Universidade Estadual do Centro-Oeste, UNICENTRO
Departamento de Física

III Ciclo de Seminários do DEFIS
Organização – PET - Física

Transmissão de Impulso Nervoso

Prof. Dr. Ricardo Yoshimitsu Miyahara

Menbrana Celular - Definição:

Membranas são barreiras de permeabilidade altamente seletivas, pois contêm bombas e passagens moleculares específicas. E também controlam o fluxo de informação entre as células e seu ambiente.

Características importantes:

- As membranas são estruturas laminares, com poucas moléculas de espessura.
- Consistem principalmente de lipídeos e proteínas.
- Os lipídeos das membranas formam espontaneamente camadas bimoleculares em meio aquoso, que são barreiras ao fluxo de moléculas polares.
- Proteínas específicas medeiam funções distintas da membranas, que servem como bombas, passagens, receptores, transdutores de energia e enzimas.
- As membrans são assimétricas.
- As membranas são estruturas fluidas, e podem ser consideradas como soluções bidimensionais de proteínas e lipídeos.

Lipídeos:

- São biomoléculas insolúveis em água e altamente solúveis em solventes orgânicos como clorofórmio.
- As três principais classes de lipídeos da membrana são fosfolipídeos, glicolipídeos e colesterol.

Seção de uma bicamada lipídica:

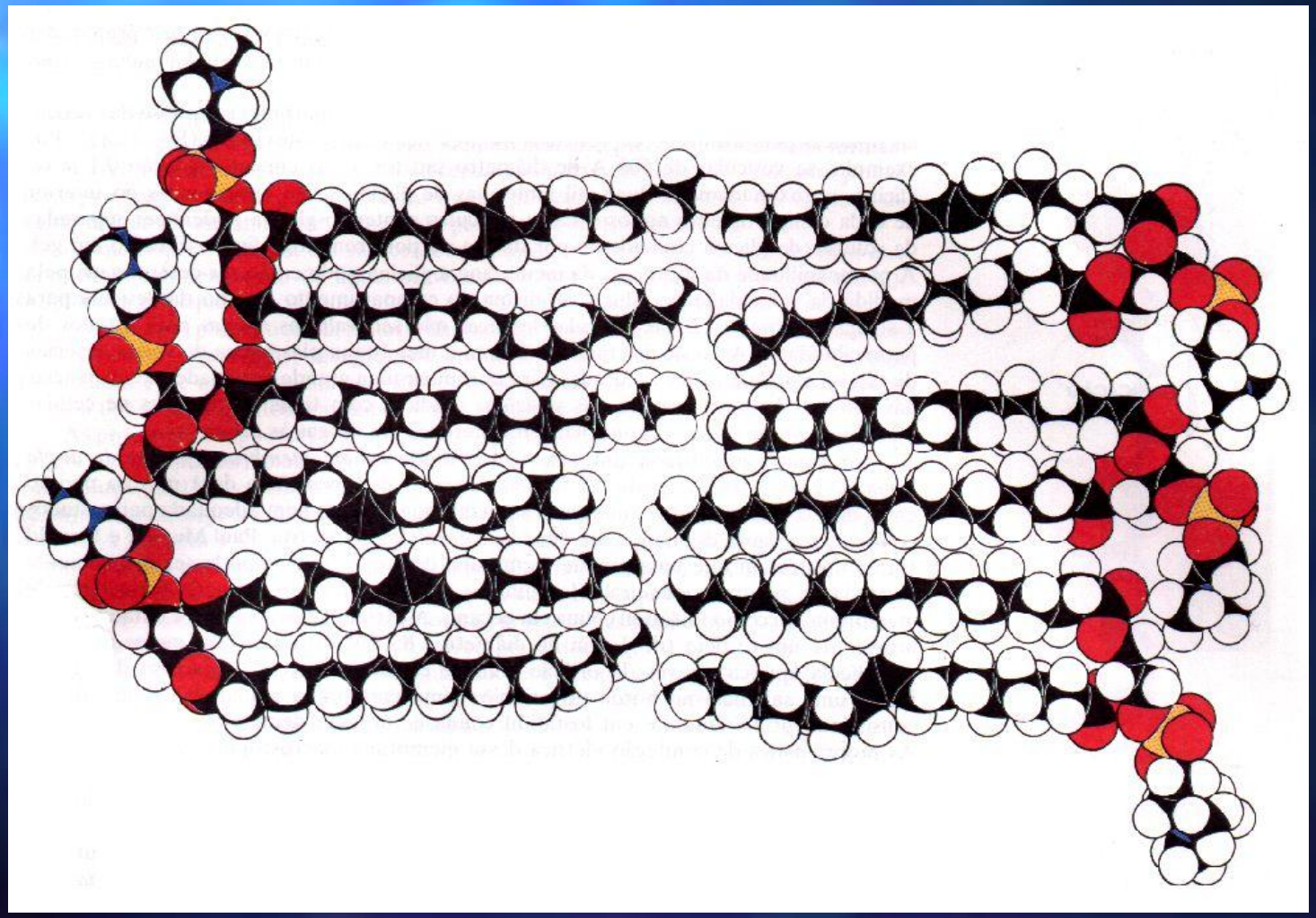
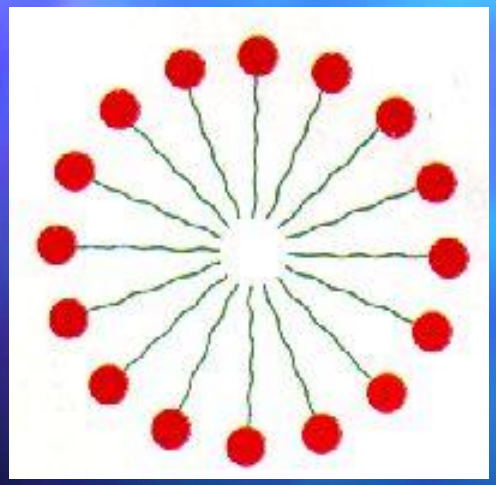
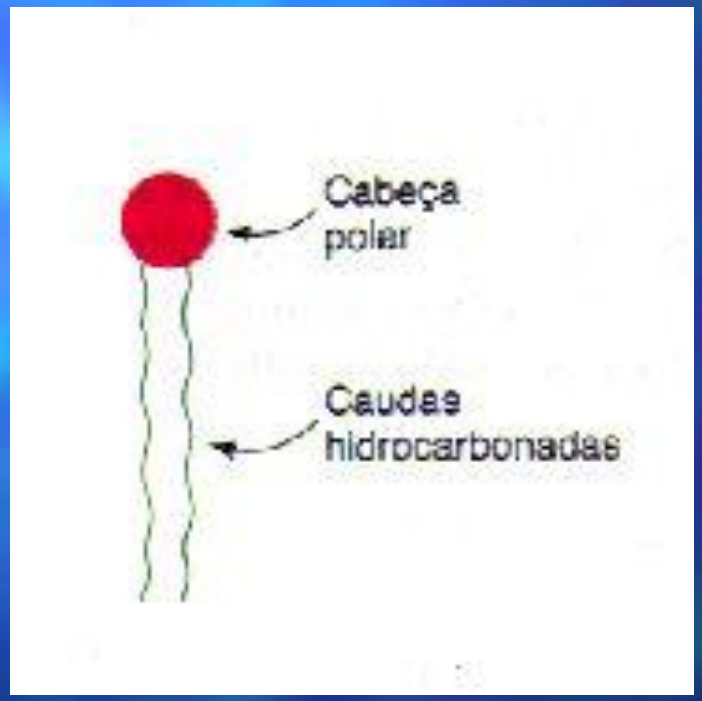
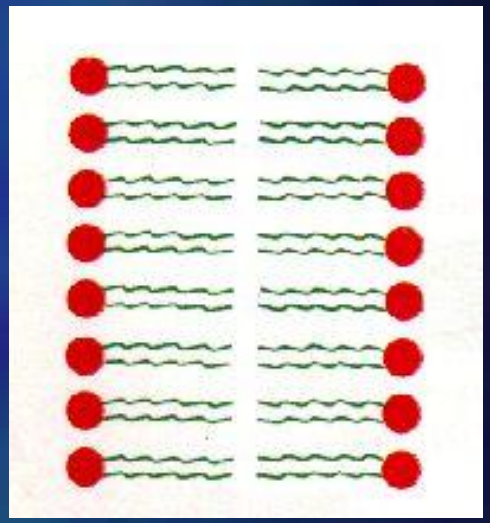


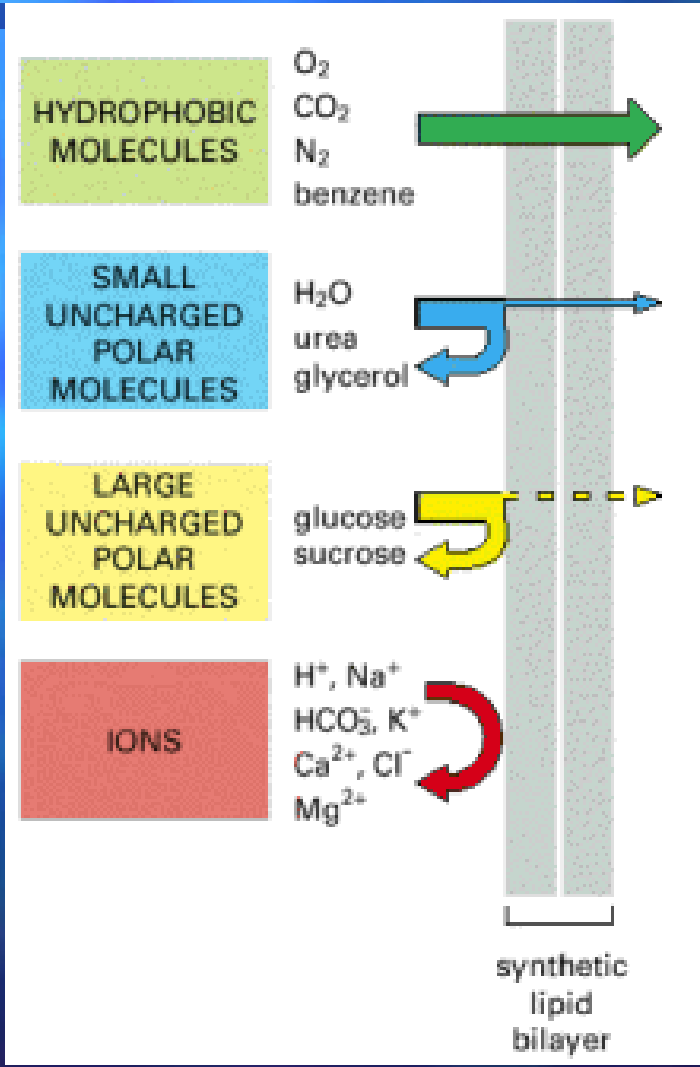
Diagrama de uma seção de uma membrana:



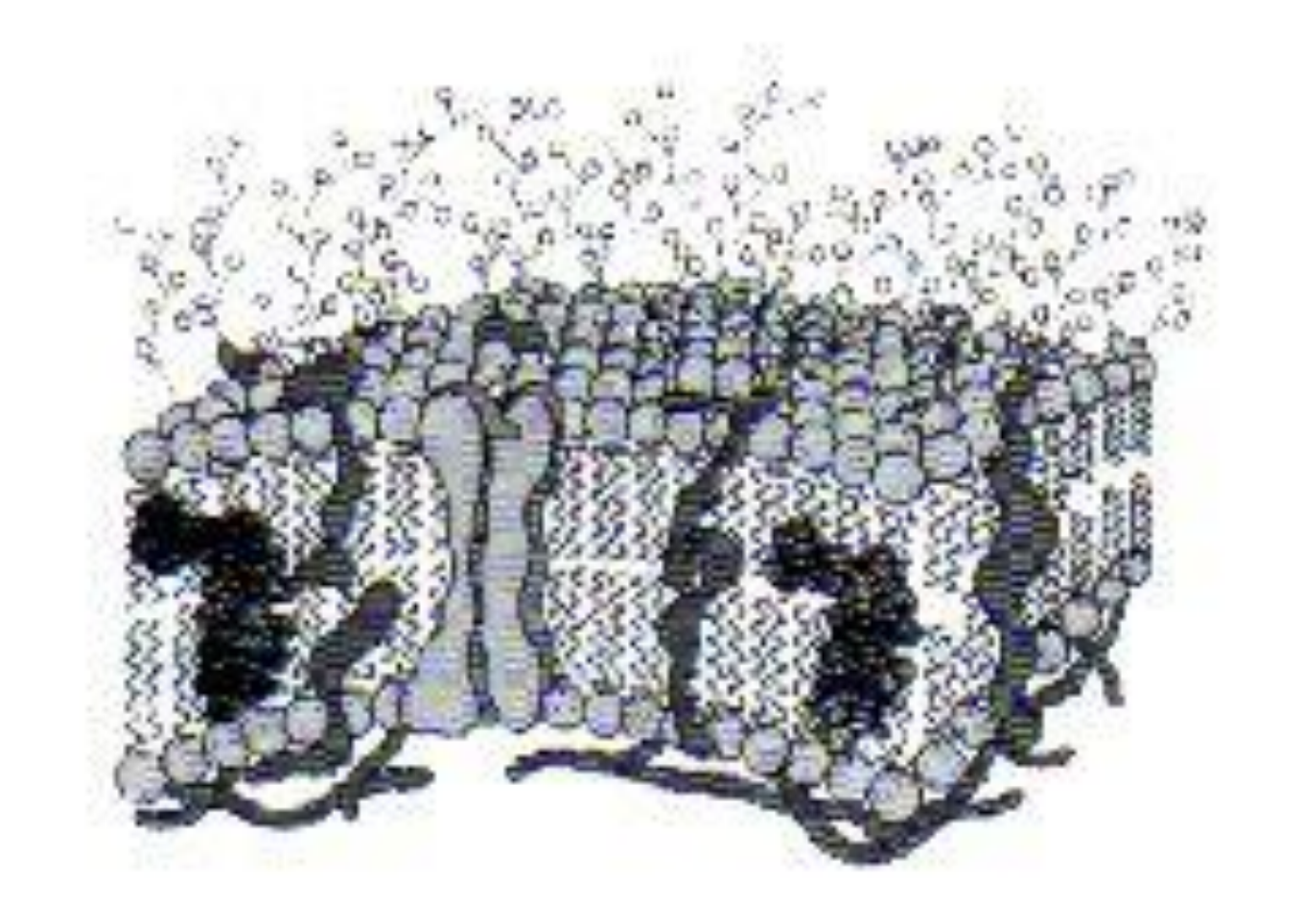




Permeabilidade da membrana fosfolipídica sem proteínas



Membrana completa:



vídeo

PROTEÍNAS:

Deriva da palavra grega *proteios, que significa "da primeira classe".*

Exercem papéis cruciais em todos os processos biológicos com uma notável gama de atividade.

As proteínas de membrana são responsáveis pela maioria dos processos dinâmicos executados pelas membranas. Os lipídeos da membrana criam um ambiente apropriado para a ação de tais proteínas.

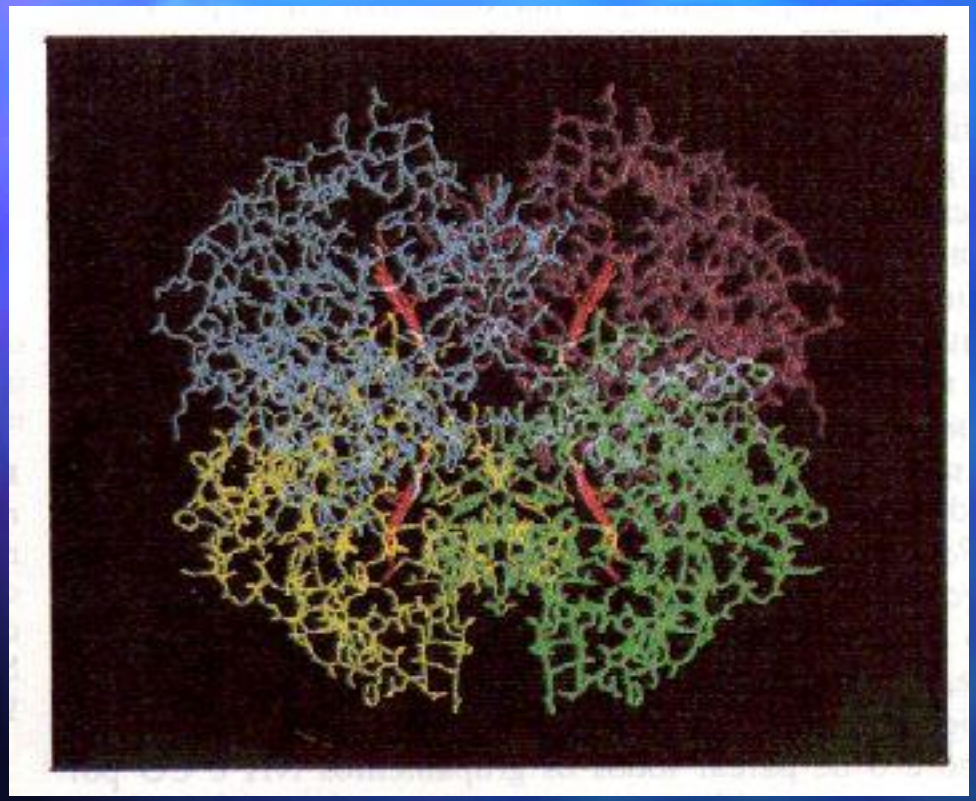
Funções das proteínas:

1. *Catálize enzimática;*
2. *Transporte e armazenamento;*
3. *Movimento coordenado;*
4. *Sustentação mecânica;*
5. *Proteção imunitária;*
6. *Geração e transmissão de impulsos nervosos;*
7. *Outros.*

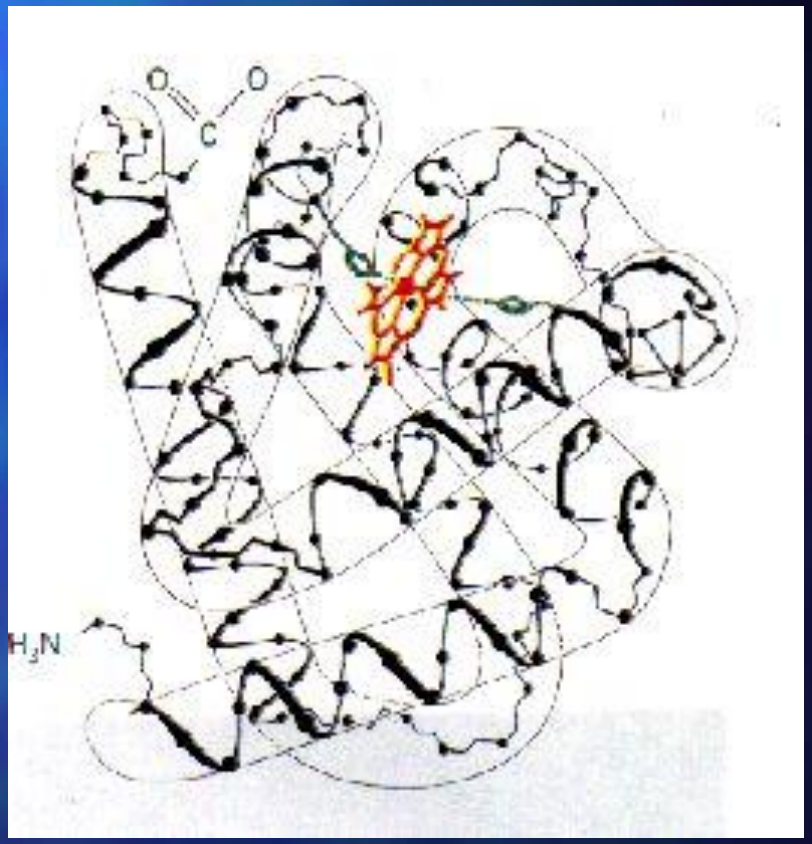
Contrução de uma proteína:

As proteínas são construídas a partir de um repertório de 20 aminoácidos.

Contrução de uma proteína:



Hemoglobina



Mioglobina

Construção de uma proteína:

Existe 20 tipos de cadeias laterais, que variam em tamanho, forma carga, capacidade e formação de pontes de hidrogênio e reatividade química.

Todas proteínas de todas as espécies, desde bactérias a seres humanos, são construídas a partir do mesmo conjunto de 20 aminoácidos. (20 bilhões de anos) - *" blocos de construção".*

Transporte através da membrana:

O transporte através da membrana é gerado através de 4 fontes:

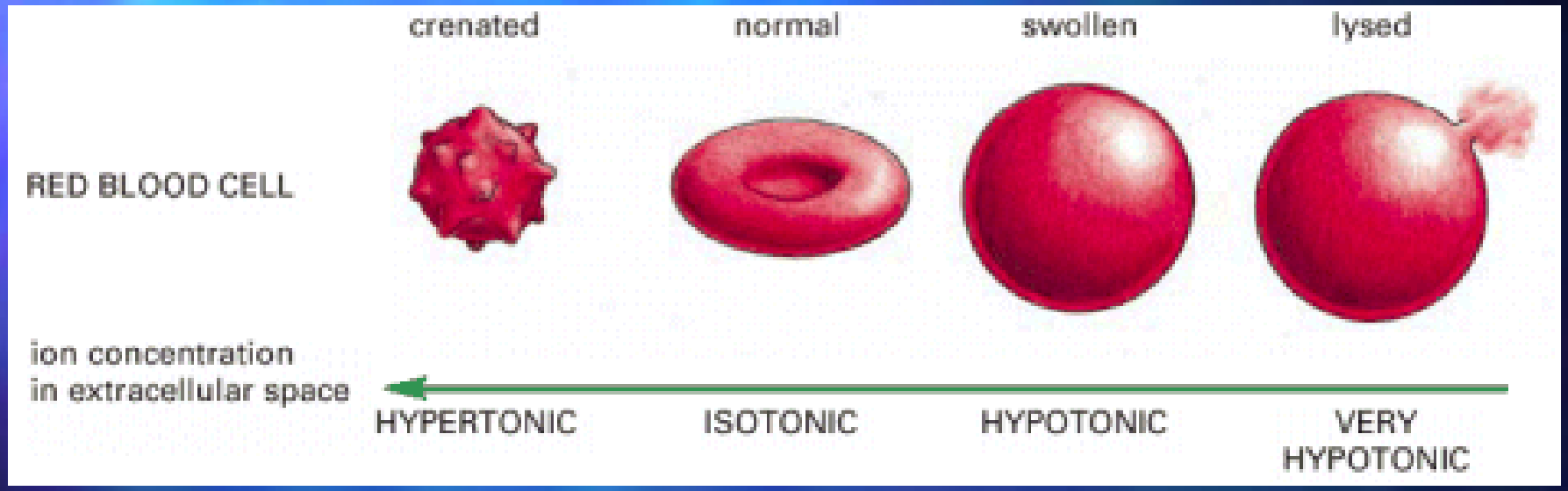
- Osmose
- Potencial Químico
- Potencial Elétrico
- Potencial Eletroquímico

Osmose:

- Passagem de um solvente através de uma membrana semipermeável separando duas soluções de concentrações diferentes: o solvente passa da solução menos concentrada à outra. (Dicionário Médico Andrei)

- Osmose ocorre quando existe um gradiente de concentração de água entre duas regiões separadas por uma membrana semipermeável (M. M. Aires)

Efeito da osmolaridade sobre as células



Potencial Químico

O potencial químico (μ_i) é uma grandeza intensiva, que mede a densidade local de energia livre (= energia livre por mol)

$$\mu_i = \mu_i^o + RT \ln C_i$$

$\mu_i^o \rightarrow$ é o potencial químico do soluto à concentração de 1 mol/l

R $\rightarrow$ Constante dos Gases Ideais = 8,31 J/mol.K

Potencial Elétrico:

- É a força de repulsão ou atração devido a elementos com cargas elétricas.

Potencial Eletroquímico:

- É a força devido ao potencial químico (elementos químicos iguais) mais a força devido ao potencial elétrico (elementos com cargas elétricas).

Potencial Eletroquímico

A densidade de energia livre dos íons em uma solução, engloba a energia potencial química e a potencial elétrica (de um mol de íon)

$$\mu_i' = \mu_i^o + RT \ln C_i + z_i F V$$

Potencial eletroquímico — Potencial químico — Potencial elétrico

$z_i \rightarrow$ valência do íon

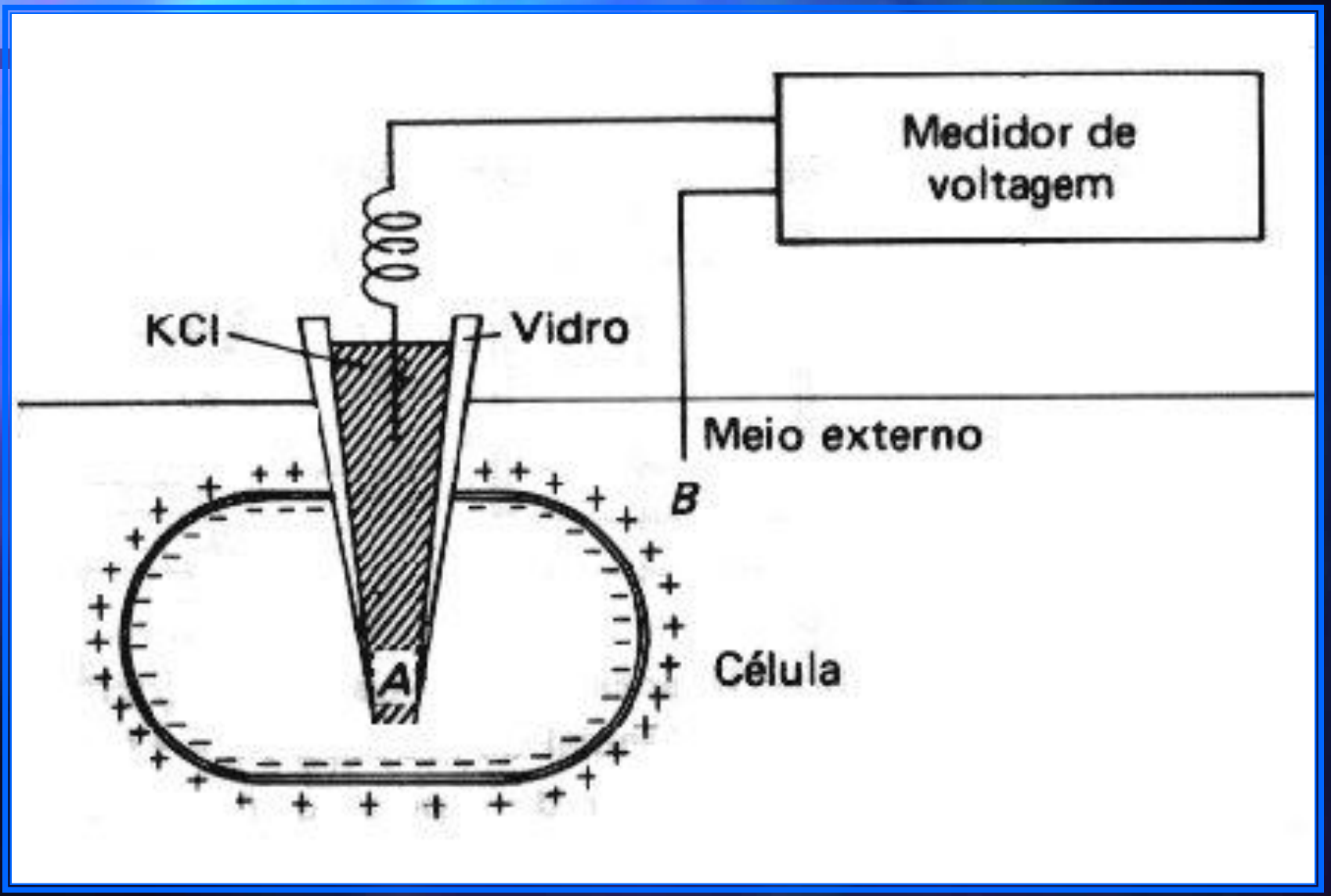
$F \rightarrow$ Constante de Faraday

$V \rightarrow$ Potencial de membrana

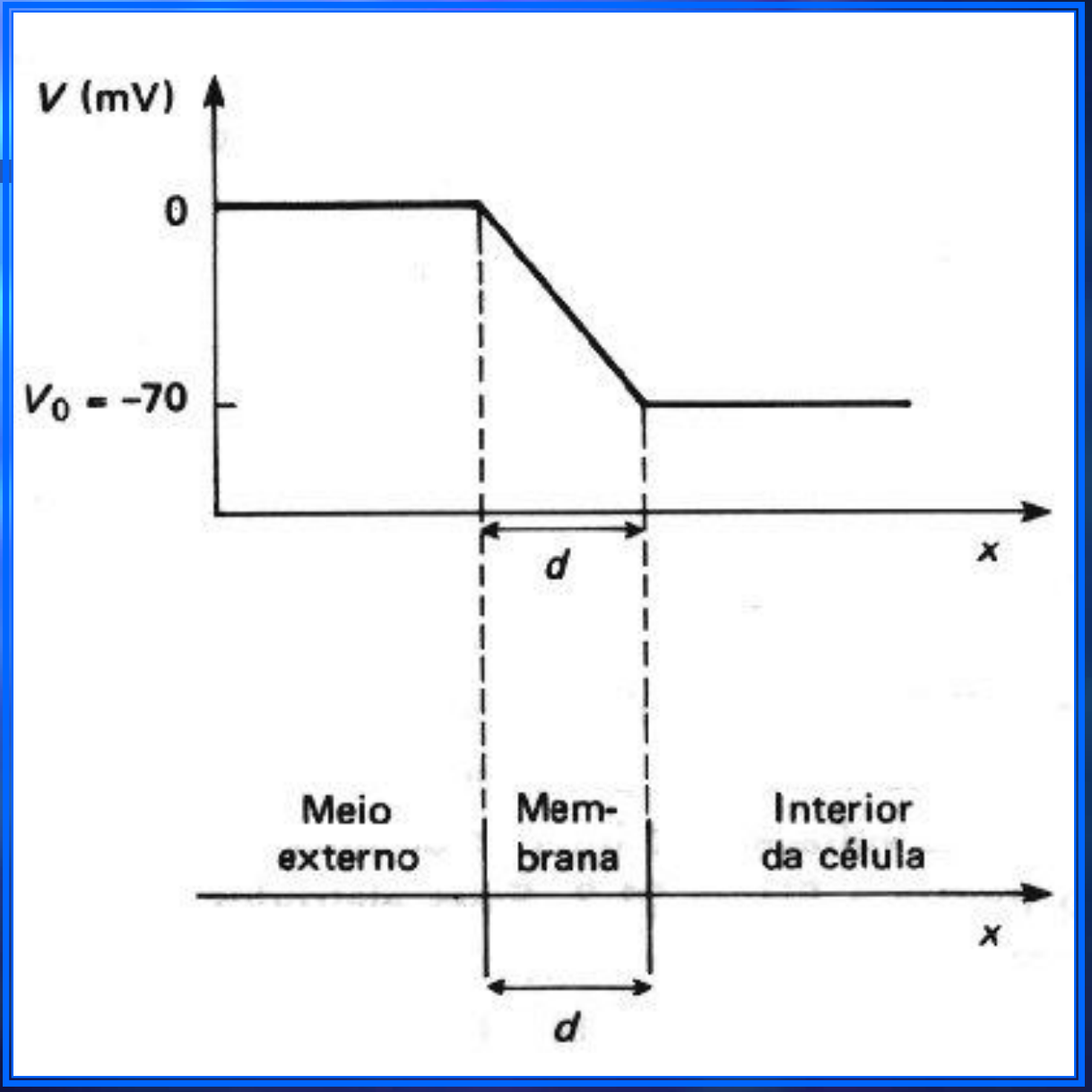
Potencial de Repouso

- Entre o líquido no interior de uma célula e fluido extracelular há uma diferença de potencial elétrico denominado potencial de membrana, quando não ocorre alteração desse potencial dá-se a designaçãode *potencial de repouso*

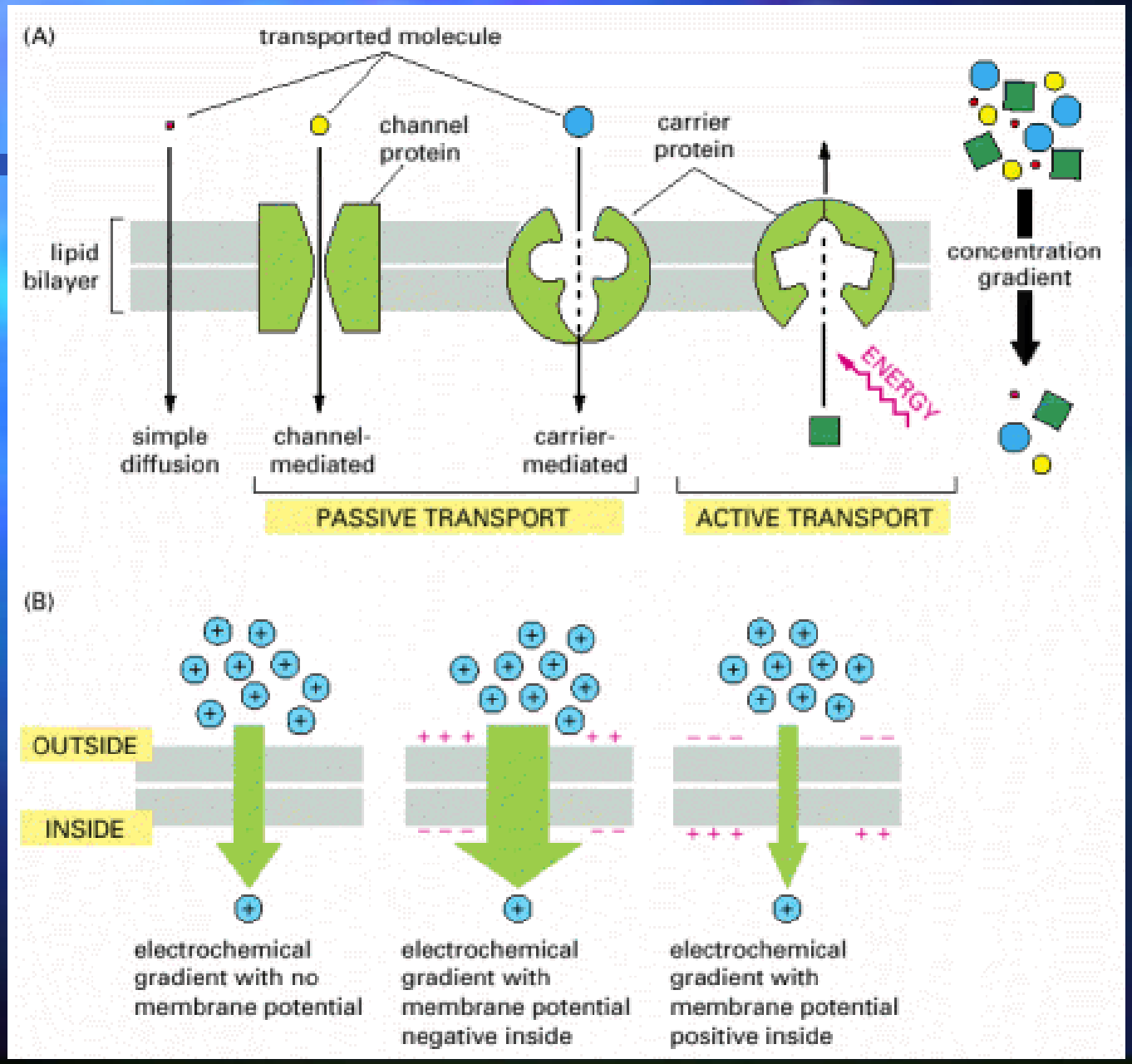
Potencial da Membrana



Potencial da Membrana



Tipos de transporte através da membrana



video1

video2

video3

Bomba de Sódio - Potássio

- Definição:

O processo de transporte que bombeia os íons sódio para fora e ao mesmo tempo, bombeia os íons potássio de fora para dentro da célula.

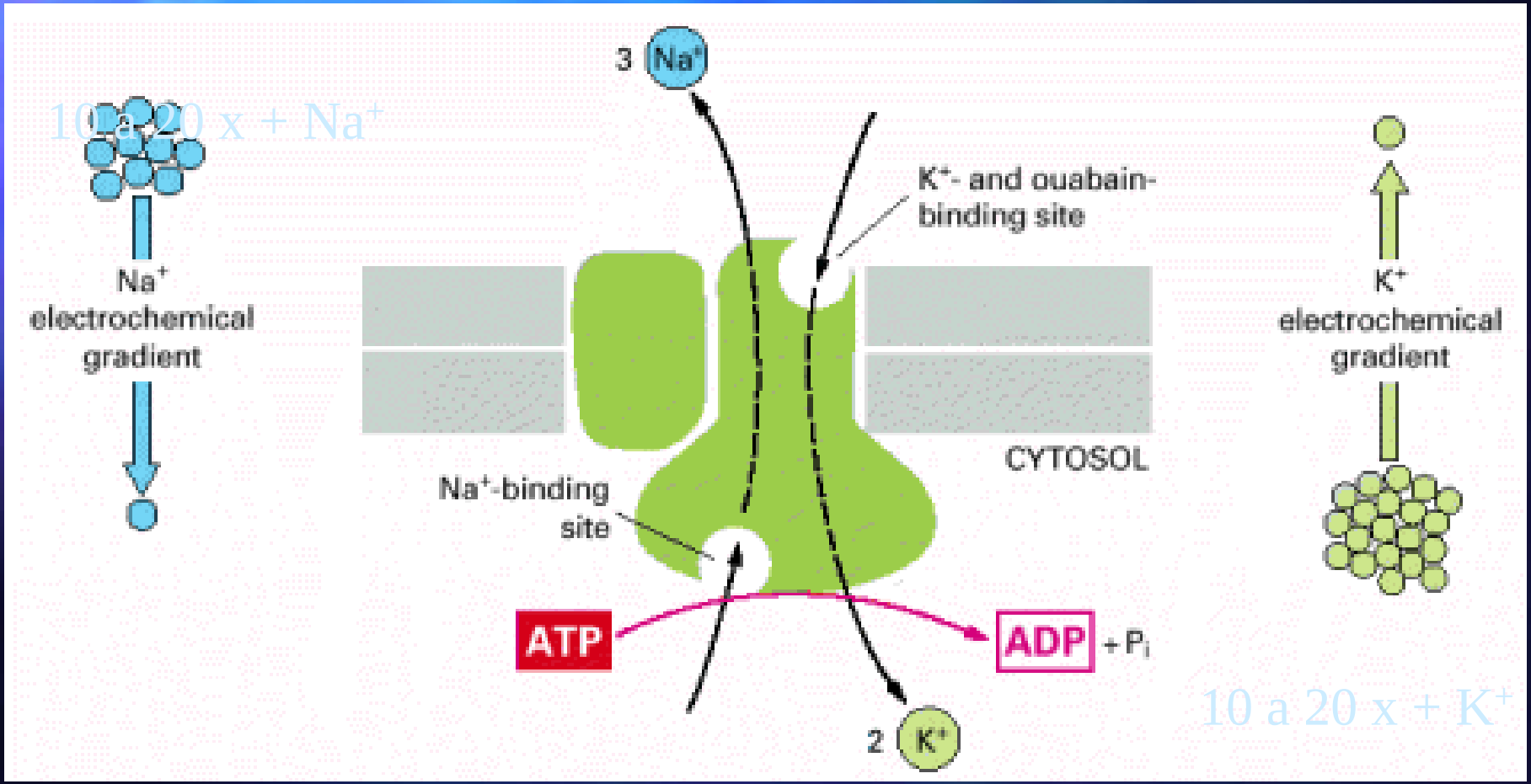
O transporte ativo de Na^+ e K^+ através da membrana celular é realizado por uma proteína existente na membrana, denominada "sódio-potássio-adenosina-trifosfatase", ou simplesmente **bomba de sódio-potássio**.

Bomba de Sódio - Potássio

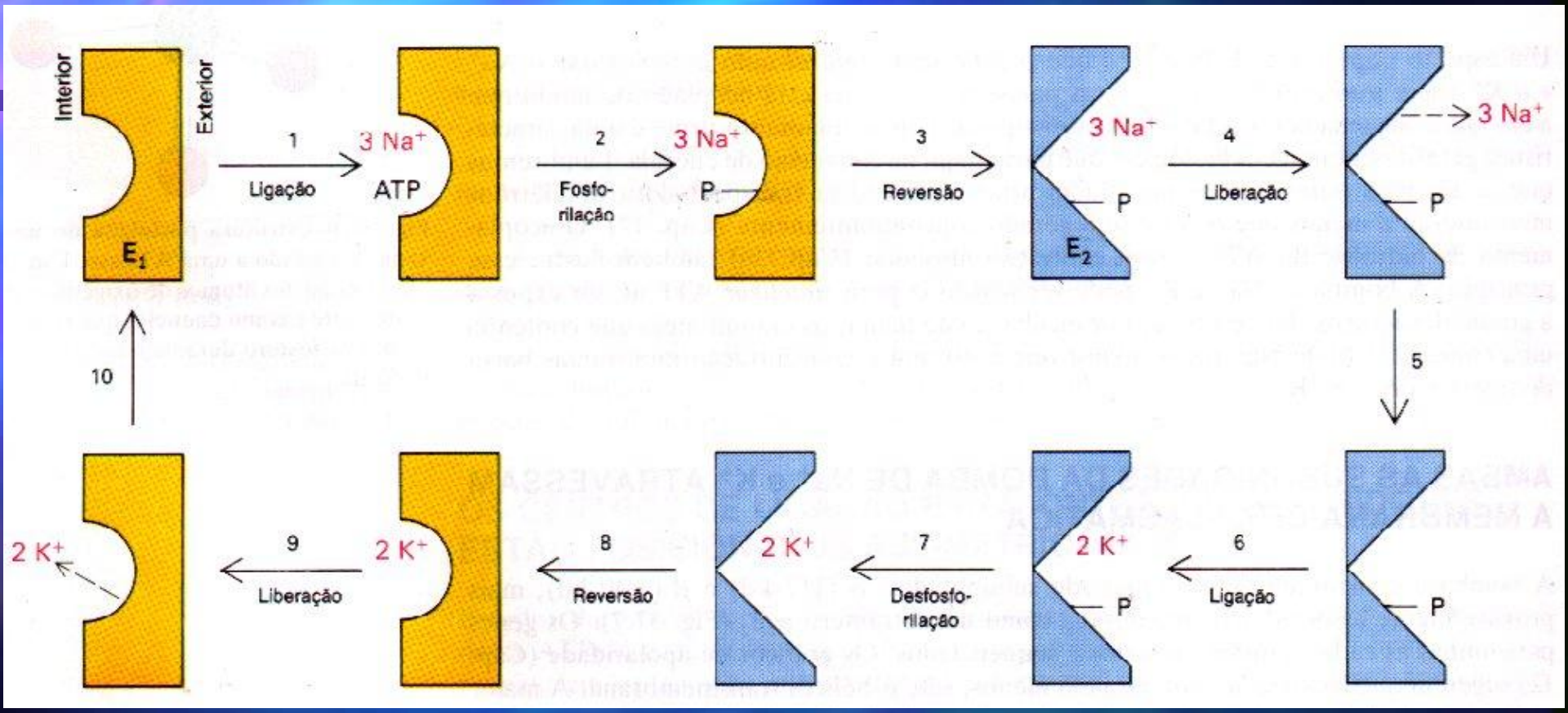
- Proteína maior (β) :

1. Três sítios receptores para a fixação de íons sódio - interna;
2. Dois sítios receptores para os íons potássio - externa;
3. Atividade ATPásica, na porção interna.

A bomba de Na^+ e K^+ é uma ATPase. 1/3 da energia da célula é gasto nesta bomba e 2/3 nos neurônios.



Bomba de Sódio - Potássio



- **ATP → ADP + P + energia**

vídeo

Importância da bomba de Na^+/K^+

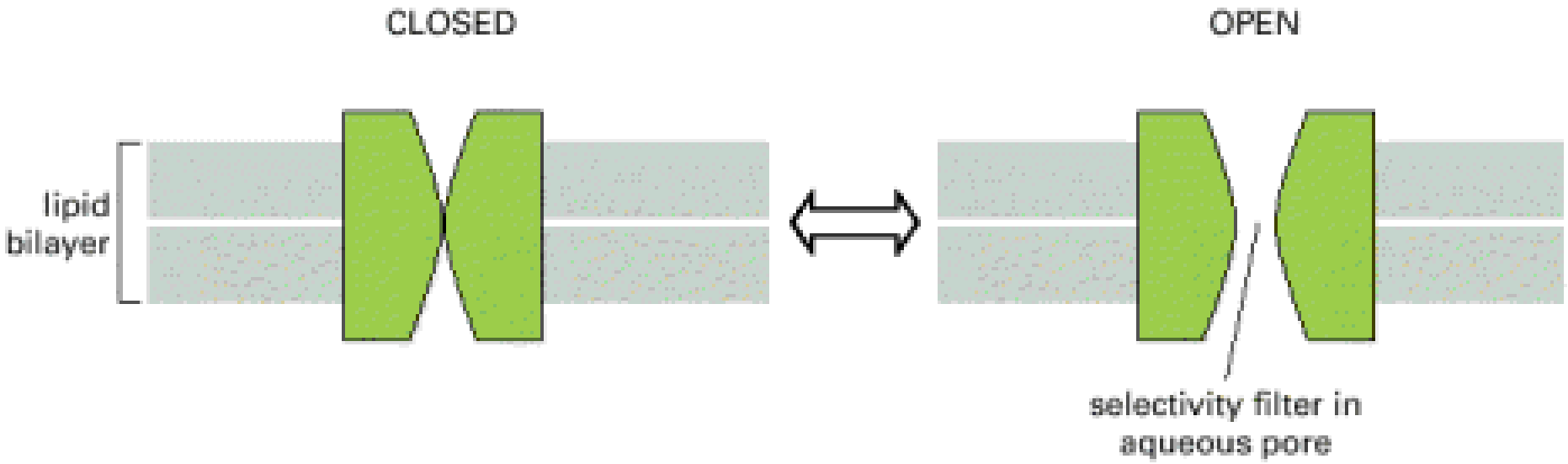
- Controle do Volume Celular;
- Esteróides Cardiotônicos (encontrado na dedaleira) inibem a bomba de sódio e aumenta a contratilidade do músculo cardíaco.

Mais de 100 tipos de canais iônicos que selecionam os íons que passam através deles e possuem 2 formas: aberta e fechada. Estas formas mudam de acordo com um estímulo:

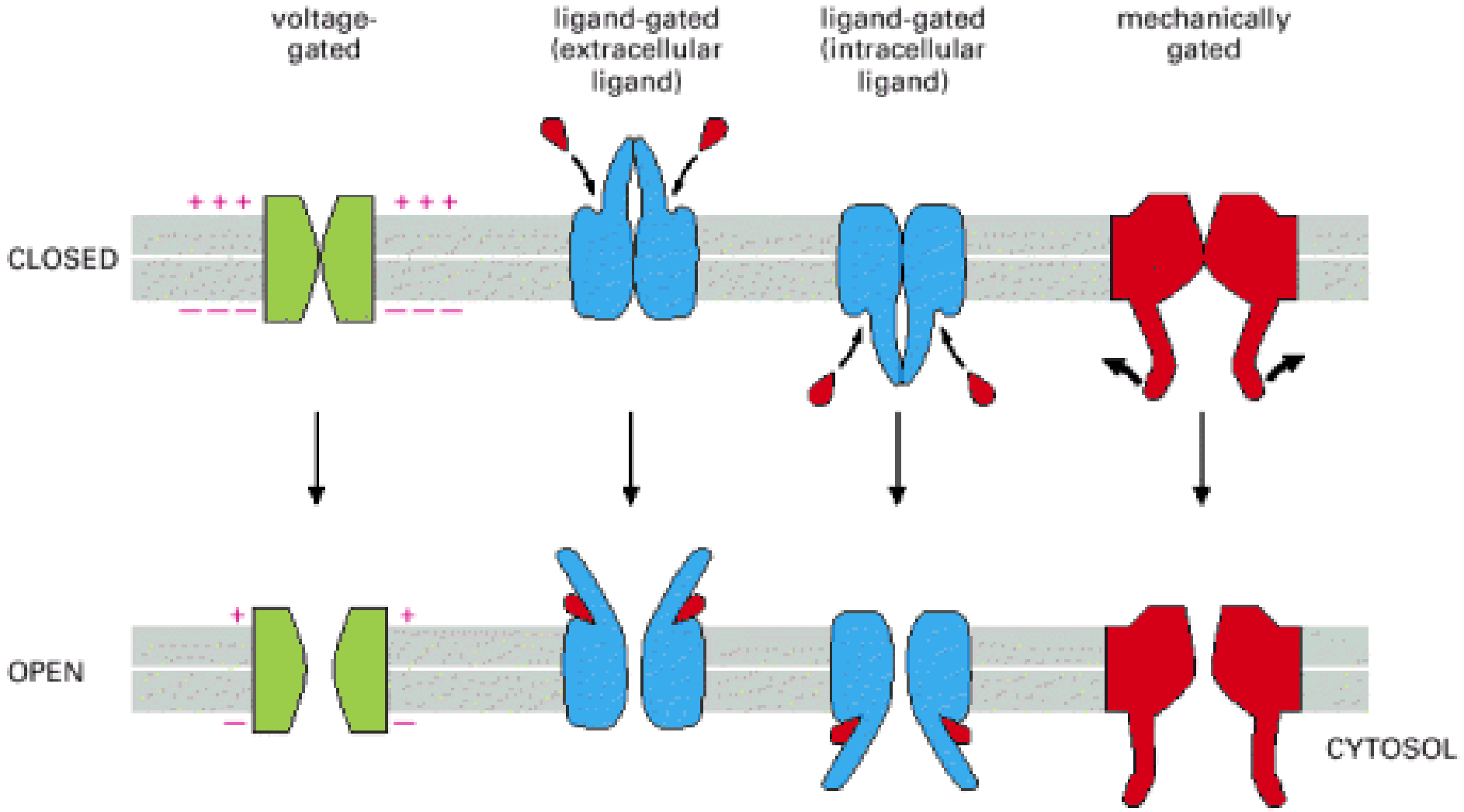
Canais acionados por voltagem;

Canais acionados mecanicamente

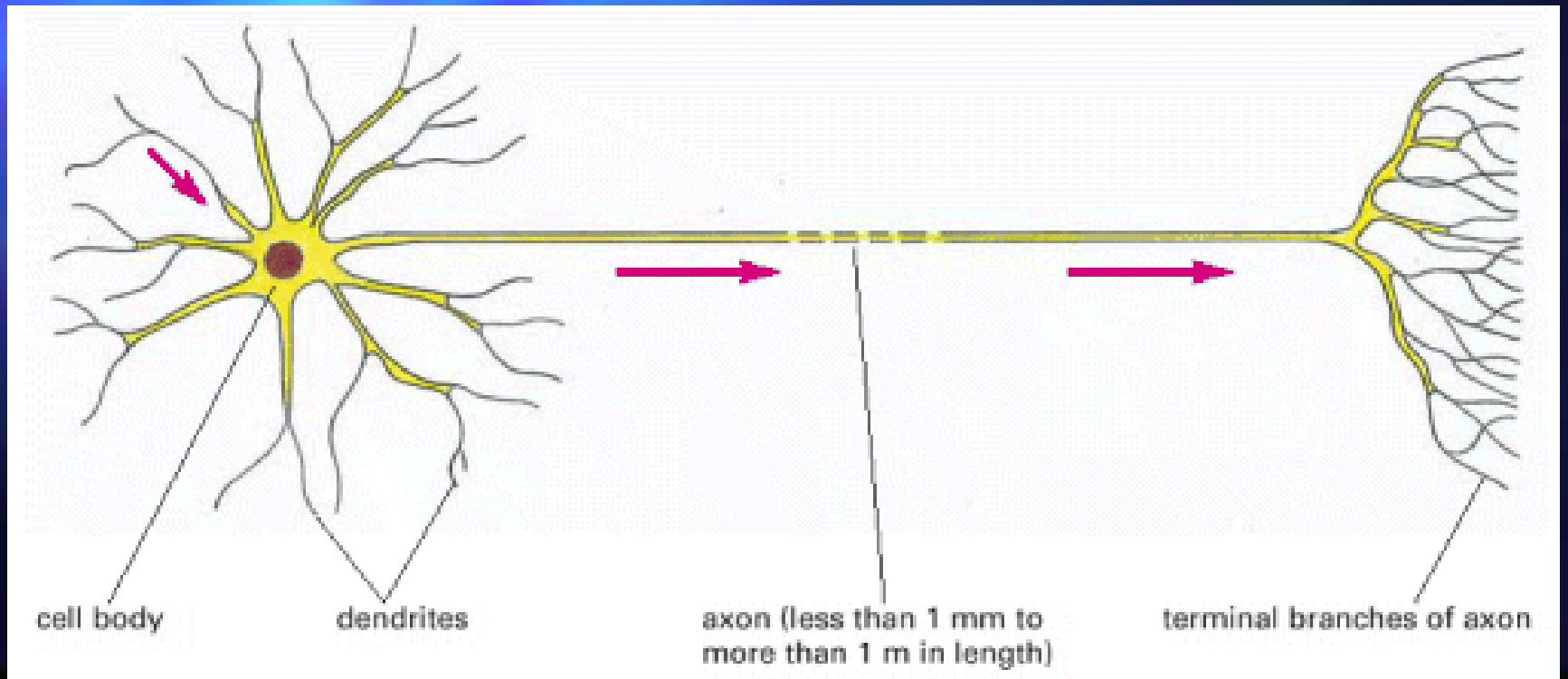
Canais acionados por ligantes



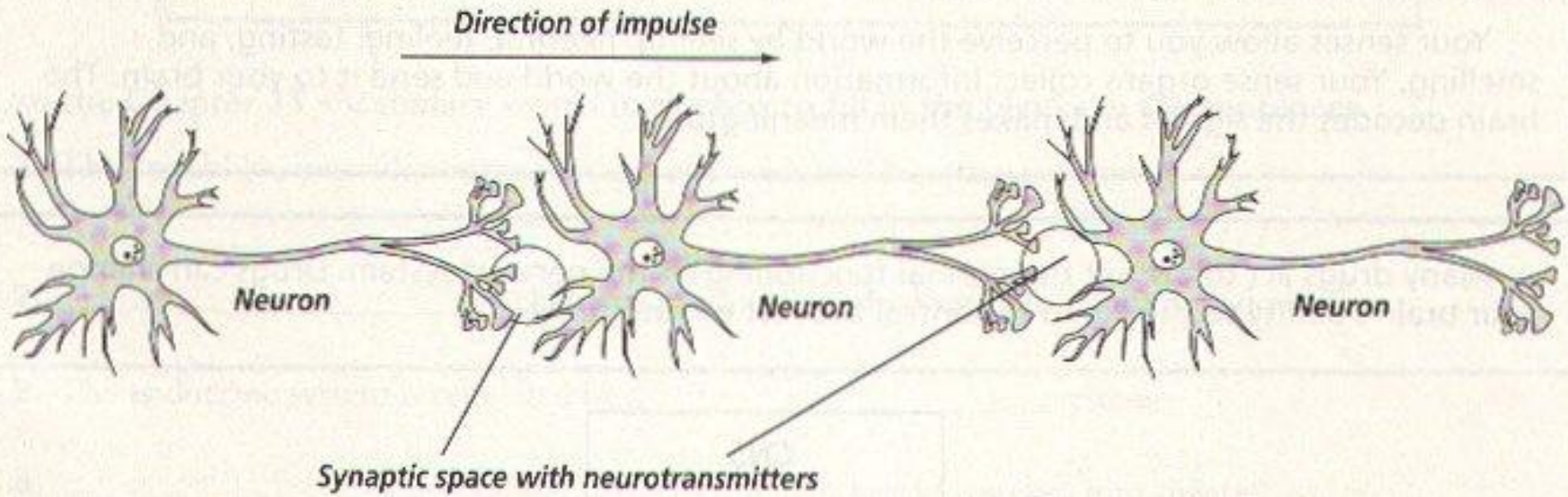
Tipos de canais iônicos



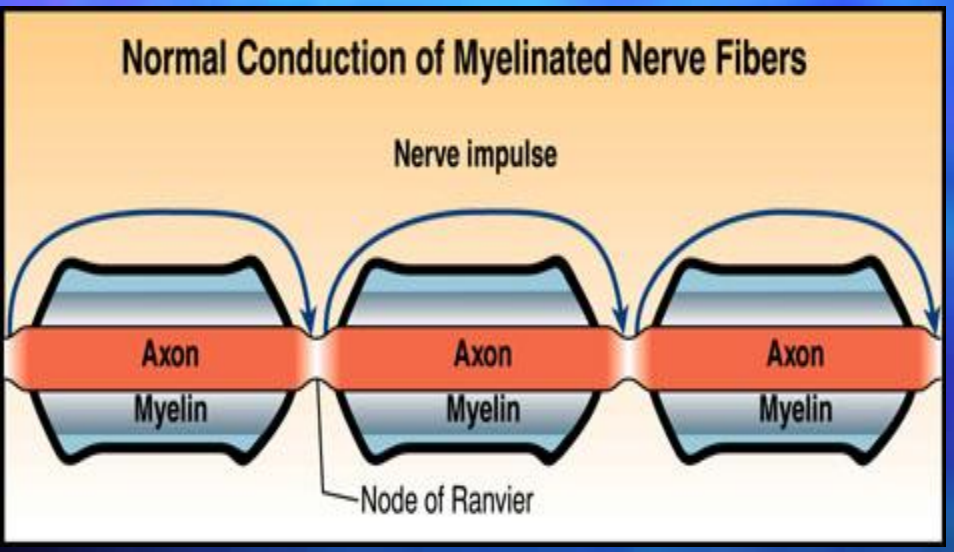
Os canais iônicos são responsáveis pela excitabilidade elétrica das células musculares e pela sinalização elétrica no sistema nervoso. Uma célula nervosa possui 10 ou mais tipos de canais iônicos em diferentes partes da membrana. Eles estão presentes, também, em todas as células animais, microorganismos e plantas. O mais comum é o que permite a passagem de K^+ para fora da célula (K^+ leaky channel) que é responsável pela manutenção do potencial de membrana



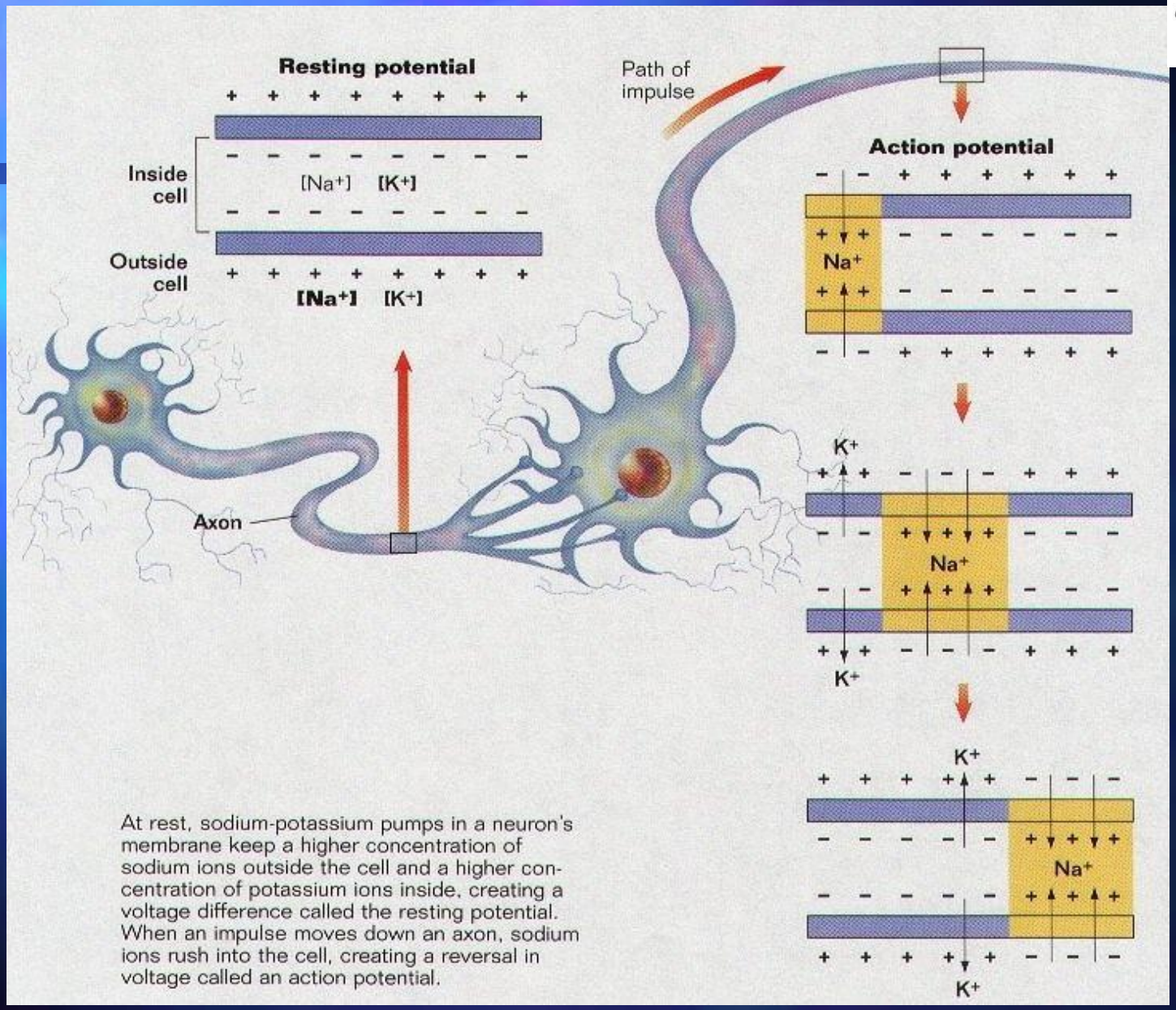
Electrical signals travel throughout your nervous system, carrying information from one place to another. The nervous system is made up of nerve cells, or **neurons**. The neurons have gaps between them, called **synaptic spaces,** which an electrical signal has to jump across in order to continue. In some electrical machinery, electrical signals jump across a tiny gap as a spark. In your body, an electrical impulse is passed by a chemical signal called a **neurotransmitter**.



Impulso nervoso

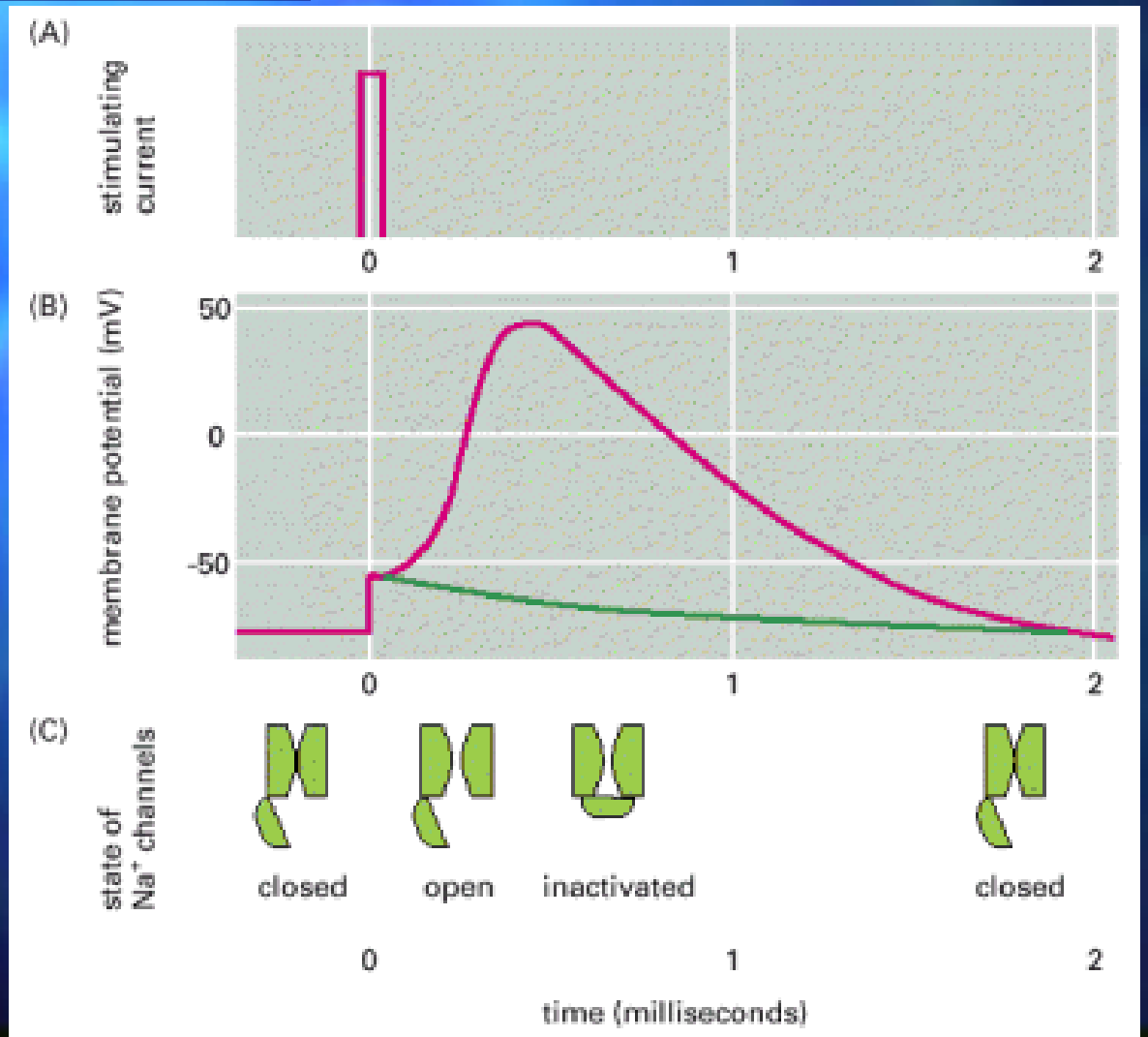


Os neurônios se comunicam ou enviam impulsos através do potencial de ação. Isso ocorre a partir dos dendritos até a terminações dos axônios. O estado negativo dentro do axônio se transforma em positivo quando o impulso nervoso passa. Quando um impulso nervoso passa por um axônio, Na+ entra no axônio e muda o potencial do impulso de -70 mV para +30 mV, (uma diferença de 100 mV). Essa mudança é chamada de potencial de ação.



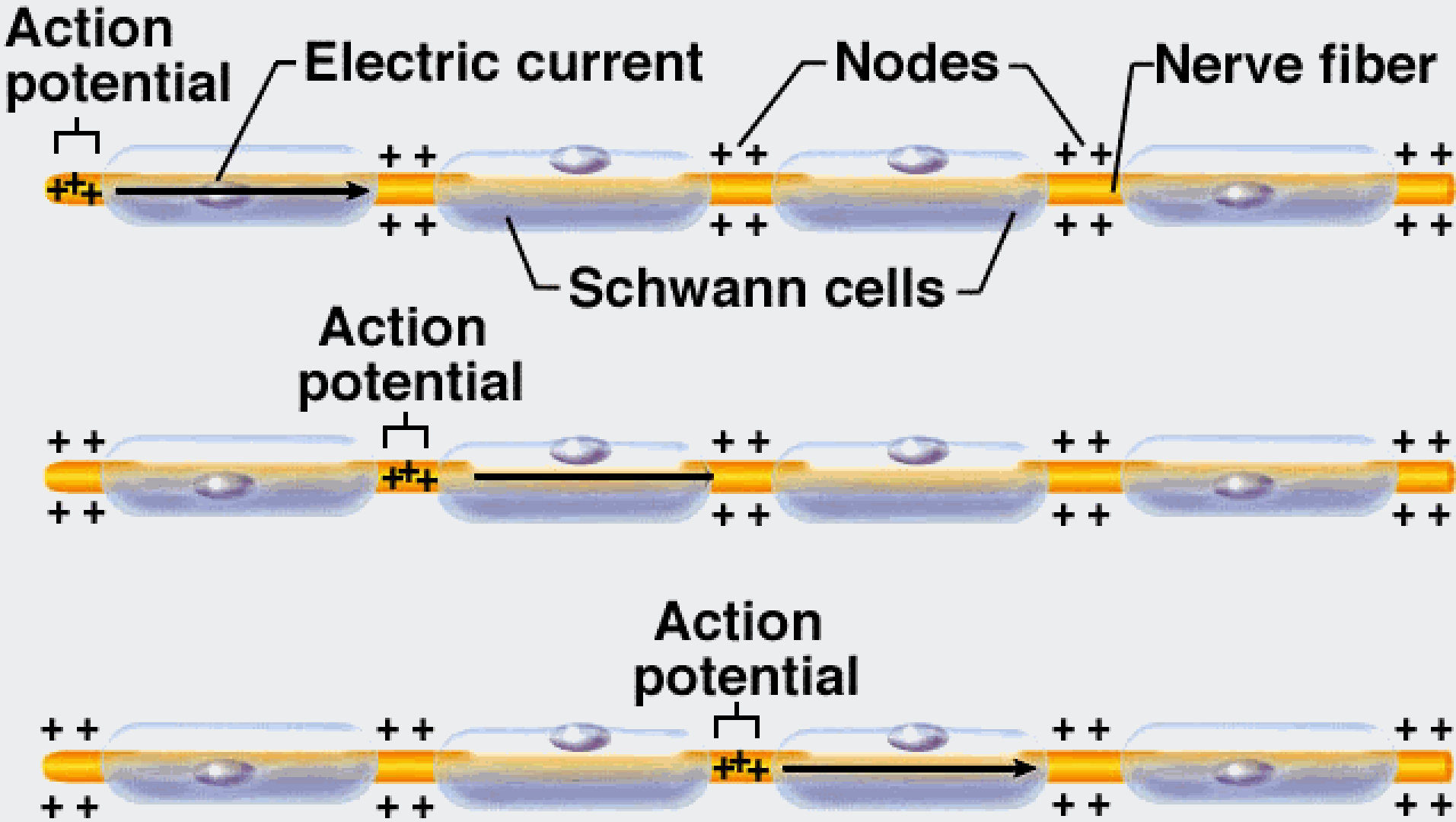
At rest, sodium-potassium pumps in a neuron's membrane keep a higher concentration of sodium ions outside the cell and a higher concentration of potassium ions inside, creating a voltage difference called the resting potential. When an impulse moves down an axon, sodium ions rush into the cell, creating a reversal in voltage called an action potential.

Canais de cátions acionados por voltagem são responsáveis pelo potencial de ação em neurônios e outras células eletricamente excitáveis. Um potencial de ação é disparado pela despolarização da membrana plasmática.

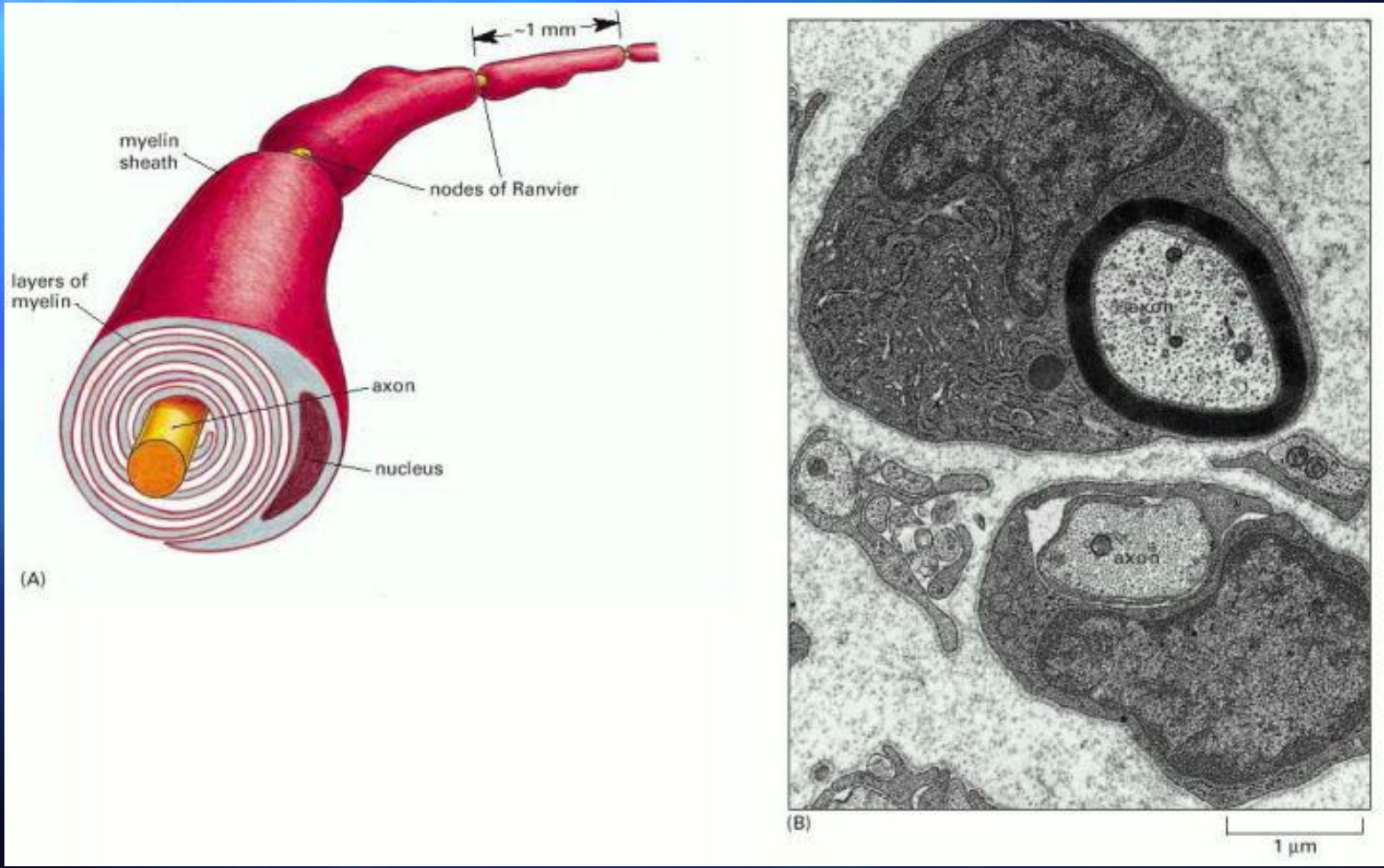


Copyright © The McGraw-Hill Companies, Inc. Permission required for reproduction or display.

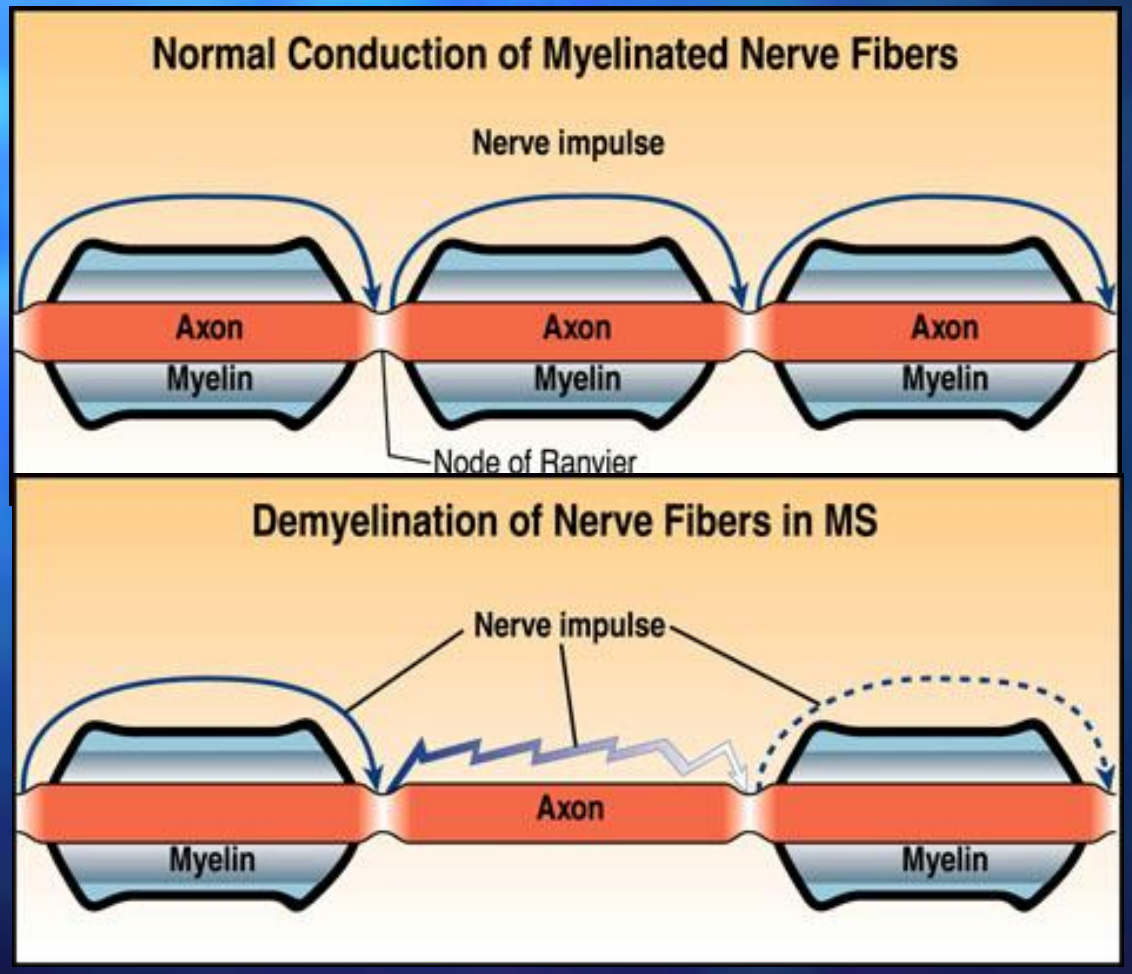
Nerve Impulse on Myelinated Fiber



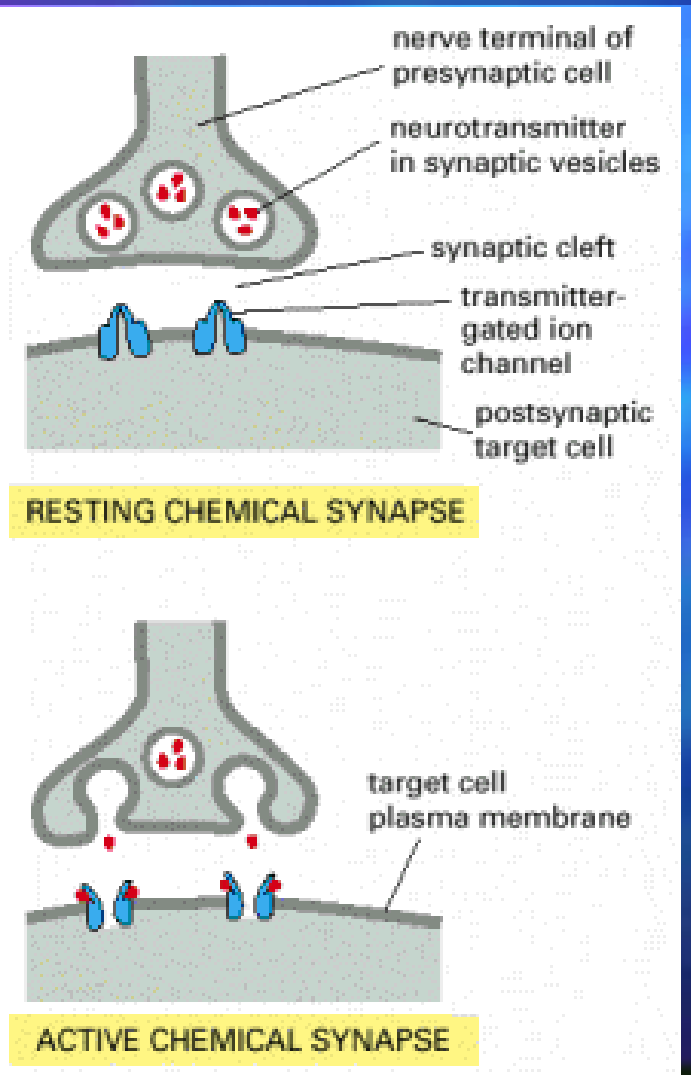
A mielinização aumenta a velocidade e eficiência do potencial de ação nos neurônios. Na doença esclerose múltipla ocorre uma desmielinização.



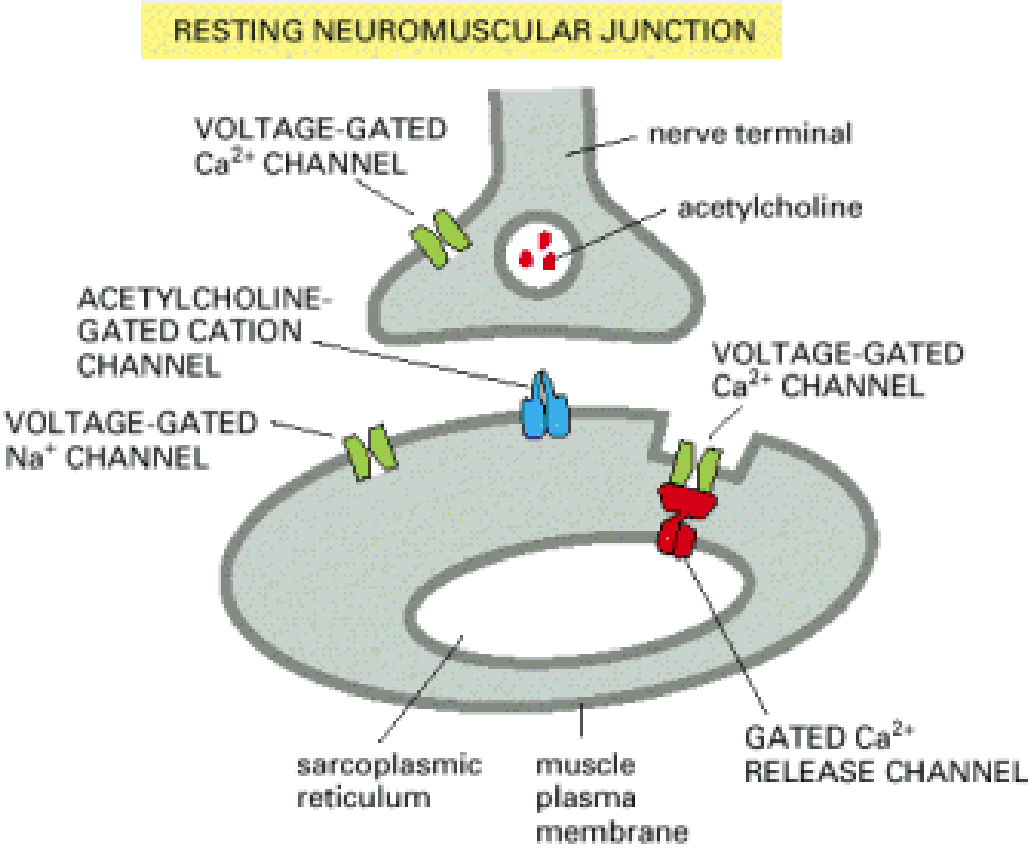
Desmielinização na doença esclerose múltipla

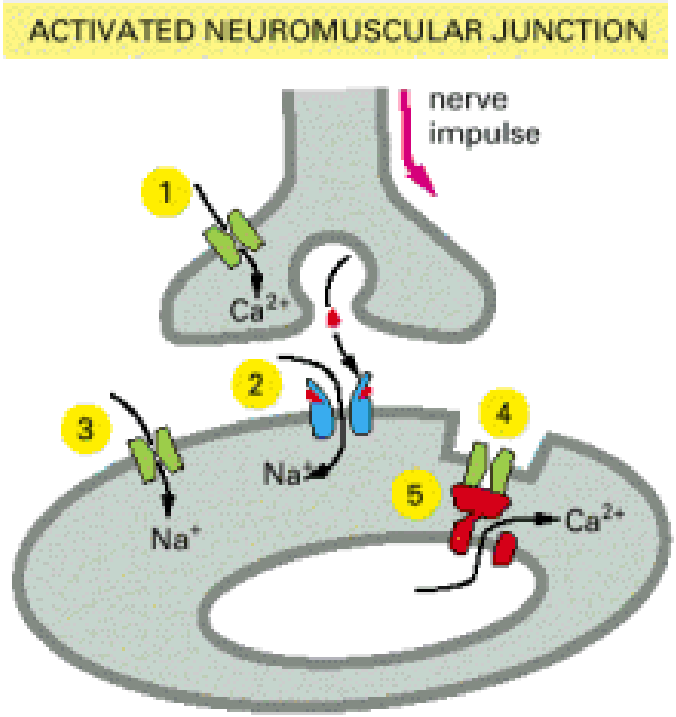


Canais iônicos acionados por transmissores convertem sinais químicos em sinais elétricos nas sinapses. As sinapses são sítios especializados em células nervosas onde ocorre a transmissão de sinais de célula a célula.



Receptores de acetilcolina na junção neuromuscular são canais de cátions acionados por transmissores





Vídeo

EFEITOS DE DROGAS NO NEURÔNIOS

O alvo das drogas psicoativas são os canais iônicos acionados por transmissores.

Exemplos:

• A droga curare (nicotina) se liga a receptor de acetilcolina e o músculo relaxa.

• Diazepam (Valium®) se liga em receptores de GABA, mas nesse caso aumentando o efeito inibitório no potencial de ação.

OBRIGADO!

E-mail: rmiyahara@unicentro.br