Acid-base balance

- آية عياش ❤ -

هاي السلايد
بلشت
الدكتورة فيها
بس هي كانت
معنا
بالفيرست

Clinical effect of acidosis

➢ The compensatory response to metabolic acidosis is hyperventilation, since the **increased [H+]** acts as a powerful stimulant of the respiratory centre.

➢ The deep rapid and gasping respiratory pattern is known as Kussmaul breathing. Hyperventilation is the appropriate physiological response to acidosis and it occurs rapidly.

➢ The raised [H+] leads to increased neuromuscular irritability. There is a hazard of arrhythmia progressing to cardiac arrest and this is more likely by the presence of hyperkalemia, which will accompany the acidosis.

حكينا بالمحاضرات الي قبل انه ال metabolic acidosis بكون سببه metabolic وحكينا
شو ممكن يكون ممكن يكون toxicity من مواد معينه مثل methanol ethanol ethylene
glycol وهي بتطلع مواد وممكن يصير عندي acidosis and alkalosis ممكن تكون lactic
acidosis بسبب ال hypoxia ممكن تكون شغلات كثيره مثل ال renal failure وهدينا
مجموعه طيب شو بتكون ردة الفعل او رد التعديل عليها ؟ال compensation لالها

عن طريق التنفس Respiratory
وهو بكون rapid and deep respiration بنسميه cosmo breathing
عشان يعدل ال ph for blood لانه بكون ارتفع عندي
وهو عادةً بكون مرتبط ب hyperkalmia ارتفاع البوتاسيوم وممكن انها تعمل irritability
وهاد الشي يأدي لل arrhythmia وتعمل for neuromuscular and cardiac muscle
metabolic acidosis or metabolic) بالحالتين compensation ال cardiac arrest
alkalosis) رح يكون بال respiratory الي بعدل الوضع

- كل اللي هون مراجعة ال metabolic acidosis

Metabolic alkalosis

➢ The causes of a metabolic alkalosis may be due to:

➢ Loss of hydrogen ion in gastric fluid during **vomiting**. This especially seen when there is pyloric stenosis preventing parallel loss of bicarbonate-rich secretions from the duodenum

➢ **Ingestion of absorbable alkali:** such as sodium bicarbonate. Very large doses are required to cause a metabolic alkalosis unless there is renal impairment

➢ **Potassium deficiency:** in severe potassium depletion as a consequence of diuretic therapy, hydrogen ion is retained inside cells to replace the missing potassium ions. In the renal tubules more hydrogen ions rather than potassium, are exchanged for reabsorbed sodium. So despite there an alkalosis, the patient passes an acid urine.

بالنسبة لل metabolic alkalosis ممكن يكون ظهورها اقل شوي

مثلا : الناس الي عندهم **vomiting** لفترة طويله رح يطلع عندي ال HCL ف رح يطلع عندي H+ بكميات كبيره ولفترة طويله هيك رح ينقص ويصير عندي alkalosis خصوصا اذا مرافق لاله ال pyloric cyanosis الي هو بكون عندي تصلب بال sphincter تبع المعدهالي بوصل لل duodenum بصير عندي loss of hcl withoutloss bicarbonate ال hco3- رح يرتفع ويصير عندي alkalosis

Ingestion of absorbable alkali:

اذا كان في واحد بياخد Bicarbonate او antiacid بكميات كبيره بس ممكن الكلى ماتلحق عليهم اذا كانت طبيعية يعني مش كميه صغيره رح تعملي alkalosis

الكلى بشكل عام قادره انها تخلصني من اي كميه زياده "معقوله " من Hco3 اي كميه من anti acid مارح تعمل مشاكل لكن اذا اخد كميه هائله منهم او عنده مشكله بالكلى واخد كميه بسيطه رح يصير عندهم alkaloisis بس

Potassium deficiency

لما يصير عندي مشاكل بالبوتاسيوم بسبب ال diuretic البوتاسيوم عم يطلع بكميه كثير كبيره رح يقل بالدم وحكينا لما يقل البوتاسيوم عندي pump بالخلايا هاي الي بتدخل H+ وبتطلع بدالها K+ من الخلايا ف رح ينقص ال H+ من الدم وبصير عندي alkalosis معها وبصير كماااان acidic urin كيييف ؟

البوتاسيوم بصير الجسم انه يعمل retention for ‘k+ by aldosterone يعني بقلل افراز الدوستيرون ف الباوتاسيوم برجع والصوديوم والمي بطلعوا من ال urin بعمل compensation in kidney ممكن يصير عندي hyponatremia ف شو ممكن يصيرمتذكرينبال kidneys بال regeneration for bicarbonate حكينا انه بنبدل H+ بصوديوم ف لما الجسم بخسر صوديوم بدي احاول استرجعه ف شو بصير برجع صوديم وبطلع H+ وبصير ال urin فيه H+ وبكون acidic urin

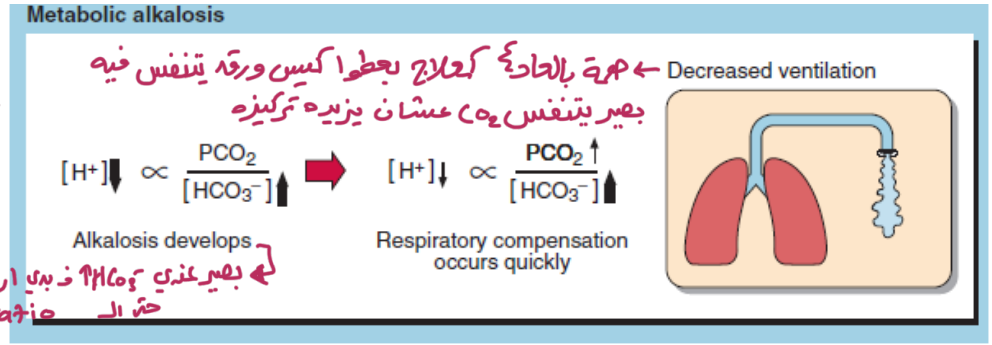
Clinical effects of alkalosis

شو بصير عنده اعراض ؟!

- The clinical effects of alkalosis include:
  - Hypoventilation
  - Confusion and eventually coma
  - Muscle cramps, tetany and paraesthesia may be a consequence of a decrease in the unbound plasma calcium concentration. which is a consequence of the alkalosis.

Calcium → Free [unbound]
→ albumin bound
→ Salts bound

لما يزيد HCO_3^- ← alkalosis
بيرتبط الـ Ca^{2+} مع HCO_3^- حتى يقلل الـ Ca^{2+} free فبصير عندي HCO_3^- بصير عندي اعراض



بصير يتنفس CO_2 عشان يزيده تركيزه

بصير عندي HCO_3^- فبدي ارفع CO_2 حتى الـ ratio تضل ثابتة

The clinical effects of alkalosis include:

➢ Hypoventilation

حكينا انه ال HCO3 برتفع وبعمل alkalosis عشان ارجع ال H+ بدي ازيد ال Co2 عشان يصير عندي ال ratio متساوي لما يكون واحد مرتفع برفع الثاني عشان بيكون متساوي عشان يكون متساوي بحجز ال co2 بالجسم

اذا استمر الوضع رح يصير عنده coma

وممكن يصير عنده بعض الاعراض مثل ➢ Muscle cramps, tetany and paraesthesia تشنجات نتيجة انخفاض ال ca+2 الفعال الي هو ال ionized calcium هو الي شغال بس الي موجود بالدم عندي ٣ اشكال

اول واحد calcium ionized هاد الفعال

٢ calcium مرتبط مع ال albumin

زي الفوسفات والبايكربونيت وستريت وباي سلفيت وهاي كميه كثير قليله salts مرتبط مع 3 calcium

كيف ممكن نذوب الاملاح الكالسيوم كاربونيت مثل الجير بحط عليه acid بذوب

اذا صار عندي acidosis هاي الاملاح بتتفكك وبصير عندي الكالسيوم ال free زياده

اما العكس بال alkalosis بصير يتكون الملح وبقل عندي الكالسيوم الفعال وبسبب هاي الاعراض

Respiratory acidosis

- لكل شيء جوه بتخلقه بالربه جيبك نيزان
Respiratory و acidosis بعرفهما من اشياء بتوقف التنفس وتزيد ج بالجسم

-ال 5 أسباب كلهم نفس التفسير
ما عندي gas exchange بنحبس CO_2

↑ CO_2
& ذ بهير
acidosis

➢ **Lung disease:** in which CO2 is not effectively removed from the blood. In certain patients with chronic obstructive pulmonary disease (COPD, where CO2 is retained in the blood, causing chronic hypercarbia (elevated pCO2)

جوه مكان ال alveoli بصير عندي vescous secretion gas exchange ي بطل وبطل ↑pCO_2 بالدم وبصير acidosis

➢ In **bronchopneumonia:** gas exchange is impaired because of the secretions. White blood cells, bacteria and fibrin in the alveoli

الدكتورة زادتهم * انتبهولهم *

overdose من for drug

➢ **Hypoventilation** caused by drugs such barbiturates, morphine, or alcohol will increase blood pCO2 levels ↑pCO_2

+(4) mechanical obstruction + (5) decrease of cardiac output → كمية الدم اي رايحة لل lung وتقل exchange عليه

Respiratory acidosis

المشكلة هون بالرئة فال compensation رح يكون بال kidney وحكينا انها بطيئة وبدها من يمين ل ٤ ايام
وهاد الاشي بصير بالناس الي بتعاني من امراض تنفسيه بال lung مثل
COPD athma and amphysemia
هدول بكون عندهم deficiency in alpha 1 antitripsene هو مرض الناس الي بتعاني من amphysemia
co2 الي بتدخل قليله وكميات ال o2 كثير قليل وكميات ال gas exchange وال destructed of alveoli اصلا
الي بتطلع صغيره
ف بنحجز عندي الco2 بتضل جوا الجسم ومابتطلع بزيد تركيزها بالجسم وبصير عندي acidosis

bronchopneumonia

اذا فيه infiction الجسم ببلش يعمل secretions عشان يطلعها لبرا وبتزيد عندي ال wBc بكميات كبيره عند ال alveoli
عشان تقتل البكتيريا فبتراكم الاشياء الي عند ال alveoli بكتيريا ميته و wbc وsecretion منها ف بصير عندي viscous
secretion ف بتخلي ال gas exchange ضعيف وبنحجز ال co2 جوا الدم

Hypoventilation

في بعض الادويه زي ال phenobarbitolat وال barbetulate وال secobarbital وال morphine وال alchol هدول
ادويه عاديه لكن ال toxicity لاالهم بكون الجرعه الي باخدها مو مكفيه معه وبده جرعه اكبر ومرضى الكانسر الله يشفيهم
باخر مراحل بصير بدهم جرعات كبيره من المورفين حتى يخفف الالم تبعهم بتعمل inhition of respiratory center
وبوقف التنفس 😮‍💨 واغلب الناس الي بشربوا كحول بموتوا جرعه زياده من الكحول ف رح تعمل hypoventelation
ويزيد co2 .....

Respiratory alkalosis

مرتبطين بالتنفس → الريح أو مشكلة بالـ lungs

- The causes include:
  - Hypoxemia
  - Chemical stimulation of the respiratory center by drugs, such as salicylate
  - An increase in environmental temperature, fever, hysteria (hyperventilation), Pulmonary emboli and pulmonary fibrosis.

- The kidney compensates by excreting HCO_3^- in the urine and reclaiming H^+ to the blood
- The popular treatment for hysterical hyperventilation, breathing into a paper bag, is self -explanatory

Respiratory alkalosis

مرتبطين بالتنفس السريع ومتى ممكن الجأ لتنفس السريع؟
نقص الاكسجين بالدم مهم بالدم لانه اي نقصان خفيف رح يصير يتنفس سريع Hypoxmia
(*انتبه* acidosis رح يعمل all of the body اذا كان Hypoxia)
٢ لما يكون عليه حرارة بكون يلهث fever
٣لما يكون الجو الحر high temperature
بكون يتنفس سريع 4 panic attack or hestiric
بصير عندي شغلتين salicylates toxicity من stimulation of respiratory center اذا صار عنده5
١ metabolic acidosis بسبب انه الاسبرين هو acid
respiratory center ٢عشان تحفز ال respairatory alkalosis
ف ببلش يتنفس بطريقه سريعه lung بتعمل مشاكل فال 6 pulmonary employe pulmonary fibrosis
الي بطلع exchange وال
اعلى من Diffusion of co2
بطلع فجأة co2 الي بطلع هيك ال co2 الي بتدخل هي اقل من كميه الo2 يعني كميه ال Diffusion of o2
وال kidney كيف بحلها عن طريق alkalosis respiratory مره وحده بادي انه يصير عنده
paper-bag 🛍️ وبنعالجه كمان انه يتنفس ب regeneration
وين وظيفة الاكسجين بال electron transport chain الي هي انه احول ال ADp to
Atp وين بستدم ال o2 عند الخلايا لما احول ال cytochrome oxidase enzyme الي بحول ال O2 to
H2O والي بصير اليكترون فلو وبروح يحول طاقه
من دقيقه ١٧ ل ١٨ مافهمت الحكي بس انه لازم يوصل الاكسجين للخلايا اذا مسكر مجرى التنفس مارح يوصل
اكسجين واذا كان فيه حريق مارح يكون فيه اكسجين

Oxygen and gas exchange
Oxygen and carbon dioxide

- The role of oxygen in metabolism is crucial to all life. In cell mitochondria, electron pairs from the oxidation of NADH and FADH2, are transferred to molecular oxygen
- For adequate tissue oxygenation, the following seven conditions are necessary:

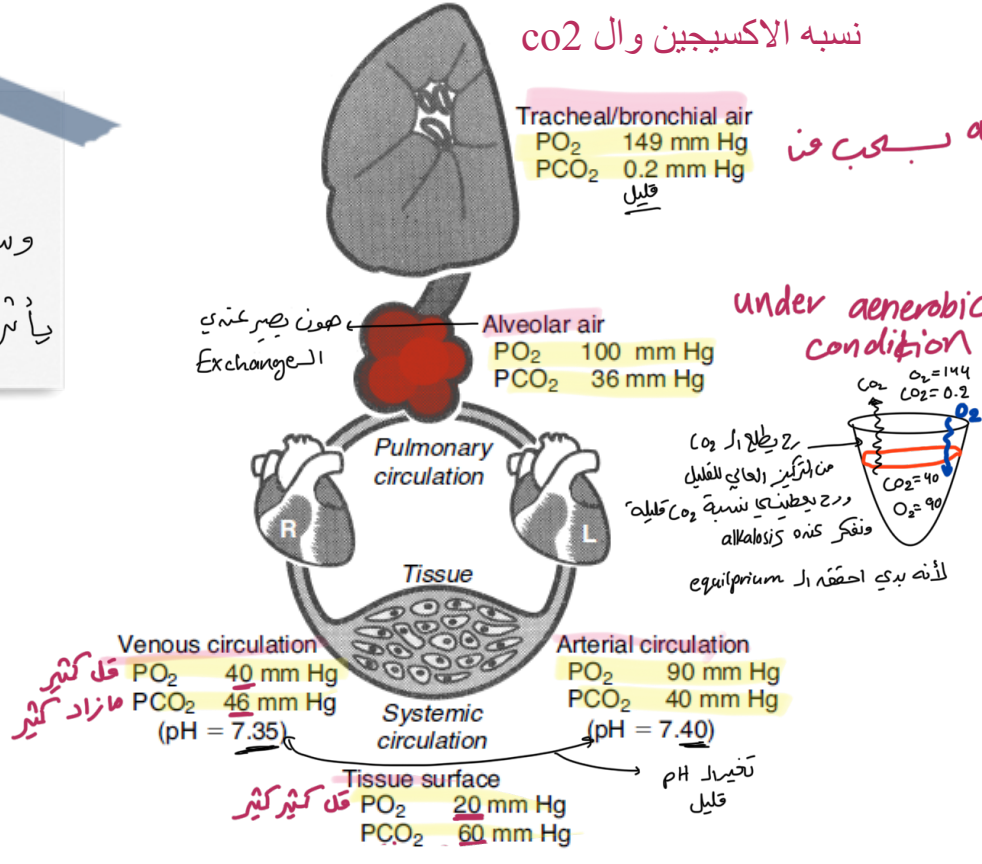
(1) available atmospheric oxygen
(2) adequate ventilation
(3) gas exchange between the lung and arterial blood
(4) Loading of O2 onto hemoglobin
(5) adequate hemoglobin
(6) adequate transport (cardiac output), and
(7) release of O2 to the tissue.

مهم تعرف شو النسب

وشو الكميات وشو الي ممكن

يأثر على عينة تبعتي

نسبه الاكسيجين وال co2



assesment for O_2 الغاز الي in blood بسحب من venouse or arterial

under aenerobic condition بس لنفرض غرضًا اشتغلت

وتركت ال Tube زي ما هو

Diffusion of CO_2 >> Diffusion of O_2

Oxygen and carbon dioxide

هدول بيتقفلوا O2 + COPD + asthma + amphesimea

Diffecancy of الـ α1-anti tripsen

- Factors that can influence the amount of O2, that moves through the alveoli into the blood and then to the tissue include:
- **Destruction of the alveoli:** the normal surface area of the alveoli is as big as tennis court. When the surface area is destroyed to a critical low value by diseases such as emphysema

Bronchopneumonia بتشبه الـ

- **Pulmonary edema:** Gas diffuses from the alveoli to the capillary through a small space. With pulmonary edema, fluid leaks into the space, increasing the distance between the alveoli and capillary walls

بصير عندي infiction حولين الـ alveoli او بال pulmonary edema عندي سوائل في الـ diffusion الـ gas بتكون قليل

- **Airway blockage.** Airways can be blocked, as in asthma and bronchitis

أكثر اشي بصيب المدخنين يعني اني بكونه فترة منيحة مدخن بكون احتمال كبير بصير معه "لا تدخن"

- **Inadequate blood supply:** As in pulmonary embolism, pulmonary hypertension or a failing heart not enough blood is being carded away to the tissue where it is needed.

- **Diffusion of CO2 and O2.** Because O2 diffuses 20 times slower than CO2, it is more sensitive to problems with diffusion. This type of hypoxemia is generally treated with supplemental O2. 60% or higher O2 concentrations must be used with caution because it can be toxic to lungs

زهقت اكتب بالكيبورد اخليها اخط ن

reversible اذا Fe^{+3} يكون ميت ويكون الربط Fe^{+2} ويكون عندي فيه subunit ← 4 و كم عندي كم وحدة؟! Hemoglobin الـ O_2 لازم يتحمل على الـ

Oxygen transport

- Most O2 in arterial blood is transported to the tissue by hemoglobin.
- Each adult hemoglobin (A1) molecule can combine to four molecules of O2. reversibly with up to four molecules of O2
- The actual amount of O2 loaded depends on: (يعتمد على عدة اشكال)
  1. The availability of O2 ← anemia عند الأولاد Thalaemia
  2. The concentration and type(s) of hemoglobin present ← A ولاد F و a → A → قدرته أحسن F → Baby يخي شفيه كبير غير عن صغير
  3. The presence of interfering substances, such as (CO) ← دخان أو لد أو سا كن بغرفه الصوا ملون أولاد
  4. The pH → Tissue → CO_2 = 60 → pH أقل Tissue عند الـ O_2 فالـ affinity of Hb يكون أقل حتى ينزل الـ
  5. The temperature of the blood → رح تزيد الـ kinetic energy وبقلل ارتباط الـ gas مع الـ Hb فبصير منفصل عن الـ Hb ومابوصل للخلايا فـ بتنفس بطريقة سريعة
  6. The levels of PCO2 and 2,3- DPG

affinity والـ pH فبقلل الـ Tissue بالـ CO_2 ↑↑

affinity بقلل الـ CO_2 فبزيد metabolise بالـ Tissue ← بكون عالي بالـ Tissue

ليش بأس؟!

1. affinity of CO >>> O_2
2. اذا ارتبطت بالـ Hb لازم اخط المريض على جهاز التنفس نسبة الـ O_2 بالصوا 21% لين عشان يفك CO لازم اوصل النسبة لـ 30% ← 100%

Oxygen transport

➢ With adequate atmospheric and alveolar O2 available and with normal diffusion of O2 to the arterial blood, more than 95% of the "functional" hemoglobin will bind O2.

➢ Increasing the availability of O2 to the blood further saturates the hemoglobin. However, once the hemoglobin is 100% saturated, an increase in O2 to the alveoli serves only to increase the concentration of dissolved O2 (dO2) in the arterial blood. This offers minimal increase in oxygen delivery.

➢ Prolonged administration of high concentration of O2 may cause oxygen toxicity and in some cases, decreased ventilation that leads to hypercarbia

بوجود ال atmospheric oxygen وكميات منيحه منه رح يكون عندي ال loading لاله اكثر من ٩٥٪ متذكرين ايام كورونا كان يكون عنده نقص عن ال ٩٠ وهيك لازم يكون بالشخص العادي ٩٥

لما بزيد الاكسجين مثلا اقصى اشي ممكن يوصل ١٠٠ 💯 وضليت اخد اكسجين لفتره اطول بعد ال ١٠٠ ضله حطين التبخيره بصير الانسان ميت 💀 السبب الهيموجلوبين رح تتعبى بالاكسجين والزياده وين رح يروح ؟ رح يذوب 🫠 بالدم ف رح يحفز انه يوقف الريسبايراتوري سينتر ف ببطل يتنفس طيب شو صار بال co2 ؟ رح تنحبس ويصير زياده بال co2 ورح يصير عندي ACIDOSIS 🤓

[أنواع الـ Hemoglobin عندي ٤ أنواع هيموجلوبين] عند الانسان الطبيعي بس موجود ٢

Carboxy Hb ← صاد النوع ٣ Co-Hb أما واحد بدخن بكون عنده ٪95 < ← oxy Hb 5٪ ← deoxy Hb

وفي ناس عندهم defeciancy بال methhemoglobin reductase اي اذا اخدت أي oxadizing agent رح يحول ال $Fe^{+2} \rightarrow Fe^{+3}$ صاد الأنزيم

بس بشوف تحول ال $Fe^{+2} \rightarrow Fe^{+3}$ بروح برجع التفاعل $Fe^{+3} \rightarrow Fe^{+2}$ بس اذا كان الـ oxidizing agent كميته كتير كبيرة

ذو الانزيم كتير ضعيف شو رح يصير عندي كمية كبيرة من $Fe^{+2} \rightarrow Fe^{+3}$ رح يغير لون الدم لـ Choclet Brown ② رح يبطل قادر يحمل O_2 رح ينخنق الواحد لانه Hb مش قادر يحمل O_2

عشان اقيس Hb لازم اقيسهم بجهاز اسمه Co-Oxymeter

أنواع الـ Hemoglobin

Oxygen transport

- Normally blood hemoglobin exists in one of four conditions:
  - Oxyhemoglobin (O2Hb), which is O2 reversibly bound to hemoglobin.
  - deoxyhemoglobin (HHb; reduced hemoglobin), which is hemoglobin not bound to O2 but capable of forming a bond when O2 is available
  - Carboxyhemoglobin (COHb), Which is hemoglobin bound to CO. Binding of CO to Hb is reversible but is greater than 200 times as strong as that of O2
  - Methemoglobin (MetHb), which is hemoglobin unable to bind O2, because iron (Fe) is in an oxidized rather than reduced state. The Fe +3 can be reduced by the enzyme methemoglobin reductase, which is found in RBC's
- Co-oximeter are used to determine the relative concentrations (relative to the total hemoglobin) of each of these species of hemoglobin.

Assessing a patient oxygen status

هلا ال relative concentration لل co- oxygenated hemoglobin بحددها ال oximeters اللي بنستخدمها وفي عدة أنواع منها، في اشي بقيس two lambdas وفي اشي بقيس ثلاثة وفي أربعة حسب نوع ال Co-oximeter المستخدد هو بقيس على أتبعت الهيمو غلوبين بطلع الأشعة وبقيس مثلا ال oxyhemoglobin وال deoxyhemoglobin وهذا هو كل الهيموغلوبين الموجود فبجمعهم مع بعض بعدين بقسم ال oxyhemoglobin على ال total Hb وبتطلع كم نسبة ال oxyhemoglobon لي

➢ Four parameters used to assess a patient's oxygen status are:

compassion ⟷ ➢ Oxygen saturation (SO2)

أدق وأحسن لأمراض الجهاز التنفسي أو حراجين مناحريق أو بدخن ⟷ ➢ Measured fractional (percent) oxyhemoglobin (FO2Hb);

➢ Transcutaneous pulse oximetry (SpO2) assessments and

➢ The amount of O2 dissolved in plasma (PO2)

باجهزة

بالعيادة أو المركز

➢ Oxygen saturation (SO2) represents the ratio of O2 that is bound to the hemoglobin compared with the total amount of hemoglobin capable of binding O2

oxy

$$SO_2 = \frac{cO_2Hb}{(cO_2Hb + cHHb)} \times 100$$

2 λ بس → oxy + deoxy

$$= \frac{\text{relative Hb}}{\text{total Hb}} \times 100\%$$

Oxygen saturation (SO2) → $\frac{oxy}{oxy + deoxy} \times 100$

- Software included with the blood gas instruments can calculate SO2 from pO2, pH and temperature of the sample.
- These calculated results can differ from those determined by direct measurement due to the assumption that only adult hemoglobin is present and the oxyhemoglobin dissociation curve has a specific shape and location
- These algorithms for the calculation do not account for the other hemoglobin species, such as COHb and MetHb
- So calculated SO2 should not be used to assess oxygenation status

ممكن استخدمه اذا الواحد مابدخن وتعب وعملوا فحص fractional SO_2 وطلعوا زي بجهاز ما عنده أي نوع ثاني هذا Hbf يعني بس نوعين اي صحة oxy + deoxy وراح ادخل على عملية جراحية وخلص رح يشوفلي oxygenation صحيح منقيس بس oxy + deoxy لأنه ما عنده الثانيين - بس لبعض الحالات المرضية هو اسهل واسرع وارخص

- ما بقيسه بجهاز باخذ الـ pO_2 و Temp للعينة وعنده algorathem صحيحة بسجلها وبحسب وبطلع SO_2

هون بقيس شيء comparative

Assessmet نعمل assessmet f ptis xgen status ال
الشخص كيف عنده ال oxygenation
أول شغلة هي ال oxygen saturation
ولازم oxygen saturation احنا ما بنستخدمها ل assessment of oxygenation أو لل lung function
نتذكر انو ال
لأنها بس بتقيس ا oxyhemoglobin وال deoxyhemoglobin فاذا في methemoglobin أو
ما carboxyhemoglobin
اراح يقيسهم فما رح يعطي فكرة اذا الواحد مخنوق من دخان أو تلوث
ال measure fractional oxyhb ال FO2HB فعاليته احسن وبعطي قراءه و indicates اصح وادق لانو رح
يقيس ل oxyhemoglobin, deoxyhemoglobin وال methemoglobin, carboxyhemoglobin هدول (
dyshemoglobins اسمهم (met/carboxy Hb
وفي ال transcutaneous pulse oximetry للناس اللي عاملين عمليات قلب أو عمليات كبيرة وللاطفال بنتابعهم
من خلاله
وفي ال partial pressure of O2 اللي هو the amount of oxygen dissolved in plasma
اممكن يكونوا نفس القراءة لكثير من الناس (اللي ما بدخنوا وما عندهم مشاكل) بس المدخنين أو الناي (21 3)
متعرضين لمواد عملت iron l oxidation ممكن تكون القراءات مختلفة تمامًا بين SO2 و FO2Hb oxyHb,
deoxyHb مقسوم على مجموع ال oxyhemoglobin تساوي ال S02 طريقة الحساب

في اشياء لازم اكون مفترضها انه بس عندي ال adult HB يعني اذا واحد عنده ثلاسيميا بيبي صغير مابزبط
كمان ال dissossiation curve اله spescific curve and location يعني ماعنده لا acidosis ولا alkalosis ولا بدخن ولا dys hb لانه بصير عندي shift to the left
بزيد ال affinity to the oxygen ف بغير ال shape وبغير الموقع تبعه هاي الحالات الي مابزبط اعبر عن so2 عشان اعبرعن status of oxygen
اذا اجاني مريض من برا مش معروف مين هو ومخنوق مابعمله Other than that so2 لانه عنده so2 ال co hb
ف بلجأ لل fractional

Fractional oxyhemoglobin = percent of Hb / total

هاد الأشعل بستخدمه عشان اقيس الـ lung function and lung states

➢ Fractional (or percent) oxyhemoglobin (FO2Hb) is the ratio of the conc. of oxyhemoglobin to the conc. of total hemoglobin (ctHb)

$$FO_2Hb = \frac{cO_2Hb}{ctHb} = \frac{cO_2Hb}{cO_2Hb + cHHb + dysHb}$$

← oxy

← على كلهم total

dysHb: Meth Hb, COHb

➢ Where the dysHb represents hemoglobin derivatives, such as COHb, that can't reversibly bind with O2 but are still part of the "total" hemoglobin measurement.

➢ These two terms SO2 and FO2Hb, can be confused because as the numeric values for SO2 are close to those of FO2Hb (differ in smokers and if dyshemoglobins are present)

Meth Hb ← عاليكون عندي

COHb و

الـ CO ارتباطه reversable

affinity الـ بس

220 كثير عاليه بتوصل لـ

ضعف الـ O_2

So_2 fractional ممكن يكون

متساوين ما بيكون عندي

كوبسماعنده مشاكل Meth Hb reductase

ولا بدخن ولا متعرض لحريق

أو خنوق

Partial pressure of oxygen dissolved in plasma

- Partial pressure of oxygen dissolved in plasma (pO2) accounts for little of the body's O2 stores.
- Noninvasive measurement are attained with pulse oximetry (SpO2). These devices pass light of two or more wavelength through the tissues of the toe, finger or ear.
- The pulse oximeter differentiate between the absorption of light as a result of O2Hb and dysHb in the capillary bed and calculates O2Hb saturation. Because SpO2 does not measure COHb or any other dysHb, it overestimates oxygenation when one or more are present.
- The accuracy of pulse oximetry can be compromised by many factors, including diminished pulse as a result of poor perfusion and severe anemia.

→ plus تستخدم الـ oxymetry

ملقط بالاصبع

$= \frac{\text{absorpance}}{\text{wave lenght}}$ معنا

لـ هاي مشكلة كمية الدم قليلة او كمية الدم الي واصلة للاصبع قليلة

severe anemia هاي فقر دم محمل O_2

➢ The maximum amount of O2 that can be carried by hemoglobin in a

➢ given quantity of blood is the hemoglobin oxygen (binding) capacity. The molecular weight of tetramer hemoglobin is 64,458 g/mol.

➢ One mole of a perfect gas occupies 22,414 mL. Therefore, each gram of hemoglobin carries 1.39 mL of O2

$$\frac{22{,}414 \text{ mL/mol}_4}{64{,}458 \text{ g/mol}} = 1.39 \text{ mL/g}$$

➢ When the total hemoglobin (tHb) is 15 g/dL and the hemoglobin is 100% saturated with O2, the O2 capacity is:

$$15 \text{ g/100 mL} \times 1.39 \text{ mL/g}$$
$$= 20.8 \text{ mL } O_2\text{/100 mL of blood}$$

كمية الأكجين الموجودة بـ 100 mL من الدم سواء كان bound to Hb or dissolved in plasma O_2
الـ ideal gas الـ volume إله بكون 22,414 mL الـ Hb الـ molecular weight إله 64,458 g/mol يعني 24 kilo dalton
اذا بنقسم الـ ideal gas على الـ Mwt للـ Hb بطلع انو كل gram من الـ Hb بحمل 1.39 mL من الـ O2
مش كل الدم هيموغلوبين هو بكون 12 أو 13 أو 15 هيك حسب قوة الدم
لواحد قوة دمه 15g/dL من الـ total Hb والـ saturation 100% راح يكون في عنده 20.8mL O2 /100 mL blood
ضربوا الـ 1.39 g/mL بـ 15g/dL

بس الـ saturation مش 100% بيكون أكثر من 95%
فافترضوا انو 97% وضربوها بـ 20.8
واذا كان الـ partial pressure of oxygen 100 mmHg راح يكون في 0.3mL O2 dissolved in 100mL of plasma
فبالمعادلة الـ 0.3mL الـ dissolved زائد الـ 20.8*0.97 مقدار الـ saturation وبطلع 20.5mL من الأكسجين موجود في
100mL of blood
والـ pO2 والـ pCO2 اذا كانوا كويسات فهذا indication انو الـ exchange in lung كويـ

Oxygen content

- Oxygen content is the total O2 in blood and is the sum of the O2 bound to hemoglobin (O2Hb) and the amount dissolved in the plasma (pO2)
- Because pO2 and pCO2 are only indices of gas-exchange efficiency in the lungs, they do not reveal the content of either gas in the blood.
- If the pO2 is 100 mmHg, 0.3 ml of O2 will be dissolved in every 100 ml of blood plasma.
- The amount of dissolved O2 is usually not clinically significant. However, with low tHb or at hyperbolic conditions, it may become a significant source of O2 to the tissue. Normally 98-99% of the available hemoglobin is saturated with O2.
- Assuming a tHb of 15 g/dL, the O2 content for every 100 mL of blood plasma becomes:

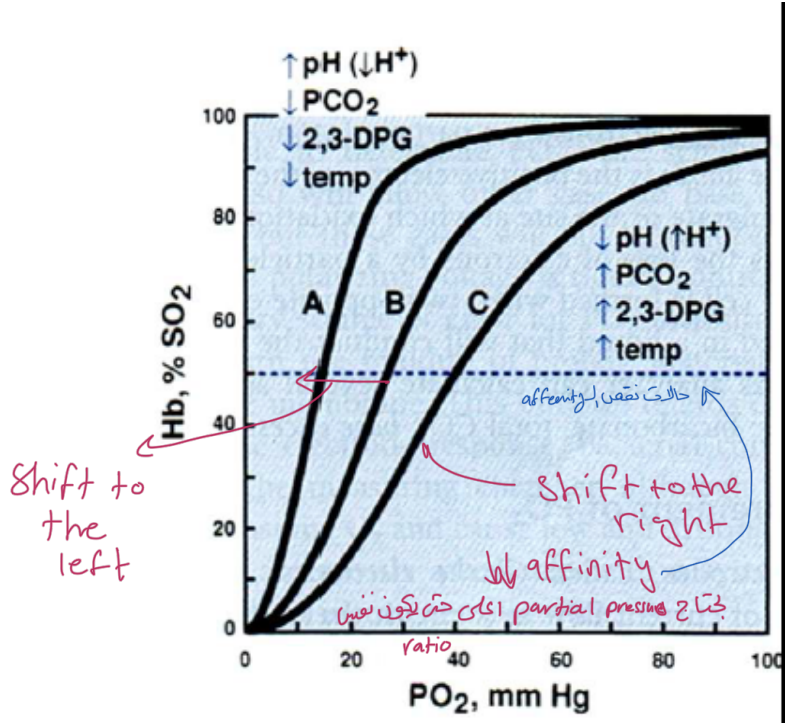
dissolve **0.3 mL** + (**20.8 mL** × **0.97**) = **20.5 mL** O2 / 100 ml of Blood

تكرار من Biochemistry

Hemoglobin-oxygen dissociation

- 2,3-DPG levels increase in patients with extremely low hemoglobin values and as an adaptation to high altitude.

حالات الـ Severe anemia والناس اللي كنا بنعالجها
عالية الـ pO_2 كتير قليلة كأنها بيعيد بالسماء " زي كأنه روحه بتطلع
لدرجة O_2 لما مش قادر يتنفس
فشو بيعملوا بزخ الـ 2,3 DPG conc عشان يوصل الـ O_2 لكل الـ Tissue
يردح ينزلهم



لـ factors اللي ممكن تأثر على الـ Hb-oxygen dissociation curve هذا الـ curve أخذناه بالـ biochemistry
الـ B هو العادي
الـ A هو الـ shift اللي بصير اذا ارتفعت الـ pH واذا قل الـ pCO2 والـ DPG وكمان اذا قلت الـ temperature بتزيد الـ binding and affinity for oxygen
وهدول راح يعملوا shift the curve to the left
الـ C العكس صار اذا انخفضت الـ pH واذا زادت الـ pCO2 والـ DPG (disphosphoglycerate هو dis أو bis الثنتين
بزبطوا :)
والـ pCO2 بالـ tissue عالي والـ DPG بالـ metabolising tissue بكون عالي
وبحالات الـ fever وارتفعت الحرارة راح تقل الـ affinity for oxygen وراح يعملوا shift the curve to the right
الناس اللي عندهم Hb كثير قليل أو انهم بعيشوا في high altitudes بكونوا معرضين للـ hypoxia وبالتالي بحاول الجسم يعمل
راح يرتفع عند هذول الأشخاص وراح يبين BPG-للوضع اللي همه فيه فالـ 2,3 adaptation and compensation عالي اذا
قسنالهم ياه

آيه عياش

Measurement

Spectrophotometric (Co-oximeter) Determination of oxygen saturation

$SO_2 = \frac{oxy}{deoxy + oxy}$

$fractional = \frac{oxy}{total = 4type}$

وبنختار اذا بدي SO_2 أو fractional

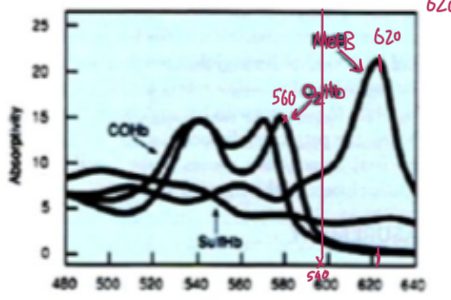
حسب كم الجهاز بقدر يقيس λ لأنه λ مختلفة شوي حسب الـ curve

حسب الـ Co-oxymeter اللي عندك أي λ بقدر يقيس

- The actual determination of oxyhemoglobin (O2HB) can be determined spectrophotometrically using co-oximeter designed to directly measure the various hemoglobin species.

وكمان بقسم لي بالـ Software وبقيس $\% Percentage = \frac{oxy}{total}$

- The number of hemoglobin species measured will depend on the number and specific wavelength incorporated into the instrumentation. For example, two wavelength instrument systems can measure only two hemoglobin species (O2Hb and HHb), which are expressed as a fraction or percentage of the total hemoglobin.



مثلاً عندك الـ oxymeter بقيس كم 620 بقدر يقيس الـ MetHb وكل نوع عنده λ خاص فيه

لو قسّت عند 590 MetHHb → بكون على الباقي مالهم absorpance

Spectrophotometric (Co-oximeters) Determination of oxygen saturation

- As with any spectrophotometric measurement, potential sources of errors exist, including:
  - Faulty calibration of the instrument
  - Spectral-interfering substances
- The patient's ventilation status should be stabilized before blood sample collection
- An appropriate waiting period before the sample is redrawn should follow changes in supplemental O2 or mechanical ventilation
- All blood samples should be collected under anaerobic conditions and mixed immediately with heparin or other appropriate anticoagulant.
- If the blood gas analysis is not being done on the same sample, EDTA can be used as an anticoagulant
- All samples should be analyzed promptly to avoid changes in saturation resulting from the use of oxygen by metabolizing cells'

في عندي اخطاء بالجهاز اكيد
اول شي من calibration انتبهتوا انه ال oxy عن deoxy مافرق اذا ماكان معموالله calibration رح يتداخلوا مع بعض رح يقيسوا ال oxy and deoxy مع بعض ويعطي قيمه غلط
وال spectral interfering substances
انه انا قاعد بقيس مواد على نفس اللمدا مثلا قاعد بقيس على لمدا ٥٩٠ وفيه ماده اكلتها وكانت الها نفس اللمدا هون رح يزيد قيمه الي قسته ف رح يكون خطا
تنفس المريض لازم يكون stabilized before collecting اذا انا غيرت التنفس 😮‍💨 كان هاد المريض بدون supplements o2 ورحت حطيت o2 بستنى يصيرله ستابلايزيشين بعدين باخد ال arterial blood pressure غيرت نسبه الاكسجين كنت اعطيه ٢٣ بالمية اكسجين وزدته ل ٥٠ بستنى يصيرله stblaization بعدين باخد arterial blood pressure
ولازم under aenarobic conditions يعني نغطي ال tupe لانه ال co2 رح يطلع وال o2 الي بالجو رح يدخل
ال anti cougulant الي مستخدم هو artilial blood pressure الا اذا مابدي اقيس اشي لرئة او لمرض محدد بلجا لل venouse عادي وبستخدم edta ولازم مااطول على العينه اسحللها سريع لانه انا تاركها مع wbc فيها nucleus و ميتوكندريا وهي جوعانه وبدها طاقه ف بتستخدم ال o2 عشان تحلل الطاقه بقل o2 بالعينه

رح تقيسلي كثير اشياء مثل
الباي كربونيت والاسيدوبيس
CO2 و

Blood gas analyzers (pH, pCO2 and pO2)

➢ Blood gas analyzers (macroelectrochemical or microelectrochemical sensors) as sensing devices

كثير حساسة

current flow يسمى هيك مشان current وبتغير current يصير عندي reduction and oxidation بالتالي بصير تفاعل anode + cathod فيها reaction

➢ The pO2 measurement is amperometric (current flow) related to the amount of O2 being reduced at the cathode

➢ The PCO2 and pH measurement are potentiometric (change in voltage)

Voltage بقيسهم حسب تغير pH + CO2 والـ pH عبارة عن اشي acidic والـ HCO3 عبارة عن Basic والـ H+ بتطلع وبتنزل والقياس بتعطيها بقيسها بتغير

➢ The blood gas analyzer can calculate several additional parameters, bicarbonate, total CO2, base excess and SO2.

كيف ممكن نقيس الـ blood gases?
الأكسجين على الـ oxidation reduction reactions فانتقال الكترونات
amperometric بنقيس current
لكن الـ CO2 والـ pH بنقيس potentiometric الـ change in voltage
الثنين هذول الهم electrodes بصير عليها chemical reactions بحيث التغير
اللي صار نتيجة وجود الـ CO2 الـ H+ أو
indicate the quantity of the analyte الاكسجين

Measurement of pO2

- The primary source of error for pO2 measurement is associated with the buildup of protein material on the surface of the membrane (retards diffusion of O2)
- Bacterial contamination within the measuring chamber, although uncommon, will consume O2 and cause low and drifting values
- It is important not to expose the sample to the room air when collecting, transporting and making O2 measurement.
- Contamination of the sample with room air (pO2, 150 mmHg) can result in significant error
- Even after the sample is drawn, sample should by analyzed immediately as leukocytes continue to metabolize O2 leading to low PO2 values

الكلام هون اعاده نبدا بالاكسجين، حكينا المبدأ تبعه هو عملية ال oxidation reduction reactions
ال collection of blood بكون عادة arterial blood
وبالتالي كمية الاكسجين اللي بقيسها بتكون اقل من الحقيقية diffusion of oxygen وبمنع الـ protein will accumulate on the membrane of the electrode
تبعته يكون فيها خطا لأنه ال results ممكن ال hyperproteinemia اذا الشخص عنده
الشغلة الثانية هي ال bacterial contamination مع انو هذا الاشي مش سهل يصير لكن اذا صار راح تكون كمية الاكسجين اقل من الحقيقية
لانو البكتيريا راح تبلش تستهلك بالاكسجين فعشان هيك ما بدنا نعرض العينة لل room air لا خلال ال collection أو
measurement أ ال transportation
ال contamination موجود في الجو وهذا كفيل انو يذوب في العينة ويرفع الاكسجين بشكل كبير اخر اشي ال leukocytes WBCs طبعًا
ال RBs ما في خوف منهم لانو أصلا anaerobic glycolysis بدون ما تستخد
الاكسجين اصلاوبتستهلك الاكسجين lactate مش C02 اما هديك بالخلايا اللي فيها mitochondria اللي بتعتدم عال oxidative

السلايد الي بعد

وفي الـ cutaneous اللي هو الـ measurement of pO2 بنستعملها للـ infants and neonates وهي invasive
الـ transcutaneous pulse oximetry هذيك كانت non invasive
أما هاي فيها electrode صغير بنسخن بالمنطقة عشان الاكسجين يطلع ويدخل بالـ electrode وينقاس بس عملية التسخين هاي
ممكن تحرق الجلد وكمية الاكسجين اللي بتطلع بتعتمد على الـ thickness of skin وقديش الـ tissue perfusion with blood

بشرتهم رقيقة كثير
فهي ممكن تكون مش دقيقة كثير بس بتؤدي الغرض لانها بتقيس للـ neonates والـ infants لانو اصـ

Measurement of pO2

يهاد للأطفال اليسير بجيبو الelectrod ويقيسو كمية الpO2 الي موجود بالدم ولازم نضل نحركة

والاطفال جلدهم كتير رقيق والperfusion قليل

- Cutaneous measurement for pO2 also are possible using transcutaneous (TC) electrodes placed directly on the skin.
- Measurement depends on oxygen diffusing from the capillary bed through the tissue to the electrode. Although most commonly used with neonates and infants
- Skin thickness and tissue perfusion with arterial blood can significantly affect the results.

عشان ما تتحرق جلد الطفل لازم نضل نحركة

- Heating the electrode placed on the skin can enhance diffusion of the O2 to the electrode, however, burns can result unless the electrodes are moved regularly.

لـ pCO2 و لـ pH حكينا potentiometric فـ voltmeter اللي يقيس
يعتمد على electrode ويقيس الـ diffusion of the CO2 أو الـ +H من selective electrodes
بتفاعل internally مع الـ Ag-AgCl فيقيس كم فرق الـ potential او فرق الجهد الكهربائي لانه مقدار التغير اللي
بصير يكون اله علاقة بال CO2 و الـ +H اللي دخلو.

نفس الفكرة pCO2 الـ
وفي جوا semipermeable membrane
وفيه bicarbonate buffer وبيحصل الـ reaction اللي هو
وبعدين لـ carbonic acid عشان يحوله لـ H2O مع الـ CO2

Bicarbonate + H+

التغير اللي صار بلا buffer بغير الـ potential ومنه بنقيس كمية الـ CO2 اللي دخلت
في errors مثلا اذا كان في build up of proteins او اذا مش معموله calibration بشكل جيد أو الـ calibration material
is contaminated

Measurement of pH and pCO2

- Two electrodes (the measuring electrode responsive to the ion of interest and the reference electrode) are needed and voltmeter, which measures the potential difference between the two electrodes.
- The potential difference is related to the concentration of the ion of interest.
- To measure pH, a glass membrane sensitive to H+ is placed around an internal Ag-AgCl electrode to form a measuring electrode
- The potential that develops at the glass membrane as a result of H+ from the unknown solution diffusing into the membrane's surface is proportional to the difference in [H+] between the unknown sample and the buffer solution inside the electrode

بالنسبة للعينات اللي بنوخدها لـ blood gases في أكثر من نوع للعينات اللي ممكن نوخدها
ويختلف الدقة والقراءات
- arterial blood is the best بس برضو ممكن نوخد peripheral venous blood
بس لازم نحدد مصدر العينة
- ممكن نوخد capillary blood pH و الـ pCO2
- correlation بين الـ arterial blood والـ capillary ممكن يكون لـ pH و الـ pCO2 بس مش لـ pO2
ممكن انها تختلف الـ pO2 بين الـ arterial والـ capillary
كثير اشياء ممكن تكون مصدر للخطأ source of error (الدكتورة قرأت الفقرة كاملة)

الـ interpretation of the results مهمة جد
هسا انا شفت المريض وشفت الـ oxygenation الو والقراءات اللي طلعت معي هسا اذا كنت انت lab professional مش طبيعي
عينة الدم صار فيها clot
لازم يكون عندك معلومات وثقافة واشياء معينة انو بمجرد ما شفت القراءة تعرف يا في خطأ يا ما في خطأ

اذا الـ oxygenation كثير قليل والبني ادم طبيعي ممكن انو الـ instrument نفسها فيها مشكلة مثلا

مثلا
وسكرت الـ instrument فالـ instrument مش قاعدة بتقرأ صح فالـ
Handling of the problems to determine where the problems lies
وهاي بتيجي مع الخبرة وبالمعرفة وبتوفر وقت كثير بدل ما أضل ألف حوالين حالي وانا مش عارف وين المشكلة صاير

pCO2

- An outer semipermeable membrane that allows CO2 to diffuse into a layer of electrolyte, usually bicarbonate buffer, covers the glass pH electrode. The CO2 that diffuses across the membrane reacts with the buffer, forming carbonic acid, which then dissociates into bicarbonate plus H+

- The change in the activity of the H+ is measured by the pH electrode and related to pCO2

- As with the other electrodes, the buildup of protein material on the membrane will affect diffusion and cause errors, pCO2 electrodes are the slowest to respond because of the chemical reaction that must be completed. Other error sources include erroneous calibration caused by incorrect or contaminated calibration materials

Specimen

- Arterial blood specimen is an excellent reference
- Peripheral venous samples can be used if pulmonary function or O2 transport is not being assessed (the source of the specimen must be clearly identified)
- Depending on the patient, capillary blood may need to be used to measure pH and pCO2
- Although the correlation with arterial blood is good for pH and pCO2, capillary pO2 values even with warming of the skin before drawing the sample, do not correlate well with the arterial pO2 values as result of sample exposure to room air
- Sources of error in the collection and handling of blood gas specimens include the collection device, form and concentration of heparin, speed of syringe filling, maintenance of the anaerobic environment, mixing of the sample to ensure dissolution and distribution of the heparin anticoagulant, and transport and storage time before analysis

Interpretation of results

➢ Laboratory professionals need certain knowledge, attitude and skills for obtaining and analyzing specimens for pH and blood gases.

➢ Simple evaluation of the data may reveal an instrument problem (possible bubble in the sample chamber or fibrin plug)

➢ A possible sample handling problem (PO_2 out of line with previous results and current inspired FiO_2 levels)

➢ The application of knowledge saves time. The ability to correlate data quickly reduces turnaround time and prevents mistakes.