

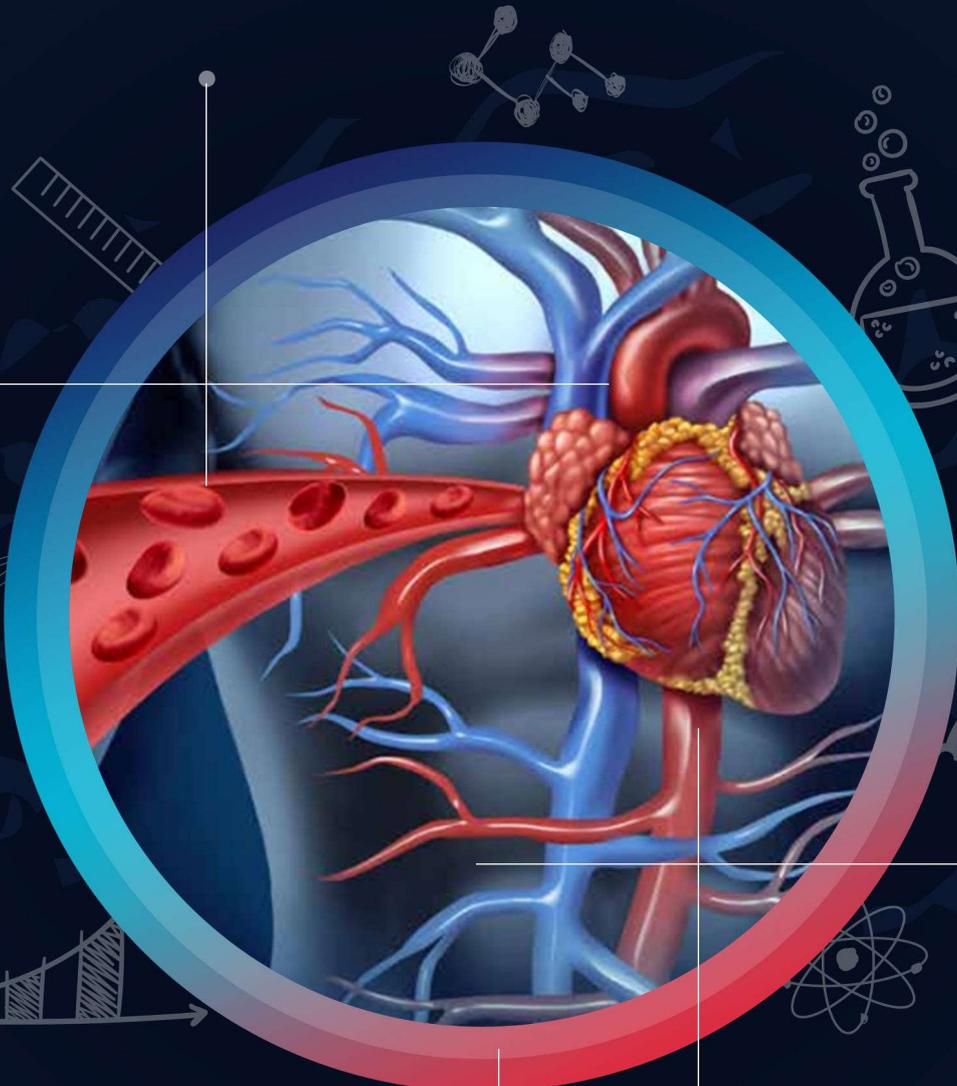
دوسية شرح وحل أسئلة مادة العلوم الحياتية



f y

الصف الأول ثانوي

الوحدة الثانية | الهضم والنقل وتبادل الغازات



أ. ربا العزايزة

0789537656

منهاجي
متعة التعليم الهادف



2021

الجهاز الهضمي

وظيفة الجهاز الهضمي: يعمل على تحويل الغذاء إلى مواد بسيطة يمكن امتصاصها والاستفادة منها وتخليص الجسم من الفضلات الصلبة.

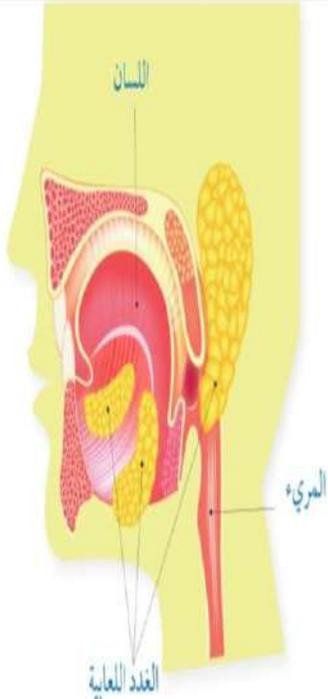
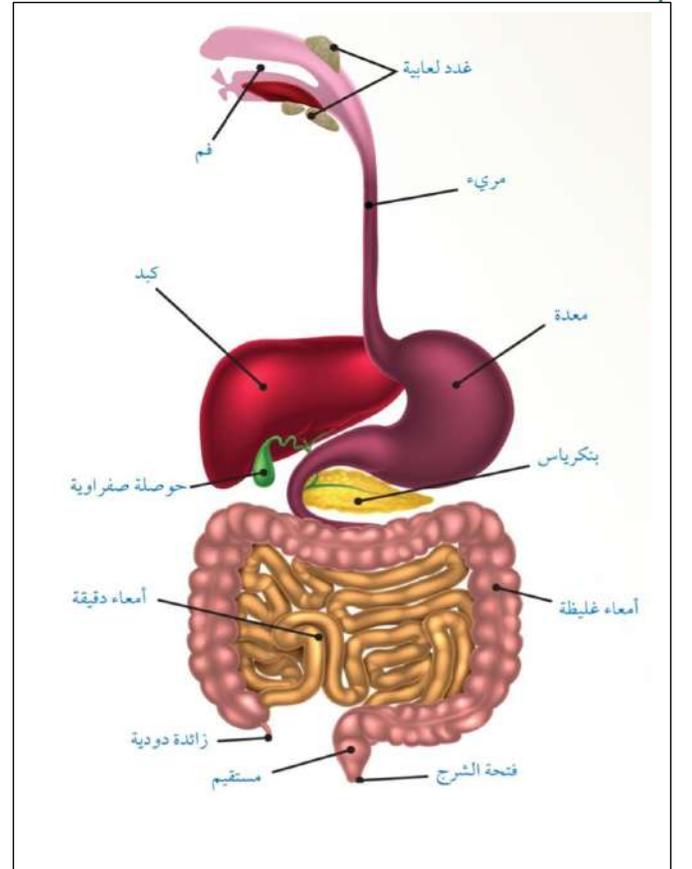
مكونات الجهاز الهضمي:

الغدد الملحقة

الغدد اللعابية، الكبد، الحوصلة الصفراوية، البنكرياس.

القناة الهضمية

الفم ، البلعوم، المريء، المعدة، الأمعاء الدقيقة، الأمعاء الغليظة، فتحة الشرج.



الشكل (2): الأزواج الرئيسة الثلاثة من الغدد اللعابية في الفم: الكافية التي تقع أمام الأذنين، والغدد تحت الفك السفلي، والغدد تحت اللسان.

الهضم في الفم:

القواطع والانياب والضواحك ← تقطيع الطعام وتمزيقه

الأضراس ← تطحن الطعام

اللسان ← يحرك الطعام لخلطه باللعاب وترطيبه

يوجد في الفم ثلاث أزواج رئيسة من الغدد اللعابية:

وظيفةها: تفرز الغدد اللعابية إنزيم ألفا أميليز والذي ينتقل مع الغذاء إلى المعدة ويستمر تأثيره فيها لعدة ساعات بحيث يعمل على تحليل الكربوهيدرات المعقدة التركيب مثل النشا وتحويلها إلى سكريات بسيطة التركيب.

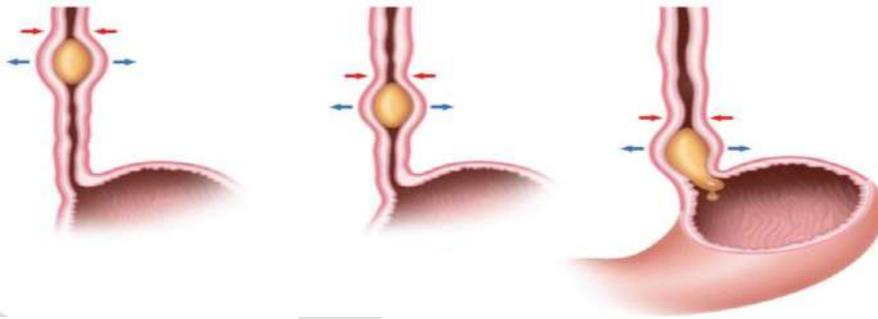
يصل الطعام إلى البعوم (البلعوم هو أنبوب عضلي يمر خلاله الغذاء إلى المريء)

لسان المزمار الموجود أعلى الحنجرة يعمل على تنظيم دخول الهواء في القصبة الهوائية والطعام في المريء وذلك من خلال: يغلق لسان المزمار القصبة الهوائية سريعاً أثناء عملية البلع ليمنع دخول الطعام في القصبة الهوائية. ثم يعود لسان المزمار لوضعه الطبيعي عند التنفس.

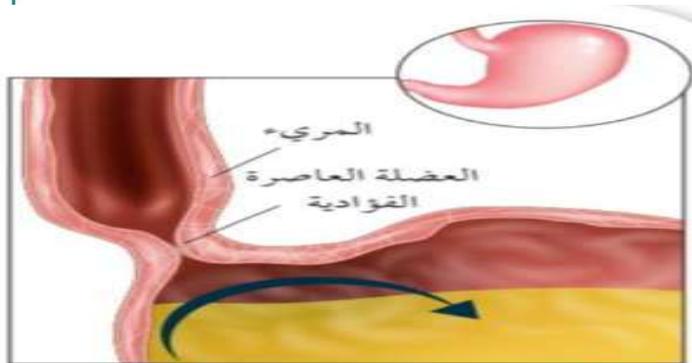
المريء يدفع الطعام إلى المعدة بفعل الحركة الدودية (وهي عبارة عن موجة انقباضات متتالية للعضلات الملساء في جدار المريء والتي تستمر على طول القناة الهضمية.

الحركة الدودية توفر القوة اللازمة لدفع الطعام نحو المعدة وبعد أن يصل الطعام إلى المعدة تغلق العضلة العاصرة الفؤادية (وهي عضلة على شكل حلقة تتحكم في انتقال الطعام من المريء إلى المعدة وتمنع ارتداده).

في حال حدث خلل في عمل العضلة العاصرة الفؤادية فإن الشخص قد يعاني حالة تسمى الارتداد المريئي فيشعر بحرقة شديدة.



الشكل (3): الحركة الدودية في المريء.



شخص طبيعي



شخص يعاني ارتداداً مريئياً

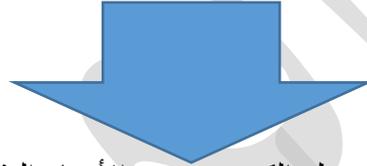
الشكل (4): الارتداد المريئي.

الهضم في المعدة:

نتيجة الانقباضات المتتالية للعضلات الملساء في جدار المعدة : يحدث المزيد من تقطيع الطعام والمزج بالعصارة الهاضمة. تحتوي الطبقة المبطننة للمعدة على ملايين الغدد الصغيرة

- ← يفرز بعضها إنزيم الببسين ويعمل على هضم البروتينات.
- ← يفرز بعضها الآخر حمض الهيدروكلوريك HCL الذي يوقر رقم هيدروجيني
- ← أمثل لنشاط الببسين (PH 2 - 1.5) وقتل الجراثيم التي تدخل مع الطعام
- ← تفرز غدد أخرى مادة مخاطية تبطن جدار المعدة لتمنع تأثير العصارة الهاضمة في المعدة.

أثناء استمرار عملية الهضم في المعدة يتكون تدريجيا سائل كثيف القوام اسمه الكيموس

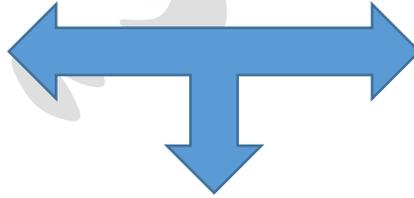


بعد مدة تقريبا بين ساعة وخمس ساعات يتحرك الكيموس نحو الأمعاء الدقيقة فيفتح الصمام البوابي الذي يقع بين المعدة والأمعاء الدقيقة فيبدأ الكيموس بالتدفق إليها.

الهضم في الأمعاء الدقيقة

الأمعاء الدقيقة تتألف من ثلاثة أجزاء وهي:

الصائم



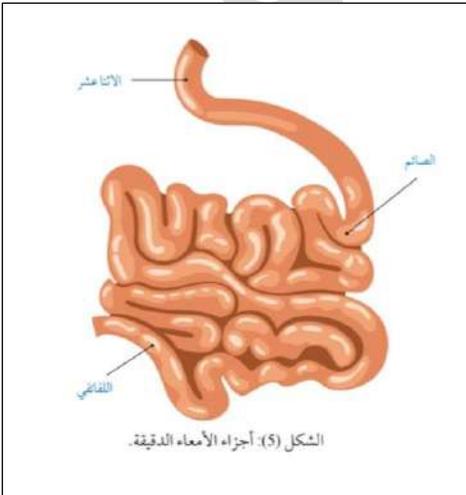
الاثنا عشر

الفانفي

تعتمد عملية الهضم في الأمعاء الدقيقة على:

1- إفراز إنزيمات هاضمة من بطانة الأمعاء الدقيقة لهضم الكربوهيدرات والبروتينات والدهون .

2- إفرازات الكبد والبنكرياس والحوصلة الصفراوية .





- تحدث في الأمعاء الدقيقة معظم عمليات هضم الطعام وامتصاصه .
- الاثنا عشر (وهو أول جزء من الأمعاء الدقيقة) يستقبل الكيموس من المعدة ويستقبل العصارات الهاضمة من البنكرياس والكبد والحوصلة الصفراوية.
- البنكرياس : هو عبارة عن غدة تفرز إنزيمات تستكمل هضم الكربوهيدرات مثل إنزيم الأميليز البنكرياسي والمالتيكز، وتفرز أيضا انزيمات تستكمل هضم البروتينات مثل إنزيم التربسين وإنزيم اللايبيز الذي يهضم الدهون، وتفرز أيضا بيكرينات الصوديوم القاعدية التي تعمل على معادلة حموضة المعدة.

الكبد والحوصلة الصفراوية:

أكبر أعضاء الجسم

وظائفه:

1-إزالة السموم التي تدخل مع العقاقير والأدوية

2-إنتاج العصارة الصفراوية التي تخزن في الحوصلة الصفراوية لحين وصول طعام دهني إلى الأمعاء الدقيقة

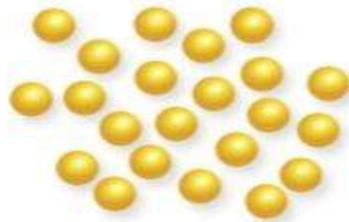


-عند تدفق العصارة الصفراوية إلى الاثنى عشر فإنها تفتت الدهون إلى قطرات صغيرة في ما يعرف ب:

استحلاب الدهون

والذي يعمل على زيادة مساحة سطح عمل إنزيم اللايبيز الذي يعمل على هضم الدهون في الأمعاء الدقيقة.

قطرات دهون صغيرة



العصارة الصفراء



قطرات دهون كبيرة



الشكل (7): استحلاب

الدهون.

أوضح أهمية كل مما يأتي في عملية الهضم بالأمعاء الدقيقة:

- (أ) العصارة الصفراوية: تعمل على تفتيت الدهون وتحويلها إلى مستحلب لزيادة مساحة سطح عمل الإنزيمات عليها.
- (ب) الإنزيمات المفترزة من البنكرياس: تستكمل هضم الكربوهيدرات مثل إنزيم الأميليز البنكرياسي والمالتيز، تستكمل هضم البروتينات مثل إنزيم التربسين وإنزيم اللايباز الذي يهضم الدهون، وتفرز بيكربونات الصوديوم القاعدية التي تعمل على معادلة حموضة المعدة.

الامتصاص والإخراج

بعد استكمال هضم الطعام تحدث عملية امتصاص المواد الغذائية والماء بحيث ينتقل معظمها من جدران الأمعاء الدقيقة إلى الدم ومن الدم إلى الخلايا في مختلف أنحاء الجسم.

امتصاص الطعام في الأمعاء الدقيقة:

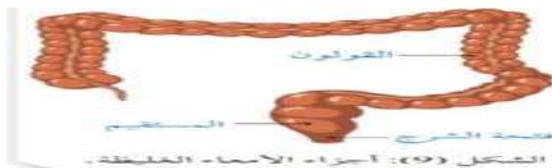
كيف يتلاءم تركيب جدران الأمعاء مع وظيفة الامتصاص؟

- لأن بطانة الأمعاء الدقيقة تتكون من انثناءات إصبعية الشكل تسمى الخملات المعوية والتي تزيد من مساحة سطح الامتصاص في الأمعاء الدقيقة.
- تحاط كل خملة بشبكات كثيرة من الشعيرات الدموية والشعيرات اللمفية.
- تعمل التراكيب السابقة جميعها على زيادة كمية المواد التي يمتصها الجسم ونقلها إلى الدم ثم إلى جميع الخلايا للاستفادة منها.



الامتصاص والإخراج في الأمعاء الغليظة:

الأمعاء الغليظة ← تتكون من: الزائدة الدودية، القولون، المستقيم، فتحة الشرج.



الحركة الدودية الناتجة من انقباضات العضلات الملساء في جدار الأمعاء الدقيقة

تعمل على:

دفع بقايا الطعام غير المهضوم إلى القولون فيمتص الماء وبعض الأملاح الدقيقة والفيتامينات، ثم طرح الفضلات الصلبة التي تصل المستقيم عن طريق فتحة الشرج.

أتحقق: أقرن بين الأمعاء الدقيقة والأمعاء الغليظة من حيث المواد التي تمتص في كل منها:

الأمعاء الدقيقة تمتص الماء والغذاء المهضوم والحموض الأمينية وبعض الأملاح المعدنية وبعض الفيتامينات.
الأمعاء الغليظة تمتص الماء وبعض الأملاح المعدنية والفيتامينات.

إجابات أسئلة مراجعة الدرس:

- 1- حمض الهيدروكلوريك: يخفض الرقم الهيدروجيني فيوفر درجة حموضة مثلى لنشاط الببسين.
- 2- العضلات الملساء في جدار المعدة: تقوم بتقطيع الطعام ومزجه بالعصارة الهاضمة نتيجة الانقباضات المتتالية للعضلات الملساء في جدار المعدة.

(2)

المقارنة	إنزيم الأميليز	إنزيم الببسين
أوجه التشابه	كلاهما يعمل على تحويل جزيئات الطعام معقدة التركيب إلى جزيئات بسيطة التركيب	
أوجه الاختلاف	يفرز إنزيم الأميليز من الغدد اللعابية ويبدأ عمله في الفم ويستمر تأثره في المعدة لتحويل الكربوهيدرات إلى سكريات بسيطة.	يفرز إنزيم الببسين في المعدة ويعمل على تحويل هضم البروتينات.

- 3) الكبد: إنتاج العصارة الصفراوية التي تعمل على تفتيت الدهون وتحويلها إلى مستحلب لزيادة كفاءة عمل إنزيم اللايباز. المريء: دفع الطعام باتجاه المعدة بفعل الحركة الدودية. الأمعاء الغليظة: امتصاص الماء والأملاح وبعض الفيتامينات.

4) 1- لعدم قدرتهم على إفراز كمية كافية من العصارة الصفراوية في الأمعاء الدقيقة تناسب كمية دهون كبيرة وبالتالي لن يتمكنوا من هضم الدهون بشكل جيد.

2- لأن بطانة الأمعاء الدقيقة تتكون من انثناءات إصبعية الشكل تسمى الخملات المعوية والتي تزيد من مساحة

سطح الامتصاص في الأمعاء الدقيقة وتحاط كل خملة بشبكات كثيرة من الشعيرات الدموية والشعيرات المفية.

وتعمل التراكيب السابقة جميعها على زيادة كمية المواد التي يمتصها الجسم ونقلها إلى الدم ثم إلى جميع الخلايا للاستفادة منها.

5) الكيموس: هو سائل كثيف القوام يتكون تدريجيا في أثناء استمرار عملية الهضم في المعدة.

استحلاب الدهون: هو تفتيت الدهون إلى قطرات صغيرة من العصارة الصفراوية التي تصنع في الكبد وتخزن في الحوصلة الصفراوية.



جهاز الدوران

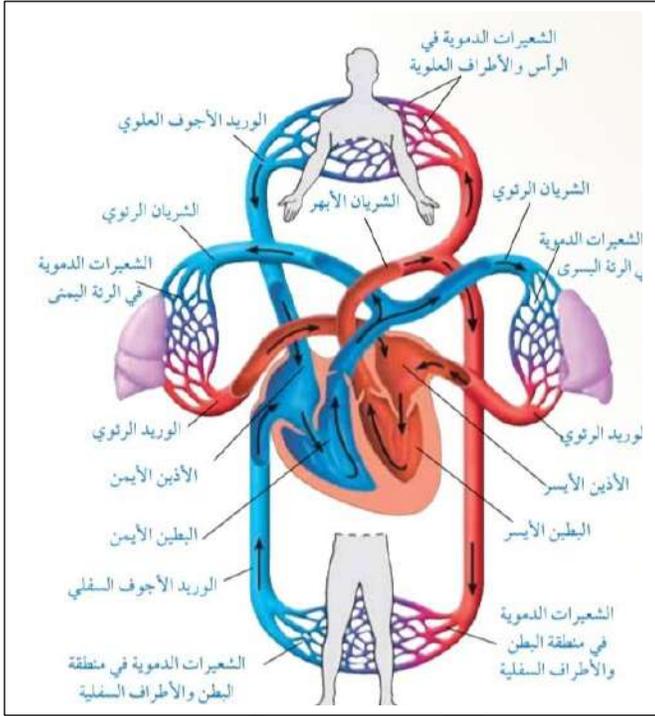
وظيفة جهاز الدوران: يعمل على نقل المواد اللازمة إلى الخلايا وتخليصها من الفضلات والمواد الأخرى الزائدة على حاجة الجسم.

مكونات جهاز الدوران:

الأوعية الدموية

الدم

القلب



-يوصف جهاز الدوران بأنه مغلق وذلك لوجود الدم داخل الأوعية الدموية.

-ينتقل الدم في الجسم مكونا دورتين:

1-الدورة الدموية الجهازية

2-الدورة الدموية الرئوية

يقوم جهاز الدوران ب1-نقل الأكسجين والمواد الغذائية و مواد أخرى ضرورية مثل الهرمونات إلى الخلايا.

و2-يخلص الخلايا من ثاني أكسيد الكربون والفضلات النيتروجينية.

لاحظ الشكل التالي الذي يمثل تركيب جهاز الدوران.

تركيب الأوعية الدموية:

تنقل الدم بعيدا عن القلب •
جدرانها أكثر سماكة وقوة من بقية الأوعية الدموية مما يجعلها تتحمل ضغط الدم المرتفع داخلها.

الشرايين

تنقل الدم من أعضاء الجسم بضغط منخفض فيعود الدم إلى القلب، ويتدفق في الأوردة أبداً من الشرايين.
جدرانها أقل سماكة من الشرايين وتحتوي أليافاً مرنة أقل وعضلات ملساء أقل.

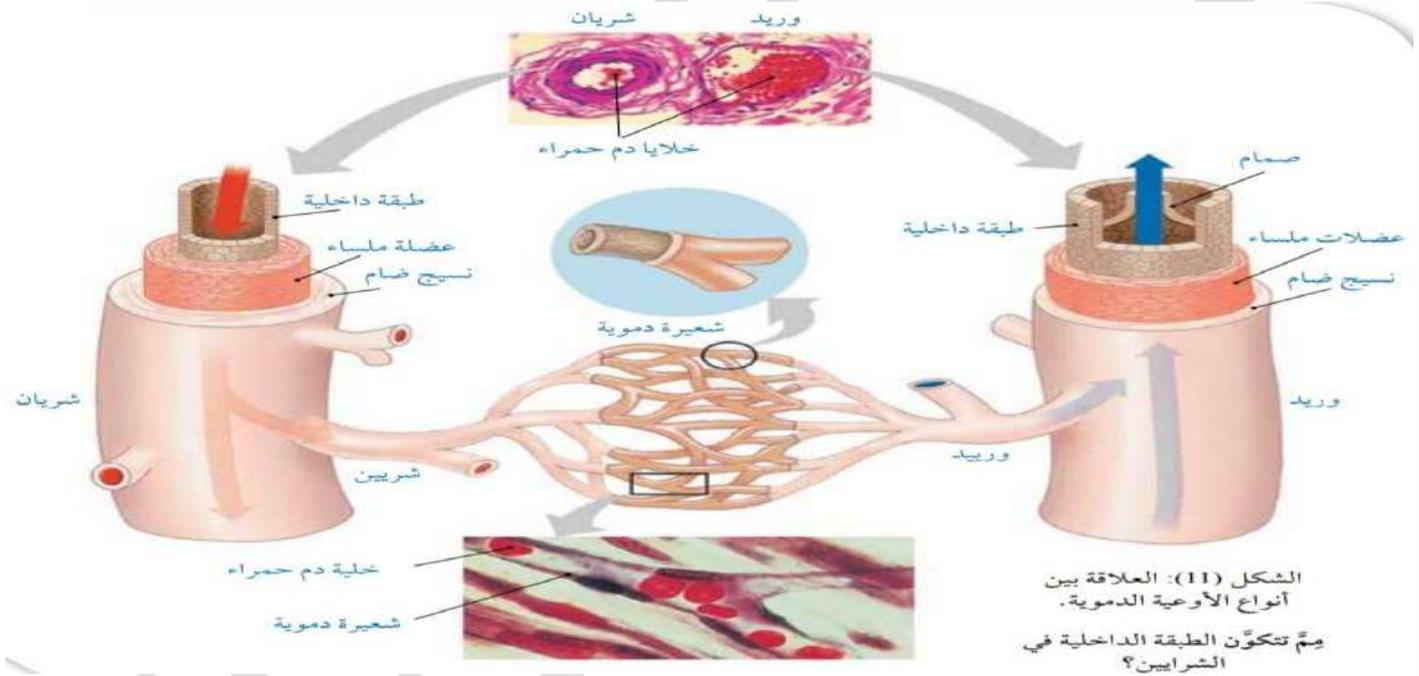
الأوردة

أصغر الأوعية الدموية في الجسم ووظيفتها الربط بين الشرايين والأوردة •
تكون على شكل شبكات تعمل على تبادل الغازات والمواد الغذائية والفضلات بين الدم وخلايا الجسم.

الشعيرات الدموية

مقارنة بين الأوعية الدموية من حيث طبقات الجدران (التركيب):

المقارنة	الشرايين	الأوردة	الشعيرات الدموية
طبقات جدرانها (التركيب)	جدران سميكة تتكون من 3 طبقات: الطبقة الداخلية وتتكون من خلايا طلائية. الطبقة الوسطى وتحتوي ألياف مرنة وعضلات ملساء وألياف الكولاجين. الطبقة الخارجية تتكون من نسيج ضام يحتوي على ألياف مرنة وألياف الكولاجين	جدران أقل سمك من الشرايين وتحتوي ألياف مرنة أقل وعضلات ملساء أقل وتتكون من 3 طبقات: طبقة داخلية، طبقة وسطى، طبقة خارجية -سمك الطبقة الوسطى في الأوردة أقل من الشرايين. -تجويف الوريد أكبر من تجويف الشريان الذي له الحجم نفسه.	تتكون من طبقة واحدة من الخلايا الطلائية ويبلغ سمك جدار الشعيرة الدموية سمك خلية واحدة فقط ويتراوح قطرها بين 8-10 mm ما يكفي لمرور خلايا الدم الحمراء بها.



وضح التلاوم بين تركيب الشريان والوظيفة؟

تركيب الجدران السميكة للشريان من الطبقات الثلاث يمنح الشرايين القوة والمرونة معا إذ تمنح ألياف الكولاجين جدار الشريان القوة، وتسمح الألياف المرنة بتوسع الشريان، واحتوائها على عضلات ملساء تمتاز بانقباضها وانبساطها ما يجعل قطر تجويف الوعاء الدموي قابل للتمدد و التقلص.

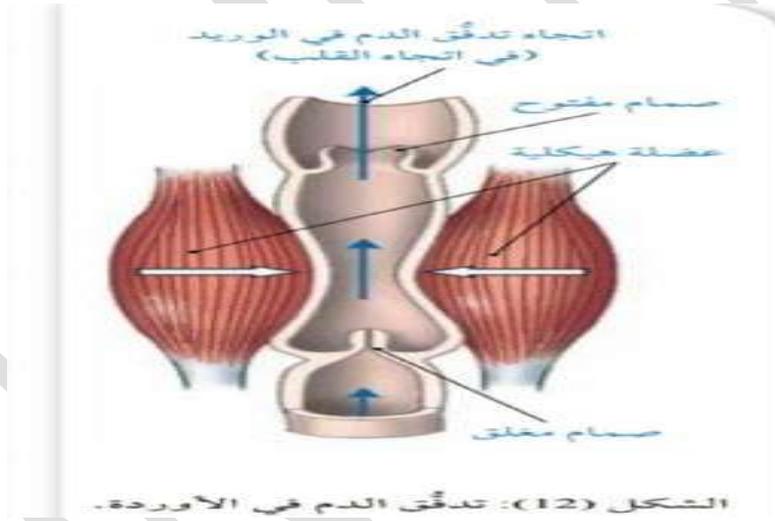
ملاحظة: تتفرع الشرايين بعيدا عن القلب إلى أوعية أصغر تسمى الشريينات وفيها ينخفض ضغط الدم وتحتوي ألياف مرنة أقل من الشرايين القريبة منه.

تدفق الدم في الأوردة:

يصعب الحفاظ على تدفق الدم في الاتجاه الصحيح وذلك بسبب انخفاض ضغط الدم في الأوردة.

لذلك يوجد أربعة عوامل للحفاظ على تدفق الدم في الأوردة في الاتجاه الصحيح وهي:

- 1- ضغط الدم القادم من شبكات الشعيرات الدموية. 2- وجود صمامات في الأوردة.
- 3- انقباض عضلات الساقين عند الحركة. 4- انخفاض ضغط الدم في الأذنين وذلك لأن الدم يدخل في القلب أثناء انبساط الأذنين.



تدفق الدم في الشعيرات الدموية:

يتدفق الدم ببطء شديد في الشعيرات الدموية ويحدث تبادل للمواد مثل الأكسجين وثنائي أكسيد الكربون عن طريق جدران الشعيرات الدموية.

تركيب الدم ووظيفته:

يحوي جسم الإنسان البالغ السليم ما بين 4-5 ليتر من الدم تقريبا.

يتكون الدم من : 1- جزء سائل هو البلازما.

2- خلايا وتقسّم إلى: أ) خلايا الدم الحمراء

ب) خلايا الدم البيضاء

ج) الصفائح الدموية

نسبة الخلايا تقريبا 45% من الحجم الكلي للدم.

نسبة بلازما الدم تقريبا 55% من الحجم الكلي للدم.



خلايا الدم الحمراء:

كيف يتلاءم شكل خلايا الدم الحمراء مع وظيفتها؟ شكلها قرصي ثنائي التجويف مما يؤدي إلى زيادة مساحة السطح نسبة إلى حجمها مما يزيد كفاءتها في نقل الأكسجين وهي صغيرة الحجم يبلغ قطرها 7mm .
-تتكون في نخاع العظم وعمرها قصير نسبيا يبلغ نحو 120 يوم وبعدها تتحطم بعد ذلك بواسطة العقد اللمفية والطحال.
-لا تحتوي على نواة أو ميتوكوندريا أو شبكة إندوبلازمية ما يمنح جزيئات الهيموغلوبين مساحة أكبر.



خلايا الدم البيضاء:

وظيفتها تعزيز مناعة الجسم وتوجد أنواع عدة منها:

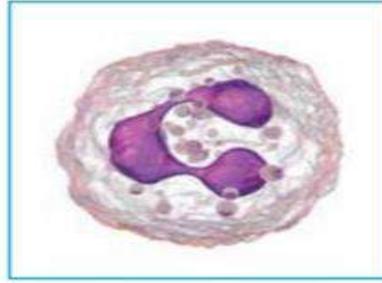
1-وحيدات النوى 2-الخلايا المتعادلة 3-الخلايا اللمفية

الخلايا اللمفية
Lymphocytes



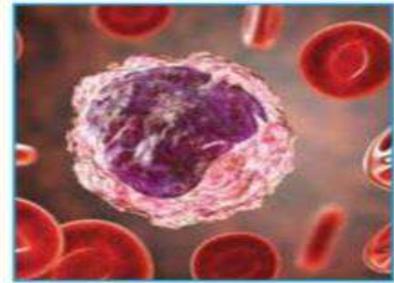
أكبر قليلاً من خلايا الدم الحمراء، وهي تُشبه الخلايا وحيادات النوى، غير أن نواة الخلية اللمفية أكثر استدارة، وأكبر من الخلية وحيدة النواة. تُصنّف هذه الخلايا على أنها غير محببة، وتُسهم بدور في المناعة المُتخصّصة.

الخلايا المتعادلة
Neutrophils



أكثر أنواع خلايا الدم البيضاء انتشاراً في الدم، وهي تُصنّف على أساس أنها خلايا حبيبية، ونواتها كبيرة، ومُعدّدة الفصوص. تُعدّ الخلايا المتعادلة خلايا بلعمية يُمكنها دخول الأنسجة، وهي تعمل على تحطيم البكتيريا، وتموت بعد ذلك .

وحيدات النوى
Monocytes

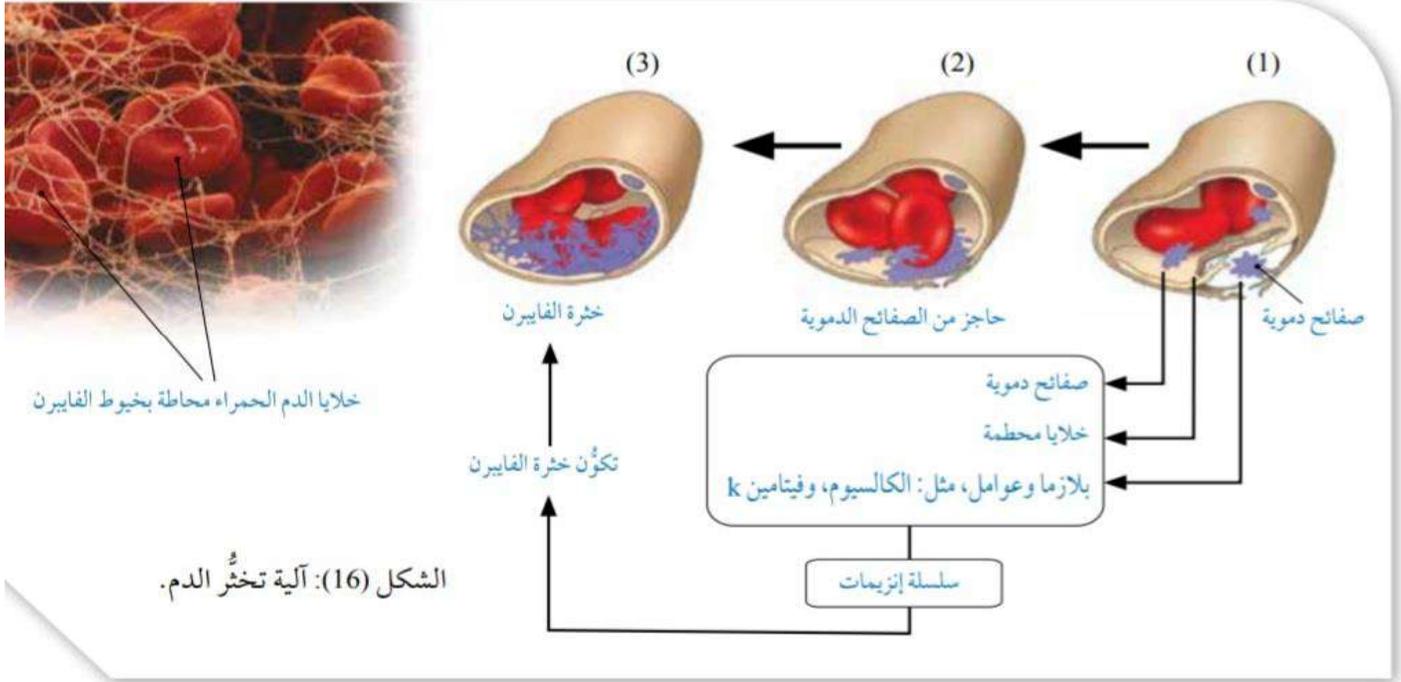


أكبر أنواع خلايا الدم البيضاء، وهي تُصنّف على أساس أنها خلايا حبيبية، ونواتها كبيرة، ولها شكل الكلى. تُعدّ وحيادات النوى خلايا بلعمية توجد في الأنسجة خارج الدم، وتبتلع المواد الغريبة، أو تلك التي يُحتمل أن تكون ضارة؛ لذا فهي تحوي العديد من الأجسام الحائلة، فضلاً عن إشهارها مُولّدات الضد الغريبة لخلايا الجهاز المناعي الأخرى.

الصفائح الدموية:

هي أجزاء من خلايا كبيرة جدا تنشأ من نخاع العظم وتفتقر إلى النوى. وظيفتها: تمنع فقد الدم في أثناء إصابة الإنسان بجروح وذلك من خلال تخثر الدم بتكوين كتلة من الألياف المتشابكة والخلايا الدموية المختلطة بها بفعل الصفائح الدموية وبروتينات خاصة بالبلازما ومواد أخرى تمنع فقد الدم.

خطوات عملية تخثر الدم:



البلازما: المكون السائل في الدم

البلازما هو سائل أصفر فاتح اللون ومكونه الأساسي هو الماء الذي يشكل نسبة 90-95% منها. تحتوي البلازما على مواد ذائبة في الماء بنسبة 5% من حجمها مثل: الغلوكوز والحموض الأمينية والأملاح المعدنية مثل: أملاح الصوديوم وأملاح البوتاسيوم وأملاح الكلور إضافة إلى الهرمونات والأجسام المضادة ونواتج الأيض والبروتينات وعوامل التخثر.

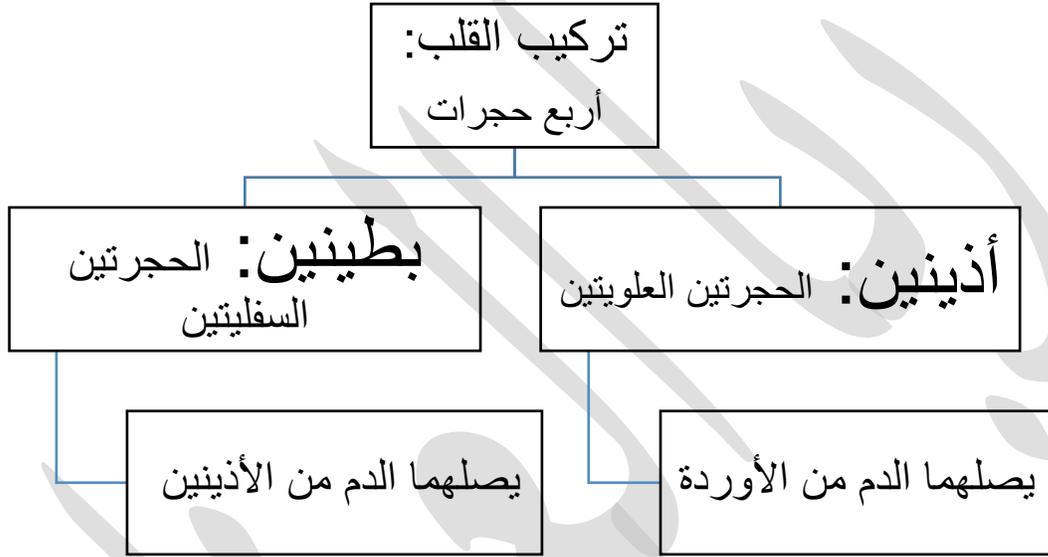
توفر البلازما وسط سائل يمكن خلايا الدم والصفائح الدموية من التحرك إلى أجزاء الجسم المتعددة.





تركيب القلب ووظيفته

القلب هو عضو يضخ الدم إلى أعضاء الجسم المختلفة عن طريق الدورة الدموية.



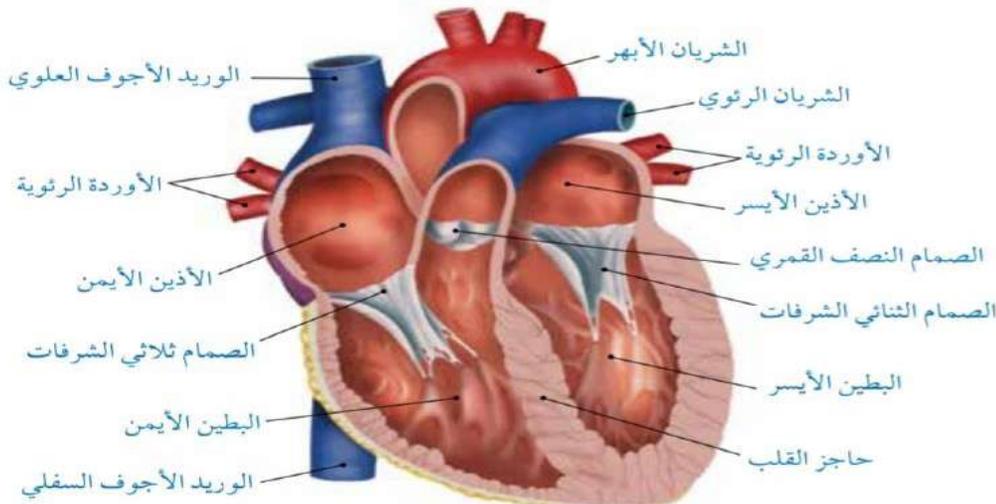
يقسم الحاجز القلب عموديا إلى جهتين: يمينى ← تضخ الدم إلى الرئتين.

يسرى ← تضخ الدم إلى أجزاء الجسم الأخرى.

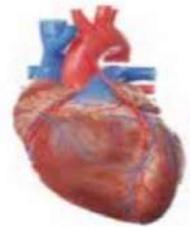
ويمنع الحاجز اختلاط الدم المؤكسج بغير المؤكسج.

تفصل الصمامات الأذنين عن البطينين , وتفصل البطينين عن الشرايين المتصلة بهما.

يتكون القلب من عضلات قلبية تختلف عن العضلات الملساء والعضلات الهيكلية من حيث الوظيفة والتركيب. ويمكن لعضلة القلب أن تنقبض وتبسط على نحو متكرر لأنها تحفز ذاتيا من دون حاجة إلى تحفيز الجهاز العصبي, ويكون انتشار جهد الفعل فيها منتظما بما يضمن استمرار حياة الشخص, بعكس العضلات الهيكلية والمساء التي تحتاج تنبيه الجهاز العصبي لتنقبض.



(ب): التركيب الداخلي للقلب.



(أ): التركيب الخارجي للقلب.

الشكل (17): تركيب القلب.

إجابات مراجعة الدرس:

1-جهاز الدوران المغلق: جهاز الدوران في الإنسان والذي يتكون من القلب والدم والأوعية الدموية ويوصف بأنه مغلق لوجود الدم داخل الأوعية الدموية.

2-مقارنة بين (أ) الشريان والوريد من حيث التركيب:

الأوردة	الشرايين
<p>جدران أقل سمك من الشرايين وتحتوي ألياف مرنة أقل وعضلات ملساء أقل وتتكون من 3 طبقات:</p> <p>طبقة داخلية، طبقة وسطى، طبقة خارجية -سمك الطبقة الوسطى في الأوردة أقل من الشرايين.</p> <p>-تجويف الوريد أكبر من تجويف الشريان الذي له الحجم نفسه.</p>	<p>جدران سميكة تتكون من 3 طبقات: الطبقة الداخلية وتتكون من خلايا طلائية.</p> <p>الطبقة الوسطى وتحتوي ألياف مرنة وعضلات ملساء وألياف الكولاجين.</p> <p>الطبقة الخارجية تتكون من نسيج ضام يحتوي على ألياف مرنة وألياف الكولاجين</p>

(ب) الخلايا الليمفية وخلايا الدم الحمراء من حيث الوظيفة.

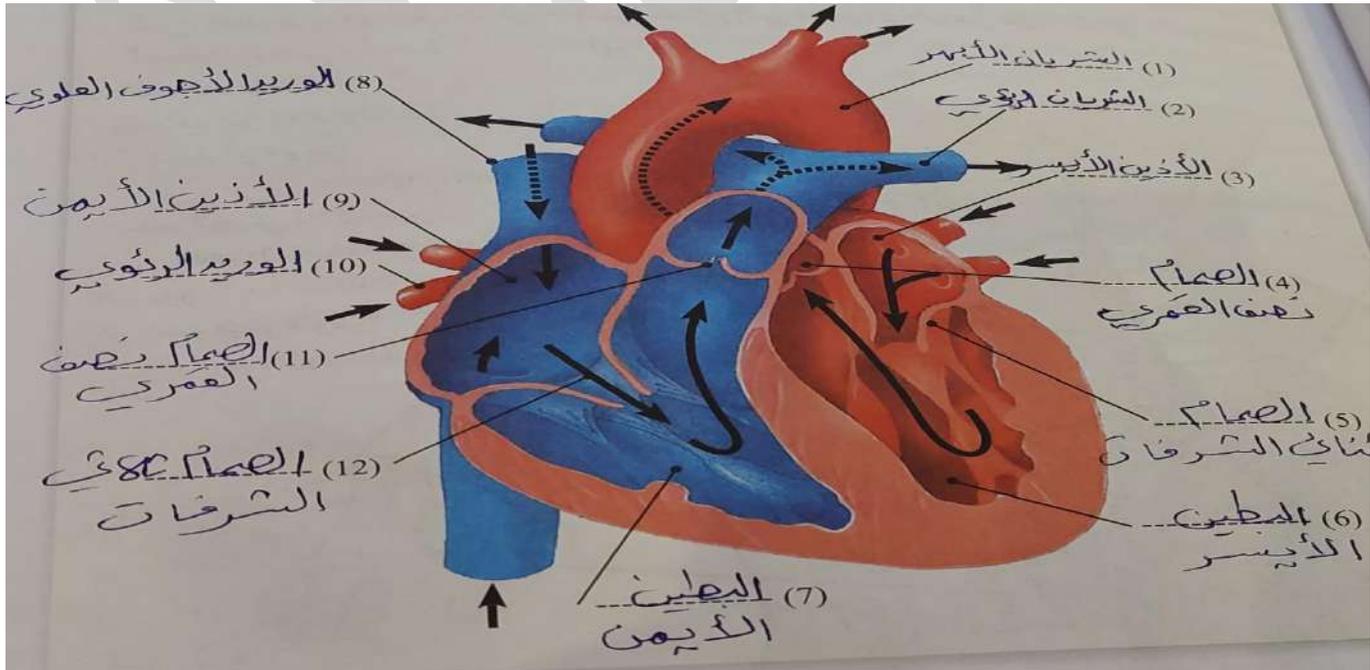
الخلايا اللمفية: خلايا مناعية تدافع عن الجسم وتقيه من الأمراض.

خلايا الدم الحمراء: نقل الأكسجين إلى خلايا الجسم وتخلصه من ثاني أكسيد الكربون.

3-أمثلة على المواد الذائبة في بلازما الدم.

الجلوكوز والحموض الأمينية والأملاح المعدنية مثل: أملاح الصوديوم وأملاح البوتاسيوم وأملاح الكلور إضافة إلى الهرمونات والأجسام المضادة ونواتج الأيض والبروتينات وعوامل التخثر.

4-أجزاء القلب.



الجهاز التنفسي

يتكون الجهاز التنفسي من أعضاء وتراكييب مرتبطة بها تسمح بتبادل الغازات .

وظيفة الجهاز التنفسي:

تخليص الجسم من ثاني أكسيد الكربون
(ينتقل من الدم إلى الهواء)

نقل الأوكسجين من الهواء الجوي إلى
دم الإنسان

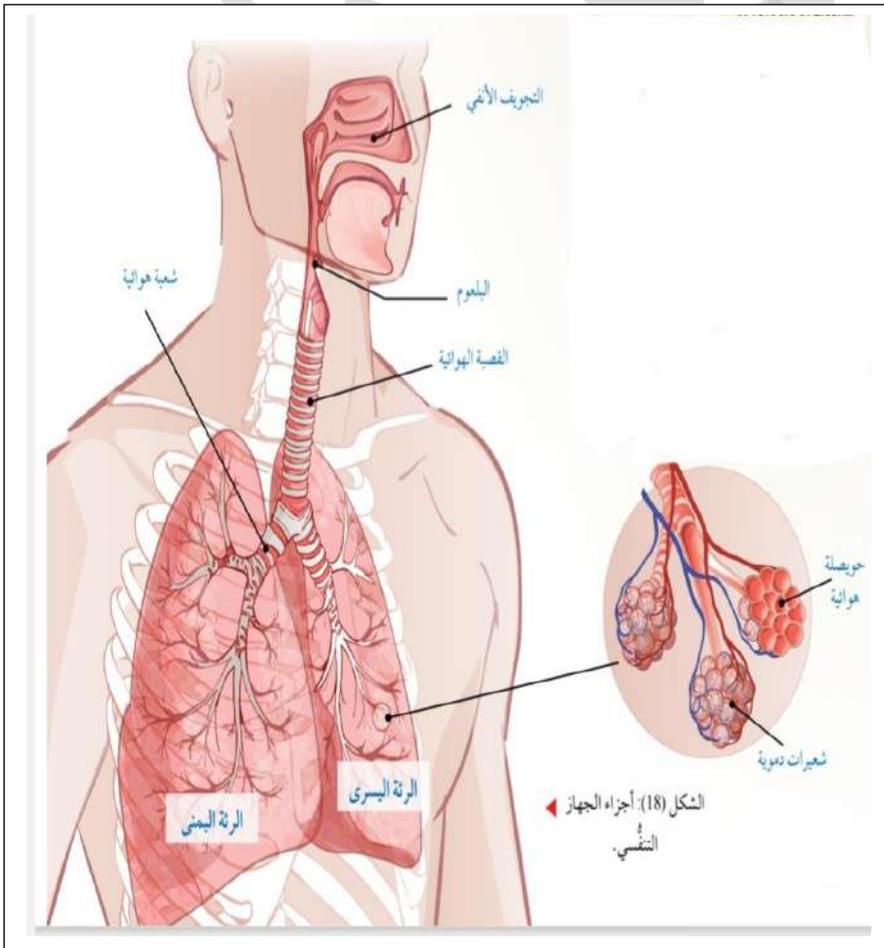
عندما أتنفس يدخل الهواء
من الأنف أو الفم

يمر بالقصبه الهوائية

فالشعبتين الهوائيتين

فالشعبيات الهوائية التي
تتفرع إلى:

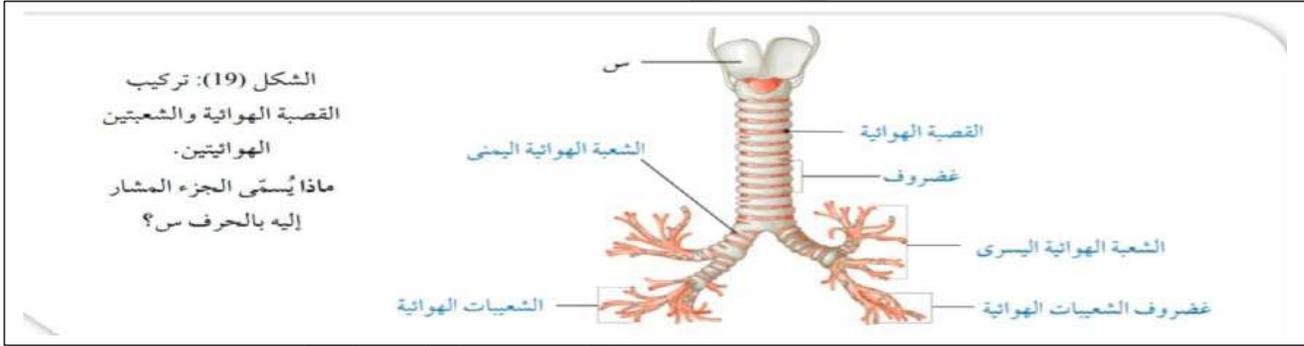
شعبيات أصغر منها تنتهي
بالحوصلات الهوائية



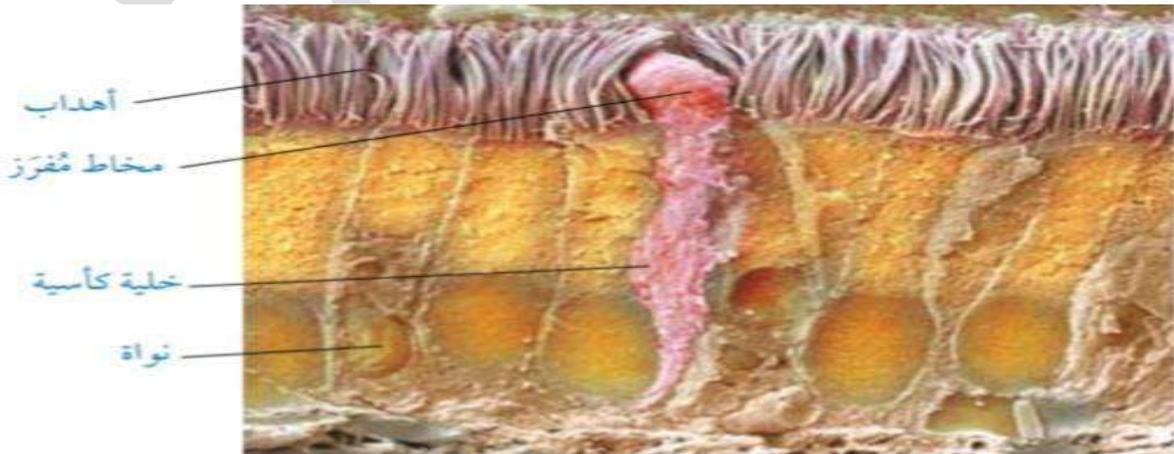
القصبة الهوائية والشعبتان الهوائيتان:

- القصبة الهوائية هي عبارة عن أنبوب يخرج من الحجرة في العنق ويتفرع طرفه السفلي إلى شعبتين هوائيتين لهما تركيب مشابه له.

- تمتاز القصبة الهوائية بتجويف عريض نسبيا يظل مفتوحا بسبب الغضاريف الموجودة في جدرانها والتي تكون على شكل C
- هذه الغضاريف تمنع التصاق جدران القصبة الهوائية أو توسع تجويفها توسعا كبيرا نتيجة تغيرات ضغط الهواء المفاجئة أثناء التنفس السريع .
- جدران الشعبتين الهوائيتين تحتوي على غضروف .
- يعمل الانقباض والانبساط للعضلات الملساء الموجودة في جدران القصبة الهوائية والشعبتين الهوائيتين على تغيير قطر التجويف أثناء عملية التنفس فانبساط هذه العضلات يوسع قطر التجويف فيتدفق كمية أكبر من الهواء.



- تبطن القصبة الهوائية والشعبتان الهوائيتان خلايا طلائية على سطحها أهداب والتي تعمل مع المخاط الذي تفرزه خلايا طلائية متخصصة تسمى الخلايا الكأسية على التخلص من الجسيمات الغريبة التي تدخل الجسم مثل الغبار والبكتيريا والفيروسات وأبواغ الفطريات من خلال حركة الأهداب لتحريك المخاط الذي تعلق به الجسيمات الغريبة وابتلع عن طريق الحلق ليصل إلى المعدة ثم يتخلص منه بطرحه مع الفضلات الصلبة خارج الجسم.

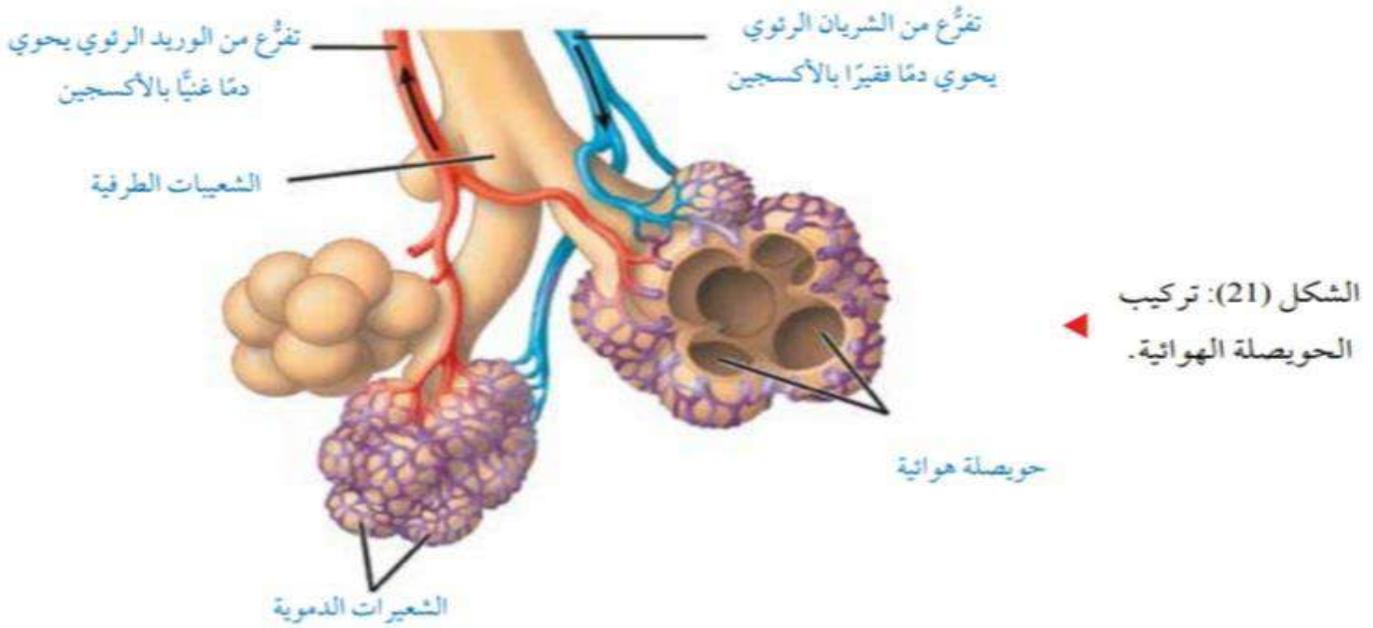


-تتفرع الشعبتين الهوائيتان إلى شعبيات هوائية تنتهي **بحويصلات هوائية**.

الحويصلات الهوائية هي تراكيب يحدث فيها تبادل الغازات بعملية الانتشار وتبطنها طبقة من الخلايا الطلائية.

-لا تحتوي جدران الحويصلات الهوائية على غضروف أو عضلات لمساء وتمتاز بأن جدرانها رقيقة جدا، وتحتوي ألياف مرنة تتكون من بروتين اسمه إيلاستين، وتساعد الحويصلات الهوائية على الاتساع بتمدد جدرانها عند الشهيق والعودة إلى الحجم الطبيعي عند الزفير.

-من مميزاتا أيضا، زيادة مساحة سطح تبادل الغازات وذلك بسبب شكل سطوحها المستديرة واتساع الحويصلة الهوائية الناتج من عملية الشهيق يزيد مساحة السطح.



يوجد عوامل أخرى تزيد من كفاءة تبادل الغازات في عملية الانتشار:

- 1-جدران الحويصلات الهوائية الرقيقة. 2-كثافة وجود الشعيرات الدموية على السطوح الخارجية للحويصلات الهوائية
- 3-جدران الأوعية الدموية الرقيقة التي تتيح تبادل الغازات بسهولة.

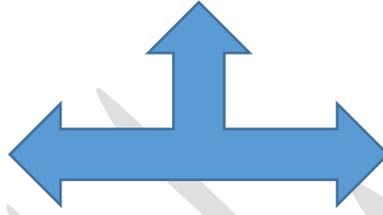
يُبين الجدول (1) الآتي مُكوّنات كلّ من هواء الشهيق، وهواء الزفير:

الغاز	مُكوّنات هواء الشهيق (%)	مُكوّنات هواء الزفير (%)
الأكسجين	21	16
ثاني أكسيد الكربون	0.04	4
النيتروجين	79	79

تبادل الغازات (نقل الأوكسجين وثاني أكسيد الكربون)

- يحدث تبادل للأوكسجين وثاني أكسيد الكربون بين الحويصلات الهوائية والدم في الشعيرات الدموية المحيطة بها.

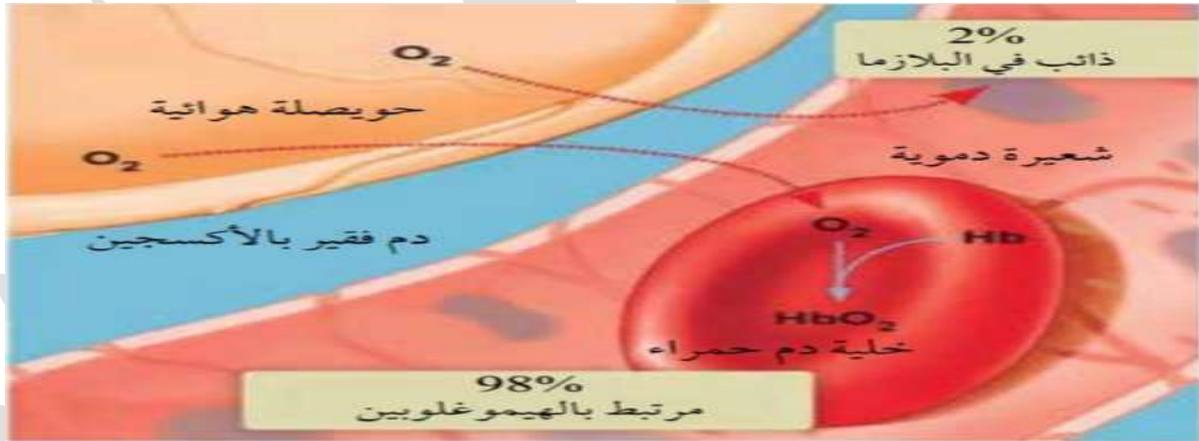
ينقل ثاني أكسيد الكربون من خلايا الجسم إلى الرئتين ليطرح خارج الجسم.



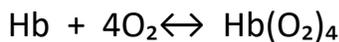
ينقل الدم الأوكسجين من الرئتين إلى خلايا الجسم ثم تتبادل خلايا الجسم والدم الأوكسجين وثاني أكسيد الكربون.

نقل الأوكسجين

ينتقل الأوكسجين في الدم بطريقتين: نسبة 2% ذائب في البلازما. نسبة 98% عن طريق الهيموغلوبين.



الهيموغلوبين هو عبارة عن بروتين يتكون من أربع سلاسل عديد الببتيد تحتوي كل منها على مجموعة هيم واحدة. مجموعة الهيم الواحدة ترتبط بجزيء واحد من الأوكسجين. جزيء واحد من الهيموغلوبين والذي يتكون من أربع مجموعات هيم يرتبط بأربع جزيئات من الأوكسجين ليتكون جزيء الأوكسيهيموغلوبين.



إذا ارتبط جزيء الهيموغلوبين بأربعة جزيئات أكسجين فإنه يصبح مشبع بنسبة 100%.
إذا ارتبط بعدد أقل من الجزيئات فإن نسبة إشباعه تنخفض.

وإذا كان الأكسجين قليل كما يكون في الأنسجة فإن الأوكسيهيموغلوبين يتفكك ويتحرر منه الأكسجين.
يوجد عوامل تساعد على تفكك جزيء الأوكسيهيموغلوبين وهي :

1-الضغط الجزئي للأكسجين 2-تأثير بور 3-درجة الحرارة

العوامل التي تساعد على تفكك جزيء الأوكسيهيموغلوبين

درجة الحرارة
Temperature

تعمل التغيرات في درجات الحرارة على تفكك الأوكسيهيموغلوبين. فمثلاً، ارتفاع درجة الحرارة إلى حدٍّ مُعيَّن يؤدي إلى زيادة تفكُّك الأوكسيهيموغلوبين، أمَّا انخفاضها إلى حدٍّ مُعيَّن فيؤدي إلى زيادة ارتباط الأكسجين بالهيموغلوبين.

تأثير بور
The Bohr Shift

يُطلق على تأثير الرقم الهيدروجيني في قدرة الهيموغلوبين على الارتباط بالأكسجين اسم تأثير بور The Bohr Shift. فعندما يزداد تركيز ثاني أكسيد الكربون CO_2 ، وتنخفض pH، يزداد تفكُّك الأوكسيهيموغلوبين كما في الأنسجة، في حين يزداد ارتباط الأكسجين بالهيموغلوبين إذا كان الرقم الهيدروجيني مرتفعاً كما في الرئتين.

الضغط الجزئي للأكسجين
Partial Pressure of Oxygen

تزداد نسبة تشبُّع الهيموغلوبين بالأكسجين عند زيادة الضغط الجزئي للأكسجين Partial Pressure of Oxygen (P_{O_2}) وهو الضغط الناتج من غاز الأكسجين في خليط الغازات. أمَّا إذا كان الضغط الجزئي للأكسجين منخفضاً، فإن الأوكسيهيموغلوبين يتفكك في الأنسجة مُحرِّراً الأكسجين.

نقل ثاني أكسيد الكربون

يوجد ثلاث طرق لانتقال ثاني أكسيد الكربون من خلايا الجسم:

نسبة 7% ذائب في البلازما

نسبة 23% مرتبط بالهيموغلوبين مكون مركب الكاربامينوهيموغلوبين

نسبة 70% على شكل أيونات الكربونات الهيدروجينية

طرق نقل ثاني أكسيد الكربون

على شكل أيونات الكربونات الهيدروجينية
في بلازما الدم HCO_3^-

الارتباط بالهيموغلوبين داخل
خلايا الدم الحمراء مكون مركب
الكاربامينوهيموغلوبين

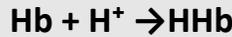
الذوبان في
البلازما

يخرج ثاني أكسيد الكربون الذائب في سيتوسول
الخلايا إلى السائل النسيجي ثم ينتشر في بلازما الدم
ثم يتحد مع الماء داخل خلايا الدم الحمراء مكون
حمض الكربونيك H_2CO_3 بمساعدة إنزيم كربونيك
أنهيدريز لتسريع التفاعل ثم يتفكك حمض الكربونيك
وينتج أيونات الهيدروجين وأيونات الكربونات
الهيدروجينية



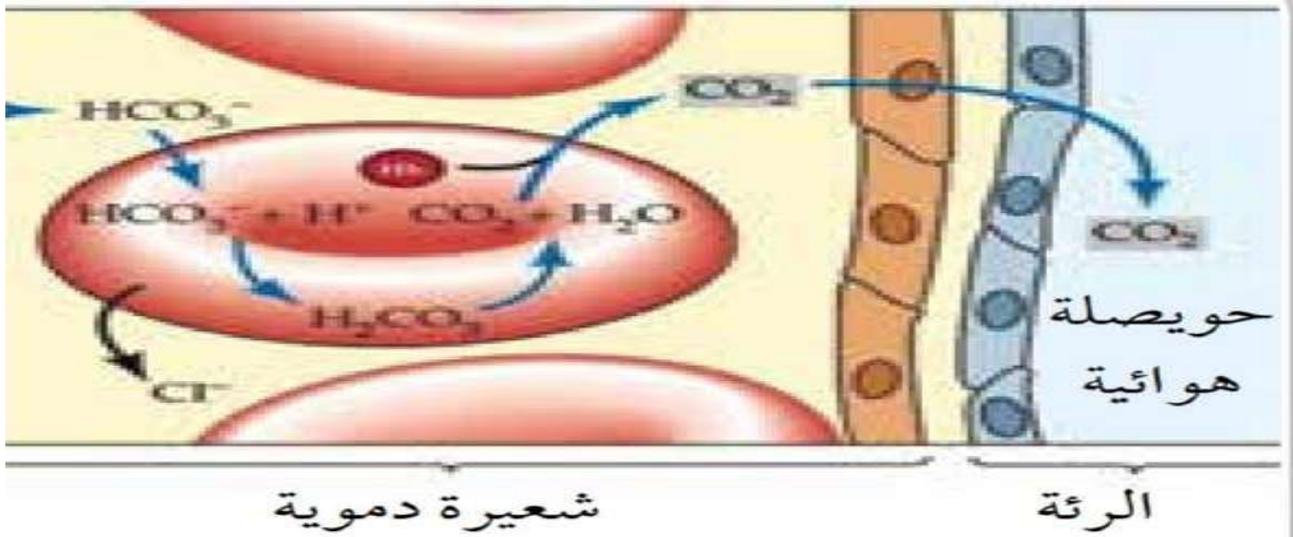
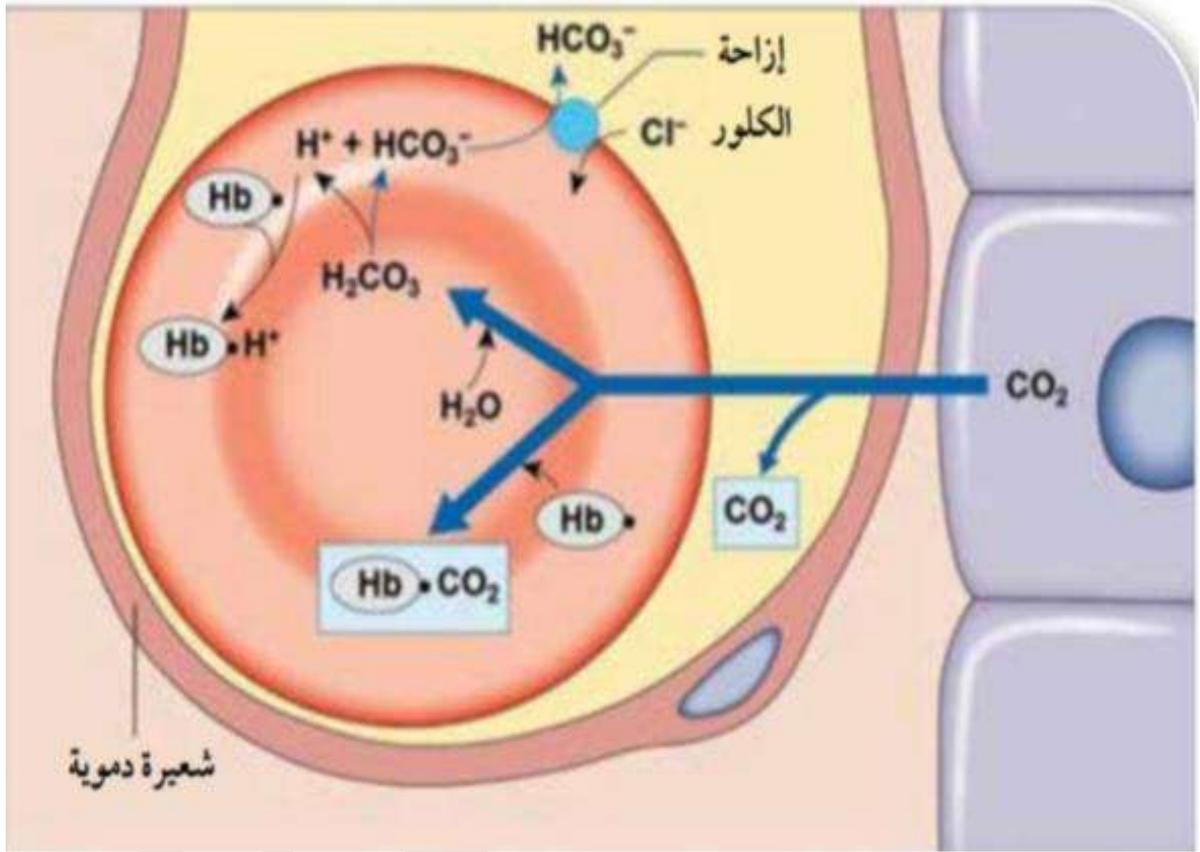
وعند وصول الدم إلى الرئتين يتحرر
ثاني أكسيد الكربون في الشعيرات
الدموية من الكاربامينوهيموغلوبين
وينتقل من خلايا الدم الحمراء إلى
بلازما الدم ومنها ينتشر إلى
الحويصلات الهوائية ثم إلى خارج
الجسم عن طريق هواء الزفير.

وجود أيونات الهيدروجين المذابة في سيتوبلازم خلايا الدم الحمراء يجعل الوسط حمضي يضر
بجسم الإنسان لذلك يرتبط الهيموغلوبين بأيونات الهيدروجين لتقليل ضررها لذلك يوصف
بأنه منظم ومحافظ على بقاء الرقم الهيدروجيني ثابت نسبيا في خلايا الدم الحمراء ونتيجة هذا
الارتباط يتكون حمض الهيموغلوبينيك



تخرج أيونات الكربونات الهيدروجينية السالبة من خلايا الدم الحمراء إلى بلازما الدم ويدخل
أيون واحد من الكلوريد السالب مقابل كل أيون من أيونات الكربونات الهيدروجينية للحفاظ على
الاتزان الكهربائي على جانبي غشاء خلية الدم الحمراء (عملية إزاحة أيونات الكلور).

وعند وصول الدم إلى الشعيرة الدموية المحيطة بالحويصلة الهوائية تنتشر أيونات الكربونات
الهيدروجينية من بلازما الدم إلى الشعيرة الدموية وترتبط بأيونات الهيدروجين مكونة حمض
الكربونيك والذي يتفكك لينتج الماء وثاني أكسيد الكربون في خلايا الدم الحمراء ثم ينتقل ثاني
أكسيد الكربون إلى بلازما الدم ومنها إلى الحويصلات الهوائية ثم إلى خارج الجسم عن طريق
هواء الزفير.



الشكل (26): أشكال انتقال ثاني أكسيد الكربون من الدم إلى الرئتين.



أسئلة مراجعة الدرس:

1- ما المقصود بكل من:

- إزاحة الكلور : هي خروج أيونات الكربونات الهيدروجينية السالبة من خلايا الدم الحمراء إلى بلازما الدم ويدخل أيون واحد من الكلوريد السالب مقابل كل أيون من أيونات الكربونات الهيدروجينية للحفاظ على الاتزان الكهربائي على جانبي غشاء خلية الدم الحمراء

تأثير بور: تأثير درجة حموضة في قدرة الهيموغلوبين على الارتباط بالأكسجين.

2- أبين كيف يعمل المخاط والأهداب معا لحماية الممرات الهوائية.

- تبطن القصبة الهوائية والشعبتان الهوائيتان خلايا طلائية على سطحها أهداب

والتي تعمل مع المخاط الذي تفرزه خلايا طلائية متخصصة تسمى الخلايا الكأسية

على التخلص من الجسيمات الغريبة التي تدخل الجسم مثل الغبار والبكتيريا والفيروسات وأبواغ الفطريات

من خلال حركة الأهداب لتحريك المخاط الذي تعلق به الجسيمات الغريبة وابتلع عن طريق الحلق

ليصل إلى المعدة ثم يتخلص منه بطرحه مع الفضلات الصلبة خارج الجسم.

3- أوضح التلاؤم بين تركيب الحويصلة الهوائية ووظيفتها.

الحويصلات الهوائية هي تراكيب يحدث فيها تبادل الغازات بعملية الانتشار وتبطنها طبقة من الخلايا الطلائية.

لا تحتوي جدران الحويصلات الهوائية على غضروف أو عضلات ملساء وتمتاز بأن جدرانها رقيقة جدا، وتحوي ألياف

مرنة تتكون من بروتين اسمه إيلاستين، وتساعد الحويصلات الهوائية على الاتساع بتمدد جدرانها عند الشهيق والعودة

إلى الحجم الطبيعي عند الزفير.

ومن مميزات أيضا، زيادة مساحة سطح تبادل الغازات وذلك بسبب شكل سطوحها المستديرة واتساع الحويصلة الهوائية الناتج

من عملية الشهيق يزيد مساحة السطح.

4- اكتب معادلة التفاعل المكون لأيونات الكربونات الهيدروجينية.



5- أوضح تأثير الألياف المرنة في جدران الحويصلات الهوائية.

تحوي ألياف مرنة تتكون من بروتين اسمه إيلاستين، وتساعد الحويصلات الهوائية على الاتساع بتمدد جدرانها عند الشهيق

والعودة إلى الحجم الطبيعي عند الزفير.