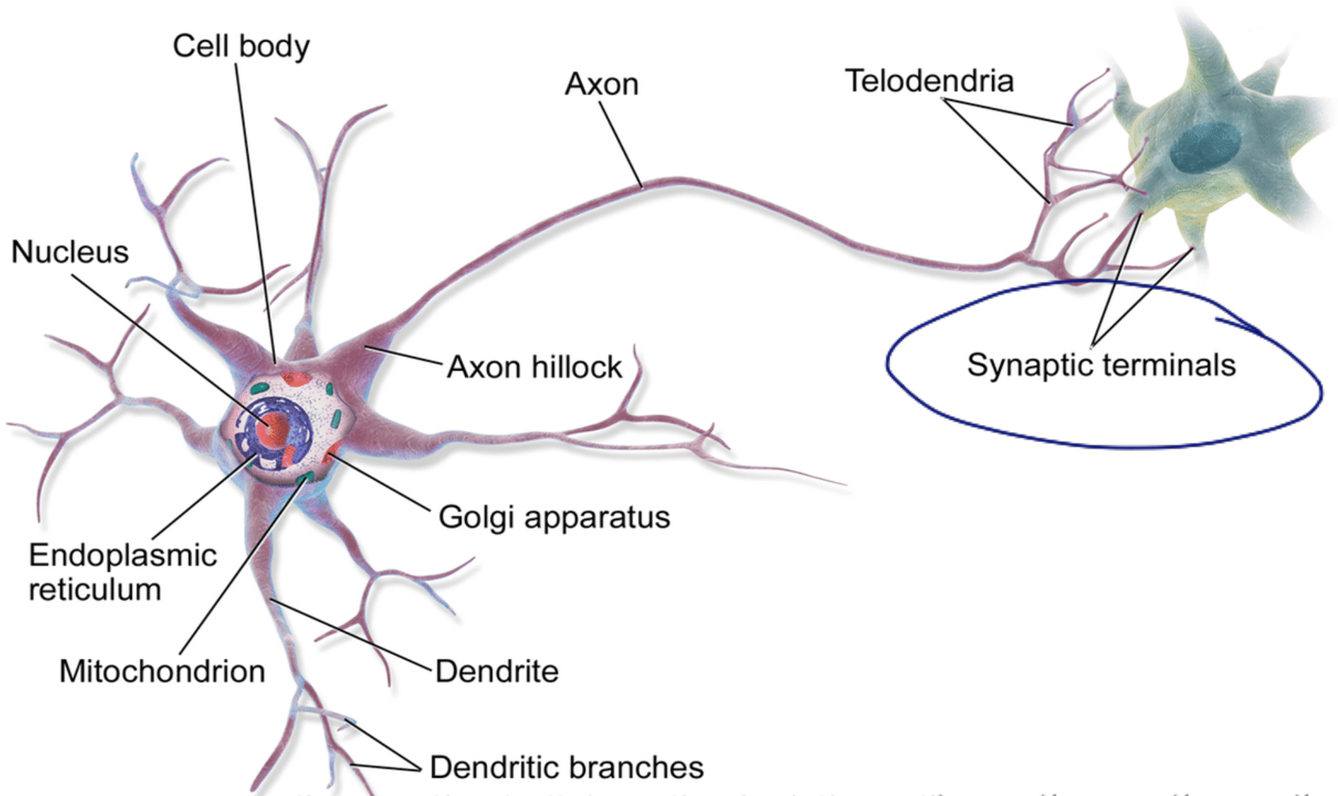
التغصنات (مثل الأشجار الصغيرة) هي أجزاء الاستقبال أو الإدخال في الخلية العصبية، لاحتوائها على مواقع مستقبلات عديدة لربط الرسائل الكيميائية من الخلايا الأخرى

image via: wikipedia.com

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**.

Neuron



ينقل المحور العصبي المفرد (الجزء الطويل والرفيع) للخلية العصبية السيال العصبي نحو خلية عصبية أخرى، أو ليفة عضلية، أو خلية غدية.

image via: wikipedia.com

ينتهي المحور العصبي بالانقسام إلى عدة نتوءات دقيقة تُسمى النهايات العصبية المحورية

SYNAPSE

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

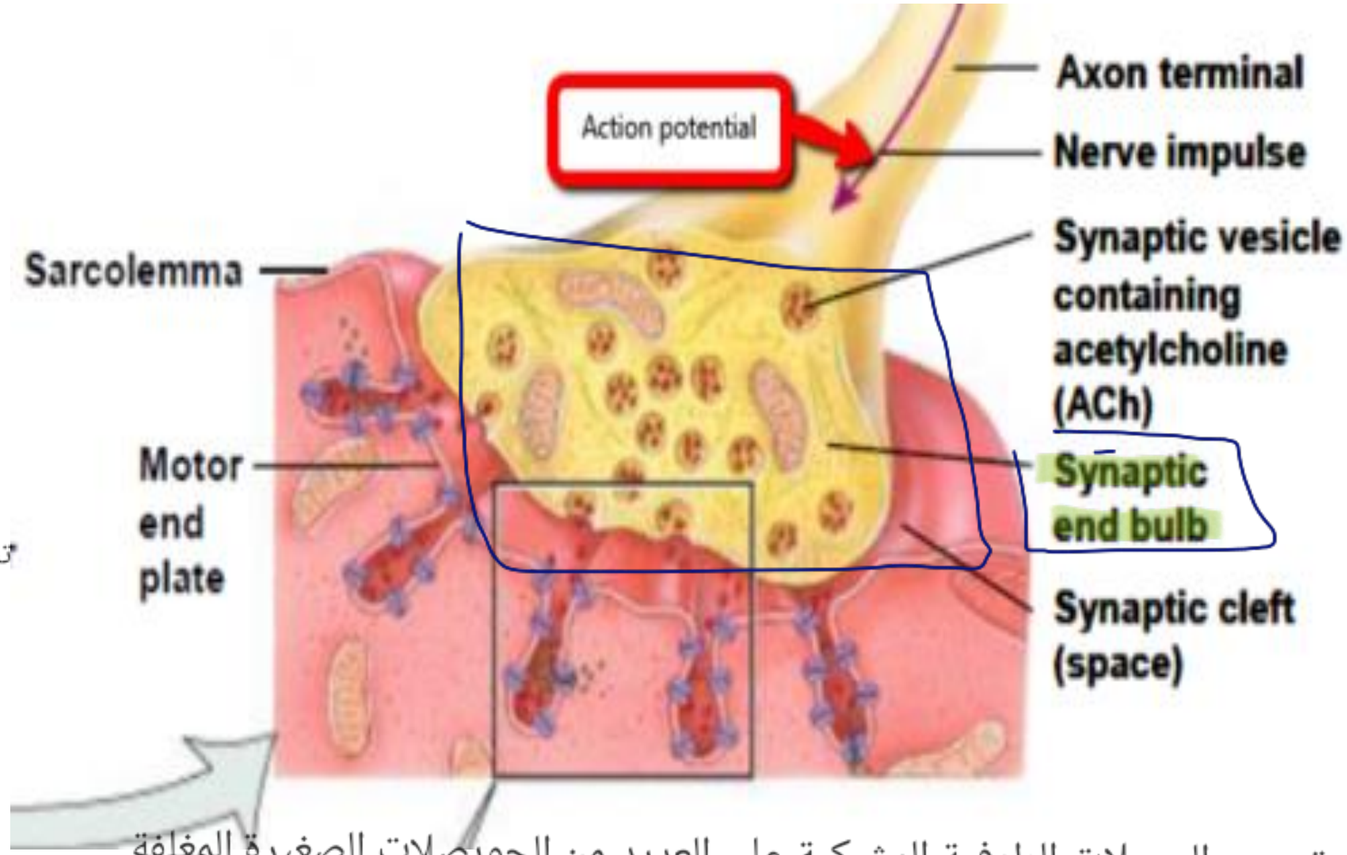
هو موقع التواصل بين خليتين عصبيتين أو بين خلية عصبية وخلية مؤثرة

- Some axon terminals swell into bulb-shaped structures called **synaptic end bulbs**.

تنتفخ بعض أطراف المحاور العصبية إلى هياكل على شكل بصلي تسمى المصابيح الطرفية المشبكية

- **Synaptic end bulbs** contain many tiny membrane-enclosed sacs called synaptic vesicles that store a chemical called a neurotransmitter.

مادة كيميائية



تحتوي البصيلات الطرفية المشبكية على العديد من الحويصلات الصغيرة المغلفة بغشاء متشابك والتي تخزن مادة كيميائية تسمى الناقل العصبي.

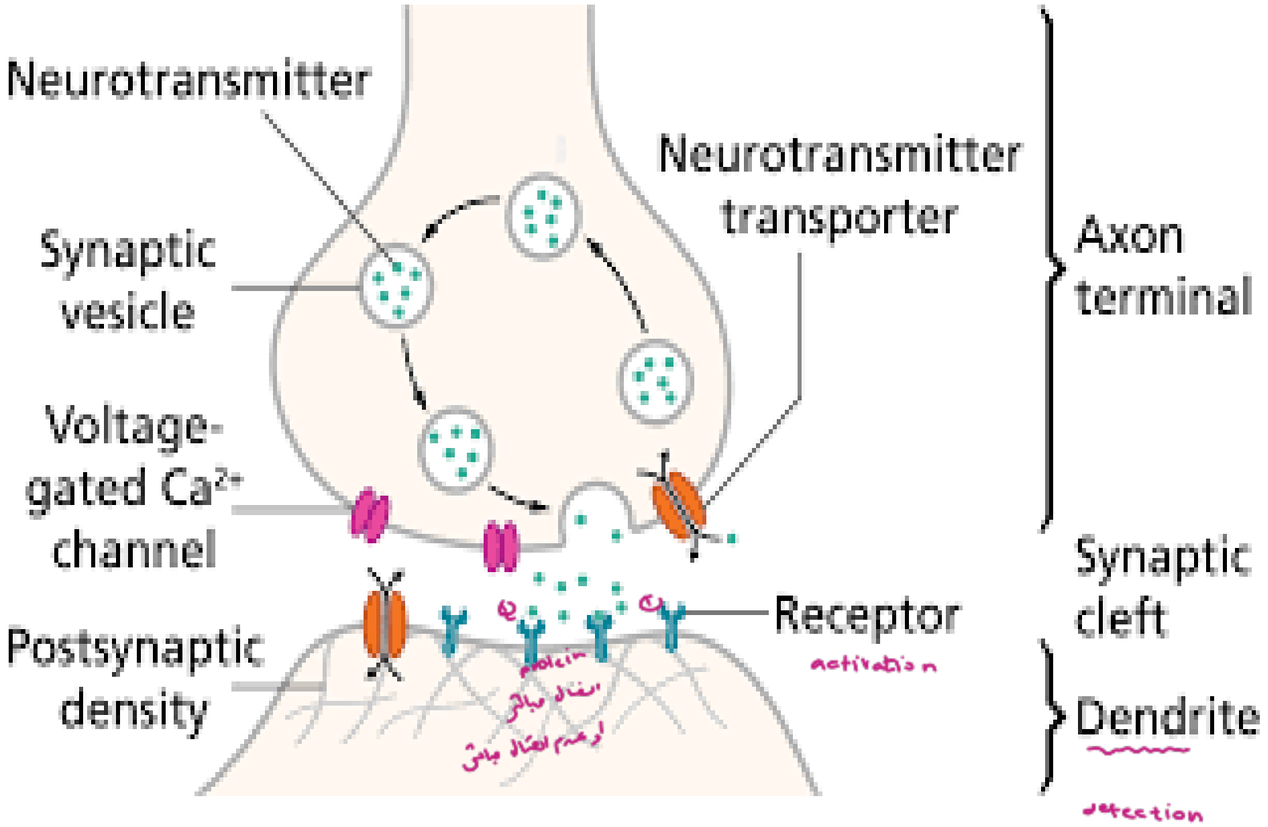
SYNAPSE

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

  جزيء يُطلق من حويصلة مشبكية لإثارة أو تثبيط خلية عصبية أخرى، أو ليف عضلي، أو خلية غدية

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

التصنيف الهيكلي (حسب عدد النتوئات أو الامتدادات) الممتدة من جسم الخلية

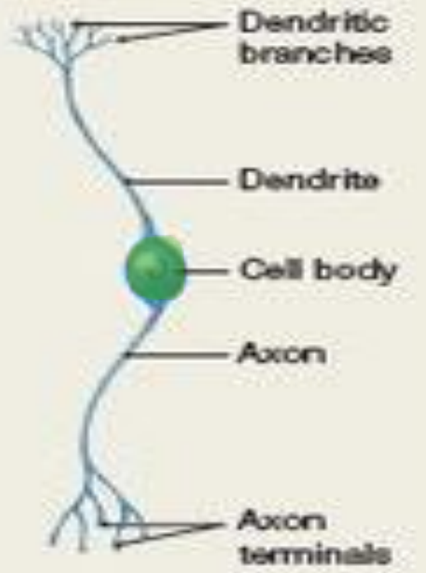
2. **Functional Classification** (according to the direction in which the nerve impulse (action potential) is conveyed with respect to the CNS).

التصنيف الوظيفي (حسب اتجاه انتقال السيالة العصبية (جهد الفعل) إلى الجهاز العصبي المركزي

STRUCTURAL CLASSIFICATION

b Bipolar neuron

Bipolar neurons have two processes separated by the cell body.



للخلايا العصبية ثنائية القطب نتوءان يفصل بينهما جسم الخلية.

c Unipolar neuron

Unipolar neurons have a single elongated process, with the cell body located off to the side.

للخلايا العصبية أحادية القطب نتوء واحد ممدود، يقع جسم الخلية على الجانب.

d Multipolar neuron

Multipolar neurons have more than two processes; there is a single axon and multiple dendrites.

للخلايا العصبية متعددة الأقطاب أكثر من نتوءين، حيث يوجد محور عصبي واحد وتغصنات متعددة.

انا احسب فقط التفرع الخارج من جسم الخلية (cell body)

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).

يحتوي العديد من dendrite و axon واحد فقط من الخلايا الموجودة في الدماغ والحبل الشوكي.

نقطة مهمة ال Multipolar هي جميع ال Motor ومعظم ال Interneurons

STRUCTURAL CLASSIFICATION

مثال عليه :- Sensory Neurons

- **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.

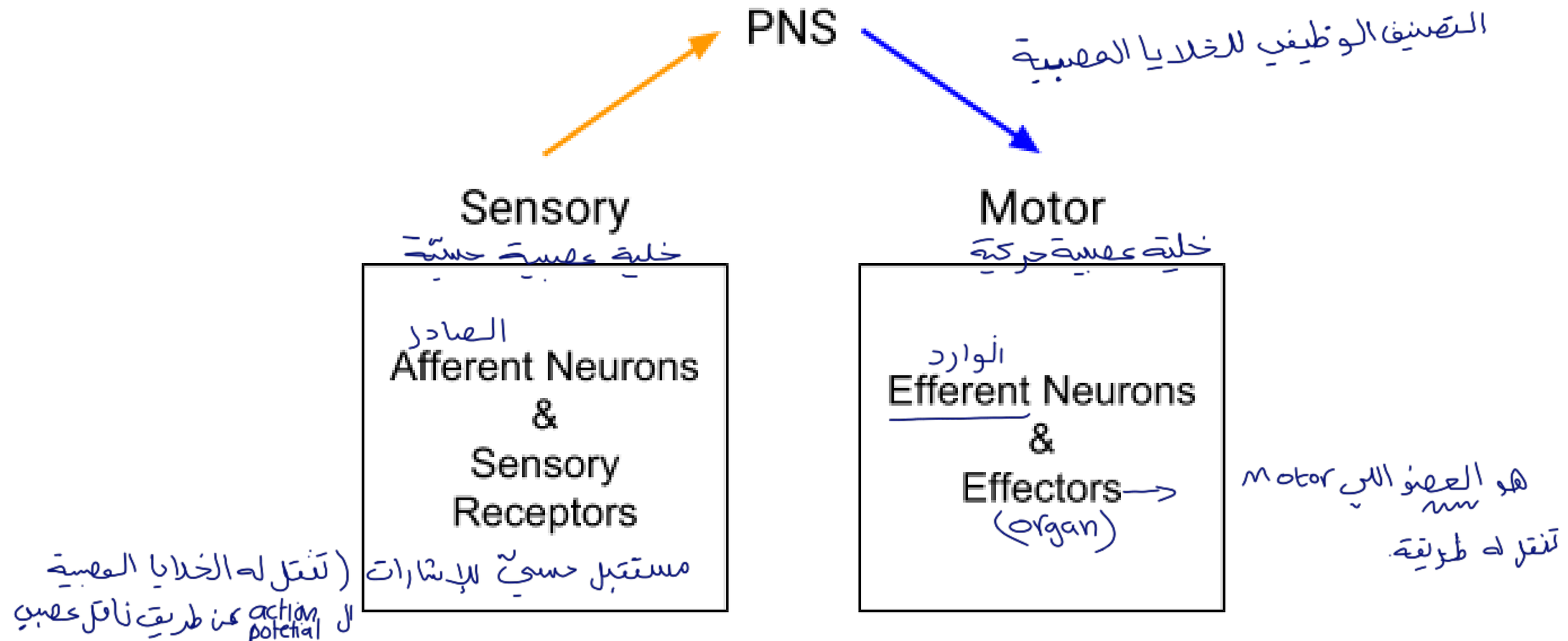
فقط واحد

تحتوي الخلايا العصبية ثنائية القطب على تغصن رئيسي واحدة ومحور عصبي واحد (أي في شبكية العين، والأذن الداخلية، ومنطقة الشم في الدماغ). ويوجد بعضها كخلايا عصبية حسية

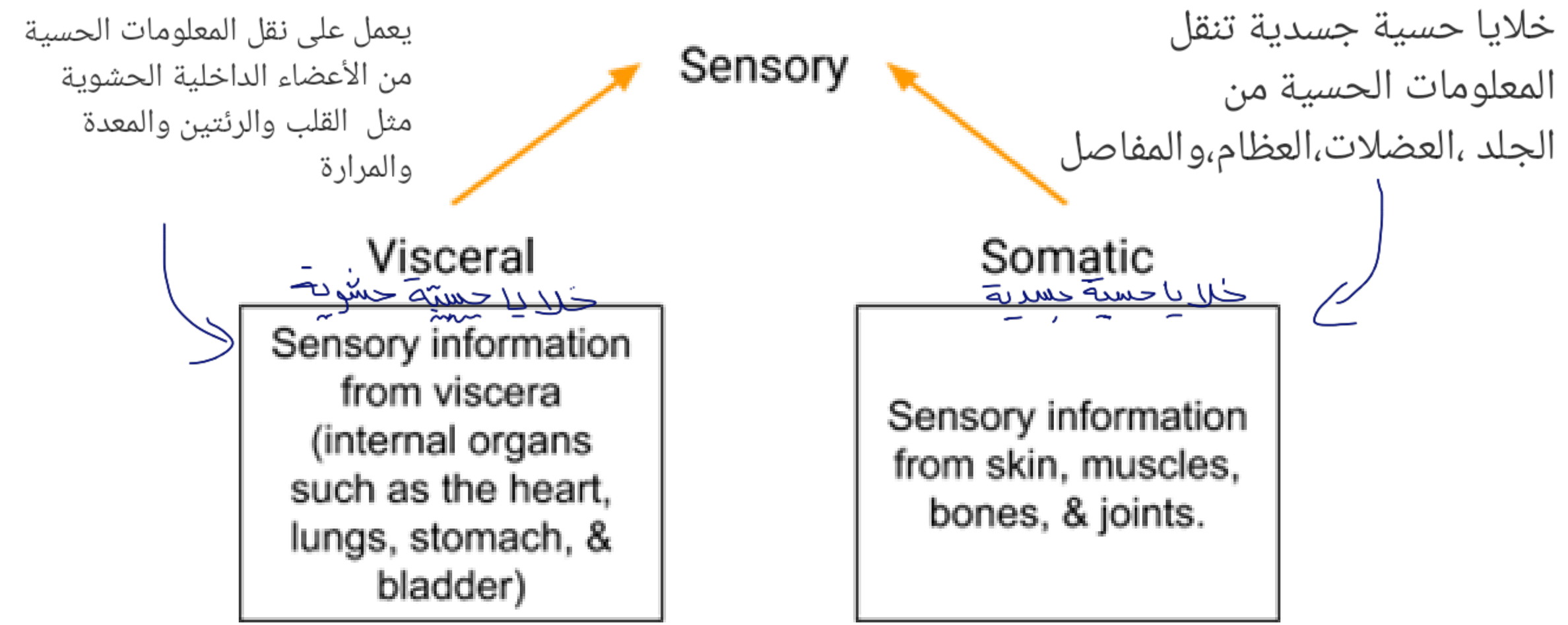
- **Unipolar neurons** have dendrites and one axon that are fused together to form a continuous process that emerges from the cell body. They are found as most of the body's sensory neurons.

تحتوي الخلايا العصبية أحادية القطب على شجيرات ومحور عصبي واحد، تلتحم معًا لتشكل امتداد مستمرة تنبثق من جسم الخلية. وتوجد هذه الخلايا في معظم الخلايا العصبية الحسية في الجسم.

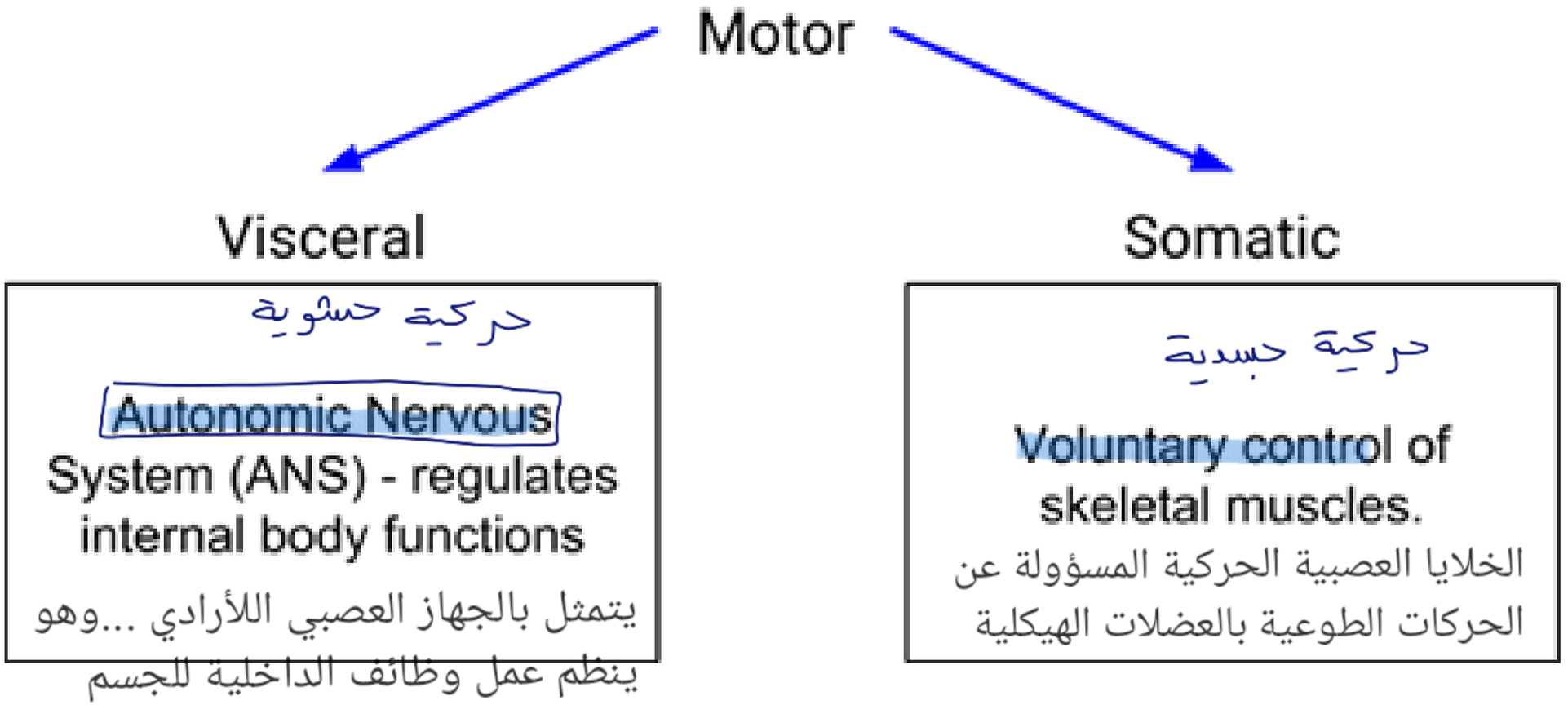
FUNCTIONAL CLASSIFICATION



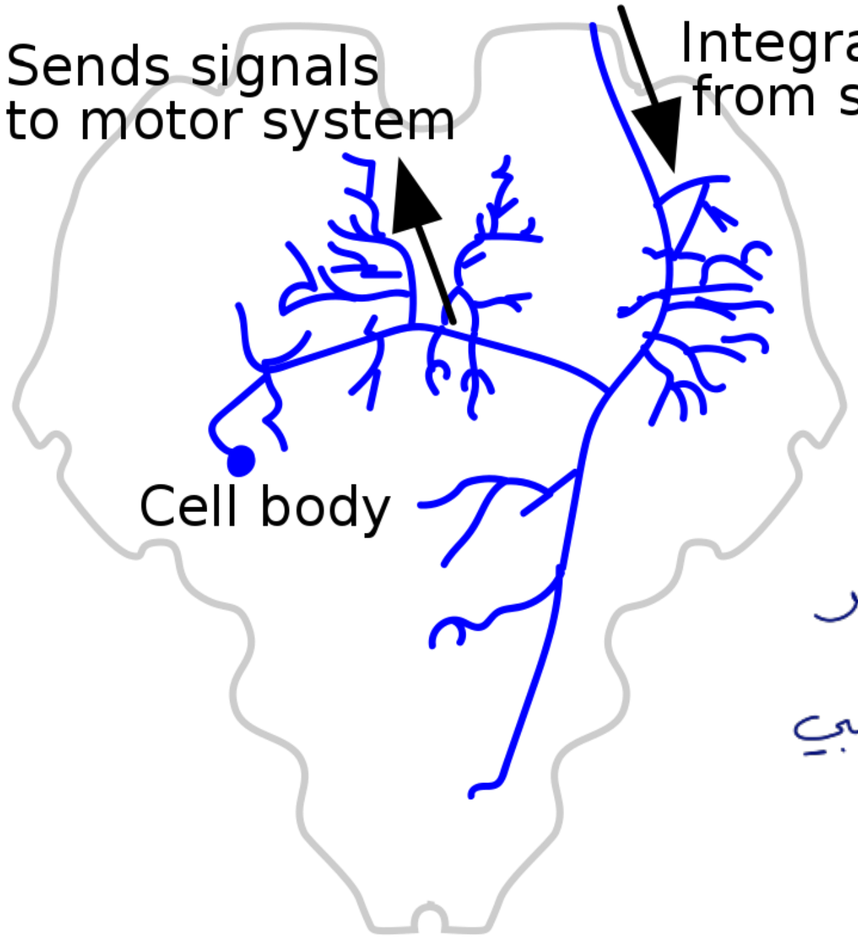
SENSORY OR AFFERENT NEURONS



MOTOR OR EFFERENT NEURONS



INTERNEURONS OR ASSOCIATION NEURONS



يوجد في / الدماغ و يعمل على
تحليل الإشارات العصبية التي انتقلت عبر
sensory ثم تعمل على نقل سيال عصبي
neurons
effector لـ motor
(organ) neurons
بواسطة

FUNCTIONAL CLASSIFICATION

شرح لعملية نقل الخلايا للـ action potential

- **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 الحسية أو الواردة (معظمها أحادي القطب): تُنشّط المنبهات المناسبة مستقبلًا حسيًا؛ تُشكّل الخلية العصبية الحسية جهد فعل في محورها، ويُنقل هذا الجهد إلى الجهاز العصبي المركزي عبر الأعصاب الدماغية أو الشوكية. معظم الخلايا العصبية الحسية أحادية القطب في بنيتها

- **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.

الخلايا العصبية الحركية أو الصادرة (معظمها متعدد الامتدادات): تنقل جهد الفعل (الأوامر) بعيدًا عن الجهاز العصبي المركزي إلى المستجيبات (العضلات والغدد) عبر الأعصاب الدماغية أو الشوكية.

FUNCTIONAL CLASSIFICATION

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

الأعصاب الداخلية أو المرتبطة

- They are located within the CNS (brain and spinal cord) between sensory and motor neurons.

يقع في الجهاز العصبي المركزي بين الخلية الحسية و الحركية

- 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.

فهي تدمج المعلومات الحسية الواردة من الخلايا العصبية الحسية (تنقل السيال العصبي من خلية عصبية إلى أخرى) ثم تثير الاستجابة الحركية عن طريق تنشيط الخلايا العصبية الحركية المناسبة.

- Main functions are thinking, memory, decision making.

وظيفتها الاساسية أنها مسؤولة عن عملية التفكير والذاكرة واتخاذ القرارات

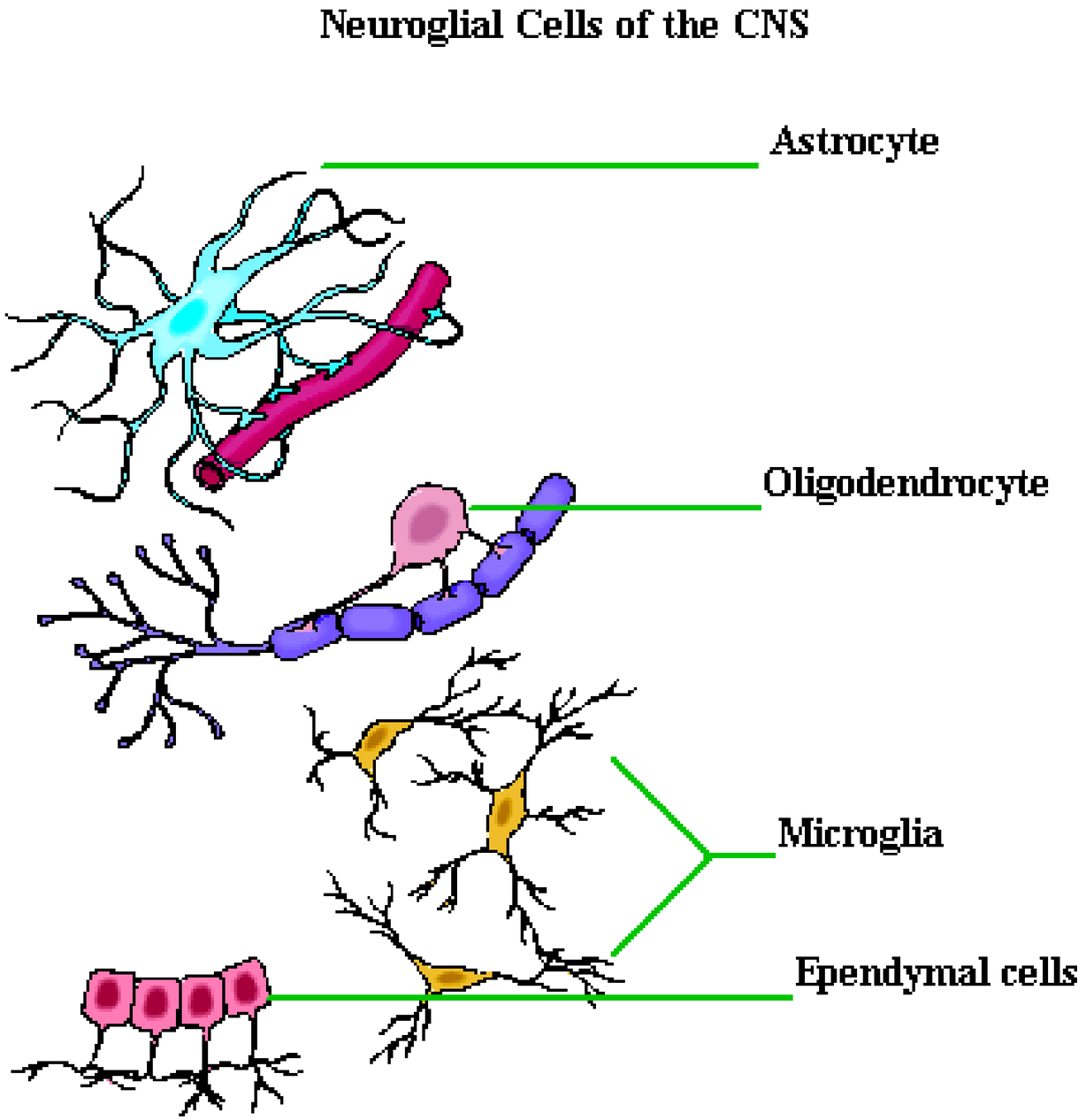
NEUROGLIA

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

وعلى النقيض من الخلايا العصبية، فإن الخلايا الدبقية العصبية لا تولد أو تنشر إمكا
الفعل، ويمكن أن تتكاثر وتنقسم في الجهاز العصبي الناضج.

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

هذه الخلايا تنقسم في الجهاز العصبي المركزي إلى اربع انواع وكل منها يعمل على دعم وظيفة الخلية العصبية



ASTROCYTES

1. **Support neurons**. دعم الخلايا العصبية
2. **Isolate neurons** of the CNS from various potentially **harmful substances** in blood. عزل خلايا الجهاز العصبي المركزي من مختلف المواد الضارة المحتملة في الدم
3. **Regulate** the growth, migration, and interconnection among **neurons** in the brain. تنظيم نمو الخلايا العصبية وانتقالها والترابط بينها في الدماغ
4. **Maintain** the appropriate chemical environment for the generation of **nerve impulses**. الحفاظ على البيئة الكيميائية المناسبة لتوليد السيال العصبي
5. Play a role in **learning and memory** by influencing the formation of neural synapses. يلعب دورًا في التعلم والذاكرة من خلال التأثير على تكوين المشابك العصبية

الأستروسيت تشارك في تكوين الحاجز الدموي الدماغي (Blood-Brain Barrier)، وهذا الحاجز يمنع دخول المواد السامة أو الضارة من الدم إلى الدماغ، لحماية العصبونات الحساسة.

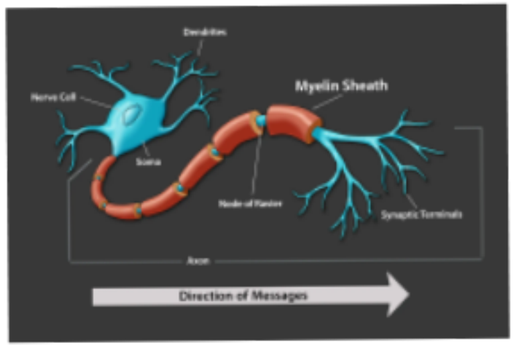
عبر تقوية التشابك العصبي

OLIGODENDROCYTES

تسريع عملية نقل السيال العصبي

دعامة وحماية

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



تُشكل وتحافظ على غمد الميالين، مما يزيد من سرعة توصيل السيال العَصَبية حول محاور الجهاز العصبي المركزي (تحتوي على خلايا عصبية داخلية).

MICROGLIA

هي تزيل الحطام الخلوي (المخلّفات الناتجة عن الخلايا) الذي يتكوّن أثناء التطور الطبيعي للجهاز العصبي، وتقوم ببلعمة (ابتلاع وتدمير) الميكروبات والأنسجة العصبية المتضرّرة

1

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

2

3

وتشبه عمل (macrophages) في خلايا الدم البيضاء

EPENDYMAL CELLS

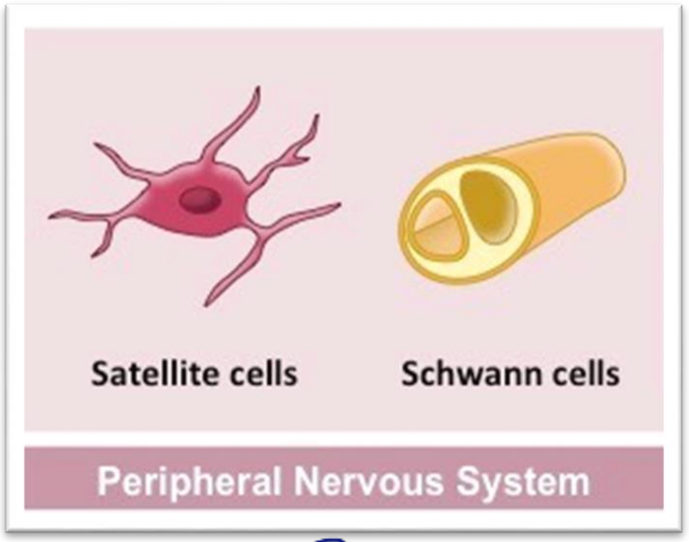
السائل الدماغي الشوكي، وهو سائل شفاف وعديم اللون يحيط بالدماغ والحبل الشوكي ويحميهما

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

أنها تنتج وتساعد في تداول السائل النخاعي

NEUROGLIA OF THE PNS

لدينا نوعان من الخلايا (glial cells) في الجهاز العصبي الطرفي.



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

(1) هو المسؤول عن انتاج myelin sheath في الجهاز الطرفي.

(2) مسؤول عن تبادل المواد بين جسم الخلية العصبية و السائل الخارجي.

SCHWANN CELLS

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

بالإضافة إلى تكوين myelin sheath، فإن خلايا شوان تلعب دورًا حيويًا في مساعدة المحاور العصبية التالفة على النمو والإصلاح في الجهاز العصبي المحيطي.

SATELLITE CELLS

خلايا satellite: عبارة عن دعامة بنائية وتعمل على تنظيم انتقال المواد والفضلات من جسم الخلية الذي يحتوي على النواة إلى السائل الهلالي الذي يكون في الفراغات بين الخلايا العصبية

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

THANK YOU

AMJADZ@HU.EDU.JO