AL-ANDALUS

علم الأحياء

الثاني عشر علمي

Mr. A Sewilam

31550041

2022

الوحدة الثانية الجهاز الدّوراني

الدرس 2-1: الدم واللمف

1) الدم والأداء الرياضي

فسر يفضل رياضيي التحمل التدرب في مناطق مرتفعة ؟

مستوى الأكسجين **المنخفض** في المناطق **المرتفعة** يحفز الجسم على زيادة خلايا الدم الحمراء. فينقل كمية أكبر من الأكسجين لخلايا الجسم في المناطق المنخفضة حيث تجرى المسابقات .

ما هي طرق زيادة خلايا الدم الحمراء ؟

نقل الدم الذاتي	**طريقة لتنشيط الدم غير مشروع حيث يجمع الدم من الرياضي في منطقة مرتفعة ويخزن ثم ينقل ويعطى للرياضي نفسه قبل المنافسة.**
الإريثروبويتين EPO	هرمون طبيعي و يصنع لعلاج مرضى فقر الدم. يحقن الرياضيون أنفسهم بـ EPO لزيادة إنتاج خلايا الدم الحمراء.
⇦جميع طرق زيادة خلايا الدم الغير مشروعة قد يؤدي إلى أزمة قلبية أو سكتة دماغية	

فسر يمنع إقامة مباريات على ارتفاع اكبر من 2500 متر ؟

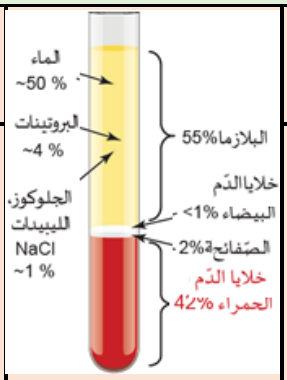
لوجود ميزة تنافسية غير عادلة للفِرَق المُتكيّفة مع الارتفاعات العالية، بالإضافة لوجود مخاوف على صحة اللاعبين .

مكوّنات دم الإنسان

الدم هو أحد أنواع الأنسجة الضامة التي تحتوي على مادة بين خلوية سائلة تعرف ببلازما الدم و يعتبر:

محلـــول مائـــي	لاحتواء على الكثير من المواد الصلبة و الأملاح و السكريات و الغازات الذائبة
غـــروّي	البلازما تحتوى على كثير من البروتينات المنتشرة في البلازما الغير ذائبة فيه
مُعلـــق	لأن خلايا الدم الحمراء و البيضاء و الصفائح الدموية مُعلّقة في البلازما

Mr. Sewilam 31550041

مكونات الدم		
خلوية 45 %		لا خلوية 55 ٪ (بلازما الدم)
خلايا الدم الحمراء 43 ٪ خلايا الدم البيضاء 1 ٪ الصفائح الدموية 2 ٪		• محلولاً مائياً تحتوي على الكثير من المواد الصلبة والأملاح والسكريات والغازات الذائبة

الطرد المركزي : تقنية يمكن استخدامها لفصل مكونات الدم .

السبب : اختلاف كثافة المكونات وأن الدم نسيج سائل .

الوظائف الحيوية للدم

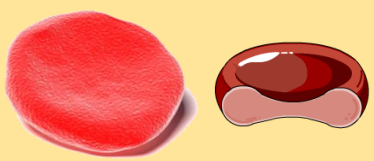
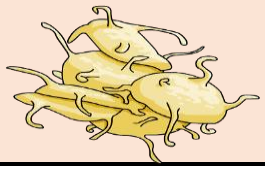
1- النقل و التوزيع :

- نقل المواد الغذائية والغازات من الخلايا وإليها.
- توزيع الهرمونات عبر أنحاء الجسم المختلفة.
- تخليص الأنسجة من الفضلات الأيضية ونقلها إلى أعضاء الإخراج للتخلص منها.

2- **الإرقاء**: وقف نزف الدم بعد الإصابة.

3- **المناعة**: تزويد الجسم بالمناعة ضد مسببات الأمراض.

4- **التنظيم الداخلي**: المساعدة في التنظيم الحراري للجسم.

أنواع خلايا الدم		
• خلايا الدم الحمراء	• خلايا الدم البيضاء	• الصفائح الدموية
المُكوّن الرئيسي في الدم 42 % من حجم الدم نقل O_2 , CO_2 يبلغ قطرها 7 µm	خمسة أنواع وظيفة وقائية بالجهاز المناعي قطرها 8-20 µm	تحتوى على بروتين خاص إصلاح الأضرار التي تحدث في جدر الأوعية الدموية التئام الكدمات والجروح يبلغ قطرها 2-3 µm
		

Mr. Sewilam 31550041

خلايا الدم الحمراء

خصائص خلايا الدم الحمراء	
ddالمنشأ	يتم إنتاج خلايا الدم في نخاع العظم الأحمر و تنقل خلايا الناضجة للدم
اللون	يرجع لونها لاحتوائها على بروتين الهيموجلوبين الأحمر
الشكل	مسطح ومقعرة الوجهين في الوسط
التركيب	الخلايا الناضجة فإنها تفقد الكثير من العضيات الداخلية كالنواة والشبكة الأندوبلازمية والميتوكندريا
التنفس	لغياب الميتوكندريا ← خلايا الدم الحمراء تتنفس لاهوائيا (التخمر اللبني)للحصول على طاقة
فترة الحياة	تعيش خلايا الدم الحمراء تقريباً 120 يوم .يفقد 3 ملايين خلية تعوض في كل ثانية
الانقسام	لا تنقسم ولذلك لا يمكن تعويض الفاقد فيها بالانقسام كباقي خلايا الجسم

فسر : لماذا لا يُمكن لخلايا الدم الحمراء تعويض الفاقد من خلال الانقسام الخلوي كما يحدث مع خلايا الجسم ؟

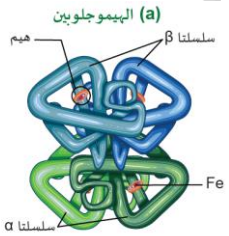
التكيفات التركيبية التي ساعدت خلايا الدم الحمراء على أداء وظيفتها

التركيب	لماذا؟	الأهمية
العدد (5-6) مليون/ مايكرو ليتر	لماذا؟	لتنقل كمية كبيرة من الأكسجين
شكلها مسطح ومقعرة الوجهين	لماذا؟	لتوفير مساحة سطح أكبر لتبادل الغازات
مرنة وصغيرة الحجم	لماذا؟	لتستطيع المرور من خلال الشعيرات الدموية الضيقة
لا تحتوي على نواه ولا ميتوكندريا ولا شبكة اندوبلازمية	لماذا؟	لتحتوي على كِمية كبيرة من الهيموجلوبين
تحتوي على كمية كبيرة من الهيموجلوبين 270 مليون جزيء/خلية	لماذا؟	لتنقل كمية كبيرة من الأكسجين
لا تتنفس هوائيا	لماذا؟	لغياب الميتوكندريا حتى لا تستهلك ما تحمله من أكسجين

Mr. Sewilam 31550041

الهيموجلوبين وتبادل الغازات

التركيب :



بروتين كروي يتكون من أربع وحدات فرعية من سلسلتي ألفا جلوبين و سلسلتي بيتا جلوبين

- كل جلوبين به مجموعة هيم heme تحتوي على ذرة حديد تربط بجزيء أكسجين واحد (O_2)
- يمكن لجزيء الهيموجلوبين أن يحمل أربع جزيئات من الأكسجين = 8 ذرات اكسجين

تفاعل الهيموجلوبين مع الأكسجين

- اتجاه تفاعل الأكسجين مع الهيموجلوبين ينعكس عند خلايا الجسم عن الاتجاه عند الرئة كالاتي :

$$Hb + 4O_2 \rightleftarrows HbO_8$$

هيموجلوبين غير مؤكسج (عند الأنسجة) — أكسجين — هيموجلوبين مؤكسج (عند الرئتين)

	عند خلايا الرئة	عند خلايا الجسم
فرق تركيز O_2	◄ تركيز الأكسجين فى خلايا الرئة أعلى من الدم	تركيز الأكسجين فى الدم أعلى من خلايا الجسم
اتجاه التفاعل	فيميل التفاعل إلى تكوين HbO_8 $Hb + 4O_2 \longrightarrow HbO_8$	ينعكس التفاعل إلى تفكك HbO_8 $HbO_8 \longrightarrow Hb + 4O_2$
ناتج التفاعل	يؤدى لزيادة تركيز الأكسجين في الدم	ينطلق الأكسجين من الدم لخلايا الجسم
لون Hb و خلايا الدم	أحمر زاهيا	أحمر أرجوانى

Mr. Sewilam 31550041

نقل الأكسجين ومنحنى تفكك الهيموجلوبين

ما الخاصية التي تنقل بها الغازات في الجسم ؟ النقل السلبي : مع منحدر التركيز بدون استهلاك طاقة

لماذا لا تحتاج لطاقة ؟ الغازات تنتقل مع منحدر التركيز من الضغط الجزيئي الأعلى للأقل .

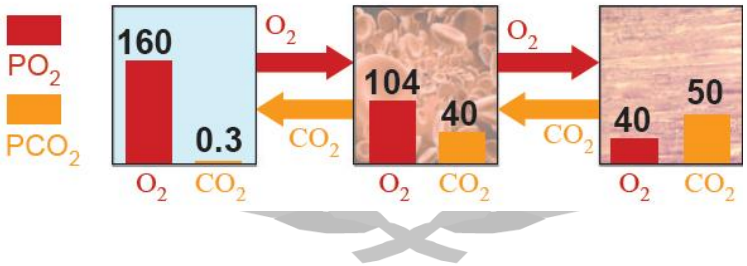
ما هو الضغط الجزيئي ؟ كمية قياسية يعبر بها عن تركيز الغازات بوحدات ملليمتر زئبق mmHg

إنتقال الغازات في الدم

ينتشر O_2 من الهواء في الحويصلات الهوائية حيث PO2 عالي ⇦ إلى الدم وأنسجة الجسم حيث PO2 أقل.

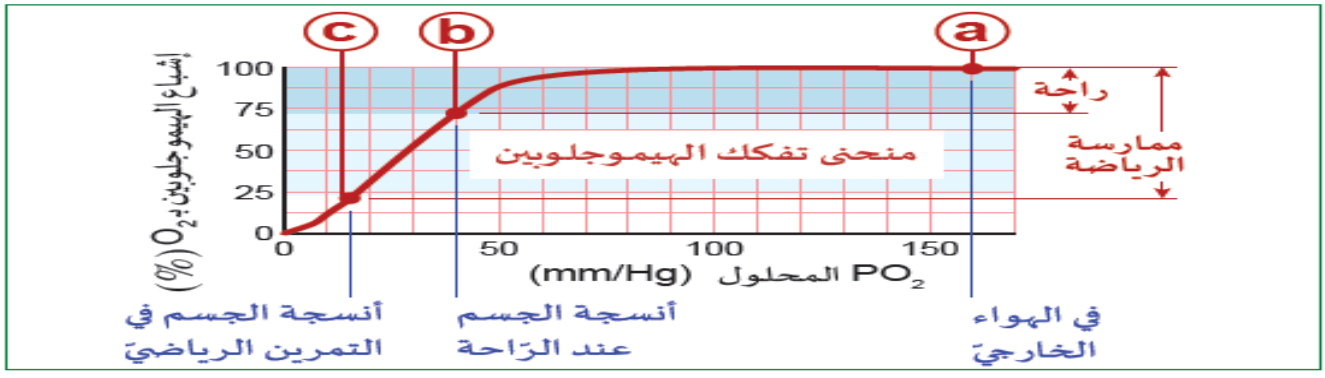
ينتشر CO_2 من الدم وأنسجة الجسم حيث PCO2 عالي ⇦ إلى الهواء في الحويصلات الهوائية حيث PCO2 أقل.

	الحويصلات الهوائية	الدم	الأنسجة عند الراحة
PO_2	160	104	40
PCO_2	0.3	40	50



منحنى تفكك الهيموجلوبين

منحنى يصف العلاقة بين الضغط الجزيئي للأكسجين ومستوى اشباع الهيموجلوبين بالأكسجين



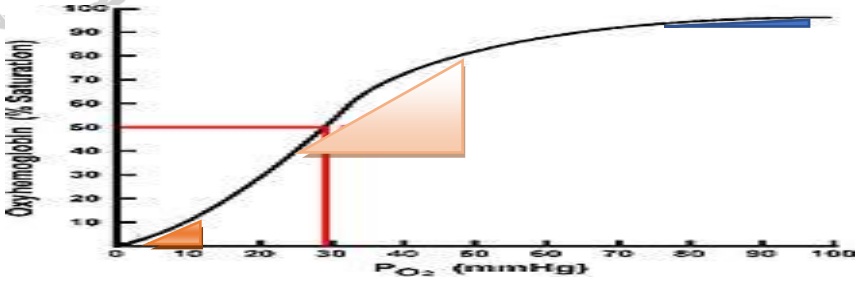
ⓐ في الرئتين	ⓑ عند الأنسجة وقت الراحة	ⓒ الأنسجة النشطة وقت التمرين
في الرئتين، يكون (PO_2=100 mmHg) ويصبح الهيموجلوبين مشبعا بالأكسجين بنسبة 100 %.	يكون (P02 = 40 mm Hg). تنخفض نسبة إشباع الهيموجلوبين بالأكسجين إلى 70%، فيتحرر الأكسجين وينتقل للخلايا	في الأنسجة النشطة يصبح PO2<20mmHg، فيطلق الهيموجلوبين كمية أكبر من الأكسجين نسبة إشباع Hb بالأكسجين تصل % 20 فقط.

Mr. Sewilam 31550041

التفسير الرياضي لمنحنى تفكك الهيموجلوبين السيني

ما المقصود بمنحنى سيني ؟ منحنى سيني منحنى متغير الميل . **أي ان**

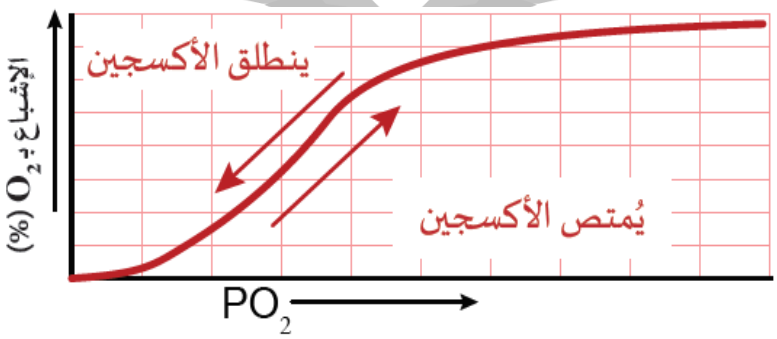
((سرعة تفكك الأكسجين من الهيموجلوبين ليست ثابتة على طول المنحنى))



المكان	عند خلايا الرئة (PO2>50)	الأنسجة متوسطة النشاط (PO2<50)	عند الأنسجة النشطة (PO2<10)
الإشباع	تكون نسبة إشباع Hb مرتفعة ومعدل ارتباط الهيموجلوبين بالأكسجين	مما يعني أن ارتباط Hb بـ02 يزداد.	ومعدل ارتباط Hb بـ02 منخفض .
الميل	يبقى ثابتا تقريبا	يزداد الميل	يكون الميل صغيرا

خصائص الهيموجلوبين التركيبية و علاقتها بمنحنى تشبع الهيموجلوبين :

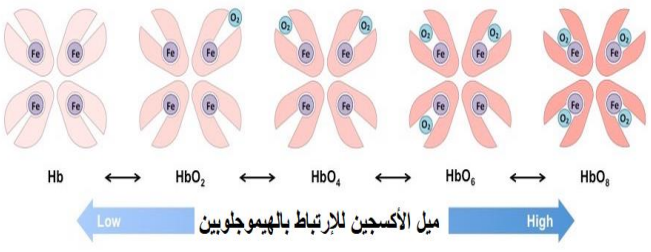
1-= العلاقة بين قيمة الضغط الجزيئي للأكسجين و معدل التشبع (انجذاب الهيموجلوبين للأكسجين)



تزيد قابلية ارتباط الهيموجلوبين بالأكسجين عندما يكون PO2 مرتفعا في السائل لمحيط.
لذلك
يرتبط الهيموجلوبين بالأكسجين في الرئتين بسهولة ويصل إلى الإشباع.

تنخفض قابلية ارتباط الهيموجلوبين بالأكسجين عندما يكون PO2 منخفضا في السائل لمحيط.
،وهذا يسبب تحرر الأكسجين من الهيموجلوبين عند الأنسجة.

2- الارتباط التعاوني



ارتباط جزيء الأكسجين الأول يسبب تغييرات في بنية الهيموجلوبين،
مما يكشف مواقع ربط إضافية للأكسجين،
وهذا يسرع ربط جزيئات الأكسجين الأخرى بالهيموجلوبين.

فسر : ارتباط أول جزيء اكسجين بالهيموجلوبين يسرع ربط باقي الجزيئات ؟

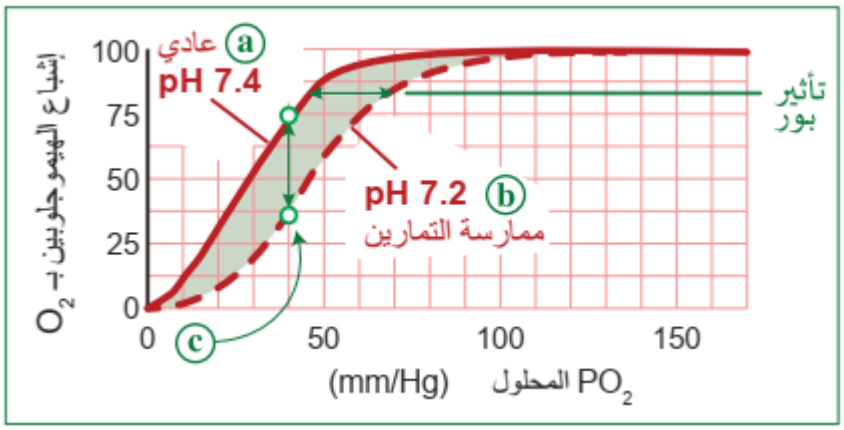
Mr. Sewilam 31550041

❖ الاستجابة الفسيولوجية : تأثير بـــور

يستخدم الجسم درجة حموضة الدم pH كإشارة كيميائية لإطلاق المزيد من O_2 من الهيموجلوبين أثناء الأنشطة الرياضية

تأثير بور : جاذبية الهيموجلوبين للأكسجين تتناسب عكسيا مع كل من الحموضة وتركيز ثنائي أكسيد الكربون.
و يسبب ذلك إزاحة منحنى تشبع الهيموجلوبين إلى اليمين و الأسفل .

التفسير :



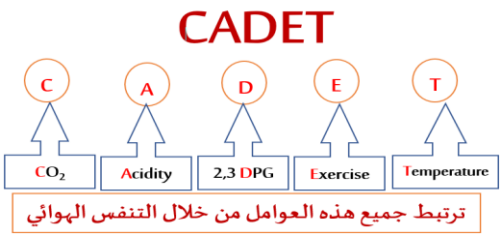
a حموضة الدم PH=7.4	b حموضة الدم PH=7.2
عند أنسجة الجسم عندما يكون PO_2 = 40 mmHg.	
○ تصل نسبة تشبع الهيموجلوبين 70% . و الباقي ينقل لخلايا الجسم	تنخفض نسبة تشبع الهيموجلوبين إلى 40% و الباقي ينقل لخلايا الجسم
c نستنتج أن تأثير بور سبب زيادة كمية الأكسجين المنقول للخلايا بنسبة (70 % – 40%)= 30 %عند النشاط الرياضي .	

ملخص تأثير بور عند الأنسجة عند النشاط الرياضي

ثاني أكسيد الكربون	PH	الحموضة	نسبة التشبع	كمية O_2 المنقول للخلايا
زيادة ↑	يقل ↓	زيادة ↑	تقل ↓	زيادة ↑

العوامل الأخرى التي يمكن أن تسبّب تأثير بور تجملها كلمة (CADET)

1- تركيز ثاني أكسيد الكربون .
2- الحامضية PH.
3- مركب 2-3 DPG.
4- النشاط الرياضي .
5- درجة الحرارة .

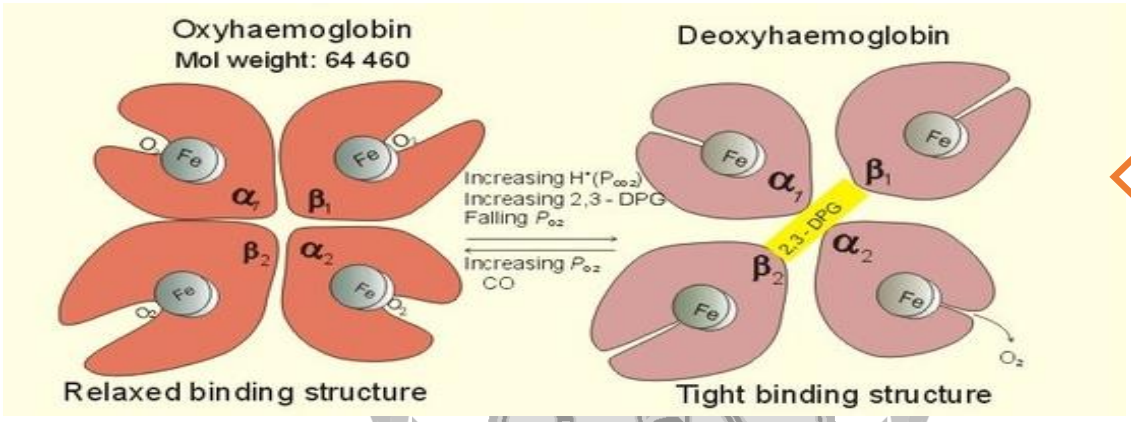


مركب2,3DPG و تأثير بور

كيف ينتج: يتم انتاجه أثناء مرحلة التحلل السكري بالتنفس الخلوي .

الخصائص : يمتاز هذا المركب 2،3(جليسيرات ثنائي الفوسفات) بالانجذاب العالي نحو الهيموجلوبين غير المؤكسج في أنسجة الجسم أكثر من الهيموجلوبين المؤكسج في الرئتين.

تؤدي الزيادة في انتاجه إلى تحرير المزيد من O_2 من Hb عن طريق خفظ انجذاب Hb للأكسجين عند الأنسجة أثناء النشاط الخلوي المرتفع.



للإطلاع فقط

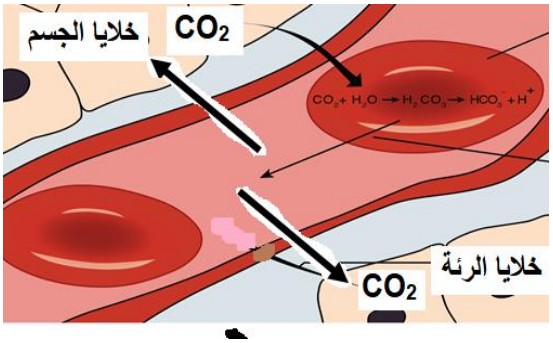
ما أهمية الاستجابة التكيفية للهيموجلوبين لضغوط الأكسجين الجزئية المختلفة؟

ضرورة فسيولوجية للحياة. في بعض الحالات الطبية مثل

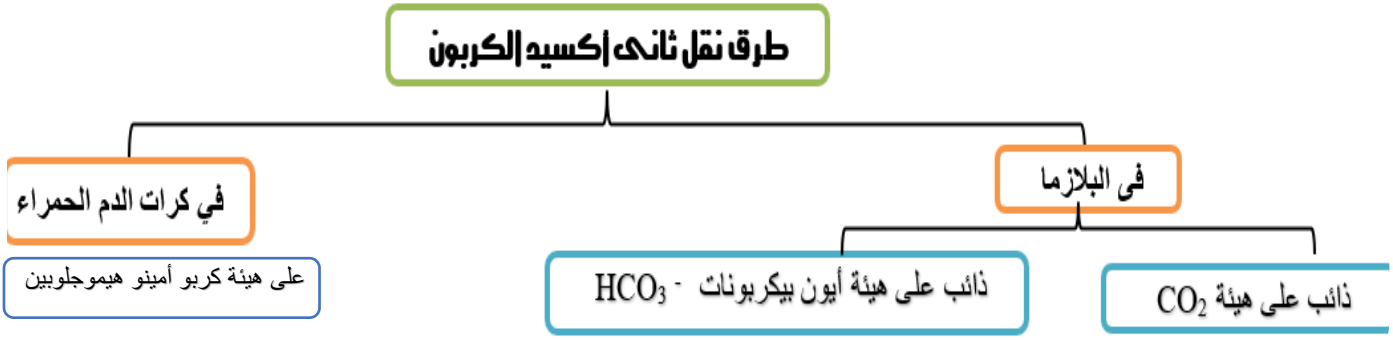
أمراض الانسداد الرئوي والعيش على مرتفعات عالية حيث ينخفض PO_2 إلى 70 % بدلا عن 100% و لكن لا يتأثر تشبع الهيموجلوبين الا 3% فقط .

Mr. Sewilam 31550041

خصائص ثاني أكسيد الكربون



1. ثاني أكسيد الكربون غاز سام يسبب ارتفاع حموضة الخلايا و الدم
2. شحيح الذوبان في الماء و لذلك لا ينقل في البلازما على هيئة CO_2
3. ينتقل من ضغط جزيئي عالي في خلايا الجسم لضغط جزيئي منخفض في خلايا الرئة.



طرق نقل ثاني أكسيد الكربون :

1- ذائب في البلازما ← 7% – 5 .

2- مرتبط بالهيموجلوبين على هيئة كربوأمينو هيموجلوبين ← 10 % .

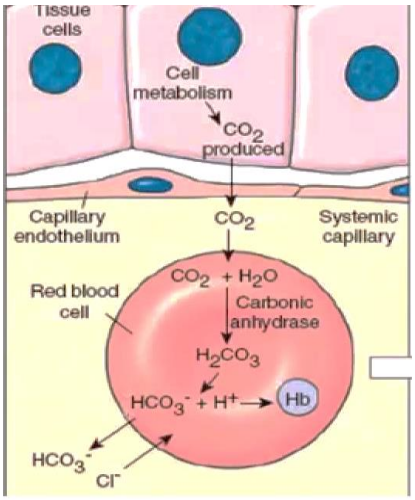
3- ذائب على هيئة أيونات البيكربونات في البلازما. ← 85 %

فسر تعدد طرق نقل ثانى أكسيد الكربون فى الدم ؟

أولاً :نقل ثانى أكسيد الكربون عند خلايا الجسم

1- ينتشر CO_2 من خلايا الجسم إلى البلازما ومن ثم إلى داخل خلايا الدم الحمراء .

2- داخل خلايا الدم يوجد انزيم كربونيك انهيدريز و دوره كالأتي :



دور إنزيم الكربونيك انهايدريز CA

يحفز التفاعل بين CO2 والماء لتكوين حمض الكربونيك (H2CO3)

والذي يتفكك إلى H^+ وبايكربونات (HCO_3^-)

$$CO_2 + H_2O \xrightleftharpoons{CA} H_2CO_3 \rightleftharpoons H^+ + HCO_3^-$$

3- تنتشر أيونات البيكربونات بسهولة خارج خلايا الدم الحمراء إلى البلازما.

4- و يبقى أيون الهيدروجين.

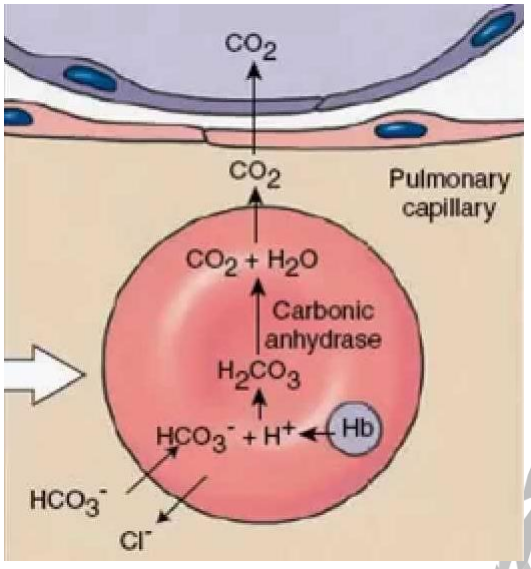
Mr. Sewilam 31550041

5- تحدث **إزاحة الكلوريد** و هي :

انتشار أيونات الكلوريد (Cl^-) لداخل خلايا الدم الحمراء متبادلة مع ($HCO3^-$) للمحافظة على الاتزان الكهربائي لخلايا الدم.

6- **تنظيم الحموضة**

بقاء H^+ في كرات الدم سيزيد من الحموضة ، فيتم ربطه بجزيئات الهيموجلوبين فيحفزها للاتحاد مع CO_2 مكونا كربوامينو هيموجلوبين



ثانيا نقل ثاني أكسيد الكربون عند خلايا الرئة

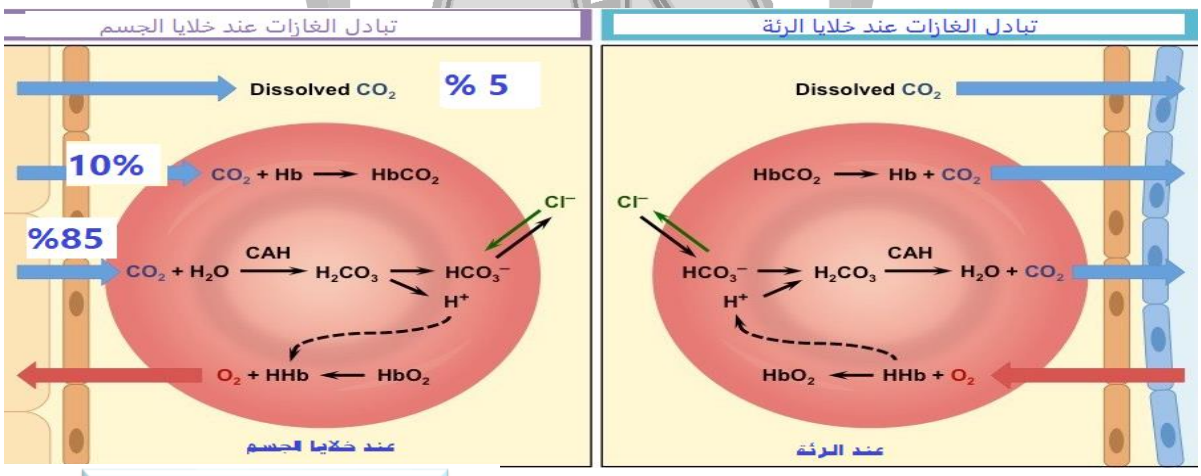
1- انخفاض تركيز ثاني أكسيد الكربون في الرئتين يدفع إنزيم CA لتسريع التفاعل في الاتجاه المعاكس .

2) يعود أيون البايكربونات إلى خلايا الدم الحمراء بالتبادل مع أيون الكلور ويتم **عكس ظاهرة إزاحة الكلوريد**.

3) يكسر الإنزيم CA حمض الكربونيك إلى CO 2 و H2O.

3) ثم ينتقل ثاني أكسيد الكربون من خلايا الدم الحمراء مع منحدر التركيز إلى الهواء الموجود في الحويصلات الهوائية ثم إلى الزفير.

ملخص نقل ثاني أكسيد الكربون :



عند خلايا الرئة

1)انخفاض تركيز ثاني أكسيد الكربون في الرئتين يدفع إنزيم CA لتسريع التفاعل في الاتجاه المعاكس .

2) يعود أيون البايكربونات إلى خلايا الدم الحمراء بالتبادل مع أيون الكلور ويتم عكس ظاهرة إزاحة الكلوريد.

3ينفصل أيون +H عن الهيموجلوبين ويرتبط بأيون البيكربونات ليشكل حمض الكربونيك.

3 يكسر الإنزيم CA حمض الكربونيك إلى CO_2 و H_2O

3) ثم ينتقل ثاني أكسيد الكربون من خلايا الدم الحمراء مع منحدر التركيز إلى الهواء الموجود في الحويصلات الهوائية ثم إلى الزفير.

عند خلايا الجسم

1. يحفز إنزيم الكربونيك انهايدريز على التفاعل بين CO2 والماء لتكوين حمض الكربونيك (H2CO3) ويتفكك إلى H+ وبايكربونات (HCO3-).

2. تنتشر أيونات البايكربونات بسهولة خارج خلايا الدم الحمراء إلى البلازما.

3. **إزاحة الكلوريد**
أيونات الكلوريد (Cl-) تنتشر في خلايا الدم الحمراء متبادلة مع HCO3- للمحافظة على الاتزان الكهربائي لخلايا الدم الحمراء،

3) **تنظيم الحموضة**
بقاء +H سيزيد من الحموضة ، فيتم ربطها بجزيئات الهيموجلوبين.

4- ارتباط +H باهيموجلوبين يحفز اتحاد CO2 مع الهيموجلوبين مكونا كربوامينو هيموجلوبين

Mr. Sewilam 31550041

☒ العلاقة بين دورة CO_2 وأيونات البيكربونات وتأثير بـــور و هالدين

دورة ثاني أكسيد الكربون و تأثير بور

1- **عند ممارسة الرياضة**: يزداد معدل التنفس ويزداد CO_2 يقوم إنزيم CA بتحويل CO_2 إلى بايكربونات و H^+.

2- يصبح الدم أكثر حموضة وتنخفض pH الدم.

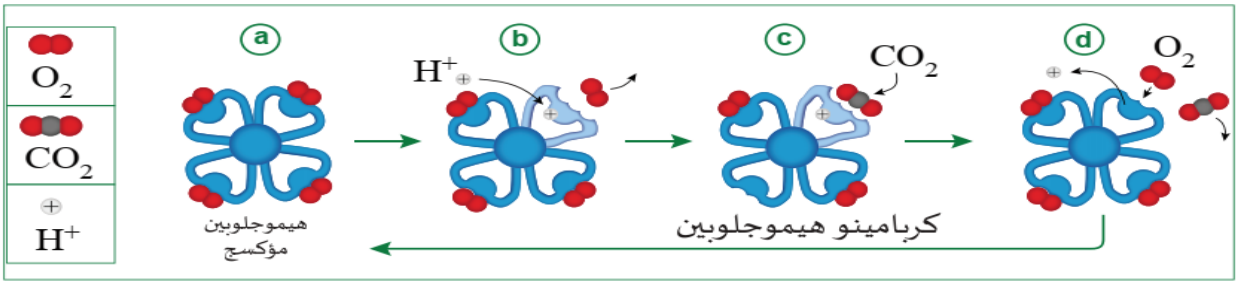
3- يعمل الدم على معادلة الحموضة عن طريق التخلص من H^+ الزائدة عن طريق ربطها بالهيموجلوبين الذي يؤدي إلى تغييرات في هيكل بروتين الهيموجلوبين يقلل من انجذابه للأكسجين مسبباً تأثير بور.

دورة ثاني أكسيد الكربون و تأثير هالدين

4- يرتبط الهيموجلوبين بثاني أكسيد الكربون مكونا كربو امينو هيموجلوبين

تأثير هالدين

5- عند الرئة ينخفض PCO_2 في الحوصلات مما يسبب تفكك ثاني أكسيد الكربون من الهيموجلوبين للرئة و يستعيد الهيموجلوبين قدرته على نقل الاكسجين



تأثير بور		تأثير هالدين
عند خلايا الجسم	مكان التأثير	خلايا الرئة
يفسر نقل الأكسجين لخلايا الجسم	الـــــــدور الحيوي	يفسر نقل ثاني أكسيد الكربون لخلايا الرئة
يؤثر عند انخفاض PH		يؤثر عند زيادة PH

Mr. Sewilam 31550041

الصفائح الدموية والإرقاء

ما هي الصفائح الدموية :

قطع من خلايا دموية موجودة دائماً في الدم تصبح نشطة عندما تحتاج جدر الأوعية الدموية إلى الترميم .

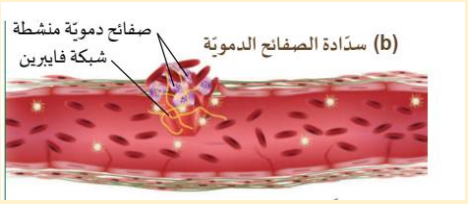
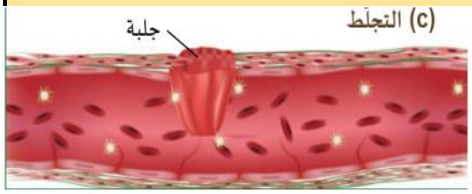
ما هو الإرقاء Hemostasis، أو تخثر الدم؟ عملية وقف نزيف الدم مؤقتاً لإصلاح الضرر .

أسباب تلف الأوعية :

1- **خارجية** : ما يؤدى لتلف الأوعية.

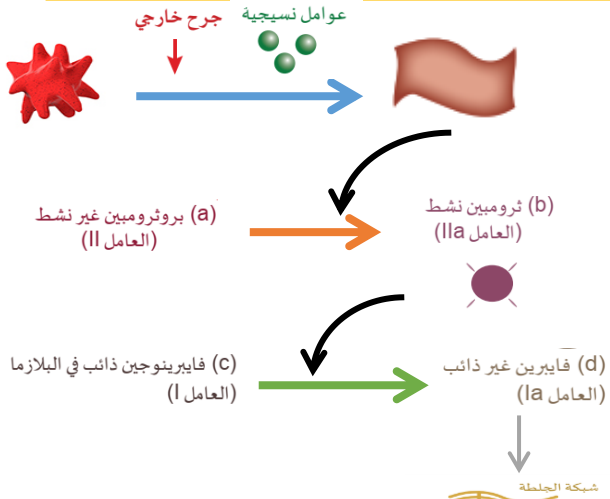
2- **داخلية** : تمزق البطانة الداخلية للأوعية بسبب العمر – المرض – ضعف الدوة الدموية

خطوات عملية الارقاء

التشنج الوعائي	تكوين لسدادة	مرحلة التجلط
لتصغير قطر الوعاء وخفض تدفق الدم.	خفض تسرب الدم	لضمان استقرار الخثرة.
يضيق قطر الأوعية الدموية الوعاء وتقليل تدفق الدم نتيجة تقلص العضلات الملساء	تجمع الصفائح الدموة المنشطة مكونة كتلة مع ألياف الفايبرين لإبطاء تسرب الدم	تجمد السدادة لتنتج شبكة متينة حول الصفائح الدموية لصنع جلطة (خثرة) دموية من مادة جيلاتينية تكون على سطح الجسم قشرة الجرح الجلبة
		

الأحداث المتعاقبة في التخثّر

سلسلة متتالية من التفاعلات الكيميائية – كل تفاعل يؤدي إلى انطلاق التفاعل التالي تخضع للتنظيم عبر آلية تغذية راجعة موجبة.



يتم تنشيط الصفائح الدموية بعوامل نسيجية

تعمل الصفائح الدموية تحويل البروثرو مبين إلى ثرومبين

ينشط الثرومبين الفايبرينوجين الذائب لخيوط الفايبرين

لتكوين شبكة بروتينية

Mr. Sewilam 31550041