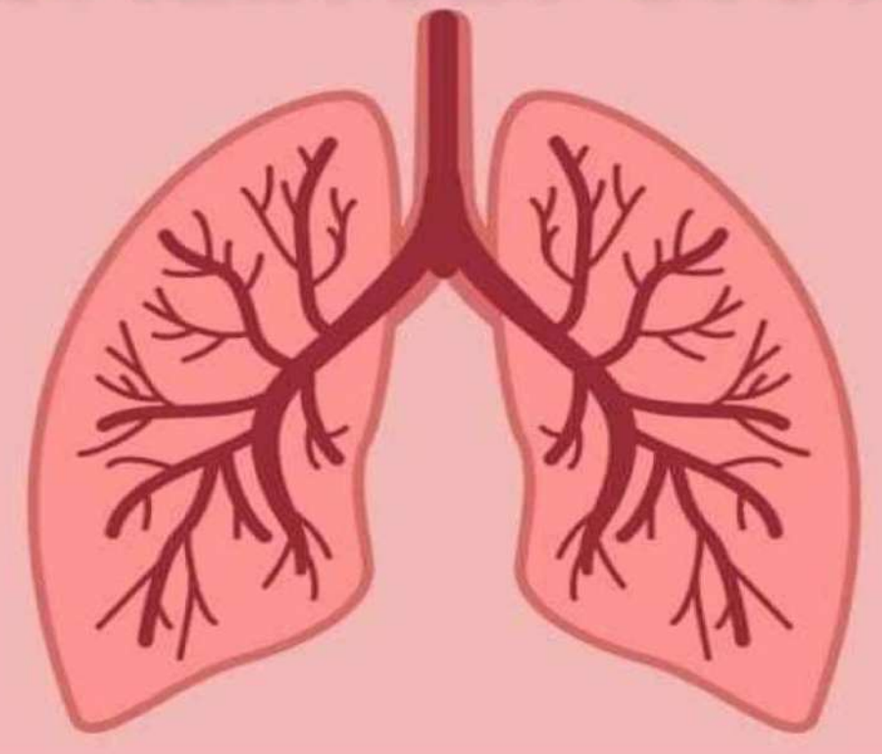
RESPIRATORY SYSTEM



SUBJECT : ABGs

LECTURE : Lec3

DONE BY : Bahaa obeidat

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.

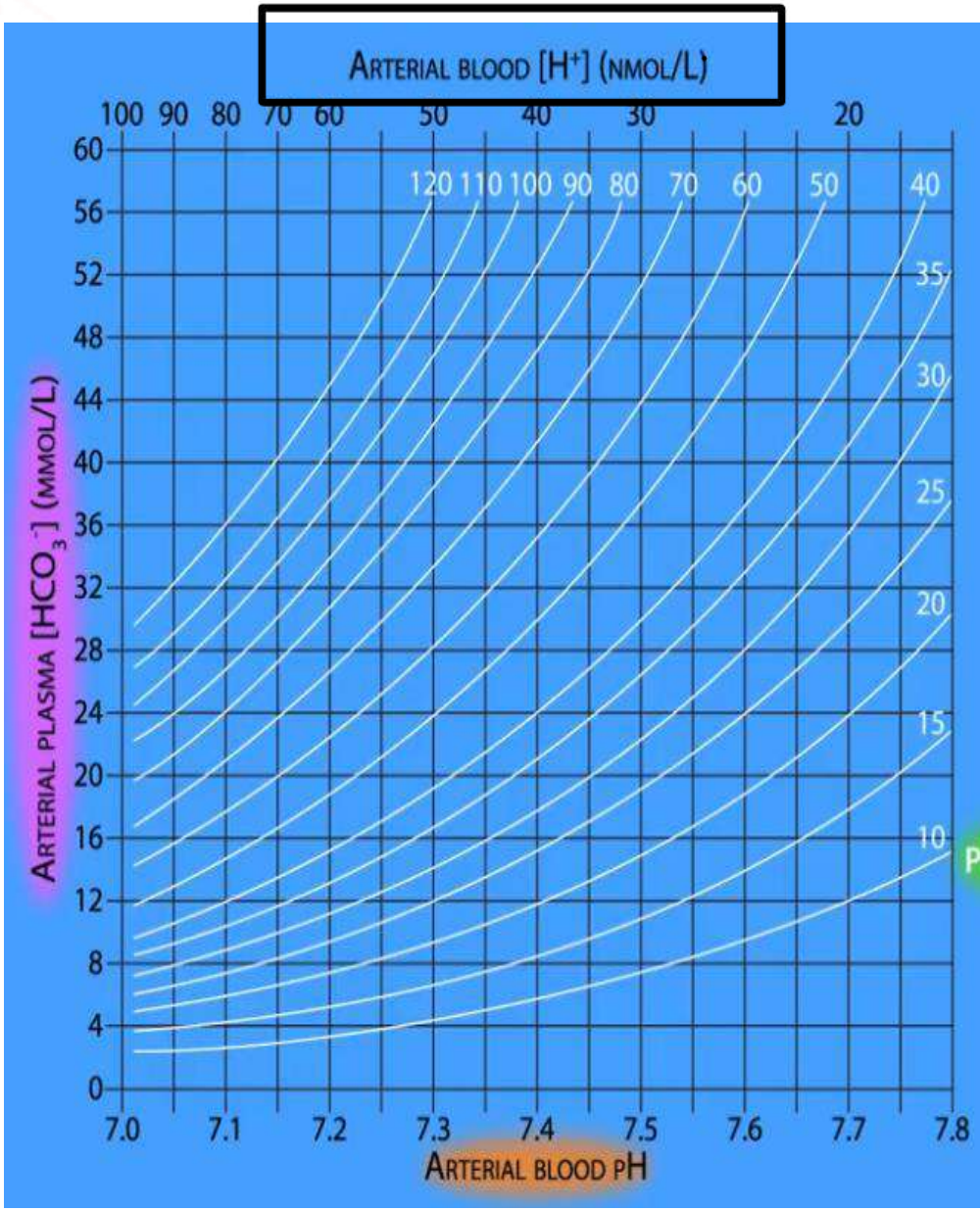
iii. The Henderson-Hasselbalch's equation, therefore, has great practical application in clinical practice in assessing the acid-base status.

الdiagram الي تحت ما هو الى graphical
representationلل hendrson -hasselbalch equation
يعني اني بمثل المعادلة هاي على graph

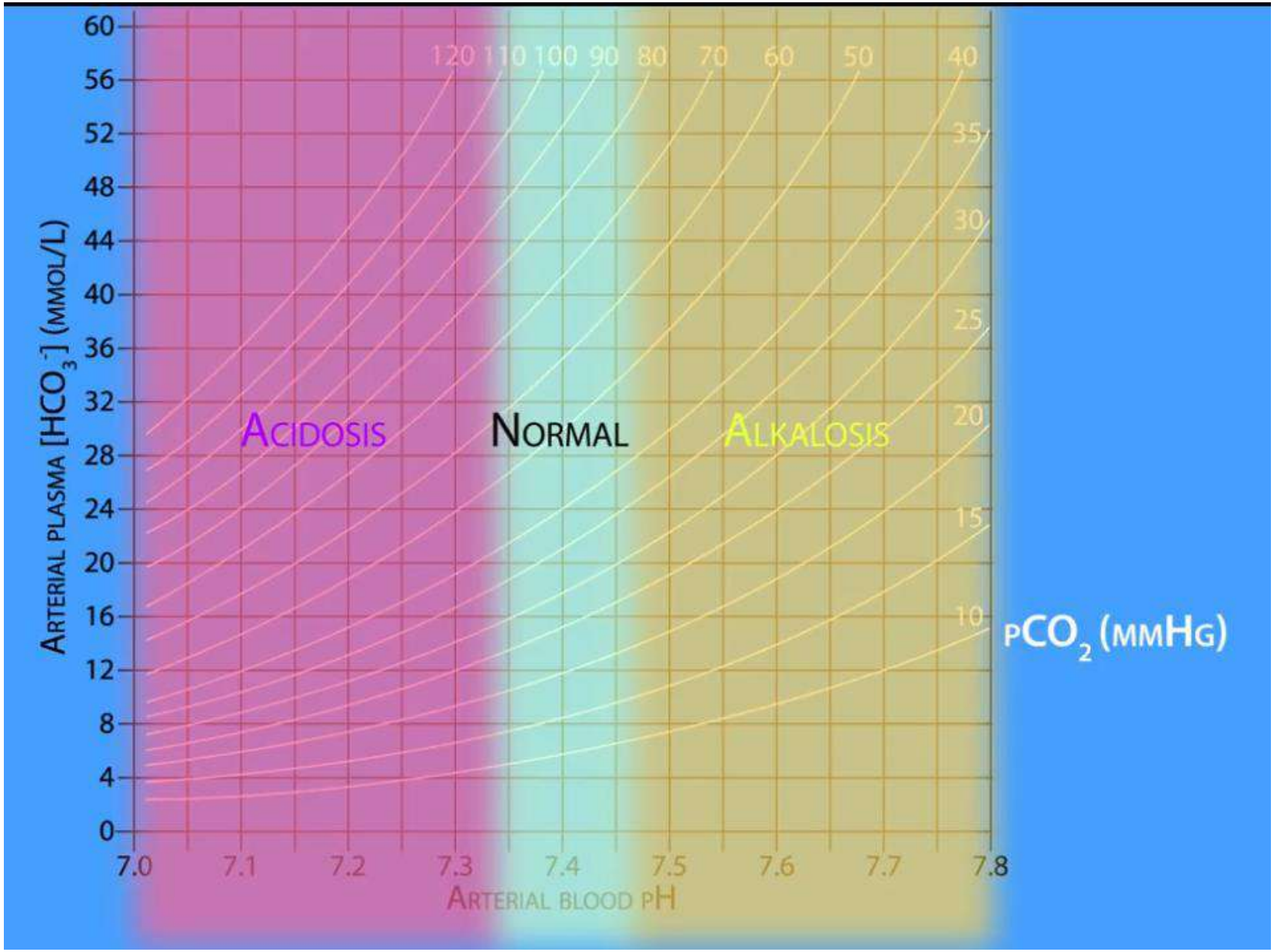
طب ال graph هاض عبارة عن ايش رح نحكي عنه بسرعه
لانه نادر ما يتم استخدامه في ال clincal sitting لانه احنا
بنعتمد على ال blood gas anlyser رح نحكي عنه كمان
شوي

طيب على ال graph هاض موجود عندي x axis و ال y axis ال
x axis موجود عليه ال arterial blood ph الي هي من 7ل
7.8 وال y axis موجود عليه ال arterial HCO3 وكمان في
عندي upper part لل x axis بكون موجود فيه ال arterial
[H+] وكمان في عندي خطوط بيضاء هاي بتمثل ال pCO2

Davenport Diagram



$$pH = 6.1 + \log\left[\frac{[HCO_3^-]}{0.03 \times pCO_2}\right]$$


ACIDOSIS
NORMAL
ALKALOSIS
ARTERIAL PLASMA [HCO3-] (MMOL/L)
ARTERIAL BLOOD PH
PCO2 (MMHG)
60
56
52
48
44
40
36
32
28
24
20
16
12
8
4
0
7.0
7.1
7.2
7.3
7.4
7.5
7.6
7.7
7.8
120
110
100
90
80
70
60
50
40
35
30
25
20
15
10

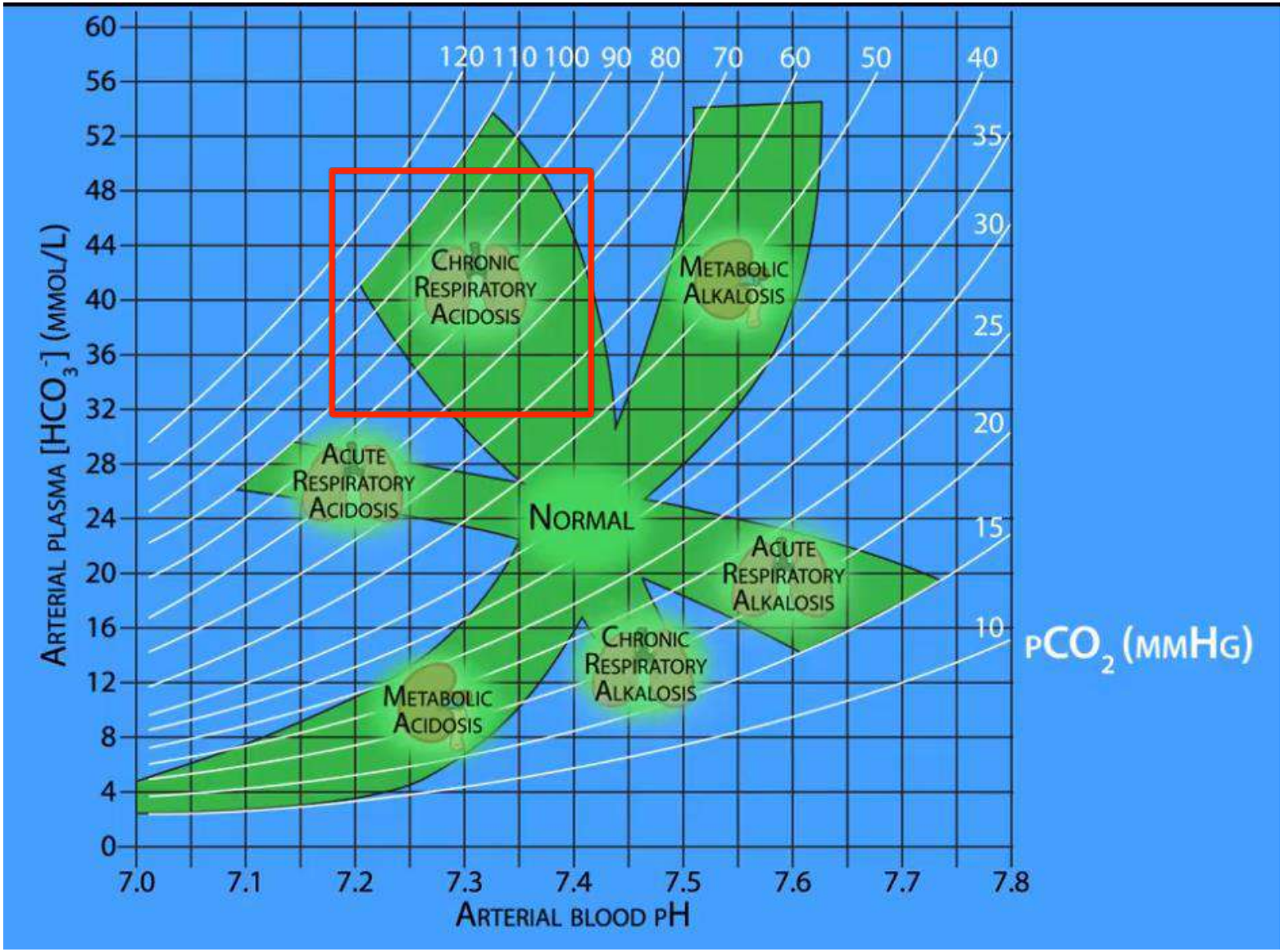
النسبة الطبيعية لل **ph** من **7.35**الى **7.45** فاذا كان ال **ph** طبيعي فلما نشوف باقي القيم رح نلاقيها طبيعية

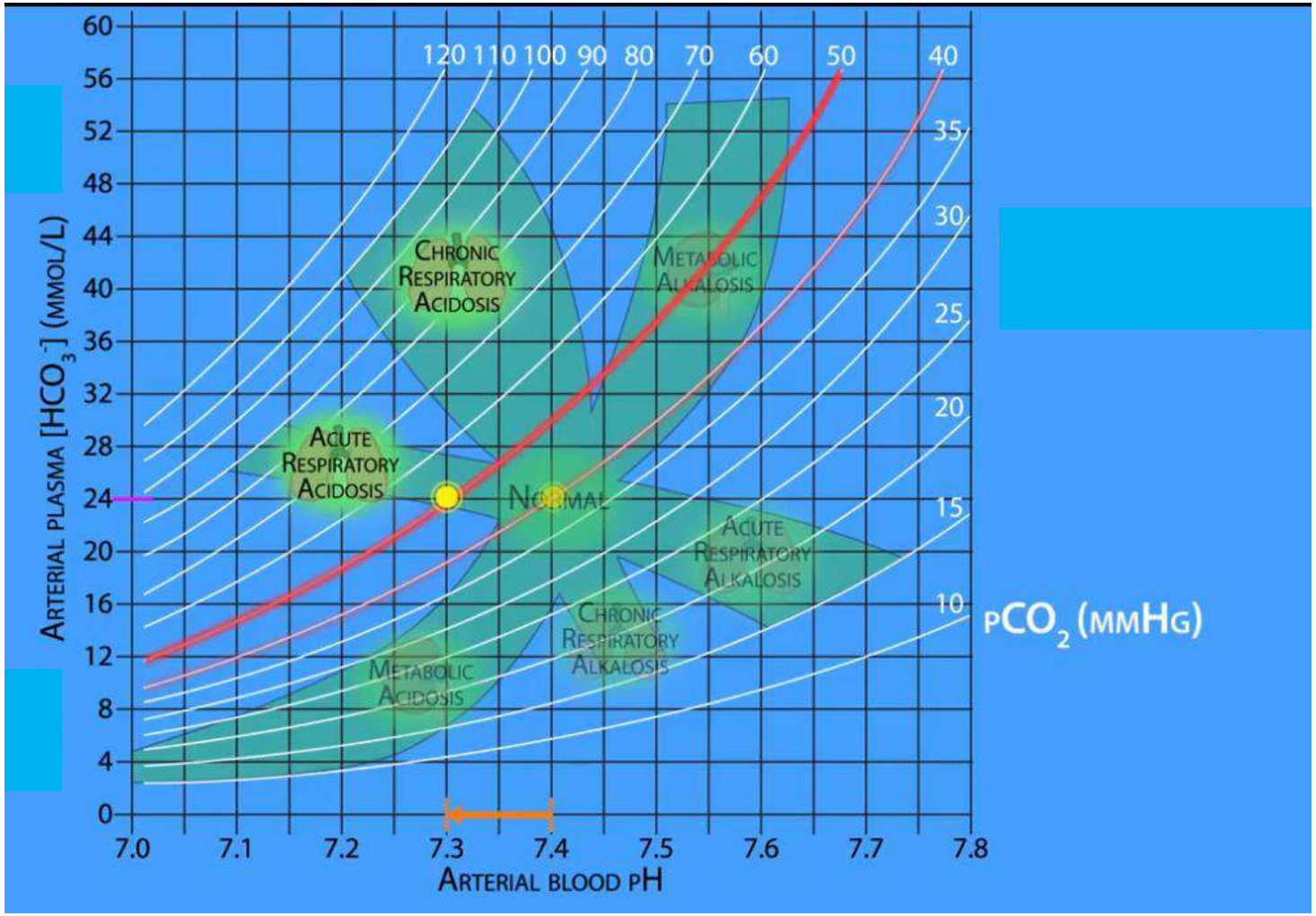
المهم بالرسمة انهم قسموها ل quadrent 6 يعني قسمو الرسمة ل 6 مناطق ومن خلال هاي الناطق بقدر اعرف الشخص شو عنده بناءا على القيم

يعني النقطة الي محدد عليها تحت بناءا على القيم الموجودة عندي وضعتني في هاي النقطة والنقطة بتدل على انه انا معي **chronic respiratory acidosis** وهكذا الباقي يعني

بنصح انه تحضرو الريكورد مشان تفهمو الرسمات

الدكتورة ما بدها تتعمق لانه نادر ما نستخدمهم بال **clincal setting**


Chronic Respiratory Acidosis
Metabolic Alkalosis
Acute Respiratory Acidosis
Normal
Acute Respiratory Alkalosis
Chronic Respiratory Alkalosis
Metabolic Acidosis
120 110 100 90 80 70 60 50 40
35
30
25
20
15
10
pCO2 (mmHg)
60 56 52 48 44 40 36 32 28 24 20 16 12 8 4 0
Arterial plasma [HCO3-] (mmol/L)
7.0 7.1 7.2 7.3 7.4 7.5 7.6 7.7 7.8
Arterial blood pH


ARTERIAL PLASMA [HCO3-] (MMOL/L)
60
56
52
48
44
40
36
32
28
24
20
16
12
8
4
0
120 110 100 90 80 70 60 50 40
35
30
25
20
15
10
pCO2 (MMHG)
CHRONIC RESPIRATORY ACIDOSIS
METABOLIC ALKALOSIS
ACUTE RESPIRATORY ACIDOSIS
NORMAL
ACUTE RESPIRATORY ALKALOSIS
CHRONIC RESPIRATORY ALKALOSIS
METABOLIC ACIDOSIS
7.0 7.1 7.2 7.3 7.4 7.5 7.6 7.7 7.8
ARTERIAL BLOOD pH

نوخذ مثال شوف الرسمة عندي الخط الموجود بالنص طبيعي فلو زدنا ال**pCO2** خليناه **50** لقينا انه ال **HCO3** قيمته **24** يعني ال **co2** ارتفع وال **HCO3** طبيعي بنزل بلاقي ال **ph** قليل يعني **acidosis**

قل ال **ph** لانه حكتلنا الدكتورة قبل اي احتباس لل **Co2** جوا جسمنا رح يتحول ل**H2CO3** يعني ال **ratio** تبع ال **bicarbonat buffer system** رح يقل فبدخل على طول في **acidosis**

RESPIRATORY REGULATION OF pH

- **The Second Line of Defense**

i. This is achieved by changing the pCO2 (or carbonic acid, the denominator in the equation). The CO2 diffuses from the cells into the extracellular fluid and reaches the lungs through the blood.

ii. The rate of respiration (rate of elimination of CO2) 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 CO2, thus lowering the H2CO3 level.

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

هيك بنكون خلصنا ال buffer system رح نبلش
هسا بال second line of defense

نتخيل انه احنا دخلنا في acidosis كيف الrespiratory system رح يساعدني عن طريق اول اشي بده يتدخل ال buffer system وخفف شوي من حدة ال acid الي دخل لجسمنا بس ما زال عندي acidosis فال respiratory system بشتغل عن طريق تغيير ال respiratory rate

انا عندي chemoreceptor موجودة في ال respiratory center بكونو هذول ال receptor كثير sensitve لاي تغير في ال ph هسا بما انو ال buffer system بس خفف من حدة ال acidosis لكن لكن مازال عندي acidosis فشو بصير
الي بصير انه ال chemoreciptorبتتحفز فلما تتحفز رح تتخلص من شوية co2 لانه انا لما اتخلص من الco2 بكون بقلل الزH2CO3 فلما يقل ال H2CO3 يعني انا برجع ال ratio قريب من 20الى 1

طب كيف بتعمل هيك ال receptor عن طريق انها بتعملي hyperventilation يعني بصير يتنفس بسرعة وهيك بطلع الco2 وبقلل ال H2CO3 واذا صار انه بدي ارفع ال ph رح يقل ال rate of respiration

Acidosis

معنى ال **acidosis** انه ال **ph** في الدم يكون اقل من **7.35**

- 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.

او انه بسبب انه الجسم بخسر كميات كبيرة من ال base

- Acidosis may be **respiratory** or **metabolic**.

طب كيف ممكن يصير عندي **acidosis** اما انه بصير اكون **acid** بكميات كبير صعب انه الجسم يعادلها او انه يطلعها لبرا او انه الجسم بمتص كميات كبيرة من ال **acid** بحيث الجسم ما بقدر يعادلها او يطلعها

يعنى المشكلة بتكون بالجاز التنفسى عشان هيك بصير ال **acidosis**

Respiratory acidosis

- It is caused by increased plasma H2CO3 due to failure of the lungs to excrete CO2 at the proper rate.

لما يكون عندي مشكلة بالجهاز التنفسي رح يزيد عندي ال **H2CO3** بسبب انه ال رئتين مش قادرة تطلع ال **co2**

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

وهاي بعض الامراض الي ممكن تسويلي مشكلة بالرئتين وتخليها غير قادرة على التخلص من ال **co2**

- 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)

اول اشي رح يصير انه رح يقل ال ratio

اذا لقيت ال ph اقل من 7.35 لانه اول اشي لازم. اشوفه بالتقرير هو ال ph طيب انا بعد ما شفت ال ph هيك فرحح اقرر انه هذا الشخص عنده acidosis طب بدي اعرف ال data الباقية بشوف H2CO3 اذا لقيتها زايدة عنده معناته عنه احتباس للco2 فالمشكلة عنده respiratory لو شفت ال HCO3 ولقيتها normal فهذا الشخص عنده respiratory acidosis بس الجسم ما تعامل معها مشان يصلحها فبسموها uncompensated respiratory acidosis

طب ايش يعني ما تعامل معها مشان يصلحها جملة غريبة صح 🤔🧐

يعني الجسم بواجه مشكلة في التخلص من حال ال acidosis بسبب انه الrespiratory system مش شغال فبيجي دور ال kidney تشتغل

معناها انه انا لما ال ph تقل نتيجة زيادة الH2CO3 الجسم رح يرفع تركيز ال HCO3 مشان يرجع ال ratio ل 20الى1 لانه زاد عندي المقام فلازم ازيد البسط عن طريق الkidny بتعمل reabsorb لل HCO3 لكن هون ال ratio صح رجع قريب من 20الى 1 لكن بتراكيز مختلفة انا زودت ال HCO3 وزودت ال H2CO3 فانا زبطت الph وخليته near لل7.35 لكن تميل الى ال acidic side احنا بنصلح لكن ما بنقدر نصلح full compensation لو قدرت ارجع ال ph لل normal يعني 7.4 بسميه complete compensation

طب ال compensated respiratory acidosis يقسم لقسمين واحد اسمه partial والثاني اسمه complete الفرق بينهم هي قيمة ال ph يعني لو كان ال ph قريب من 7.35 وقريب من ناحية ال acidosis هذا بكون partial اما اذا كان الph بكون 7.4 بس مشان ما نتلخبط خلص الثنتين تحت مسمى compensated

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**.

ال **alkalosis** صار نتيجة اما بنفقد ال **acid** الي بجسمنا او بنعمل كميات كبيرة من ال **basis** الي الجسم بكون غير قادر انه يعادلها او يطلعها برا الجسم

Respiratory alkalosis

- It is caused by decreased plasma H2CO3 due to increased loss of CO2 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.

هون عكس ال **acidosis** ال **H2CO3** قليل فال **ratio** رح تزيد لانه قللنا ال مقام فرح ادخل ب **alkalosis**
طب ايش الي بخلي ال **H2CO3** يقل انه بفقد ال **co2** كثير من ال **lung** طب ايش الحالة الي بتخلي ال **lung**
تفقد **co2** كثير ، كل حالات ال **hyperventilation**

- 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---H2CO3 decreased---pH>7.45)

This inhibits the renal tubular reabsorption of HCO_3^- decreasing the plasma HCO3- till the ratio HCO_3^- /H2CO3 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---H2CO3 decreased---pH near 7.45)

اول اشي رح الاقي ال **ratio** زاد لاني قللت المقام الي هو H2CO3

لما اتطلع عى ال **ph** رح القيه اكثر من **7.45** فبروح بتطلع على ال **H2CO3** رح الاقيه قليل فبتطلع على ال **HCO3** اذا لقيته **normal** فبسميه **uncompensat respiratory** **alkalosis** فطبعا ال **kidney** رح تتدخل فرح تعمل تثبيط لاعادة امتصاص ال **HCO3** فبالتالي رح اقلل البسط مشان ارجع ال **ratio** ل **20** الى **1** فاذا بشوف ال **ph** صار قريب من **7.45** بسميه **compensate respiratory alkalosis**

Blood Gases

By

Dr. Walaa Bayoumie El Gazzar

Arterial Blood Gases
ABGs

- Blood gases are a group of tests that are performed together to measure blood-gas tension values of the arterial partial pressure of oxygen (PaO_2), and the arterial partial pressure of carbon dioxide ($PaCO_2$), and the blood's pH. In addition, the arterial oxygen saturation (SaO_2) can be determined.

احنا عنا مريض بال **ICU** فلازم اعمله اشي اسمه **ABGs** ومن اسمه بوخذ العينة من الدم الموجود بال **artery** العينة هاي بتكون متعبة للعيان اكثر من ال**vains** طب ليش العينة لازم تكون من الشريان مش من الوريد لانه الوريد بتكون نسبة ال **CO2** كبيرةيعني رح تعطيني قيمة الر**ph** مش صحيحة ومتوقعة اما ال **artery** ببينلي النسبة الحقيقية لل **Co2** وال **ph** الصحيح

ال **blood gas analyser** بطلعلي ال **paO2** وال **paCO2** وال **ph**
وبعطيني ال **arterial oxygen saturation**

- The partial pressure of a gas is a measure of thermodynamic activity of the gas's molecules.

ال **partial pressur** هي عبارة عن ال **thermodynamic activity** لل**gas molecule** هي الي بتحدد كيف ال **molecule** بتتفكك وبتحدد كيف ال **molecule** بتتفاعل مع ال **molecule** الاخرى

- In medicine, oxygen saturation (SO2), commonly referred to as "sats," measures the percentage of hemoglobin binding sites in the bloodstream occupied by oxygen. At low partial pressures of oxygen, most hemoglobin is deoxygenated.

نسبة ال**binding site** الموجودة في الهيموغوبين الي منشال عليها اكسجين ،وهذا ال **saturation** معتمد على ال **pO2**

- oxygen saturation approaches 100% at partial oxygen pressures of >10 kPa.

75-100mmHg=11-13kPa

يعني عشان اوصل ل **saturation** نسبته تكون **100%** يعني ال **site** الموجودة على الهيموغلوبين بكون ماسك فيها كلها اكسجين لازم يكون ال **pO2** اكثر من **10** كيلو باسكال

اخذنا بالمحاضرة الماضية عن النسبة الطبيعية ل**pO2** وكانت من **75**ل**100**مليمتر زئبقي فهو ما بختلف عن هاي النسبة الى انه اختلف المقياس

- Such information is vital when caring for patients with critical illness or respiratory disease. Therefore, the ABG test is one of the most common tests performed on patients in intensive care units (ICUs).

- Blood gas measurements are used to evaluate a person's lung function and acid/base balance.

- They are typically ordered if someone is having worsening symptoms of a respiratory problem, such as difficulty breathing or shortness of breath, and a condition such as asthma or chronic obstructive pulmonary disease (COPD) is suspected. Blood gases may also be used to monitor treatment for lung diseases and to evaluate the effectiveness of supplemental oxygen therapy.

احنا بنستخدم ال **blood gas analyser** مشان لما يكون عندي مريض بال **ICU** من خلال ال **analyser** بقدر اقيم العلاج تبعي هل هو فعال او لا او المريض كان على جهاز اكسجين اعرف اقيم المريض او اني اراقب مريض معاه مرض خطير بالجهاز التنفسي

- The following components can be determined by blood gas analysis:

-pH: The pH or H^+ indicates if a patient is acidemic (pH < 7.35; H^+ >45) or alkalemic (pH > 7.45; H^+ < 35).

-Arterial oxygen partial pressure (P_aO_2) [range: 75–100 mmHg or 11–13 kPa kilopascal] : A low PaO_2 indicates that the patient is not oxygenating properly, and is hypoxemic. At a P_aO_2 of less than 60 mm Hg, supplemental oxygen should be administered. At a P_aO_2 of less than 26 mmHg, the patient is at risk of death and must be oxygenated immediately

- Arterial carbon dioxide partial pressure (P_aCO_2) [range: 35–45 mmHg OR 4.7–6.0 kPa]: A high $PaCO_2$ (respiratory acidosis, alternatively hypercapnia) indicates underventilation (or, more rarely, a hypermetabolic disorder), a low $PaCO_2$ (respiratory alkalosis, alternatively hypocapnia) hyper- or overventilation.
- HCO_3^- (22–26 mEq/L) : The HCO_3^- ion indicates whether a metabolic problem is present (such as ketoacidosis). A low HCO_3^- indicates metabolic acidosis, a high HCO_3^- indicates metabolic alkalosis.
- O_2 saturation (O_2Sat or S_aO_2): The percentage of hemoglobin that is carrying oxygen.
- O_2 content (O_2CT or C_aO_2). The amount of oxygen per 100 mL of blood. This is the sum of oxygen dissolved in plasma and chemically bound to hemoglobin

نسبة الاكسجين في **100**مل من الدم طب الدم مش بكون في اكسجين ذايب بالبلازما وكمان محمول على الهيموغلوبين هو هذا ال **content**
اما ال **saturation** بس الاكسجين الي رابط بالهيموغلوبين

طبعا الارقام حفظ

- HCO_3^- (22–26 mEq/L) : The HCO_3^- ion indicates whether a metabolic problem is present (such as ketoacidosis). A low HCO_3^- indicates metabolic acidosis, a high HCO_3^- indicates metabolic alkalosis.

ال **HCO3** رح تحكيلنا اذا المشكلة عنا **metabolic** ولا لا ،لو نفرض انه في واحد عنده **diabitec ketoacidosis** يعني عنده سكري ومش بوخذ العلاج يعني وضعه مدهور فبدأ يزيد عنده ال **keton bodies** وهي عبارة عن **acids** فصار عندي بجسمي **acid** مش بسبب ال **respiratory system** فهاي ال**acid** رح توكل ال **HCO3** يعني ال **ratio** تبعتي رح تقل يعني رح ادخل ب **acidosis** بس هذا ال **acidosis** نوعه **metabolic**

قبل شوي حكينا انه ال **compensated respiratory alkalosis** بكون فيه ال **HCO3** قليل وال **H2co3** قليل وال **ph** قريب من **7.45** ويميل الى ال **alkalosis**

الدكتورة حكت مثالين رح اكتبهم هون

واحد عنده ال ph تساوي 7.37 وال pCO2 يساوي 33 وال HCO3 تساوي 17 ايش هاي الحالة ؟

أ- compensated respiratory alkalosis

ب- metabolic acidosis with full comensation

طبعا الجواب هو خيار -ب- لانه حكينا احنا انه ال ph لازم يكون قريب لل alkalosis side بال compensated respiratory alkalosis اما هون بالسؤال كانت ال ph مايله باتجاه ال acidosis وغير هيك خلينا نتطلع على ال HCO3 قيمتها قليلة جدا اما ال pCO2 صحيح انها اقل من الطبيعي لكن مش قليلة كثير لانه احنا قللناها مشان نصلح النقصان بال HCO3 يعني تعتبر ضمن حالة ال compensation

واحد عنده ال ph تساوي 7.42 وال pCO2 تساوي 32 وال HCO3 تساوي 18

هاي جوابها compensated respiratory alkalosis لانه ال ph يميل الى طرف ال alkalosis

يعني هذول الحالتين بتشابهو بال pco2 وال HCO3 لكن بنفرق بينهم عن طريق ال ph

كمان مثال ال ph =7.22 ،ال pCO2 =49 ،ال HCO3 =28

الجواب هو compensated respiratory acidosis

وبتكون partial لانه ما رجعنا ال ph ل 7.4

مثال رابع ال ph 7.22 ال pCO2 49 وال HCO3 =24

الجواب uncomensate respiratory acidosis

- **uncompensated respiratory acidosis**.

(HCO3 normal---H2CO3 increased---pH **<**7.35)

compensated respiratory acidosis.

(HCO3 increased--H2CO3 increased---pH **near** 7.35)

- **uncompensated respiratory alkalosis**.

(HCO_3^- normal---H2CO3 decreased---pH>7.45)

- **compensated respiratory alkalosis.**

(HCO_3^- decreased---H2CO3 decreased---pH near 7.45)

- A 1 mmHg change in $PaCO_2$ above or below 40 mmHg results in 0.008 unit change in pH in the opposite direction.
- The $PaCO_2$ will decrease by about 1 mmHg for every 1 mEq/L reduction in $[HCO_3^-]$ below 24 mEq/L
- A change in $[HCO_3^-]$ of 10 mEq/L will result in a change in pH of approximately 0.15 pH units in the same direction.

ما بدها اياها

- 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)