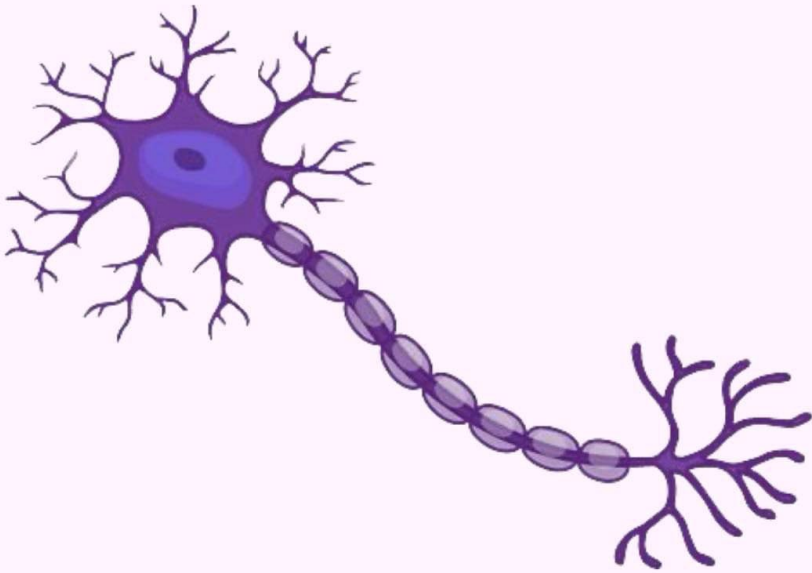




PHYSIOLOGY



LEC NO. : 9

DONE BY : Asia Al-wedyan.

وَقُلْ رَبِّ زِدْنِي عِلْمًا

MEMBRANE POTENTIAL AND SYNAPSES

BY D GEHAN EL WAKEEL

Objectives of the chapter

1-Membrane potential and mechanism of its generation.

2-How the activity of voltage - gated Na^+ and K^+ channels generates an action potential and the roles of those channels in each phase (depolarization, overshoot, repolarization, hyperpolarization) of the action potential.

3-The mechanisms of which an action potential is propagated along unmyelinated and myelinated axons.

4-Types of synapses

Types of cells in the nervous system:

(1) Nerve cells (neurons): المكون الاساسي للنervous system

- these are the structural units of the nervous system.

(2) Neuroglial cells=nerve glue: محيط بالنيورون و هيه احد انواع الnervous tissue cell

- neuroglial cells support and protect the neurons .
المهمة الرئيسية:

Structure of neurons

Structure of the neuron:

- 1- cell body
- 2- cell process

- Neurons vary considerably in size and shape according to their sites & functions in general they are formed of the cell body and cell processes.

بيعمل للcontrol to all activities nerve cell

A) Cell body (soma): It contains organelles

وهو اكبر جزء في الneuron وهو مصنع للطاقة لانها الميتكوندريا

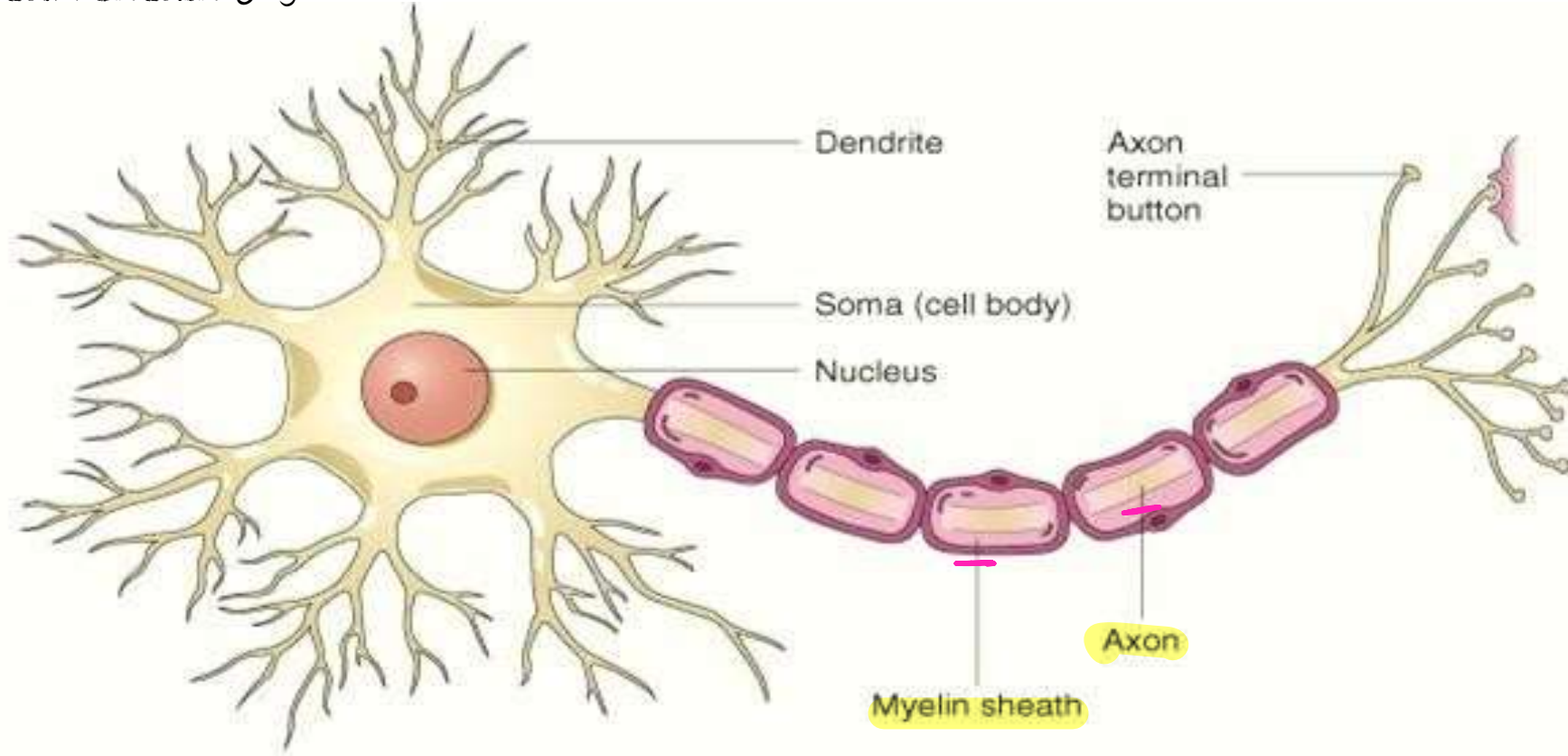
- The cell body is the enlarged part of the neuron which contains the nucleus, it controls the metabolic processes and provides nutrition for the whole neuron.

- The cell body contains: nucleus, neurofibrils, microtubules, microfilaments, endoplasmic reticulum, Golgi apparatus, mitochondria and ribosomes.

b) Cell processes:

- The dendrites and the axon.

الاعصاب الها انواع و اشكال و تختلف عن بعضها البعض بسمكها و وازا هيه بيحيطها **Lipid layer** اسمو ال **myelin sheath** او ما بيحيطها



ال myelin sheath بيسرع ال transmission of the impulse بسبب ان ال axon متقطع عند نقاط معينه , فالاشاره لما بدها تنتقل بتصير تنط من وحده للتانيه وهاد الاشئ بادي الى سرعتها

Axons are covered by 2 sheaths:

1) Myelin (medullary) sheath:

ال structure تبعه عباره عن lipids
مشان هيك لونو ابيض

Def:

التعريف

-myelin is white lipid rich substance which is responsible for the white color of the white matter of the brain and spinal cord.

white color موجود في

Synthesis

صفت التصنيع

The cell membrane of the Schwann cell rapid the nerve fiber.

في عملي نتيجة هاد ال rapid اشبي اسمو lipid layer

Lipid layer = myelin sheath

i) by Schwann cell in peripheral nervous system (PNS).

central nervous system.

ii) by oligodendrocyte (a type of neuroglia) in CNS

because Schwann cells are present only in the PNS.

Function

الوظيفة

i) It protects neurons.

ii) It acts as electric insulator.

هو ليبيد لايير فيعتبر عازل لا يمكن ان يمر من خلاله اي اشاره كهربائية.

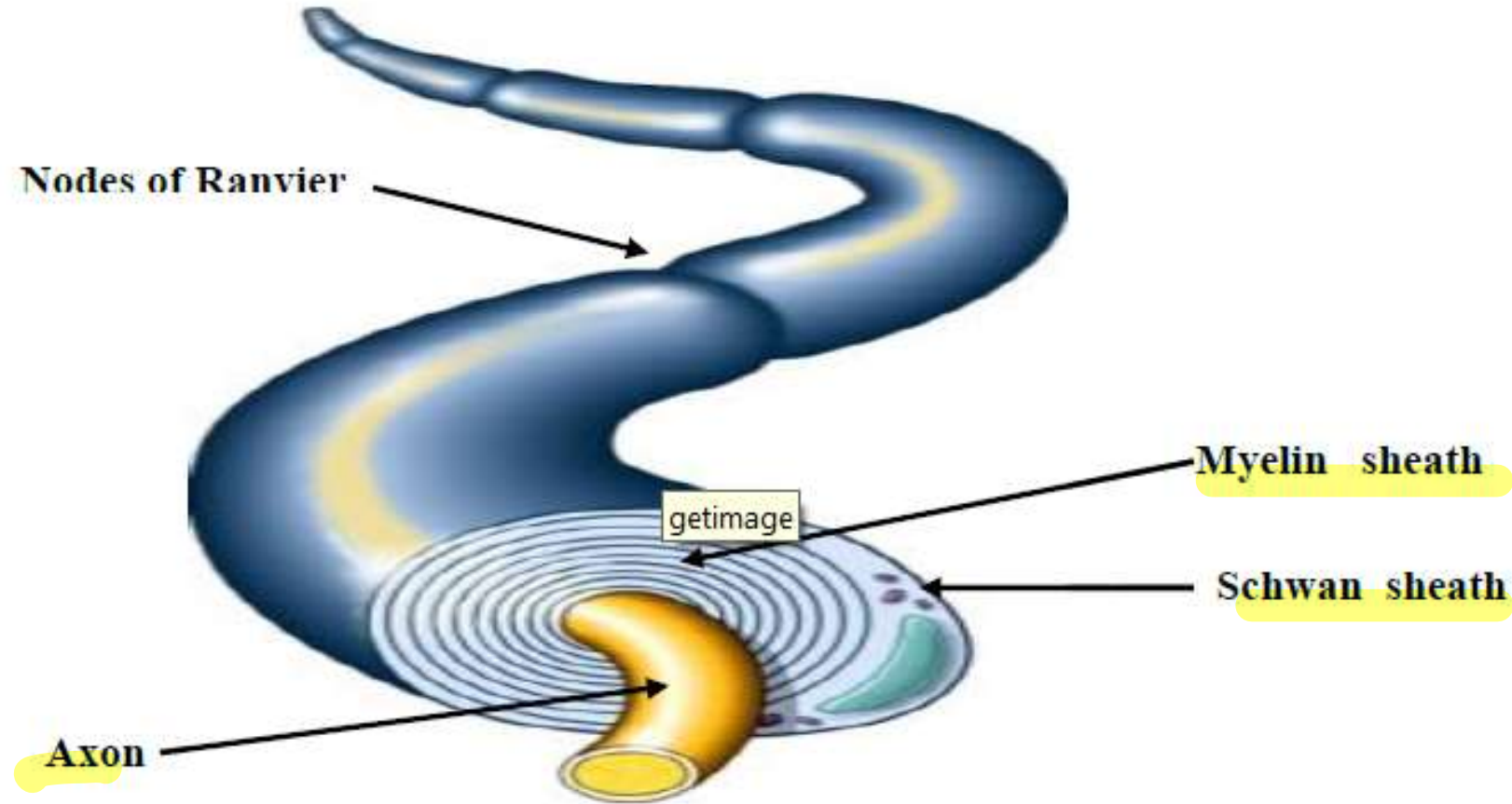
iii) It increases the speed of impulse transmission.

لما يصير عندي تلف باي خليه في الجهاز العصبي المركزي ، لا يمكن لهاي الخليه انها تتجدد مره ثانيه وهاد بسبب عدم وجود ال Schwann cell في ال central nervous system

فتلف باي خليه عصبية في الجهاز العصبي المركزي لا تتجدد

تسرع سرعة التوصيل الكهربائي

The axon و حوالیه myelin sheath



(2) Cellular sheath = Schwann sheath or neurilemma:

Def:

a living sheath formed of called Schwann cells that surrounds neurons in the peripheral nervous system (PNS)

Function

i- Schwann cell forms myelin sheath in PNS.

ii- Schwann cell is essential for regeneration of nerves in PNS (no regeneration in CNS, why?).

↳ because there is no Schwann cell in the central nervous system.

التعريف

الوظيفة

فقط في PNS وليس في CNS

الجهاز العصبي يعمل كمنظم لكل الوظائف تبعاً للجسم فهو يدخله اشارات و بطلع منو اشارات ماشيه بالاعصاب .
هاي الاعصاب الها صفتين

1- excitability (قدرة العصب للاستجابة لاي مؤثر)

2-conductivity

Properties of nerves:

I) Excitability.

II) Conductivity.

I-Excitability (irritability)

لانو لما يصير عندي مؤثر بتفتح - Bio
البوابات و بدها صوديوم و بطلع بوتاسيوم
فالמושوع الو دخل بالبيو
لانو لما هيه تستجيب بتعمل - Electric
اشاره عصبية

Excitability is a **bioelectric phenomenon** in which the **nerve fibers** respond to stimuli by **rapid changes in their resting membrane potential forming action potentials (impulses)** which are conducted along the nerve fibers to their terminals.

اشارة عصبية

types of stimuli
له

اي مؤثر داخل الجسم (ارتفاع ضغط الدم ، نقص الاكسجين ، زيادة ضربات القلب) وخارج الجسم (تغير درجة الحرارة)

كل الخلايا بجسم الانسان لازم يمر عليها
خلية عصبية عشان تقوم بالوظيفة تبعها

Resting membrane potential (RMP)

كل الخلايا في الجسم مش بس الخلايا العصبية during the rest في على الجدار تبعها فرق جهد ، فرق الجهد هاد اسمو resting membrane potential . الهدف من ال resting membrane potential هو نقل الخلايا العصبية ، فلو صار اي distribution for the resting membrane potential مستحيل ابدأ يصير تقل لاي اشاره عصبية

Introduction:

- During rest, the nerve fibers spends energy to maintain it's state of polarization.

↳ Resting membrane potential

- In this state of polarization the inner surface of the nerve fiber is -vely charged compared with outer surface which is +vely charged .

↓
negative
↳ positive

Definition of RMP:

- RMP is the potential difference between the inside and outside of the nerve fiber in resting condition.

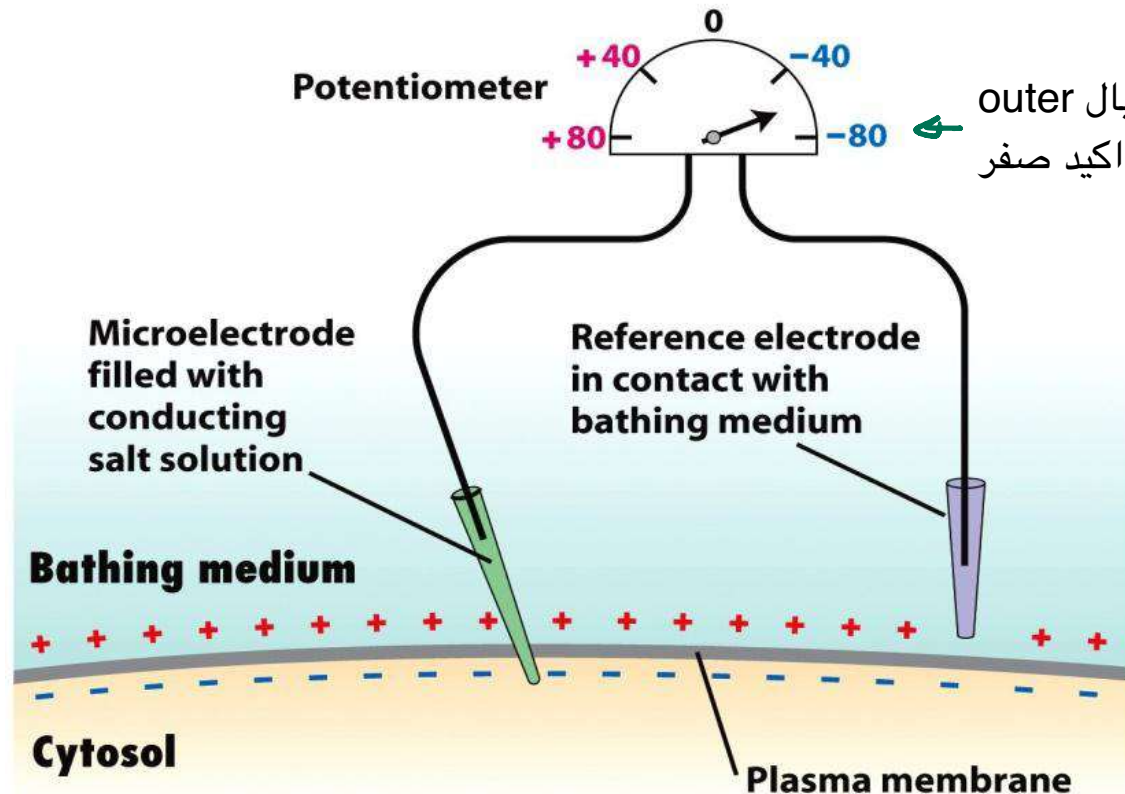
Value of RMP:

يعني فرق الجهد بين داخل الخلية و خارجها هو -70
inner surface is negative and the outer surface is positive
والاشاره السالبة عشان دائما ال

-70 m.v and is expressed -70 m.v because the inner surface of the plasma memb. is negatively charged relative to the interstitial fluid.

Measurement of RMP:

- by micro voltmeter when one electrode is introduced inside the nerve fibers and the other electrode is placed on the outer surface a potential difference of -70 mv is recorded.



لو حطيت القطبين مثلا و شبكتهم بال outer surface
حيطلع الفرق اكيد صفر

Causes of RMP:

- 1-Selective permeability (main cause).**
- 2-Sodium potassium pump.**
- 3-Unequal distribution of ions (minor role):**

K^+ / Na^+ / Cl^- / Proteins

اهم ال electrolytes التي بلعبو دور اساسي في ال resting membrane potential ، في غيرهم كثير من الايونات بس هدول اهمهم

الارقام حفظ

1-Unequal distribution of ions (minor role):

	Inside nerve fiber	Outside nerve fiber
Cations ايون بيحمل شحنة موجبة		
K⁺	140m.eq/l.	4 m.eq/l.
Na⁺	14m.eq/l.	140m.eq/l
Anions ايون بحمل شحنة سالبة		
Proteins⁻	16 gm %.	2 gm %.
Cl⁻	4m.eq/litre.	100m.eq/l

2) Selective permeability of the cell membrane:

The membrane is highly permeable to potassium

- The cell memb. is formed of **double lipid layer** containing **specialized proteins containing pores** called **ion channels**.
- These ions channels **allow only specific ions** to pass & **prevent others because of their: 1) shape 2) charge 3) diameter**
- **K diffusion through passive channels is the main cause of RMP.**
- **K carry positive electrical charge to the outside, thus creating electro positivity outside the membrane and electronegativity inside because of negative anions that don't diffuse with potassium. Such as protein, phosphate and sulfate.**

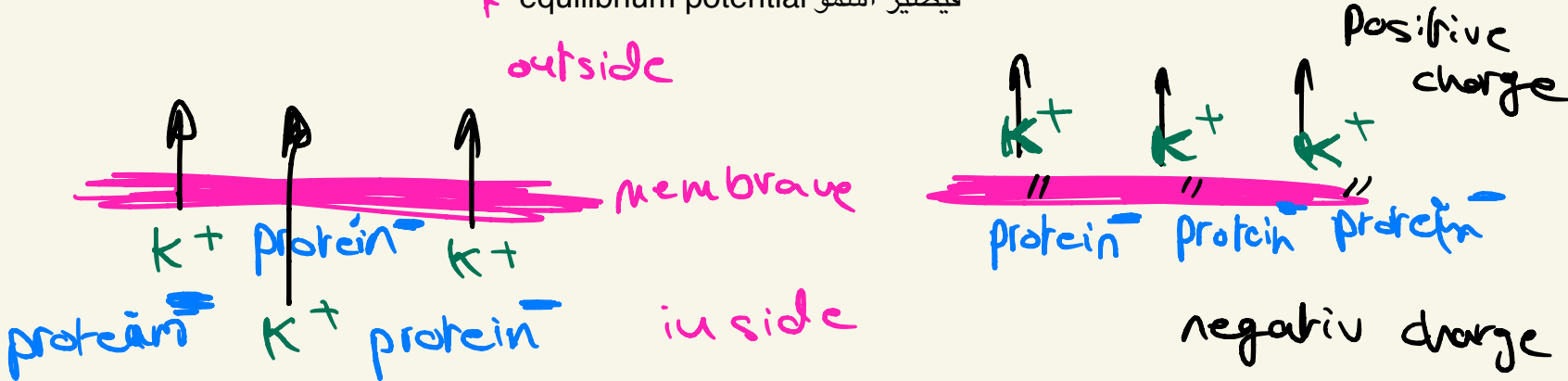
عند خروج البوتاسيوم بره حامل شحنة موجبة بالتالي انا قمت بتقليل ال positive charge داخل الخلية ، فصار جوا الخلية more positive و بره الخلية negative .

لما طلع البوتاسيوم بقنواته الخاصة لخارج الخلية ، ترك وراه proteins الي حامل شحنة سالبه و، فبيصير عندي تجاذب للشحنة السالبة تبعت البروتين داخل الخلية و الشحنة الموجبة للبوتاسيوم خارج الخلية ، فبروح البوتاسيوم بترتب على الجدار من بره جنب بعض و البروتين بترتب تحتهم داخل الخلية جنب بعض .

فيتوصل انه during rest دائماً عندي positive charge خارج الخلية جنب الجدار و negative charge جنب الجدار داخل الخلية

* هلا البوتاسيوم ما بتضل تطلع لبره . لانو لما يكون عندي فرق الجهد ٧٠ ، بتصير ايونات البوتاسيوم تطلع لبره لحد ما يصير فورق الجهد بين بره وجوا ٩٤ ، بهاي الحالة رح يوقف خروج البوتاسيوم وهذا بسبب ان ال negativity inside will attract the potassium .

* فيصير اسمو equilibrium potential



Passive & active maintain the membrane potential

Potassium is the main factor responses for resting membrane potential



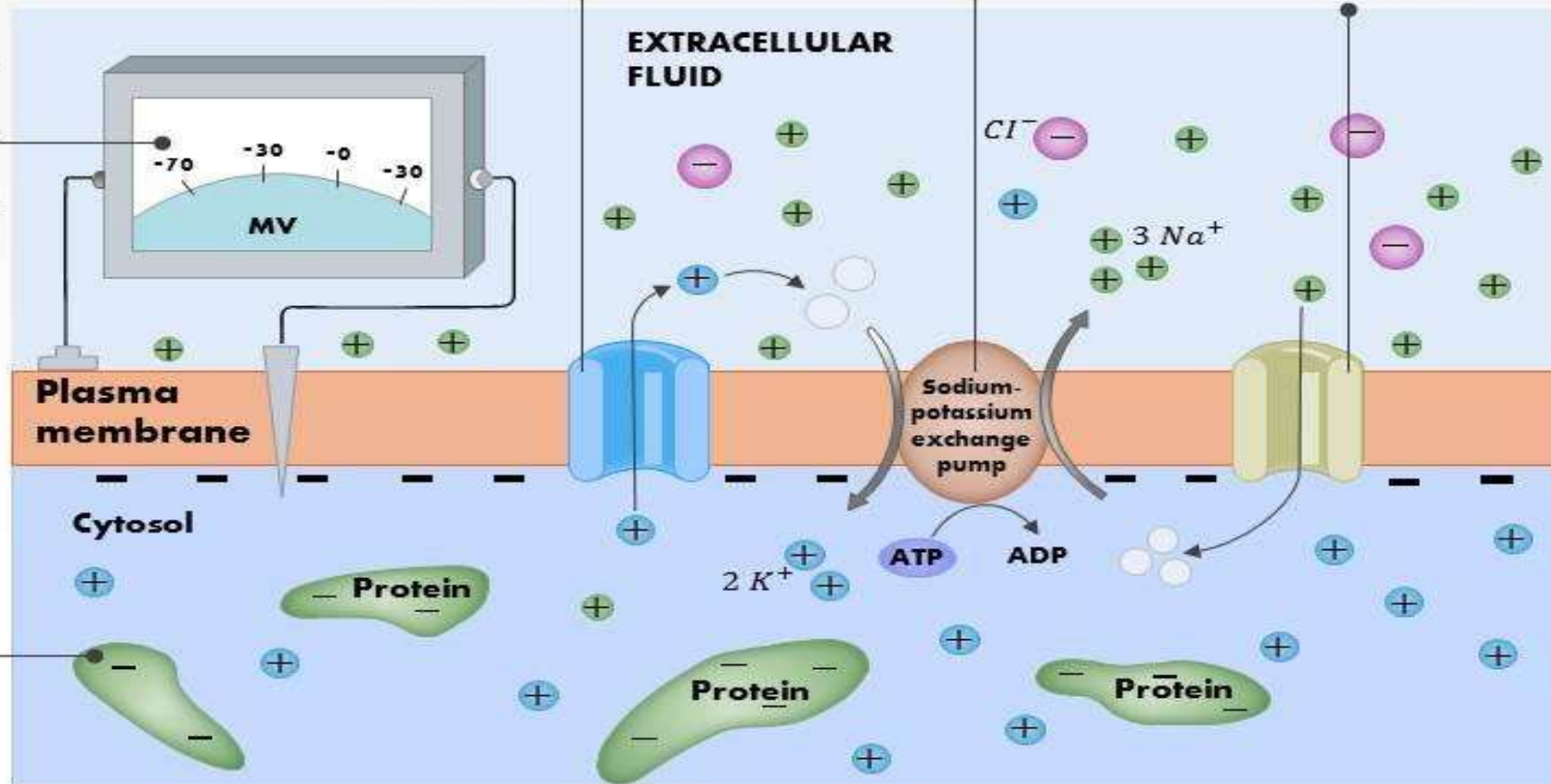
الرسمه مش مطلوبه المهم
الشرح الي فوق

The sodium-potassium exchange pump ejects 3 Na^+ for every 2 K^+ recovered from the extracellular fluid. At a transmembrane potential of -70 mV , the rate of Na^+ entry versus K^+ loss is 3:2, and exchange pump maintains a stable resting potential.

Sodium ions can diffuse into the cell through sodium leak channels.

Potassium ions can diffuse out of the cell through potassium leak channels.

The unite of measurement of potential difference is the volt (V), and the transmembrane potential of a neuron is usually near 0.07 V . Such a value is usually expressed as -70 mV (or -70 millivolts - thousandths of a volt) with the minus sign indicating that the interior is negatively charged.



The cytosol contains an abundance of negatively charged proteins, whereas the extracellular fluid contains relatively few. These proteins cannot cross the plasma membrane.

- There are three basic types of ion channels:

قنوات ما الها بوابات

1) **Non-gated channels** = passive or leak ion channels.: they are the main cause of RMP.

قنوات الها بوابات

2) **Gated channels**:

a) Chemical activated (or gated) channels. chemical factor ما تتحد مع بتفتح

b) Voltage activated (or gated) channels. بوابة بتفتح لما تتغير الكهربائية حوالها

gated channels have no role in resting membrane potential but they are responsible for the action potential.

the gated channel ما الها اي حور في حالة ال RMP
لبا العاومر في ال action potential.

Sodium potassium pump is very important

1- هيه بتستهلك من 40 الى 50 من طاقتنا و هاد دليل على اهميتها

2 هيه بتضل ترجع شويه البوتاسيوم الي طلعو و تطلع شويه الصوديوم الي دخلو جوا الخليه
resting membrane potential عشان تحافظ على ال

3- اذا دخل كميات كبيره من الصوديوم جوا الخليه و صار يتجمع جواتها رح تصير الخليه

تسحب معومي

و تلف the cell will swell and cause conversion هاد الاشئ يؤدي الى ان

. للخلية



2 sodium ions outside to exchange بتضل طول الوقت بتطلع 3 pump فهاي ال
potassium ions and it need's energy which is produce from
converging atp to adp

The second factor that response for the resting membrane potential



II-Sodium and potassium pump (= Na⁺ pump):

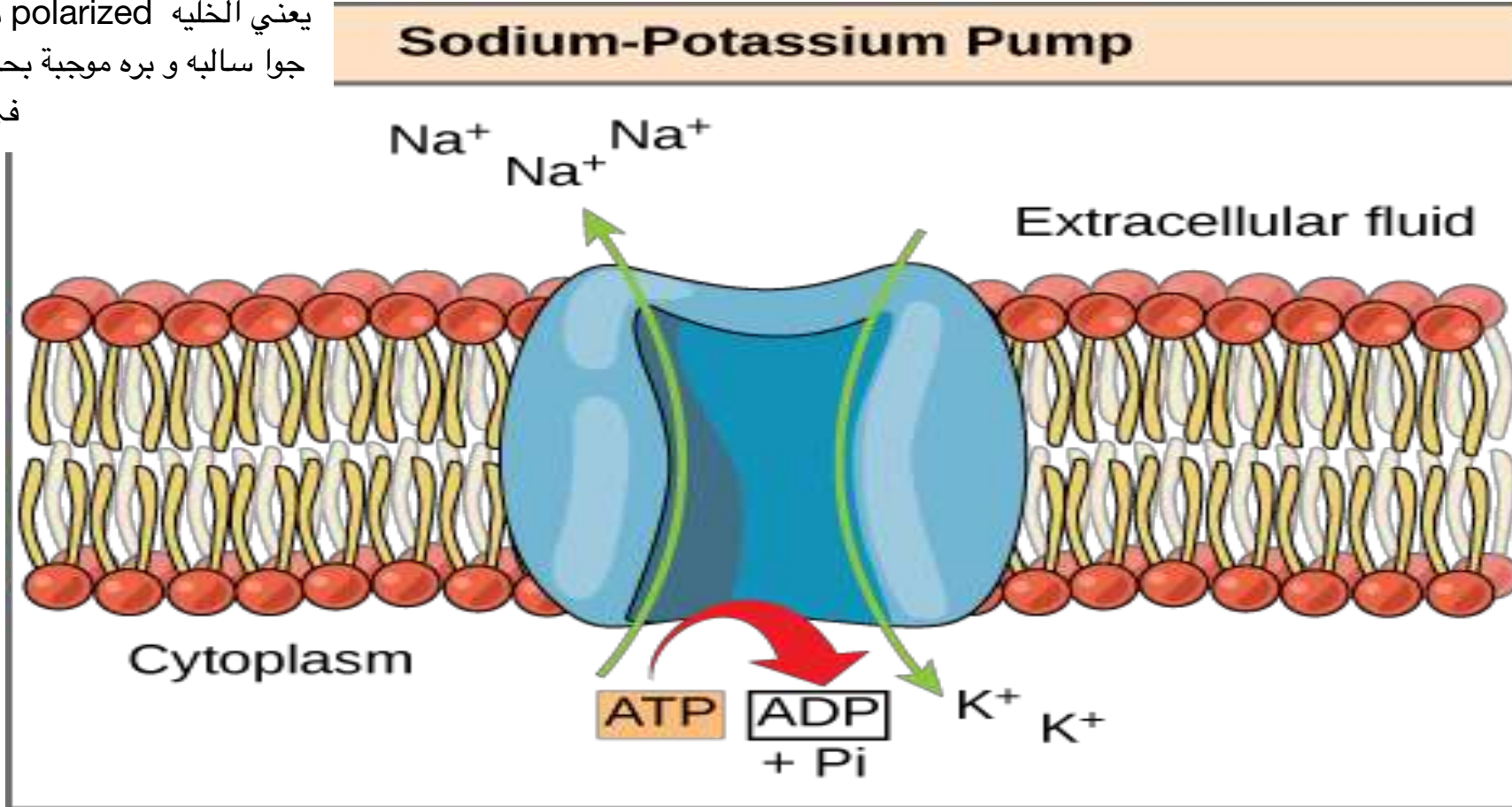
- ◉ Na⁺ - K⁺ pump helps to maintain a high concentration of Na⁺ ion outside and a high concentration of K⁺ ion inside the nerve cells inspite of the continuous diffusion of these ions across the membrane.
- ◉ If Na-K pump is inhibited by any condition (e.g. by cooling) → ↓ the metabolic activity of the cell → ↓ ATP production so that:

انا بعمل inhibition for this pump عن طريق اني
اعمل inhibition لكل العمليات الي بتطلعلي طاقه
يعني مافى ATP

i) Na⁺ ions will accumulate inside the cell and neutralize the negative charges of protein ions leads to loss of negativity inside..

ii) K⁺ ions which were held on the outer surface by the effect of protein will escape away → loss of positivity outside → loss of RMP → loss of excitability.

during فبالنهاية يوصل انو كل الخلايا
rest يعني الخليه polarized بتكون
جوا سالبه و بره موجبة بحيث ان الفرق
في الجهد 70



فهيه دخلت 2 potassium جوا و طلعت 3 sodium
بره ، فال positivity outside will increase وهاد
الاشي بيساعد على ان resting membrane potential
بكون negative عن بره



بتضل طول الوقت بتطلع pump فهياي ال
sodium ions outside to exchange
2 potassium ions and it need's
energy which is produce from
converging atp to adp