Regulation of Respiration

د. ضياء الصيرفي

كيف يتم تنظيم عملية التنفس ؟

- Breathing is a rhythmic motor act ✓

حركة مستمرة وفي الإنسان الطبيعي (12 - (18) أو 20) مرة/دقيقة

← أكثر من 18 ← تسمى (tachypnea)

← أقل من 12 ← تسمى (hypopnea or bradypnea.)

→ Apnea → stop breathing

→ ventoliactory control system → only precent in respiratory system.

- (autmat respiration) ← هذا بيشتغل وحنا نايمين
  - بالاعتماد على ↓
- (velontary respiratory system) → هنا قادرين نتحكم فيه من خلال مراكز التحكم في الدماغ موجودة في الـ cerebral cortex.

→ neural controle —بيطلع منه→ Brain stem "جذع الدماغ"

- medulla oblongata
- pones.

مع الموضح كيف يشتغل مرا

→ Respiration is regulated by **two mechanisms**

- **chemical control** (control عوامل بتعمل)
  - **pH** ← وهنا المقصود ال H^+.
  - PCO_2
  - PO_2
- **neural control.**
  ⇓ عن طريق
  - medullary oblongata
  - pons
  - respiratory reflexes

→ the nervous system normally adjust the rate of alveolar ventilation ?! to meet the demands of the body almost exactly.

⇒ **minute ventilation** = tidal volume × respiratory rate.

⇓

قدرش معدل الهواء الي انت بتتنفسه وبيصير اله تبادل خلال الدقيقة الواحدة

→ PCO_2 , PO_2 ⇒ restrictly controle

مهما مسيطر عليه

هنا (neural controle) → responsible for **automatic control**. مهم

→

⇒ **voluntary control** → (50 sec – 60 sec)

- الشخص بيكون قادر يكتم نفسه → (يعني زي مثلاً احنا في بعض الاحيان بنقدر نتحكم ونكتم نفسنا).

→ voluntary control of respiration is located in the cerebral cortex ويعديين ⟶ بيرسل neurons

⇓

through cortico spiral and corticobulbar ⟶ respiratory muscle

← هنا مشتغل في الوقت إلي أنا قاعدة أتحكم فيه بنفسي

← زيادة CO_2 أو (PH ← بتاع ال [illegible] cellular fluid)

← تبعث ال (cerebral cortex)

→ في الوضع الطبيعي بيكون موجود حوالين extra cellular fluid ← فلو زادت فيه نسبة ال H^+ يعني قلت ال PH عن ال normal range ← فيتم إرسال إشارة من ال medulla oblongata

→ to the effector → وهو (respiratory muscle)

⇓

(mainly diaphragm) + internal intercostal muscle + external intercostal muscle.

← فتحدث استجابة من هذه العضلات فمثلاً ال diaphragm ح ينزل لتحت . فيحدث ال inspiration

---

→ PCO_2 و PO_2 → موجودين في ال Serum normally.

← ولكن ارتفاع ال PCO_2 في ال blood يؤدي إلى دخول ال CO_2 من خلال ال blood brain barrier

→ هنا ما بيطلع غير CO_2 أو O_2 و H^+ ما بيطلعش.

⇐ فال CO_2 إلي متى يدخل بيروح يتفاعل مع H_2O وبيتحول ل H_2CO_3
وبعدين بتتحول ل H^+ + HCO_3^-

← هنا لما تزيد نسبته في ال brain
مباشرة بيتم إرسال الإشارات إلى حركتنا عضلات الـ
muscle ⟶ علشان تشتغل
وتتحرك

⇐ central chemoreceptors ⇐

are specialized cells located in the central nervous system, specifically in the medulla oblongata on the brainstem, they play a crucial role in regulating the body's respiratory system by monitoring the levels of Carbon dioxide (CO_2) and pH in cerebrospinal fluid (SCF).

⟹ in voluntary " automatic " control : ⟶ بتتحكم فيها
neurons موجودة
في ال pones + medulary oblongata.

← بترسل إشارات للـ respiratory muscle
and motor neurons. ⟶ through spinal on thoracic.
via reticulospinal tract
← وتحصل ال contraction

⟶ respiratory system has SA node (sinoatrial) node.
← بتكون موجودة في ال medulla oblongata وعندنا nodes تكون
(rhythmic) + (stimulus)

← أثناء النوم بيكون في (autmatic control)

→ voluntary control via cerebral cortex
← ممكن تعمل
hyperventilation or hypoventilation.

→ Respiratory reflexes → initiate stimulation.

موجودة في → ① Bronchial airway.
→ ② lung → فلما تاخذ نفس عميق وتتمدد ال lung إلى حد ما وصل إلى إنه في عنده (streched reseptor) → irretant receptor
تتمدد وتعمل blokage to recepters that present in the brain فتتوقف عملية ال inspiration.
→

في كمان (J-receptor) تكون حول ال lung capillaries
⇓
اختصارا (Juxtacapillary).
تتمدد ولما توصل لأعلى درجة تمدد بتروح وهي تعطي إشارة لل brain إنه خلاص وقف ال inspiration.

هذه غالباً تتأثر عند الأشخاص الي عندهم pulmonary edema. → تكون مليانة ← alveoli ماء بالتالي ما بكون في Gas exchange ول CO_2 removal.

سببها إنه ال heart ما عم يضخ failure. وبالتالي قوة ضخ القلب للدم ضعيفة فرح تتجمع السوائل في ال interstitial.
⇓
وهذا موجود في داخل ال alveoli

(Trachea) → 12 cm.

في حالة

→ ↑ PCO_2
↓ PO_2
↑ acidity
↓ PH

→ بيتم عمل Stimulation for chemoreceptor → chemoreceptors very sensitize for any change in O_2 tension or CO_2 tension or acidity.

→ بتروح ومن حرسلة signals لل pacemaker الي موجود في ال medulla oblongata → بتغير بعدها breathing

→ **chemoreceptor**

- central chemoreceptor
  - ↓ موجودة في ال Brainstem
  - ↓ resposible changes فقط لل في ال CO_2 نسبة
- peripheral chemoreceptor.
  - ↓ بتكون موجودة على ال carotid body. ⇒ located in the adventitia of the bifurcation of the commo carotid artery.
  - ↓ peripheral chemoreceptor
  - ↓ very sensitize for any changes of O_2. PH and CO_2.
  - ↓ ✓ responsible for hypoxia.

→ Function of respiratory regulation :-

① زي ضمان توفير كميات مناسبة من ال O_2 لل Brain.

↓

وهاي حاجات ثانية كثيرة.

→ other chemical receptor ⇒ chemical sensors.

⇓

to maintain PO_2

PCO_2

PH ✓

→ carbon monooxide poisoning →

hyperventilation ما بزيد ال ventilation يعني ما بيحصل

⇓

لأنه في هذه الحالة

affinity of CO to bind to Hb

← بتكون أعلى ب 100 مرة من ارتباط ال O_2

بال Hb . فيحصل carboxy hemoglobin.

⟷ oxygen saturation low but PO_2 normal

⇓

فبالتالي ما بلاقي لي بحصل hyperventilation

⇐ في حال لو تعرض ال (phrenic nerve) ل Damage ⇐ * phrenic nerve مغذي لل Diaphragm بشكل أساسي.

فيحصل Diaphragmatic paralysis ⇐ فبيدخل الشخص

في hypoxia ← وبصير hypercapnia

↓

↑CO_2

→ **respirator falior** → two types

① hyporcapnic respiratory failure
→ ↑ CO_2
→ $PO_2 < 60$ mmHg

Severe condition عنده في ←

(*) → hypoxia → $PO_2 < 80$ mmHg

② Hypoxemic respiratory failure
- normal carbon dioxide
- PO_2 ↓

→ common causes of hypercapnic respiratory failure :-

- chronic obstructive pulmonary disease (COPD) ← ① chronic bronchitis ② emphysema
- exacerbation.
- respiratory muscle weakness.
- drug overdose.
- obesity → obesity hypoventilation syndrome.
- heart failure.

obesity hypoventilation syndrome → عندهم 3 حالات
- → body mass index > 30
- → $PCO_2 > 45$ mmHg
- → obstructive sleep apnea

→ common causes respiratory failure :-
- severe pneumonia
- pulmonary empolism.
- acute respiratory distress syndrome (ARDS)
- acute respiratory infections.

obstructive sleep apnea → obese person الشخص ال ← ما بيتنفس وهو نايم

عنده العضلات والدهون « لغليظ »

مجرد ما ينام وبرتاح → بترتخي عنده المنطقة وبتسكر وبتنفس ال
عضل كبير في منطقة ال neck فبتعمل obstruction ← airway ال.

مع ممكن شخص ما يكون **obese** وممكن عنده مشكلة في مراكز التوصيل
العصبي في الدماغ أثناء النوم ما ترسل إشارة للعضلات إنه to contract
فبتعمل closing لـ airway.

→ obstructive sleep apnea :-

central apnea

- characterized by the temporary cessation of respiratory effort during sleep.
- it occures due to a failure of the brain to send proper signals to the muscles involved in breathing.
- this lack of respiratory effort leads to pauses in breathing and decrease oxygen levels.
- central apnea is often associated with underlying medical conditions affecting the central nervous system such as certain neurological disorders congestive heart failure or medications effect.

obstructive apnea

- it occures when there is a physical obstruction or blockage of the upper airway, leading to cessation or reduction of airway
- the obstruction is typically caused by the collapse or narrowing the soft tissue in the back of the throat during sleep, including toungue, palate, or throat muscles.
- risk factors of obstructive apnea include obesity. large neck circumference nasal congestion and structural abnormalities of the airway.

→ neuromusculer disease → " central apnea " (إلي تعمل)

- myasthenia Gravis.
- poilomyelitis.
- truma → (معلمة) diaphragmatic paralysis.

- kyphoscoliosis → (الأحدب). انحناء في القفص الصدري.

بيمنع ال lung expantion مع إنه تعمل → هيصير hypekapnic.

→ SA node in heart → بتكون في ال heart نفسه

→ SA node in respiratory system → (بتكون في ال) medullary oblongata.

cerberal cortex → cereblum → (Brainstem)

ترتيب ال anatomy

→ medulla oblongata :- medullary respiratory center:-

① ventral respiratory group

② pre Bötzinger complex → located in the upper part of dorsal respiratory group.

↓ مسؤول عن ال pacemakers

⇓ إلي تعمل firing for respiration ⇒ " generator " of inspiration

③ dorsal respiratory group.

→ medullary respiratory center. → هي عبارة عن
شبكة من ال neurons
وتكون مسؤولة عن 75٪ من ال
respiration. with rhymthycity.

أهم جزء فيها ← dorsal respiratory group ← هي إلي بتكون مسؤولة
عن 75٪ من ال
inspiration.

⇐ ventral ← مسؤولة عن ال expiration في حالة ال
forced expiration ✓.
→ During exercise.

→ pones → located above medulla oblongata.

- فيه (Apneustic center)
→ exitatory function
→ prolong inspiration
بتطول ال inspiration
موجود في ال lower part of pones

- فيه (pneumotaxic center) ← هنا موجود في ال upper part من ال pones

ركز عليها

⇓
بعمل inhibition for inspiration.
بيعمل ال firing ← بيعمل ال firing of inspiration. → "البيرتب لتنفس"

⊛ لو صار فيها lesion رح يصير pneumotaxic inhibition.
↓
بيصير فيها prolong deep inspiration

← من رحمة ربنا إنه ال medulla جزئية والخلل في الجزء اليمين فيها بيأثر على الجزء ال left والعكس صحيح. ولو جزئية بيصير imediate cessation

→ firing / contraction in inspiration —بيصير→ ramp
← بشكل متزايد وتدريجي " شوية شوية "

← يحكي إنه ال (send impuls) بزيد gradually لمدة 2 ثانية.

بعدين بيوقف لمدة 3 ثواني
← هذه علشان يصير exhalation.

→ advange of ramp ?!

➡ staidy increase of volume of lung.
steady. ←

~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~

← (أفيونات)
← الناس الي بتاخذ أدوية بتأثر على ال opioid receptor بيصير عندها بعد فترة
respiratory cessation ← بيوقف عندهم ال respiration

← في حالات التخدير في عمليات قد تؤثر الأدوية على ال opioid receptors الي موجودة على pre-Bötzinger. بيوقف التنفس عند المريض
وبالتالي رح يدخل في apnea فمباشرة نعمل intubation
to maintain Oxygenation —يسمى العملية→ " mechanical ventilation "
بأعطي tidal volume
وأعطي على relaxation مطلع ال air.
~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~

مثال

لو عملوا ← cut ما بين Apneustic center
and pneumotaxic center → ح يصير
prolong deep inspiration

ولو انعمل ← cut ما بين Apneustic center
and medulla oblongata
⇓
gasping breathing يصير

ولو صار ← cut تحت ال medulla oblongata
⇓
يصير
Stop breathing.

→ other regions of the brain that can affect respiration.

1- Cortex
↪ can exercise voluntary control.

2- Limbic system and hypothalamus
⇓
Emotional states
← مثلا خوف .

← الجزء المسؤول عن العواطف.
موجود في ال central Brain.

→ lung receptors

- **pulmonary stretch receptors**
  ↓
  [illegible]
  Slowly adapting pulmonary stretch receptors.
  ↓
  responsible for the Hering – Breuer reflex
  ↓
  [illegible]

- **irritant receptors.**
  ↓
  rapidly adapting pulmonary streck receptors.

- **J receptors**
  ↓
  [illegible]
  [illegible]
  [illegible]

- **Bronchial C fibers.**

→ other receptors

(nose and upper airway , Joint and muscle Gamma system , arterial baroreceptor . pain and temperature).

arterial baroreceptor
↓
لا يزيد
hydrostatic pressure.

→ Effectors → respiratory muscle

(diaphragm , intercostal muscle.
Abdominal muscle ,
Accessory muscle).
↳ Sternocleidomastoid muscle
↳ upper trapezius.
↳ serratus anterior.

Effectors
↓
[illegible]
Supply from
medulla oblongata.
75% cerebral cortex.

→ (sensors) (① central chemoreceptor
② peripheral chemoreceptors.
③ lung receptors.
④ other receptors ✓)

→ spirometer → tidal volume بيقيس -

residual volume مابيقيس -

→ RV كيف بنقيس ال

- nitrogen wash out ✓ → دوليد
- Body plethysmography. شرحهم

مفيهاش جدول كان عند ال spirometry

↓

فيها تقنيتين

ماجاب سيرتهم ✓

→ proprioception → موجودة في ال skeletal muscle

← وبالتحديد في ال joint

مثلا لما الانسان بيجري

بتعطي هذه ال receptor إشارة علشان

يزود ال breathing.

(swallowing receptor) ← وحنا بناكل كمان في

علشان تعطي إشارة ليتم التحكم في التنفس أثناء البلع

* normal pH precent in CSF = 7.3 (مفيش فيه بروتين عالي زي ال blood)

أقل شوية من ال pH إلي موجود في ال blood.

* ناس إلي عندهم hypercapnea

بنعطيهم O_2 علشان CO_2 هو إلي عالي عندهم ✓

بنعطيهم إياه باستخدام venturi mask (عبارة عن mask فيه con. or fixed O_2)

منعطي O_2 ← (%88 ← %92)

→ CSF → ← مفيش فيه بروتين عالي زي ال blood

علشان هيك ال buffer فيه قليل.

← وال bicarbonate إلي فيه بيجي من choroid plexuses

على عكس ال bicarbonate تبعت ال blood بتيجي من ال kedney

← كل ما نزيد ال CO_2 بمقدار (1-2 mmHg) بنزيد ال ventilation

بمقدار من (2-3) litter.

← bicarbonic acid ← بعمل stimulation for central chemoreceptor

← PO_2 ← هو إلي بعمل stimulation for per pheral chemoreceptor

ال كميته ← buffer بده بشتغل.

لو زاد ال H^+ في ال CSF ا:

- بيعمل stimulation for central respiratory chemoreceptor.

- بيتعامل ال PCO_2

- بيتعامل ال H^+

لو كل ما زاد ال (CO_2) كل ما زاد ال ventilation

(*) هو إلي بياشر شكل ال ventilation اساسي على ال PCO_2 ← so
مش بيتحكم فيه

⟹ aortic body —بيعمل stimulation→ for medullary oblongata
من خلال
↓
vagus nerve

⟹ carotid body —بيعمل stimulation→ for medullary oblongata.
↓
glossopharyngeal nerve

→ Carbon monooxide —بيكون هو سببها→ anemic Hypoxia. →
↓
carbon dissociation curve. ← shift to the left ←

→ PO_2 ⟶ ...

في ال
at high attitude
⇓
في حال تسلعه الجبال مثلاً أو عادي تعرضت لضغط عالي
فال

$\downarrow PO_2$

$\uparrow PCO_2$ ⟵ ← ولو تسلعه الشخص
الجبل بسرعة كثير
ما بيأقلم وما بتعود
فيصير عنده
- rare edema
- pulmonary edema.

→ changing the breathing pattern are the basis for part of poly-graph test used as a lie detector.
⇓
لما الشخص بيكذب بيتغير التنفس حتى
لو مش ملحوظ بس بيتغير.

⟶ **ondine's curse** ⟶ لعنة أوندين loss of automatic control of breathing
"primary alveolar hypoventilation syndrome"
⇓
cerberal cortex المريض وهو صاحي بيتنفس علاه في control.

medulla oblongata. لو نام بيبطل يتنفس ← السبب مشكلة في ال

في حوالي 150 حالة في العالم الحمد لله

الحمد.