



Régulation de la ventilation

Plan :

I. Introduction

II. Les centres respiratoires

A. Centres Bulbo-protubérentiel

- 1. Centres respiratoires Bulbaires
 - GRD
 - GRV

- 2. Protubérance
 - Centre pneumotaxique
 - Centre apneustique

B. Centres Supra- protubérentiel

I. Régulation nerveuse

II. Régulation métabolique

I. Introduction

Comme tous systèmes physiologique de l'organisme, l'appareil respiratoire est doté d'un système de contrôle qui permet d'adapter la respiration aux besoins métabolique de l'organisme.

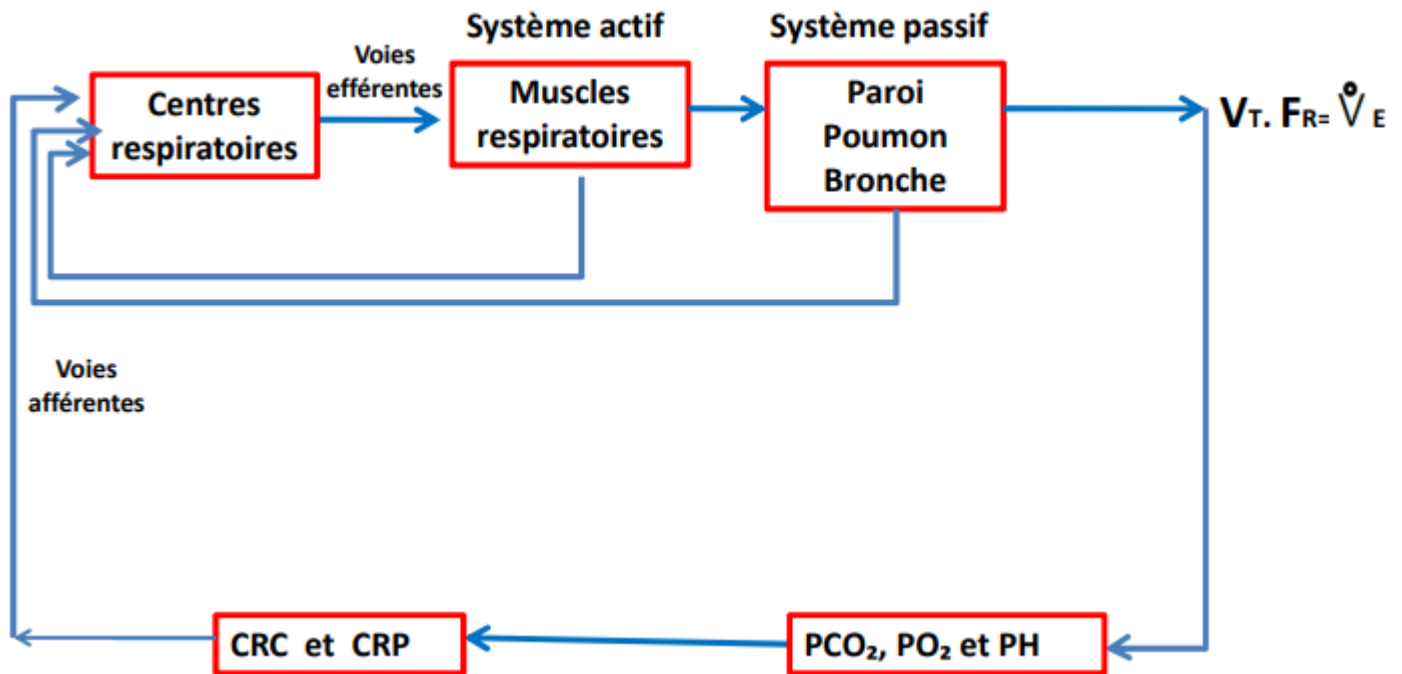
C'est l'étape de la ventilation qui peut être contrôlée par des informations provenant des récepteurs périphériques et centraux par l'intermédiaire des nerfs afférents jusqu'aux centres respiratoires .

La ventilation est un phénomène automatique, rythmique et permanent.

But:

- maintenir les valeurs de la PaO_2 , $PaCO_2$ et PH constantes afin de couvrir les activités métaboliques de base de l'organisme.
- S'adapter
 - Dans certains circonstances (exercice musculaire, fièvre...).
 - Lors des modifications de la pression partielle de l'air ambiant (altitude, plongée...).
 - Lors des différentes activités de relation (parler, chanter, rire...)
- Déclenchée dans le tronc cérébral (centres respiratoires)
- Modulée par :
 - Mécanismes conscients (SNC).
 - Régulation neuro-végétative (thalamus et tronc cérébrale).

Boucles de régulation



II. Les centres respiratoires

A. Centre bulbo-protubérantielle

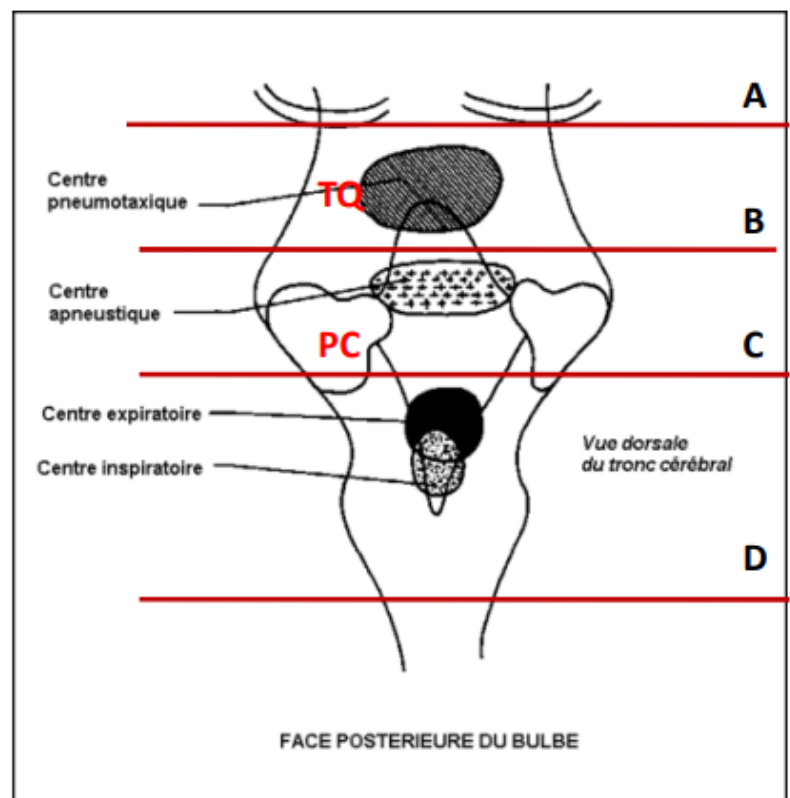
❖ Mise en évidence

- Expérience de section étagée depuis l'écorce cérébrale jusqu'à la moelle épinière
- Enregistrement électrique des nerfs moteurs respiratoires (phrénique ou intercostaux)

TQ : tubercules quadrijumeaux inférieure

PC : pédoncules cérébelleux moyen

- Section du tronc cérébrale au dessus des TQ (section A) ou au dessous des PC (section C) ➡ persistance des mouvements respiratoires ventilatoires spontanés.



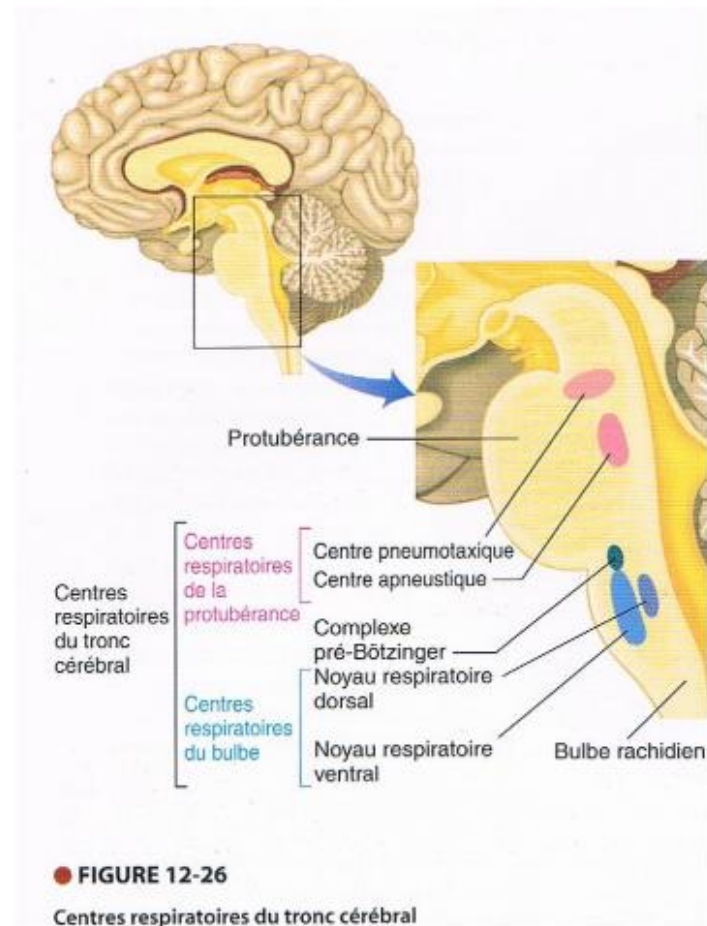
- Section à la base du tronc cérébrale (section D) ➡ abolition de tout rythme ventilatoire.
- Section A: respiration conservée.
- Section B: respiration ralentie.
- Section C: respiration irrégulière.
- Section D: arrêt respiratoire.

Les centres respiratoires siège de cette activité automatique spontanée sont localisés au niveau du bulbe rachidien.

1. Centres respiratoires bulbaires

➤ GRD (groupe respiratoire dorsal)

- Intégration des informations Périphériques (chémorécepteurs et mécanorécepteurs bronchiques) via IX et X
- Efférences vers le diaphragme (nerfs Phrénique) et GRV
- Neurone inspiratoire.
- Responsable du rythme ventilatoire de base
 - ✓ stimulation: inspiration
 - ✓ absence de stimulation: expiration (passive)
- Actuellement on pense que se rythme est généré dans un réseau de neurones (activité pacemaker) situés près de l'extrémité supérieure du centre respiratoire bulbaire c'est le **complexe pré-Bötzinger** on agissant sur le GRD par des afférences synaptiques



● FIGURE 12-26

Centres respiratoires du tronc cérébral

➤ GRV (groupe respiratoire ventral)

- Neurones inspiratoires et expiratoires
- Afférences vers le nerfs des muscles inspiratoires et expiratoires.
- Activation lors de l'augmentation de la ventilation (expiration forcée ou exercice).

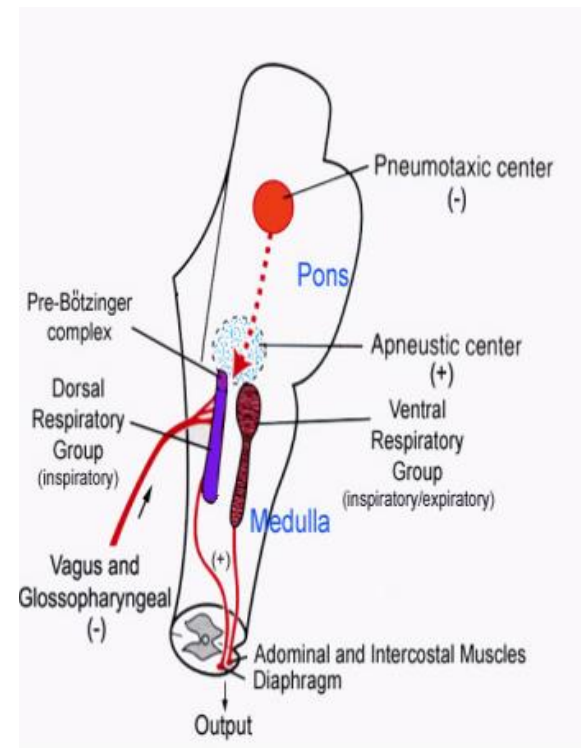
2. Protubérance (pont)

➤ Centre pneumotaxique :

- Simple amplificateur modulant la sensibilité bulbaire.
- Du temps inspiratoire → F_R (émotion, fièvre, douleur, exercice, parole)

➤ Centre apneustique :

- Règle le passage inspiration -expiration



B. Centres supra-protubérantiell

➤ Cortex:

- Contrôle volontaire.
- Ce centre supérieur entre en jeux essentiellement pour des activités ou la respiration constitue un support (crier, parler rire...).

➤ Contrôle diencephalique:

- Module l'activité du centre bulboprotubérantiell
- Sa stimulation entraîne hyperventilatoire (renforcement la réponse ventilatoire à l'hypoxie).

III. Régulation nerveuse

Centrale

- Ce sont les modifications volontaires de la ventilation (hyperventilation, apnée volontaire, hyperventilation émotive).

Périphérique ou reflexe

➤ Contrôle vagal de la ventilation:

- Stimuli spécifiques → récepteurs broncho-pulmonaire → nerf vague(X) → centres respiratoires.

- On distingue:

✓ Récepteurs de l'irritation

- Stimulation(muqueuse des voies aérienne) → reflex de défense(fumée de cigarette, gaz toxique...) → éternuement(fosses nasales)
→ toux avec broncho-constriction(muqueuse bronchique)

✓ Mécanorécepteurs : << Stretch récepteur >>

- Inflation pulmonaire → inhibition inspiration → favorise expiration (reflexe d'Hering Breuer) empêchant la distension excessive du poumon.

✓ Récepteurs alvéolaires (J de paintal) :

- (œdème, hyperpression veineuse, gaz irritant, médicament de l'inflammation, substances allergiques histamine...) → F cardq et constriction bronchique.

➤ Contrôle spinale : Contrôle proprioceptif

- La moelle épinière constitue le centre d'intégration des informations provenant des centres supérieurs et des informations sensitives provenant des différents structures (récepteurs articulaires de la cage thoracique, fuseau neuromusculaire, organe récepteur tendineux de golgi)

IV. Régulation métabolique

Maintenir l'homéostasie dans diverses situations physiologiques



Intervention des mécanismes de régulation



Stabiliser les concentrations : O₂, CO₂ , ions H⁺ (dans tous les liquides du corps)



Pa O₂, PaCO₂ , PH demeurent constants

➤ Des influx afférents issues des:

• Chémorécepteurs périphériques → sensibles : PaO₂, PaCO₂ , PH artériel.

• Chémorécepteurs centraux → sensibles : ions H⁺ du liquide interstitiel cérébral(LCR).



→ Centres respiratoires

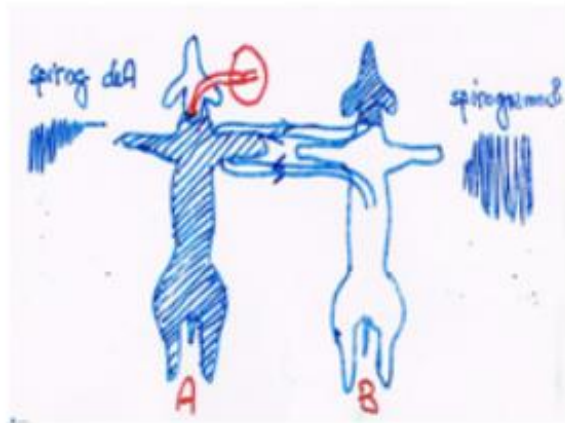
Mise en évidence

Expérience de circulation croisée de FREDERICQ 1890

- La tête du chien B est irriguée par le sang asphyxié du chien A en respiration à circuit fermé.

- Résultat:

- Chien B se met à hyperventiler.
- Chien A installe une hypoventilation.



Expérience de circulation croisée

- les centres respiratoires sont sensibles à la composition du sang qui les irrigues.

Localisation des chémorécepteurs périphériques.

➤ Les corpuscules carotidiens sont situés à la bifurcation de la carotide.

➤ Les chémorécepteurs aortiques sont situés dans la crosse de l'aorte.

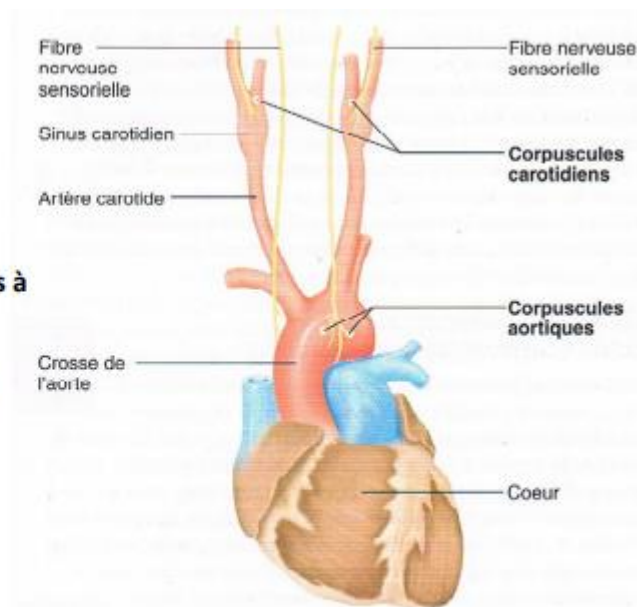


Fig12-27 localisation des chémorécepteurs périphériques (Physiologie humaine SHERWOOD 2^{ème} édition)

1. Contrôle de la ventilation par l'O₂

➤ Séquences des phénomènes:

- $PiO_2 \rightarrow PAO_2 \rightarrow PaO_2 \rightarrow \dot{V}_E$
 ↓
 décharge des CRP
 normalisation de la PAO_2 et PaO_2 .

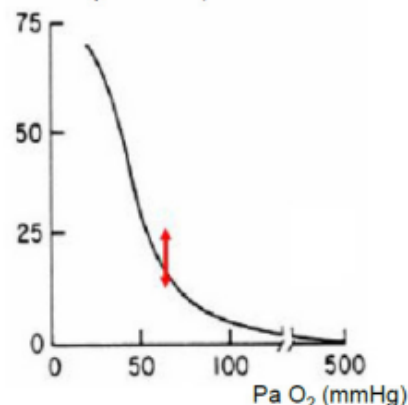
- Réponse à l'hypoxie : rapide 4 à 10s

- PaO_2 au dessous de 40 à 60 mm Hg

→ \dot{V}_E .

- C'est l'O₂ dissous et non combiné à l'Hb qui est responsable de cette régulation.

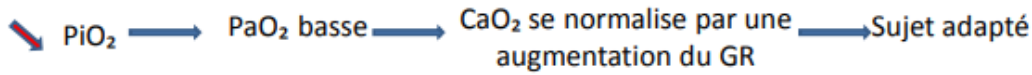
Réponse ventilatoire (% de la réponse max)



Réponse ventilatoire à l'hypoxie

➤ Quelques situations particulières

• Altitude:

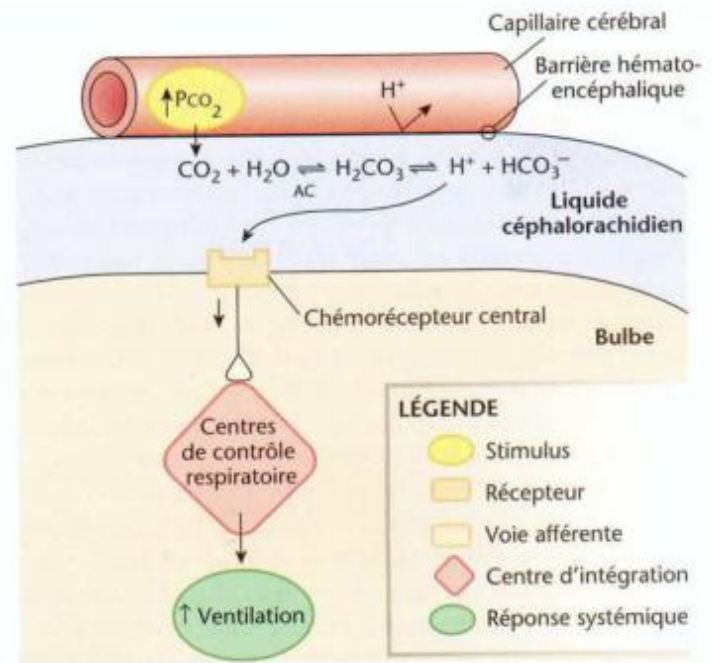


• Intoxication: CO

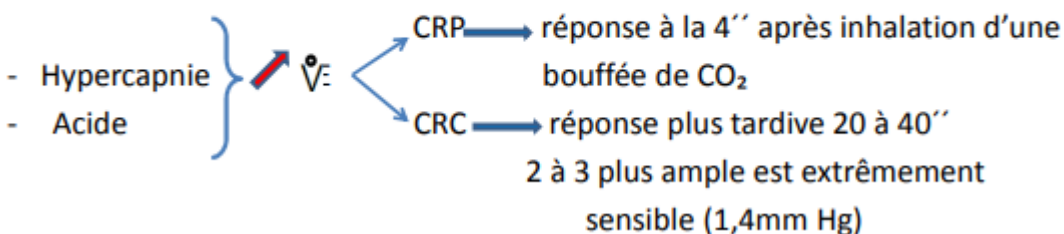
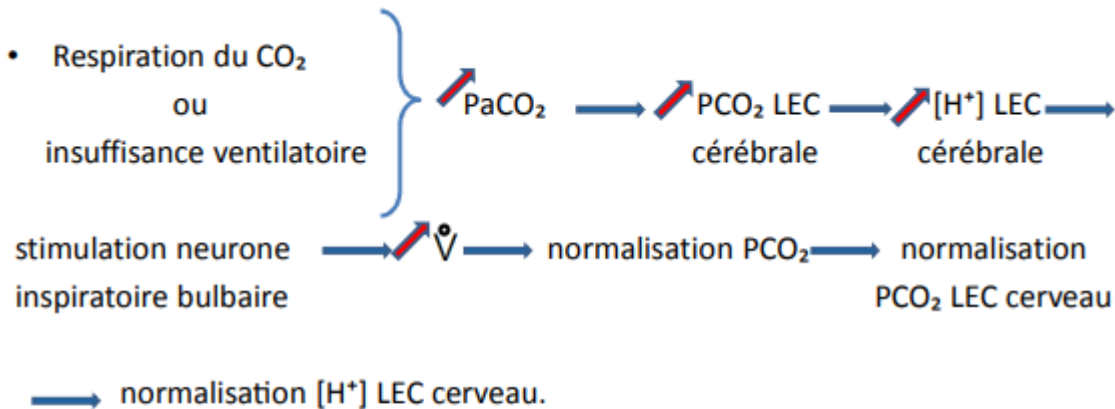
- Pas de compensation (pas d'hyperventilation) → quantité d'O₂ dissoute dans le sang reste normale (CO fixe l'Hb) conséquence pas de décharge de CRP

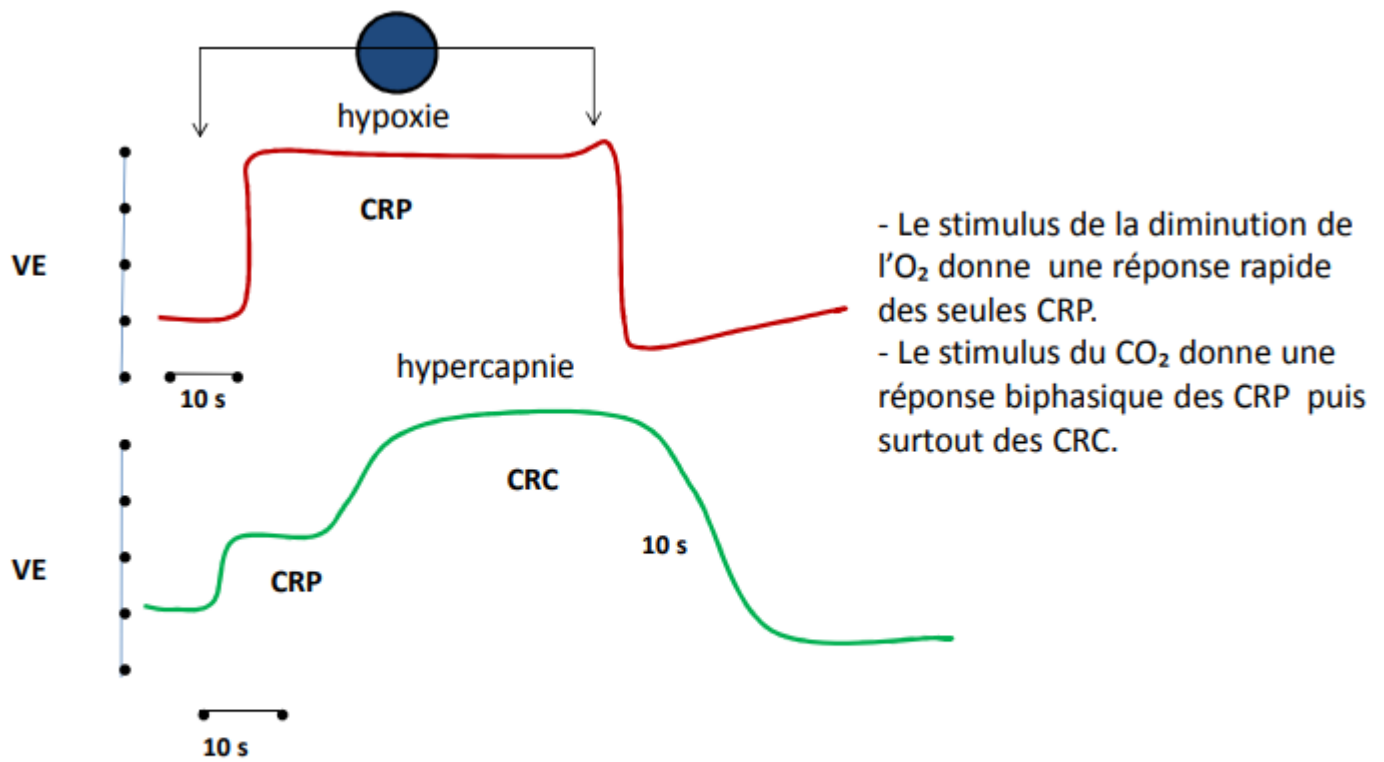
2. Contrôle de la ventilation par le CO₂

- La barrière hémato-encéphalique est relativement imperméable aux HCO_3^- et aux H^+ .
- Le CO₂ diffuse rapidement.
- PH du LCR = 7,32 du fait d'une moindre concentration des Pr^- d'où une capacité tampon plus faible.
- Les variations de PH du LCR sont plus importantes que celles du sang pour une variation de PCO₂.
- Le PH du LCR retourne à une valeur quasi normale plus rapidement que celles du sang, il joue un rôle plus important dans le niveau de la ventilation que la PCO₂ artérielle.



➤ Séquences des phénomènes





Réponse des CRP et CRC aux stimulus hypoxique et hypercapnique

QCM

01) Quel type de respiration peut 'on avoir lors d'une section au-dessous des pédoncules cérébelleux (section C) ?

- A. Respiration abolie. B. Respiration conservée.
C. Respiration ralentie. D. Respiration irrégulière.

02) Les chémorécepteurs centraux sont essentiellement stimulés dans quel type de situation parmi les situations suivantes ?

- A. Augmentation de la PaO₂ artérielle B Diminution de la PCO₂ artérielle
C Diminution de la PaO₂ artérielle. D. Augmentation de la PCO₂ artérielle

03) Au cours de l'exercice musculaire, quel facteur parmi les facteurs suivants qui joue un rôle important dans l'augmentation de la ventilation ?

- A. Augmentation de la température.
B. Abaissement de la PaO₂.
C. Déclenchement du réflexe à l'origine du récepteur tendineux de golgi.
D. Elévation de la PaCO₂.

04) La courbe de dissociation de l'oxyhémoglobine (CDO) est déplacée vers la droite dans quelle situation parmi les situations suivantes

- A. La température est abaissée B. Le taux de 2,3 DPG est abaissé
C. Le taux d'hémoglobine est augmenté D. La PCO₂ est abaissée
E. Il y a une acidose

05). Au cours du contrôle vagal de la ventilation, quel type de réponse est généré lors d'une inflation pulmonaire ?

- A. Réflexe de broncho-constriction. B. Réflexe de défense par éternuement.
C. Réflexe de J de Paintal. D. Réflexe de défense par la toux. E. Réflexes d'Hering Breuer.

Correction

Question	réponse	commentaire
1	B	
2	D	Les chémorécepteurs centraux sont sensibles aux niveaux de PCO ₂ et réagissent principalement à leur augmentation.
3	D	Une augmentation de la PaCO ₂ pendant l'exercice stimule la ventilation pour éliminer le CO ₂ supplémentaire
4	E	Une acidose, ainsi que d'autres facteurs comme l'augmentation de la température et de la PCO ₂ , déplace la CDO vers la droite
5	E	Ces réflexes limitent l'inflation excessive des poumons en provoquant une réponse ventrale qui ralentit la respiration