

الفصل الثاني : نقل الغازات والية عمل الكلية والاستجابة المناعية

نقل الغازات



تحتاج خلايا الجسم لإتمام عملياتها الحيوية إلى

١- الأكسجين والغذاء

٢- التخلص من نواتج العمليات عن طريق طرحها خارج الجسم

أولا : تبادل الغازات ونقلها

١- نقل الأكسجين في الدم

ينقل الشريان الرئوي الدم فقير الأكسجين إلى الرئتين ، ويوصله إلى الشعيرات الدموية المحيطة بالحوصلات الهوائية ولأن الشعيرات الدموية رقيقة الجدر فأنها تسمح بتبادل الغازات بسهولة

س : ما العوامل التي تزيد من كفاءة عملية تبادل الغازات ؟

١- مساحة السطح الواسع للحوصلات الهوائية

٢- جدر الحوصلات الهوائية الرقيقة التي تسمح بتبادل المواد

٣- وجود كميات كبيرة من الدم في الأوعية الدموية التي تحيط بها

ينتقل غاز الأكسجين من الحوصلات الهوائية إلى الدم عن طريق جدران الحوصلات الهوائية الرقيقة فجدران الشعيرات الدموية وصولا إلى بلازما الدم

ينتقل الأكسجين في الدم بطريقتين :

١- عن طريق بلازما الدم . بكميات قليلة ٢% وذلك لقلّة ذوبانه في الماء

٢- عن طريق خلايا الدم الحمراء بنسبة ٩٨% حيث يرتبط الأكسجين داخل خلايا الدم الحمراء مع الهيموجلوبين لتكوين مركب الاكسيهيموجلوبين

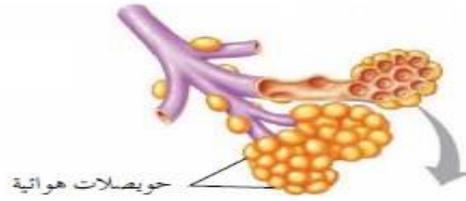
• العامل الذي يحدد ارتباط الأكسجين بالهيموجلوبين أو تحرره منه هو :

الضغط الجزئي لغاز الأكسجين (P_{O_2}) الذي يبين مدى تركيزه .

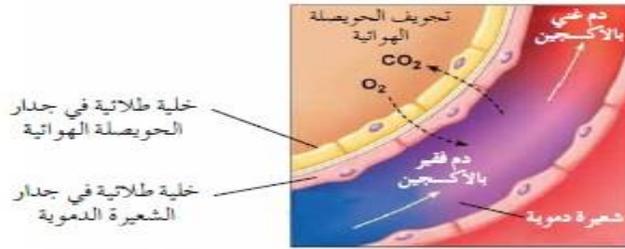
• الضغط الجزئي يتناسب طرديا مع تركيزه

• كل غاز في خليط الغازات يساهم في جزء من الضغط الكلي الذي يعرف بأنه الضغط الجزئي للغاز

• تنتقل المواد من المناطق ذات التركيز (الضغط الجزئي) المرتفع إلى المناطق التي يقل فيها الضغط الجزئي أو يقل فيها تركيزها



حوصلات هوائية

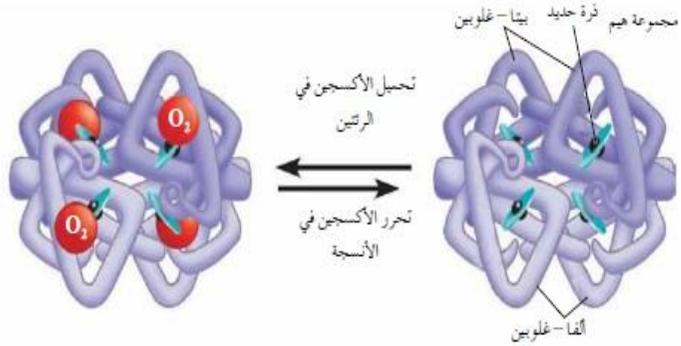


خلية طلائية في جدار الحويصلة الهوائية

خلية طلائية في جدار الشعيرة الدموية

الشكل (٢-٢٦): تبادل الغازات في الرئتين.

س : مما يتكون جزيء الهيموجلوبين ؟



الشكل (٢-٢٧): تركيب جزيء الهيموجلوبين.

أربع سلاسل من عديد الببتيد سلسلتين من نوع ألفا غلوبين وسلسلتين من نوع بيتا غلوبين وترتبط بكل سلسلة مجموعة عضوية تسمى مجموعة الهيم تحتوي كل منها على ذرة حديد

- يرتبط جزيء واحد من الأوكسجين بذرة حديد . لذا كل جزيء هيموجلوبين له القدرة على الارتباط بأربعة جزيئات من الأوكسجين عند الإشباع مكونا مركب الاكسيهيموجلوبين
 - عند وصول الدم إلى الشعيرات الدموية في أنسجة الجسم المختلفة حيث يكون الضغط الجزئي للأوكسجين قليل حتى يتفكك جزيء الاكسيهيموجلوبين ويحرر الأوكسجين لتستفيد منه الخلايا
- الاكسيهيموجلوبين ← أوكسجين + هيموجلوبين

العوامل التي تساعد على تحرر الأوكسجين من جزيء الاكسيهيموجلوبين

١ - الضغط الجزئي للأوكسجين	٢ - درجة الحموضة (الرقم الهيدروجيني)	٣ - درجة الحرارة
<ul style="list-style-type: none"> • يتحرر الاكسجين من الدم وينتقل الى أنسجة الجسم عندما يكون ضغطه الجزئي في أنسجة الجسم قليلا 	<ul style="list-style-type: none"> • يزداد تحرر الاكسجين عندما تقل درجة الحموضة ويزيد تركيز (CO2 تأثير بور) 	<ul style="list-style-type: none"> • يزداد تحرر الاكسجين عند ارتفاع درجات حرارة الجسم الى حد معين • مثل • ١ - ارتفاع درجة حرارة الجسم عند ممارسة التمارين الرياضية • ٢ - عند الاصابة ببعض الحالات المرضية مثل الالتهابات

- يستهلك الأوكسجين بعد وصوله إلى خلايا وأنسجة الجسم

- بعملية التنفس الخلوي وينتج من هذه العملية ثاني أكسيد الكربون

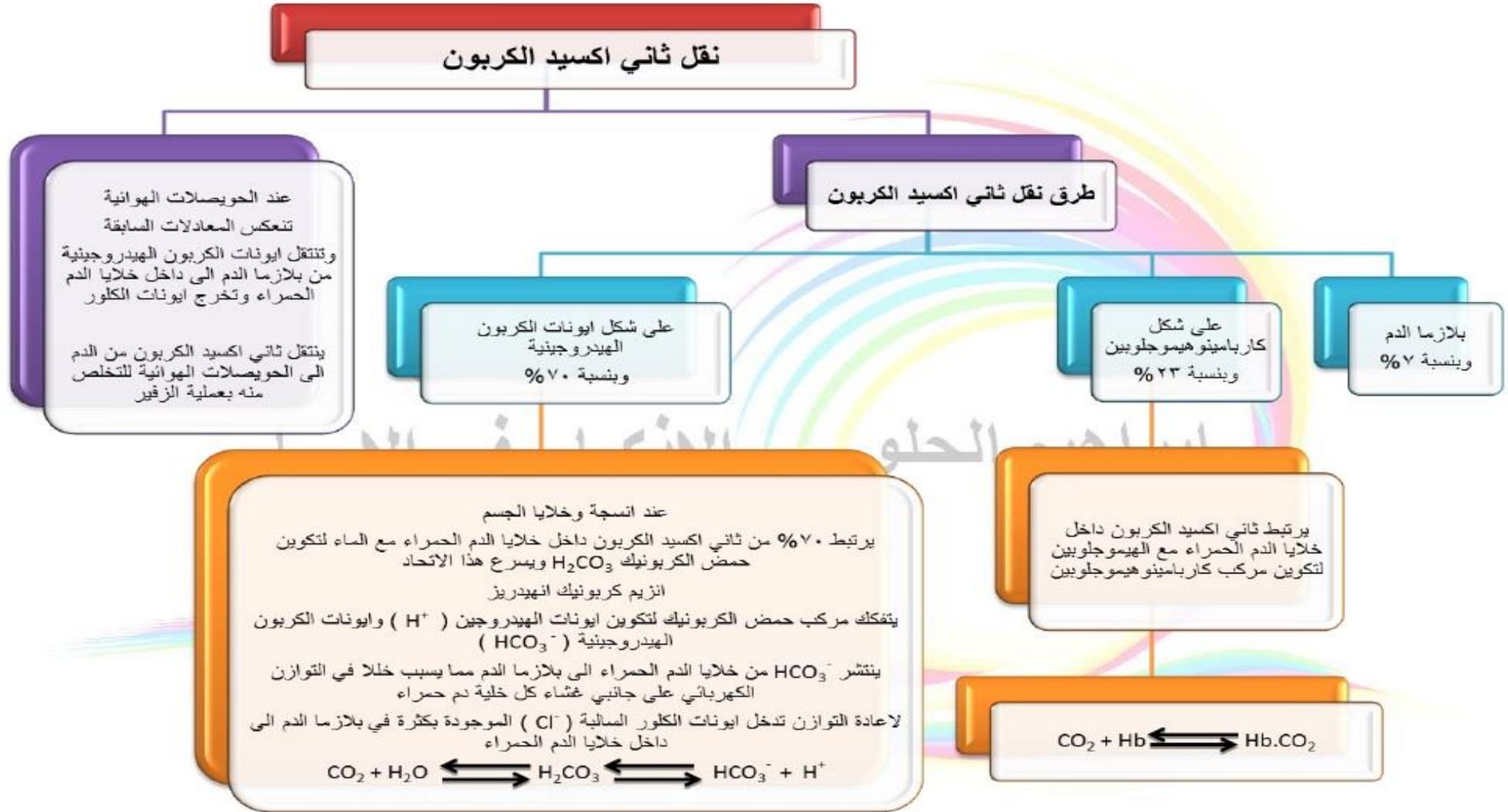
يزداد تحرر الاكسجين من الاوكسيهيموجلوبين عند انخفاض الضغط الجزئيء لغاز الاكسجين في الانسجة

يزداد تحرر الاكسجين من الاوكسيهيموجلوبين عند ارتفاع تركيز ثاني اكسيد الكربون في الدم وعند انخفاض الرقم الهيدروجيني للدم

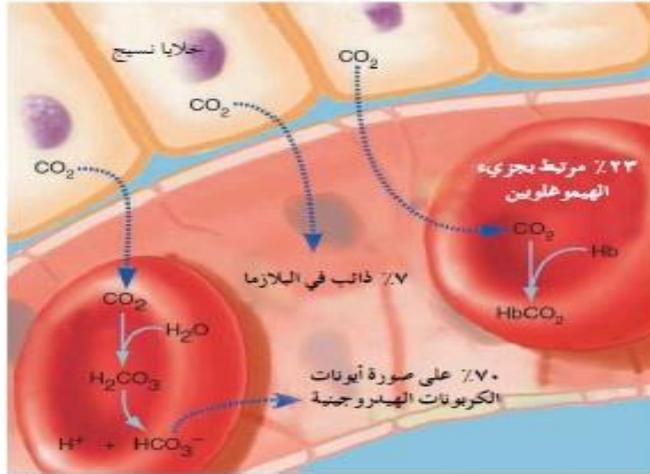
يزداد تحرر الاكسجين من الاوكسيهيموجلوبين عند ارتفاع درجة حرارة الجسم عند ممارسة التمارين الرياضية و حدوث الالتهابات

٢ - انتقال ثاني أكسيد الكربون في الدم :

ينتقل ثاني أكسيد الكربون إلى الدم من خلايا الجسم (التي يكون فيها الضغط الجزئي لثاني أكسيد الكربون عاليا) إلى الشعيرات الدموية المحيطة بها حيث يكون الضغط الجزئي قليلا .



طرق نقل ثاني أكسيد الكربون في الدم :



الشكل (٢-٢٩): أشكال نقل ثاني أكسيد الكربون في الدم.

ينتقل ثاني أكسيد الكربون من أنسجة الجسم إلى الشعيرات الدموية وينتقل في الدم بطرق ثلاثة هي :

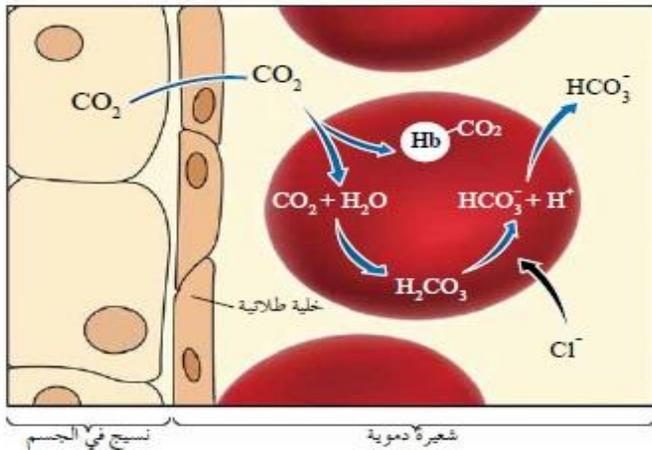
- ١- ٧% ذائبة في بلازما الدم :
 - ٢- على شكل كاربامينو هيموغلوبين ونسبة ٢٣%
 - ٣- على شكل ايونات الكربونات الهيدروجينية HCO_3^- ونسبة ٧٠% :
- س : ما مصير CO_2 المنتشر إلى الدم من أنسجة الجسم ؟

عند أنسجة الجسم

- ٧% تذوب في بلازما الدم :
- ثم يدخل ما نسبته ٩٣% إلى داخل خلايا الدم الحمراء فيرتبط CO_2 مع كل من

١- الهيموجلوبين ونسبة ٢٣% لتكوين مركب كاربامينو هيموغلوبين

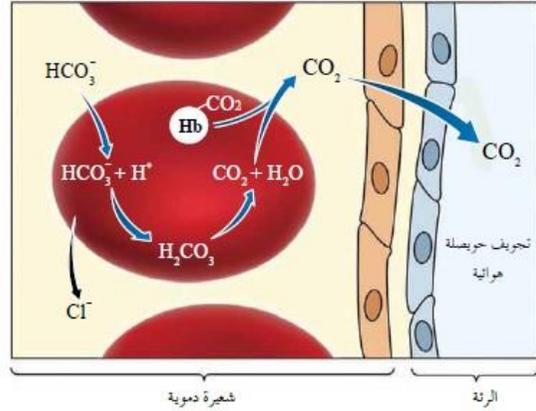
٢- الماء بمساعدة إنزيم إنهيدريز الذي يسرع هذا الاتحاد لتكوين مركب حمض الكربونيك الذي يتفكك إلى ايونات الكربونات الهيدروجينية السالبة و ايونات الهيدروجين الموجبة.



الشكل (٢-٣٠): انتقال ثاني أكسيد الكربون من أنسجة الجسم إلى الدم.

- ثم تنتقل ايونات الكربون الهيدروجينية إلى بلازما الدم بواسطة الانتشار البسيط
- يؤدي خروج ايونات الكربون الهيدروجينية من خلايا الدم الحمراء إلى بلازما الدم إلى
- حدوث خلل في التوازن الكهربائي على جانبي غشاء كل خلية دم حمراء .
- ولإعادة التوازن ينتقل ايون الكلور السالب الموجود بكميات كبيرة داخل بلازما الدم إلى داخل خلايا الدم الحمراء

(عملية إزاحة أيونات الكلور)



الشكل (٢-٣١): انتقال ثاني أكسيد الكربون من الدم إلى الرئتين.

• (يتفكك كاربامينو هيموغلوبيين بسرعة عند وصوله إلى الشعيرات الدموية المحيطة بالحوصلات الهوائية في الرئتين)

عند الحوصلات الهوائية : تنعكس المعادلات السابقة فيحدث ما يلي :

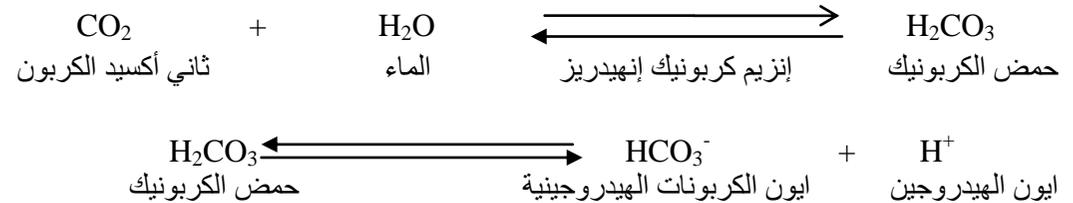
• تنتشر أيونات الكربون الهيدروجينية من بلازما الدم إلى الخلايا الدم الحمراء وتنتقل أيونات الكلور من

خلايا الدم الحمراء إلى بلازما الدم

• وترتبط بأيونات الهيدروجين مكونة حمض الكربونيك

• الذي يتفكك بسرعة إلى ماء وثاني أكسيد الكربون .

• الذي ينتقل من خلايا الدم الحمراء إلى بلازما الدم ومنها إلى الحوصلات الهوائية ليغادر الجسم بعملية الزفير



• يتحلل مركب كاربامينو هيموغلوبيين إلى هيموغلوبيين وثاني أكسيد الكربون وينتقل إلى الحوصلات الهوائية

كاربامينو هيموغلوبيين ← هيموغلوبيين + ثاني أكسيد الكربون

• تعود أيونات الكلور السالبة إلى بلازما الدم

الأكسيهيموجلوبيين :

مركب ينتج من اتحاد الأكسجين بالهيموجلوبيين داخل خلايا الدم الحمراء

كاربامينو هيموجلوبيين :

مركب ينتج من اتحاد ثاني أكسيد الكربون مع جزيء هيموجلوبيين