

TEMA 19

FISIOLOGÍA DE LA RESPIRACIÓN. Introducción. Dinámica de las estructuras respiratorias. Espacio muerto anatómico y fisiológico. Ventilación alveolar. Ventilación pulmonar: Mecánica de la respiración. Resistencia del sistema respiratorio: Relación Flujo-Volumen. Trabajo respiratorio. Pruebas funcionales.

FUNCIÓN RESPIRATORIA

RESPIRACIÓN

- **VENTILACIÓN**
- **DIFUSIÓN – PERFUSIÓN**
- **TRANSPORTE DE GASES**
- **CONTROL NERVIOSO**

OTRAS FUNCIONES GENERALES

- **FILTRACIÓN Y ELIMINACIÓN DE TÓXICOS**
- **METABOLIZACIÓN DE COMPUESTOS**
- **ENDOCRINA**
- **VIA DE ADMINISTRACIÓN DE FÁRMACOS**
- **FONACIÓN**

ANATOMÍA FUNCIONAL

- **EL APARATO RESPIRATORIO Y LA CAJA TORÁCICA EN LA QUE SE UBICA CONSTITUYEN UNA UNIDAD ANÁTOMO-FUNCIONAL, DE CUYA INTEGRIDAD DEPENDE EL NORMAL FUNCIONAMIENTO**
- **LA VENTILACIÓN PULMONAR ES POSIBLE GRACIAS A LA ALTERNANCIA INSPIRACIÓN – ESPIRACIÓN, Y DE UNA ESTRUCTURA ESPECÍFICA**
- **LA INSPIRACIÓN ES UN PROCESO ACTIVO EN EL QUE INTERVIENEN EL DIAFRAGMA Y LOS M.INTERCOSTALES EXTERNOS**
- **LA ESPIRACIÓN (NO FORZADA) ES UNA FASE PASIVA FRUTO DE LA SUMA DEL RETROCESO ELÁSTICO DE LOS PULMONES Y EL DE LA CAJA TORÁCICA.**

ANATOMÍA FUNCIONAL

**VÍAS RESPIRATORIAS
SUPERIORES**

VÍAS DE CONDUCCIÓN

**PARÉNQUIMA DE
INTERCAMBIO**

RED VASCULAR

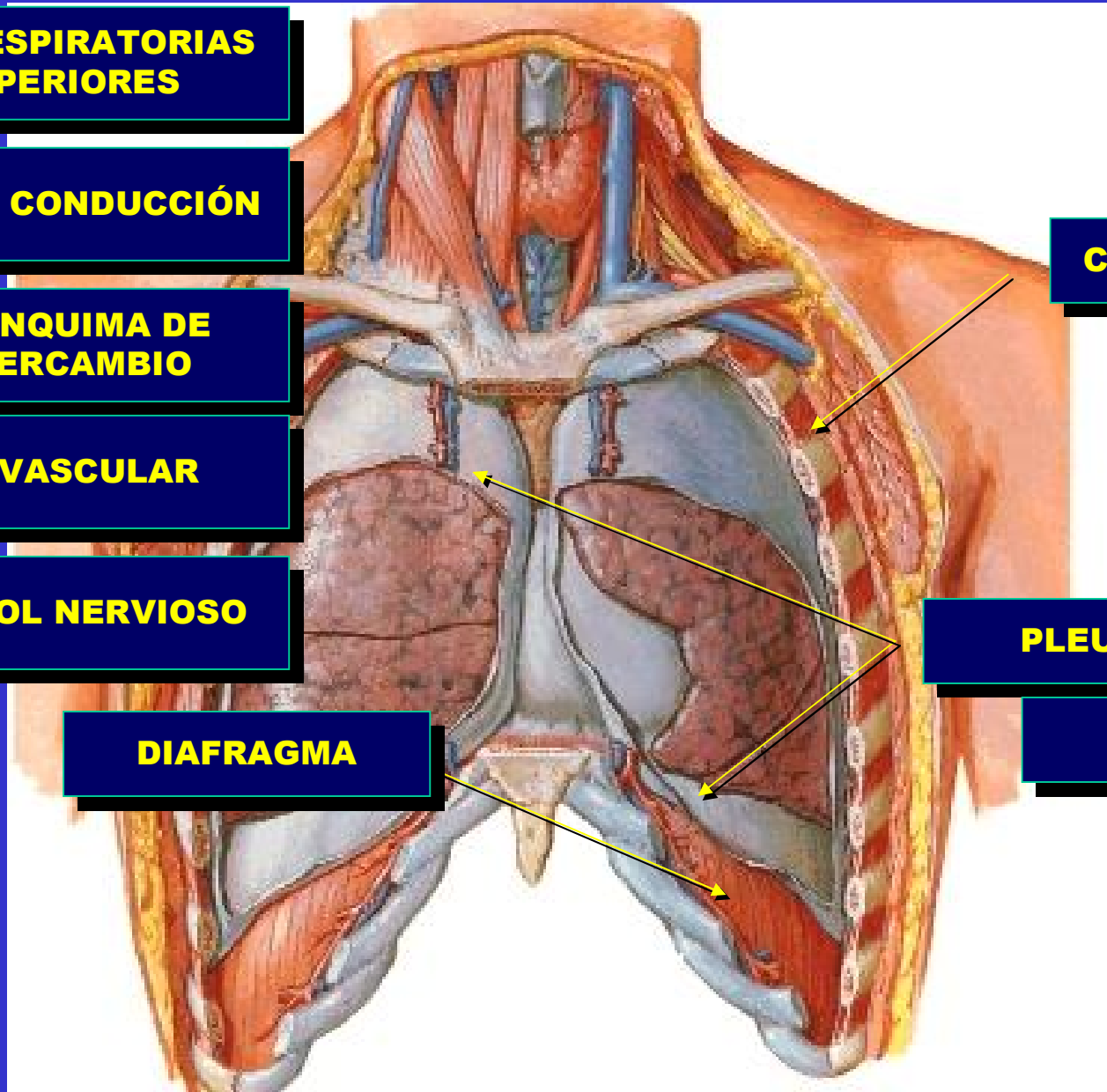
CONTROL NERVIOSO

DIAFRAGMA

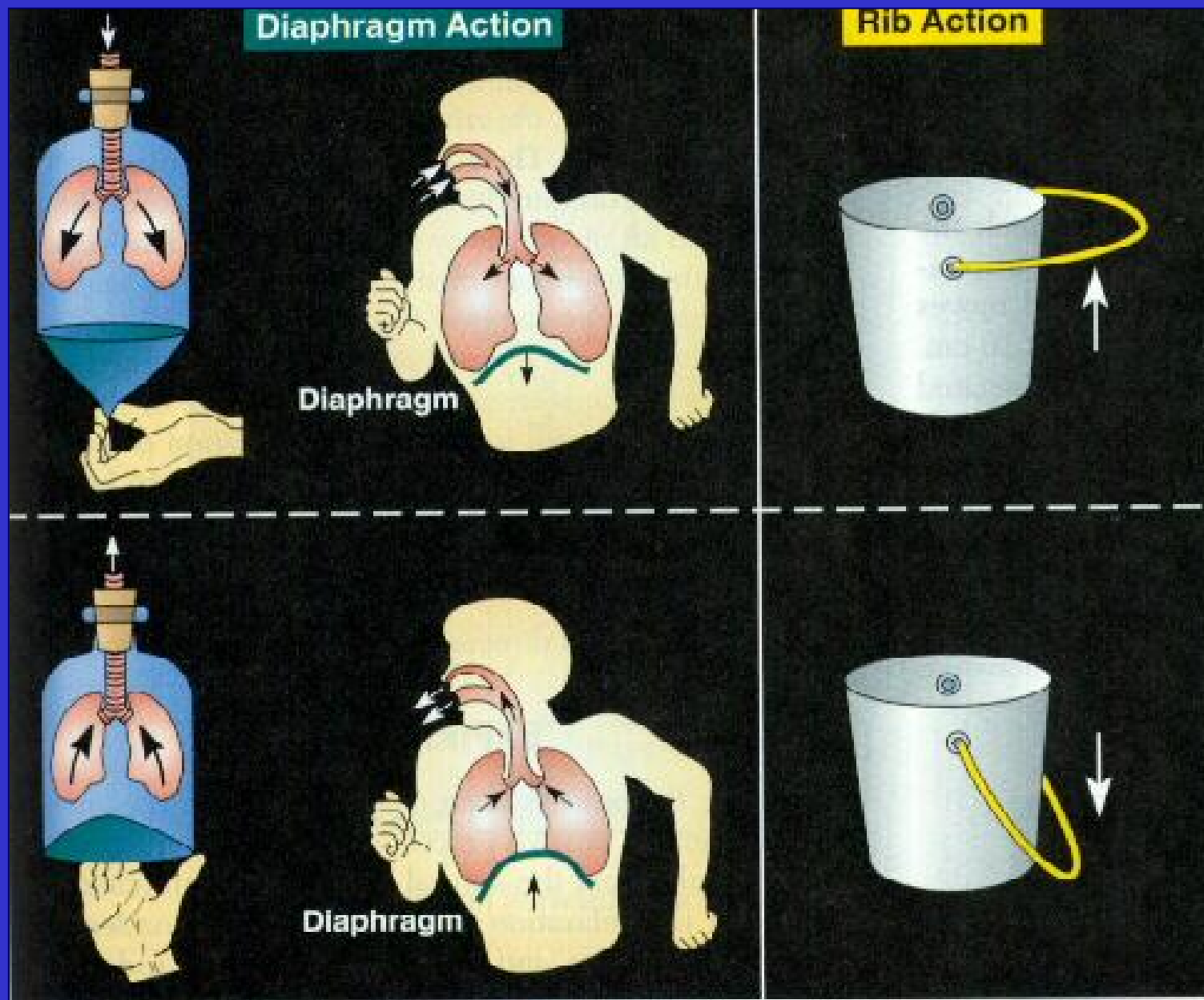
CAJA TORÁCICA

PLEURAS

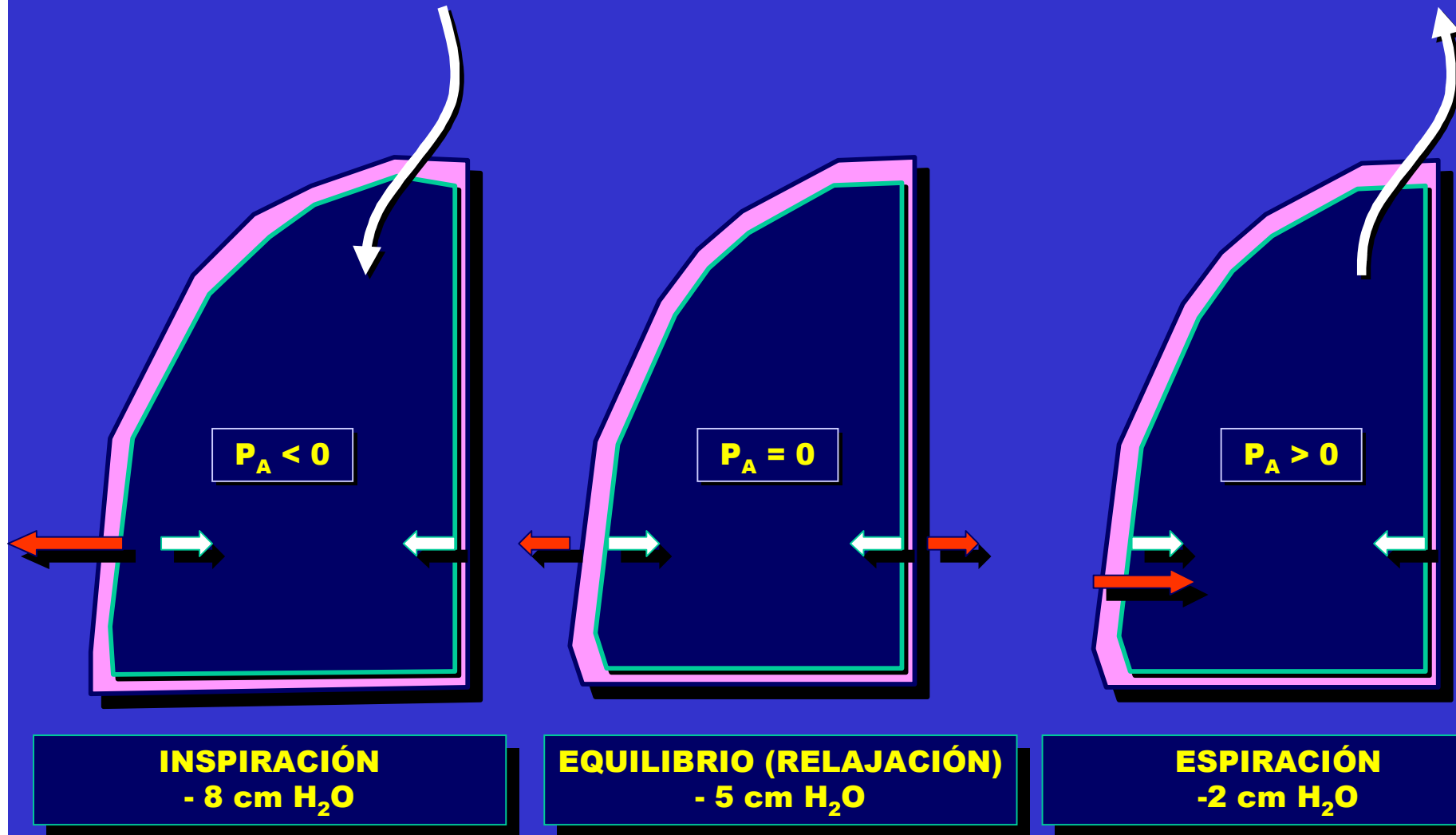
**VISCERAL
PARIETAL**



ANATOMÍA FUNCIONAL



PLEURAS Y ESPACIOS PLEURALES

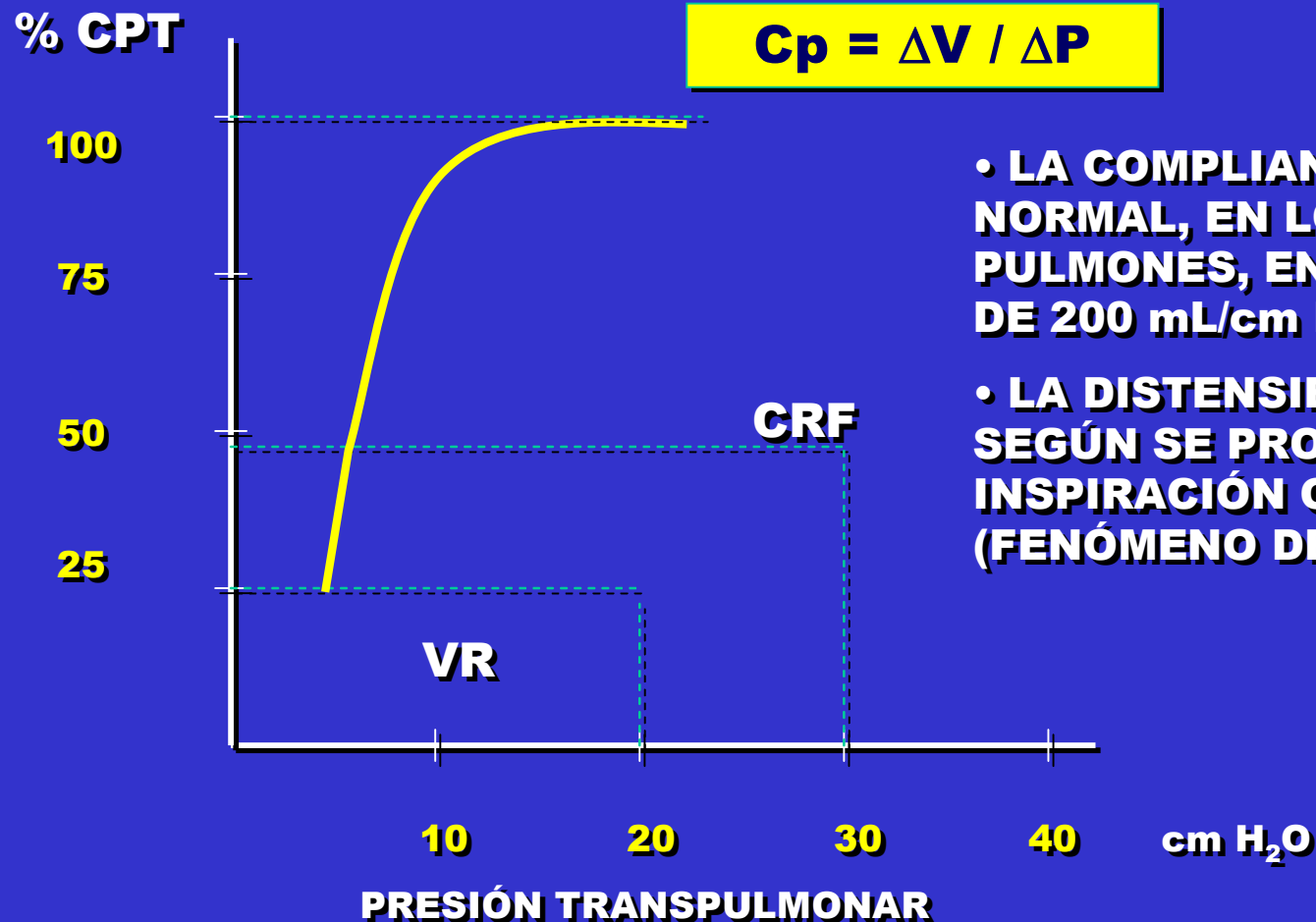


PROPIEDADES ELÁSTICAS DE LOS PULMONES

- **LOS PULMONES PRESENTAN UN COMPORTAMIENTO ELÁSTICO DEBIDO A:**
 - **FIBRAS DE ELASTINA Y COLÁGENA QUE FORMAN EL PARÉNQUIMA PULMONAR**
 - **TENSIÓN SUPERFICIAL EN LA INTERFASE GAS-LÍQUIDO, EN LOS ALVÉOLOS**
 - **DISPOSICIÓN INTERDEPENDIENTE DE LAS UNIDADES RESPIRATORIAS**
- **TAL COMPORTAMIENTO SE MANIFIESTA A TRAVÉS DE LA DISTENSIBILIDAD**

COMPLIANCE (DISTENSIBILIDAD) PULMONAR

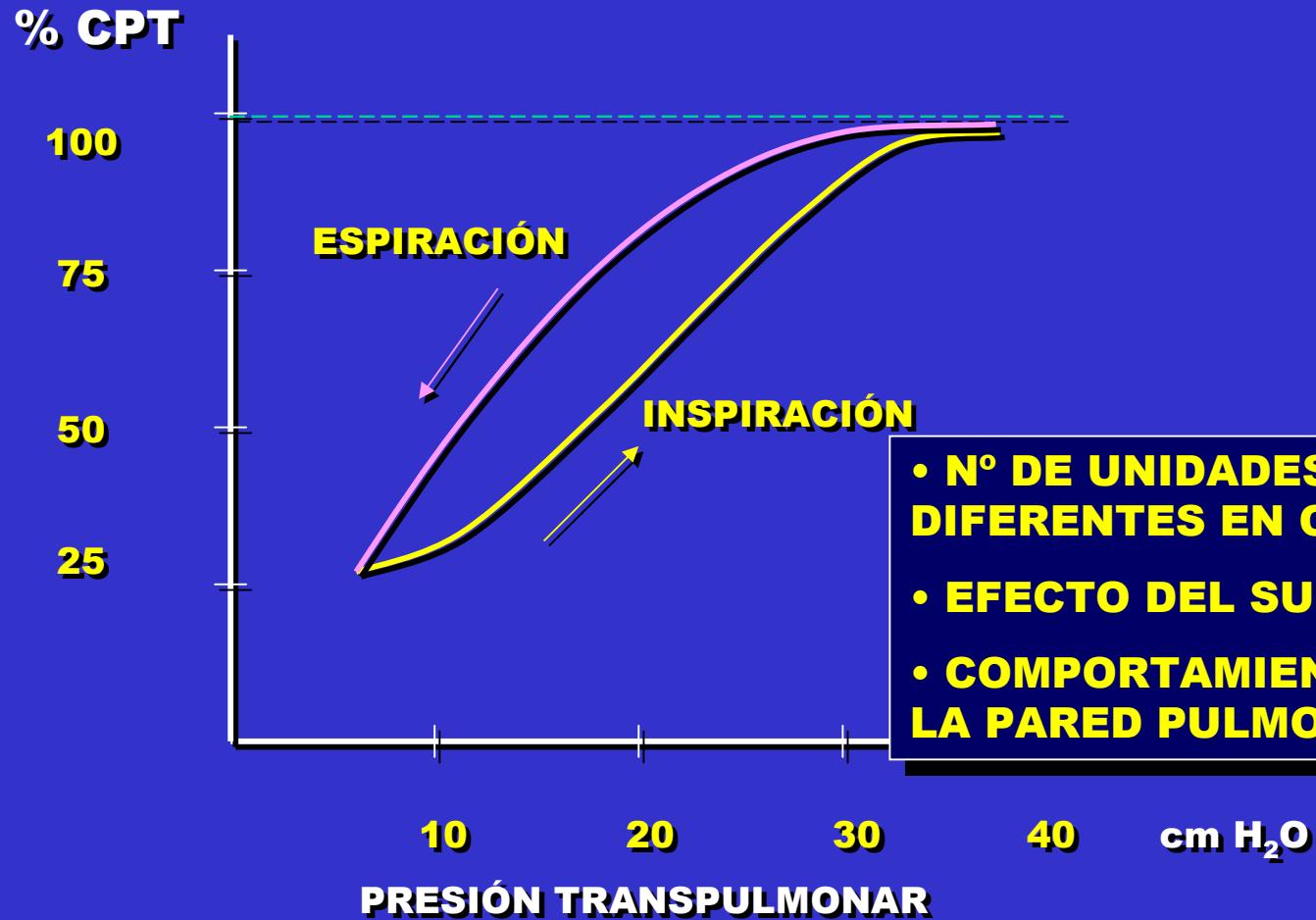
RELACIÓN ENTRE EL CAMBIO DE VOLUMEN INTRAPULMONAR Y
LA VARIACIÓN DE PRESIÓN TRANSPULMONAR



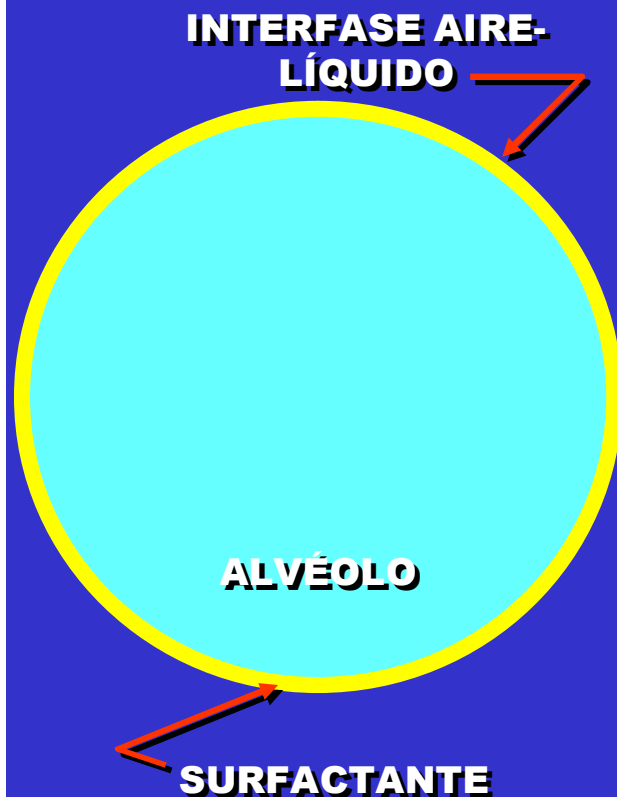
- LA COMPLIANCE TOTAL, NORMAL, EN LOS DOS PULMONES, EN EL HOMBRE, ES DE 200 mL/cm H₂O

- LA DISTENSIBILIDAD VARÍA SEGÚN SE PRODUZCA LA INSPIRACIÓN O LA ESPIRACIÓN (FENÓMENO DE HISTÉRESIS)

HISTÉRESIS



TENSIÓN SUPERFICIAL Y SURFACTANTE



- EN LA INTERFASE GAS-LÍQUIDO SE MANIFIESTA UNA TENSIÓN SUPERFICIAL QUE TIENDE A COLAPSAR LOS ALVÉOLOS Y DISMINUIR LA COMPLIANCE PULMONAR

- LA PRESIÓN NECESARIA PARA ALCANZAR UN VOLUMEN PULMONAR DETERMINADO ES INFERIOR EN UN MEDIO LÍQUIDO QUE EN EL AIRE

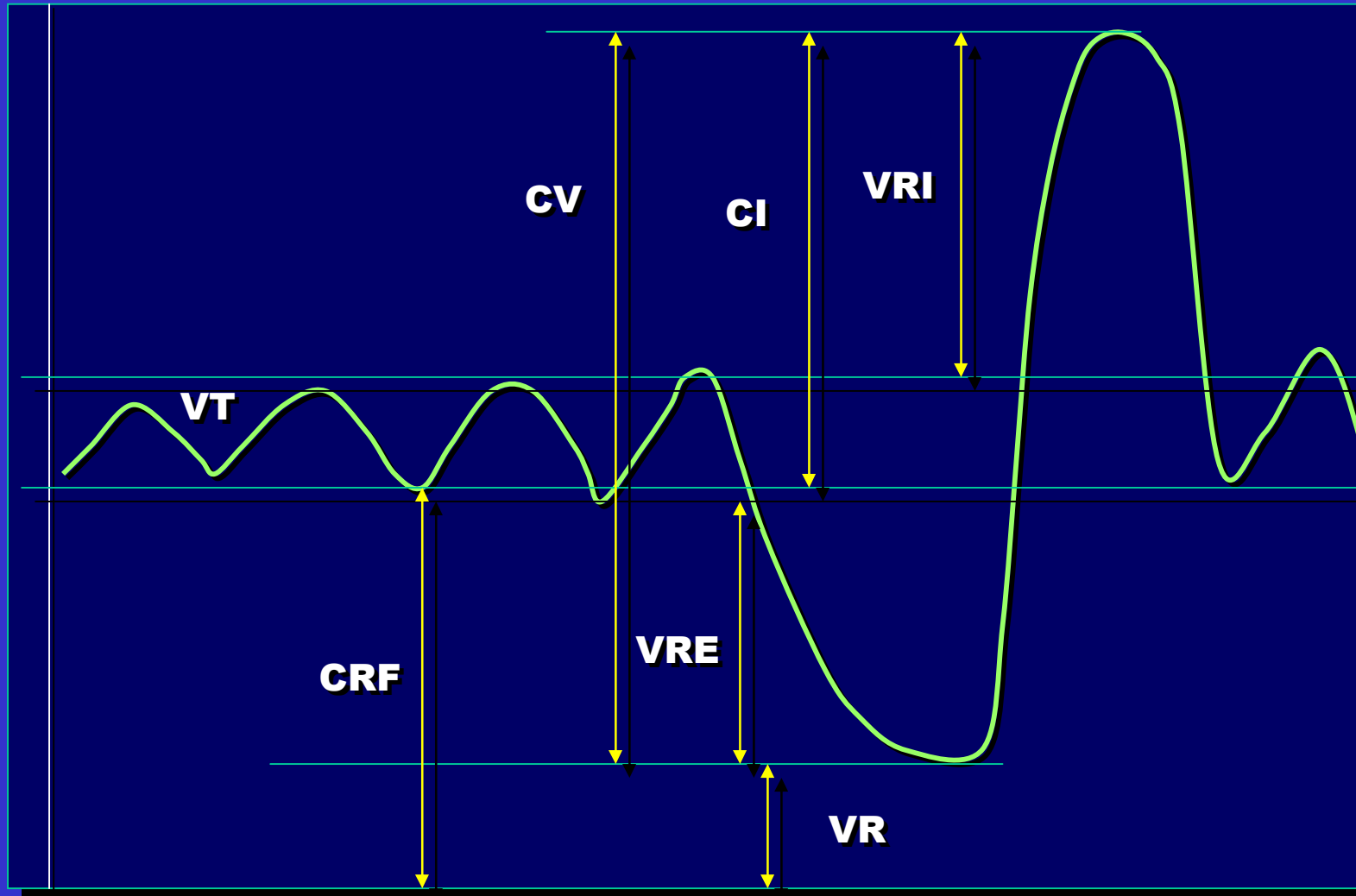
- LA MISIÓN DEL SURFACTANTE QUE RECUBRE EL INTERIOR ALVEOLAR ES DISMINUIR LA T.S. PARA REDUCIR EL TRABAJO RESPIRATORIO

- EVITA ADEMÁS EL COLAPSO ALVEOLAR, SEGÚN LA LEY DE LAPLACE:

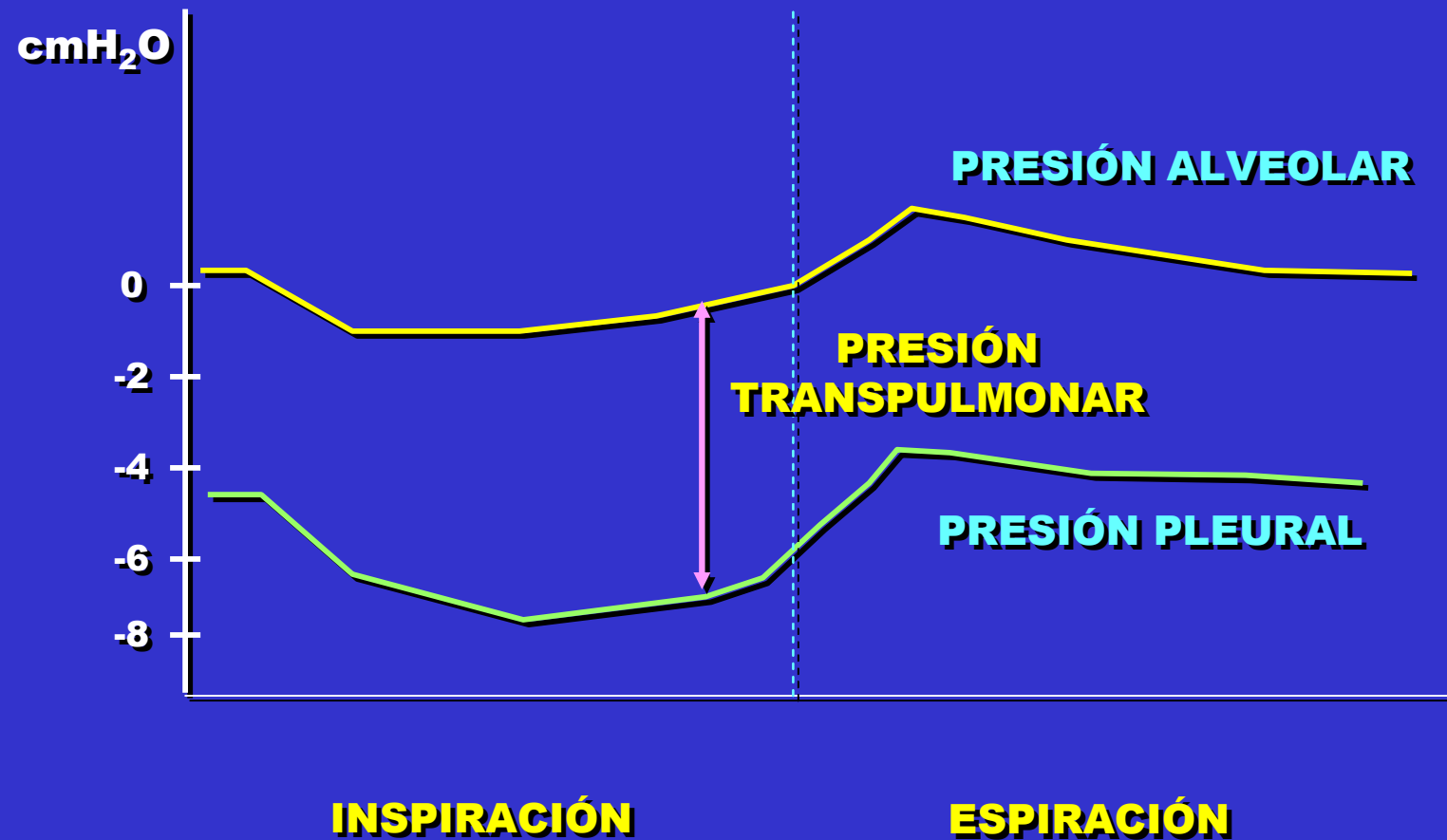
$$P = \frac{2 \cdot TS}{r}$$

VOLÚMENES Y CAPACIDADES PULMONARES (ESPIROMETRÍA ESTÁTICA)

Litros



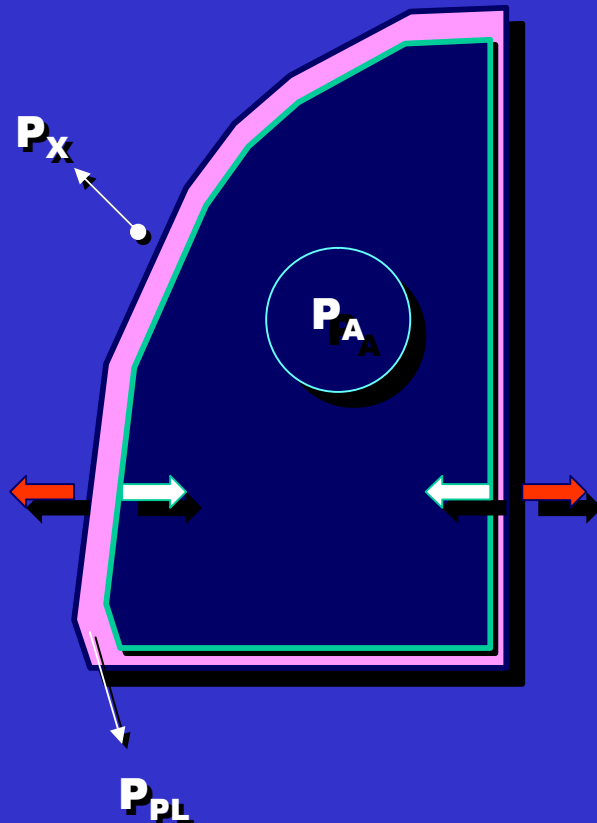
RETRACCIÓN PULMONAR: PRESIÓN TRANSPULMONAR



$$P_{TP} = P_A - P_{PL}$$

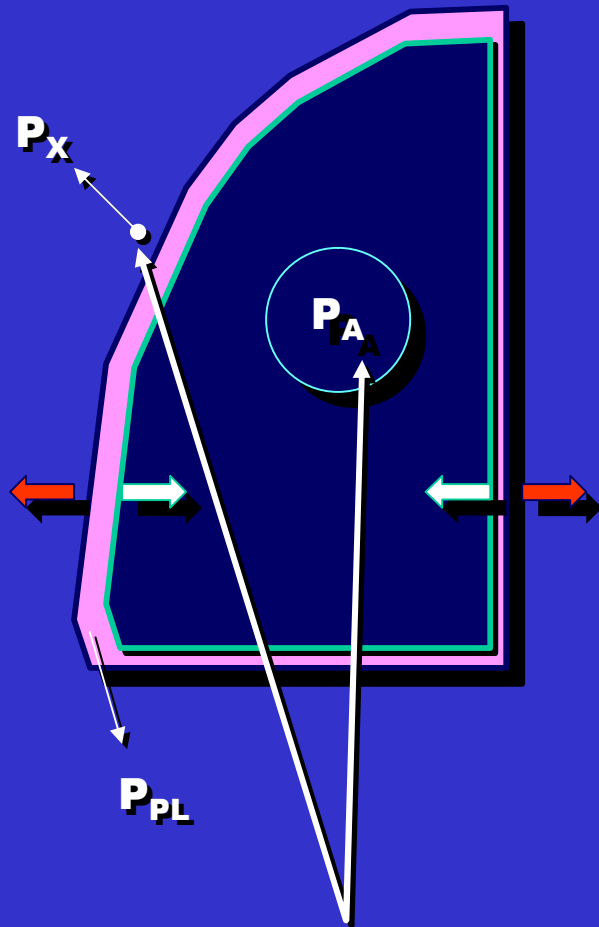
REPRESENTA LA FUERZA DE RETRACCIÓN ELÁSTICA PULMONAR

PROPIEDADES ELÁSTICAS DE LA PARED TORÁCICA: PRESIÓN TRANSTORÁCICA



- EL RETROCESO ELÁSTICO DE LA PARED TORÁCICA PERMITIRÍA UNA EXPANSIÓN EQUIVALENTE AL 70% DE LA CPT.
- LAS PRESIONES EJERCIDAS POR EL RETROCESO ELÁSTICO PULMONAR Y EL DE LA PARED TORÁCICA CONSTITUYEN LA PRESIÓN TOTAL DE RETROCESO DEL SISTEMA RESPIRATORIO
- VOLÚMENES SUPERIORES E INFERIORES A LA CRF, EXIGEN LA PARTICIPACIÓN DE MÚSCULOS INSPIRATORIOS Y ESPIRATORIOS
- SE DEFINE PRESIÓN TRANSTORÁCICA COMO LA DIFERENCIA DE PRESIÓN A TRAVÉS DE LA PARED TORÁCICA:
$$P_{TC} = P_{PL} - P_x$$
- EN EL PUNTO DE RELAJACIÓN (CRF) , AL SER LA $P_x = 0$, SE CUMPLE QUE $P_{TC} = P_{PL}$

PRESIÓN ELÁSTICA DEL SISTEMA RESPIRATORIO: PRESIÓN TRANSTOTAL

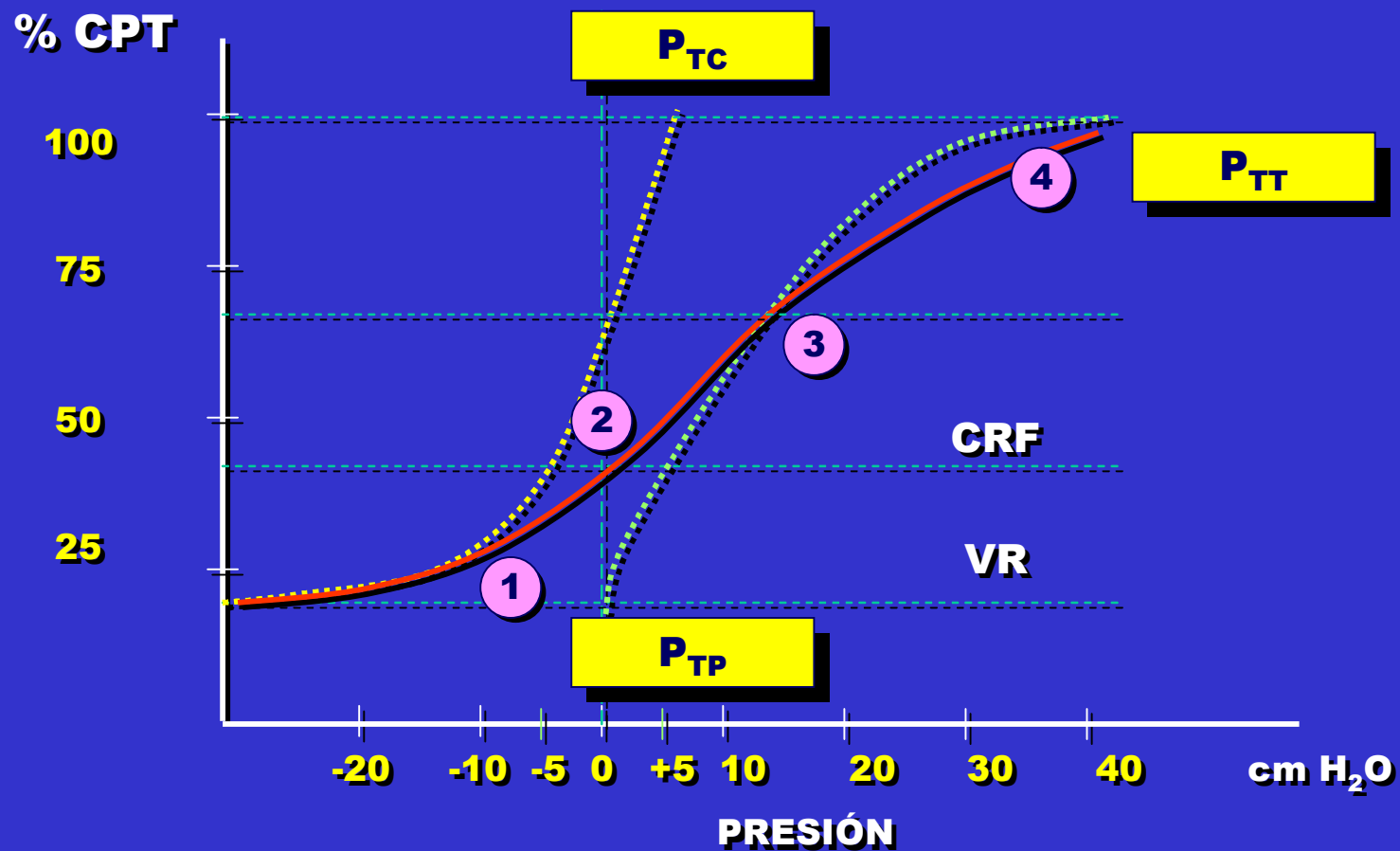


- REPRESENTA LA PRESIÓN EJERCIDA POR EL SISTEMA RESPIRATORIO EN CADA MOMENTO DEL PROCESO

- ES LA SUMA DE LAS PRESIONES TRANSPULMONAR Y TRANSTORÁCICA

$$P_{TT} = P_{TC} + P_{TP} = (P_{PL} - P_X) + (P_A - P_{PL}) = (P_A - P_X)$$

CURVAS DE PRESIÓN-VOLUMEN



TRABAJO RESPIRATORIO

- **TRABAJO ELÁSTICO**
- **INELÁSTICO**
- **RESISTENCIA DE LA VIA AÉREA**
 - **RESISTENCIA DE LA VIA AÉREA ANATÓMICA**
 - **DIFERENCIA DE PRESIÓN TRANSMURAL DE LA VIA AÉREA**
 - **ESTADO DE CONTRACCIÓN-RELAJACIÓN DE LA VIA**
 - **FACTORES AERODINÁMICOS: PRESIÓN, TEMPERATURA, TURBULENCIAS**

VENTILACIÓN ALVEOLAR

ES EL VOLUMEN ALVEOLAR TOTAL VENTILADO EN 1 MINUTO

$$V_A = V_{\text{min}} - V_{\text{esp. Muerto}}$$

MEDIDA:

$$V_{\text{CO}_2} = V_A \cdot F_A \text{ CO}_2$$

$$P_A \text{ CO}_2 = F_A \text{ CO}_2 \cdot K$$

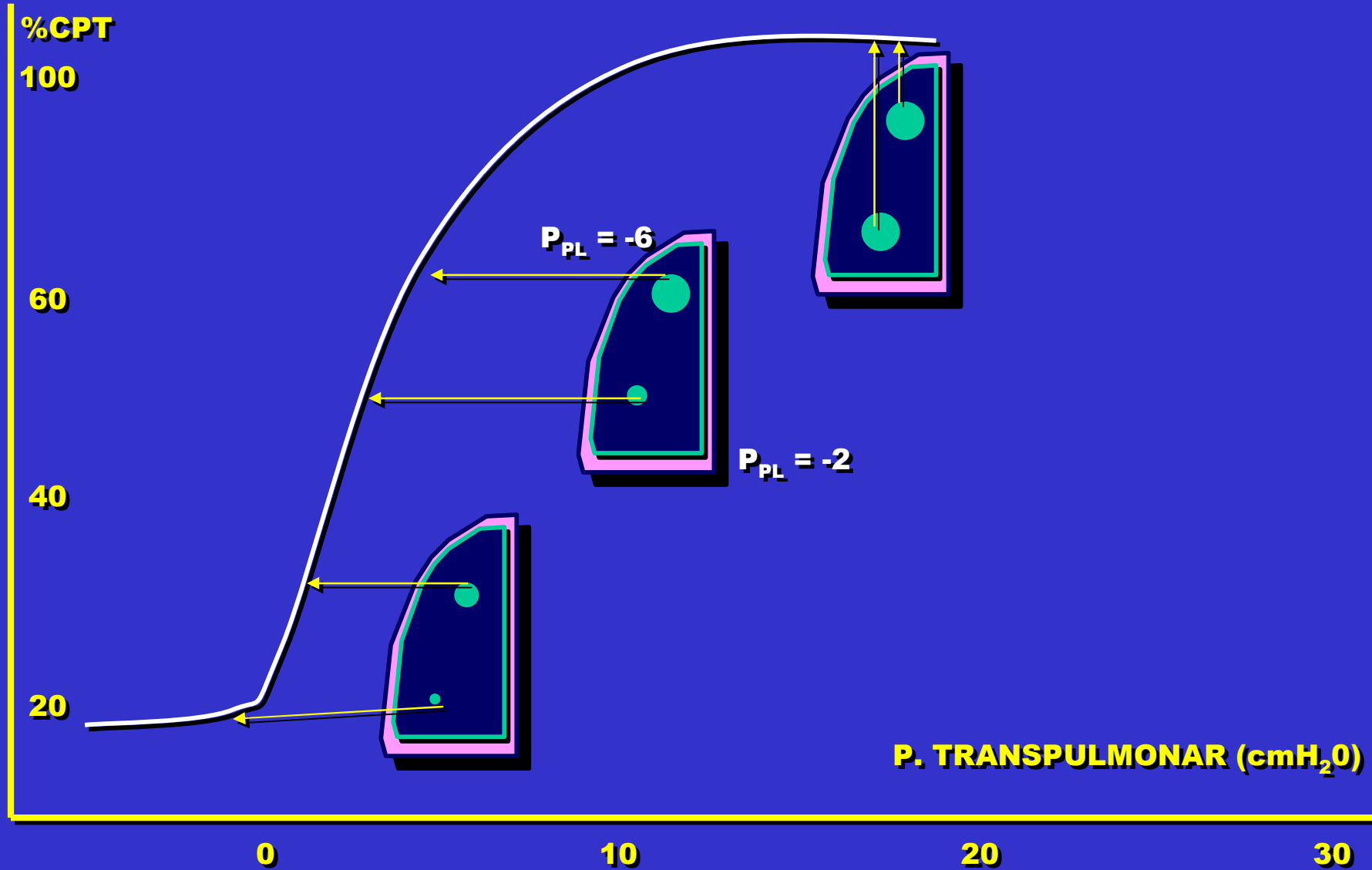
$$V_A = (V_{\text{CO}_2} / P_A \text{ CO}_2) \cdot K$$

DEPENDE DEL EFECTO DE LA GRAVEDAD:

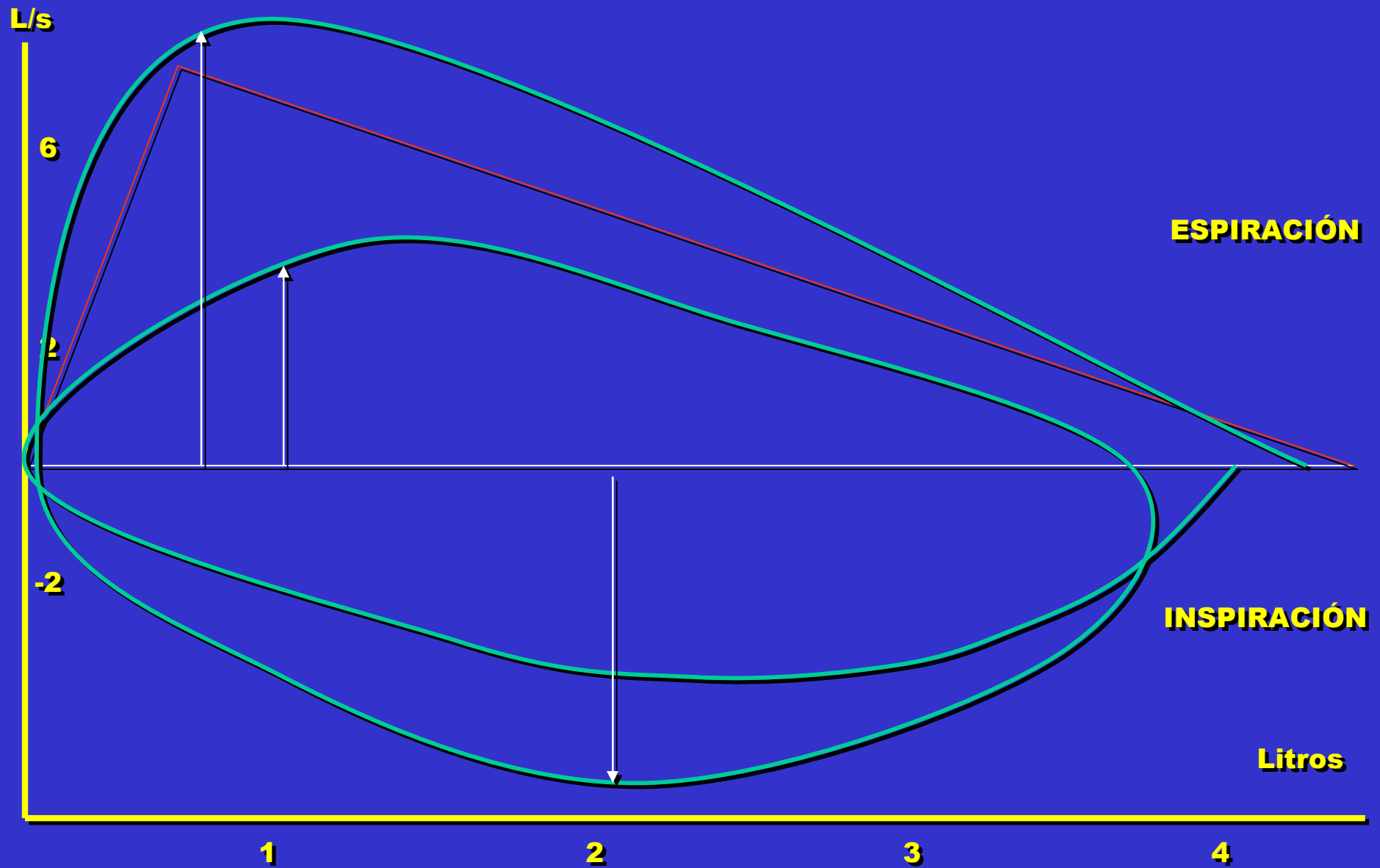
MAYOR VENTILACIÓN EN LA BASE DE LOS PULMONES

Y DE LA PRESIÓN

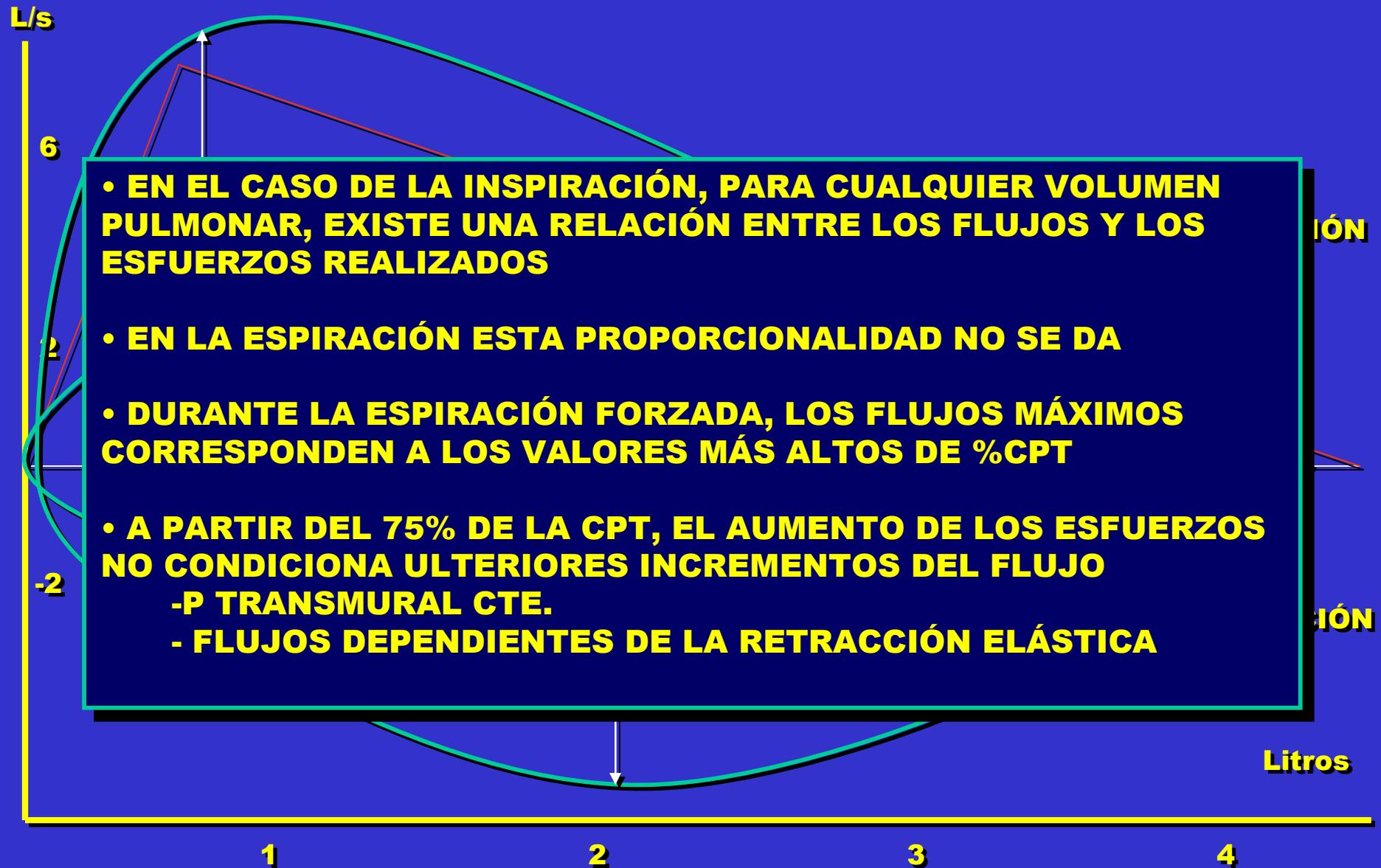
VENTILACIÓN ALVEOLAR EN FUNCIÓN DE LA REGIÓN PULMONAR (EFECTO DE LA GRAVEDAD)



CURVAS DE FLUJO - VOLUMEN

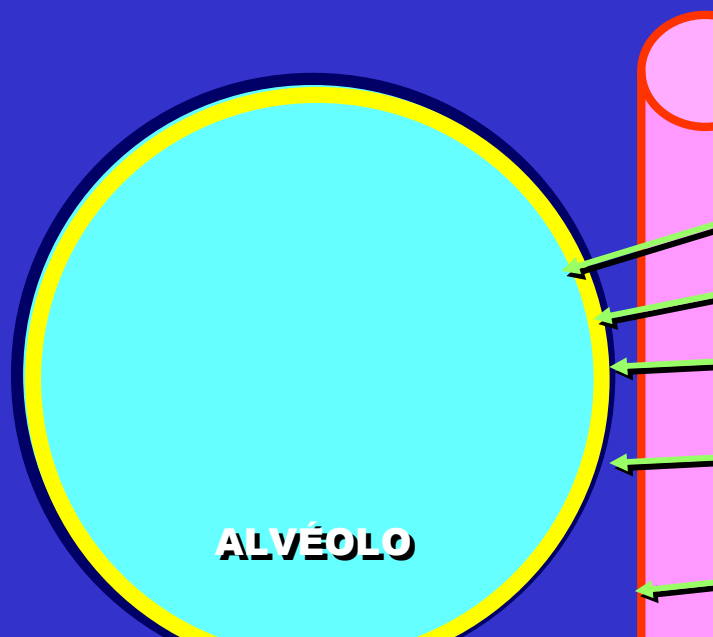


CURVAS DE FLUJO - VOLUMEN



DIFUSIÓN GASEOSA EN LOS PULMONES

- EL INTERCAMBIO DE GASES ENTRE LOS PULMONES Y LA SANGRE SE REALIZA A TRAVÉS DE LA DENOMINADA BARRERA HEMATOGASEOSA QUE TIENE UN ESPESOR ENTRE 0,1 A 05 μ Y UNA SUPERFICIE ENTRE 50 Y 100 m^2 .



FLUJO DE DIFUSIÓN (Ley de Fick):

$$\dot{V} = D \cdot S \cdot dc / dx$$

V: FLUJO O TASA DE DIFUSIÓN

D: COEFICIENTE DE DIFUSIÓN

S: SUPERFICIE DE LA MEMBRANA

dc: GRADIENTE DE CONCENTRACIÓN

dx: ESPESOR DE LA MEMBRANA

LA MEDIDA DE LA CAPACIDAD DE DIFUSIÓN SE HACE MEDIANTE LA TÉCNICA DE LA RESPIRACIÓN ÚNICA DE CO

CIRCULACIÓN PULMONAR

- **PRESIONES ARTERIALES INFERIORES A LAS DE LA CIRCULACIÓN SISTÉMICA (PAS: 20 – 25 mmHg PAD: 9 – 12 mmHg)**

BAJA RESISTENCIA

ELEVADA DISTENSIBILIDAD

- **FLUJO SANGUÍNEO PULMONAR DEPENDIENTE DEL EFECTO DE LA GRAVEDAD (GRADIENTE VÉRTICE-BASE)**

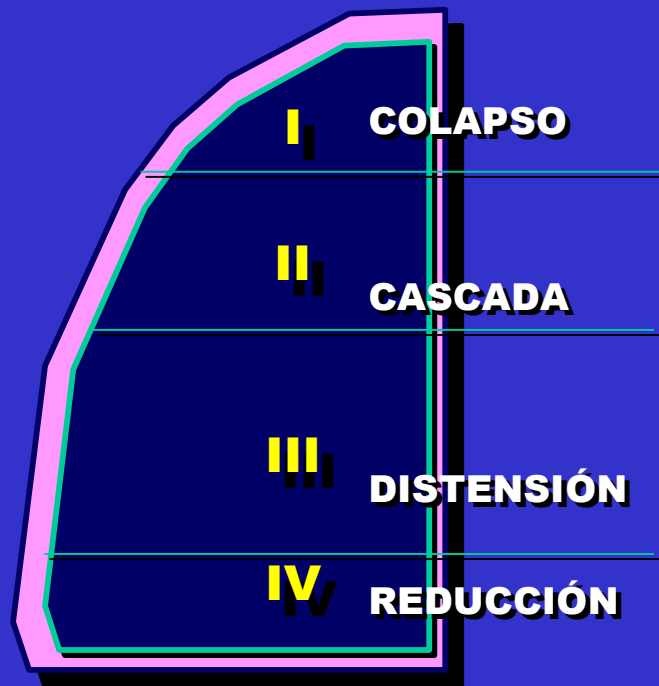
- **PRESIONES QUE INTERVIENEN:**

PRESIÓN HIDROSTÁTICA

GRADIENTE DE PRESIÓN ARTERIOVENOSA (P_a ; P_v)

PRESIÓN DEL AIRE ALVEOLAR (P_A)

REGIONES PULMONARES SEGÚN EL FLUJO

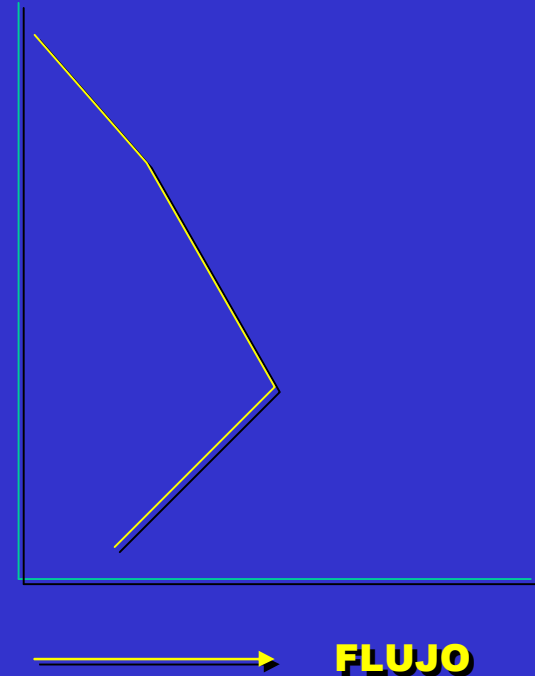


$$P_A > P_a > P_v$$

$$P_a > P_A > P_v$$

$$P_a > P_v > P_A$$

P.INTERSTICIAL



VALORACIÓN DEL FLUJO SANGUÍNEO PULMONAR

MÉTODO DE FICK:

$$V_{O_2} = V_T \cdot (C_{aO_2} - C_{vO_2})$$

$$V_T = V_{O_2} / (C_{aO_2} - C_{vO_2})$$

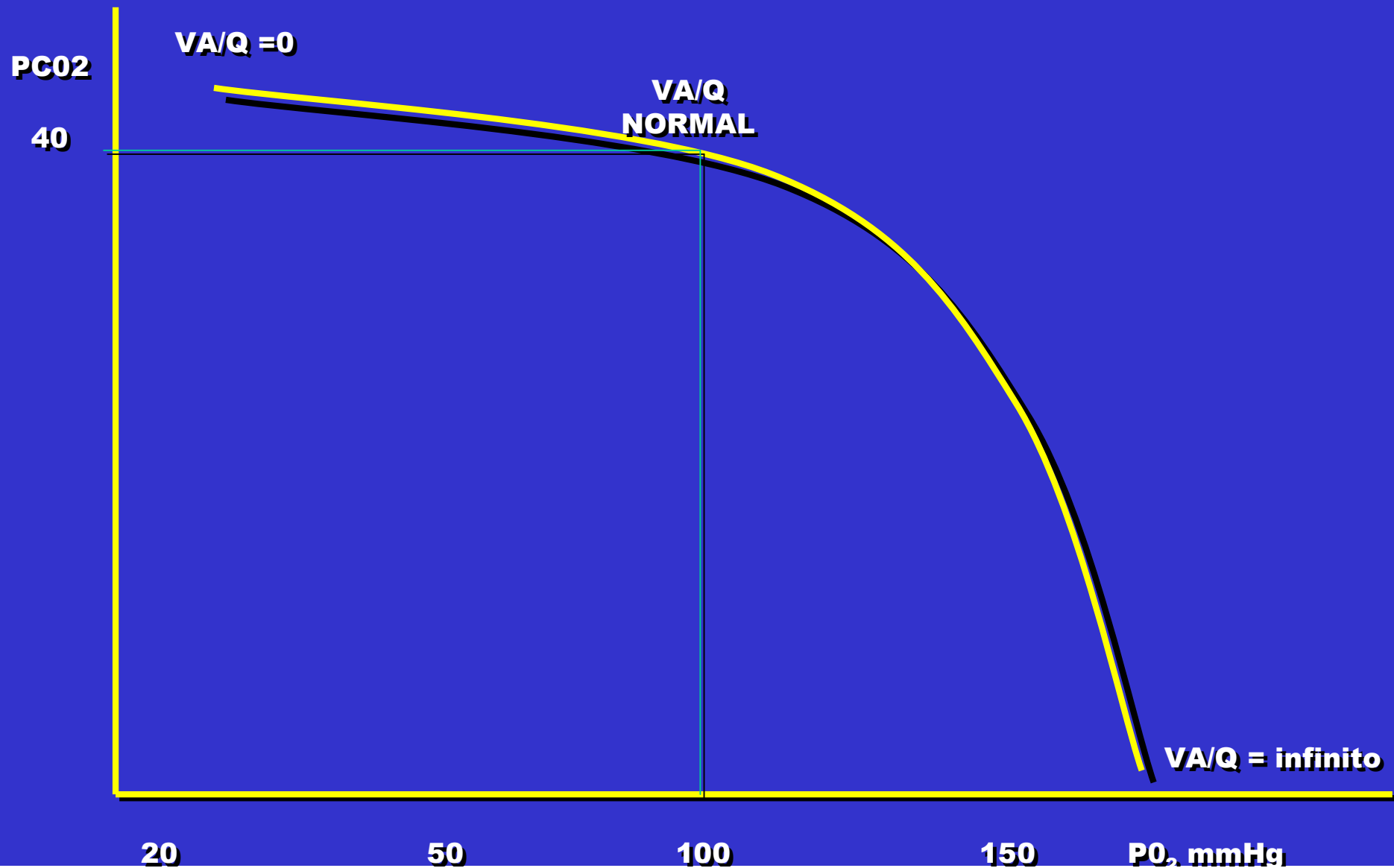
RELACIÓN VENTILACIÓN / PERFUSIÓN

- **EN REPOSO LA RELACIÓN ES 0,85/0,9 (4 L aire : 5 L sangre)**
- **DURANTE EL EJERCICIO INTENSO SE ELEVA 3 – 5 VECES, COMO CONSECUENCIA DE UNA MAYOR VENTILACIÓN (150/30)**
- **EL MENOR FLUJO NO AFECTA A LAS PRESIONES ARTERIALES DE GASES, CON UNA ADECUADA VENTILACIÓN**

DESEQUILIBRIOS DE LA RELACION V_A / Q :

- 1.- ADECUADA V_A PERO NULA Q ($\gg 1$)**
- 2.- NULA V_A PERO ADECUADA Q (= 0)**
- 3.- DESEQUILIBRIOS NO EXTREMOS**

DESEQUILIBRIO DE LA RELACIÓN V_A/Q



REGULACIÓN NERVIOSA DE LA RESPIRACIÓN

- **EL CONTROL NORMAL DE LA VENTILACIÓN PULMONAR CORRE A CARGO DE:**

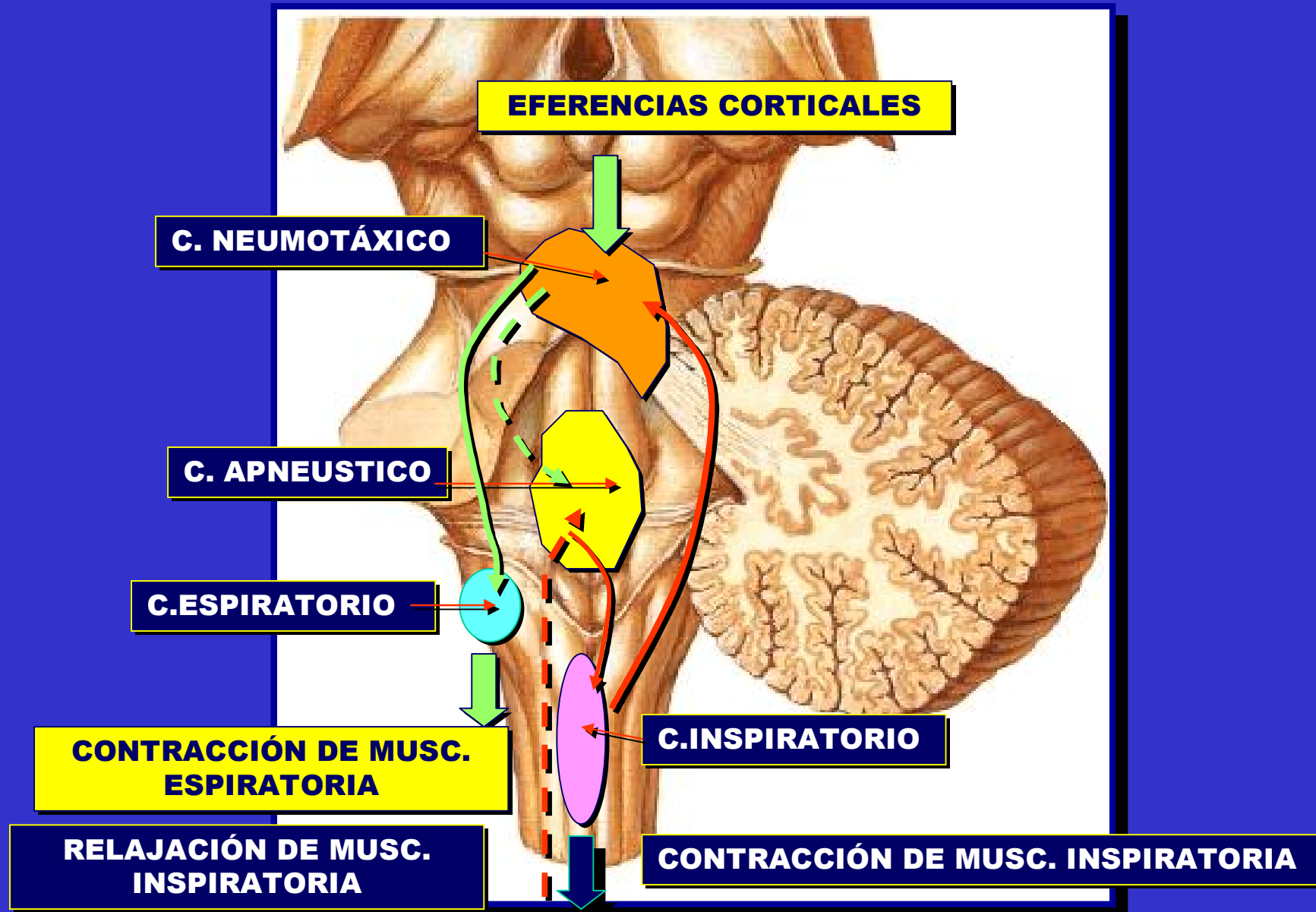
CENTROS BULBARES

CENTRO APNEÚSTICO

CENTRO NEUMOTÁXICO

- **SU ACTIVIDAD PUEDE VERSE MODIFICADA POR CENTROS CORTICALES, QUE EJERCEN UN CONTROL VOLUNTARIO DE LA RESPIRACIÓN**
- **LAS AFERENCIAS QUE CONTROLAN EL PROCESO RESPIRATORIO PROVIENEN DE:**
 - **RECEPTORES BRONQUIALES DE DISTENSIÓN**
 - **RECEPTORES PROPIOCEPTIVOS DE LA MUSCULATURA RESPIRATORIA**
 - **RECEPTORES ALVEOLARES NOCICEPTIVOS**
 - **QUIMIORRECEPTORES**
 - **EFECTO DE ESTIMULANTES RESPIRATORIOS**

ESQUEMA DEL CONTROL NERVIOSO



TEMA 22

Contenido:

APARATO DIGESTIVO. Introducción. Inervación del aparato digestivo. Masticación y deglución. Movimientos gástricos. Vaciamiento gástrico y su regulación. Motilidad intestinal: Tipos de contracciones. Regulación de la motilidad intestinal. Defecación

FUNCIONES DEL APARATO DIGESTIVO

- **REALIZA TAREAS PREPARATIVAS SOBRE LOS ALIMENTOS, PARA SU CORRECTA ASIMILACIÓN.**

- **CONCRETAMENTE:**

INGESTIÓN

MASTICACIÓN

DEGLUCIÓN

DIGESTIÓN

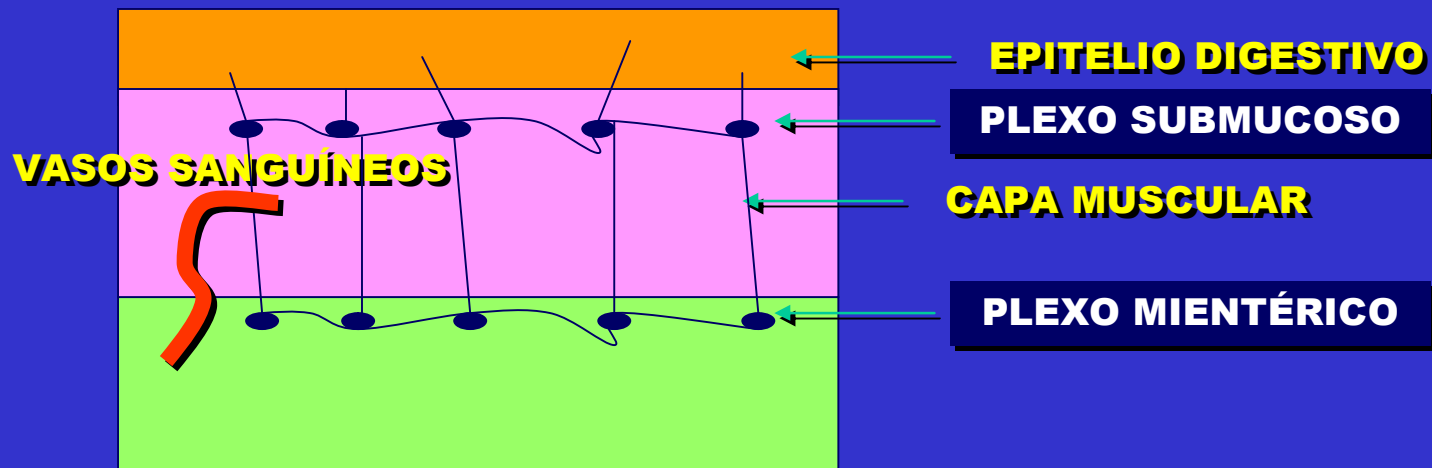
ABSORCIÓN

- **MEDIANTE FUNCIONES MOTORAS Y SECRETORAS**

INERVACIÓN DEL APARATO DIGESTIVO

INTRÍNSECA

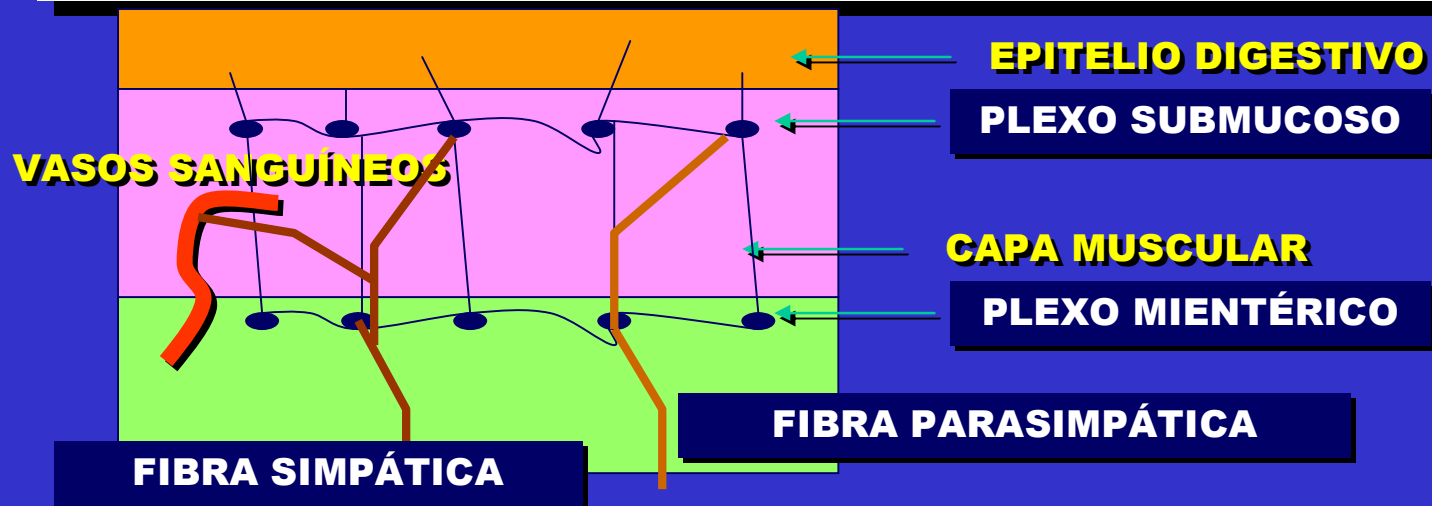
- CORRESPONDE A LOS PLEXOS SUBMUCOSO Y MIENTÉRICO
- SE EXTIENDEN A LO LARGO DE LA PARED DIGESTIVA CONSTITUYENDO REDES QUE INTERACCIÓNAN ENTRE SI CON ESTÍMULOS ACTIVADORES E INHIBIDORES
- SON LA BASE DE LOS REFLEJOS NEURÓGENOS PROMOVIDOS POR LA PRESENCIA DE LOS ALIMENTOS



INERVACIÓN DEL APARATO DIGESTIVO

EXTRÍNSECA

- CORRE A CARGO DEL S.N.V., DE SUS DIVISIONES SIMPÁTICA Y PARASIMPÁTICA
- FIBRAS PARASIMPÁTICAS EFERENTES QUE HACEN SINÁPSIS EN PLEXOS
 - CENTROS BULBARES PARASIMPÁTICOS A TRAVÉS DE LOS PARES FACIAL (VII), GLOsofaríngeo (IX) Y VAGO (X)
 - FIBRAS SACRAS
- FIBRAS SIMPÁTICAS PREGANGLIONARES HACIA GANGLIOS CERVICAL, CELÍACO Y MESENTÉRICOS SUPERIOR E INFERIOR
- FIBRAS SIMPÁTICAS POSTGANGLIONARES QUE HACEN SINAPSIS EN PLEXOS Y ADEMÁS EN VASOS SANGÜÍNEOS Y LA MUSCULARIS MUCOSAE



FUNCIONES MOTORAS DEL DIGESTIVO

- **FRAGMENTACIÓN Y TRITURACIÓN**
- **DESPLAZAMIENTO**
- **AGITACIÓN Y CONSERVACIÓN EN CONTACTO CON JUGOS DIGESTIVO**
- **EXPOSICIÓN DE LOS ALIMENTOS A LA SUPERFICIE DE ABSORCIÓN INTESTINAL**

• MOVIMIENTOS GÁSTRICOS:

- **ONDAS DE MEZCLA**
- **SÍSTOLE ANTRAL**
- **VACIAMIENTO GÁSTRICO**
 - **PERISTALTISMO GÁSTRICO**
 - **CONTRACCIÓN TÓNICA DEL PÍLOO**

MECANISMOS DE CONTROL

- **GÁSTRICOS**
- **DUODENALES**
- **HORMONALES**

FUNCIONES MOTORAS DEL DIGESTIVO

- **FRAGMENTACIÓN Y TRITURACIÓN**
- **DESPLAZAMIENTO**
- **AGITACIÓN Y CONSERVACIÓN EN CONTACTO CON JUGOS DIGESTIVO**
- **EXPOSICIÓN DE LOS ALIMENTOS A LA SUPERFICIE DE ABSORCIÓN INTESTINAL**

• MOVIMIENTOS INTESTINALES:

- **PROPULSIÓN**
- **MEZCLA**
 - **PERISTALTISMO DÉBIL**
 - **MOVIMIENTOS SEGMENTARIOS**

MECANISMOS DE CONTROL

- **INTRÍNSECOS**
- **EXTRÍNSECOS**
- **HORMONALES**

FUNCIONES SECRETORAS

FUNCIÓN EXOCRINA:

- **SECRECIÓN DE ENZIMAS DIGESTIVAS Y DE MUCUS**

FUNCIÓN ENDOCRINA:

- **SECRECIÓN DE HORMONAS GASTROINTESTINALES**

| | |
|-----------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| GLÁNDULAS SALIVALES | AMILASA SODIO, POTASIO MUCUS |
| JUGO GÁSTRICO | MUCUS (CLS.MUCOSAS) CIH, FACTOR INTRÍNSECO (CLS. PARIETALES) PEPSINÓGENO (CLS. PRINCIPALES) |
| PÁNCREAS EXOCRINO | AMILASA TRIPSINÓGENO QUIMOTRIPSINÓGENO LIPASA CARBOXIPEPTIDASA Y AMINOPEPTIDASAS NUCLEOTIDASAS MALTASA ELECTROLITOS |
| SECRECIÓN BILIAR | ÁCIDOS BILIARES COLESTEROL FOSFOLÍPIDOS BILIRRUBINA ELECTROLITOS |
| SECRECIÓN INTESTINAL | MALTASA, LACTASA,SACARASA,LIPASA, CARBOXI Y AMINO-PEPTIDASAS ELECTROLITOS, MUCUS |

| | |
|------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| GASTRINA | ESTÓMAGO Y DUODENO: SECRECIÓN DE CIH Y MOTILIDAD GÁSTRICA |
| SECRETINA | DUODENO: ACTÚA SOBRE ESTÓMAGO, HÍGADO Y PÁNCREAS SECRECIÓN DE AGUA, BICARBONATO E INHIBICIÓN DE MOTILIDAD GÁSTRICA |
| COLECISTOKININA - PANCREOZIMINA | DUODENO: ACTÚA SOBRE ESTÓMAGO, HÍGADO Y PÁNCREAS SECRECIÓN DE ENZIMAS, EFECTO COLAGOGO E INHIBICIÓN DE MOTILIDAD GÁSTRICA |
| PÉPTIDO INHIBIDOR GÁSTRICO (GIP) | DUODENO Y YEYUNO: ACTÚA SOBRE ESTÓMAGO Y DUODENO INHIBICIÓN DE LA SECRECIÓN Y MOTILIDAD GÁSTRICA , FAVORECE SECRECIÓN DE MUCUS |
| PÉPTIDO INTESTINAL VASOACTIVO (VIP) | DUODENO: ACTÚA SOBRE CIRCULACIÓN ESPLÁCNICA, PÁNCREAS Y ESTÓMAGO AUMENTO DEL FLUJO SANGUÍNEO Y DE LA SECRECIÓN DE AGUA Y BICARBONATO INHIBE SECRECIÓN GÁSTRICA |

HORMONAS DIGESTIVAS

| | |
|-----------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ENTEROGASTRONA | DUODENO Y YEYUNO: ACTÚA SOBRE EL ESTÓMAGO INHIBICIÓN DE MOTILIDAD Y SECRECIÓN GÁSTRICA |
| ENTEROGLUCAGON | DUODENO: ACTÚA SOBRE PÁNCREAS E INTESTINO CON INHIBICIÓN DE SECRECIÓN Y MOTILIDAD |