

تفريغ كلىنكال



المحاضرة: Acid base balance

الصيدلاني/ة: نور ابو ليلي



لجان الزفوعات

رَبِّ ادْخُلْنِي مَدْخَلَ صِدْقٍ وَأَخْرِجْنِي مُخْرَجَ صِدْقٍ وَاجْعَلْ لِي مِنْ لَدُنْكَ سُلْطَانًا نَصِيرًا.

رَبِّ اشْرَحْ لِي صَدْرِي وَيَسِّرْ لِي أَمْرِي وَاحْلُلْ عُقْدَةً مِنْ لِسَانِي يَفْقَهُوا قَوْلِي.

Acidity → قَدْرِيَّةٌ مَعَى جِلَالِ الْوُجُودِ
تَأَمَّنْ أَلَمْ تَطْهَرْ وَتَنْزَلْ ، طَبْعًا الْغَيْرُ لَا
يَنْهَكُ (مَحْسَرٌ صَحِيحٌ)

* اذا كان conc لـ H^+ اثنى من 120 أو اقل من 20 = اذا كانت الـ pH
 اقل من 6.90 أو اعلى من 7.7 يعني المريض بيكون Died في التخيرات في pH
 very very serious situation

Acid-base balance

➤ The data are used to assess patients in life-threatening situations

لـ اي تخير بسيط بيحصل Acidosis يعني بخل الحماض المركزه
 فهو مش اشتر بسيط

➤ Blood hydrogen ion concentration $[\text{H}^+]$ is maintained within tight limits in health. Normal levels lie between 36 and 44 nmol/L (pH 7.35-7.45)

* الانزيمات بحسبنا انها optimum pH بتكون Active فيه

فـ اذا صار في خلل في الـ Acid base balance ممكن يصير يلحق Free radical ويعمل damage للخلايا واورق خلايا

➤ Any H^+ values outside this range will cause alteration in the rates of chemical reactions within the cell and affect many metabolic processes of the body

بتتضرر فيه خلايا الـ Brain

➤ Values greater than 120 nmol/L or less than 20 nmol/L are usually incompatible with life

sever acidosis

sever alkalosis

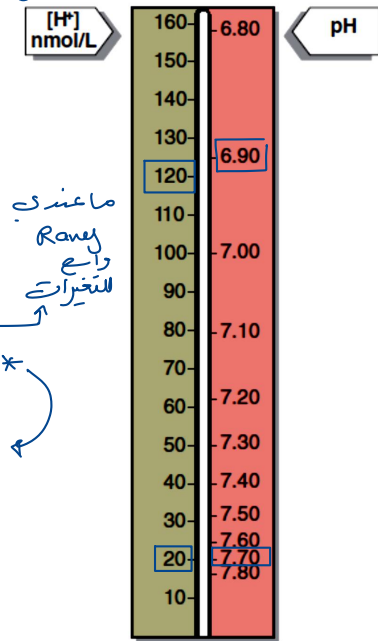


Fig 20.1 The negative logarithmic relationship between $[\text{H}^+]$ and pH.

* من وظيفتَي بَيَجْسِ الـ H^+ ؟ من عمليات الـ metabolism ، ممكن نوكل اشياء acidic أو Basic من ساج تَأْتِرْ صَالَتَايْزُ الكَبِيرِ عَلَى الـ pH ، ههنا عمليات الـ metabolism بَتَطْع كَمِيَاة كَبِيرَة مِنْ الـ CO_2 وَالـ CO_2 اصْلًا Acidic بس بَيَطْلَع بِشَكْل طَبِيعِي عَنْ طَرِيقِ

H^+ Production الـ methionine and cysteine زي الـ sulphur-containing amino acids بَرَضُوا الـ metabolism بَتَطْلَع H^+ فَاذَا أَكَلْتِ بَرَضِي صِيَايِ رَجْ نِيْتَج H^+ بِكَمِيَاة كَبِيرَة بَيَخْلَع مِنْهَا الْجِسْم عَنْ طَرِيقِ الـ urine

➤ Hydrogen ions are produced in the body as a result of **metabolism** (from the oxidation of the sulphur-containing amino acids of protein ingested as food) }
 (مَوْصُورِيْنِ بِالْبَرَضِي الْكِيَايِ) Methionine and cysteine

➤ The total amount of H^+ produced each day in this way is of the order of 60 mmol but all the H^+ produced are efficiently excreted in urine. Everyone who eats a diet rich in animal protein passes an acidic urine → الـ كَمِيَاة زَايِدَة مِنْ H^+ رَجْ يَخْلَع مِنْهَا الْجِسْم عَنْ طَرِيقِ الـ urine الْبَاتَالِي رَجْ يَتَحَوَّلُ الـ urine الـ Acidic ($pH \downarrow$)

➤ Large amounts of **CO_2** are produced by cellular activity each day with the potential to upset acid-base balance * الـ CO_2 رَجْ يَطْلَع عَنْ طَرِيقِ الْتَنَفُّسِ عَنِ الْيَقْظِ عَشْءِ الـ Acid base balance
 ← اَرْتِفَاعَة بِيَحْمِلُ Acidity

➤ Under normal circumstances all of this CO_2 is excreted via the **lungs**. Having been transported in the blood, Only when **respiratory function** is impaired do problems occur * بِالْمَوْضِعِ الطَبِيعِي الـ Respiration بَكْفِي بَسْ اِنْدَا صَارَتْ مُشْكَلَة بِالـ Respiration زي

(... , Asthma , COPD) فَاكَمِيَاة CO_2 اِيه بَتَطْلَع بَتَصْمِيرْ اَقْل = بَيَنْحَضِرُ صَوَا الْجِسْمِ فَايِ رَجْ يَخْلَع بِالطَّبِيعَةِ صِيَا رَجْ Kidney

Buffering and buffers وصواله → main buffer : Bicarbonate (HCO_3^-) →

* عملية التخلص من الـ H^+ الزيادة عن طريق الـ CO_2 عملية سريعة جداً.

➤ Buffer is a solution of the salt of a weak acid that is able to bind H^+ .
Buffering does not remove H^+ from the body but mop up any excess H^+ produced (as a sponge)

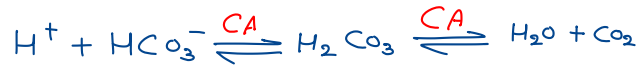
➤ **Buffering** is only a short term solution to the problem of excess H.
Ultimately, body must get rid of H by renal excretion by Kidney

← الـ Buffer يستغل عن التغيرات المفاجئة عن الـ pH .

➤ The body contains a number of buffers to correct sudden changes in H production

لا في عنائير الـ Bicarbonate ؟ اه زيح الـ Haemoglobin و الـ protein ممكن تسحب اشي من الـ H^+ اكي موجود ، اذا كمية H^+ قليلة يسحبها الـ protein اما ان كانت كبيرة يسحبها الـ HCO_3^- بس صلياً إله

Buffer capacity محدودة ➤ **Proteins** can act as buffers and the haemoglobin in the erythrocytes has a high capacity to bind H



Buffers

١ إذا صار عندي $\uparrow \text{H}^+$ يرتبط مع HCO_3^- ويتحول إلى CO_2 ويطلق عن طريقه النفس

٢ إذا صار العكس $\downarrow \text{H}^+$ (Alkalosis) الجسم يحتاج إلى CO_2 ويصوب H^+ و HCO_3^- عن H^+ ترتفع

كم شرح اعمل بهاي؟ راج ترويح على

➤ In the ECF, **bicarbonate buffer** is the most important. In this buffer system, bicarbonate (HCO_3^-) combines with H^+ to form carbonic acid (H_2CO_3)

➤ The association of H with bicarbonate occurs rapidly, but the breakdown of carbonic acid to CO_2 and water happens relatively slowly.

التفاعل يتسرع عن طريقه همار الانزيم

➤ The reaction is accelerated by an enzyme, **carbonic anhydrase**, which is present particularly in the erythrocytes and in the kidneys.

➤ Only when all the bicarbonate is used up does the system have no further buffering capacity

➤ The acid base status of patients is assessed by consideration of the bicarbonate system in plasma

* عليّة التّصلّب من الـ CO_2 عن طريق الـ lung بالجفم وائي تخيل ذ الـ ventilation rate هو ابي رح يتحكم بالعامة يعني اذا الـ CO_2 ارتفع ← Hyperventilation عنان يملعون بالـ exhalation ابي ما تنظفنا كمية الـ CO_2 وتقل الـ Ventilation وائي مش ملصقة عليّة الـ ventilation رح يروح على الـ kidney .

Buffers

➤ The **bicarbonate buffer system** is unique in that:

- The (H_2CO_3) can dissociate to water and CO_2 allowing CO_2 to be eliminated by lung
- Changes in CO_2 modify the ventilation rate
- HCO_3^- concentration can be altered by the kidney

* يمكن يستغل بار plasma بس الاصلية

الأكبر يستغل بار urine (يرتبط مع H^+ و يرحى الـ urinary tract من الانوية damage or irritation بسبب موضة الـ H^+)

➤ **Phosphate buffer system** ($\text{HPO}_4^{2-} - \text{H}_2\text{PO}_4^-$) plays a role in plasma and RBC's and is involved in the exchange of Na/H^+ ion in the urine filtrate

اد له ابي بار Imidazole عندها

القوة على حسب H^+ الزيادة

➤ **Plasma proteins**, especially the imidazole groups of histidine, forms important buffer system in plasma. Most circulating proteins has net negative charge capable of H^+ binding

اد Net charge لهاي البروتينات

negative لانها عند القصة ترتبط مع H^+

كمية كبير
خلية = 1, ...
بالمقارنة مع HCO_3^-
اي تركيزه =

23- 29

Regulation of the acid-base balance

- In plasmas at 37°C, the value for the combination of the solubility constant for PCO₂ and the factor to convert mm Hg to mmol/L is 0.0307 mmol L⁻¹. mm Hg⁻¹

$$\text{pH} = \text{pK}' + \log \frac{c\text{HCO}_3^-}{0.031 \times \text{PCO}_2}$$

Bicarbonate

← صاري لتحويل الوحدة .

0.0307 ← الأضح

Partial pressure

لـ CO₂
فعبثا عنها ب

mm Hg

0.0307 ذعتان امولها لـ mmol / L يفرز

* لوصار عندي Acidosis اذ

HCO₃⁻ بتقل بيزوج يرتبط مع H⁺

عشان يتحول لـ CO₂ ويطلع عن طريق النفس

= بتضف اذ Acidity ، صلا اذ HCO₃⁻

وج يقل ف اكسجين راجي وقل يقلل من اذ

CO₂ (المرتفع في الجسم) عن طريق اذ

Hyper ventilation مع بيزيد من التنفس صرع

ليخلص من اذ Acidity اليه موجهة .

* يعني لما يكون اذ HCO₃⁻ ↓ بيدي اقل من

Hyper ventilation ← PCO₂

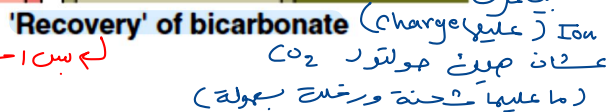
وان اذ HCO₃⁻ بيزيد اذ PCO₂ ← يقلل من

ال Ventilation عشان احافظ على اذ CO₂

H⁺ excretion in the kidney

- All the H⁺ that is buffered must eventually be excreted from the body via the kidneys, regenerating the bicarbonate used up in the buffering process and maintaining the plasma bicarbonate concentration within normal limits.
- Secretion of H⁺ by the tubular cells serve initially to reclaim bicarbonate from the glomerular filtrate so that it is not lost from the body
- When all bicarbonate has been recovered, any deficit due to the buffering process is regenerated.
- The mechanisms for bicarbonate recovery and for bicarbonate regeneration are very similar and sometimes confused.
- The excreted H⁺ must be buffered in urine or the [H⁺] would rise to very high levels, phosphate acts as one such buffer, while ammonia is another

* في أربط H^+ بـ HCO_3^- وأحولها لـ CO_2 ، اد CO_2 في تقدر تمر من الـ (membran) ، سرج تفتل لـ H^+ و HCO_3^- ← يرجع الدم



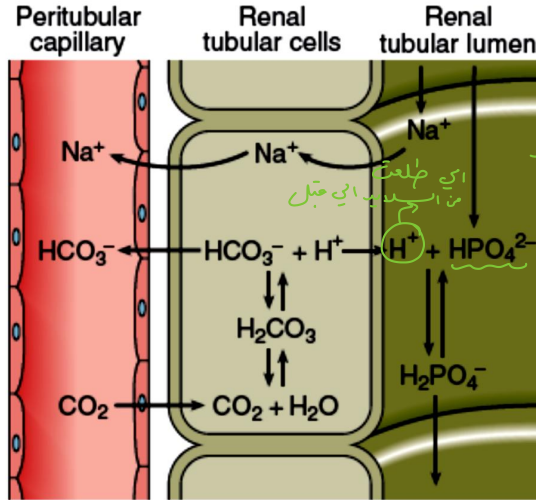
* اور یہ ہے بیکن عایہ بالدم بیرخل علی ال tubular cell ویرتباع

ال H_2O ویرقل ال H^+ + HCO_3^- بیرجل للدم

بیرخل ال Na^+ ویرخل مکنها $urine$

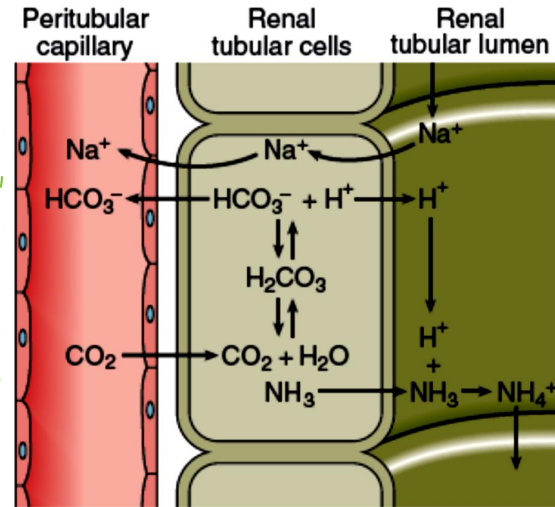
صا H^+ ← Acidic فرح قخرن ال urinary tract

H⁺ excretion in the kidney



Phosphate buffer

ترتبط H⁺ (اي)
 طُلعت من السلاية
 (اي قبل) مع
 HPO₄²⁻
 ومنتجون
 H₂PO₄⁻
 آمن ماري
 يمين اي
 irritation or
 damage
 UT
 لا



Ammonia buffer

H⁺ ارتبطت مع
 Ammonia
 وكونت
 NH₄⁺
 آمن مع UT

Cellular metabolic activity is pH dependent - pH dependent - محاولة فصل ضمن pH Normal pH = 7.4 وفي حال حدوث اي خلل

عن طول رح عمل عملية ال Compensation ، اذا كانت المشكلة metabolic يكون ال Compensation ← Respiratory ، اذا كانت المشكلة Respiratory يكون ال Compensation من خلال ال Kidney .

Assessing status

Respiratory compensation يكون عن طريق تغيير ال Ventilation على حسب الوضع Hyper Hypo

از اكانت المشكلة Respiratory لا اعتما سرعة ال Kidney ال Response لا اعتما بطيئة - يومين ال 4 ايام

- The carbonic acid (H_2CO_3) component is proportional to carbon dioxide, which is in turn proportional to the partial pressure of the CO_2
 Compensation
- Because the body's cellular and metabolic activities are pH dependent, the body tries to restore acid-base homeostasis whenever an imbalance occurs
 "تعويض" (Compensation)
- The body accomplishes this by altering the factor not primarily affected by the pathologic process. For example, if the imbalance is of **non-respiratory** origin, the body compensates by altering **ventilation** (fast response).
- For disturbances of the **respiratory** components. The **kidneys compensate** by selectively excreting or reabsorbing anions and cations. The kidneys are slower to respond (2-4 days)

Assessing status

- The H concentration in blood varies as the bicarbonate concentration and pCO₂ change. If everything else remains constant.

- ف
ص
ا
م
ي
↓
disturbance
في ال
Acid base
balance
- Adding H, removing bicarbonate or increasing the pCO₂ will all increase [H⁺]
 $\uparrow H^+ , CO_2 \uparrow , HCO_3^- \downarrow \longrightarrow \text{Acidosis}$
 - Removing H, adding bicarbonate or lowering pCO₂ will all cause the [H⁺] to fall.
 $\downarrow H^+ , CO_2 \downarrow , HCO_3^- \uparrow \longrightarrow \text{Alkalosis}$
 - An indication of the acid base status of the patient can be obtained by measuring the components of the bicarbonate buffer system

Normal ranges

الرقم من صفح

**TABLE 16-1 ARTERIAL BLOOD GAS
REFERENCE RANGE AT 37°C**

pH	7.35–7.45
pCO ₂ (mm Hg)	35–45
HCO ₃ ⁻ (mmol/L)	22–26
Total CO ₂ content (mmol/L)	23–27
pO ₂ (mmol/L)	80–110
SO ₂ (%)	>95
O ₂ Hb (%)	>95

* في عناء نرجين من الـ Metabolic Acidosis :-

Causes of metabolic acidosis

① Metabolic acidosis مع elevated anion في

anion مرتفع وعامل anion gap

② Metabolic acidosis بدون ارتفاع بار anion gap

➤ Metabolic acidosis with an **elevated anion gap** occurs in:

* يكون في عناء retention الـ H^+ $\Leftarrow$ Acidosis بالتقابل عنى phosphate + sulphate مرتفعين $\Leftarrow$ في anion gap عالي

① ➤ **Renal disease.** Hydrogen ions are retained along with anions such as sulphate and phosphate.

* كمية الـ Ketone body مرتفعة عندها Acidosis من الـ Ketone body نفسة في الـ Ketone body $\Leftarrow$ Acidosis و anion gap

② ➤ **Diabetic ketoacidosis.** Altered metabolism of fatty acids, as a consequence of lack of insulin causes endogenous production of acetoacetic and β -hydroxybutyric acids

* الـ lactate يكون مرتفع عامل Acidosis و anion gap

③ ➤ **Lactic acidosis.** Particularly tissue anoxia. In acute hypoxic states such as respiratory failure or cardiac arrest. It can be caused by liver disease. The presence of lactic acidosis can be confirmed by the measurement of plasma lactate concentration.

* الـ Toxicity في نواتج صدمات الحوان (التي بالمخرج) تجعل anion gap + Acidosis

④ ➤ Certain disease of overdosage or **poisoning**. As in **salicylate** overdose where build-up of lactate occurs, or **methanol** poisoning when formate accumulates, or **ethylene glycol** poisoning where oxalate is formed.

* اِي مَن مَرْتَبَط بـ Anion gap بِيَكُون مَقَابِل اَر Dcrease

بَار HCO_3^- عَنَّا اَرْتِفَاع بَار Cl^- اِي هُو hyperchloraemic acidosis

Causes of metabolic acidosis

الـ hyperchloraemic acidosis مَمَكِن نَسُوْفُهَآ بـ الـ Chronic
Diarrhea الـ HCO_3^- is being loss by GI HCO_3^- نَ ضَل عِنْدِي الـ Cl^-

الـ Cl^- اَرْتِفَع وَصَار عِنْدِي Acidosis لَانـ HCO_3^- نَقَع

➤ Metabolic acidosis with a normal anion gap is sometimes referred to as **hyperchloraemic acidosis** because a reduced HCO_3^- is balanced by increased Cl^- concentration. It is seen in chronic diarrhea or intestinal fistula. Fluids containing bicarbonate are lost from the body

بِيَكُون مَحَال عَمَلِيَّة جَرَاحِيَّة

بِالـ intestine مَمَكِن يَصِير عِنْد

exudate طَرَاة وَتَسْرِب مَعَهَا الـ HCO_3^-

➤ **Renal tubular acidosis:** Renal tubular cells are unable to excrete hydrogen ions efficiently and bicarbonate is lost in urine

مَا بِيَكُون قَادِر يَحَل excretion

الـ HCO_3^- is being H^+ نِيَا

loss in urine مَمَكِن مَقَابِلَهَا

Cl^- مَرْتَفَع وَالْعَكْس كَمَا يَكُون

عَنَّا الـ Alkalosis

Metabolic acidosis

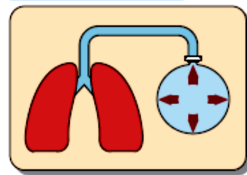
اَرْتِفَاع الـ H^+ وَتَقَابَلَه اَنْخِفَافُ بَار HCO_3^- وَعَلَان نَزْمُو
لِلْوَضْعِ الصَّحِيحِ نَزْمُو نَدْخُلُفَ فِى CO_2 عَن طَرِيْق



Acidosis develops

Respiratory compensation occurs quickly

Increased ventilation



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.

من الأمراض شائعة الـ Acidosis يكون في نفس عميقة وسريع معدل تنفس الجسم من الـ

Acidosis

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

كما يمكن يكون في الـ Acidosis يعمل على خلل K^+ يعمل على Hyper Kalemia ويمكن يعمل على Arrhythmia أو Cardiac arrest

Cardiac arrest

- 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.

يمكن أن

Coma

and

death

- Depression of consciousness can progress to coma and death