

## **TEMA 3**

# **TRANSMISIÓN SINÁPTICA Y UNIÓN NEUROMUSCULAR**

## **OBJETIVOS**

- **DEFINIR CONCEPTO DE TRANSMISIÓN SINÁPTICA Y SUS TIPOS**
- **DESCRIBIR LOS PROCESOS PRE Y POSTSINÁPTI-COS**
- **DESCRIBIR LA UNIÓN NEUROMUSCULAR Y SUS COMPONENTES**
- **DESCRIBIR LA CONTRACCIÓN EN LA FIBRA MUSCULAR ESQUE-LÉTICA Y SUS CARACTERÍSTICAS**
- **DESCRIBIR LA CONTRACCIÓN EN LAS FIBRAS CARDÍACA Y LISA**

# **CONTENIDOS**

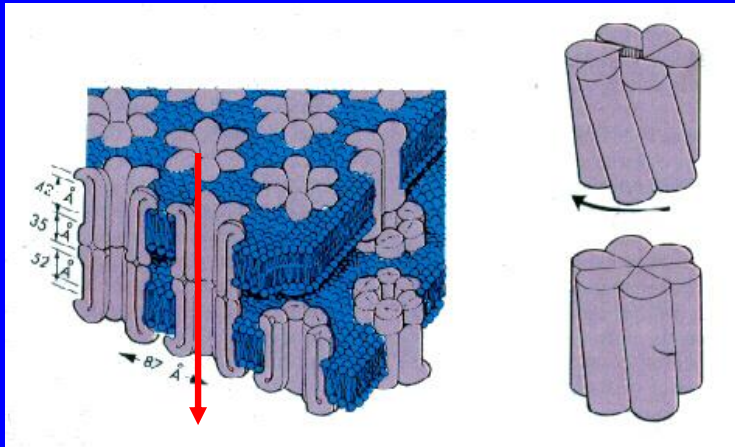
**TRANSMISIÓN SINÁPTICA. Neurotransmisores: Clasificación. Receptores. Fenómenos que tienen lugar en la terminal Presináptica. Hendidura Sináptica. Potenciales Postsinápticos PEPS y PIPS. Características de la transmisión sináptica. Transmisión Neuromuscular. Contracción muscular de la fibra esquelética. Músculos cardíaco y liso.**

# TRANSMISIÓN SINÁPTICA

¿QUÉ SUCEDE CUANDO EL POTENCIAL DE ACCIÓN LLEGA AL EXTREMO DEL AXÓN?

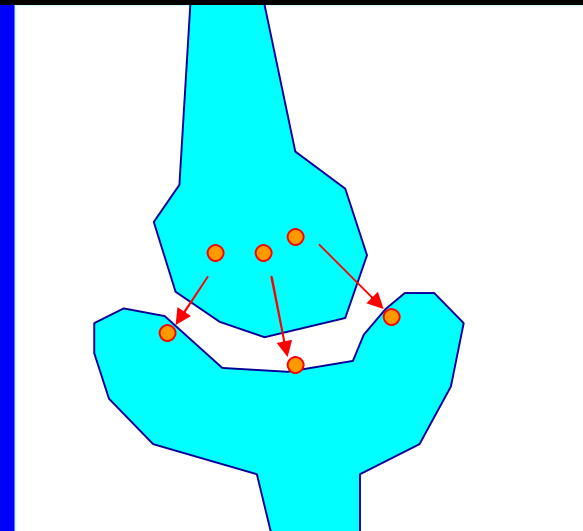
¿CÓMO SE TRANSMITE A LAS CÉLULAS CONTIGUAS?

## SINAPSIS ELÉCTRICA



?

## SINAPSIS QUÍMICA



# TRANSMISIÓN SINÁPTICA

## SINAPSIS:

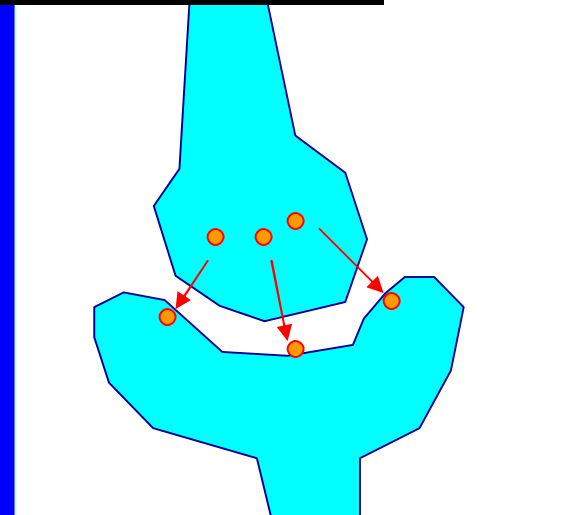
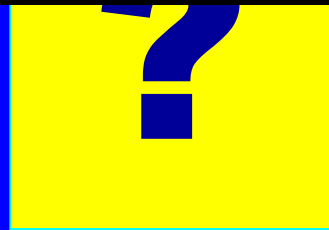
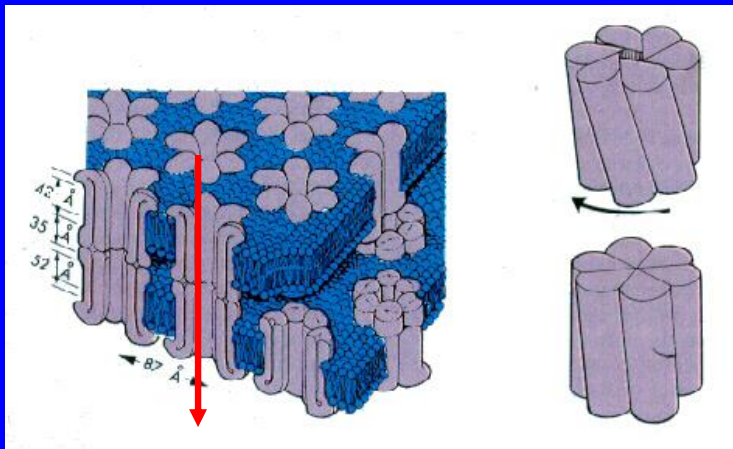
\* LUGAR POR EL QUE EL IMPULSO NERVIOSO SE TRANSMITE DE UNA CÉLULA A OTRA.

\* HAY DOS TIPOS DE SINAPSIS:

*ELÉCTRICAS*

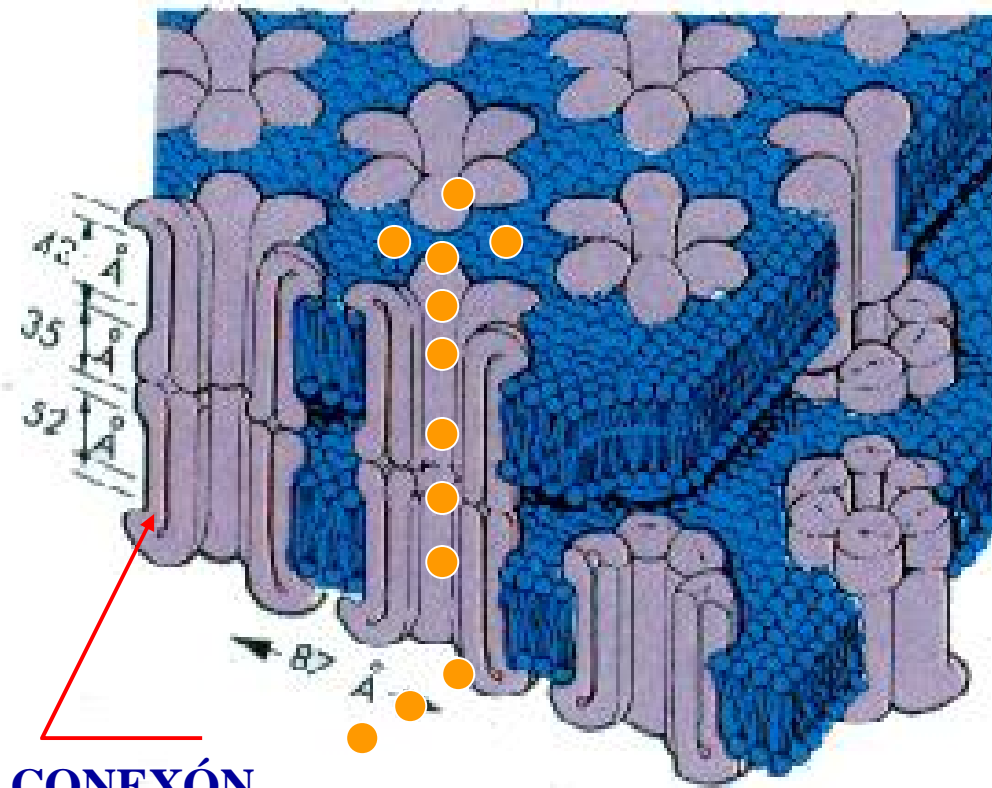
*QUÍMICAS* (MEDIADAS POR NEUROTRANSMISORES)

## SINAPSIS ELÉCTRICA



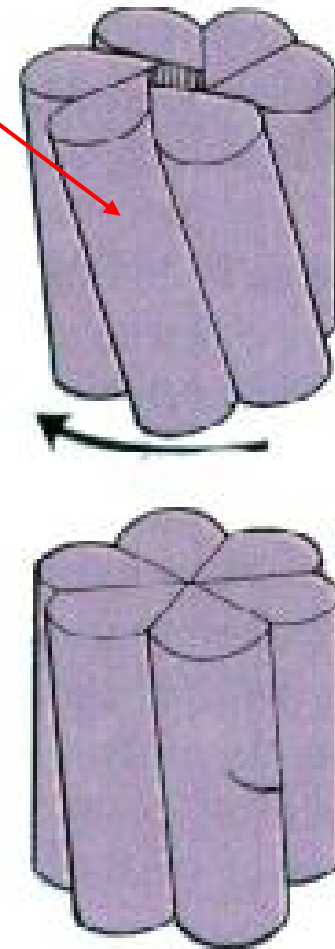
# SINAPSIS ELÉCTRICAS

## ESTRUCTURA DE LOS CANALES EN LAS UNIONES HENDIDAS

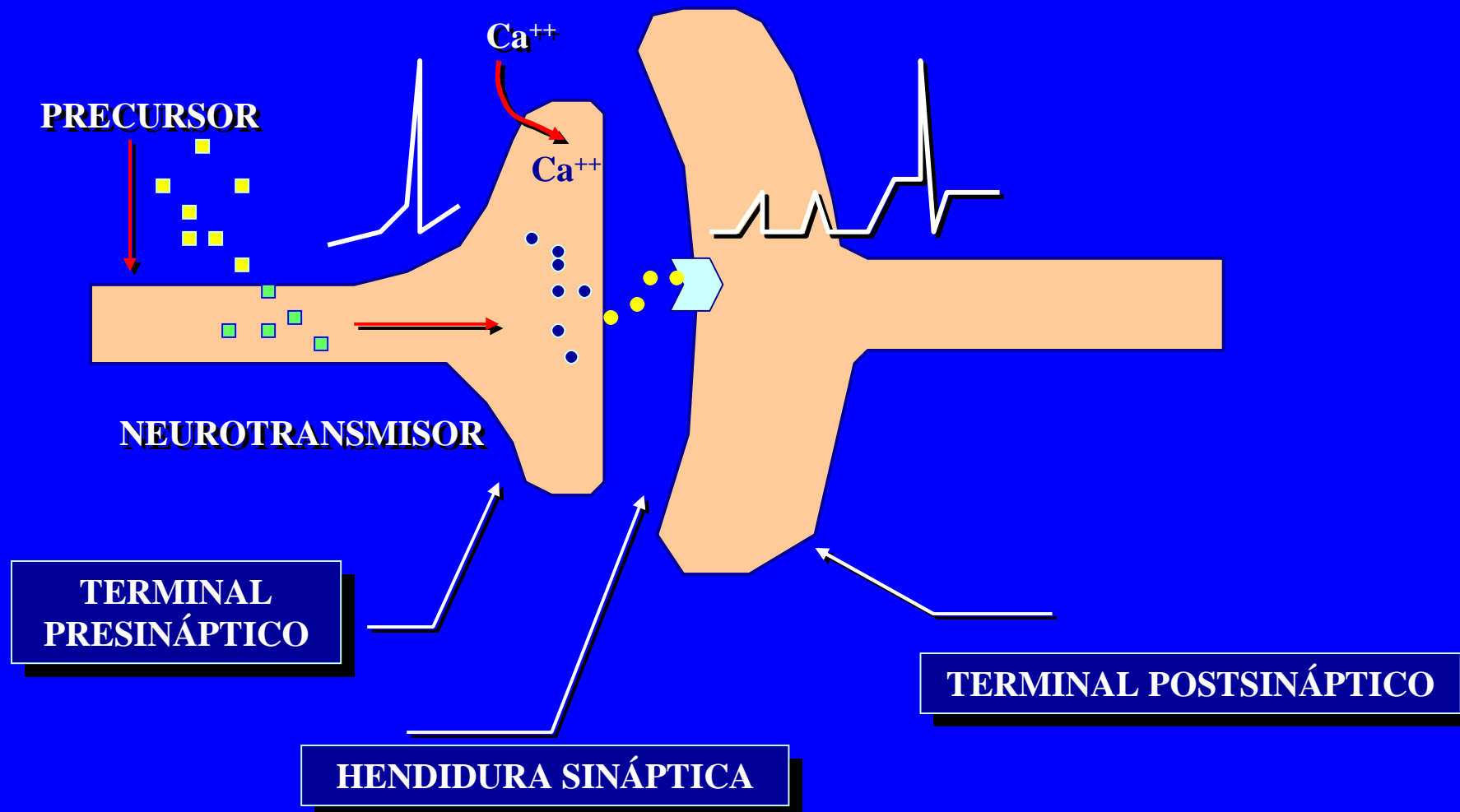


CONEXÓN

CONEXINAS



# SINAPSIS QUÍMICA



# CARACTERÍSTICAS DE LAS SINAPSIS

- EL MECANISMO SINÁPTICO SUPONE UN RETARDO EN LA PROPAGACIÓN DE LA SEÑAL, PORQUE LA VELOCIDAD A LA QUE SE PRODUCE ES INFERIOR A LA DE LA PROPAGACIÓN DEL POTENCIAL DE ACCIÓN, EN EL AXÓN
- LA LLEGADA DEL NEUROTRANSMISOR AL RECEPTOR SUPONE LA GENERACIÓN DE POTENCIALES ELECTROTÓNICOS QUE PUEDEN SER EXCITATORIOS O INHIBITORIOS.
- LOS **PEPS** (POTENCIALES EXCITATORIOS POSTSINÁPTICOS) SON DE NATURALEZA DESPOLARIZANTE: APERTURA DE CANALES DE  $\text{Na}^+$ ,  $\text{Ca}^{++}$  O CIERRE DE CANALES DE  $\text{K}^+$
- LOS **PIPS** (POTENCIALES INHIBITORIOS POSTSINÁPTICOS) TIENEN CARÁCTER HIPERPOLARIZANTE: APERTURA DE CANALES DE  $\text{K}^+$ ,  $\text{Cl}^-$  O CIERRE DE LOS DE  $\text{Na}^+$
- LAS CORRIENTES GENERADAS TIENEN LA PROPIEDAD DE SUMACIÓN TEMPORAL O ESPACIAL. LA SUMACIÓN DE POTENCIALES EXCITATORIOS DARÁ LUGAR A LA APARICIÓN DE UN POTENCIAL DE ACCIÓN, POR REGLA GENERAL EN UNA ZONA DEL AXÓN QUE SE DENOMINA MONTÍCULO AXÓNICO



# **CARACTERÍSTICAS DE LAS SINAPSIS**

- **LOS PROCESOS SINÁPTICOS SON MUY SENSIBLES A LAS CONDICIONES FÍSICO-QUÍMICAS QUE SE PRODUCEN EN SU ENTORNO (CONCENTRACIÓN DE IONES, TEMPERATURA, ETC.)**
- **LA ESTIMULACIÓN REPETITIVA DE LA SINAPSIS PRODUCE UNA DISMINUCIÓN DE LA EXCITABILIDAD DEL TERMINAL PRESINÁPTICO POR AGOTAMIENTO DE LOS RECURSOS.**
- **LA FINALIZACIÓN DE LA TRANSMISIÓN SE PRODUCE CUANDO EL NEUROTRANSMISOR ES RETIRADO DEL ESPACIO SINÁPTICO POR ACCIÓN DE ENZIMAS DEGRADADORAS, RECAPTACIÓN O DIFUSIÓN AL MEDIO EXTERIOR**

# **FENÓMENOS PRESINÁPTICOS**

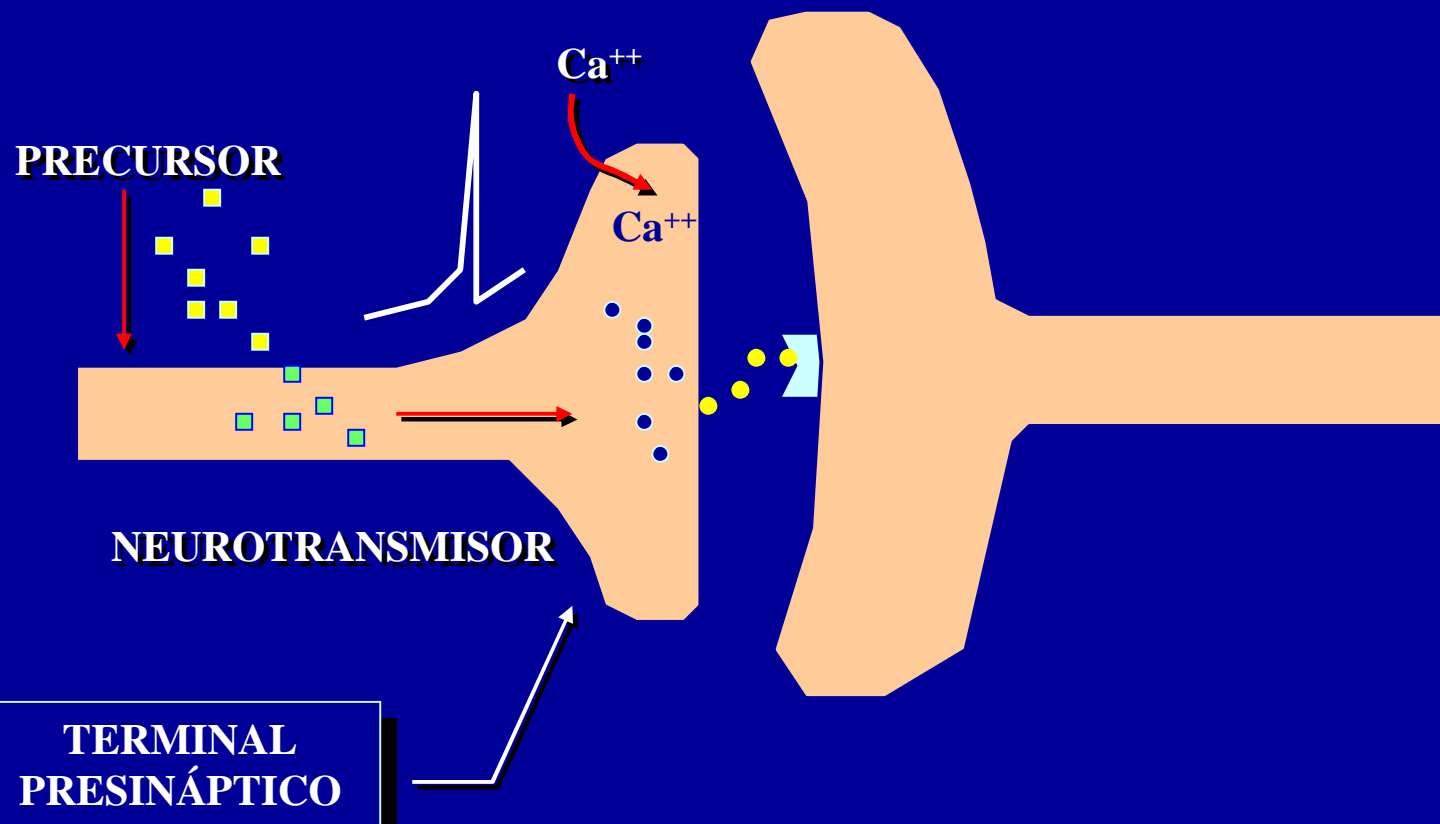
- **TRAS UN PROCESO DE SÍNTESIS, EL NEUROTRANSMISOR ES ALMACENADO EN VESÍCULAS, EN EL EXTREMO PRESINÁPTICO**

- **LA LLEGADA DE UN POTENCIAL DE ACCIÓN AL TERMINAL PRESINÁPTICO ABRE CANALES DE  $\text{Ca}^{++}$  DEPENDIENTES DE POTENCIAL, JUNTO A LOS DE  $\text{Na}^{+}$**

- **LA PRESENCIA DE CALCIO HACE QUE SE LIBEREN VESÍCULAS DE NEUROTRANSMISOR DE FORMA DEPENDIENTE A LA INTENSIDAD DEL ESTÍMULO (SEGÚN LA FRECUENCIA DE LLEGADA DE POTENCIALES DE ACCIÓN Y LA DISPONIBILIDAD DE CALCIO)**

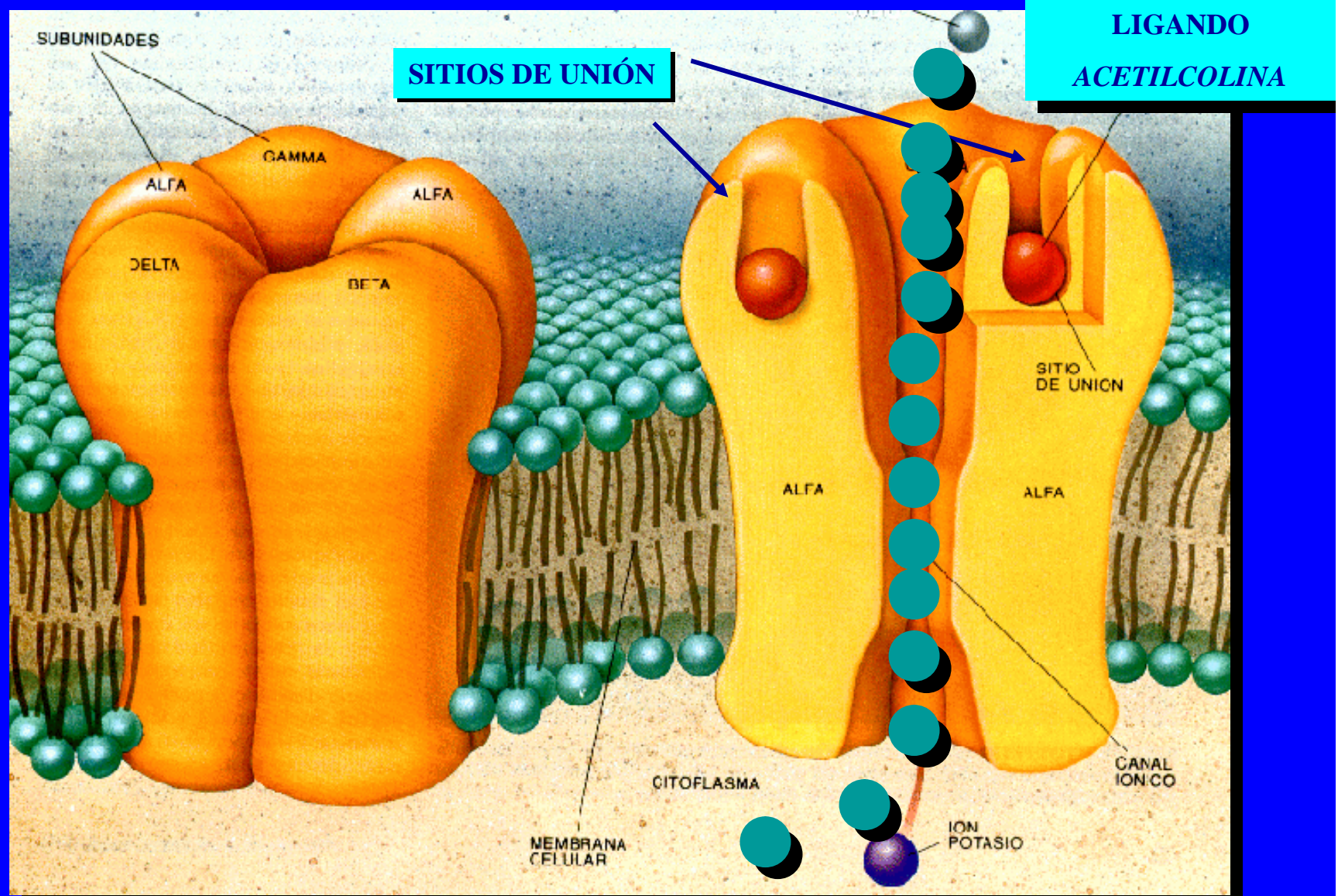
- **LA LIBERACIÓN DE MOLÉCULAS SE HACE EN FORMA DE ‘CUANTOS’, ES DECIR, EN MÚLTIPLOS DEL N° DE VESÍCULAS QUE SE LIBERAN.**

# FENÓMENOS PRESINÁPTICOS

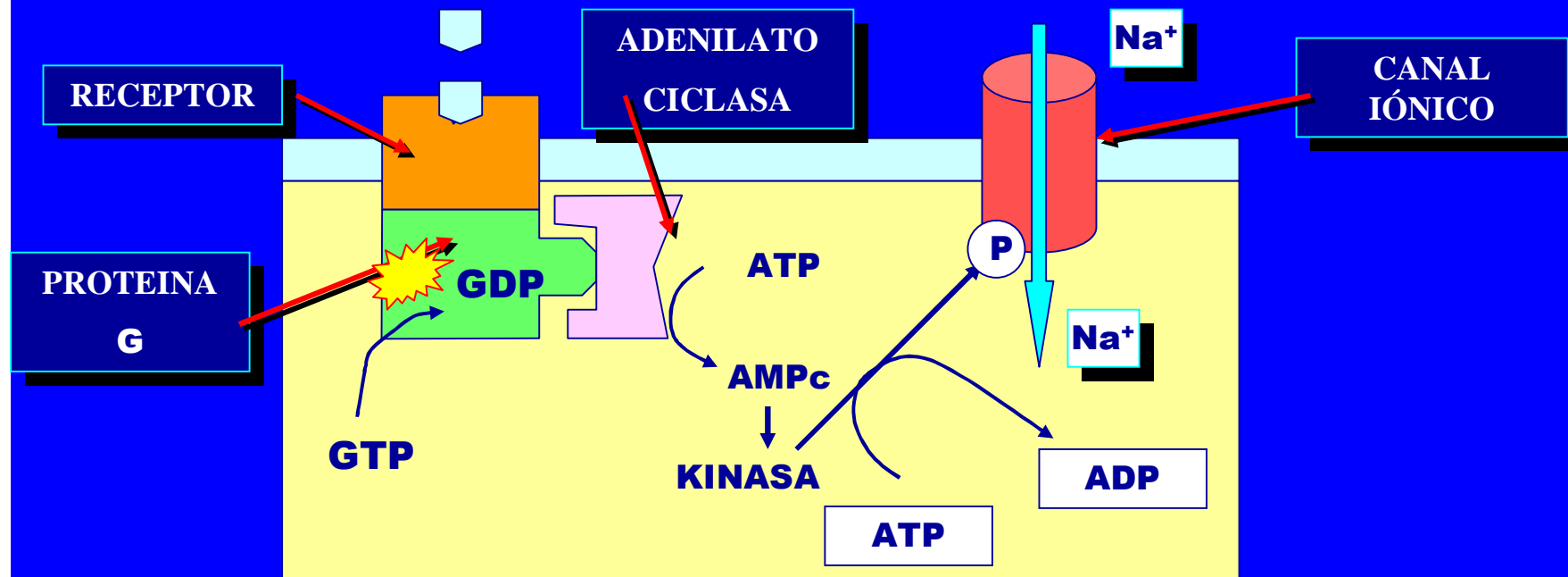


# PROCESOS POSTSINÁPTICOS

## ACTIVACIÓN DE CANALES POR LIGANDO

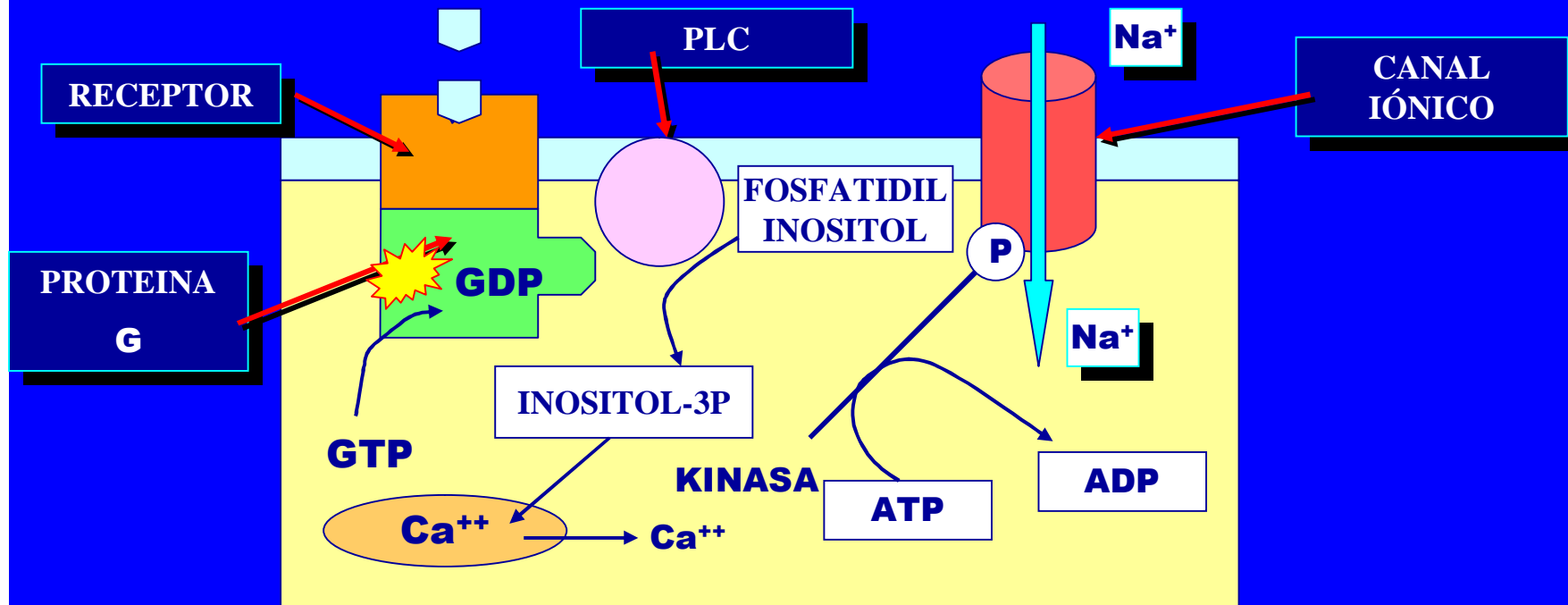


# PROCESOS POSTSINÁPTICOS (A)



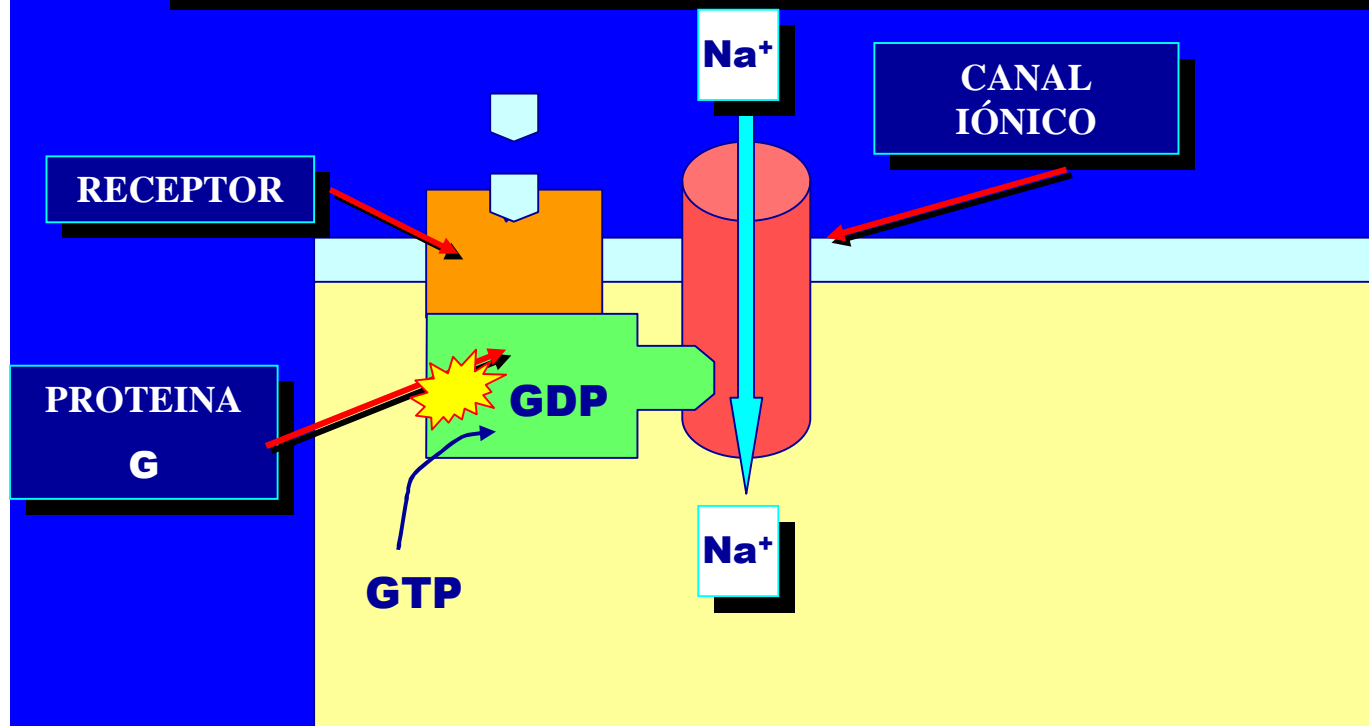
- LA LLEGADA DEL LIGANDO AL RECEPTOR DETERMINA LA ACTIVACIÓN DE LA PROTEINA **G**
- LA PROTEINA **G** ACTÚA SOBRE LA **ADENILATO-CICLASA** QUE PERMITE LA FORMACIÓN DE **AMP<sub>c</sub>**
- EL **AMP<sub>c</sub>** ACTIVA UNA PROTEÍN-KINASA QUE PROVOCA LA FOSFORILACIÓN DE UN CANAL IÓNICO, QUE SE HACE PERMEABLE

# PROCESOS POSTSINÁPTICOS (B)



- LA LLEGADA DEL LIGANDO AL RECEPTOR DETERMINA LA ACTIVACIÓN DE LA PROTEÍNA **G**
- LA PROTEÍNA **G** ACTÚA SOBRE LA **PROTEÍNLIPASA -C** QUE PROVOCA LA ROTURA DEL FOSFATIDIL INOSITOL EN INOSITOL 3 FOSFATO
- EL INOSITOL-3-P ACTIVA LA SALIDA DE CALCIO AL CITOPLASMA QUE A SU VEZ ACTIVA A UNA PROTEÍN-KINASA
- LA PROTEÍN-KINASA FOSFORILA A UN CANAL HACIÉNDOLO PERMEABLE

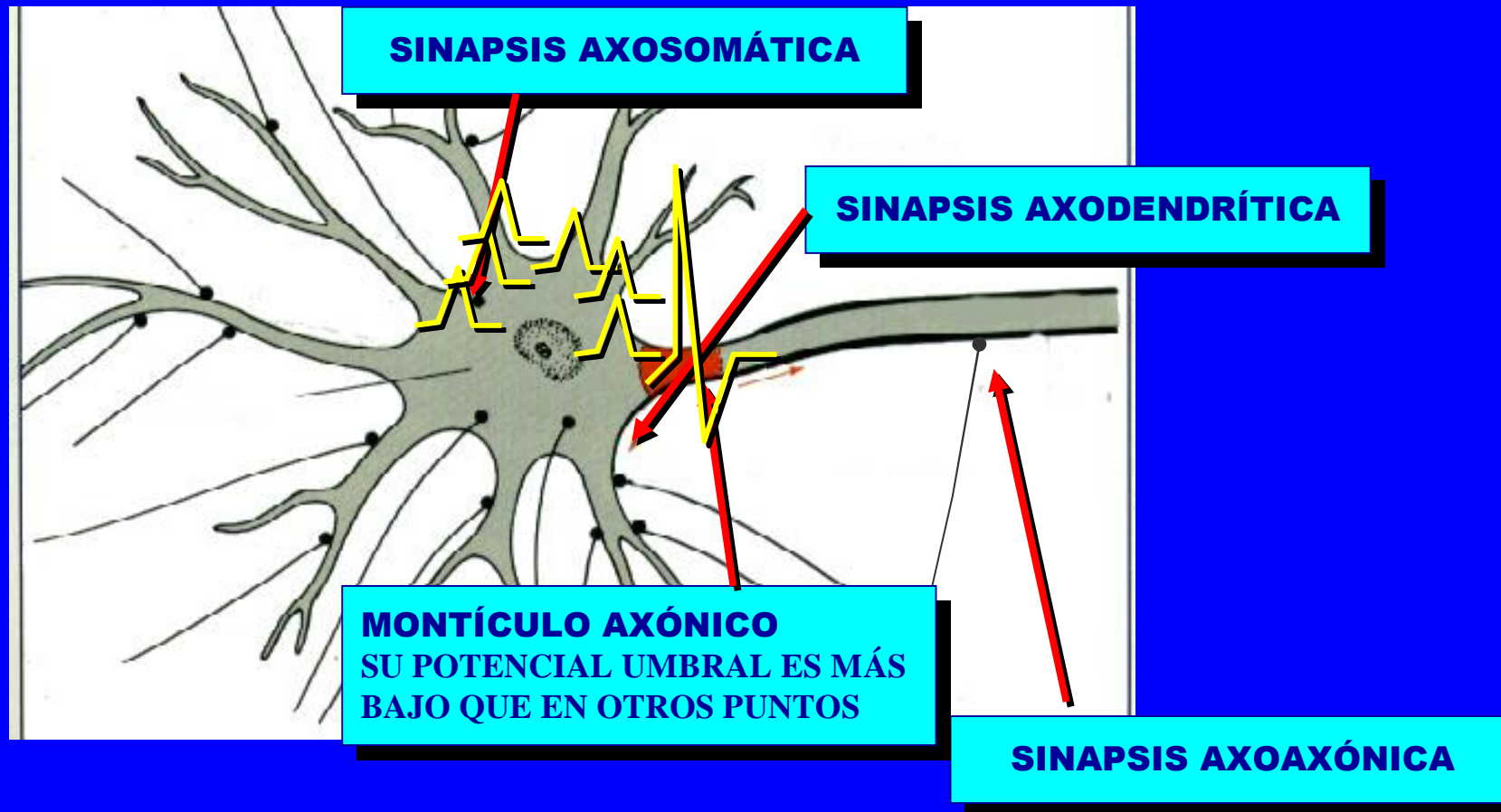
# PROCESOS POSTSINÁPTICOS (C)



- LA LLEGADA DEL LIGANDO AL RECEPTOR DETERMINA LA ACTIVACIÓN DE LA PROTEINA **G**
- LA PROTEINA **G** ACTÚA DIRECTAMENTE SOBRE UN CANAL IÓNICO, QUE SE HACE PERMEABLE

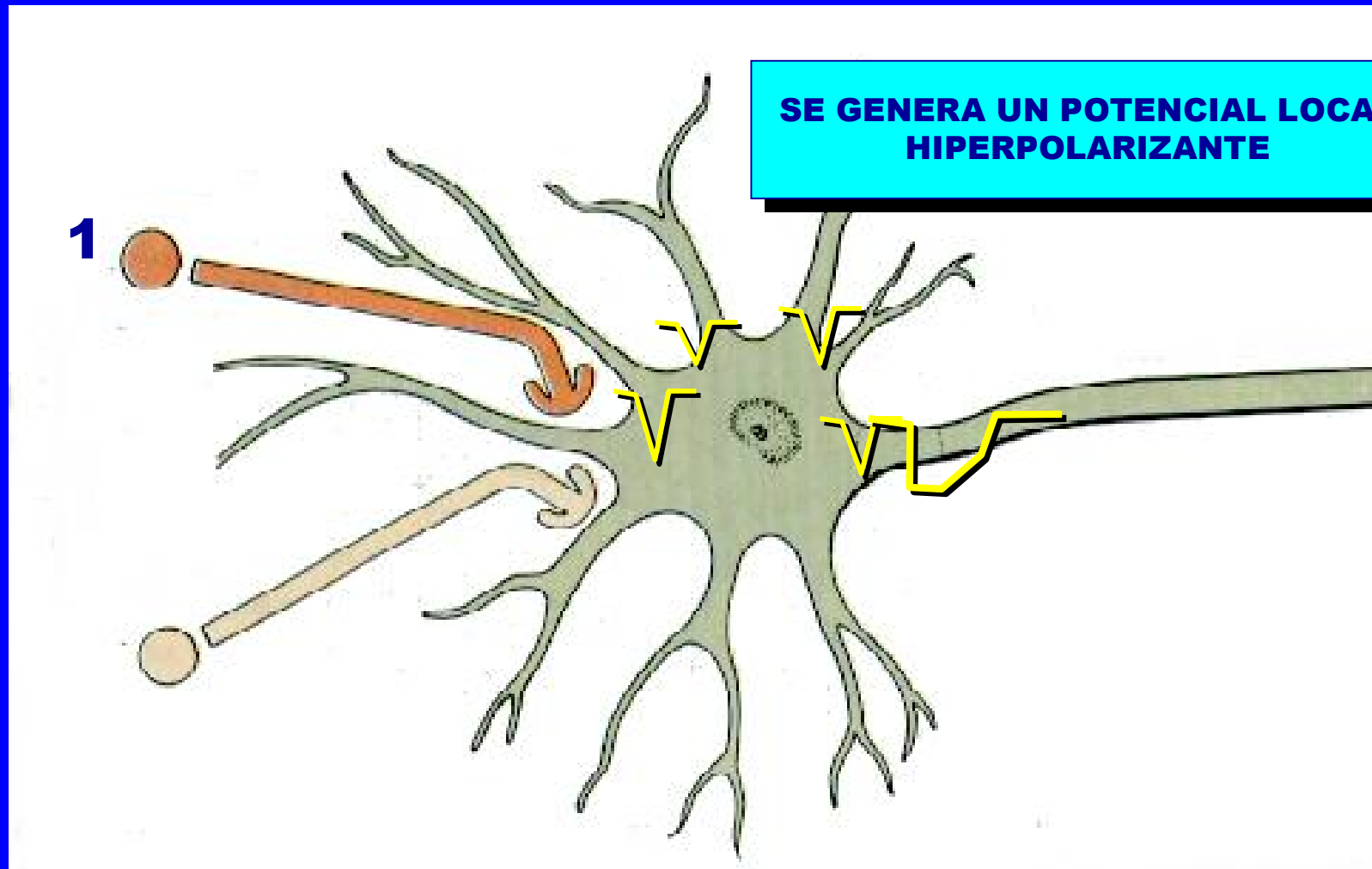


# GENERACIÓN DE POTENCIALES POSTSINÁPTICOS PEPS



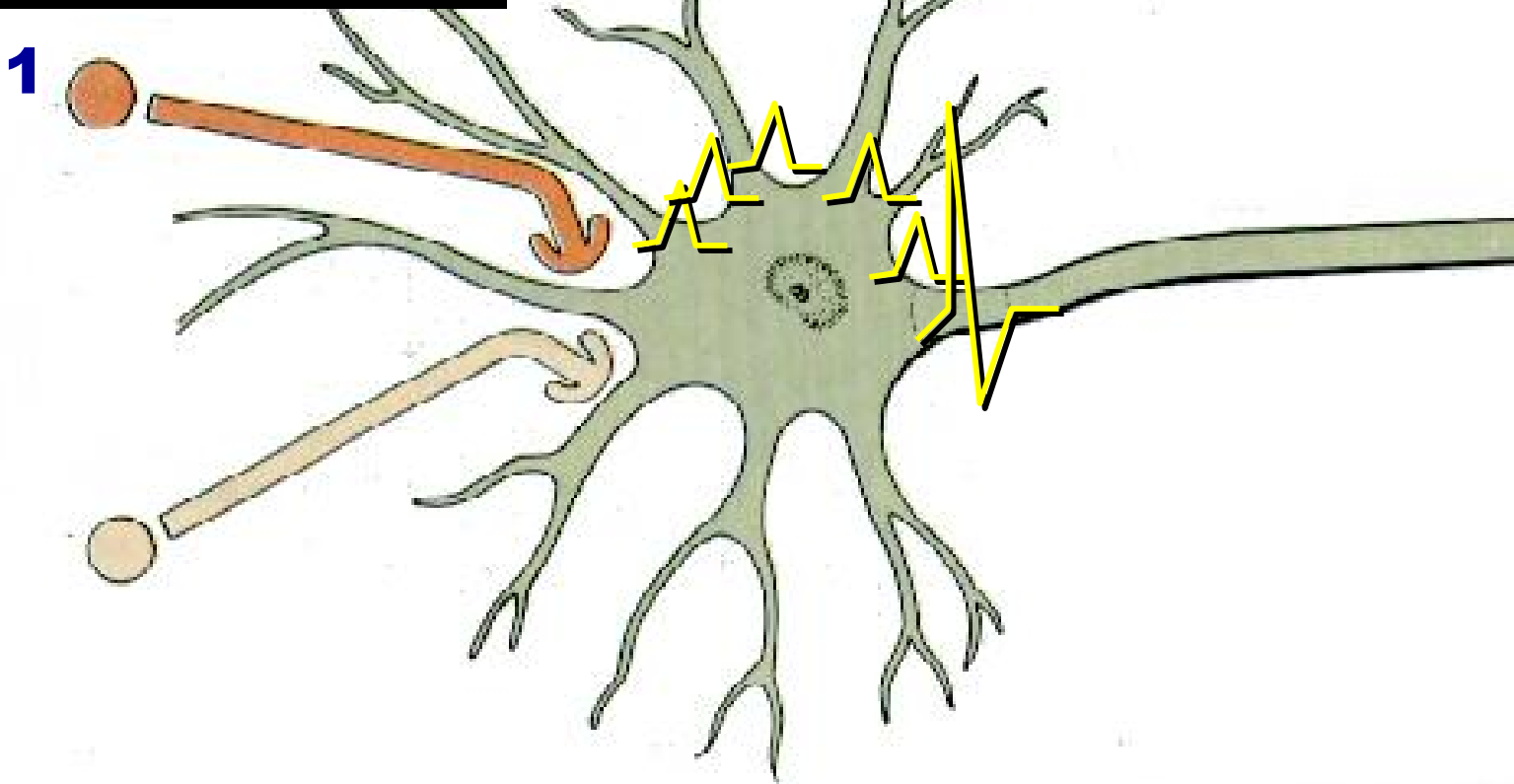


# POTENCIALES INHIBITORIOS

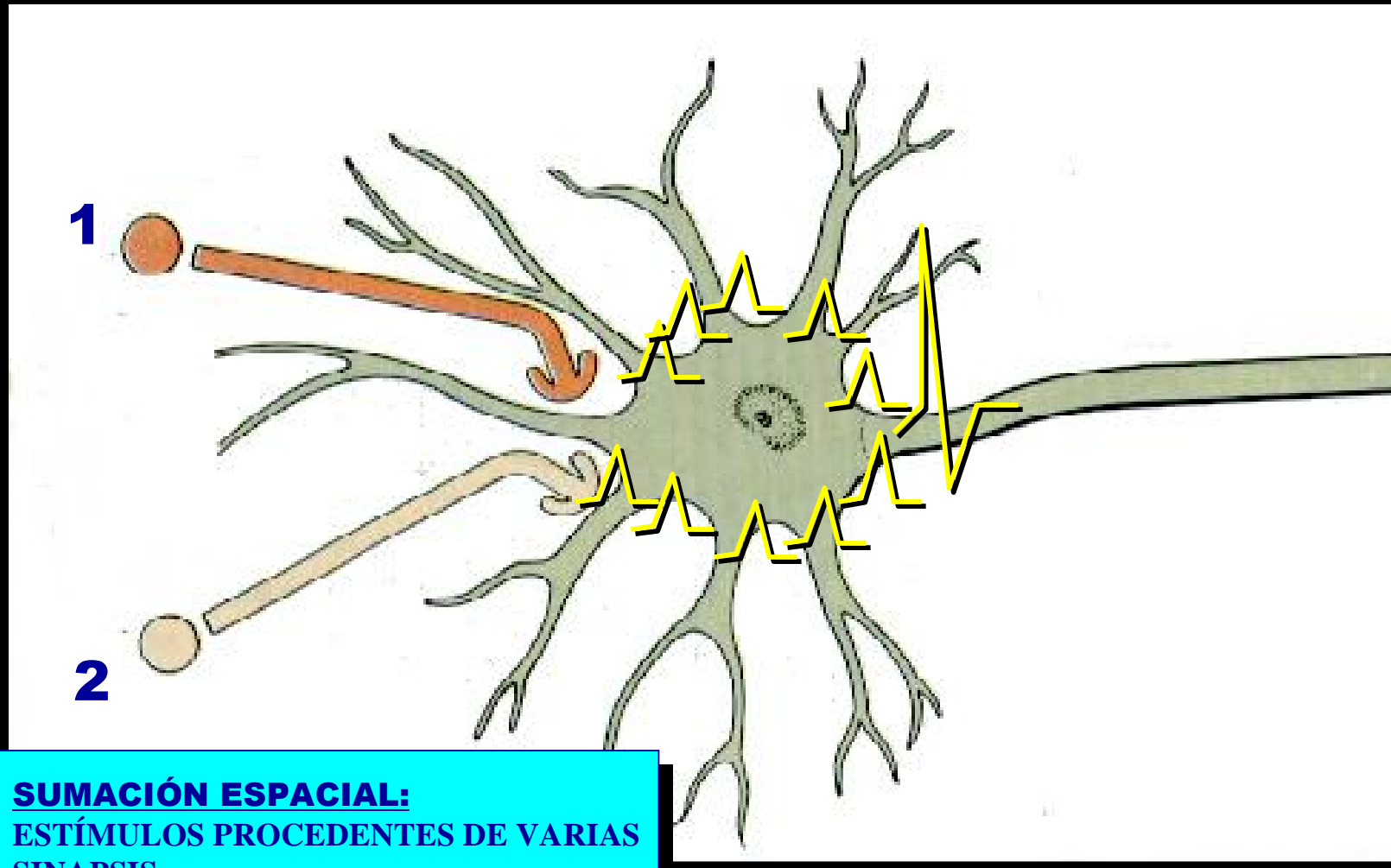


# SUMACIÓN TEMPORAL DE POTENCIALES

**SUMACIÓN TEMPORAL:**  
REPETIDOS ESTÍMULOS DE UNA  
MISMA SINAPSIS



# SUMACIÓN ESPACIAL DE POTENCIALES



**SUMACIÓN ESPACIAL:**  
ESTÍMULOS PROCEDENTES DE VARIAS  
SINAPSIS

# **MODULACIÓN NEURONAL**

**UNIÓN UNO-VARIOS  
(DIVERGENCIA)**

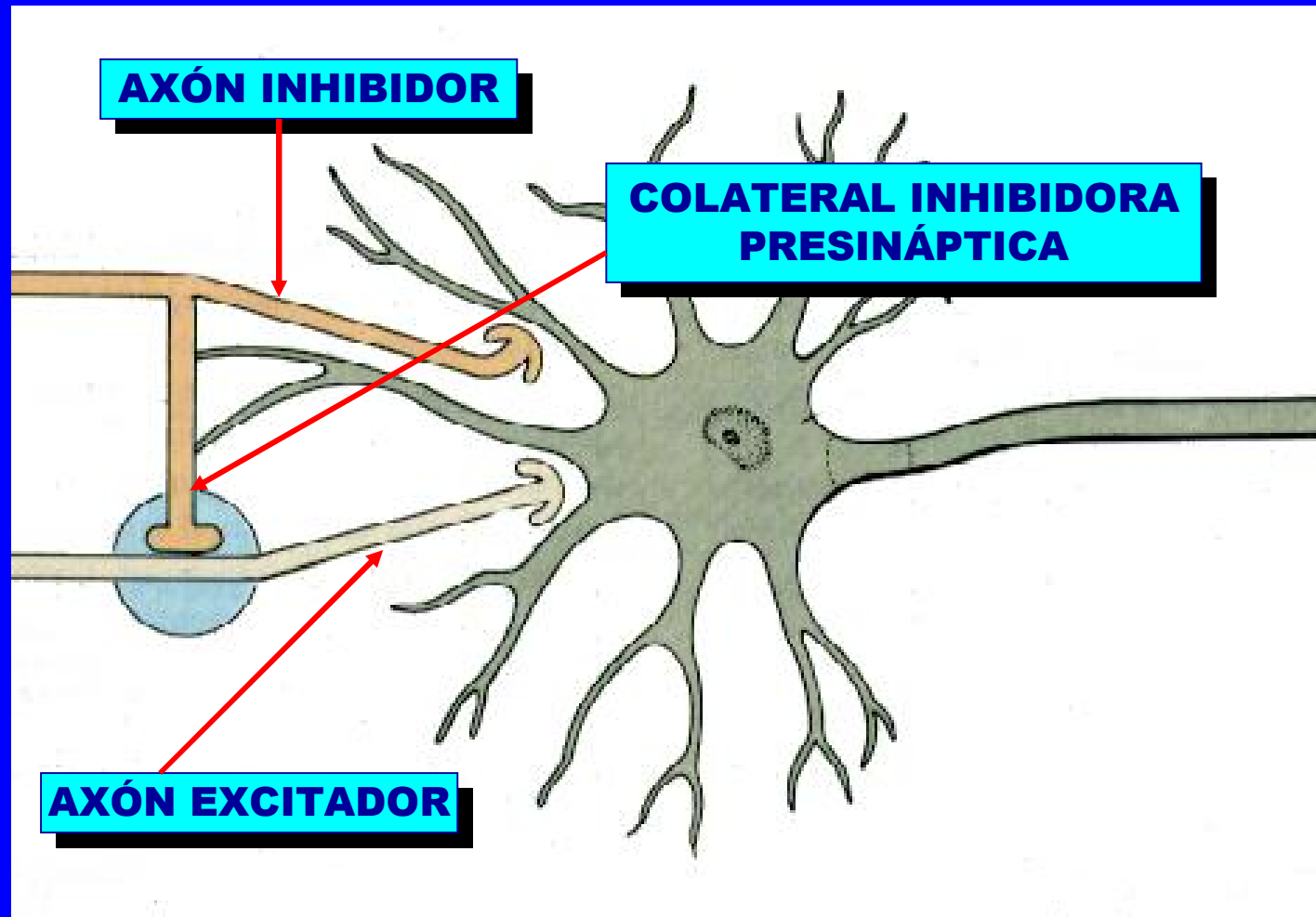
**CUANDO ALGUNA NEURONAS EXCITAN  
A UN NÚMERO MAYOR DE ELLAS**

**UNIÓN VARIOS-UNO  
(CONVERGENCIA)**

**UNA NEURONA RECIBE ESTÍMULO DE  
VARIAS.**

# MODULACIÓN NEURONAL (2)

## INHIBICIÓN PRESINÁPTICA



# **MODULACIÓN NEURONAL (3)**

## **PLASTICIDAD MOLECULAR**

- **FACILITACIÓN**
- **POTENCIACIÓN**
- **HABITUACIÓN**

## **PLASTICIDAD MORFOLÓGICA**

- **ADECUACIÓN DEL N° DE SINAPSIS**

# **NEUROTRANSMISORES**

- **SUSTANCIAS DE BAJO PESO MOLECULAR QUE TIENEN LA PROPIEDAD DE ACTIVAR RECEPTORES ESPECÍFICOS, EN LAS TERMINALES POSTSINÁPTICAS, PROVOCANDO LA GENERACIÓN DE POTENCIALES **PEPS O PIPS****

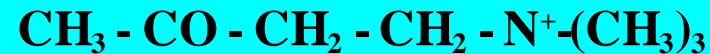
## **CLASIFICACIÓN**

- **ACETIL-COLINA**
- **CATECOLAMINAS**
- **SEROTONINA**
- **HISTAMINA**
- **AMINOÁCIDOS**
- **NEUROPÉPTIDOS**

# PRINCIPALES NEUROTRANSMISORES

## ACETILCOLINA:

**Síntesis:**  $\text{CH}_3 - \text{COOH} + (\text{CH}_3)_3 - \text{N}^+ - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{CH}_2\text{OH}$



**Degradación:** ACETILCOLINESTERASA

## Receptores:

### NICOTÍNICOS

DESPOLEARIZACIÓN POR CANAL DE SODIO Y POTASIO

### MUSCARÍNICOS (M1, M2)

M1: DESPOLEARIZACIÓN POR CIERRE DE CANAL DE POTASIO

M2: HIPERPOLARIZACIÓN POR APERTURA DE CANAL DE POTASIO

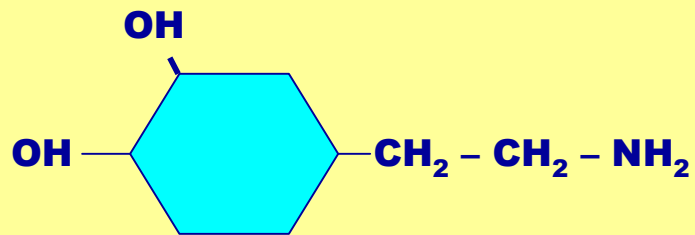


# **PRINCIPALES NEUROTRANSMISORES ACETIL-COLINA**

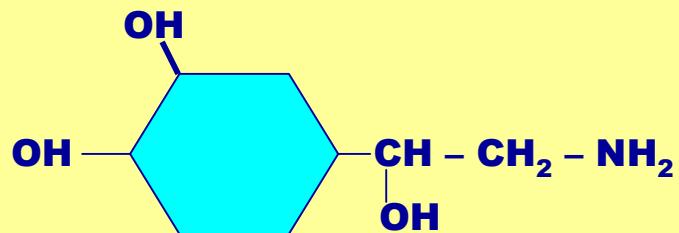
## **Localizaciones importantes:**

**NEURONAS PREGANGLIONARES S.AUTÓNOMO  
NEURONAS POSTGANGLIONARES PARASIMPÁTICAS  
SINAPSIS MOTONEURONAS ESPINALES**

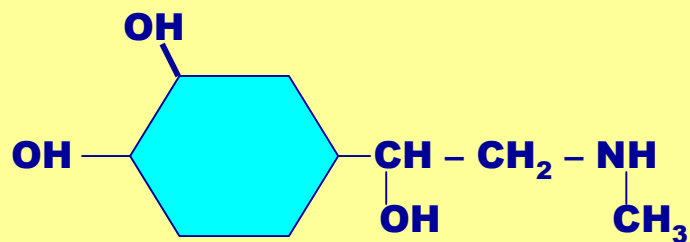
## NEUROTRANSMISORES (2) .- AMINAS



**DOPAMINA**  
(Dihidroxifeniletilamina)



**NORADRENALINA**  
(Dihidroxifeniletanolamina)



**ADRENALINA**  
(Dihidroxifenil-metiletanolamina)

## **NEUROTRANSMISORES (2) .- AMINAS**

### **CATECOLAMINAS:**

**Síntesis:** (a partir de TIROSINA)

**Degradación:** MAO (neuronas) COMT (exterior)

**NORADRENALINA (Dihidroxifeniletanolamina)**

**ADRENALINA (Dihidroxifenil-metil-etanolamina)**

**Receptores:**

$\alpha 1$ : PROT. G.  $CA^{2+}$  ,HIDRÓLISIS FOSFATIDIL INOSITOL

$\alpha 2$ : PROT. G. ACTIVACIÓN ADENILATOCICLASA.

$\beta 1$ : PROT. G. ACTIVACIÓN ADENILATOCICLASA.

$\beta 2$ : PROT. G. ACTIVACIÓN ADENILATOCICLASA.

# **NEUROTRANSMISORES (2) .- AMINAS**

## **DOPAMINA**

**(Dihidroxifeniletilamina)**

### **Receptores:**

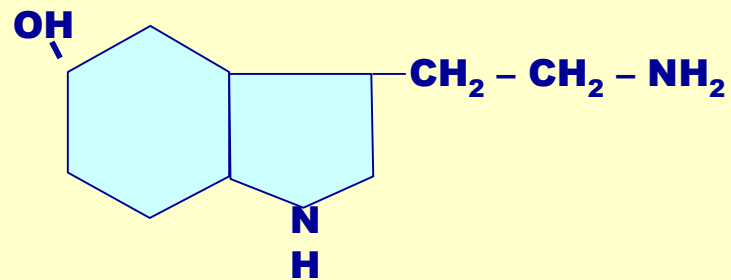
- D1: PROT. G.  $CA^{2+}$  , HIDRÓLISIS FOSFATIDIL INOSITOL**
- D2: PROT. G. INHIBICIÓN ADENILATOCICLASA.**
- D3: PROT. G. SIN EFECTO SOBRE ADENILATOCICLASA.**

## **NEUROTRANSMISORES (2) .- AMINAS**

### **EN RESUMEN:**

- **SON PROPIOS DEL SISTEMA SIMPÁTICO**
- **LA NORADRENALINA ES EL PRINCIPAL NEUROTRANSMISOR EN SINAPSIS POSTGANGLIONARES DEL SNS, CON ESPECIAL AFINIDAD A RECEPTORES ALFA**
- **LA ADRENALINA PARTICIPA TAMBIÉN EN EL SNS, MAS AFÍN A RECEPTORES BETA**
- **LA DOPAMINA SE LOCALIZA EN EL ÁREA LÍMBICA Y REGIÓN BASAL ENCEFÁLICA. PARTICIPA EN EL CONTROL DE MOVIMIENTOS COMPLEJOS, ACTUANDO COMO INHIBIDOR**

## NEUROTRANSMISORES (2) .- AMINAS



**SEROTONINA**  
**(5 Hidroxitriptamina)**

# NEUROTRANSMISORES (2) .- AMINAS

## SEROTONINA:

**Síntesis: A PARTIR DE aa TRIPTÓFANO**

### Receptores:

**5HT1:** HIPERPOLARIZACIÓN ( $K^+$ ,  $Cl^-$ ). PROT. G. ADENILATOCICL.

**5HT2:** DESPOLARIZACIÓN (cierre  $K$ ). FOSFATIDIL INOSITOL

**5HT3:** DESPOLARIZACIÓN (acción canal  $Na K$ )

### Localizaciones importantes:

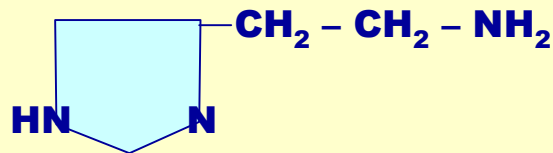
EN VÍAS DE REGIONES BASALES Y DEL TRONCO  
ENCEFÁLICO

IMPLICADAS EN CONTROL  $T^a$ , PA, CONDUCTA  
ALIMENTARIA, SEXUAL, RESPUESTA DOLOROSA, ALERTA.

# NEUROTRANSMISORES (2) .- AMINAS

## HISTAMINA

PROCEDE DEL AMINOÁCIDO HISTIDINA



**HISTAMINA**

### RECEPTORES:

**H1.- Activación de PLC.**

**H2.- Aumento de AMPc celular**

**H3.- Son presinápticos e inhiben la secreción de HISTAMINA**

### LOCALIZACIÓN:

**HIPOTÁLAMO E HIPÓFISIS. RELACIONADA CON LA SECRECIÓN DE ALGUNAS HORMONAS HIPOFISARIAS Y REGULACIÓN DE LA TEMPERATURA Y DE LA PRESIÓN ARTERIAL**



# **AMINOÁCIDOS Y PÉPTIDOS**

## **AMINOÁCIDOS:**

**GABA**

**GLICINA**

**GLUTAMATO Y ASPARTATO**

## **NEUROPEPTIDOS:**

**NEUROHIPOFISARIOS**

**TAKININAS**

**SECRETINAS**

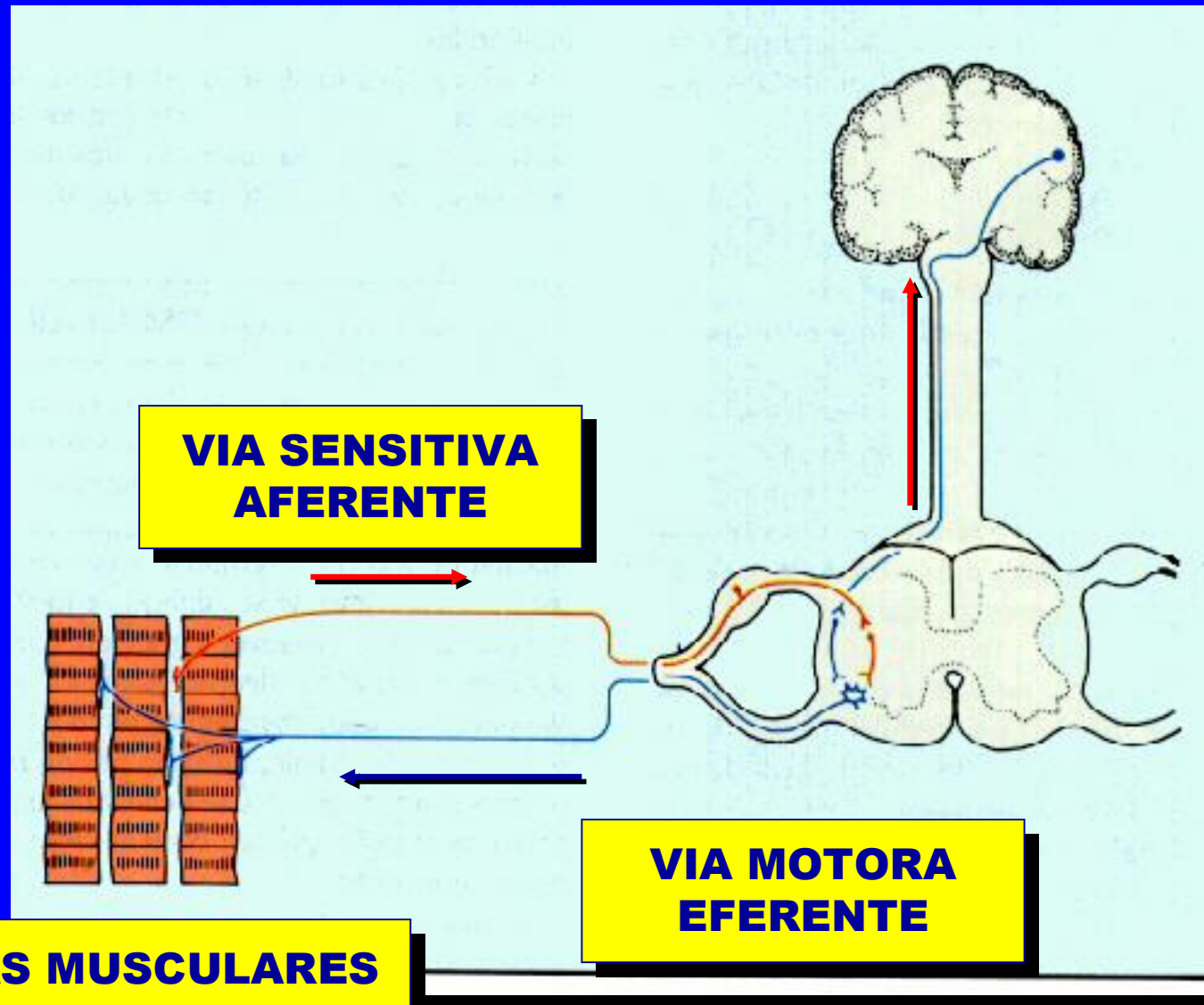
**P. PANCREÁTICOS**

**P. HIPOTALÁMICOS**

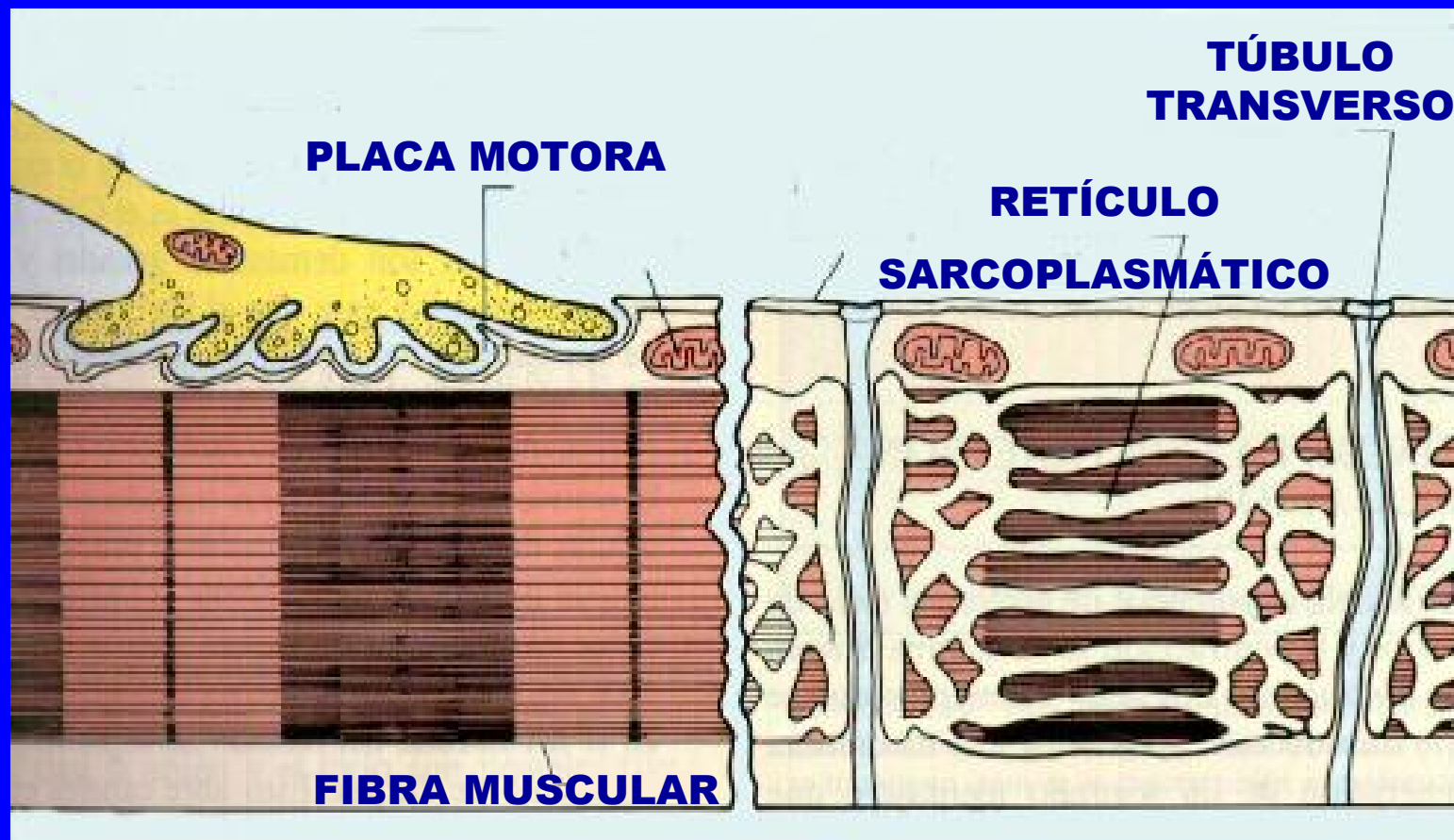
**P. GASTROINTESTINALES**

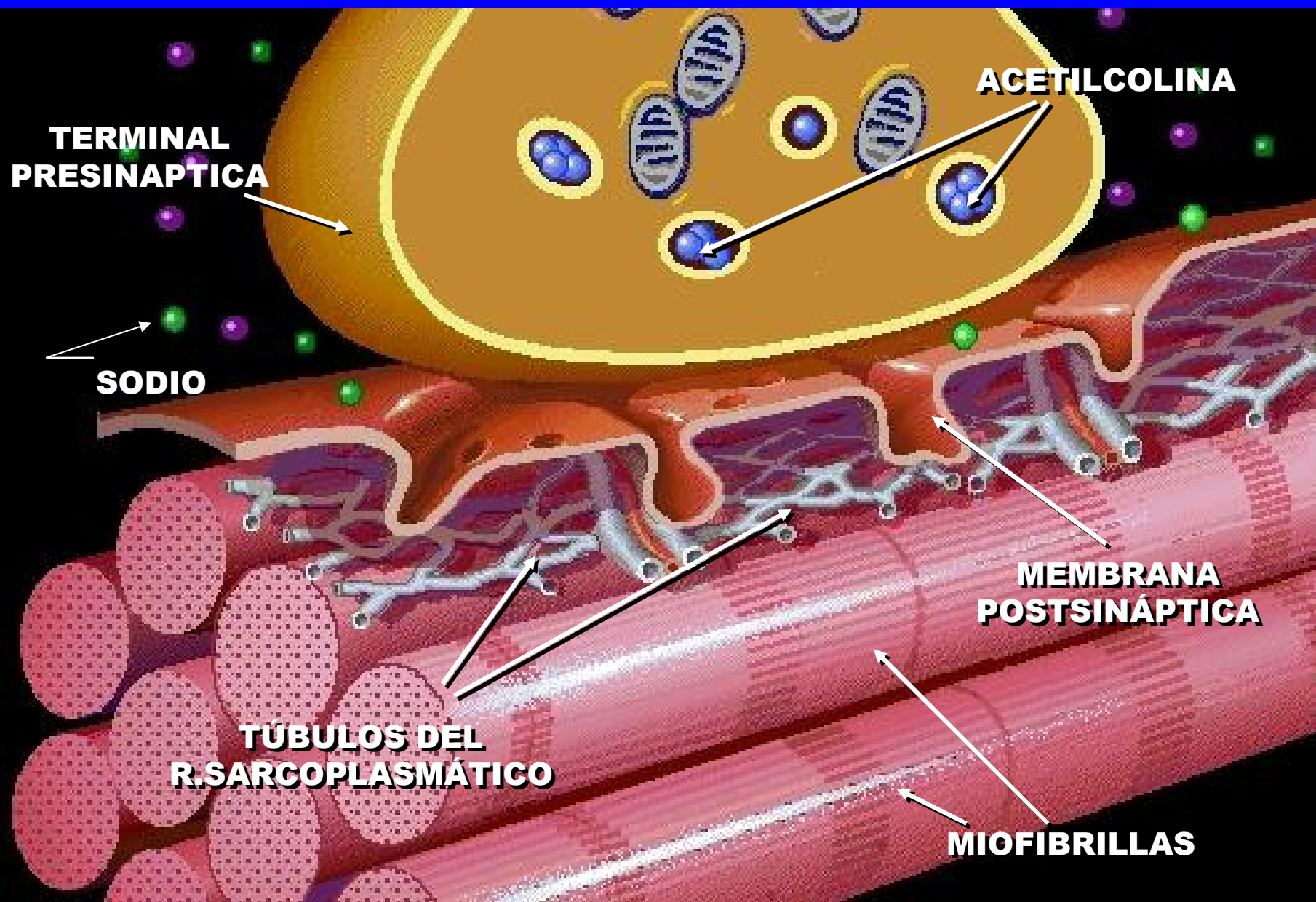
**OPIÁCEOS ENDÓGENOS**

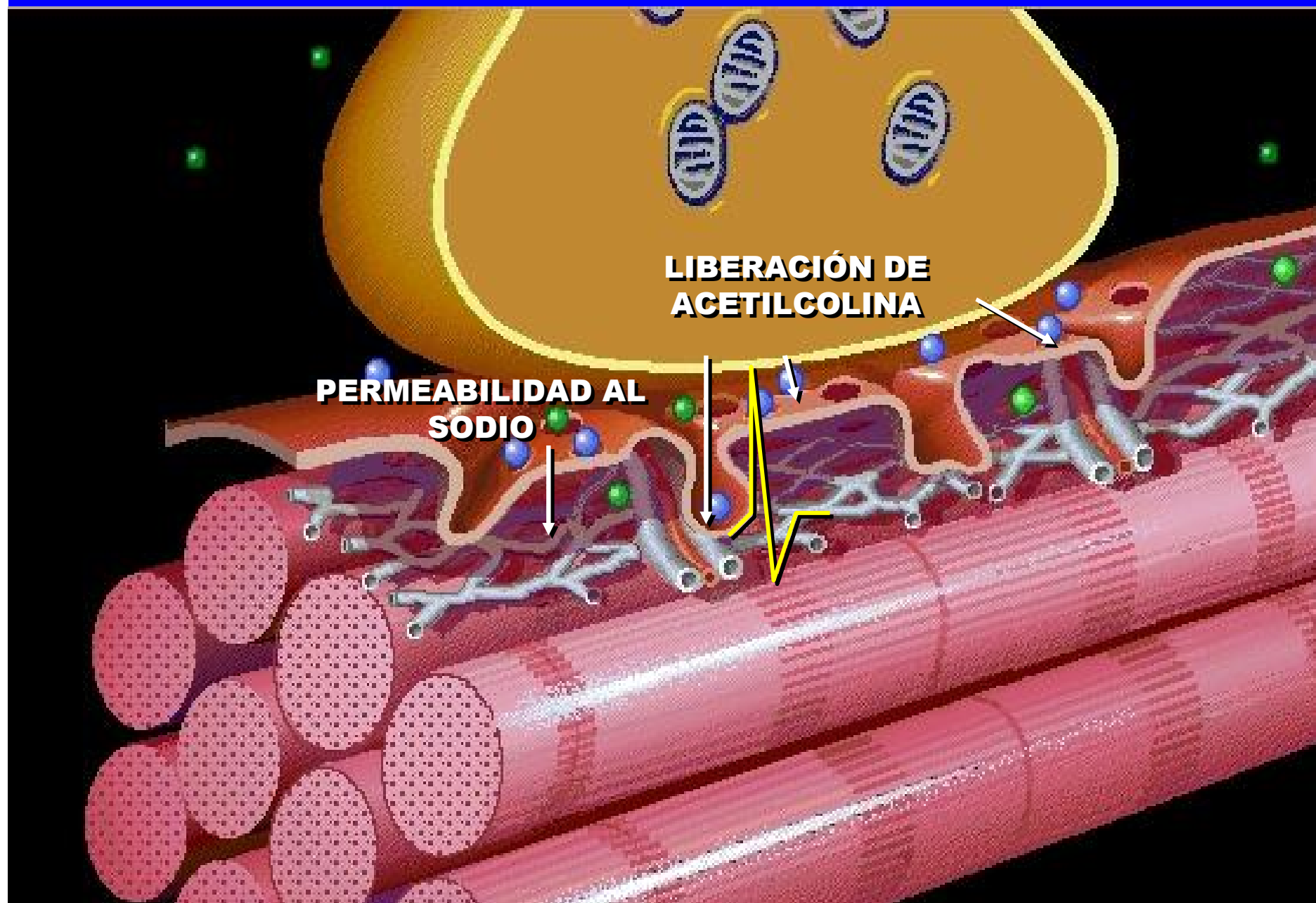
# UNIDAD NEUROMOTORA

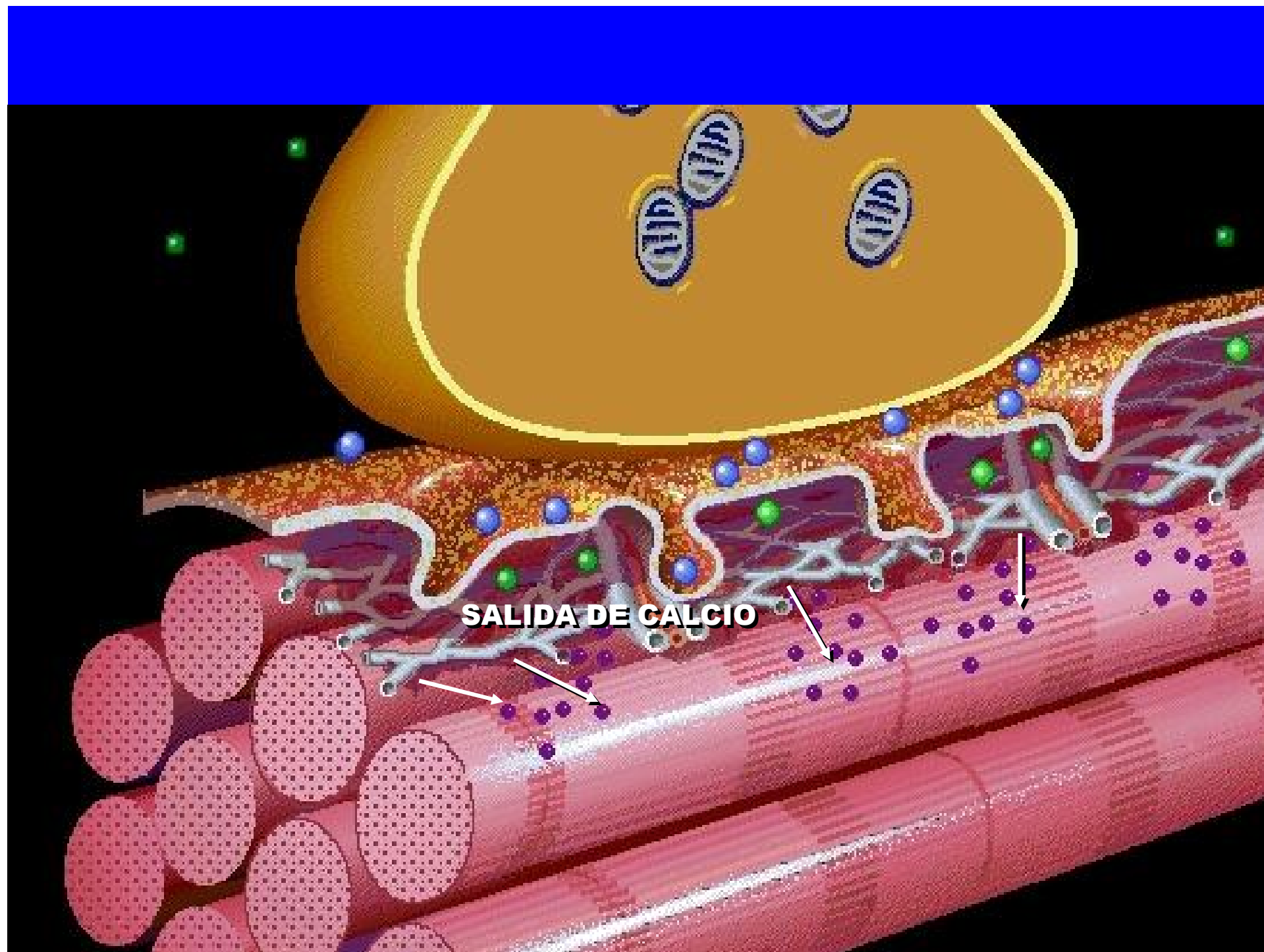


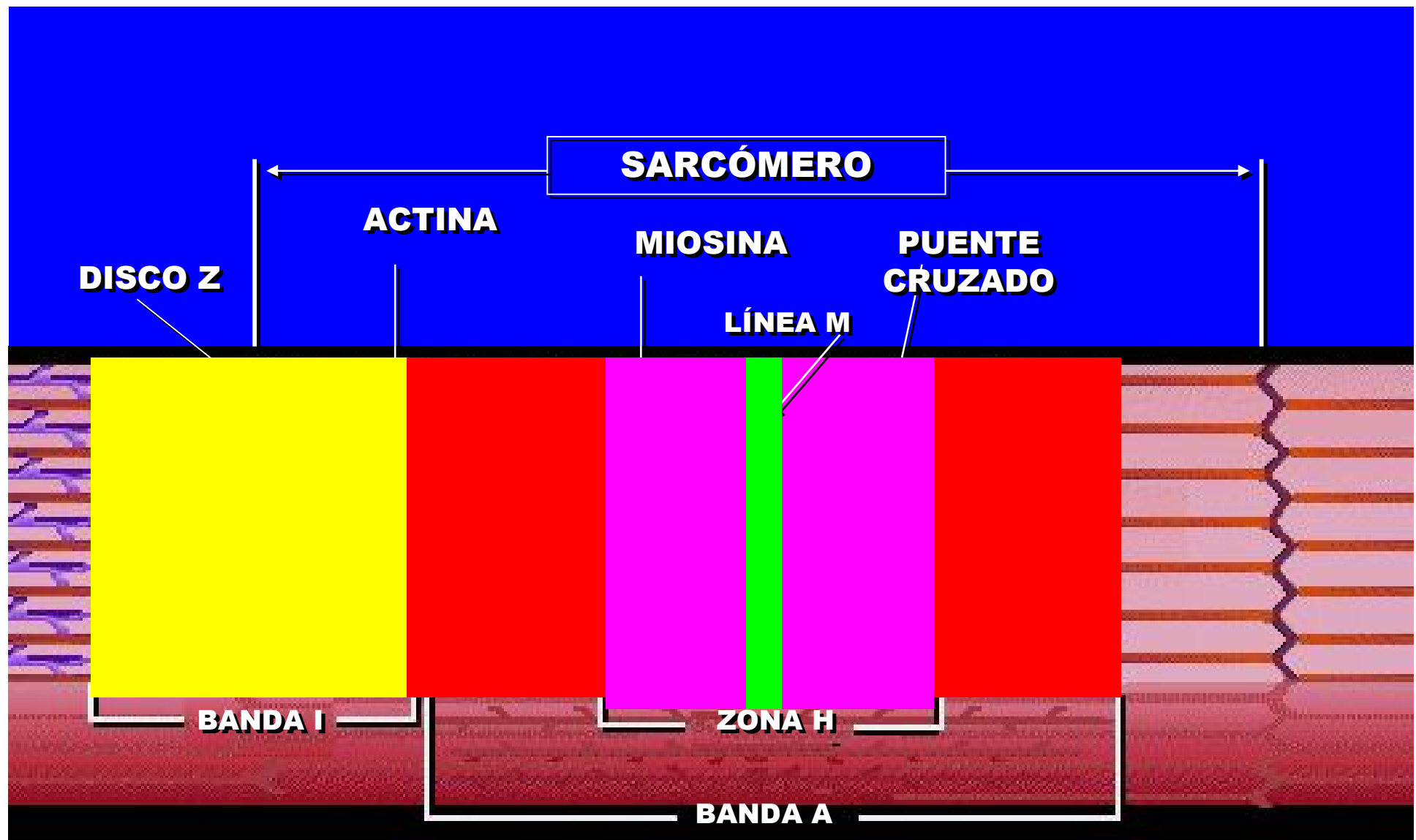
# PLACA MOTORA





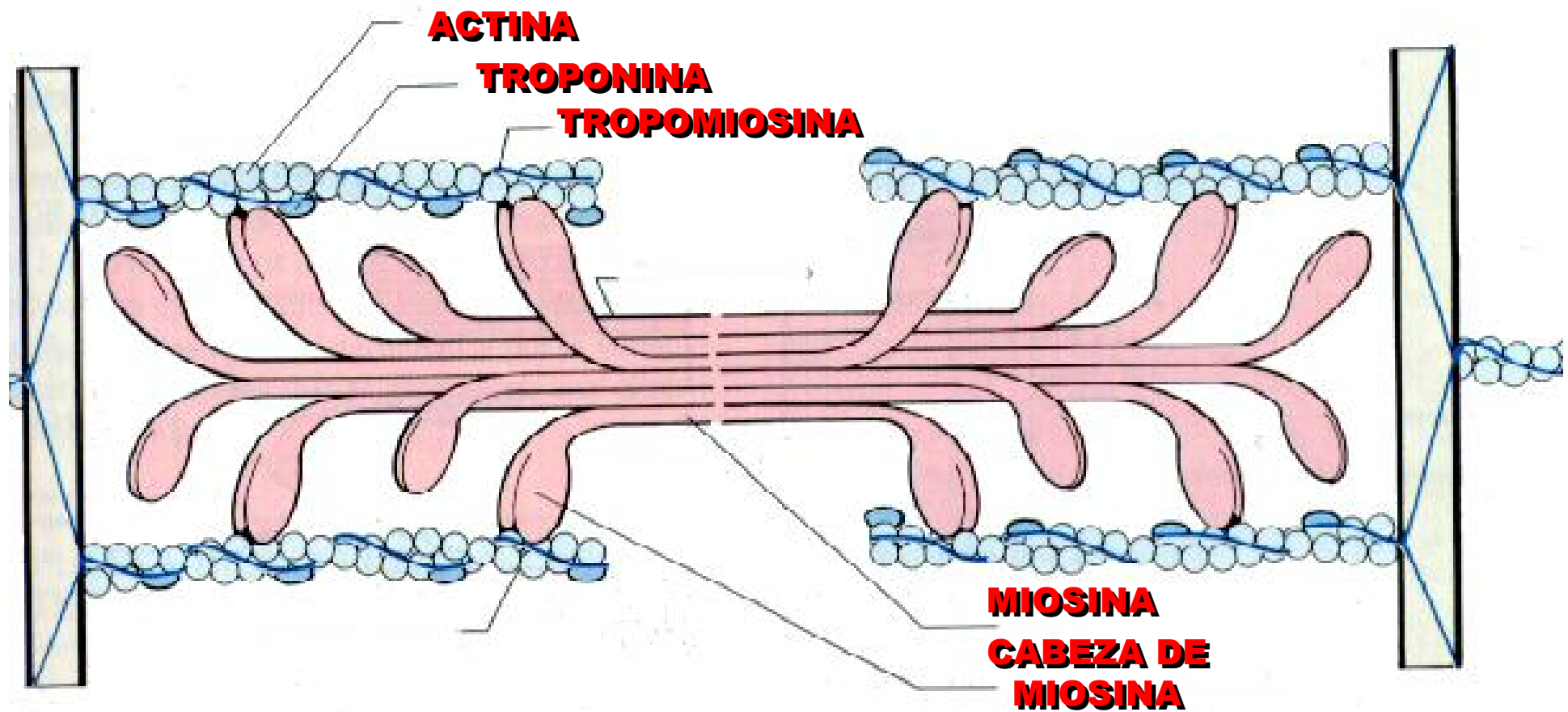






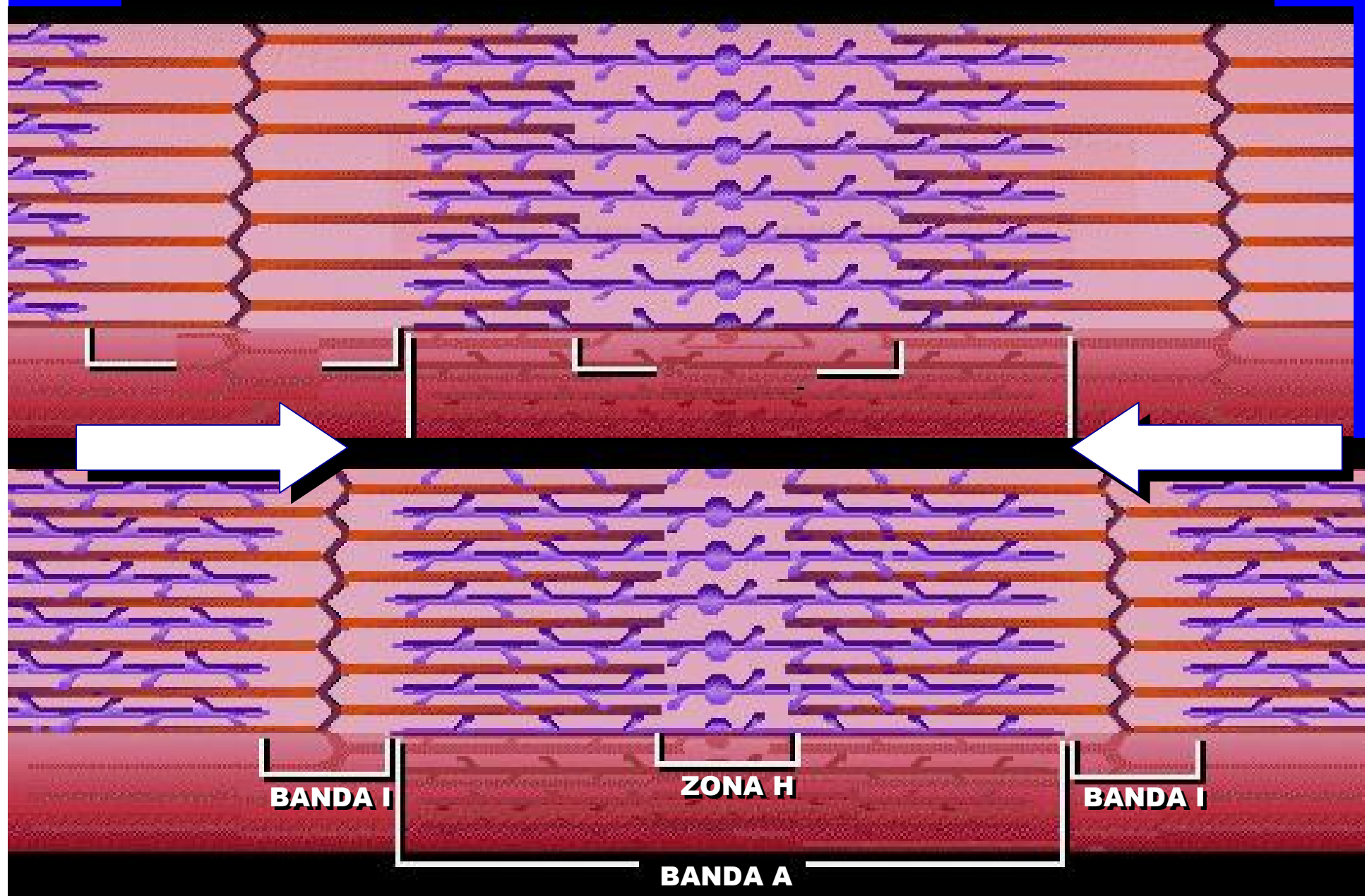
**LA UNIDAD ESTRUCTURAL DE CONTRACCIÓN ES EL SARCÓMERO**

# COMPOSICIÓN DE MIOFILAMENTOS

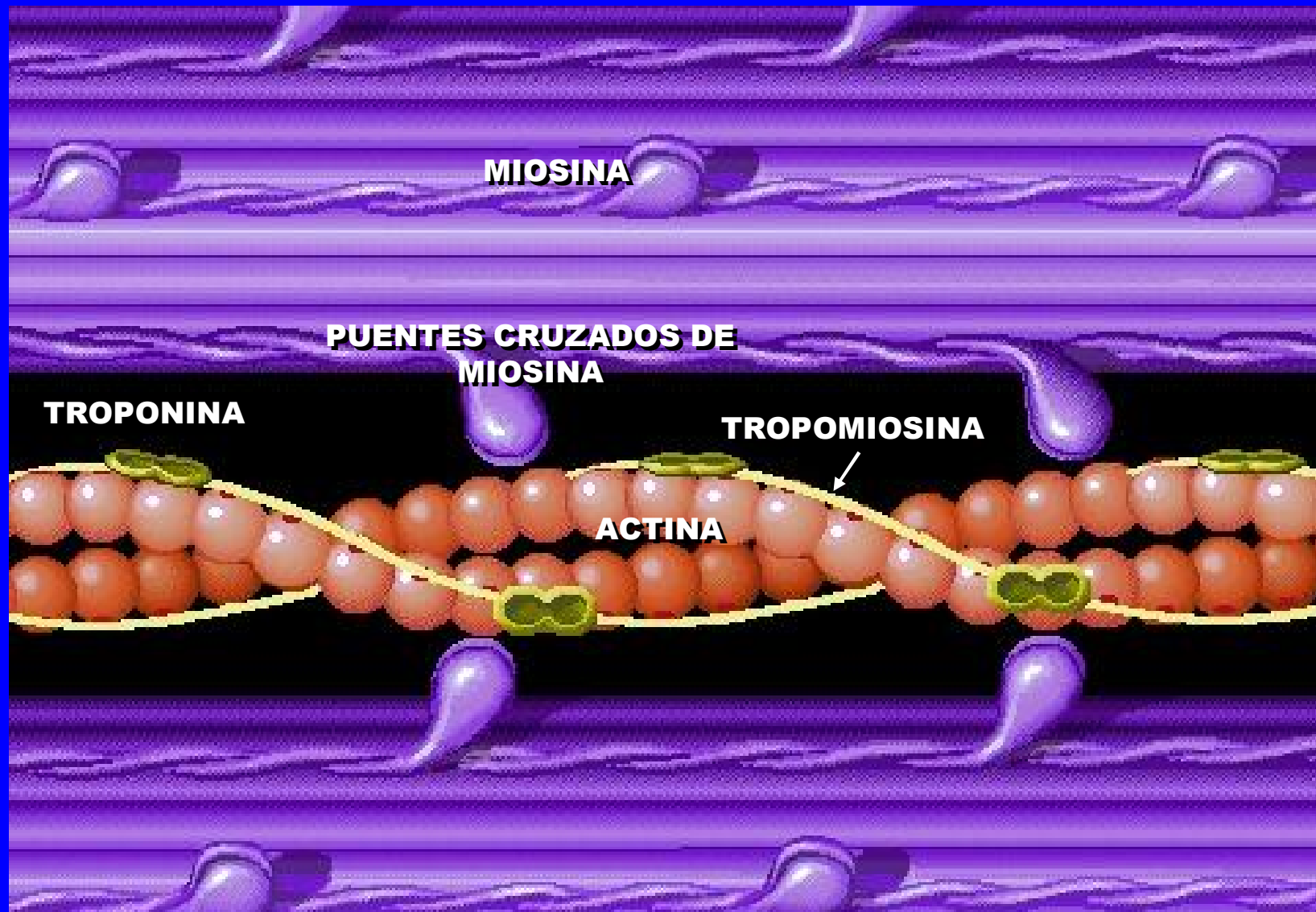




# CICLO DE CONTRACCIÓN



## CICLO DE CONTRACCIÓN (2)



## CICLO DE CONTRACCIÓN (3)

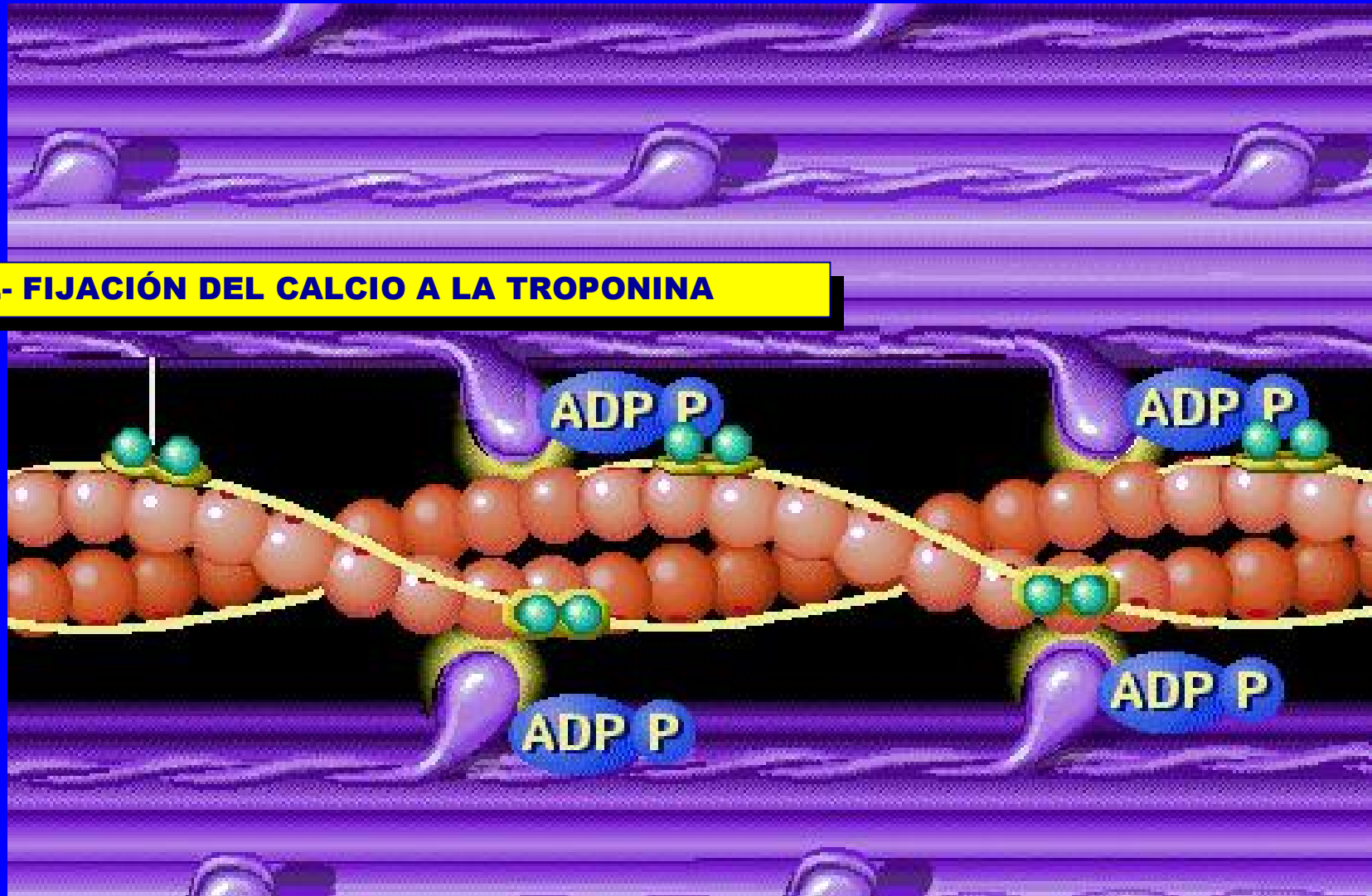
**1.- LLEGADA DEL ESTÍMULO A LA MEMBRANA Y LIBERACIÓN DE CALCIO AL SARCOPLASMA**

**2.- HIDRÓLISIS DE ATP EN ADP+P Y ACTIVACIÓN DE LAS CABEZAS DE MIOSINA**



## CICLO DE CONTRACCIÓN (4)

### 3.- FIJACIÓN DEL CALCIO A LA TROPONINA



## CICLO DE CONTRACCIÓN (5)

4.- DESPLAZAMIENTO DE LA TROPOMIOSINA A CAUSA DE LA FIJACIÓN DE CALCIO EN TROPONINA, DEJANDO AL DESCUBIERTO LOS PUNTOS DE FIJACIÓN PARA LA UNIÓN MIOSINA-ACTINA

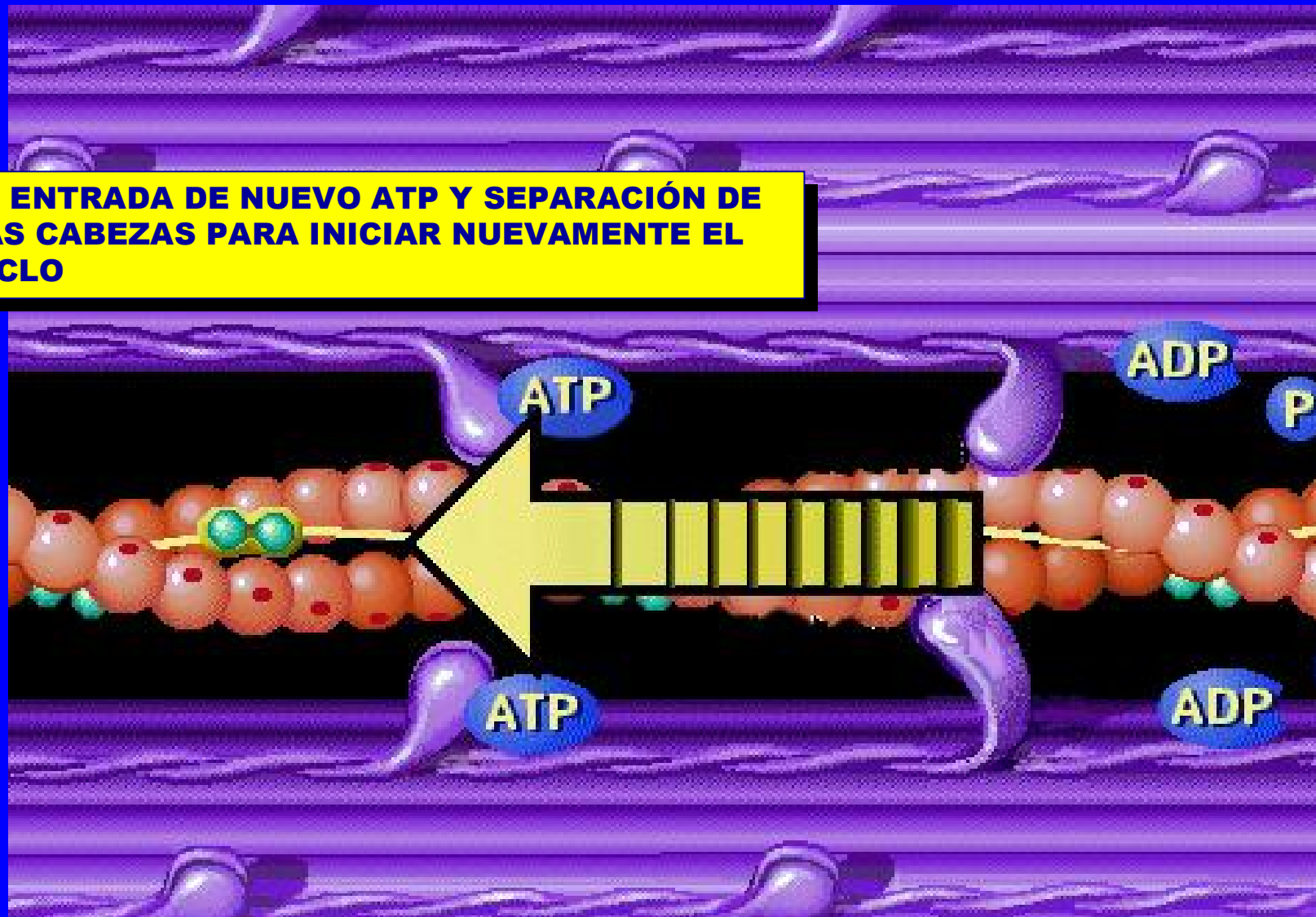
5.- FIJACIÓN DE LAS CABEZAS DE MIOSINA EN LA ACTINA.



6.- LIBERACIÓN DE ADP+P Y TORSIÓN BRUSCA DE LOS PUENTES CRUZADOS PROVOCANDO UN GOLPE DE FUERZA

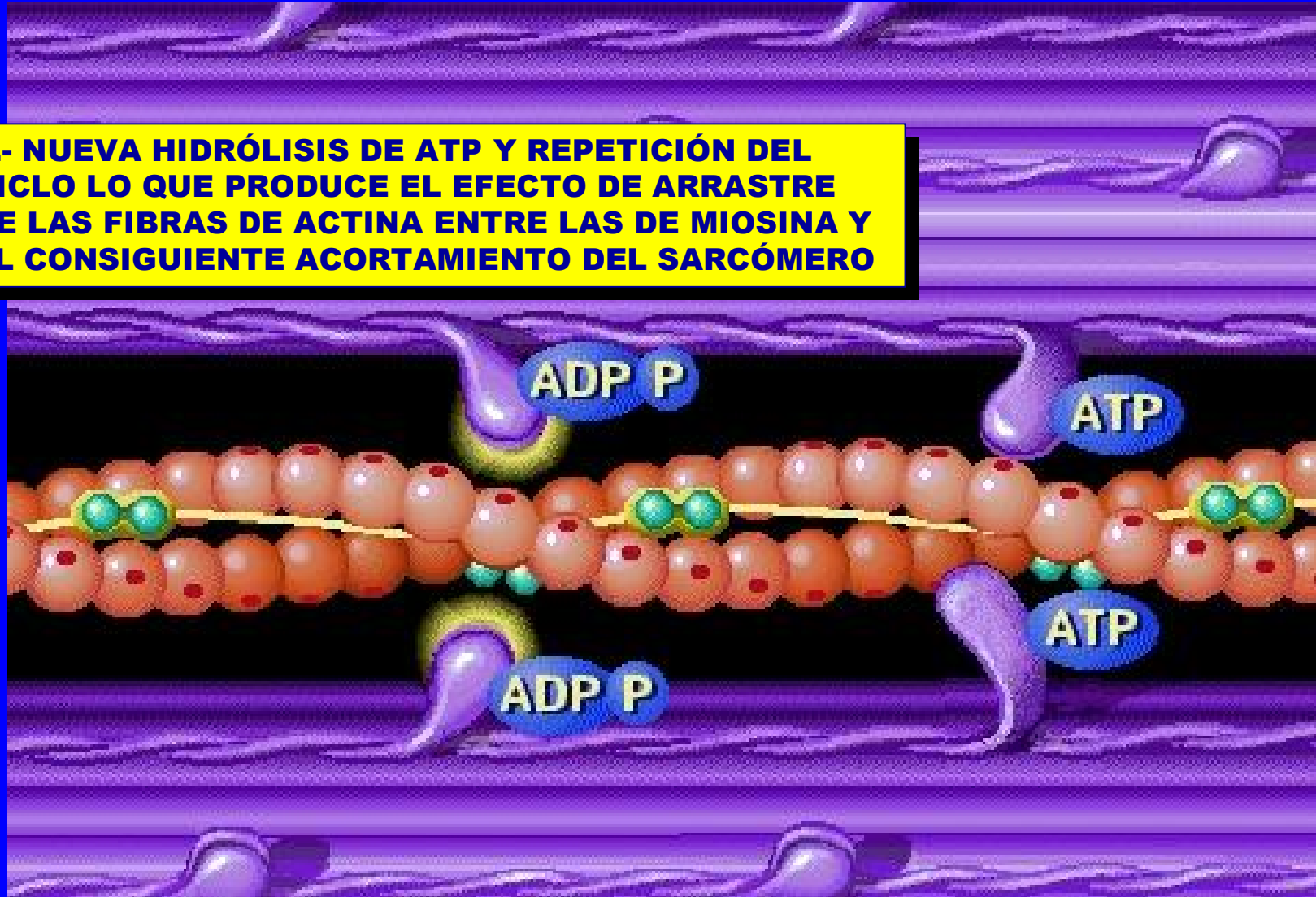
## CICLO DE CONTRACCIÓN (6)

**7.- ENTRADA DE NUEVO ATP Y SEPARACIÓN DE LAS CABEZAS PARA INICIAR NUEVAMENTE EL CICLO**



## CICLO DE CONTRACCIÓN (7)

**8.- NUEVA HIDRÓLISIS DE ATP Y REPETICIÓN DEL CICLO LO QUE PRODUCE EL EFECTO DE ARRASTRE DE LAS FIBRAS DE ACTINA ENTRE LAS DE MIOSINA Y EL CONSIGUIENTE ACORTAMIENTO DEL SARCÓMERO**



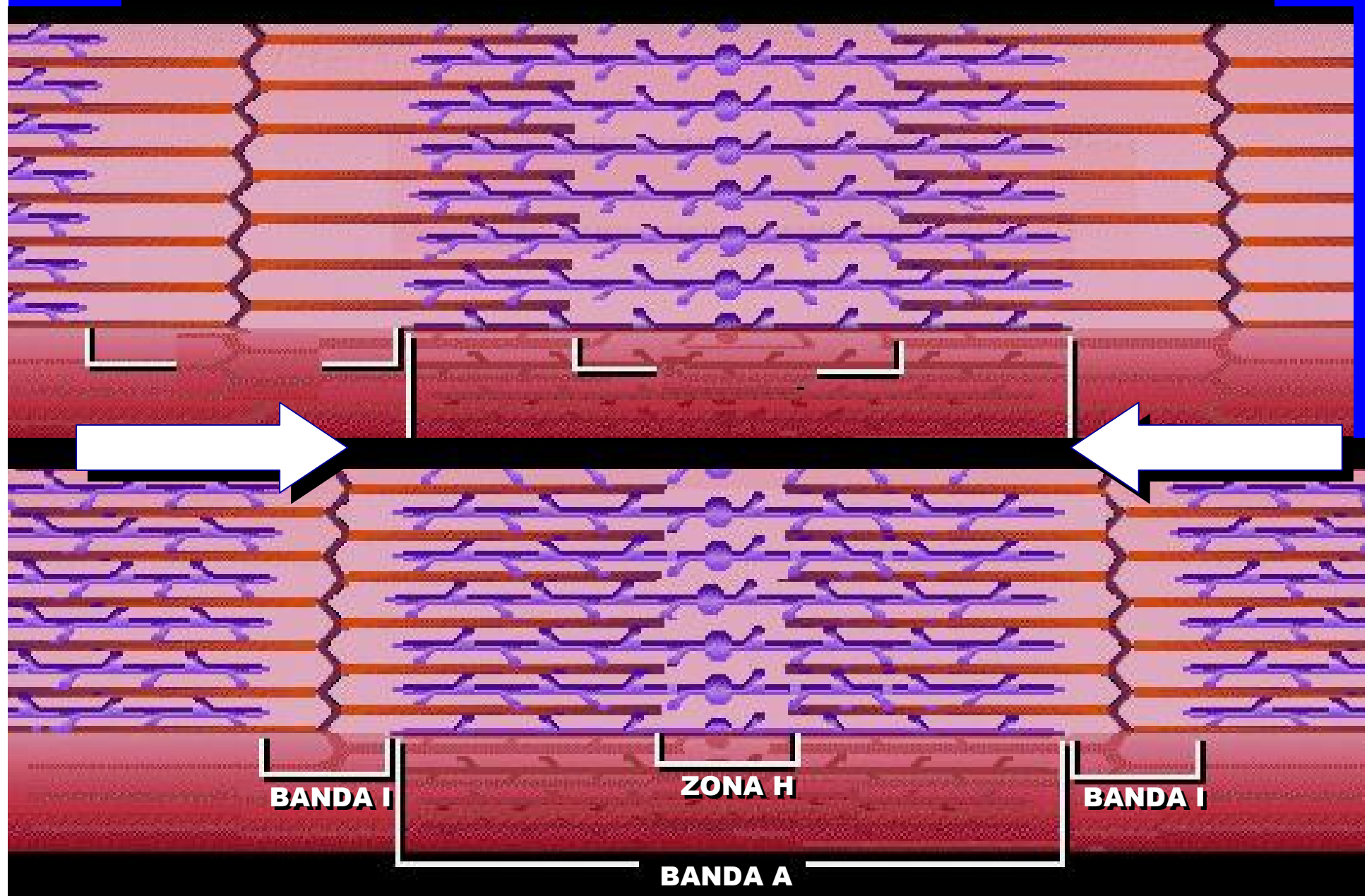
# FIN DEL CICLO Y RELAJACIÓN

**9.- EL CESE DEL ESTÍMULO HACE QUE EL CALCIO SEA RETIRADO DE LA TROPONINA Y BOMBEADO RÁPIDAMENTE AL INTERIOR DEL RETÍCULO SARCOPLASMÁTICO, LO QUE PROVOCA LA SEPARACIÓN DE TODAS LAS CABEZAS DE MIOSINA Y LA RELAJACIÓN DE LA FIBRA MUSCULAR**





# RESULTADO



# ESQUEMA DEL PROCESO

