The Expert

In

Biology

G12

2020 - 2021

الوحدة الثانية

الجهاز الدوراني

UMHB DEPARTMENT OF BIOLOGY

MR. AHMED ADEL

الوحدة الثانية

الجهاز الدوراني

الدرس 1: الدم واللمف

فسر: 1. يتدرب بعض رياضيي النخبة (رياضيي التحمل) في مناطق مرتفعة.

لأن مستوى الأكسجين المنخفض في المناطق المرتفعة يحفز الجسم على إنتاج المزيد من خلايا الدم الحمراء والتي تعتبر ميزة عند التنافس في الأماكن المنخفضة لأنها تحمل كميات أكبر من الأكسجين.

2. فرضت الفيفا في العام 2007 حظراً على إقامة مباريات كرة القدم الدولية على ارتفاع أكثر من 2500 متر.

بسبب المخاوف على صحة اللاعبين ووجود ميزة غير عادلة للفرق المحلية المتكيفة مع الارتفاعات العالية.

- **ملحوظات هامه:**

- **نقل الدم: هو إجراء طبي يتلقى فيه الشخص الدم من مصدر خارجي.**
- تنقذ عمليات نقل الدم الكثير من الأرواح في حالات الإصابة أو أثناء الجراحة.
- عند التبرع بالدم من أحد الأشخاص يقوم الجسم السليم بتجديد الدم المفقود في غضون أسابيع قليلة.

- **نقل الدم الذاتي: Autologous transfusion**

هي عملية جمع الدم من الرياضي في منطقة مرتفعة، ويخزن ثم ينقل ويعطى للرياضي نفسه قبل المنافسة.

❖ **الطرق الغير مشروعة لتنشيط الدم: (الطرق الغير المشروعة للتفوق الرياضي)**

1. **نقل الدم الذاتي:** عن طريق تغيير مستوى الهيموجلوبين (البروتين الذي يحمل الأكسجين في خلايا الدم الحمراء)
2. **حقن بروتين الإريثروبويتين: Erythropoetein**

هرمون طبيعي يحفز إنتاج خلايا الدم الحمراء.

- **ملحوظة:** يوجد إريثروبويتين اصطناعي يستخدم في الطب لعلاج مرضى فقر الدم.

فسر: منعت اتحادات الرياضات الكبرى حقن الإريثروبويتين.

لأنها تؤدي إلى زيادة عدد خلايا الدم الحمراء عن المعدل الطبيعي والذي قد يؤدي إلى **أزمة قلبية** أو **سكتة دماغية**.

Mr.AHMED ADEL

مكونات دم الإنسان

فسر:

1. يعتبر الدم محلول.

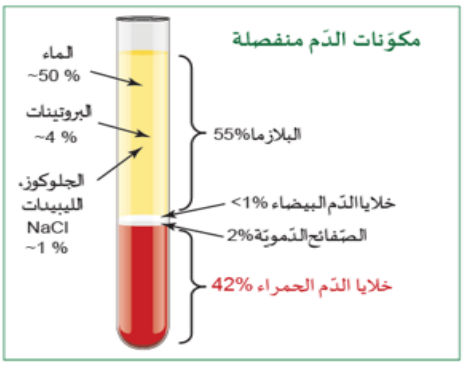
لأن بلازما الدم تحتوي على الكثير من المواد الصلبة والأملاح والسكريات والغازات **الذائبة**.

2. يعتبر الدم مستعلق.

لأن خلايا الدم الحمراء والبيضاء والصفائح الدموية معلقة في البلازما.

3. يعتبر الدم محلول غروي.

لأنه يحتوي على الكثير من البروتينات الغير ذائبة والمنتشرة في البلازما.



مكونات الدم

مكونات الدم

- **45%** خلايا
  - **42%** خلايا دم حمراء
  - **1%** خلايا دم بيضاء
  - **2%** صفائح دموية
- **55%** بلازما
  - **50%** ماء
  - **4%** بروتينات
  - **1%** جلوكوز، ليبيدات NaCl

المكون الرئيس في الدم في الدم

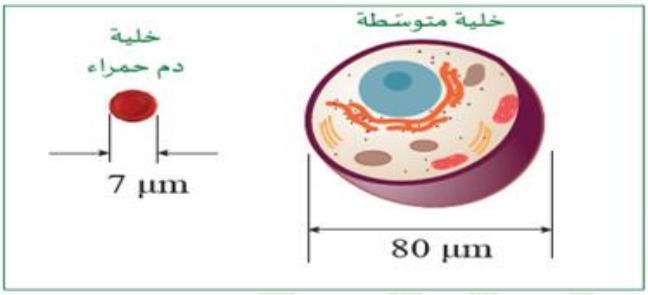
تحتوي على بروتين خاص يمكنه إصلاح الأضرار التي تحدث في جدر الأوعية الدموية (لا تلتئم الكدمات و الجروح بدون هذه الخلايا)

يوجد منها 5 أنواع ، كل منها له وظيفة وقائية في الجهاز المناعي

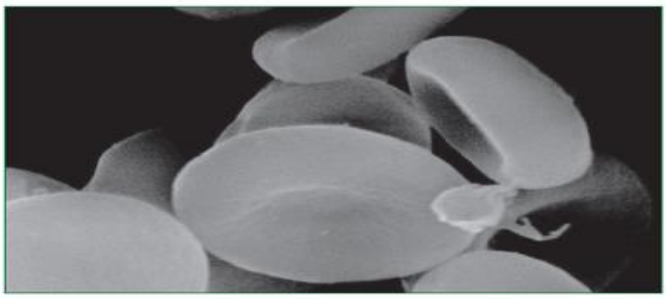
❖ وظائف الدم:

1. نقل المواد الغذائية والغازات من الخلايا وإليها.
2. نقل الهرمونات عبر أجزاء الجسم المختلفة.
3. نقل الفضلات الأيضية إلى أعضاء الإخراج للتخلص منها.
4. وقف نزيف الدم بعد الإصابة (الإرقاء – تجلط الدم).
5. تزويد الجسم بالمناعة ضد مسببات المرض.
6. يساعد في تنظيم درجة حرارة الجسم.

❖ خلايا الدم الحمراء



خلايا الدم الحمراء صغيرة مقارنة بخلايا الجسم الأخرى



خلايا الدم الحمراء (8400X)

- **الوظيفة:** نقل الأكسجين وتساعد في نقل غاز ثاني أكسيد الكربون CO_2.
- **العدد:** 5-6 مليون/مايكروليتر (70% : 84% من مجموع خلايا الجسم كله).
- **الحجم:** يبلغ قطرها 7 مايكروميتر.
- **العمر:** 120 يوماً تقريباً، ويفقد الشخص 3 ملايين خلية دم حمراء ويعوضها في كل ثانية.
- **نسبة الهيموجلوبين في خلايا الدم الحمراء:** يشكل 95% من خلية الدم الحمراء بعد استبعاد الماء.
(تحتوي خلية الدم الحمراء الواحدة على 270 مليون جزيء هيموجلوبين)
- **مكان الإنتاج:** تنتج في نخاع العظم الأحمر.

❖تكيف خلايا الدم الحمراء لأداء وظيفتها

التكيف	الأهمية (السبب)
1. كثيرة العدد (5-6 مليون/ مايكروميتر) بنسبة 84%:70% من مجموع خلايا الجسم	لنقل أكبر كمية ممكنة من الأكسجين
2. شكل مسطح ومقعرة من الوجهين في الوسط	لتوفير مساحة سطحية أكبر لتبادل الغازات
3. مرنة وصغيرة الحجم (يبلغ قطرها 7 مايكروميتر)	ليسمح لها بالمرور من خلال الشعيرات الدموية الضيقة
4. تحتوي على كمية كبيرة من الهيموجلوبين (95% من خلية الدم الحمراء – 270 مليون جزيء لكل خلية دم حمراء)	لزيادة قدرتها على نقل أكبر كمية من الأكسجين
5. لا يوجد بها أي عضيات داخلية مثل النواة والشبكة الإندوبلازمية والميتوكوندريا	- لإفساح المجال للمزيد من جزيئات الهيموجلوبين. - حتى لا تستهلك الأكسجين الذي تحمله.

Mr.AHMED ADEL

- **فسر:**

1. **تلجأ خلايا الدم الحمراء إلى التنفس اللاهوائي (التخمر اللبني).**

لتحصل على الطاقة اللازمة، وذلك لعدم احتوائها على الميتوكوندريا.

2. **تفقد خلايا الدم الحمراء القدرة على التضاعف وبناء البروتينات.**

لافتقارها إلى النواة والعضيات الخلوية.

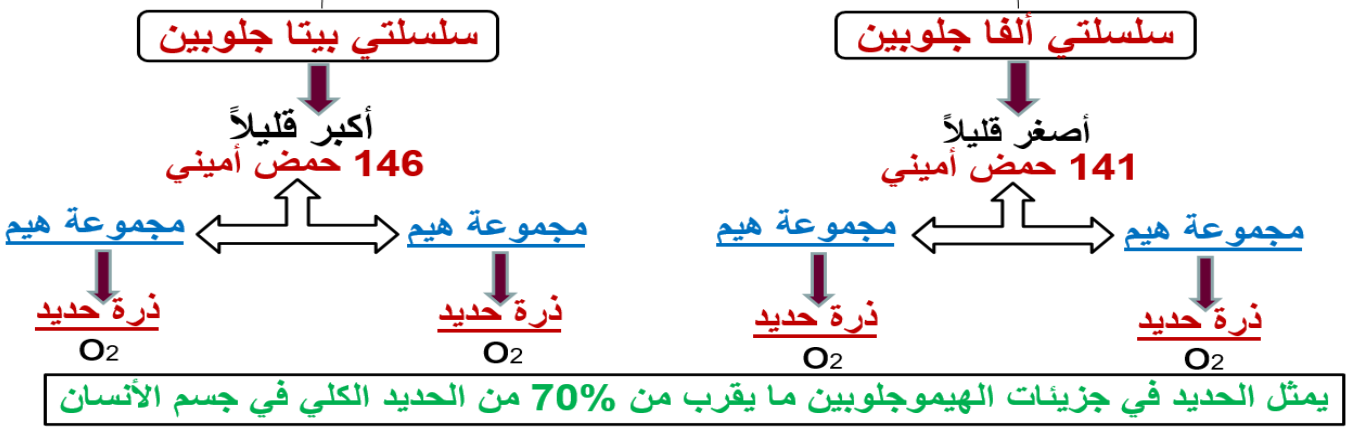
❖ الهيموجلوبين وتبادل الغازات

- وظيفة الهيموجلوبين هي الارتباط بالأكسجين وحمله ونقله من الرئتين وإطلاقه في أنسجة الجسم.

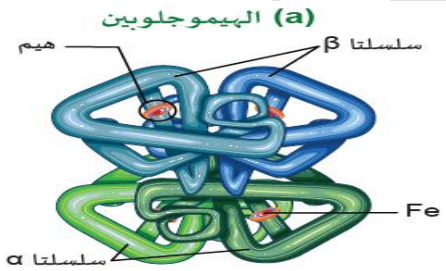
الهيموجلوبين هو بروتين كروي كبير.

تركيب الهيموجلوبين

4 وحدات فرعية



يمثل الحديد في جزيئات الهيموجلوبين ما يقرب من 70% من الحديد الكلي في جسم الأنسان



يمكن لكل مجموعة هيم أن ترتبط مع جزيء أكسجين واحد (O_2) ،
لذا يمكن لجزيء الهيموجلوبين أن يحمل 4 جزيئات أكسجين ($4O_2$)

$$Hb + 4O_2 \rightleftharpoons HbO_8$$

Hb		$4O_2$		HbO_8
هيموجلوبين غير مؤكسج (عند الأنسجة)	+	أكسجين	⇌	هيموجلوبين مؤكسج (عند الرئتين)

تفاعل الأكسجين مع الهيموجلوبين انعكاسي

في الرئتين

- تركيز O_2 في الرئتين > تركيز O_2 في الدم.
- يميل التفاعل إلى تكوين HbO_8

$$Hb + 4O_2 \longrightarrow HbO_8$$

- لزيادة تركيز الأكسجين في الدم
- يكون لون خلايا الدم الحمراء المؤكسجة أحمر زاهي.

في الأنسجة

- تركيز O_2 في الأنسجة < تركيز O_2 في الدم.
- ينعكس التفاعل لصالح التفكك **HbO**

$$HbO_8 \longrightarrow Hb + 4O_2$$

- ينطلق الأكسجين ليستخدم في الخلايا.
- يتحول لون خلايا الدم الحمراء الغير مؤكسجة إلى اللون الأحمر – الأرجواني.

❖ نقل الأكسجين و منحنى تفكك الهيموجلوبين

- **الانتشار: هو حركة الجزيئات (الغازات والسوائل) من منطقة ذات تركيز مرتفع إلى منطقة ذات تركيز منخفض** (مع منحدر التركيز بدون طاقة).

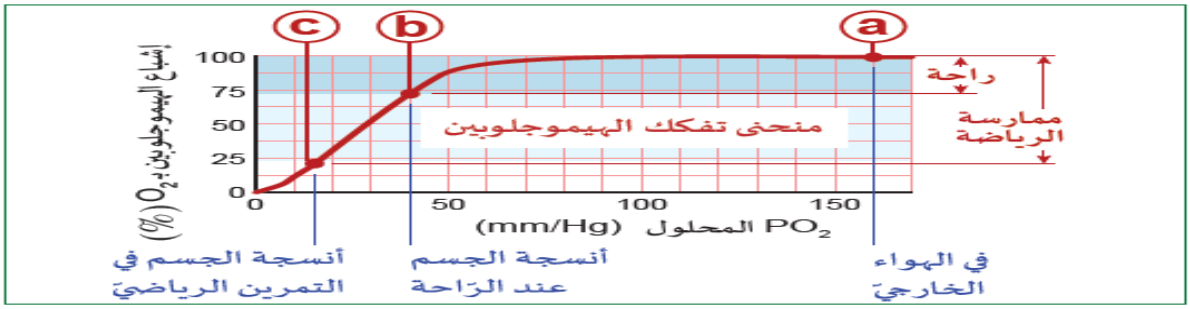
- يقاس تركيز O_2 و CO_2 بالضغط الجزئي (Partial pressure) **PO_2** و **PCO_2** بوحدات تسمى: **ملليمتر زئبق** mmHg

	PO_2	PCO_2
في الهواء الخارجي (الحويصلات الهوائية)	160 mmHg	0.3 mmHg
في الدم	104 mmHg	40 mmHg
في أنسجة الجسم الطبيعي	40 mmHg	50 mmHg

يسهل منحدر الضغط انتشار **O_2** من الهواء في الحويصلات الهوائية (الرئتين) إلى الدم وأنسجة الجسم

يسهل منحدر الضغط انتشار **CO_2** من أنسجة الجسم إلى الدم ثم إلى الهواء في الحويصلات الهوائية ليخرج مع الزفير

❖ منحنى تفكك الهيموجلوبين:



هو منحنى يظهر العلاقة بين PO_2 ومستوى إشباع الهيموجلوبين بالأكسجين.

a) في الرئتين
- يكون الضغط الجزئي للأكسجين $PO_2 = 160$ mmHg
- يصبح الهيموجلوبين مشبعاً بالأكسجين بنسبة 100%

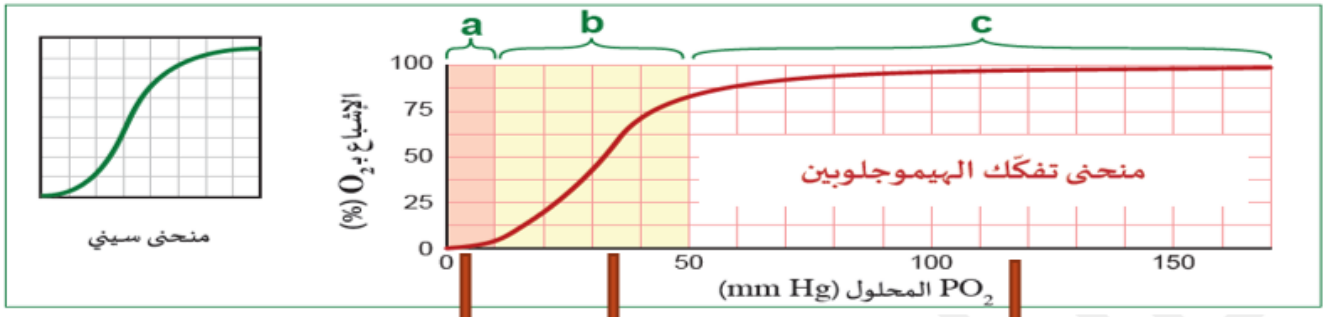
b) في الأنسجة
- يكون الضغط الجزئي للأكسجين $PO_2 = 40$ mmHg
- تنخفض نسبة إشباع الهيموجلوبين بالأكسجين إلى 70%، فيتحرر الأكسجين

c) بعد التمارين الرياضية

تستهلك التمارين الرياضية الأكسجين في الأنسجة فيقل الضغط الجزئي للأكسجين في الأنسجة ويصبح $PO_2 < 20$ mmHg فيطلق الهيموجلوبين كمية أكبر من الأكسجين وتنخفض نسبة إشباع الهيموجلوبين بالأكسجين إلى 20%

❖ فهم (تفسير) منحنى تفكك الهيموجلوبين:

منحنى تفكك الهيموجلوبين له شكل سيني، أي أن ميله ليس ثابتاً.



الجزء الأخير	الجزء الثاني	الجزء الأول
(PO_2 > 50 mmHg)	**(PO_2 < 50 mmHg)**	**(PO_2 < 10 mmHg)**
يبقى الميل ثابتاً تقريباً وتكون نسبة إشباع Hb بـ O_2 مرتفعة	يزداد الميل ويزداد ارتباط Hb بـ O_2	يكون الميل صغيراً ومعدل ارتباط Hb بـ O_2 بطيئاً

❖ الخصائص الجزيئية للهيموجلوبين والتي تساعده على القيام بمهمة نقل الأكسجين بفاعلية عالية:

1. الارتباط التعاوني: Cooperative binding

هي ظاهرة زيادة انجذاب الهيموجلوبين للارتباط بالأكسجين بعد ارتباط أول جزيء أكسجين به.

يؤدي ذلك إلى حدوث تغيرات تركيبية في بنية الهيموجلوبين مما يكشف مواقع ارتباط إضافية للأكسجين تجعل ارتباط بقية جزيئات الأكسجين الثلاثة أسهل وأسرع.

2. الانجذاب العالي للأكسجين مع الهيموجلوبين عند الرئتين والانجذاب الأقل عند الأنسجة.

تزداد قابلية ارتباط الهيموجلوبين بالأكسجين عندما يكون **PO_2 مرتفعاً** في السائل المحيط، لذلك يرتبط الهيموجلوبين بالأكسجين في **الرئتين** بسهوله ويصل إلى الإشباع.

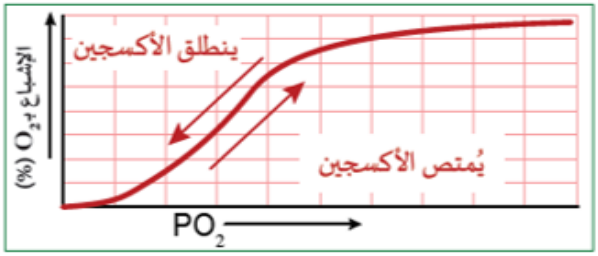
بينما تنخفض قابلية ارتباط الهيموجلوبين بالأكسجين عندما يكون **PO_2 منخفضاً** في السائل المحيط، لذلك ينخفض ارتباط الهيموجلوبين بالأكسجين في **أنسجة الجسم**، مما يسبب تحرر الأكسجين من الهيموجلوبين.

فسر: قدرة الهيموجلوبين العالية على الارتباط بالأكسجين عند الرئتين والانفصال عنه عند الأنسجة.

➢ كيف يمكن معرفة اتجاه نقل الأكسجين من وإلى الهيموجلوبين من منحنى تفكك الهيموجلوبين؟

يزداد امتصاص الأكسجين ← عند **زيادة** قيم PO_2

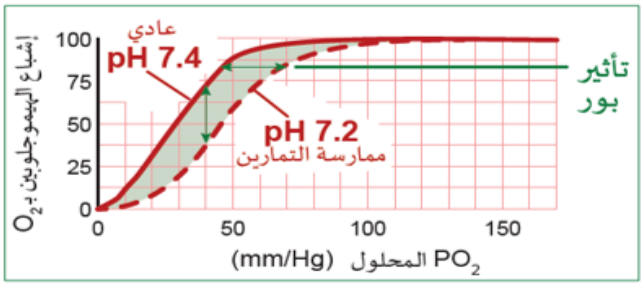
يزداد إطلاق الأكسجين ← عند **انخفاض** قيم PO_2



تدفق الأكسجين إلى ومن الهيموجلوبين

❖ الاستجابة الفسيولوجية (تأثير بور)

هي ظاهرة تحرك منحنى الاشباع بسبب درجة الحموضة.



منحنى تفكك الهيموجلوبين في الدم عند أرقام هيدروجينية مختلفة

a. عند درجة حموضة الدم الطبيعية **Ph= 7.4** يحتفظ الهيموجلوبين بـ **70%** من الأكسجين في أنسجة الجسم مع $PO_2 = 40$ mmHg

b. أثناء التمارين الرياضية ينتج CO_2 والذي يتحول إلى حمض الكربونيك (عند اتحاده مع الماء في البلازما) والذي بدوره يؤدي إلى زيادة نسبة الحموضة في الدم (**انخفاض الرقم الهيدروجيني Ph إلى 7.2**) مما يؤدي إلى تحرك منحنى تفكك الهيموجلوبين إلى الأسفل وإلى اليمين.
(خفض انجذاب الهيموجلوبين للأكسجين وزيادة تحرر الأكسجين في الأنسجة)
فيحتفظ الهيموجلوبين عند $PO_2 = 40$ mmHg بـ **40%** فقط من الأكسجين و الـ **30%** الفائضة (70% - 40%) تتحرر في الأنسجة.

➢ **ملحوظة:** يزيد تأثير بور بشكل كبير من كفاءة نقل الأكسجين أثناء التمرين.

❖ العوامل الأخرى التي تسبب تأثير بور:

ثاني أكسيد الكربون	C	CO_2
زيادة الحموضة	A	Acidity
انتاج مركب 2,3-DPG	D	2,3-DPG
التمارين الرياضية	E	Exercise
زيادة درجة الحرارة	T	Temperature

وترتبط هذه العوامل مع بعضها البعض من خلال التنفس الهوائي

ملحوظات

- أحد الطرق الأخرى لحفز الهيموجلوبين على إطلاق المزيد من الأكسجين أثناء النشاط الخلوي المرتفع هي إنتاج مركب 2,3-DPG
- مركب (2,3-diphosphoglycerate) 2,3-DPG يمتاز بالانجذاب العالي نحو الهيموجلوبين غير المؤكسج (في أنسجة الجسم) أكثر من الهيموجلوبين المؤكسج (في الرئتين).
- تؤدي الزيادة في مركب 2,3-DPG إلى تحرير المزيد من الأكسجين من الهيموجلوبين عبر تقليل انجذاب الهيموجلوبين للأكسجين.
- تنتج المواد الأولية (سلائف) لمركب 2,3-DPG عن طريق تحلل السكر.
- يمتلك الهيموجلوبين استجابة تكيفية للضغوط الجزئية المختلفة للأكسجين PO_2 وهذه الخاصية لها ضرورة فسيولوجية للحياة.

مثال: في حالة الانسداد الرئوي و العيش على مرتفعات عالية ينقص PO_2 في الرئتين من 160 mmHg إلى 70 mmHg ، و مع ذلك فإن تشبع الهيموجلوبين ينخفض بنسبة 3% فقط ليصبح 97%.

Mr. AMED ADEL

❖ نقل ثاني أكسيد الكربون

غاز CO_2 هو غاز صغير الحجم، قليل الذوبان في الماء

فسر: يجب التخلص من غاز ثاني أكسيد الكربون باستمرار من الخلايا.

لأنه يعتبر غاز سام للخلايا لما يحدثه من تغيير في درجة حموضة السيتوبلازم، وبالتالي التأثير على عمل الإنزيمات في الخلية.

- ينتقل غاز CO_2 في الجسم حسب منحدر التركيز عن طريق الدم من:

ضغط جزئي عالي في الأنسجة ($PCO_2 > 50\ mmHg$) ← إلى ← ضغط جزئي منخفض في الرئتين ($PCO_2 = 0.3\ mmHg$)

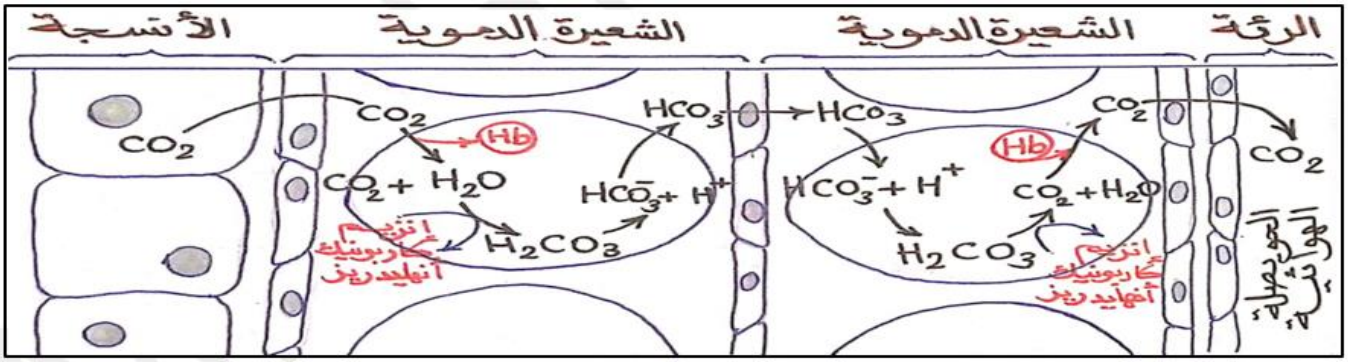
فسر: طور جسم الإنسان آليات مختلفة لنقل غاز CO_2.

لأن ذائبية CO_2 القليلة في الماء تحد من انتشاره في بلازما الدم.

- ينتج CO_2 من عملية التنفس الخلوي في الخلايا وينتقل بالانتشار إلى السائل النسيجي ومنه إلى مجرى الدم لينتقل إلى الرئتين بواسطة البلازما وخلايا الدم الحمراء.

طرق نقل CO_2

- **5 – 7%** تنتقل على شكل غاز ذائب في البلازما
- **10%** تنتقل عن طريق الارتباط المباشر مع جزيئات الهيموجلوبين لتكوين مركب كاربامينو هيموجلوبين
- **85%** ذائب في البلازما على شكل أيونات البيكربونات HCO_3^-

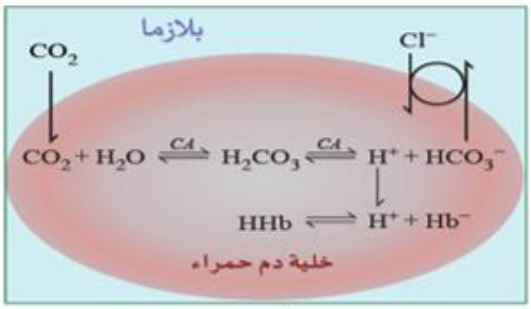


في البلازما أو داخل خلايا الدم الحمراء	يتفاعل CO_2 مع الماء في البلازما أو خلايا الدم الحمراء مكوناً حمض الكربونيك بتحفيز إنزيم كربونيك أنهايدريز — $CO_2 + H_2O \xrightarrow[\text{كربونيك أنهايدريز}]{\text{إنزيم}} H_2CO_3$
	يتحلل حمض الكربونيك معطياً أيون الهيدروجين (H^+) وأيون البيكربونات (HCO_3^-) — $H_2CO_3 \longrightarrow H^+ + HCO_3^-$
في البلازما	تنتشر أيونات البيكربونات من داخل خلايا الدم الحمراء إلى البلازما ثم إلى الرئتين ليتحد مع H^+ ليعاد تكوين حمض الكربونيك — $HCO_3^- + H^+ \longrightarrow H_2CO_3$
	يتحلل حمض الكربونيك إلى ماء وثاني أكسيد الكربون الذي ينتشر من الدم إلى الحويصلات الهوائية حسب منحدر التركيز — $H_2CO_3 \xrightarrow[\text{كربونيك أنهايدريز}]{\text{إنزيم}} CO_2 + H_2O$

- **عند الأنسجة:** يقوم **إنزيم الكربونيك انهايدريز** في خلايا الدم الحمراء بتحفيز (تسريع) التفاعل بين CO_2 و H_2O لتكوين حمض الكربونيك (H_2CO_3).
- **عند الرئتين:** يحفز **إنزيم الكربونيك أنهايدريز** في خلايا الدم الحمراء التفاعل العكسي لتفكيك حمض الكربونيك إلى CO_2 و H_2O.

- يتفكك حمض الكربونيك في خلايا الدم الحمراء عند الأنسجة إلى H^+ و بيكربونات HCO_3^-.

- أيونات البيكربونات الذائبة في الماء تنتشر بسهولة خارج خلايا الدم الحمراء إلى البلازما، وفي المقابل تنتشر أيونات الكلوريد (Cl^-) من البلازما إلى داخل خلايا الدم الحمراء متبادلة مع HCO_3^- وذلك للمحافظة على الاتزان الكهربائي لخلايا الدم الحمراء.



إزالة الكلوريد

وتعرف هذه الظاهرة بـ: **إزاحة الكلوريد.**

(تبادل أيونات Cl^- مع HCO_3^- بين خلايا الدم الحمراء والبلازما)

بينما ترتبط أيونات الهيدروجين (H^+) مع جزيئات الهيموجلوبين.

فسر: 1. حدوث ظاهرة إزاحة الكلوريد.

وذلك للمحافظة على الاتزان الكهربائي لخلايا الدم الحمراء.

2. لا تستطيع أيونات الهيدروجين H^+ البقاء في البلازما بعد تفكك حمض الكربونيك.

(ترتبط أيونات الهيدروجين (H^+) مع جزيئات الهيموجلوبين بعد تفكك حمض الكربونيك)

وذلك لمنع زيادة حموضة الدم.

❖ إزالة ثاني أكسيد الكربون من الرئتين

- **في الرئتين**: ينخفض تركيز CO_2 مما يدفع إنزيم كربونيك أنهيدريز لتسريع التفاعل في الاتجاه العكسي.
(اتحاد HCO_3^- مع H^+ لتكوين حمض الكربونيك)

ويتم ذلك بواسطة

عودة أيونات **HCO_3^-** من البلازما إلى خلايا الدم الحمراء مرة أخرى بالتبادل مع أيونات Cl^- ليتم عكس ظاهرة إزاحة الكلوريد

انفصال أيون **H^+** مرة أخرى عن الهيموجلوبين داخل خلايا الدم الحمراء

- ترتبط أيونات **$HCO3^-$** مع أيونات **H^+** لتكوين حمض الكربونيك H_2CO_3

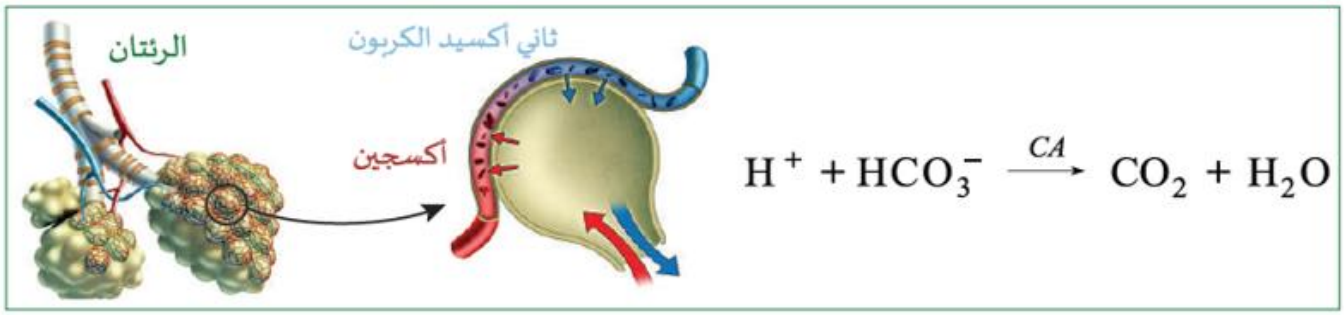
$$H^+ + HCO_3^- \longrightarrow H_2CO_3$$

- يتحلل حمض الكربونيك HCO_3^- إلى **CO_2** و **H_2O** في وجود **إنزيم كربونيك أنهيدريز**

$$H_2CO_3 \xrightarrow{\text{إنزيم كربونيك أنهيدريز}} H_2O + CO_2$$

- ينتقل CO_2 من خلايا الدم الحمراء بالانتشار مع منحدر التركيز إلى الحويصلات الهوائية ليخرج مع هواء **الزفير**

Mr. AHMED ADEL



نقل CO_2 من خلال البيكربونات في الرئتين

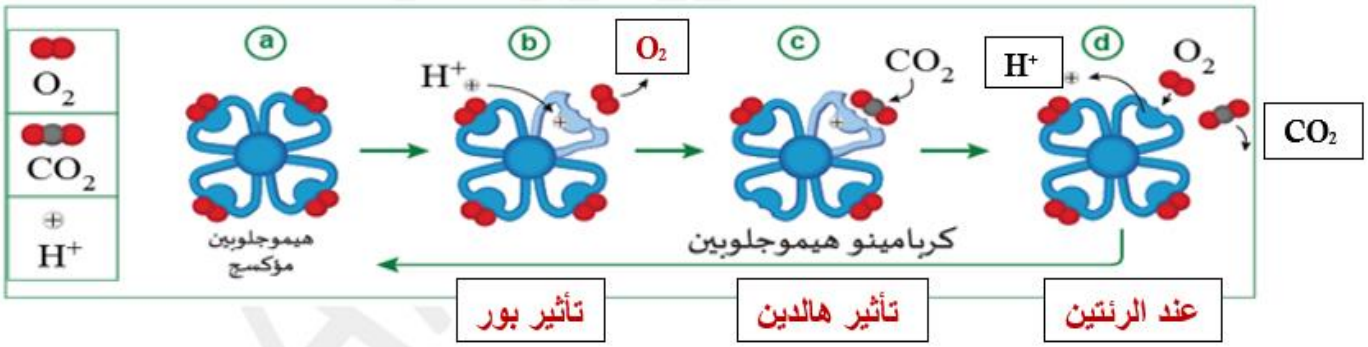
❖ تأثير هالدين

هي ظاهرة اتحاد الهيموجلوبين بثاني أكسيد الكربون بعد تحرر الأكسجين من الهيموجلوبين.

- عند ارتباط أيونات H^+ بالهيموجلوبين داخل خلايا الدم الحمراء يؤدي ذلك إلى تغير في هيكل الهيموجلوبين مما يقلل من انجذاب الاكسجين للهيموجلوبين، فيزداد تحرر الأكسجين عند الأنسجة (**تأثير بور**).

- نتيجة لذلك يبدأ الهيموجلوبين بالارتباط بـ CO_2 لتكوين معقد **كاربامينوهيموجلوبين**. **(تأثير هالدين)**

- **ملحوظة:** - مركب كاربامينوهيموجلوبين مسؤول عن حمل 10% من CO_2.
- عند وصول الدم إلى الرئتين، ينفصل CO_2 عن الهيموجلوبين.
- يستعيد الهيموجلوبين قدرته على الارتباط بالأكسجين مرة أخرى بمجرد انفصال H^+ و CO_2.



❖ مقارنة بين تأثير بور وتأثير هالدين

تأثير بور	تأثير هالدين
يصف إطلاق O_2 من الهيموجلوبين	يصف ارتباط CO_2 بالهيموجلوبين
يكون فعال عند زيادة الحموضة (pH منخفض)	يكون فعال عند انخفاض درجة الحموضة (pH مرتفع)
تحدث نتيجة زيادة نسبة CO_2 عند الأنسجة	تحدث نتيجة ارتباط H^+ مع الهيموجلوبين و انفصال O_2 عنه
الهدف (النتيجة) إطلاق O_2 عند الأنسجة	**الهدف (النتيجة)** اتحاد CO_2 مع الهيموجلوبين

❖ الصفائح الدموية والإرقاء

- **الصفائح الدموية: هي قطع من خلايا دموية.**

- لا تصبح الصفائح الدموية نشطة إلا عندما تحتاج جدر الأوعية الدموية إلى الترميم.

- **الإرقاء: (تخثر الدم) Hemostasis**
هي عملية وقف نزيف الدم مؤقتاً لإصلاح ضرر.

- **أسباب حدوث الإرقاء:**

1. تلف الوعاء الذي قد تسببه صدمة خارجية مثل حدوث **جرح** أو **قطع في الوعاء الدموي**.
2. عوامل داخلية مثل **المرض** أو **العمر** أو **ضعف الدورة الدموية** بسبب الجلوس لوقت طويل.

خطوات الإرقاء

مرحلة التشنج الوعائي Vascular Spasm	مرحلة سدادة الصفائح الدموية Platelet Plug	مرحلة التجلط Clotting	مرحلة الجلبة (قشرة الجرح) Scab
تقلص فوري للعضلات الملساء في جدار الأوعية الدموية لتصغير قطر الوعاء الدموي لتقليل تدفق الدم	تصبح الصفائح الدموية النشطة أكثر لزوجة فتتجمع على شكل كتلة من ألياف بروتينية تسمى **فايبرين** (fibrin) والذي يكون سدادة الصفائح الدموية المؤقتة لإبطاء تسرب الدم	- تتجمد السدادة وتنتج شبكة أشد متانة تسمى **جلطة (خثرة)** دموية من بروتين الفايبرين - يكون الجزء السائل من الدم مادة جيلاتينية لضمان استقرار الخثرة	تتحول كل من المادة الجيلاتينية ومادة الجلطة عند تعرضها للهواء إلى **جلبة (قشرة الجرح)** واقية Scab

❖ الأحداث المتعاقبة في التخثر

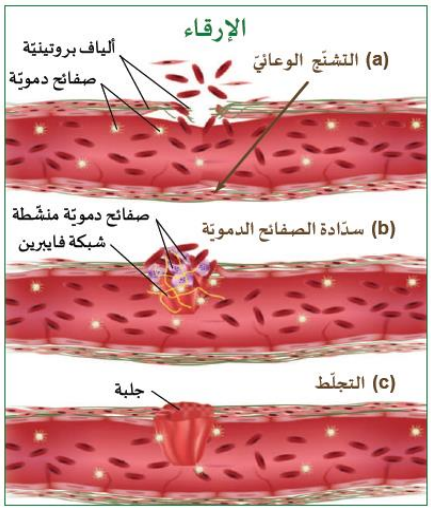
سلسلة محددة جداً من التفاعلات الكيميائية التي تسبب الجلطات بعد الجروح.

فسر: تسمى التفاعلات الكيميائية التي تسبب الجلطات بعد الجروح بسلسلة التفاعلات المتتالية.

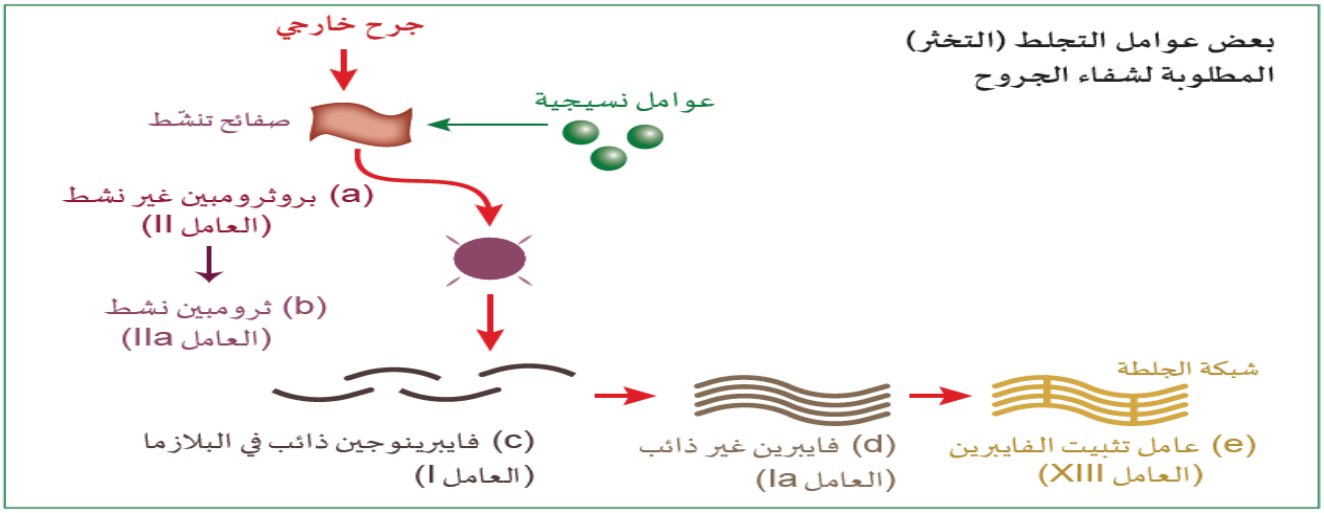
لأن حدوث كل تفاعل يؤدي إلى انطلاق التفاعل التالي.

- يعتمد التجلط على زيادة كمية كل مركب موجود أصلاً في الدم بكميات صغيرة جداً إلى كميات كبيرة لمنع خسارةالدم بشكل كارثي قد يؤدي إلى الوفاة.

- يتم التحكم في الأحداث المتعاقبة للتخثر بشكل كبير، وتنظم عبر آلية **التغذية الراجعة الموجبة**.



- هناك 12 عامل للتخثر تفرزها الصفائح الدموية أو الكبد وتنطلق بترتيب معين لإنتاج الأحداث المتعاقبة في التخثر.



خطوات الأحداث المتعاقبة في التخثر

.1	يتم تنشيط الصفائح الدموية بعوامل نسيجية (tissue factors TF)
.2	تقوم الصفائح الدموية النشطة على تحويل **البروثرومبين** (بروتين يتكون في الكبد بمساعدة فيتامين K ليمر إلى الدم) إلى **ثرومبين** (إنزيم نشط) من خلال سلسلة من التفاعلات. **بروثرومبين** ← **ثرومبين**
.3	ينشط إنزيم **الثرومبين** بروتين **الفايبرينوجين** fibrinogen (بروتين ذائب في البلازما) إلى شبكة من خيوط **الفايبرين** fibrin (بروتين غير ذائب). **فايبرينوجين** ← (إنزيم الثرومبين) **فايبرين**
.4	تتحلل الجلطات في النهاية بمساعدة الإنزيمات التي تستهدف بروتينات الجلطة لاستعادة تدفق الدم الطبيعي.

الصفائح الدموية + الخلايا المدمرة ← **ثرومبوبلاستين** (إنزيم)

بروثرومبين (بروتين ينتج في الكبد بمساعدة فيتامين K) ← (ثرومبوبلاستين) **ثرومبين** (إنزيم نشط)

فايبرينوجين (بروتين ذائب في البلازما) ← (إنزيم الثرومبين) **فايبرين** (بروتين غير ذائب)

Mr. AHMED AL

❖الدورة الدموية والدورة اللمفاوية

يتكون الجهاز الدوراني في الإنسان من جهازين

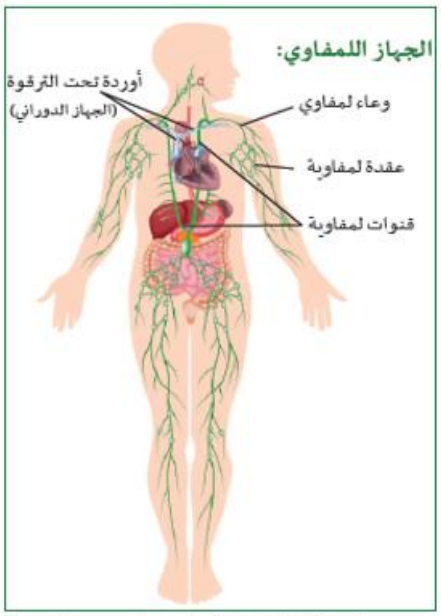
الجهاز القلبي الوعائي — Cardiovascular system
- القلب
- الأوعية الدموية
  - الشرايين
  - الأوردة
  - الشعيرات الدموية
- الدم

الجهاز اللمفاوي — Lymphatic system
- اللمف
- الأعضاء اللمفاوية
  - العقد اللمفاوية
  - الطحال – اللوزتين
  - الغدة الزعترية
- الأوعية اللمفاوية

الجهاز اللمفاوي

❖ وظائف الجهاز اللمفاوي:

1. إعادة السوائل والبروتينات التي تم ترشيحها إلى الدم بواسطة الأوعية اللمفاوية.
2. احتجاز وتدمير مسببات المرض.
3. نقل الدهون الممتصة من الأمعاء الدقيقة إلى الدم.



تجمع الأوعية اللمفاوية السوائل من الأنسجة في العقد وتنقلها إلى أعلى عبر قنوات تؤدي إلى وريدين تحت الترقوة.

- للأوعية اللمفاوية نهايات مغلقة.
- يدور اللمف في الجسم بتأثير انقباض العضلات الهيكلية وانبساطها وبمساعدة **الصمامات** الموجودة داخل الأوعية اللمفاوية والتي تضمن حركة السائل باتجاه واحد.
- يعود اللمف مرة أخرى من الجسم في الأوعية اللمفاوية ثم إلى قنوات تفرغه في الدم تحت الترقوة في الوريدين الأيمن والأيسر.
- يحتوي اللمف على خلايا دم بيضاء ودهون وفيتامينات دهنية.
- يعمل الجهاز اللمفاوي على إعادة 15% من السائل النسيجي إلى مجرى الدم لكيلا يتراكم ويسبب حالة مرضية تسمى **الاستسقاء**.

- **الاستسقاء:** (Edema).

حالة مرضية تنتج عن تجمع الماء في الأنسجة نتيجة استمرار السائل النسيجي بالتراكم في الأنسجة.

- **السائل النسيجي: (السائل الخارج خلوي ISF)**

- يرشح السائل النسيجي من الأوعية الدموية لتوفير المواد اللازمة للخلايا ويعود بالفضلات.
- يملأ السائل النسيجي الفراغات التي تحيط بالشعيرات الدموية بين الأنسجة.

السائل النسيجي = البلازما - خلايا الدم الحمراء والبروتينات كبيرة الحجم.

يحتوي السائل النسيجي على جزيئات بروتين أقل.

فسر: 1. يعتبر السائل النسيجي هو البيئة الداخلية للجسم والبيئة الخارجية لخلايا الجسم.

لأن السائل النسيجي يملأ الفراغات حول الشعيرات الدموية ويمد الخلايا بما تحتاج إليه ويعمل على نقل الفضلات منها.

2. يجب المحافظة على مكونات السائل النسيجي ثابتة.

لضمان استمراريته في تأدية وظائفه المهمة، لأن الاختلال في اتزان البيئة الداخلية للجسم يؤدي إلى حدوث الأمراض.

يتكون السائل النسيجي من السائل المنتشر إلى خارج مجرى الدم تحت تأثير **قوتين متضادتين**:

ضغط الدم

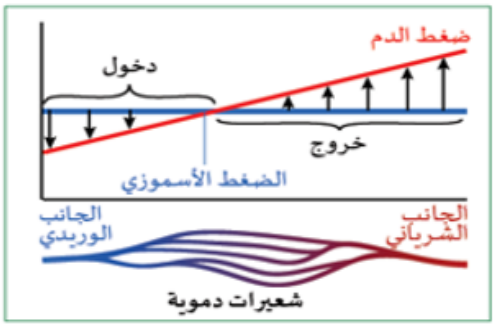
هو الضغط الهيدروستاتيكي للدم على جدر الأوعية الدموية.

- ضغط الدم ليس ثابتاً، لأن ضغط الدم في الجانب الشرياني للشعيرات الدموية أعلى من ضغط الدم في الجانب الوريدي للشعيرات الدموية

الضغط الأسموزي

هو القوة اللازمة لوقف الخاصية الأسموزية

- الضغط الأسموزي للدم ثابت تقريباً بسبب وجود بروتينات البلازما كبيرة الحجم مثل الفايبرينوجين التي لا تترك مجرى الدم



تدفق السوائل في ومن خلال الجدران الشعرية

ملحوظة

يزداد الضغط الأسموزي مع زيادة تركيز الأملاح والبروتينات والمواد الأخرى في المحلول

الفرق في قيم ضغط الدم والضغط الأسموزي هو الذي يحدد اتجاه حركة السوائل بين الدم والسائل النسيجي

في الجانب الشرياني من الشعيرات الدموية

ضغط الدم > الضغط الأسموزي

مما يسبب حركة السوائل من الدم إلى السائل النسيجي

في الجانب الوريدي من من الشعيرات الدموي

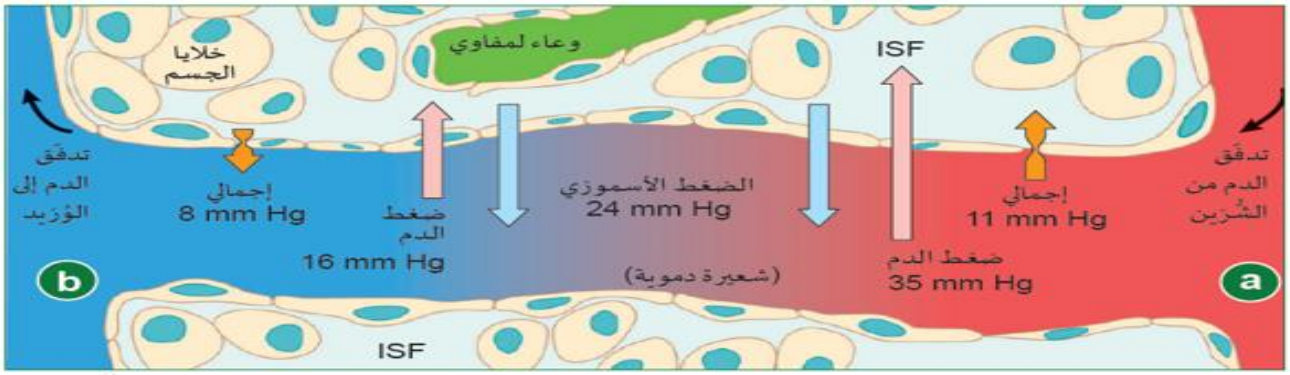
الضغط الأسموزي > ضغط الدم

مما يسبب حركة السوائل من السائل النسيجي إلى الدم

تبادل المواد بين الدم وخلايا الجسم من خلال السائل النسيجي

يندفع الماء والمواد الغذائية كالأكسجين والجلوكوز والأملاح والأحماض الأمينية والأحماض الدهنية والهرمونات وبعض خلايا الدم البيضاء خارج مجرى الدم إلى السائل النسيجي.

يعود الماء وبعض المواد الغذائية بما فيها ثاني أكسيد الكربون CO_2 والفضلات كاليوريا من السائل النسيجي إلى مجرى الدم



a) يسحب السائل النسيجي الماء و المواد من الجانب الشرياني للشعيرات الدموية
b) تتم إعادة امتصاص السائل النسيجي من الجانب الوريدي للشعيرات الدموية

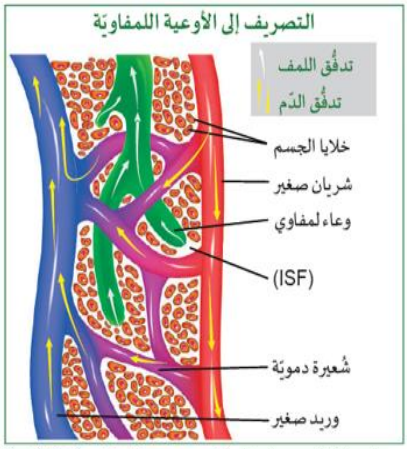
❖ تكون اللمف:

يتسرب كل يوم من 8 : 4 لتر من البلازما و بعض بروتينات الدم من الشعيرات الدموية إلى الأنسجة المحيطة لتكون السائل النسيجي ISF

85%
يتم إعادة امتصاصها من الجانب الوريدي للشعيرات الدموية

15%
تدخل إلى الأوعية اللمفاوية لتعود إلى مجرى الدم عبر القنوات اللمفاوية

اللمف



حوالي 15% من السائل النسيجي يدخل الأوعية اللمفاوية ليصبح لمفاً يعود على مجرى الدم ومنه إلى القلب

- تركيب **اللمف** مطابق تقريباً لتركيب **السائل النسيجي** (بلازما معادة التدوير)
- تقوم الأوعية اللمفاوية بإعادة اللمف (السائل الراشح) والبروتينات إلى الجهاز القلبي الوعائي.

● **ملحوظة: سحب السوائل والبروتينات عن طريق الجهاز اللمفاوي يحافظ على الضغط الأسموزي للسائل النسيجي أقل من الدم.**

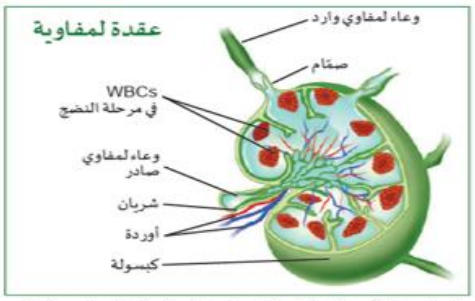
فسر: تقوم البروتينات الراشحة من السائل النسيجي إلى الجهاز اللمفاوي بدور حاسم.

لأنها تبقي الضغط الأسموزي للسائل النسيجي أقل من ضغط الدم على الجانب الشرياني للشعيرات الدموية، مما يسمح بانتقال الماء والمواد الضرورية من الدم إلى السائل النسيجي.

- يزداد حجم الأوعية اللمفاوية تدريجياً حتى تكون تراكيب موضعية على شكل حبة الفاصوليا تسمى **العقد اللمفاوية Lymph nodes**

- **أهمية العقد اللمفاوية: (وظيفة مناعية)**

تعمل على حماية الجسم ضد الأمراض عن طريق تصفية البكتيريا والجسيمات غير المرغوب فيها من اللمف، حيث تقوم خلايا دم بيضاء خاصة بهذه المهمة عندما يمر اللمف عبر كل عقدة.



تعمل العقد اللمفاوية على تصفية اللمف وتطلق خلايا دم بيضاء ناضجة للحماية من العدوى

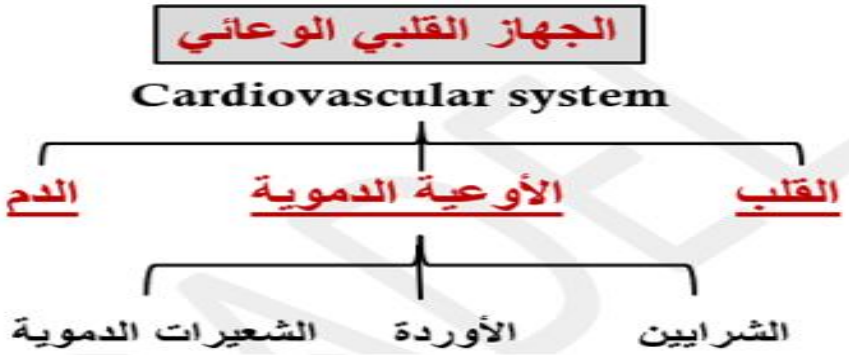
Mr. AHMED ADEL

الدرس 2: الجهاز القلبي الوعائي

The Cardiovascular System

معلومات عامة

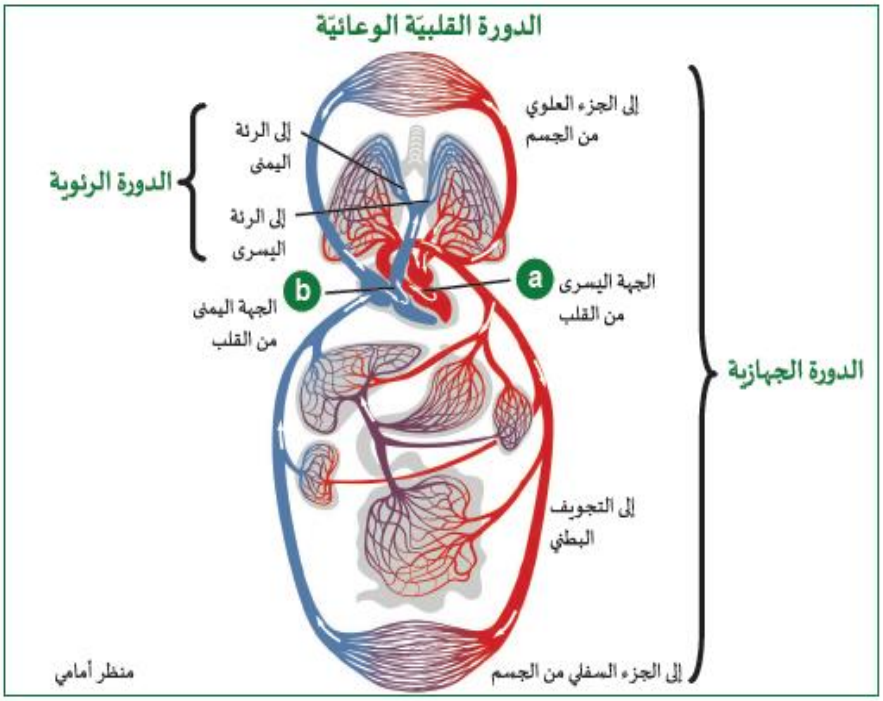
- يستخدم الجهاز القلبي الوعائي في جميع الفقاريات الدم لنقل المواد الغذائية والغازات والفضلات.
- يتكون القلب في الأسماك من حجرتين، وفي البرمائيات والزواحف من 3 حجرات وفي الطيور والثدييات من 4 حجرات.
- أسماك الزيبرا يستخدمها العلماء لدراسة الجهاز الدوراني لأن أجسام هذه الحيوانات شفافة، مما يجعل ملاحظة الجهاز الدوراني سهلاً للغاية.



الوظيفة: نقل المواد الغذائية الغازات والمعادن الذائبة والهرمونات والفضلات.

يوجد مسارين مختلفين لدوران الدم

الدورة الدموية الرئوية (الصغرى)	الدورة الدموية الجهازية (الكبرى)
- تبدأ من البطين الأيمن وتنتهي في الأذين الأيسر	- تبدأ من البطين الأيسر وتنتهي في الأذين الأيمن
- تمر بالرئتين	- تمر بأجزاء الجسم
- تحمل الدم الغير مؤكسج وتعود بالدم المؤكسج	- تحمل الدم المؤكسج وتعود بالدم الغير مؤكسج
- أوعيتها الدموية أقل سمكاً (أرق)	- أوعيتها الدموية أكثر سمكاً
- حجم الدم في هذه الدورة هو 10% من الدورة الدموية الكلية	- حجم الدم في هذه الدورة هو 90% من الدورة الدموية الكلية
بطين أيمن – شريان رئوي – الرئتين - الأوردة الرئوية – الأذين الأيسر	بطين أيسر – الشريان الأبهر (الأورطى) – أجزاء الجسم – الوريد الأجوف – الأذين الأيمن



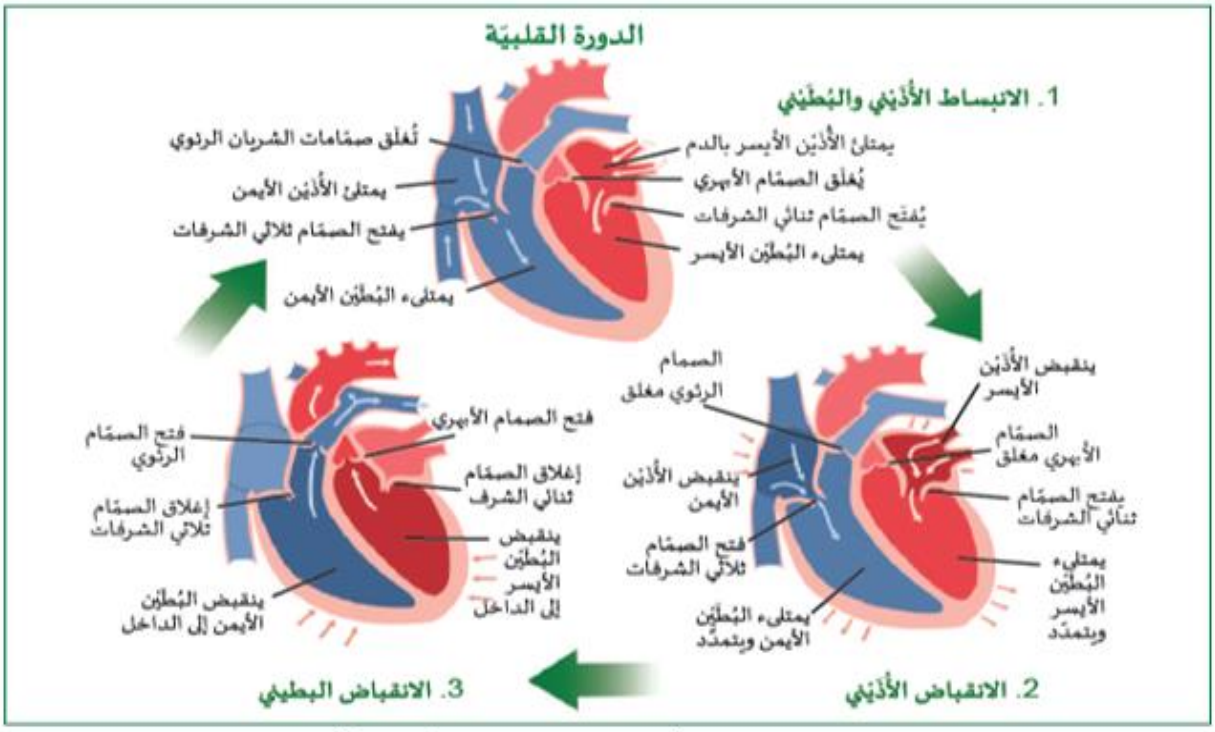
الدورة القلبية

هو التسلسل الكامل للأحداث في القلب من بداية دقة إلى بداية الدقة التالية

- **الانبساط:** هي مرحلة الاسترخاء التي يمتلئ فيها القلب بالدم.
- **الانقباض:** هي مرحلة التقلص التي يضخ فيها القلب الدم إلى الجسم.

تحدث الدورة القلبية في 3 مراحل
(كل دقة من دقات القلب تمر خلال 3 مراحل)

1. الانبساط الأذيني والبطيني	2. الانقباض الأذيني	3. الانقباض البطيني
(0.3 Sec)	(0.1 sec)	(0.4 sec)
- يغلق الصمام الرئوي والصمام الأبهري. - يفتح الصمام ثلاثي الشرفات و الصمام ثنائي الشرفات. - ينبسط القلب ويتمدد ويدخل الدم إلى الأذينين ثم البطينين	- يغلق الصمام الرئوي والصمام الأبهري. - يفتح الصمام ثلاثي الشرفات و الصمام ثنائي الشرفات - ينقبض الأذينين ويمر الدم إلى البطينين	- يفتح الصمام الرئوي والصمام الأبهري - يغلق الصمام ثلاثي الشرفات و الصمام ثنائي الشرفات - ينقبض البطينان ويندفع الدم إلى إلى خارج القلب



يكرر القلب الدورة القلبية 70 مرة في الدقيقة تقريباً

المسارات الكهربائية في القلب

- **فسر: عضلة القلب ذاتية الانقباض.**

لأنها لا تحتاج إلى سيالات عصبية من الدماغ لتحفيز انقباضها، وتنقبض من تلقاء نفسها إذا تم إمدادها بالمواد الغذائية والأكسجين.

- مصدر نبضات القلب المنتظم في القلب (المنبه الذي يحافظ على دقات القلب) هو كتلة من نسيج قلبي متخصص توجد في جدار الأذين الأيمن تسمى **العقدة الجيبية الأذينية (Sinoatrial node SA node)**

- السيتوبلازم في خلايا عضلة القلب له شحنة سالبة.

التراكيب التي تساعد على انقباض عضلة القلب

العقدة الجيبية الأذينية (SA node)	العقدة الأذينية البطينية (AV node)	حزمة هيس (Hiss bundle)	ألياف بيركنجي (Purkinjie fibers)
- توجد في جدار الأذين الأيمن - مصدر نبضات القلب المنتظم - تنتج تردداً أساسياً يدق القلب وفقاً له في كل دورة قلبية عبر نشر الإشارات الكهربية خلال الألياف المجاورة للأذينين فتسبب انقباض الأذينين.	- توجد في منطقة معزولة من نسيج ضام عند اتصال الأذينين بالبطينين. - تلتقط الإشارات الكهربية من العقدة الجيبية الأذينية لنشرها عبر جدران البطينين من خلال حزمة هيس وألياف بيركنجي	- حزمة خاصة من ألياف عضلية قلبية توجد في الجدار الفاصل بين الحجرات الأربع - تستقبل الإشارات الكهربية من العقدة الأذينية البطينية وترسلها إلى ألياف بيركنجي	- ألياف متفرعة تخترق جدر البطينين - تستقبل الإشارات الكهربية من حزمة هيس وترسلها عبر جدر البطينين فتؤدي إلى انقباضها

خطوات المسارات الكهربائية في القلب

1. تبدأ **العقدة الجيبية الأذينية SA node** بتفريغ كهربائي خلال الألياف العضلية المجاورة للأذين الأيمن لتنتشر هذه الإشارات الكهربية خلال الجدران العضلية للأذينين فتؤدي إلى انقباضهما.

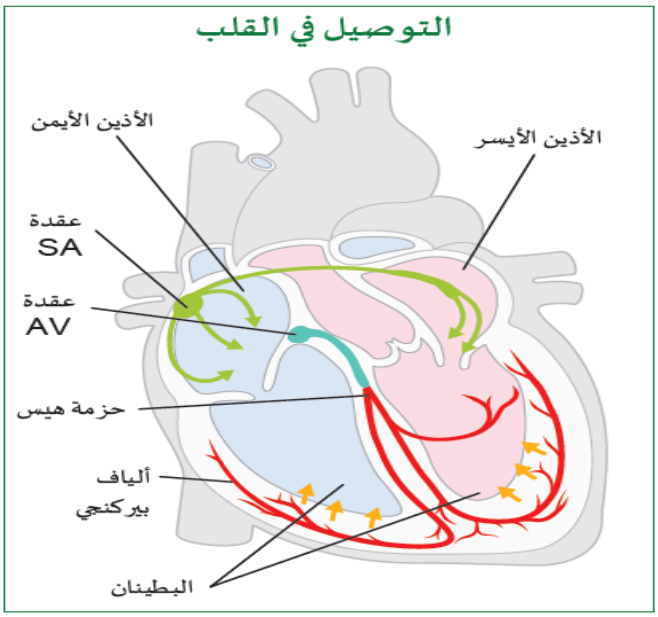
عقدة SA

2. عند وصول التيار إلى النسيج الضام العازل بين الأذينين والبطينين تلتقطه **العقدة الأذينية البطينية AV node**

عقدة AV

3. تنتقل الإشارات الكهربية من العقدة الأذينية البطينية (SA node) إلى **حزمة هيس** في الجدار الفاصل بين بين الحجرات الأربع للقلب لتتفرع أسفل الجدار لتسمح بسريان الموجات الكهربية عبر جدران البطينين خلال **ألياف بيركنجي** فتؤدي إلى انقباض البطينين.

حزمة هيس



- أثناء إعادة شحن العقدة الجيبية الأذينية تسترخي عضلات القلب أثناء الانبساط وتتم إعادة ملء كل حجرات القلب بالدم.

ملحوظة: تؤخر العقدة الأذينية البطينية (SA node) التيار عن عضلات البطينين لكي ينقبضا بعد الأذينين.

تخطيط القلب الكهربائي (ECG)

هو تخطيط يمكننا من الكشف عن النشاط الكهربائي للقلب وإيقاعه بواسطة أقطاب كهربية توضع على الأسطح المتقابلة للصدر والأطراف.

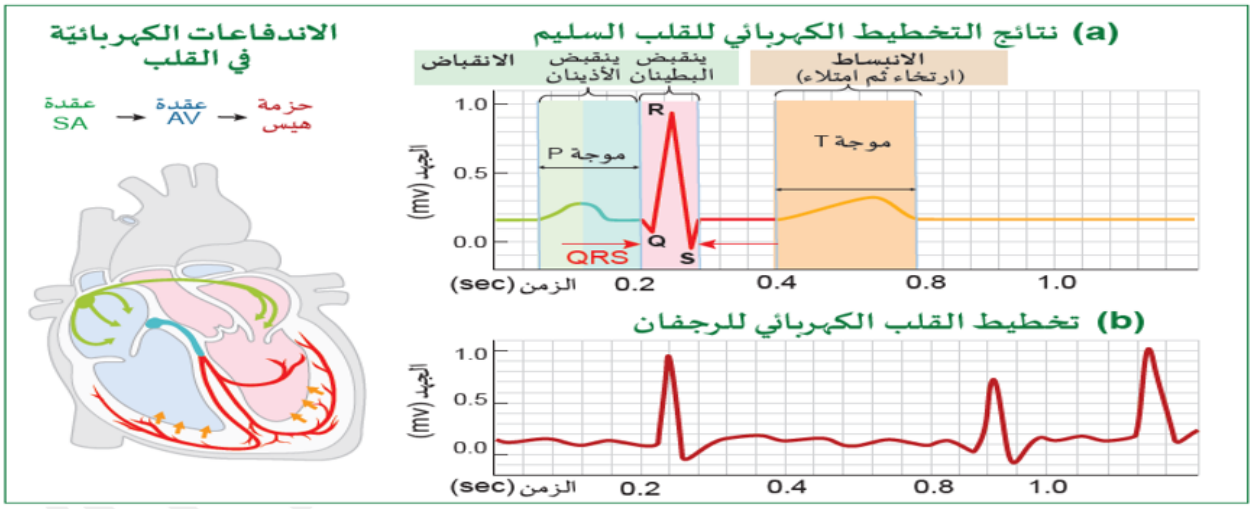
- **أهمية تخطيط القلب الكهربائي:**

1. يعطي فكرة عن صحة القلب.
2. يحدد مدى الضرر بعد ذبحة صدرية.

- **ملحوظة:** - موت أي جزء من عضلة القلب سيمنع انتقال التيار في ذلك النسيج وبالتالي تتغير نتائج ECG.
- تستغرق الدورة القلبية في القلب السليم 0.8 Sec تقريباً.
- يستغرق الانبساط الكلي للحجرات 0.4 Sec تقريباً.

ينقسم انتشار النشاط الكهربائي في القلب إلى 3 موجات محددة تشكل ال ECG

موجة P	موجة QRS	موجة T
انقباض الأذينان	انقباض البطينان	الانبساط (ارتخاء ثم امتلاء)



تتوافق أشكال الموجات التي يظهرها التخطيط الكهربائي للقلب (ECG) مع الاندفاعات الكهربائية التي تنظم الانقباض بحيث ينقبض البطينان بعد الأذينين. يمكن تفسير أشكال الموجات لتشخيص مشاكل القلب الكهربائية أو الميكانيكية.

- تتوافق الأشكال الموجية مع الاستثارة الكهربية والانبساط لجدر حجرات القلب.

- **الرجفان: Fibrillation**

هي حالة من الإيقاع غير المنتظم لعضلات القلب نتيجة عدم انتظام الإشارات الكهربائية في البطينين.

السبب: عدم انتظام الإشارات الكهربائية في البطينين

النتيجة: توقف تدفق الدم، وقد يؤدي إلى الوفاة إذا لم تتم إعادة القلب إلى الإيقاع الطبيعي (25% من جميع الوفيات).

كيفية إعادة القلب إلى الإيقاع الطبيعي: استخدام جهاز مزيل الرجفان والذي يعطي القلب رجة (صدمة) كهربائية من التيار المباشر لاستعادة إيقاعه الطبيعي وإنقاذ حياة المريض.

Mr. AHMED

الدرس 3: أمراض القلب والأوعية الدموية
Cardiovascular Diseases

- أمراض القلب والأوعية الدموية (CVD) هي السبب الأول للوفاة في العالم.

التحكم في معدل دقات القلب

- قد يزداد معدل دقات القلب من **70** نبضة / دقيقة في وقت الراحة إلى **140** نبضة / دقيقة أ أكثر تحت ظروف الإجهاد أو ممارسة التمارين الشاقة.

- **معدل النبض: Pulse rate**

هو عدد النبضات في الدقيقة الواحدة

(عدد مرات التمدد والانقباض في الأوعية الدموية في الدقيقة الواحدة).

- **معدل دقات القلب: Heart rate**

عدد المرات التي يدق فيها القلب في الدقيقة الواحدة

(عدد المرات التي تنقبض فيها عضلة القلب وتنبسط في الدقيقة الواحدة)

ملحوظة: معدل النبض = معدل دقات القلب

- يتراوح معدل دقات القلب لدى البشر بين **45** و **90** **(متوسط 70) دقة / دقيقة.**

ملحوظة: - كلما كان الرياضي أكثر لياقة انخفض معدل دقات قلبه وقت الراحة.

- التدخين وقلة الحركة تؤدي إلى ارتفاع معدل دقات القلب.

Mr. AHMED ADEL

تدفق الدم وضغط الدم

- **تدفق الدم: Blood flow**

هو كمية الدم الذي يجري في الأوعية الدموية في فترة زمنية معينه.

(وحدة القياس تدفق الدم لتر / دقيقة)

- تتدفق السوائل عندما يكون هناك فرق في الضغط (من منطقة الضغط الأعلى إلى منطقة الضغط الأقل).

سبب تدفق الدم: اختلاف الضغط بين الشرايين والأوردة (الوظيفة الرئيسة للقلب هي الحفاظ على هذا الاختلاف)

تعتمد كمية تدفق الدم على:

1. **فرق الضغط بين المنطقتين**
2. **مقاومة الأوعية الدموية**
   - **طول الأوعية الدموية** تتناسب طردياً مع المقاومة
   - **قطر الأوعية الدموية** تتناسب عكسياً مع المقاومة

- تزداد مقاومة الأوعية الدموية لجريان الدم فيها بزيادة طولها ونقصان قطرها.

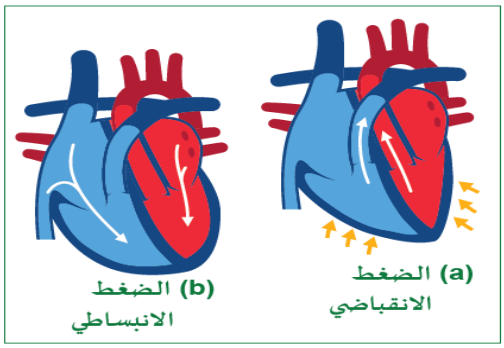
- **ضغط الدم: Blood pressure (نسبة الضغط الانقباضي على الضغط الانبساطي)**

القوة الهيدروستاتيكية للدم على وحدة مساحة على جدر الأوعية الدموية.

- ضغط الدم هو الأعلى في **الشرايين القريبة من القلب** (~120 mmHg)، وهو الأدنى في **الأوردة الرئوية** (~8 mmHg).

تتكون قيم ضغط الدم من رقمين

- الرقم الأعلى: **الضغط الانقباضي** **Systolic pressure** هو أعلى ضغط أثناء الانقباض البطيني في القلب
- الرقم الأصغر: **الضغط الإنبساطي** **Diastolic pressure** هو ضغط الدم أثناء انبساط عضلة القلب بين دقاته



قراءة ضغط الدم

120 ← الضغط الانقباضي

80 ← الضغط الانبساطي

تفسير ضغط الدم		
	الانقباضي	الانبساطي
الطبيعي	< 120	< 80
مرتفع	120 - 129	> 80
ارتفاع ضغط الدم	130 - 170	80 - 110
أزمة ارتفاع ضغط الدم	> 170	> 120

ضغط الدم هو الضغط الانقباضي الأعلى على الضغط الانبساطي الأدنى. الضغط المرتفع علامة على سوء صحة القلب

ملحوظة: الفرق بين هذين الضغطين يسمى **"ضغط النبض"** وهو مؤشر على مدى جودة عمل القلب.

(ضغط النبض = الضغط الانقباضي – الضغط الانبساطي)

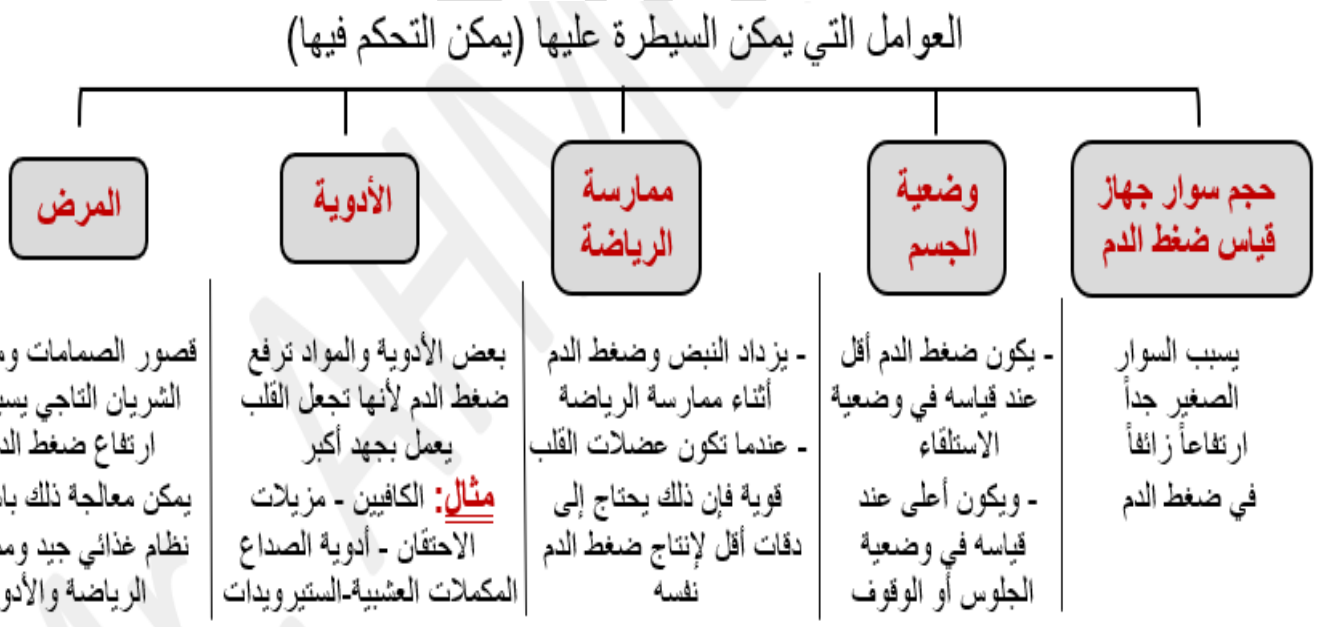
- **تقنية قياس ضغط الدم:**

- يستخدم سواراً قابل للنفخ يلف حول أعلى الذراع، ومقياساً للضغط.
- يتم نفخ السوار لإيقاف تدفق الدم، وعندما يتم تحرير الضغط ببطء يحدث اضطراب في حركة خلايا الدم وتصدر أربعة أصوات مميزة ثم يتبعها سكوت
- تستخدم سماعة طبية لتضخيم الأصوات لملاحظة الضغط.

MEDADEL

العوامل المؤثرة في ضغط الدم

ضغط الدم هو نتيجة عدة عوامل يمكننا التحكم في بعضها ونعجز عن التحكم في البعض الآخر.



فسر: 1. يزداد ضغط الدم مع تقدم العمر (الشيخوخة).

حيث تصبح الأوعية الدموية متصلبة وسريعة العطب وتقل مرونة الشريان الأبهر.

2. يكون ضغط الدم أقل عند قياسه في وضعية الاستلقاء.

لأن القلب لا يجد صعوبة في ضخ الدم لأن الرأس والأعضاء تكون في مستوى القلب نفسه.

أمراض القلب والأوعية

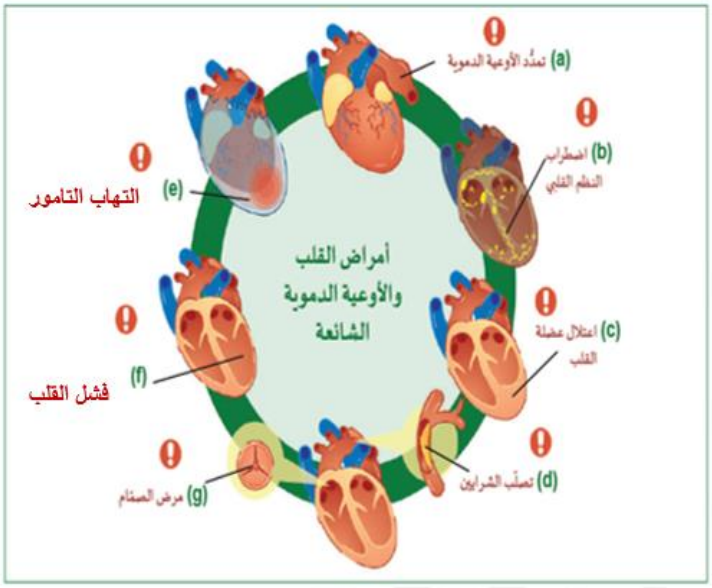
القاتل الأول للرجال والنساء

a) مرض الشريان الأبهر
تضخم منطقة في الشريان الأبهر

b) اضطراب النظم القلبي
إيقاع كهربائي غير منتظم

c) مرض العضلة القلبية
مرض في جدار عضلة القلب

d) مرض الشريان التاجي
تراكم للرواسب الدهنية على الجدر الداخلية للشرايين



e) التهاب التامور
التهاب النسيج المحيط بالقلب

f) فشل القلب
ضخ الحجرات بشكل غير فعال

g) مرض الصمام
تلف أو عيب في صمام واحد أو أكثر من صمامات القلب

ارتفاع ضغط الدم Hypertension

- ارتفاع ضغط الدم هو المؤشر الأول على مشكلات القلب والأوعية الدموية.
- يجب أن يكون ضغط الدم أثناء الجلوس **أقل من 120/80**

- **فسر: يطلق على ارتفاع ضغط الدم اسم "القاتل الصامت"**

لأن الأشخاص الذين يعانون من ارتفاع ضغط الدم قد لا يتعرفون إلى أعراضه.

- بعض أسباب ارتفاع ضغط الدم وراثية.

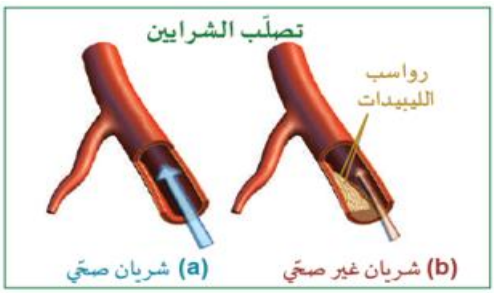
الاختيارات التي تقلل من خطر ارتفاع ضغط الدم

1. التمارين المنتظمة
2. فقدان الوزن
3. نظام غذائي منخفض الدهون
4. تناول الملح باعتدال
5. التوقف عن التدخين

الاختيارات التي تزيد من خطر ارتفاع ضغط الدم

1. قلة الحركة
2. السمنة
3. الأطعمة الدهنية والوجبات السريعة
4. الكثير من الملح
5. التدخين

علاقة تصلب الشرايين بارتفاع ضغط الدم والذبحات الصدرية



a) يتدفق الدم بسهولة في الشرايين الصحية
b) تقلل الرواسب الدهنية من تدفق الدم و يمكن أن تسبب انسداداً كاملاً للشريان

- تطلق الليبيدات (الدهون) طاقة = 9 Kcal/g
بينما تطلق الكربوهيدرات طاقة = 4 kcal/g

- يتم توزيع الدهون عن طريق الدم ويستخدم جزء منها في انتاج الطاقة للجسم، والدهون الزائدة تبقى معلقة في الدم إلى أن يتم جمعها وخزنها على شكل دهون في الجسم.

- **تصلب الشرايين: Atherosclersis**

الأسباب: التصاق الدهون الزائدة وتجمعها وترسبها على الجدران الداخلية للشرايين.

النتائج: انخفاض تدفق الدم – ارتفاع ضغط الدم – ذبحة صدرية.

الوقاية منه: الحد من تناول الدهون يومياً في الواجبات.
يحتاج الأشخاص البالغين إلى 35% – 20 من الدهون يومياً، ولكن يجب أن تكون نسبة الدهون المشبعة أقل من 10% ولا تكون غنية بالكولسترول.

- **ملحوظة:** استخدام الدهون الجيدة الموجودة في المكسرات والأسماك وزيت الزيتون عوضاً عن الدهون المشبعة من منتجات الألبان واللحوم الحمراء وزيت النخيل يقلل من مخاطر المرض بشكل ملحوظ.

- **الذبحة الصدرية:**

الأسباب: انسداد أحد الشرايين المغذية لعضلة القلب تماماً.

أسباب الانسداد: الرواسب الدهنية – خثرة الدم.

الخثرة: هي تجلط دموي غير طبيعي في وعاء رئيس في أحد الأطراف أو القلب أو الدماغ.

عند حدوث الخثرة بالقرب من القلب
تكون مميتة (**فسر**)
لأن جزء من القلب لا يحصل على الأكسجين فيتوقف دقاته

عند حدوث الخثرة في الدماغ
تقتل الخثرة الأنسجة العصبية في الدماغ وتؤدي إلى **السكتة الدماغية**

- **فسر: هناك ارتباط وثيق بين ارتفاع الكولسترول في الدم وأمراض الشرايين التاجية.**
لأن الكولسترول يترسب على جدران الشريان التاجي ويؤدي إلى انسداده، مما يحرم القلب من الأكسجين فتتوقف دقاته.

MR.AHMED ADEL