وقل رب زدني علماً

# RESPIRATORY SYSTEM

## HAYAT BATCH

SUBJECT : Biochemistry

LEC NO. : 3

DONE BY : Mofeed& Osama

http://www.medclubhu.weebly.com/

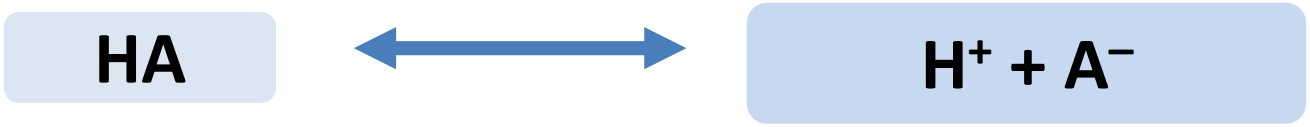
# Acid base balance and the respiratory system

By

Dr. Walaa Bayoumie El-Gazzar

# pH of Buffers

- The dissociation of weak acids is a reversible reaction that obeys the law of mass action:




**where [H+] is the concentration of hydrogen ions, [A–] = the concentration of anions or conjugate base, and [HA] is the concentration of undissociated molecules.**

Thus, at equilibrium:

$$Ka = \frac{[H^+]\,[A^-]}{[HA]},$$

$$[H^+] = \frac{K_a\,[HA]}{[A^-]}$$

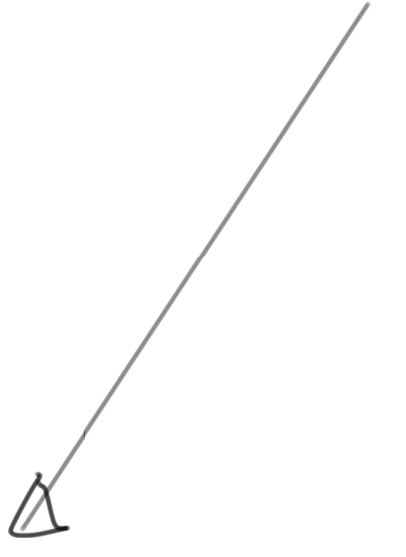
بسم الله الرحمن الرحيم ان شاء الله اليوم حنكمل محاضرة الacid base balanc هسا بالمحاضرة الماضية حكينا عن الph fighters وعن الThree lines defense الي بيحافظولي على الph بتاع الblood ب Normal range واتكلمنا عن الBuffer systems واللي اهمهم الBicarbonate Buffer system ووقفنا عند انه الph بتاع الBuffer ازاي حعرفها؟

لو انت عندك دلوقتي weak acid هاظ الweak acid الdissocation بتعها يبقى reversible and obeys the law mass يعني ايه؟
يعني ايه low of mass action بيقلنا انه انت عند الequilibrium الratio ما بين الconcentration of the reactants and products constant يعني لو انت عندك weak acid اللي هو HA ده لما يجي يتأين او يحصله dissociation التفاعل هاظ حيتأين بالاول حيعطينا H+ و A- والA- بنقول عليها حاجة تانية اسمها Conjugate base ليه بنقول عليها كده؟ هسا اي حاجة حتتحد مع H+ علشان تعطيك الحامض الاصلي تعتبر base يعني الBase اللي اتحد مع الHydrogen ions عشان يعطينا HA هاظ اللي هو الacid بتعنا

يعني مثلا بحالة الH2Co3 مش هاظ weak acid اخذناه المرة الماضية اللي هو الCarbonic acid لما يصير اله dissociation حيعطينا الHydrogen ion وحيعطينا الHCo3-اللي هو الconjugate base بتعنا طيب law of mass بيقول النا ايه بقى؟ بيقول انه لو جبت دول اللي هما الA-والH+ تقسمهم على الHA حيعطينا constant حسب المعادلة اللي فوق اللي هو ثابت تفكك هاظ الحامض اللي اسمه الKa طيب من المعادلة كده لو عندنا strong acid نتوقع يبقى higher or lower dissociation constant ? حيبقى لها higher Ka لانه هي احماض قوية بالتالي حتتأين او حتتفكك اقوى يبقى ال Concentration بتاع البسط حيبقى اعلى ونسبتهم حتكون اعلى وبالتالي الKa اعلى

هسا من المعادلة نقدر نحسب قيمة الHydrogen concentration عن طريق الضرب التبادلي والقسمة على الanions والمعادلة هيها فوق

المعادلة هاي بتنطبق على هاظ الacid او على اي محلول يحتوي على هاظ الacid يعني المعادلة ديه بتنطبق على الH2Co3 المثال اللي قلناه او على اي محلول يحتوي علو H2Co3 زي الBicarbonate buffer system



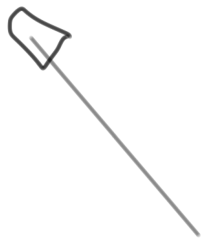
- Where Ka is the dissociation constant of the acid. <u>Stronger acids have a higher Ka</u>.

$$[H^+] = \frac{K_a\ [HA]}{[A^-]}$$

$$H^+ = Ka \times \frac{Acid}{Salt}$$

**Taking – log this equation we get:**

$$-\log [H^+] = -\log Ka + -\log \frac{Acid}{salt}$$



هسا احنا عرفنا نطلع الHydrogen ion concentration واحنا بنتكلم عن الPH عشان نكون متذكرين حكينا انه الph هي الpower of hydrogen عشان هيك نطلع الHydrogen concetration عشان اوصل بالاخر للph بتاعت الBuffer اللي حيوصلني بالنهاية لحساب الPH تبعت الدم بتاعي طيب عرفنا شو بيساوي الHydrogen concentration تعالى بقى ناخد مينص لوج الطرفين هشا مش كان مينص لوج الH+ ما هو الا الph مهو زمان كنا نقول تعريف الph هو مبنينص لوج الH+ ولو اخذنا مينص لوج الKa حيكون PKa والثالث زي ما هو عادي ولو حبينا نخليه + بدل _ بنقلب المقام والبسط لتصبح المعادلة بالنهاية :

$$pH = pka + \log \frac{salt}{acid}$$

وهاي هي الHenderson-Hasselbalch equation وعلى فكرة الPka بتاعت كل الacids معروفه دلوقتي يعني رقم معروف مثلا الpka بتاع ال6.1 =H2Co3 هاي معروفه كده

مشروح هوّك

$$-\log [H^+] = -\log Ka + -\log \frac{\text{Acid}}{\text{salt}}$$

$$pH = pKa + \log \frac{\text{Salt}}{\text{Acid}}$$

The relationship between pH, pKa, concentration of acid and conjugate base (or salt) is expressed by the **Henderson-Hasselbalch equation.**

# Application of the Equation

i. The pH of a buffer on addition of a known quantity of acid and alkali can, therefore, be predicted by the equation.

ii. Moreover, the concentration of salt or acid can be found out by measuring the pH.

iii. The Henderson-Hasselbalch's equation, therefore, has great practical application in clinical practice in assessing the acid-base status.

هسا من المعادلة اللي فوق كده تطبيقاتها ايه؟
١) ان الph بتاع الBuffer بتاعك لما تضيف Known quantity من الacid او alkali حنقدر نتوقع الPh لو اضفنا كميات معينة
٢)العكس بقى يعني لو معي الPh وعارف كام حقدر اطلع الconcentration بتاع الacid او الsalt بتاعنا يعني اي ثلاث حاجات معلومة بالمعادلة انا بقدر اطلع الرابع

٣) غير هيك وهيك هسا في عنا جهاز اسمه Blodd gas analiser هاظ الجهاز بيقيس الgases الموجودة بالblood والph والH2Co3 وكمان الHco3
هاظ الجهاز بيقدر يقيس الPh بسهولة وكمان بيقدر يقيس قلنا الH2Co3 عن طريق علاقته مع Pco2 يعني مش حكينا انه الجهاز بيقيس الBlood gases يعني بيقدر يقيس الPco2 وما دام قاسه في معادله حسابيه بيقدر من نلالها يطلع
الconcentration بتاع الH2Co3 عندنا بالBlood كام هسا بنجي على الHco3 بيقسه ازاي هاظ بيقيسه عن طريق Henderson-Hasselbalch equation ازاي؟
احنا لو وجعنا للمعادلة حنلاقي انه الجهاز بيقدر يقيس الPh عادي والPka معروف والacid اللي هو الH2Co3 وهاظ برضه قلنا بنقدر نقيسه عن طريق الPco2 يتبقى الHco3 الجهاز مش بيقيسه الجهاز هون حيحسبه حسب المعادلة اللي فوق لانه احنا قلنا لو معاي ثلاث منها بقدر اجيب الرابع بكل سهولة

# RESPIRATORY REGULATION OF pH

- **The Second Line of Defense**

i. This is achieved by changing the $pCO_2$ (or carbonic acid, the denominator in the equation). The $CO_2$ diffuses from the cells into the extracellular fluid and reaches the lungs through the blood.

ii. The rate of respiration (rate of elimination of $CO_2$) is controlled by the chemoreceptors in the respiratory center which are sensitive to changes in the pH of blood.

iii. When there is a fall in pH of plasma (acidosis), the respiratory rate is stimulated resulting in **hyperventilation**. This would eliminate more $CO_2$, thus lowering the $H_2CO_3$ level.

iv. However, this cannot continue for long. The respiratory system responds to any change in pH immediately, but it cannot proceed to completion.

جدا sensitive بيكون respiratory system ال PH أي تغير على
نزلت PH لو مثلا صار عندنا وال
acidosis يعني احنا في حالة
رح تستجيب فورا وتدخلني lungف ال
hyperventilation في حالة
co2 عشان نخرج ال
HCO3 من الجسم فبنقلل
respiratory system بس ال
complete repair للacid base balance لوحده ما بيعمل
تدخل kidneysلازم ال
الي بالجسم HCO3 وتنضم ال

ملاحظة :HCO3 is a metabolic component regulated by a kidney

# Acidosis

- Acidosis is a condition in which the blood pH becomes **< 7.35**.
- It usually results from the formation or absorption of acids at a rate exceeding that of their neutralization and elimination.
- It may also result from the loss of excessive amounts of bases from the body.
- Acidosis may be **respiratory** or **metabolic**.

سبب ال acidosis هو formation or absorption of acids
عندي acids كثير مش عارف اعملهم naturalization ال buffer مش قادرة
عليها مش عارف اعمللها elimination عن طريق الRS
أو العكس loss of excessive base of the body
عندك نوعين للacidosis
Respiratory
بتكون مشكلة في اخراج ال co2
أو metabolic وبرجع للkidneys
احنا وحنكي عن الrespiratory

# Respiratory acidosis

- It is caused by increased plasma $H_2CO_3$ due to failure of the lungs to excrete $CO_2$ at the proper rate.

- This occurs in pneumonia, emphysema, asphyxia, bronchial asthma, and inhibition of the respiratory center as in morphine poisoning.

- In respiratory acidosis we first get decreased plasma ratio of $HCO_3/H_2CO_3$.
- The blood pH decreases and the condition is called **uncompensated respiratory acidosis**.

($HCO_3$ normal---$H_2CO_3$ increased---pH **<**7.35)

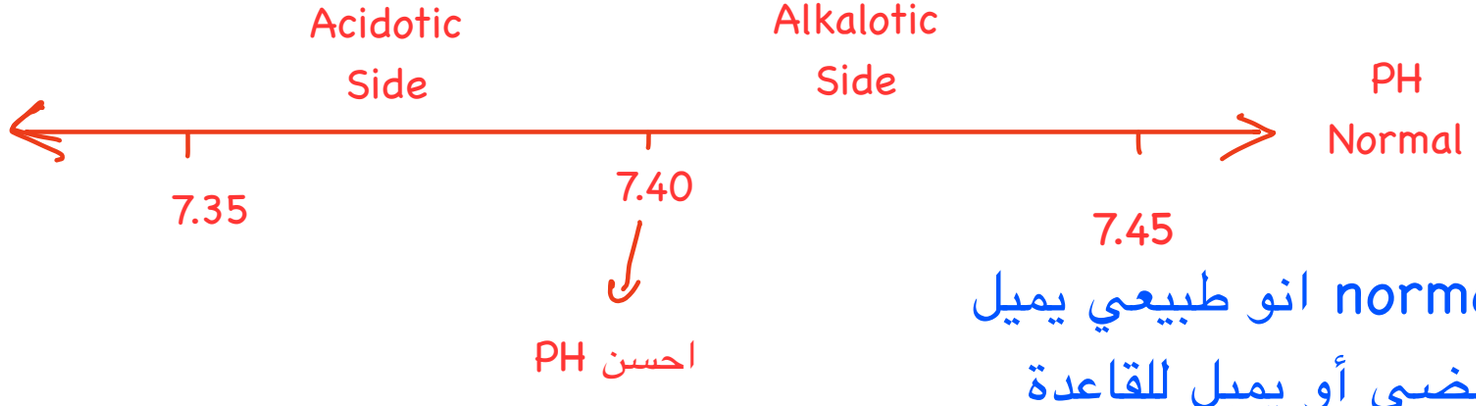
This stimulates the kidneys to reabsorb more $HCO_3^-$, increasing the plasma $HCO_3^-$ till the ratio $HCO_3^-/H_2CO_3$ approaches 20:1.

The blood pH is now near normal but the alkali reserve $HCO_3^-$ is increased and the condition is called **compensated respiratory acidosis**.

($HCO_3$ increased--$H_2CO_3$ increased---pH **near** 7.35)

السبب انو بصير عندي تراكم H2CO3 بسبب فشل ال lung في اخراج الco2 مثل حالات pneumonia تعملي acidosis كمان حالات emphysema asphyxia, bronchial asthma,
كل دول مشكلة في ال excretion لل co2 وبالتالي ال H2CO3 هتزيد عندهم
أو ممكن يكون السبب inhibition من respiratory center بال brain مثل حالات morphine poisoning

إيه الي هيحصل أو إشي decreased plasma ratio of HCO3/H2CO3
لما تبص على الPH هتلاقيه اقل من 7.35وNORMAL HCO3 و INCREASED H2CO3 يبقى
المشكلة Respiratory ولسا ما تصلحتش من kidney
وهاي الحالة اسمها uncompensated respiratory acidosis.
ال kidney هاتفوق وتعلي ال HCO3 وترجع الratio تاني للnormal
احنا صلحنا ال ratio مزبوط بس صار عندي HCO3 Increased و H2CO3 increased
والPH near to 7.35 هاي اسمها compensated respiratory acidosis
هسا في عند full compensation في حال أني رجعته لل7.35 أو للحد 7.45
أو ال partial compensation في وصلته لقريب ال normal مثلا وصل لل7.33




كله normal but انو طبيعي يميل
للوسط الحمضي أو يميل للقاعدة

# Alkalosis

- It is a condition in which the blood pH becomes **>** 7.45.
- It usually results from the loss of excessive quantities of acids from the body.
- It may also result from the absorption or formation of bases inside the body at a rate exceeding that of their neutralization and elimination.
- Alkalosis may be **respiratory** or **metabolic**.

الي صار يا طويل العمر انو يا أما خسرنا acids كتير يا اما امتصينا قواعد كتير

خذ طريقة احلى وشوف كيف الإبداع

اعكس ال acidosis وبس 😂😜🫠🫠

ونفس الحكي بينقسم

Respiratory

Metabolic

وخلينا في الrespiratory

هون بصير عندك نقص H2CO3 بسبب زيادة اخراج ال co2

مثلا بالhyperventilation fever encephalitis

High altitude

and early stages of salicylates poisoning.

# Respiratory alkalosis

- It is caused by decreased plasma $H_2CO_3$ due to increased loss of $CO_2$ through the lungs.

- This occurs in any condition leading to **hyperventilation** such as fevers, encephalitis, going to high altitudes, hysterical hyperventilation, and early stages of salicylates poisoning. واحد حاب ينتحر أخذ كمية كبيرة من aspirin

- In respiratory alkalosis we first get increased plasma ratio of HCO3-/H2CO3. the blood pH increases and the condition is called **uncompensated respiratory alkalosis**.

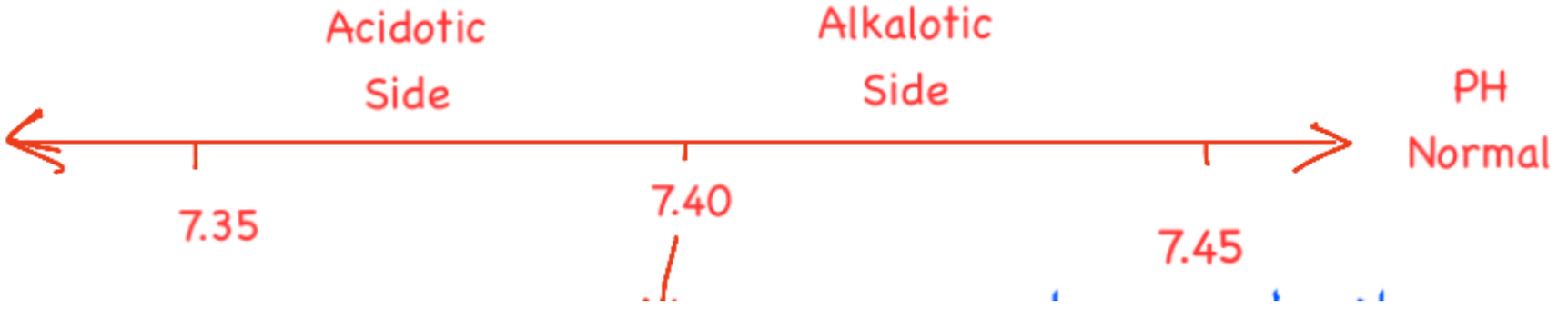
($HCO_3^-$ normal---$H_2CO_3$ decreased---pH>7.45)

This inhibits the renal tubular reabsorption of $HCO_3^-$ decreasing the plasma HCO3- till the ratio $HCO_3^-$ /$H_2CO_3$ approaches 20:1

The blood pH is now near normal, but the alkali reserve is decreased, and the condition is called **compensated respiratory alkalosis.**

($HCO_3^-$ decreased---$H_2CO_3$ decreased---pH near 7.45)

ال plasma ratio للـ HCO3/H2CO3 هتزيد
لو بصيت ولقيت والرph اعلى من 7.45 والHCO3 normal وال H2CO3 decrased وهذا لسى ما تصلح من ال kidney اسمه uncompensated respiratory alkalosis
الكلى هتشتغل وتصلح فتعمل منع اعادة امتصاص للـ HCo3 فبقل تركيزه
فبصير عندنا
PH near to 7.45 HCO3 decreased H2CO3 decreased
هون الكلى استجابت واسمها compensated respiratory alkalosis.
وبنرجع على ال full compensation انو نرجع للـ 7.45 أو اقل
اماً إذا partial compensation انو قريب للnormal يعني مثلا. 7.46



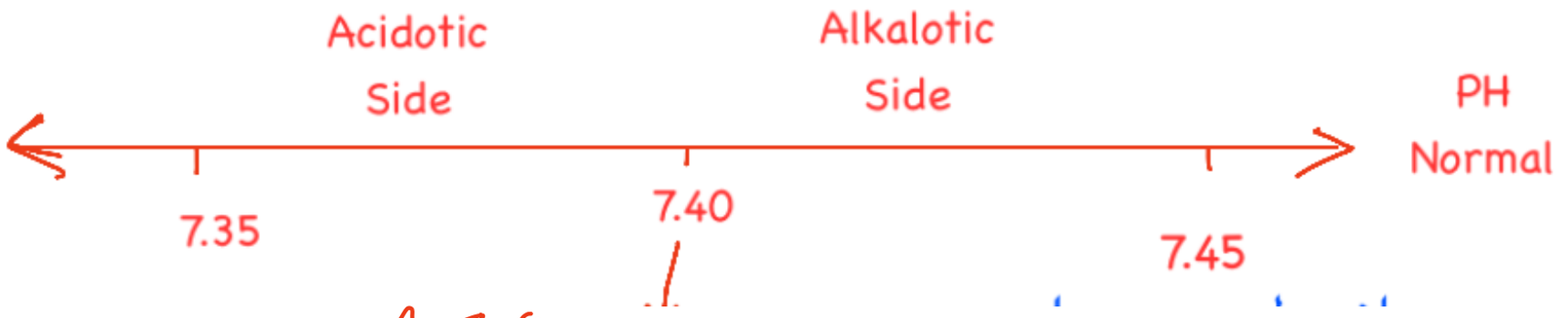

عندي مثلا

PH = 7.22 → منخفض يعني Acidosis

$PCO_2$ = 49 → عالي بعني respiratory المشكلة

$HCO_3$ = 24 → هون الكلى بعدها ما استجابت فبتكون Uncompensated

فبتكون الحالة Uncompensated respiratory acidosis



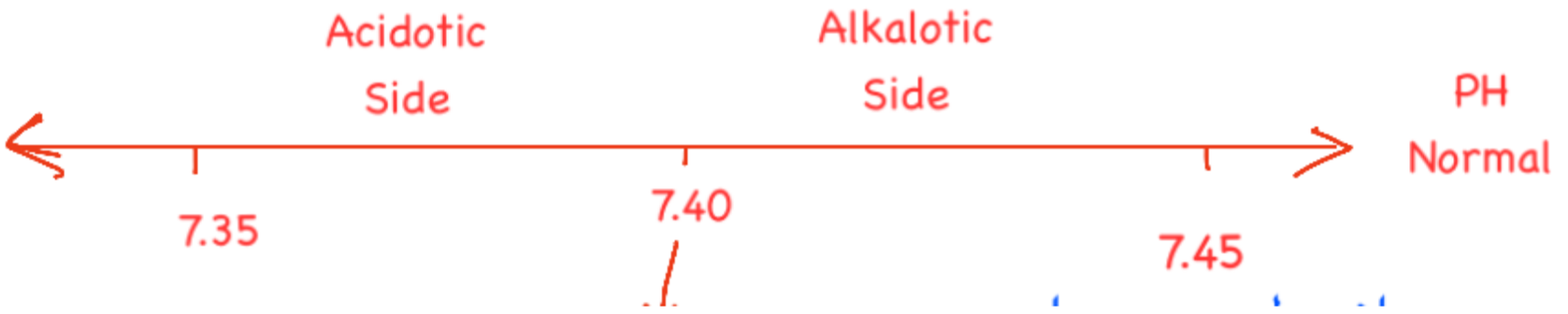

عندك كمان

PH = 7.22 ↓ → Acidosis

$PCO_2$ = 49 ↑ → respiratory

$HCO_3$ = 28 ↑ → partial compensation

بس هون هتعرف ازاي يكون full
إذا PH من ال partial أو compensation
كان بال normal range بيكون full
إذا ما وصل لل normal بيكون partial




normal

$PH = 7.42 \rightarrow$

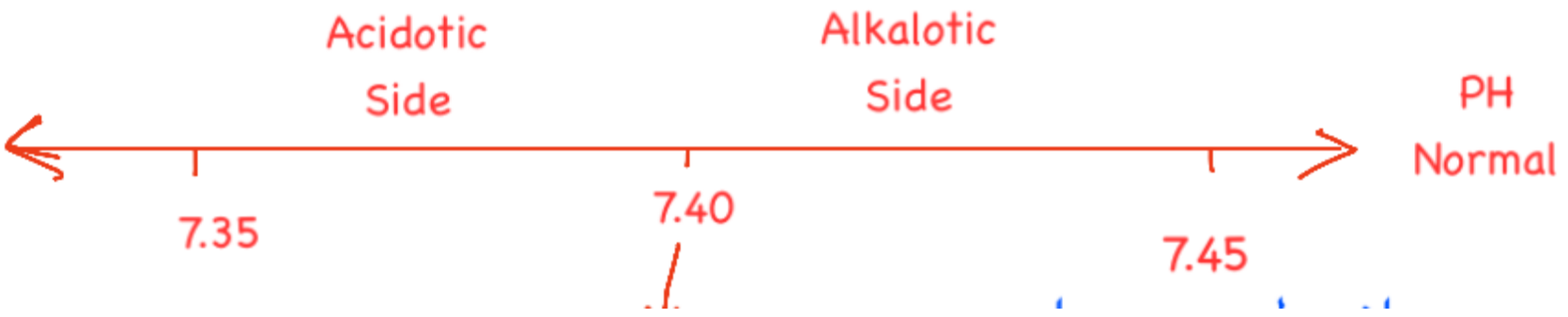
$PCO_2 = 32\downarrow \rightarrow$

$HCO_3 = 18\downarrow \rightarrow$

respiratory alkalosis full compensation

صوت

لانو وجمع لا normal




normal

$PH = 7.37 \rightarrow$

$PCO_2 = 33$ Slightly decreased

$HCO_3 = 17 \downarrow$

respiratory alkalosis

full compensation

normal لا توجد

صوت

# Quiz time

Which out of the following conditions will not cause respiratory alkalosis?

A. Anxiety.

B. Fever.

C. Encephalitis.

D. Laryngeal obstruction

E. Salicylate toxicity

A patient has the following arterial blood values: pH=7.52 pCO2=20 mmHg HCO3-=16 mEq/L He most likely?

A. Hypo-ventilating.

B. Has an acid base disorder caused by over-production of fixed acid.

C. Has a respiratory alkalosis.

D. Has a complete respiratory compensation.

E. Has renal compensation that causes his arterial HCO3- to increase.

At pH7.4, the ratio of bicarbonate: dissolved CO2 is?

A. 1:1

B. 10: 1.

C. 20:1.

D. 40:1.

Answer:

1 D

2 C

3 C

مع تمنياتنا لكم بالتوفيق