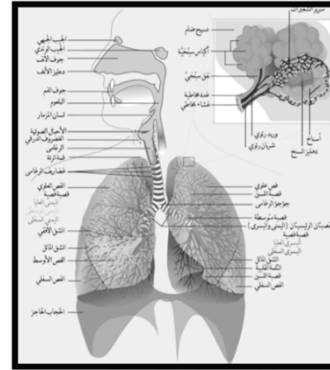


الجهاز التنفسي

الجهاز التنفسي

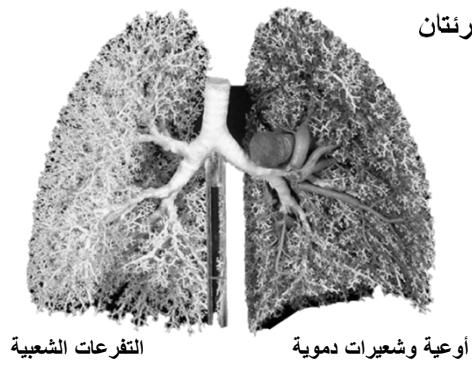
مكونات الجهاز التنفسي:

- فتحة الأنف
- البلعوم
- الحنجرة
- القصبة الهوائية
- الشعب الهوائية
- الرئة
- الحويصلة الرئوية



2

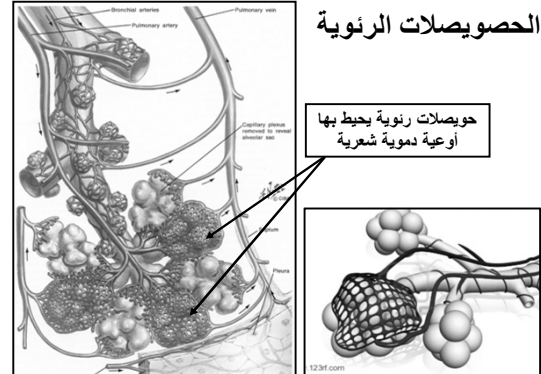
الرئتان



أوعية وشعيرات دموية
التفرعات الشعبية

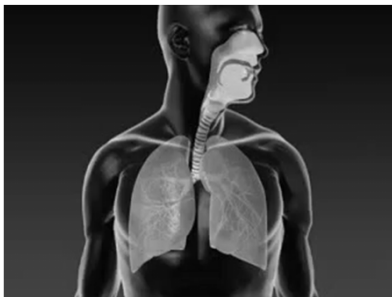
3

الحصويصلات الرئوية



4

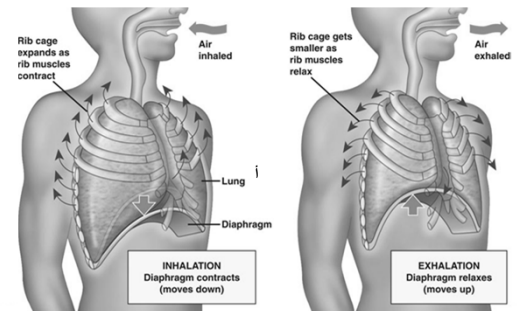
آلية التنفس



<http://www.youtube.com/watch?v=HIT621PrrO0>

5

ميكانيكية التنفس



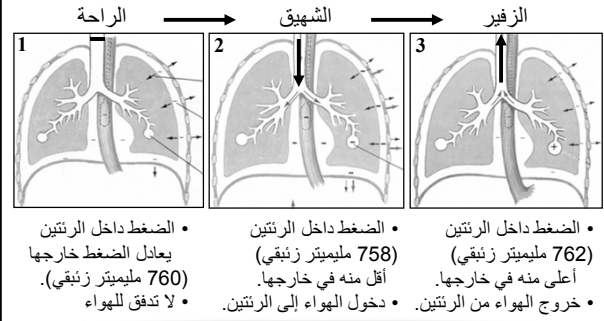
6

ميكانيكية التنفس

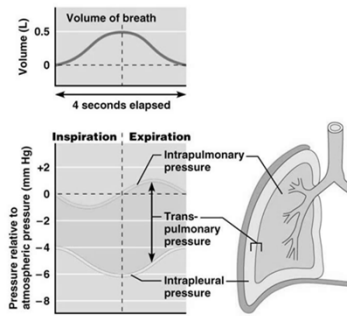
- أثناء الشهيق:
- تنقبض العضلات بين الضلوع لترفع الأضلاع للأعلى وللخارج
- تنقبض عضلة الحجاب الحاجز مما يؤدي إلى تسطحها
- هذه الحركات تزيد حجم التجويف الصدري وينتج عنه انخفاض في ضغط الهواء داخل التجويف الصدري ليصبح أقل من ضغط الغلاف الجوي، وبالتالي يسحب الهواء إلى داخل الرئتين
- أثناء الزفير:
- تسترخي العضلات بين الضلوع لتخفض الأضلاع للأسفل وللداخل
- تسترخي عضلة الحجاب الحاجز لتعود إلى شكلها أثناء الراحة
- هذه الحركات تقلل حجم التجويف الصدري وينتج عنه ارتفاع في ضغط الهواء داخل التجويف الصدري ليصبح أعلى من ضغط الغلاف الجوي، وبالتالي يندفع الهواء إلى خارج الرئتين

7

الضغط داخل الرئتين



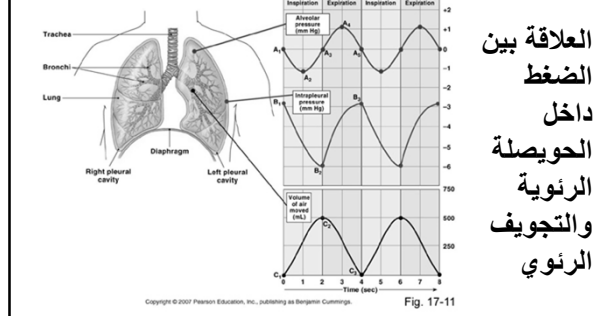
8



- كلما زاد التغير في حجم التنفس، زاد التغير في الضغط داخل الشعب الهوائية والتجويف الصدري

مع ارتفاع حجم الشهيق، يقل مستوى الضغط داخل الشعب الهوائية والتجويف الصدري نسبة إلى الضغط الجوي المحيط بالفرد والعكس صحيح بالنسبة إلى الزفير

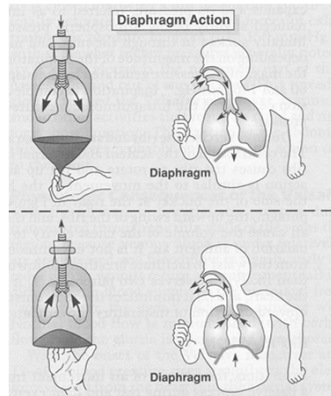
9



العلاقة بين الضغط داخل الحويصلة الرئوية والتجويف الرئوي

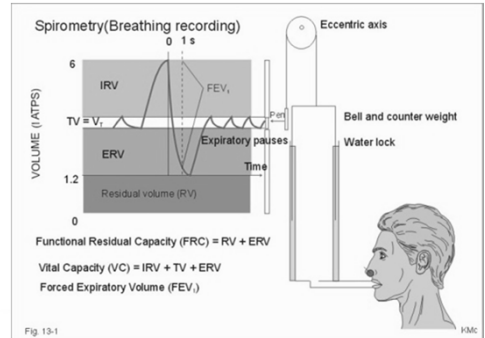
10

عمل عضلة الحجاب الحاجز



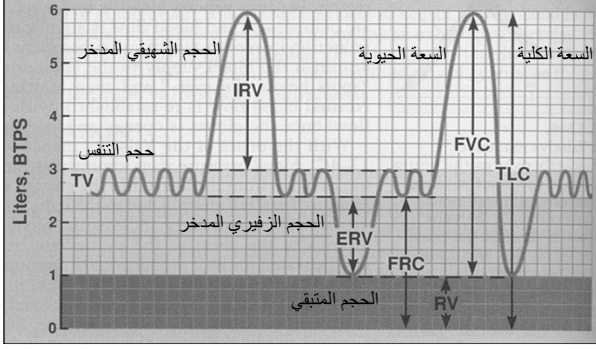
11

قياس سعة التنفس باستخدام جهاز SPIROMETER



12

الأحجام والسعات الرئوية



د. هزاع الهزاع

13

الأحجام الرئوية

- حجم التنفس (TV) : حجم الهواء الذي يدخل ويخرج عادة إلى ومن الرئتين في نفس واحد هادئ (~ 500 مليلتر)
- الحجم الشهقي المدخر (IRV) : الحد الأقصى لحجم الهواء الذي يمكن استنشاقه بعد استنشاق حجم التنفس الطبيعي (~ 3000 مليلتر)
- الحجم الزفيري المدخر (ERV) : الحد الأقصى لحجم الهواء الذي يمكن إخراجه بعد زفير حجم التنفس الطبيعي (~ 1000 - 1500 مليلتر)
- الحجم المتبقي (RV) : كمية الهواء المتبقية في الرئتين بعد الزفير الأقصى والتي لا يمكن إخراجها من الرئتين (1000 - 1200 مليلتر)

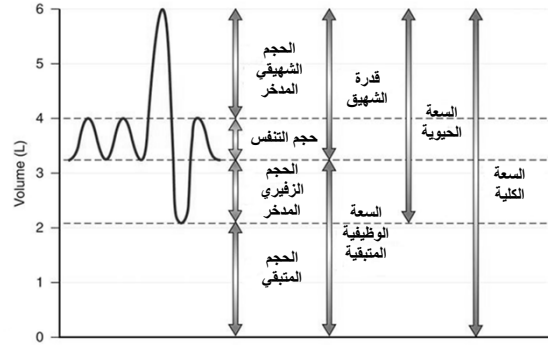
14

السعات الرئوية

- السعة الحيوية (FVC) : الحد الأقصى لحجم الهواء الذي يمكن استنشاقه بعد زفير أقصى، ويعبر عنه بمجموع حجم التنفس والحجم الشهقي المدخر والحجم الزفيري المدخر (4500 - 5000 مليلتر)
- قدرة الشهيق (CI) : حجم الهواء الذي يمكن استنشاقه بعد زفير عادي، ويعبر عنه بمجموع حجم التنفس والحجم الشهقي المدخر (~ 3500 مليلتر)
- السعة الوظيفية المتبقية (FRC) : حجم الهواء المتبقي في الرئتين بعد زفير عادي، ويعبر عنه بمجموع الحجم الزفير المدخر والحجم المتبقي (2200 - 2500 مليلتر)
- السعة الكلية (TLC) : أقصى قدر ممكن من الهواء يمكن استيعابها في الرئتين، ويعبر عنه بمجموع السعة الحيوية والحجم المتبقي (5700 - 6000 مليلتر)

15

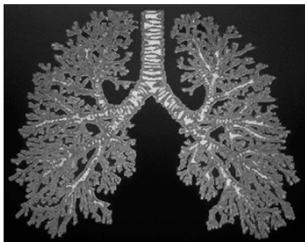
السعات و الأحجام الرئوية



16

حجم التهوية الرئوية الكلية

حجم التهوية الحويصلية + حجم التهوية الخاملة



المنطقة التشريحية الخاملة
(تشمل الهواء في الفو والآنف والحجرة والبغوم والقصبه الهوائية والشعبتين الهوائيتين وأجزاء من الشعبات الهوائية)
المنطقة الفسيولوجية الخاملة

العوامل المؤثرة على سعة ووظيفة الرئة

- العمر ↓
- الطول ↑
- الجنس (الذكور أعلى سعة وقدرة وظيفية)
- التدخين ↓
- مستوى اللياقة البدنية ↑
- ارتفاع السكن عن سطح البحر ↑
- السلالة أو العرق

18

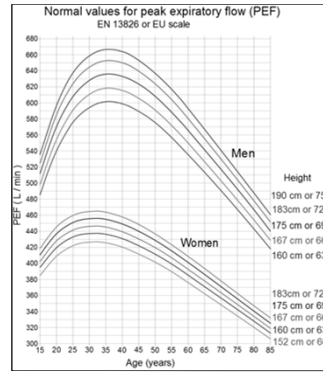
الفرق بين الذكور والإناث في سعة الرئة

السعة بالتر		السعة
إناث	ذكور	
.5	.5	حجم التنفيس (TV)
1.9	3.3	الحجم الشهقي المنخر (IRV)
.7	1.0	الحجم الزفيري المنخر (ERV)
1.1	1.2	الحجم المتبقي (RV)

19

معدل التدفق الزفيري الأقصى

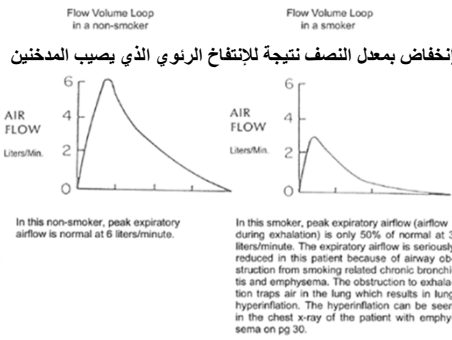
- الحد الأقصى لسرعة الهواء الزفيري
- يقاس باستخدام جهاز قياس قدرة النفخ القصوى
- يظهر تأثير عامل العمر والطول والجنس



20

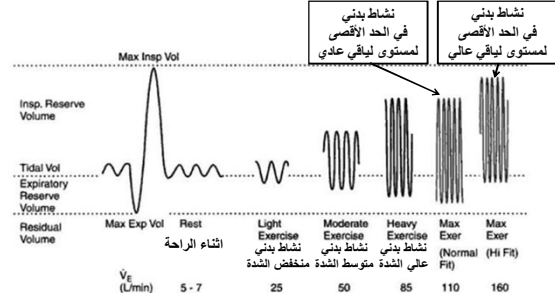
تأثير التدخين على معدل التدفق الزفيري

COMPARISON OF LUNG FUNCTION TESTS BETWEEN A NON-SMOKER AND A SMOKER



21

تأثير حجم التنفس (TV) بالنشاط البدني



22

عمليات التنفس

- تنفس خارجي
- تهوية رئوية
- انتشار رئوي
- نقل للغازات
- نقل الأكسجين من الرئتين إلى الجسم
- نقل ثاني أكسيد الكربون من الجسم إلى الرئتين
- تنفس داخلي
- الانتشار الخلوي

23

التهوية الرئوية

- هي عملية دخول الهواء الغني بالأكسجين إلى الرئتين عبر المجاري التنفسية حتى الوصول إلى الحويصلات الرئوية وكذلك خروج ثاني أكسيد الكربون من الحويصلات إلى الهواء الخارجي
- يتأثر حجم التهوية الرئوية بمدى حاجة الجسم للأكسجين ومدى حاجته للتخلص من ثاني أكسيد الكربون
- يبلغ حجم التهوية الرئوية حوالي 7 لترات في الدقيقة (0.5 لتر في كل شهيق $\times 14$ مرة في الدقيقة) أثناء الراحة لدى الشباب السليم، ويتضاعف هذا الحجم أثناء النشاط البدني

24

الانتشار الرئوي أو تبادل الغازات في الرئتين

- هي عملية تبادل غازي الأكسجين وثنائي أكسيد الكربون بين الحويصلات الرئوية والشعيرات الدموية المحيطة بها
- ينتقل الأكسجين من الحويصلات الرئوية إلى الشعيرات الدموية بينما ينتقل ثاني أكسيد الكربون من الشعيرات الدموية إلى الحويصلات الرئوية
- تعتبر عملية بسيطة ولا تتطلب طاقة لاعتمادها على الخاصية الأسموزية أو التناضح بين التراكيز المختلفة للغازات في الحويصلات الرئوية والشعيرات الدموية
- تتم عملية الانتشار الرئوي في غضون ثانية واحدة في الرئة السليمة نظرا لصغر سماكة أغشية الحويصلات الرئوية والشعيرات الدموية

25

الانتشار الخلوي

- هي عملية تبادل غازي الأكسجين وثنائي أكسيد الكربون بين خلايا الجسم والشعيرات الدموية المحيطة بها
- ينتقل الأكسجين من الشعيرات الدموية إلى خلايا الجسم بينما ينتقل ثاني أكسيد الكربون من خلايا الجسم إلى الشعيرات الدموية
- تتم هذه العملية عن طريقة الانتشار البسيط

26

مفهوم الضغط الجزئي للغازات

- الضغط الجزئي هو الضغط الممارس من قبل أي مركب معين من مزيج من الغازات
 - P_{O_2} = الضغط الجزئي للأكسجين
 - P_{CO_2} = الضغط الجزئي لثنائي أكسيد الكربون
- الضغط الكلي للغلاف الجوي = 760 ملميمتر زئبقي
- غاز التروجين 79% = الضغط الجزئي = 600 ملميمتر زئبقي
- أكسجين 21% = الضغط الجزئي = 160 ملميمتر زئبقي

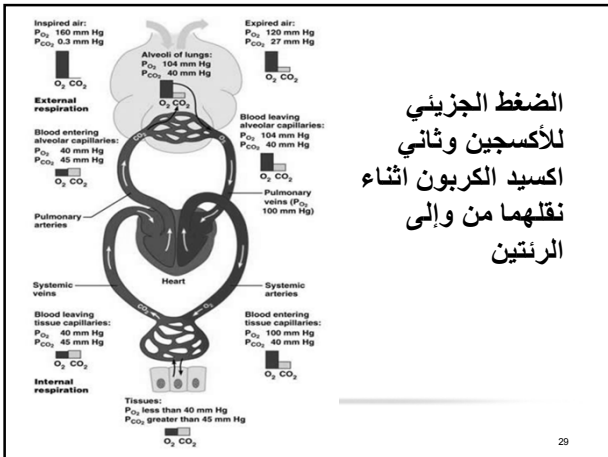
27

مقارنة بين ضغوط الغاز الجزئية والنسب المئوية التقريبية في الغلاف الجوي والحويصلات الرئوية لعدد من الغازات

GAS	الضغط الجوي في مستوى سطح البحر ATMOSPHERE (SEA LEVEL)		الحويصلة الرئوية ALVEOLI	
	النسبة التقريبية APPROXIMATE PERCENTAGE	الضغط الجزئي (mm Hg) PARTIAL PRESSURE (mm Hg)	النسبة التقريبية APPROXIMATE PERCENTAGE	الضغط الجزئي (mm Hg) PARTIAL PRESSURE (mm Hg)
N ₂	78.6	597	74.9	569
O ₂	20.9	159	13.7	104
CO ₂	0.04	0.3	5.2	40
H ₂ O	0.46	3.7	6.2	47
	100.0%	760	100.0%	760

28

الضغط الجزئي للأكسجين وثنائي أكسيد الكربون أثناء نقلهما من وإلى الرئتين



29

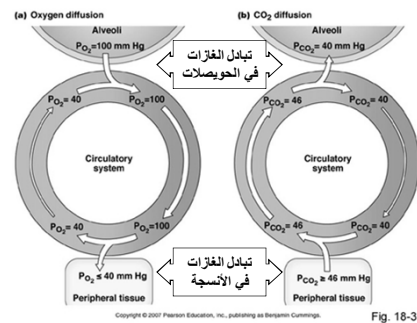
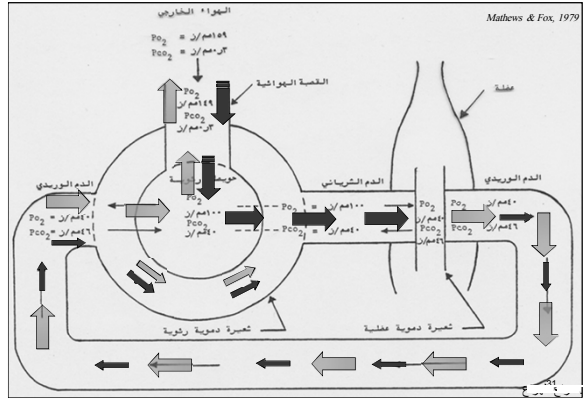


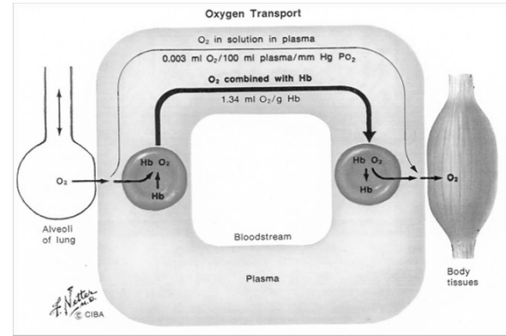
Fig. 18-3

30

الضغط الجزئي للأكسجين وثاني أكسيد الكربون

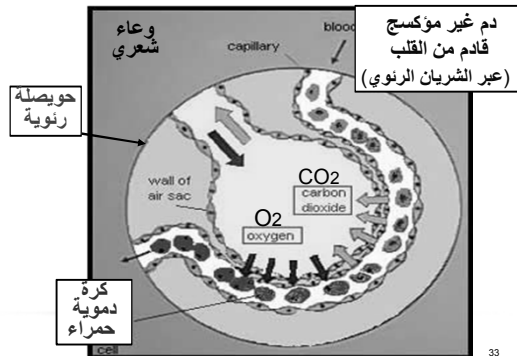


نقل الأكسجين في الدم



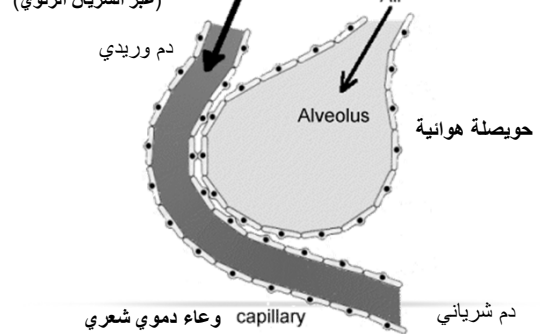
32

تبادل الغازات بين الحويصلات الرئوية والشعيرات الدموية المحيطة بها



33

التبادل الغازي داخل الحويصلات



34

تبادل الغازات في الحويصلة الرئوية

<http://www.youtube.com/watch?v=Z1h29R82mVc>

35

نقل الأكسجين في الدم

• يُنقل الأكسجين في الدم بطريقتين:

- ذائب في سائل البلازما (حوالي 1.5% من الأكسجين ذائب في بلازما الدم (3مليمول من الأكسجين/لتر من الدم في ظروف الضغط الجزئي الاعتيادية 100 ملليمتر زئبقي)
- متحد مع الهيموجلوبين (أكثر من 98.5% من الأكسجين ينقل بواسطة الهيموجلوبين)
- مقدار نقل الأكسجين في الدم يتأثر بالضغط الجزئي للأكسجين وبحجم الهيموجلوبين



36

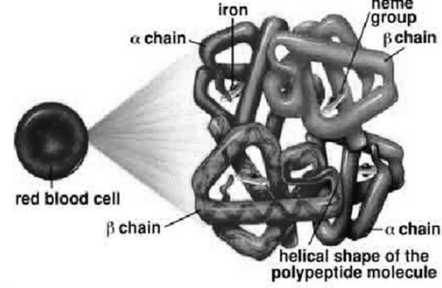
الهيموجلوبين

- يتكون الهيموجلوبين من بروتين يسمى جلوبيـن، ويتصل به أربع مجموعات من الهيم (الحديد)
- يتصل الأكسجين بمجموعات الهيم
- يعتبر الهيموجلوبين عنصر مهم لنقل الأكسجين ويؤثر تركيزه على السعة الأكسجينية للدم
- يبلغ متوسط تركيزه في الذكور 140-180 وفي الإناث 120-160 ملليتر/لتر
- جرام واحد من الهيموجلوبين يمكنه الاتحاد مع 1.34 ملليتر من الأكسجين

37

الهيموجلوبين

Hemoglobin Molecule



38

السعة الإكسجينية لدم

- هي إمكانية الدم (الهيموجلوبين) القصوى لنقل الأكسجين
- تعتمد كمية الأكسجين المنقولة في الدم على مقدار الضغط الجزئي للأكسجين في الدم وكمية الهيموجلوبين الموجودة فيه
- يمكن لجرام واحد من الهيموجلوبين أن يتحد مع 1.34 ملليتر من الأكسجين
- في الظروف العادية للضغط الأكسجيني في الدم (100 ملليتر زئبق)، ما يقرب من 15 ملليمول ينقل في لتر من الدم
- تبلغ نسبة التشبع الأكسجيني في الدم حوالي 98% في الدم الشرياني و 75% في الوريدي (المختلط)

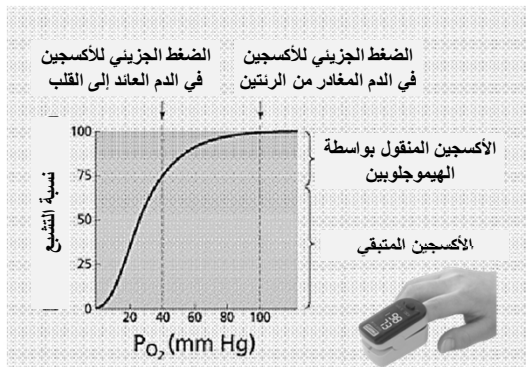
39

طرق نقل ثاني أكسيد الكربون في الدم

- متحد مع الماء على هيئة بيكربونات (60 – 80%)
- يدخل ثاني أكسيد الكربون خلايا الدم الحمراء في الشعيرات الدموية المحيطة بالأنسجة ويتحد مع الماء ليكون حمض الكربونيك . هذا التفاعل يحفز من جانب انزيم كاربونيك أنهيدريز الموجود في خلايا الدم الحمراء ويؤدي إلى انحلال أو تفكك حمض الكربونيك لتشكل البيكربونات وأيونات الهيدروجين
- متحد مع الهيموجلوبين (~30%)
- مكونا مركبا يسمى كاربامينو هيموجلوبين
- ذائبا في بلازما الدم (5 – 7%)
- لدى ثاني أكسيد الكربون قابلية أكثر للذوبان في بلازما الدم من الأكسجين
- يتم نقله بدون تغير في تركيبته الكيميائية

40

منحنى تشبع الهيموجلوبين



41

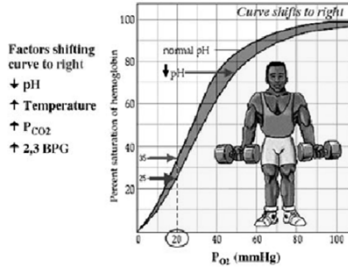
العوامل المؤثرة على تشبع الهيموجلوبين

انجذاب عالي للأكسجين	انجذاب منخفض للأكسجين
يرتفع	ينخفض
يرتفع	ينخفض
يرتفع (قلوية)	ينخفض (قاعدية)
يرتفع عند الأجنية	ينخفض
يرتفع	ينخفض
يرتفع	ينخفض
يرتفع	ينخفض

42

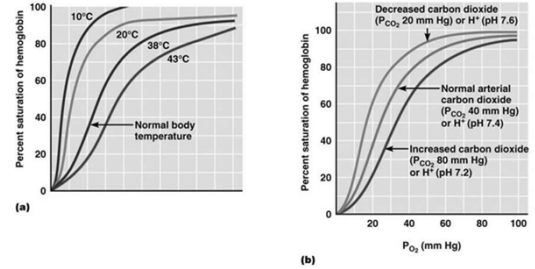
أمثلة للعوامل المؤثرة على منحنى التشبع

Oxygen-hemoglobin Dissociation: Exercise



43

أمثلة للعوامل المؤثرة على منحنى التشبع



44

التدريب البدني والجهاز الرئوي التنفسي

- زيادة الكفاءة الهوائية للعضلات التنفسية
- زيادة حجم التهوية الرئوية القصوى
- زيادة حجم الإمكانية التنفسية القصوى
- زيادة حجم التنفس الأقصى
- زيادة حجم التنفس في الجهد البدني دون الأقصى
- زيادة السعة الإكسجينية

45

تأثير ثاني أكسيد الكربون الموجود في هواء الجو

- عندما تكون نسبة ثاني أكسيد الكربون في الهواء المستنشق طبيعية (0.05%) لا يحصل أي تغيير على تنفس الشخص
- إذا ارتفعت نسبة ثاني أكسيد الكربون في الهواء المستنشق إلى 3% يزداد عمق التنفس وتبقى سرعته بطيئة ويدعى ذلك فرط التهوية
- إذا ارتفعت إلى حوالي 5% تزداد سرعة التنفس وعمقه
- إذا ارتفعت إلى حوالي 6% تباطأت الوظائف الدورانية والتنفسية وأصابهما الخمول والهمود وبصاحب الشخص بالصداع والدوار والإغماء وفي مراحل متأخرة الوفاة

46

تأثير نقص الأكسجين في هواء الجو

- النسبة المئوية الطبيعية للأكسجين في الهواء الجوي 20.95%
- إذا انخفضت إلى أقل من 13% فإن التنفس سيزداد سرعة وعمقا وبذلك تزداد كمية الأكسجين في الحويصلات الرئوية
- تساعد هذه الزيادة على التخلص من ثاني أكسيد الكربون ورفع مستوى الأكسجين لفترة قصيرة يعود بعدها سرعة التنفس وعمقه بسبب تجمع ثاني أكسيد الكربون ثانية، وهكذا يتغير عمق التنفس بصورة متناوبة بالزيادة والنقصان، ويدعى التنفس عندها بالتنفس الدوري المتناوب
- ارتفاع نسبة ثاني أكسيد الكربون في الدم يحدث أثناء الوقف التنفسي وفي نفس الوقت ينخفض تركيز الأكسجين في الدم، فتنبه مراكز التنفس الدماغية لتحديث زيادة عمق التنفس وسرعته "زيادة التهوية" مما يؤدي إلى زيادة نسبة الأكسجين وانخفاض تركيز ثاني أكسيد الكربون في الدم فيزول تنبيه المراكز التنفسية الدماغية وتعود ثانية حالة الوقف التنفسي
- هذا النوع من التنفس يدعى تنفس "شايين ستول" وهو تنفس دوري متناوب يدل على خطورة حالة الشخص، ويحدث عادة في المناطق المرتفعة

47