

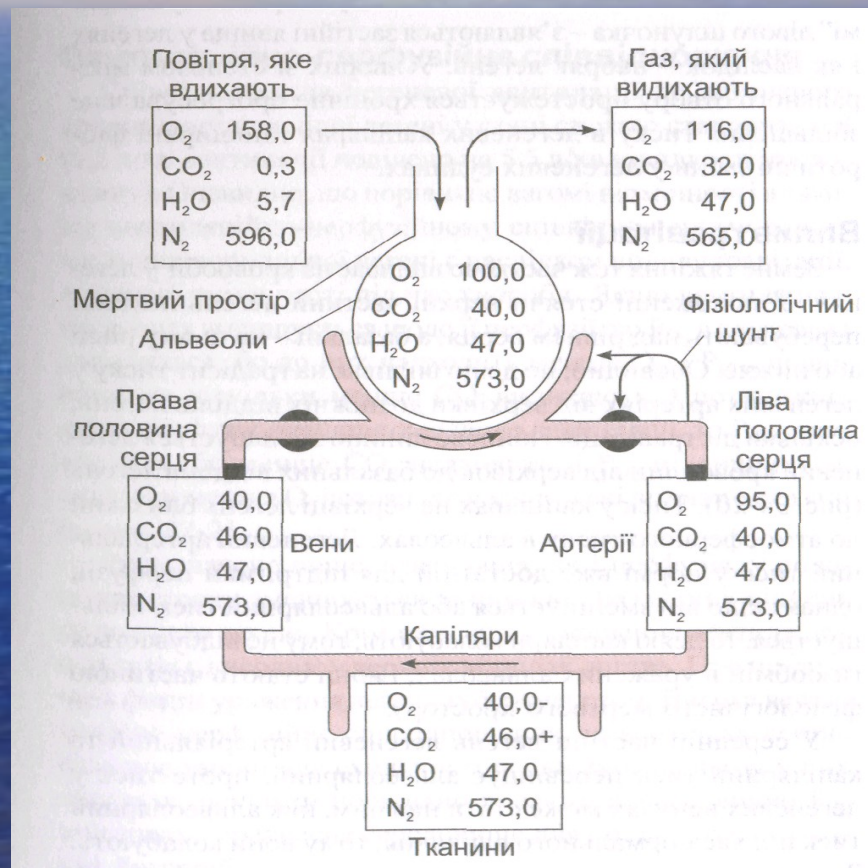


ТЕМА ЛЕКЦІЇ:  
“РЕГУЛЯЦІЯ ДИХАННЯ.  
ТРАНСПОРТ ГАЗІВ.”

# Основні етапи газопереносу

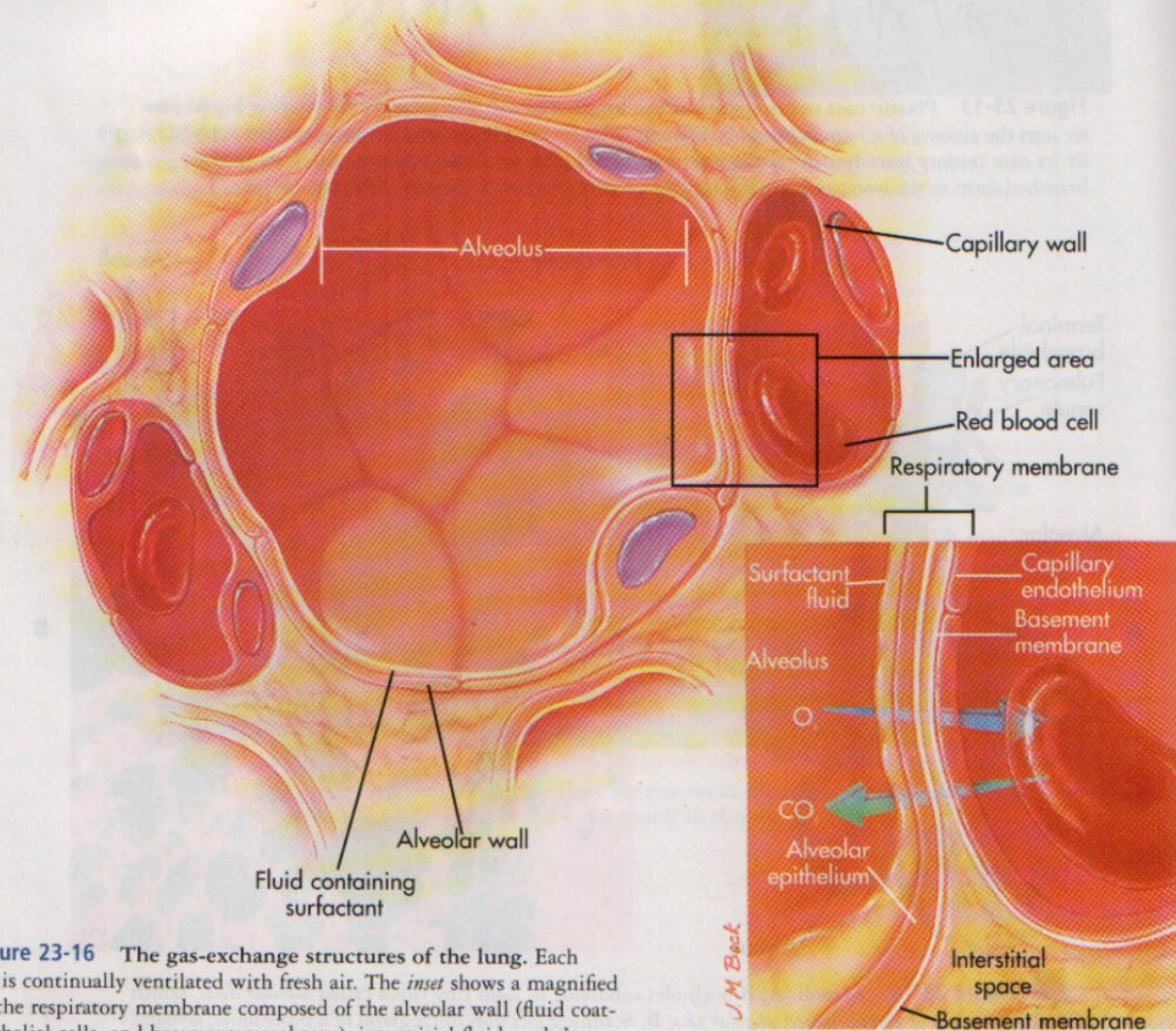
- 1) конвекційне надходження повітря в повітроносні шляхи і дифузія газів між повітроносними шляхами та альвеолами (зовнішнє дихання);
- 2) дифузія газів між альвеолами і кров'ю;
- 3) перенос газів кров'ю;
- 4) дифузія газів між капілярною кров'ю і тканинами;
- 5) внутрішнє або тканинне дихання.

# Парціальний тиск газів (мм.рт.ст.) у різних частинах дихальної системи.

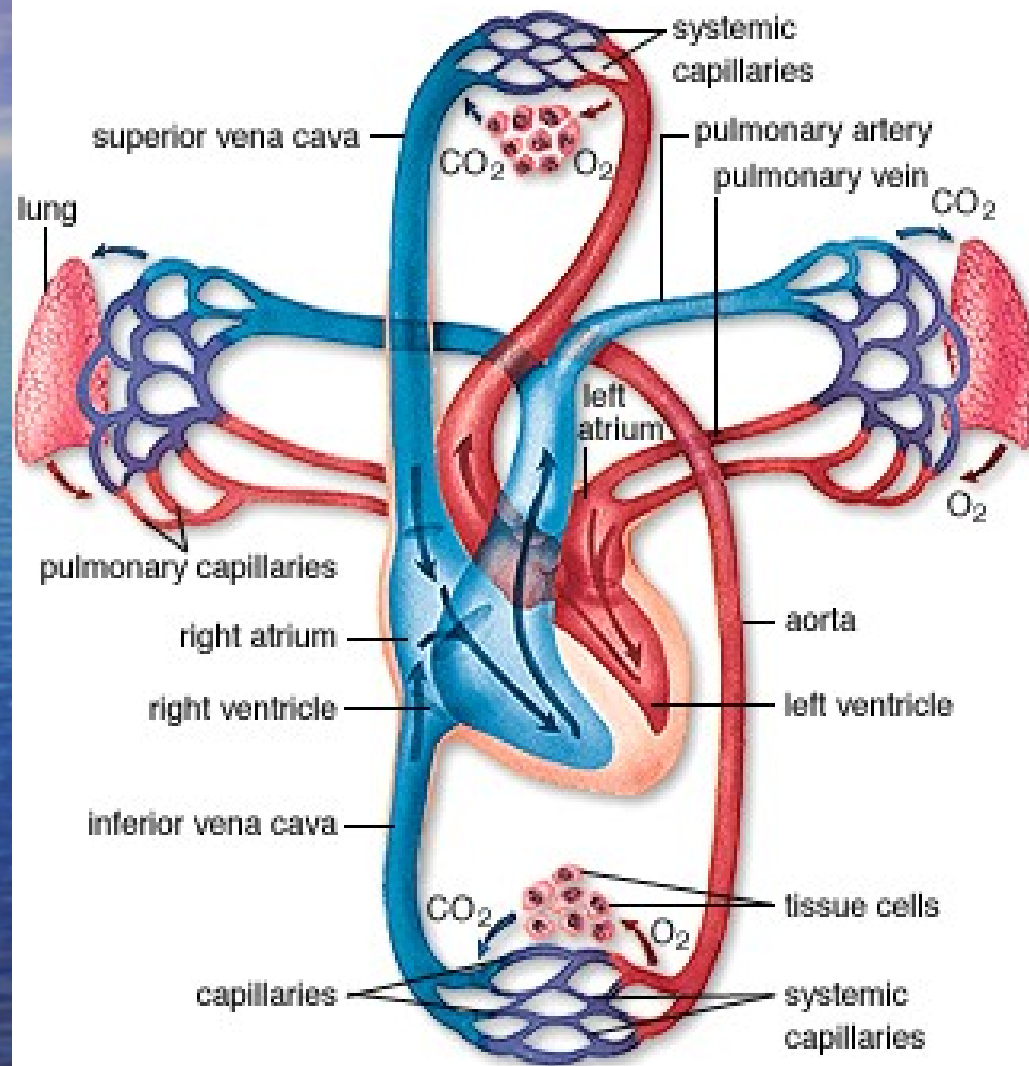


# Особливості дифузії кисню і вуглекислого газу через легеневу мембрану

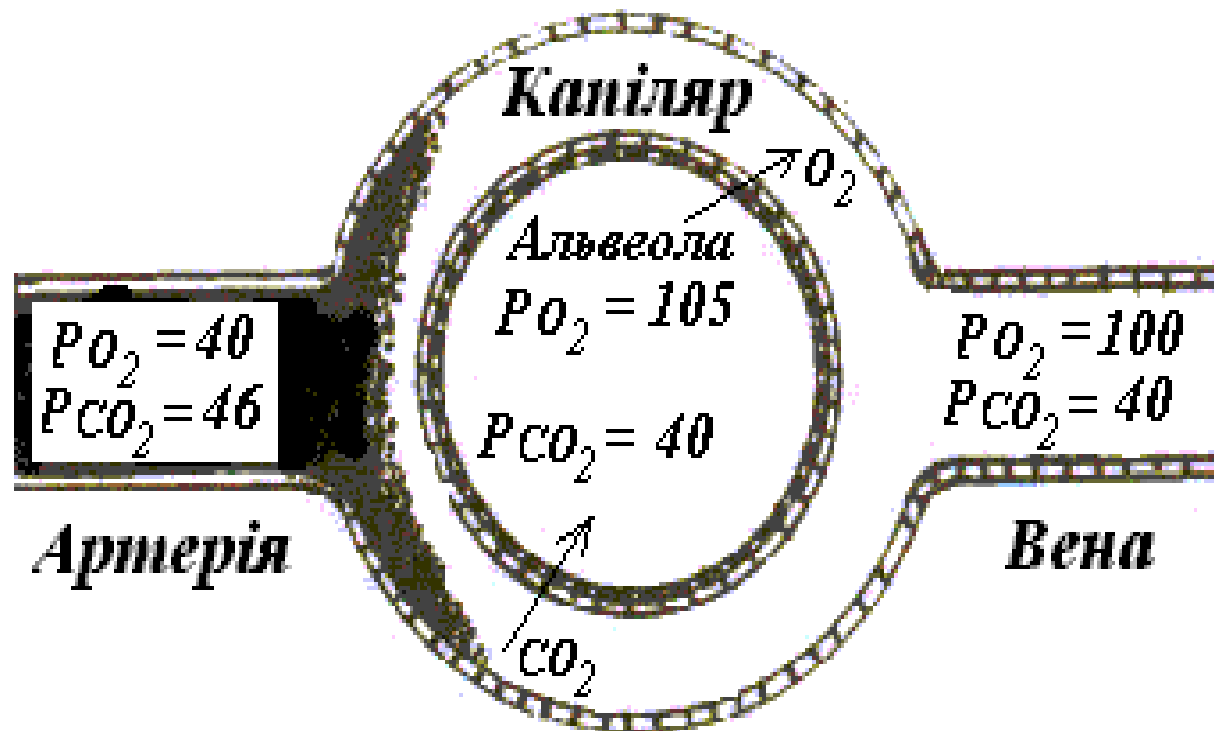
- Газообмін у легенях людини відбувається на площі 50-90 м<sup>2</sup>. Товщина легеневої мембрани становить 0,4-1,5 мкм. Газообмін через цю мембрану залежить від:
  - 1) поверхні, через яку відбувається дифузія;
  - 2) товщини мембрани;
  - 3) градієнту тиску газів у альвеолах та крові;
  - 4) коефіцієнту дифузії;
  - 5) стану мембрани.

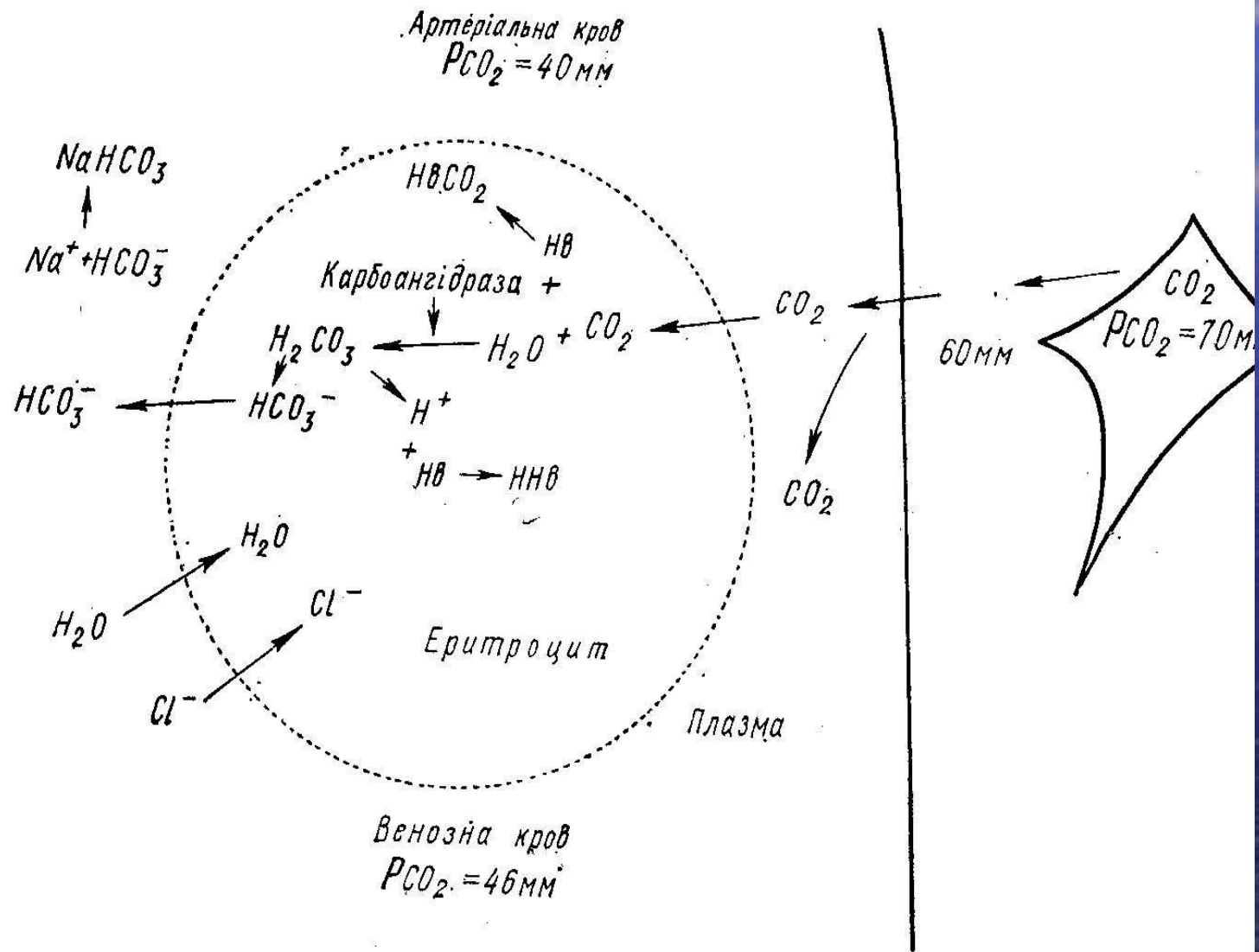


**Figure 23-16** The gas-exchange structures of the lung. Each alveolus is continually ventilated with fresh air. The *inset* shows a magnified view of the respiratory membrane composed of the alveolar wall (fluid coating, epithelial cells, and basement membrane), interstitial fluid, and the wall of a pulmonary capillary (basement membrane and endothelial cells). The gases, CO<sub>2</sub> (carbon dioxide) and O<sub>2</sub> (oxygen), diffuse across the respiratory membrane.



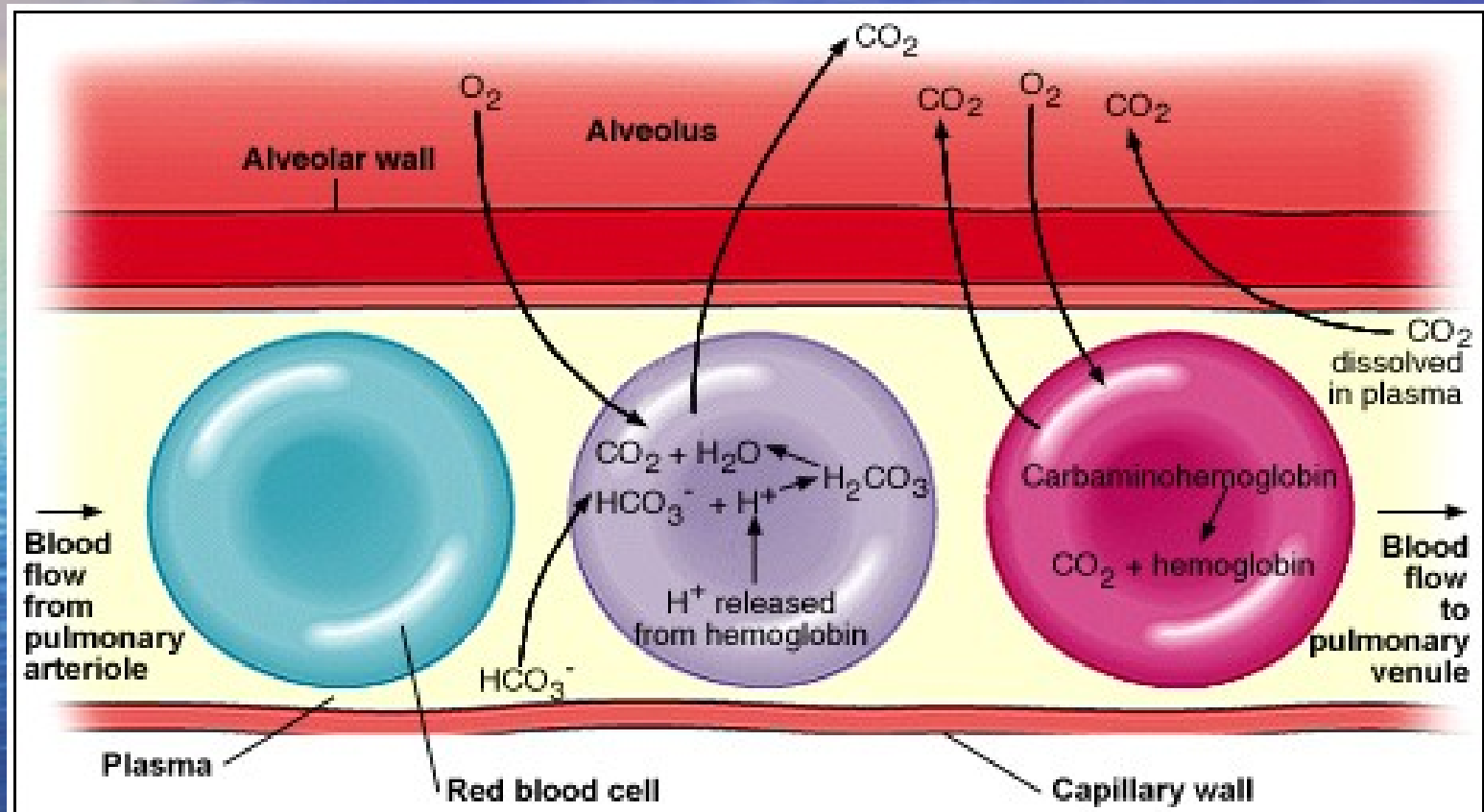
# Обмін газів у легенях





Транспорт  $CO_2$  кров'ю

# Газообмін у легенях



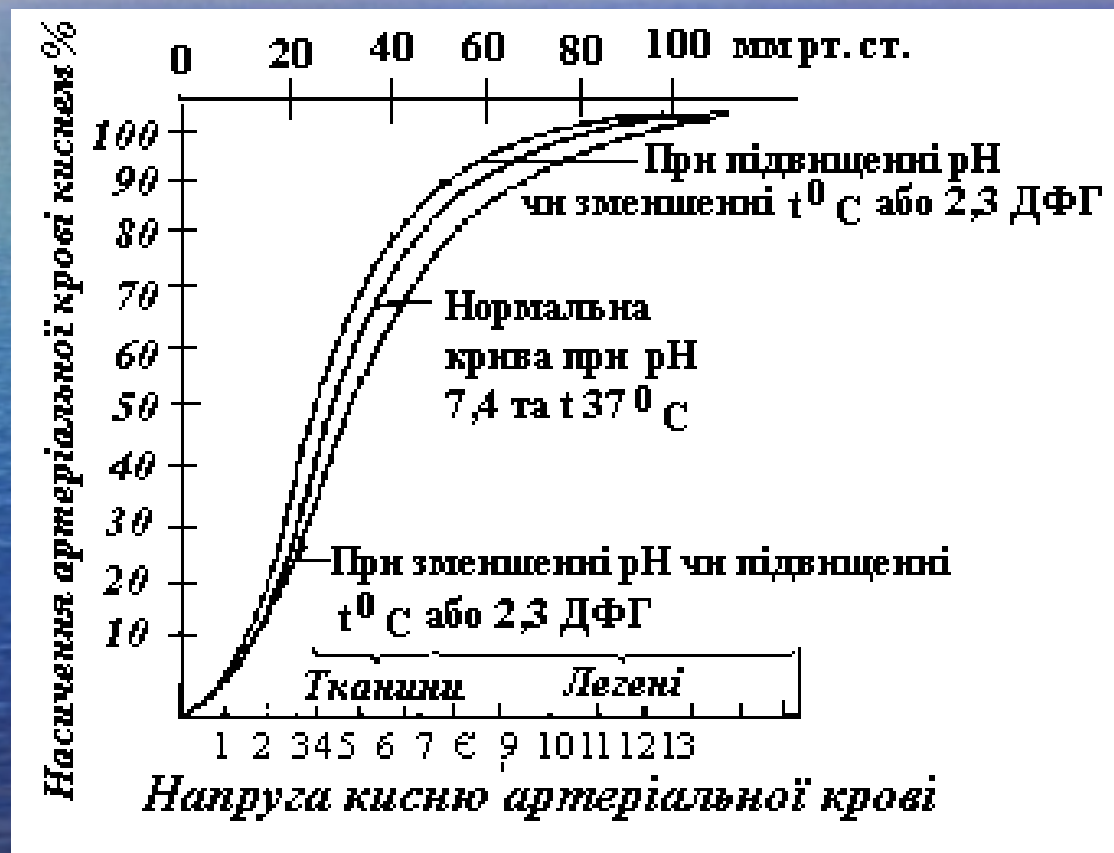
# Дифузійна здатність легень

- Кількість газу, яка проходить через легеневу мембрану за 1 хв при градієнті тиску 1 мм рт. ст.
- Для кисню цей показник складає 25–30 мл/хв мм рт. ст.
- Ефективність газообміну у легенях залежить від швидкості кровотоку. Еритроцит проходить по капіляру за 0,6-1 с.

# Особливості транспортування кисню в крові

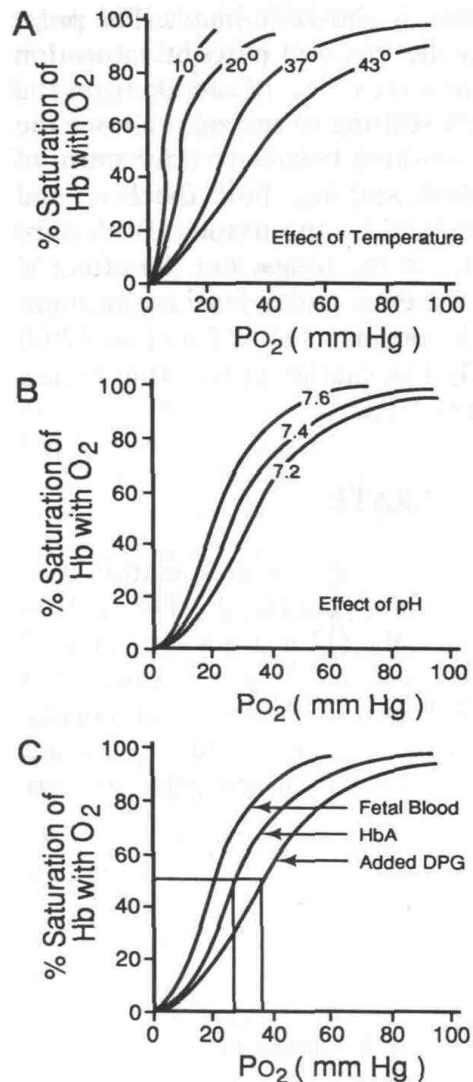
- Кисень, що надходить у кров, спочатку розчиняється у плазмі крові.
- Кисень, що розчинився у плазмі крові, за градієнтом концентрації проходить через мембрану еритроцита і утворює оксигемоглобін ( $\text{HbO}_2$ ). Оксигемоглобін – нестійка сполука і легко розкладається. Пряма реакція називається оксигенацією, а зворотний процес – дезоксигенацією гемоглобіну.
- Кожна молекула  $\text{Hb}$  може приєднати 4 молекули  $\text{O}_2$ , що у перерахунку на 1 г  $\text{Hb}$  означає 1,34 мл  $\text{O}_2$ . Знаючи кількість гемоглобіну в крові, можна визначити **кисневу ємкість крові (КЄК)**:  $\text{КЄК} = \text{Hb} \cdot 1,34$ .
- Враховуючи те, що 100 мл крові містять тільки 0,3 мл розчиненого  $\text{O}_2$ , можна уявити, що основний об'єм кисню транспортується у стані хімічного зв'язку з гемоглобіном. Розчинність газу в рідині залежить від температури, складу рідини, тиску газу і його природи.

# Крива дисоціації оксигемоглобіну



# Фактори, які впливають на криву дисоціації

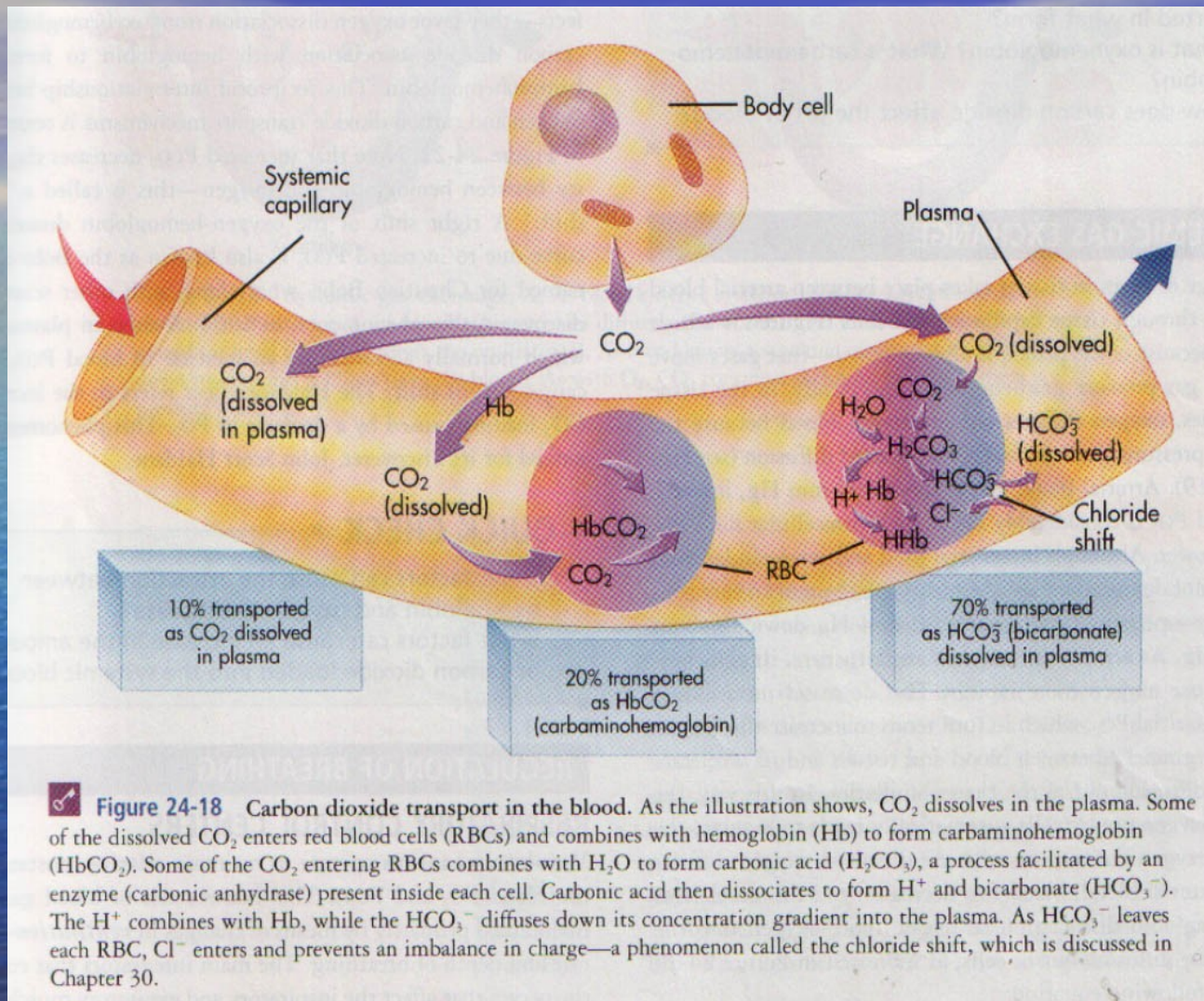
- температура,
- рН,
- $\text{PCO}_2$ ,
- концентрація в еритроциті 2,3-ДФГ.
- При зниженні рН крива зміщується вправо, що свідчить про зменшення спорідненості НЬ до  $\text{O}_2$ . При підвищенні рН збільшується спорідненість НЬ до  $\text{O}_2$  і крива зміщується вліво.
- Утворення великої кількості  $\text{CO}_2$  в тканинах сприяє збільшенню віддачі кисню за рахунок зниження спорідненості НЬ до нього. При виділенні  $\text{CO}_2$  у легенях зменшується рН крові і поліпшується оксигенація.  $\text{CO}_2$  також впливає на дисоціацію  $\text{HbO}_2$ .
- При зниженні температури віддача  $\text{O}_2$  оксигемоглобіном сповільнюється, а при її збільшенні прискорюється цей процес.
- Зміщенню кривої вправо сприяє також збільшення вмісту в еритроцитах 2,3-ДФГ.

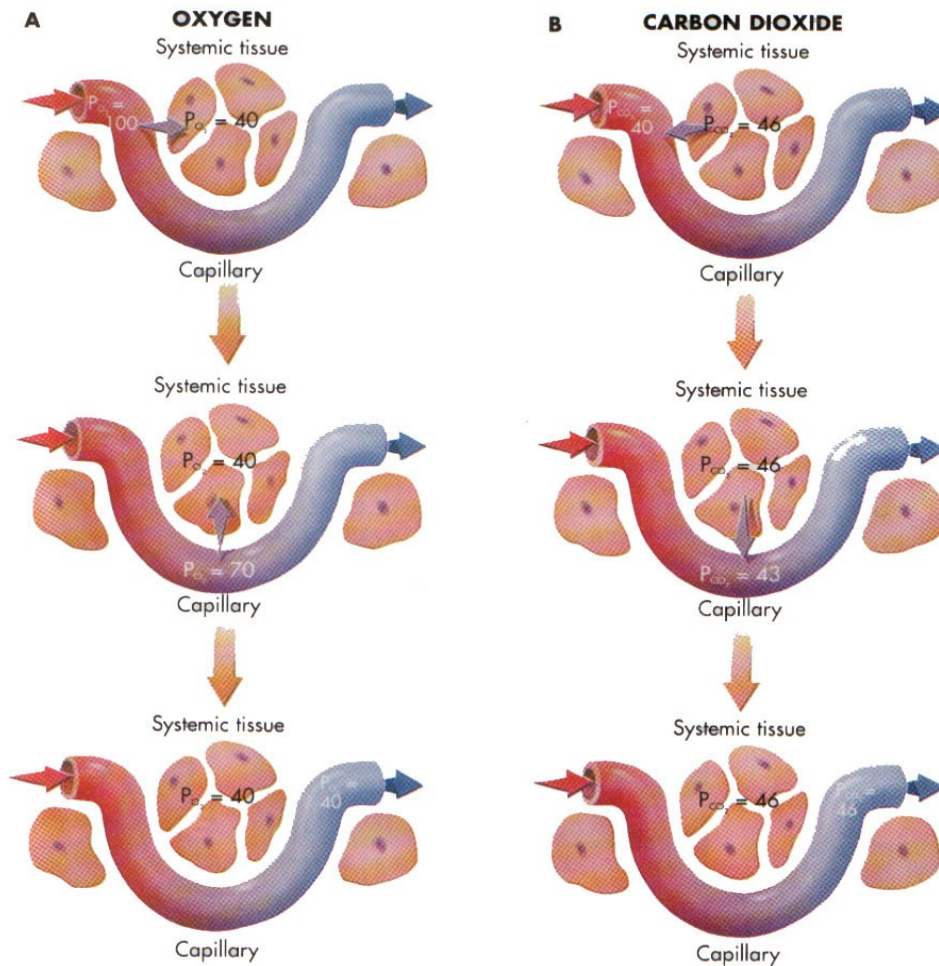


**FIG. 2.** Variations in the Hb- $O_2$  dissociation curve. **A:** Effect of changes in blood temperature; **B:** Effect of changes in blood pH; **C:** The dissociation curve of fetal blood (but not pure HbF) is to the left of adult blood containing HbA; addition of 2,3-DPG shifts curve of blood with HbA to the right and increases  $P_{50}$  (decreases affinity of  $O_2$  for Hb and facilitates unloading of  $O_2$  in tissues). (Adapted from ref. 2.)

# Особливості транспорту вуглекислоти

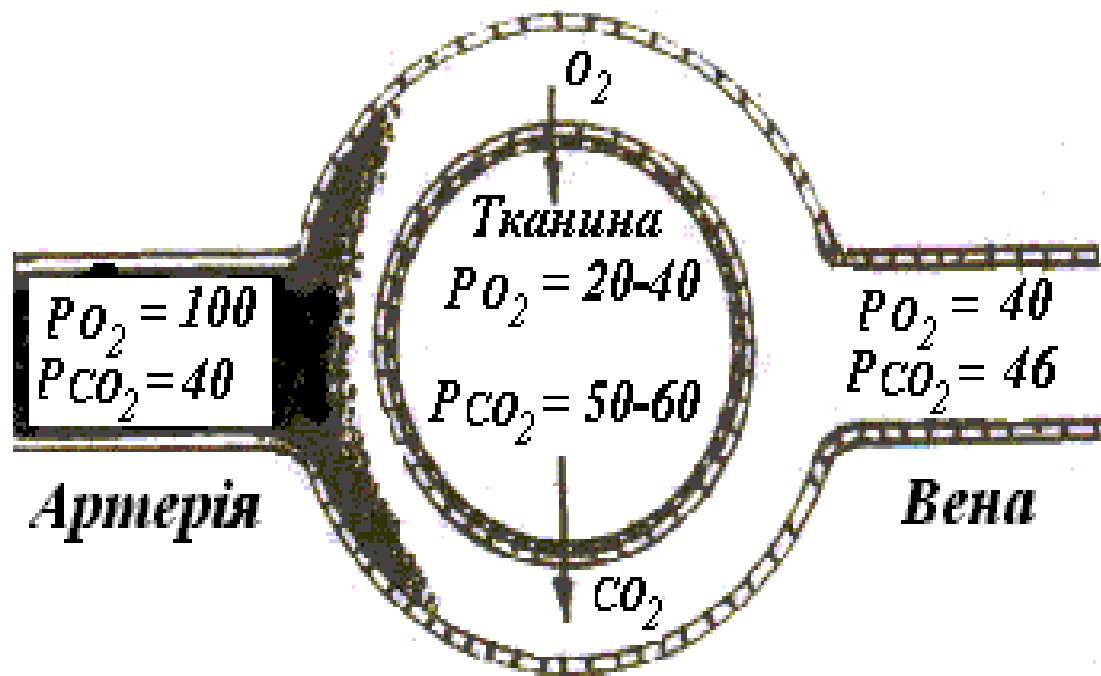
- 1) вугільна кислота ( $\text{H}_2\text{CO}_3$ ) – переноситься 7 %  $\text{CO}_2$ ;
- 2) бікарбонатний іон ( $\text{HCO}_3^-$ ) – переноситься 70 %  $\text{CO}_2$ ;
- 3) карбогемоглобін ( $\text{HHbCO}_2$ ) – переноситься 23 %  $\text{CO}_2$ .

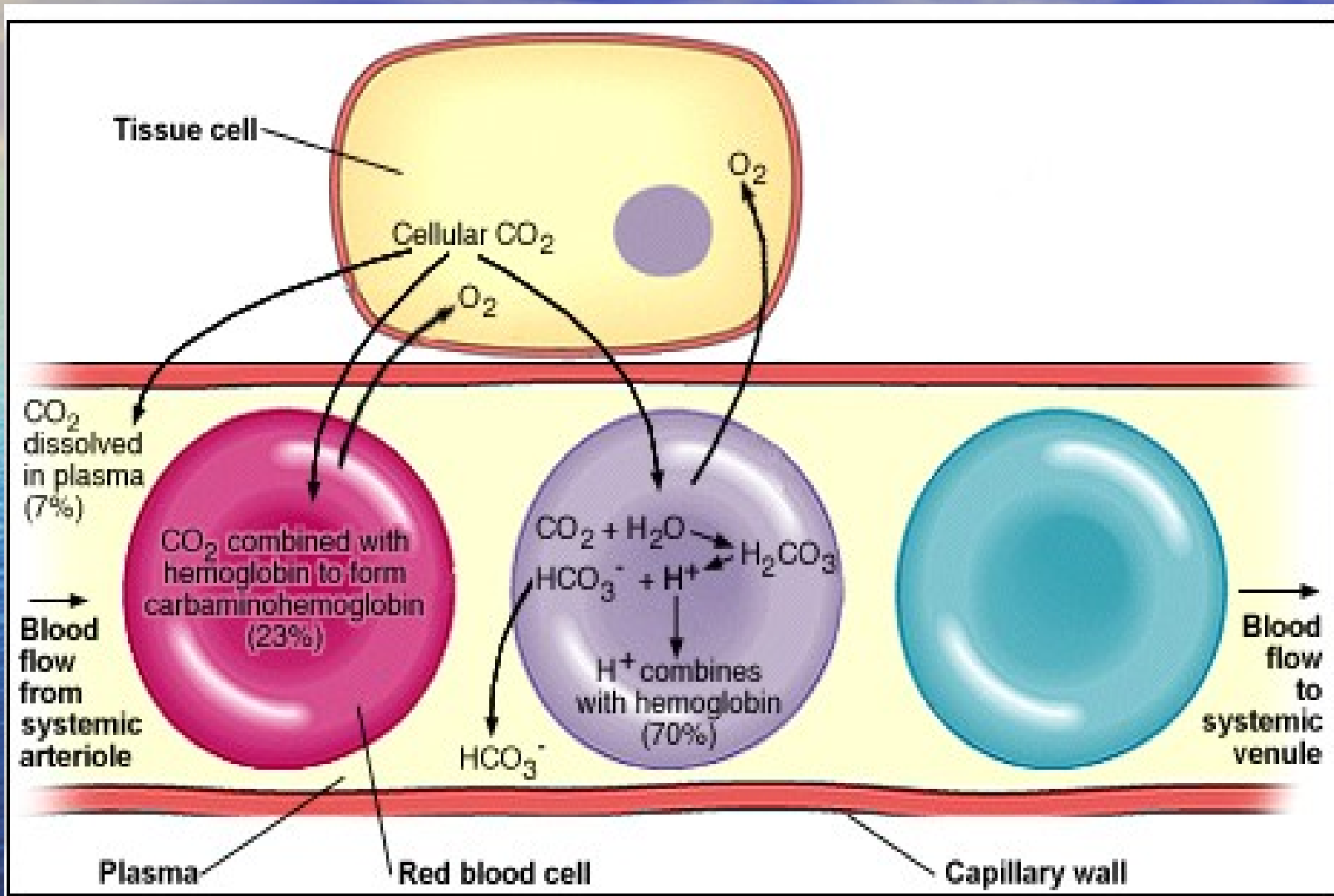


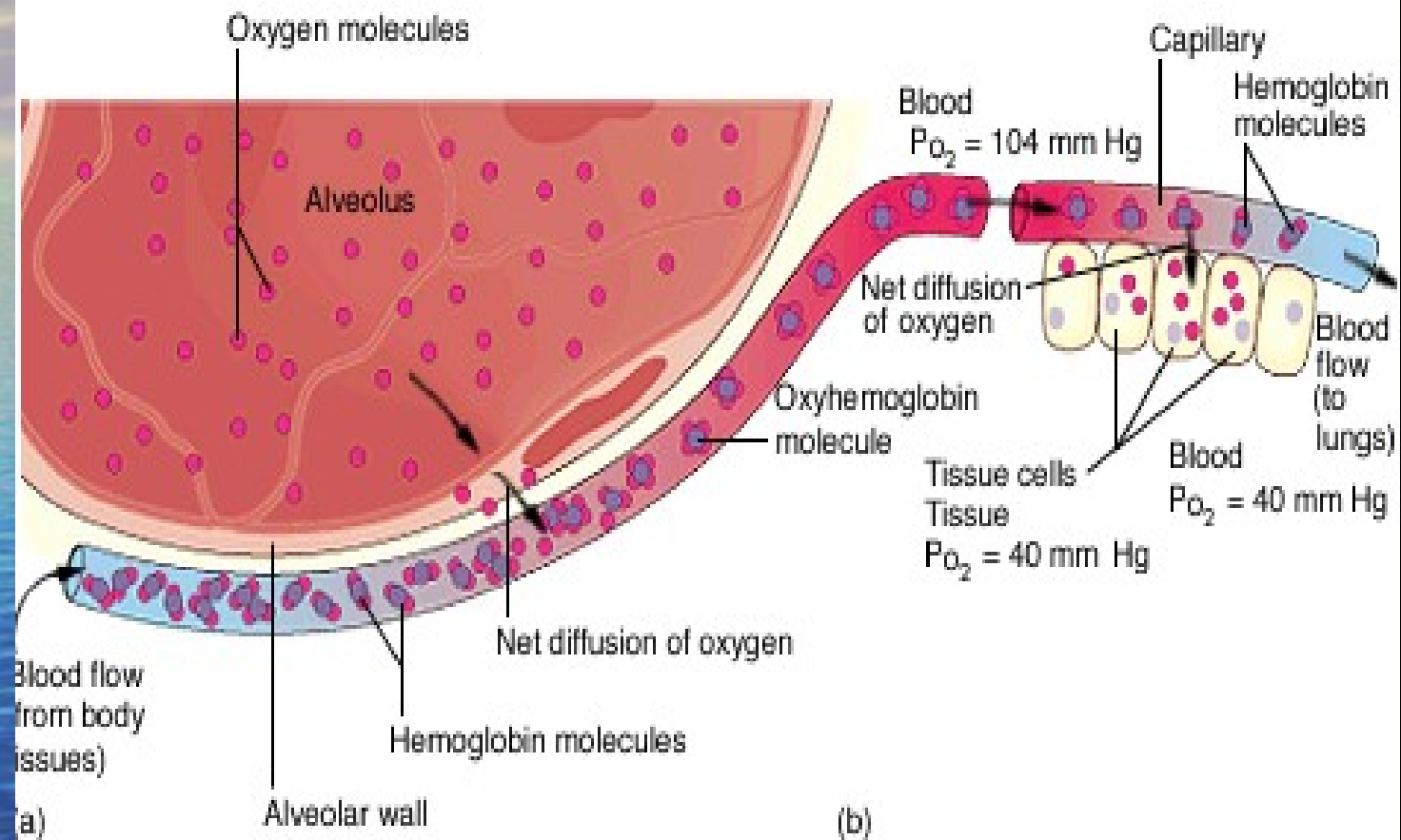


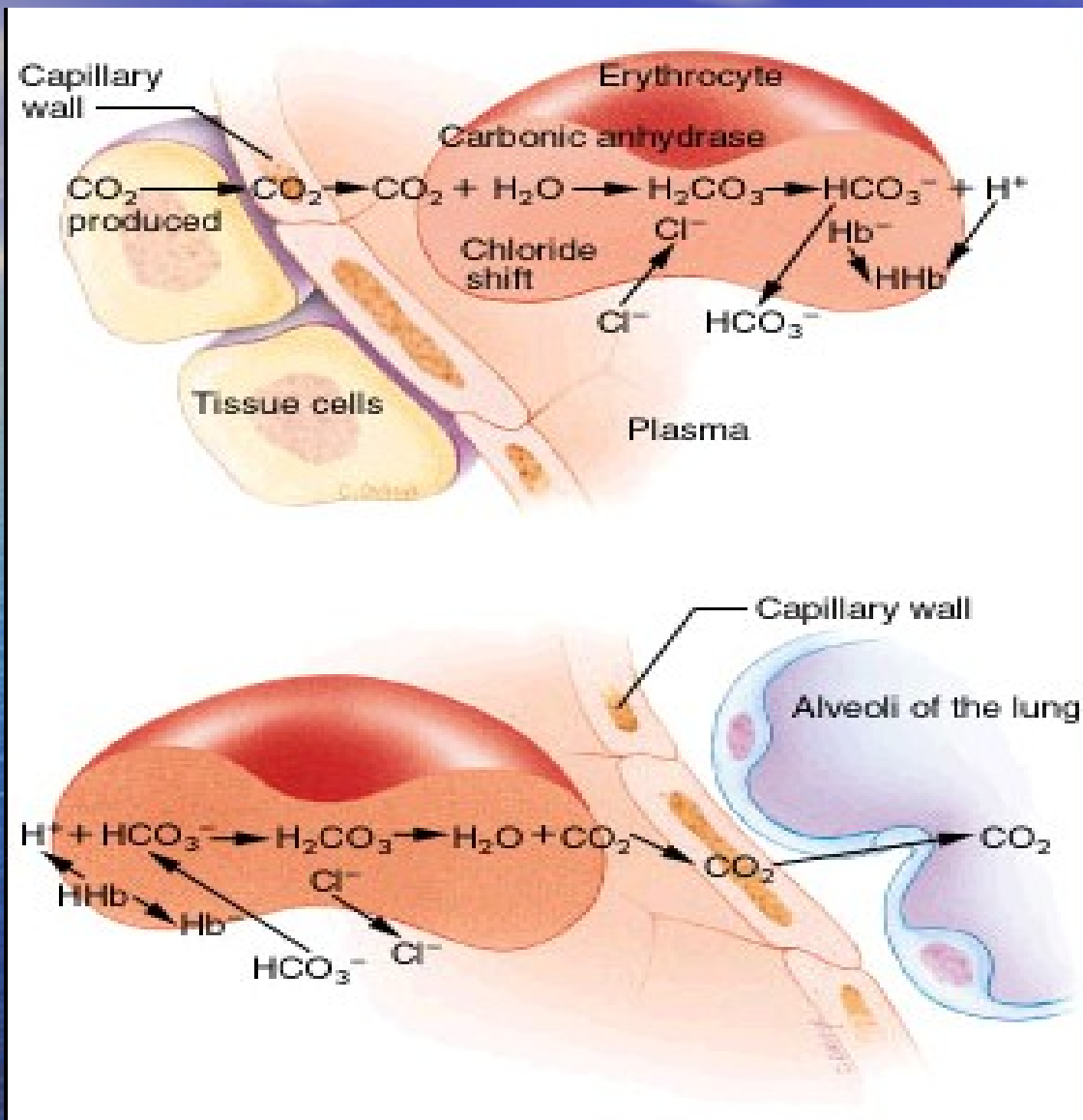
**Figure 24-19** Systemic gas exchange. **A**, As blood enters a systemic capillary,  $O_2$  diffuses down its pressure gradient (out of the blood).  $O_2$  continues diffusing out of the blood until equilibration has occurred (or until the blood leaves the capillary). **B**, As blood enters a systemic capillary,  $CO_2$  diffuses down its pressure gradient (into the blood). As with  $O_2$ ,  $CO_2$  continues diffusing as long as there is a pressure gradient.

# Обмін газів у тканинах





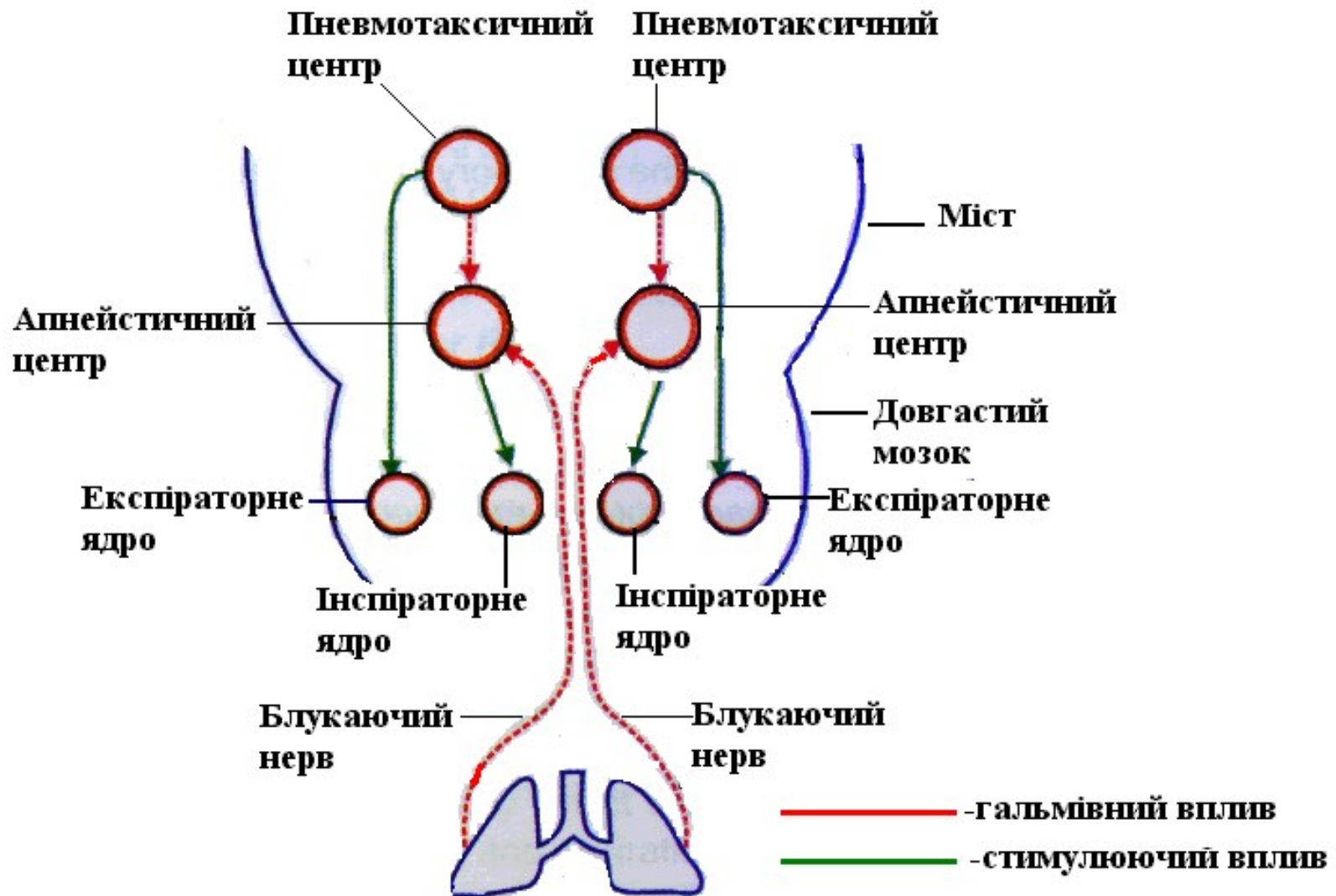




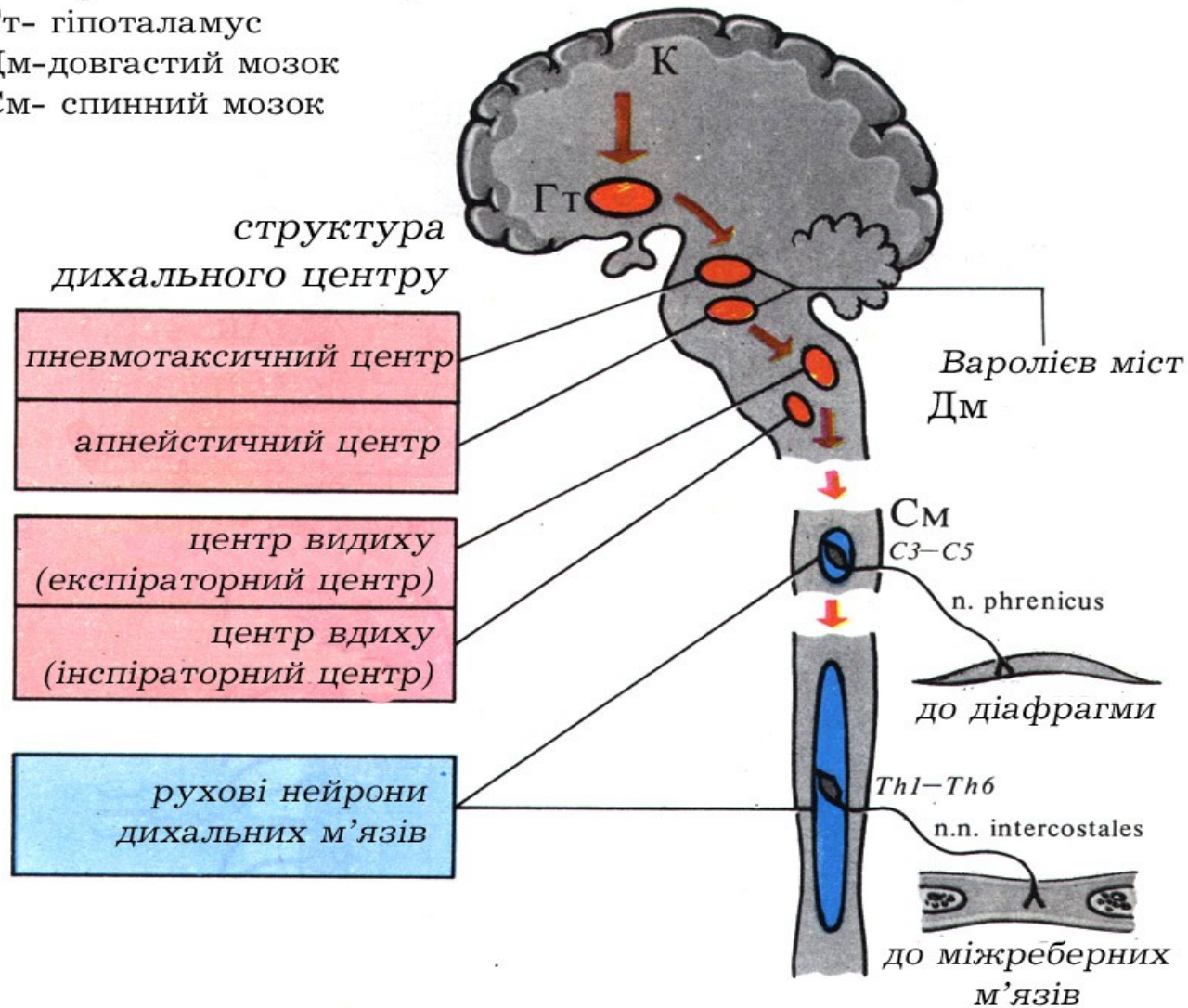
# ДИХАЛЬНІ НЕЙРОНИ

1. Ранні інспіраторні нейрони (імпульсація швидко наростає і повільно знижується під час вдиху).
2. Пізні інспіраторні нейрони (активуються у кінці вдиху).
3. Повні інспіраторні нейрони (повільно активуються під час вдиху).
4. Бульбоспінальні інспіраторні нейрони (активуються під час вдиху і активність поступово знижується у постінспірації)
5. Постінспіраторні нейрони (імпульсація в них наростає після вдиху).
6. Пізні експіраторні нейрони (активуються під час видиху).

# ДИХАЛЬНИЙ ЦЕНТР І ЙОГО РОЛЬ В РЕГУЛЯЦІЇ ДИХАННЯ



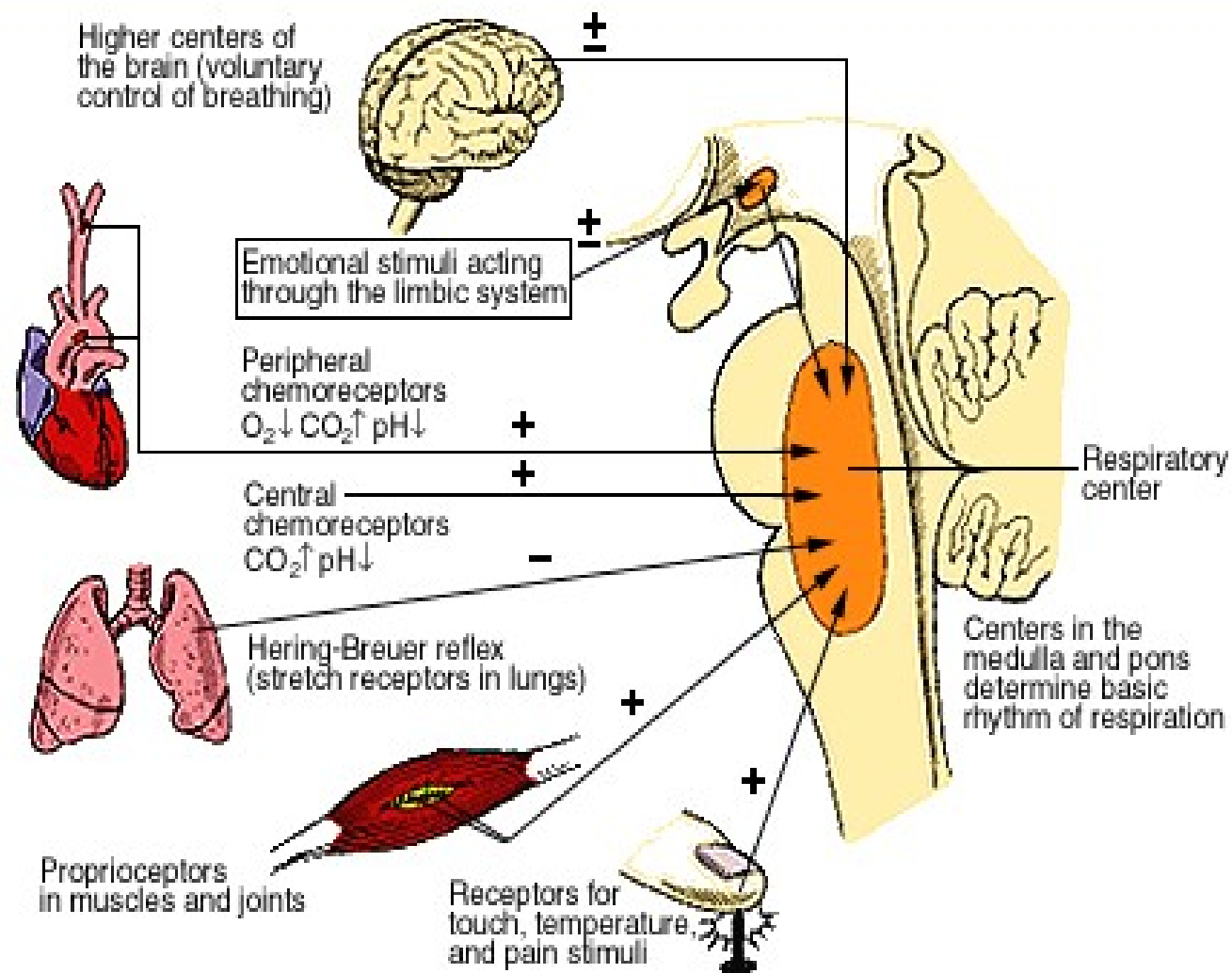
К- кора головного мозку  
Гт- гіпоталамус  
Дм- довгастий мозок  
См- спинний мозок



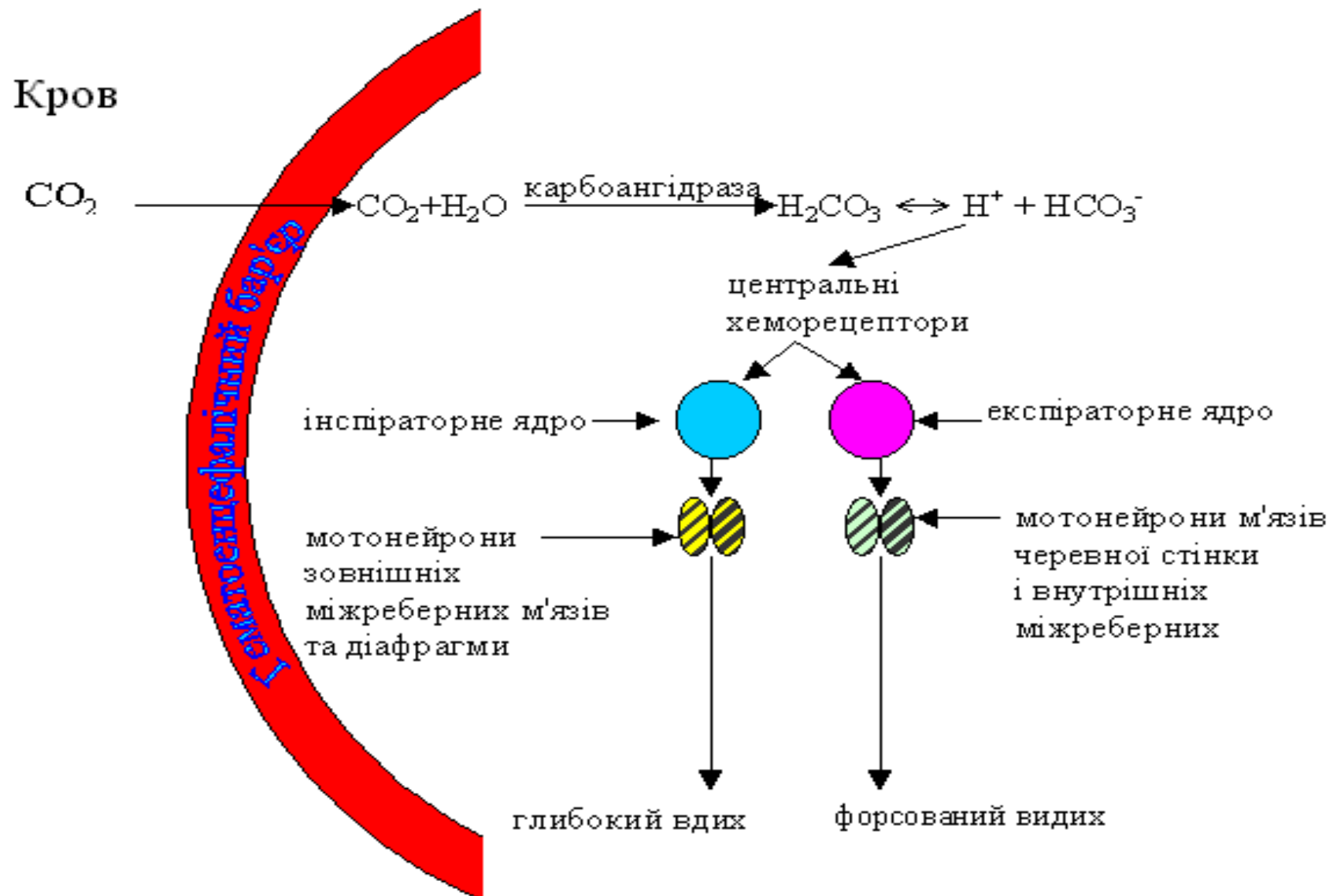
дихальний центр (його компоненти) і еферентні нерви

# **Рецептори, які приймають участь у регуляції дихання**

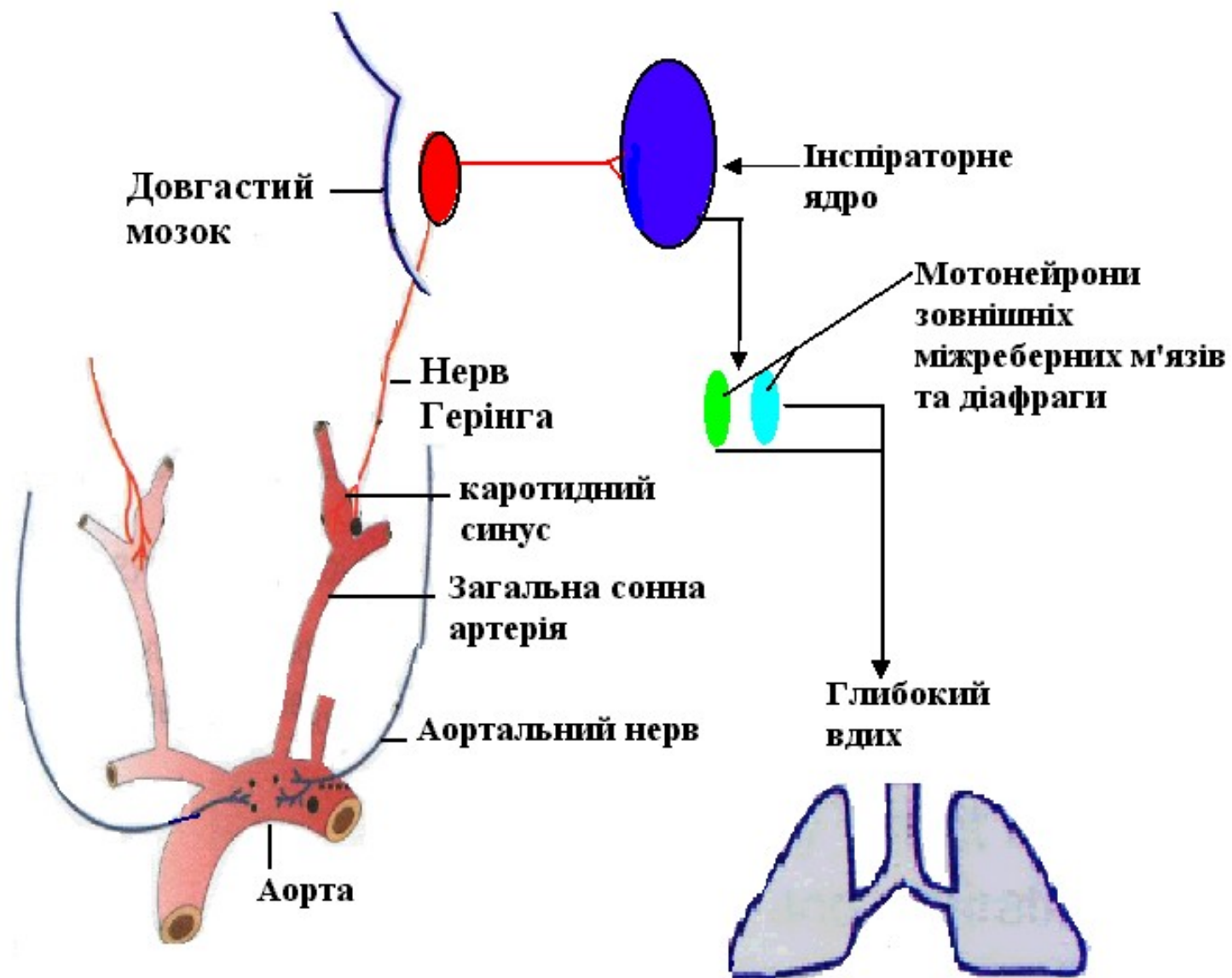
- 1. Хеморецептори: а) центральні; б) периферичні.**
- 2. Механорецептори верхніх і нижніх дихальних шляхів.**
- 3. J-рецептори.**
- 4. Іритантні рецептори.**
- 5. Рецептори плеври.**
- 6. Пропріорецептори дихальних м'язів.**

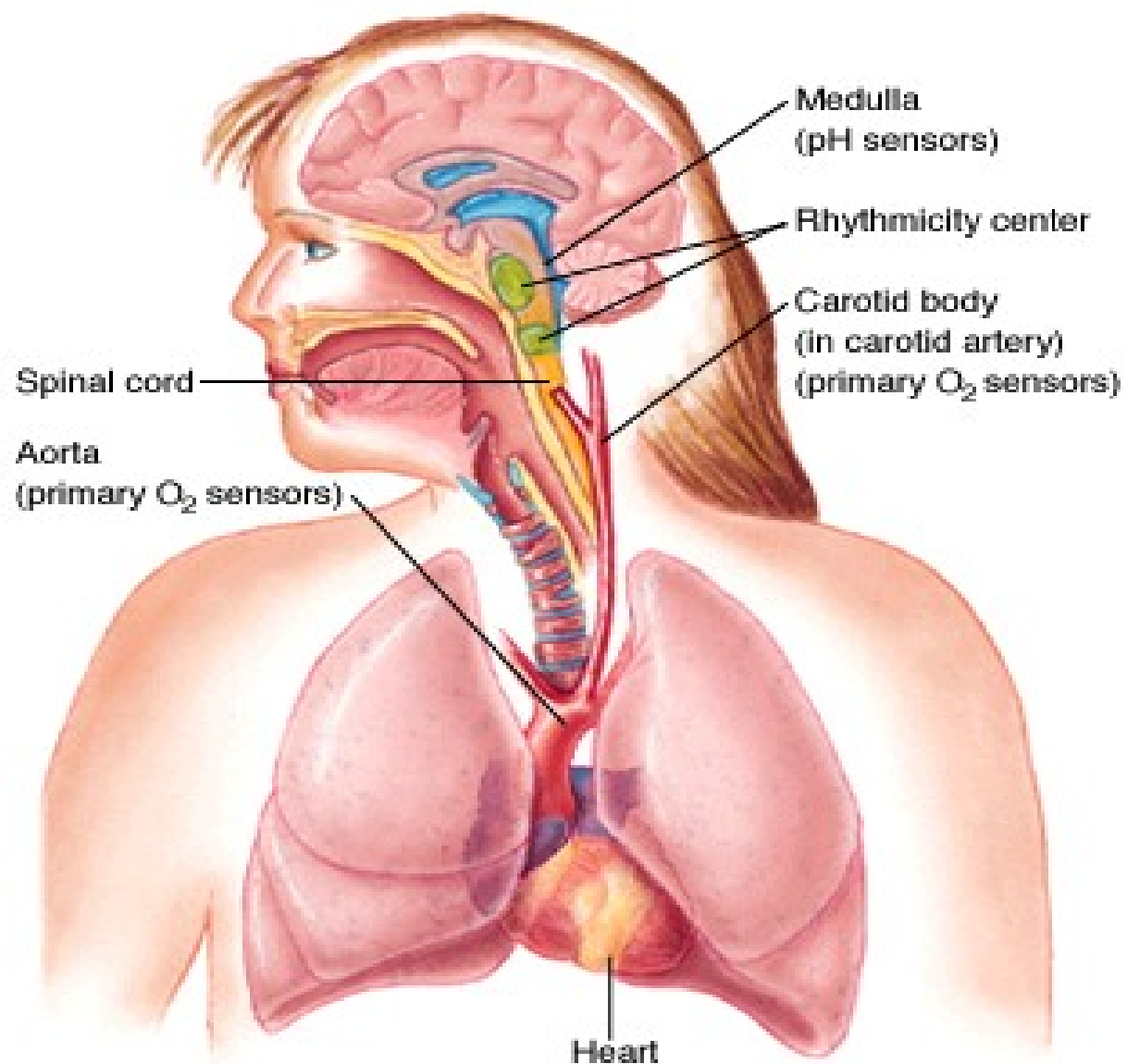


# РОЛЬ ЦЕНТРАЛЬНИХ ХЕМОРЕЦЕПТОРІВ У РЕГУЛЯЦІЇ ДИХАННЯ

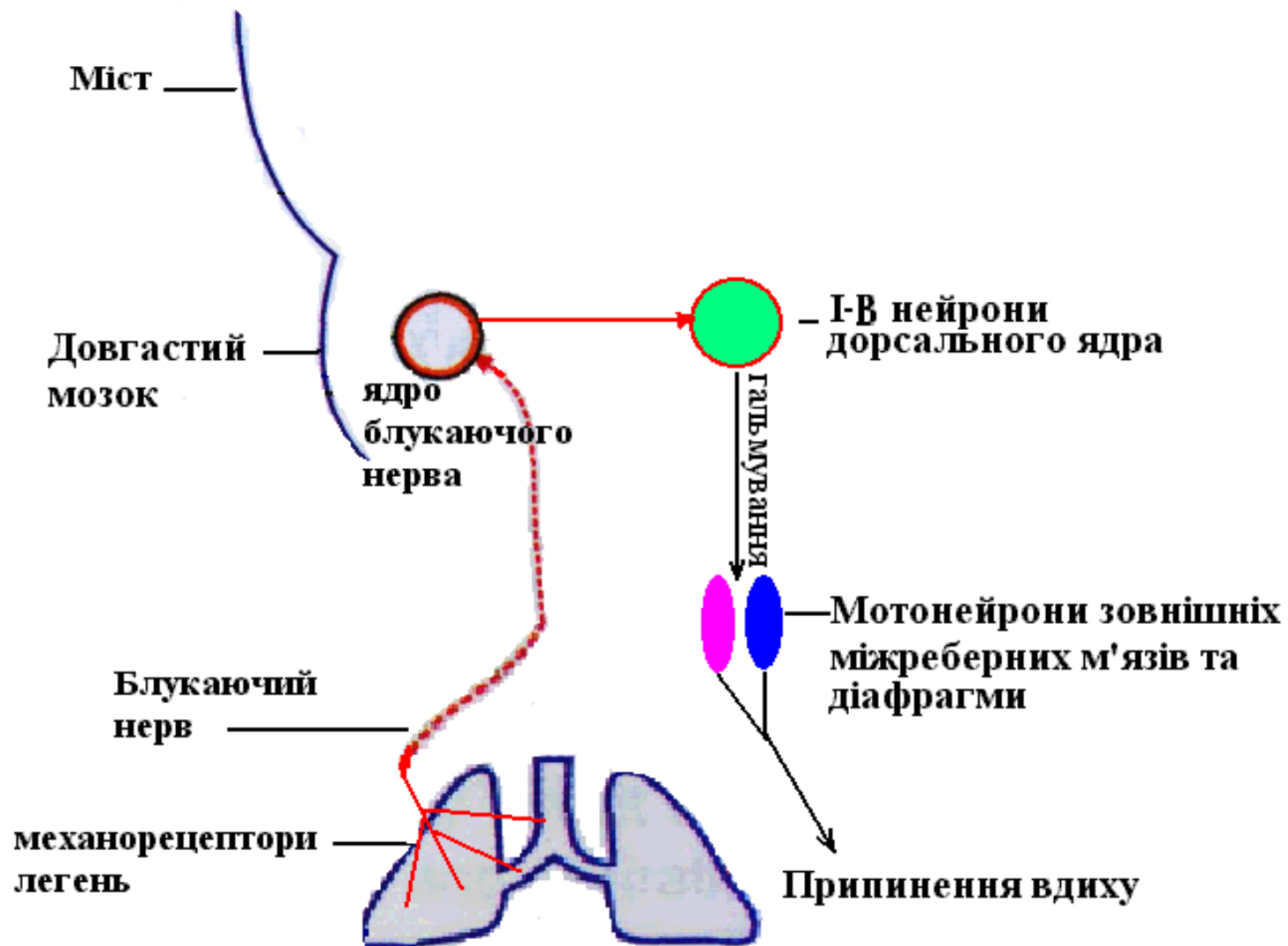


# РОЛЬ ХЕМОРЕЦЕПТОРІВ У РЕГУЛЯЦІЇ ДИХАННЯ

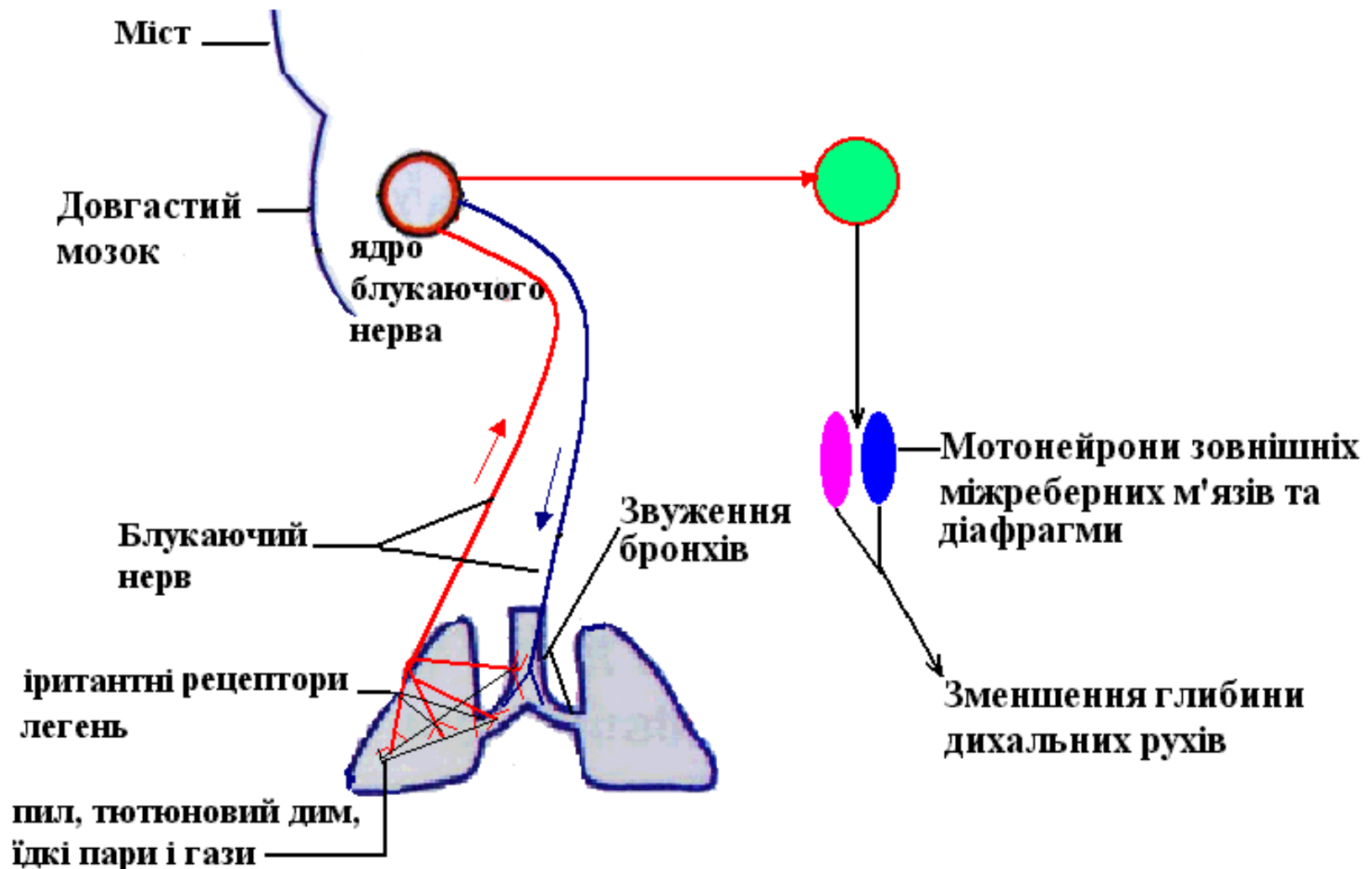




# РЕФЛЕКС ГЕРІНГА-БРЕЙЄРА



# РОЛЬ ІРИТАНТНИХ РЕЦЕПТОРІВ У РЕГУЛЯЦІЇ ДИХАННЯ





ДЯКУЮ ЗА УВАГУ!