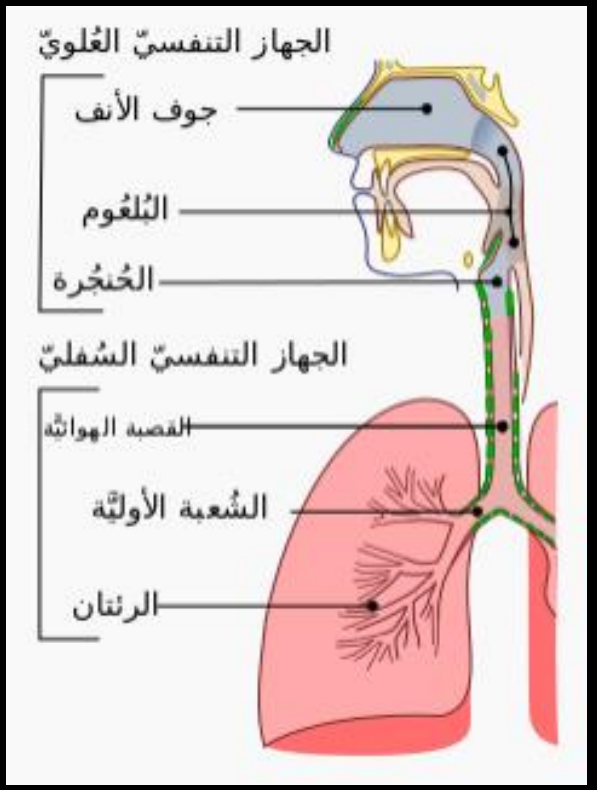
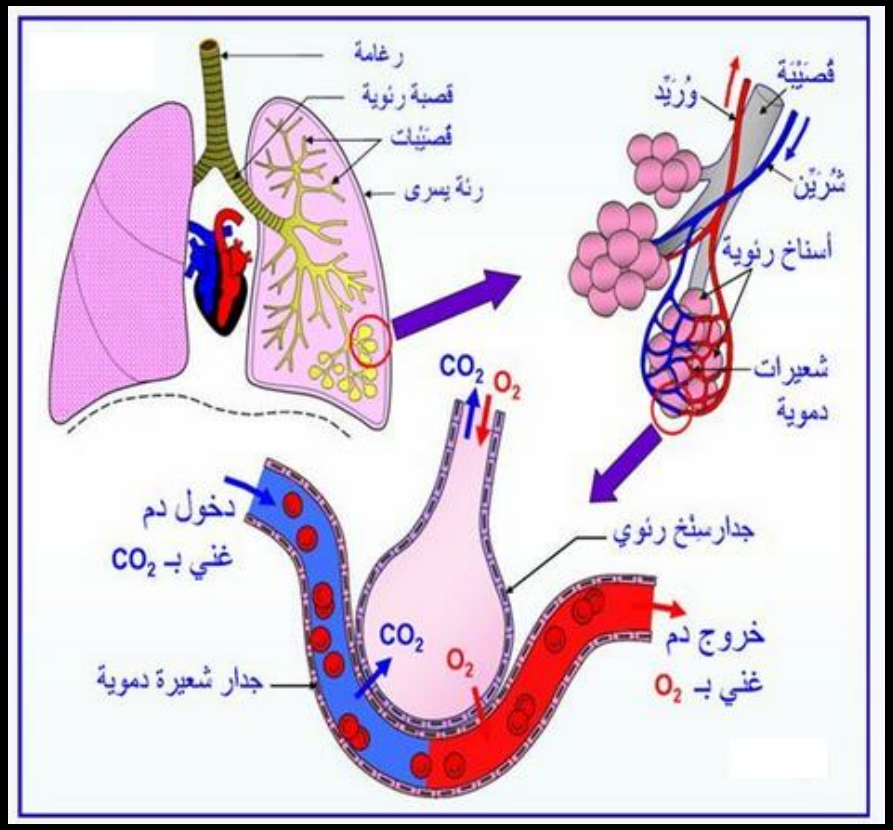
المحاضرة رقم 04

التكيف الفيزيولوجي للجهاز التنفسي الناتج عن الجهد البدني

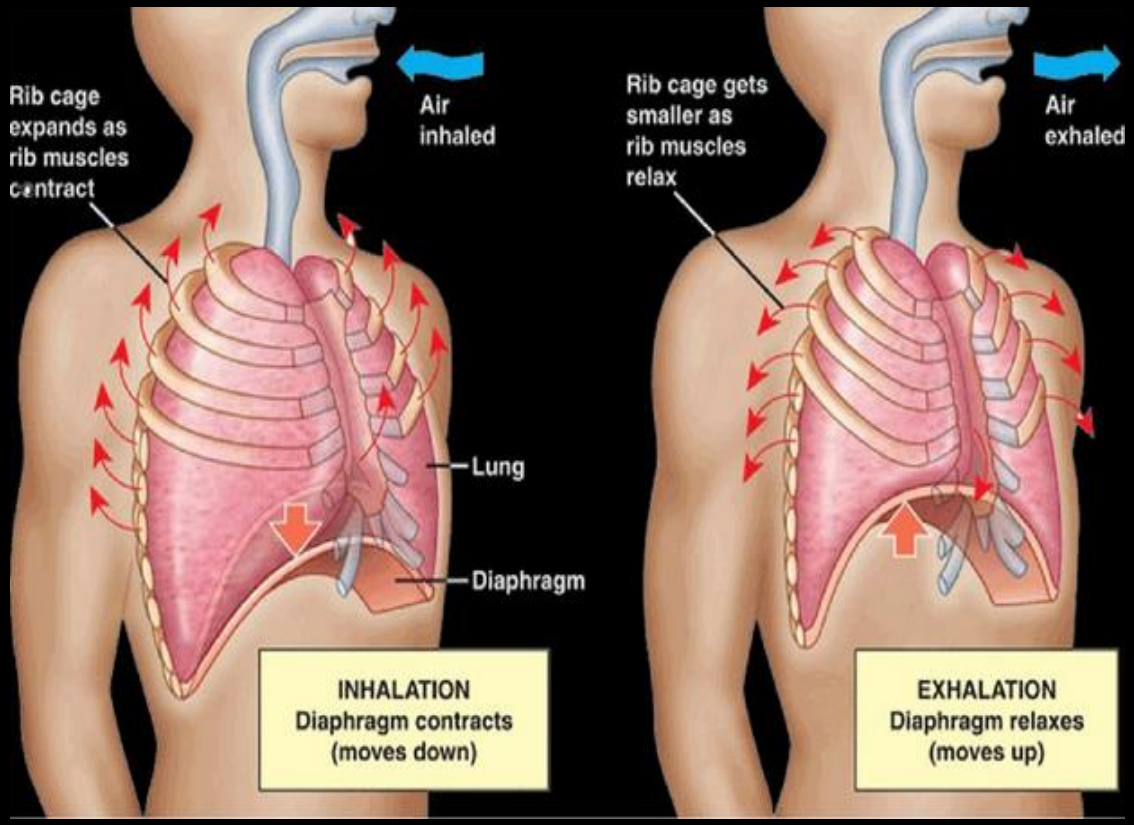
مكونات الجهاز التنفسي:

1- الممرات الهوائية: تجويف الأنف، البلعوم ، الحنجرة ، القصبة الهوائية . الشعب والشعيبات الهوائية وصولا إلى الحويصلات الهوائية حيث يتم تبادل الغازات.





2-عضلات التنفس : أهمها الحجاب الحاجز حيث يقوم ب 75% من عملية التنفس عضلات ما بين الضلوع .



3- المركز العصبية للتنفس وأعصاب التنفس .

عمليات التنفس :

تتم عن طريق عملية شهيق لإدخال الهواء إلى الحويصلات الهوائية حيث يتم تبادل الغازات وعملية الزفير حيث يتم عملية إخراج الهواء.

معدل التنفس :

للشخص البالغ 12 مرة / دقيقة وقد يصل أثناء أقصى مجهود رياضى إلى 35 مرة / دقيقة، حجم هواء التنفس في كل مرة 500سم3 (ملل) وقد يصل إلى 3 لتر/ دقيقة عند أقصى مجهود رياضي.

أحجام وسعات التنفس :

السعات	التعريف
السعة الكلية للرئتين	عبارة عن حجم الهواء الموجود بالرئتين عند أخذ أقصى شهيق وهي في حدود 5 – 6 لتر.
السعة الحيوية	هي حجم الهواء الذي يخرج من الرئتين بأقصى زفير بشرط أن يكون مسبوقاً بأقصى شهيق وهي 4 – 4.5 لتر
حجم الهواء المتبقي بالرئتين	وهو حجم الهواء المتبقي في الرئتين بعد أقصى زفير وهو في حدود 1.2 لتر

حجم احتياطي الزفير	هو حجم الهواء الذي يمكن إخراجه من الرئتين بأقوى زفير بعد الزفير الطبيعي وهذا يكون في حدود 1 لتر
السعة الوظيفية المتبقية	هي عبارة عن حجم الهواء المتبقي والموجود في الرئتين بعد نهاية الزفير العادي أو الاعتيادي وتشمل حجم احتياطي الزفير + حجم الهواء المتبقي من الرئتين وهي في حدود 2إلى 2.2 لتر
حجم احتياطي الشهيق	هو كمية الهواء التي يمكن إدخالها للرئتين بأقصى شهيق بعد الشهيق الطبيعي وهذه قد تصل إلى 3 لتر
سعة الشهيق الاحتياطي	هو عبارة عن حجم الهواء الذي يمكن إدخاله للرئتين بأقصى شهيق بداية من نهاية الزفير العادي وتتراوح من 3 إلى 3.5 لتر

تنظيم عملية التنفس :

معدل التهوية الرئوية للرئتين في الدقيقة في حدود 6 لتر ولكن من الممكن أن يزيد أثناء الممارسة الرياضية إلى 170 لتر للرجال، 120 لتر للسيدات.

التهوية الرئوية = حجم التنفس الاعتيادي × عدد مرات التنفس في الدقيقة

6 لتر = 500 سم3 × 12 مرة

ميكانيكية زيادة معدل التهوية الرئوية :

يتحكم في معدل وعمق عملية التنفس مركز خاص يسمى مركز التنفس ويوجد في الجزء الأسفل من الدماغ وفى الحالة الطبيعية فإن هذا المركز يكون له نشاط لا إرادي ويهيمن على عملية التنفس ولكن هذا المركز يستجيب لاحتياجات الجسم الفيزيولوجية ومن الممكن أن يزيد معدل التهوية أثناء المجهود الرياضي حتى يصل إلى 170 لتر بدلاً من 6 لتر في الحالة القاعدية أو أن يكون أقل من المعدل القاعدي أثناء النوم .

معدل التنفس:

العوامل التي تؤثر على مراكز التنفس وبالتالي على معدل التنفس (المعدل والعمق)

يتأثر معدل التنفس بعاملين أساسين:

العامل العصبى: وهو المسؤول عن بدء عملية التغير في المعدل والعمق .

العامل الكيميائى : وهو أكثر كفاءة لضبط معدل التنفس وعمق التنفس حتى يعود مستوى (ثاني أكسيد الكربون ، الأكسجين) في الدم إلى معدلهما الطبيعي .

مجموعة العوامل العصبية :

يستقبل مركز التنفس المنبهات أو المؤشرات التالية التي تؤدى إلى معدل التغير في التهوية الرئوية:

- منبهات من الوجه وتجويف الأنف عند تعرضه لتيار هوائي شديد قد تصل لإيقاف التنفس.
- من البلعوم أثناء عملية التنفس قد تصل إلى إيقاف التنفس أثناء البلع خشية مرور الطعام إلى الحنجرة للجهاز التنفسي.
- إشارات أو منبهات من القصبة والشعب والشعبيات الهوائية تؤدى إلى زيادة عمق التنفس وسرعة الزفير لطرد أي جسم غريب يحاول الدخول للحويصلات.
- منبهات من العضلات الهيكلية والمفاصل أثناء المجهود الرياضي ترسل هذه الأجزاء منبهات لاستثارة مركز التنفس والوصول به إلى أقصى معدل عمل.
- منبهات من القلب عند ازدياد معدل رجوع الدم الوريدي إلى القلب يرسل الجانب الأيمن من القلب منبهات إلى مركز التنفس لزيادة معدل وعمق التنفس.
- منبهات من القشرة المخية من خلال القشرة المخية يمكن التحكم في عملية التنفس ولكن في حدود لا تتعدى الثواني والدقائق.
- منبهات من الهيبوثلامس (تحت السري البصري) وقد وجد أنه كلما ارتفعت درجة حرارة الجسم يزداد معدل التنفس وعمق التنفس.

مجموعة العوامل الكيميائية (التنظيم الكيميائى للتنفس) :

تلعب التغيرات الكيميائية دوراً مؤثراً في ضبط سرعة وعمق التنفس وأهم هذه العوامل الكيميائية ثاني أكسيد الكربون ، الأكسجين بالدم وهذه التغيرات الكيميائية تؤثر على مركز التنفس بطريقتين من خلال :

1-مستقبلات كيميائية طرفية موجودة في أماكن محددة في الجهاز الدوري .

2-وصول الدم مباشرة إلى مركز التنفس في جذع الدماغ (مستقبلات مركزية).

دور ثانى أكسيد الكربون :

إذا أرتفع معدل ثاني أكسيد الكربون في الدم يؤدى هذا إلى زيادة معدل التنفس وهذا يحدث في بداية الأداء الرياضي حيث يكون معدل الأداء العضلي أكثر بكثير من معدل الجهاز الدوري والتنفسي وعملية نقل الأكسجين فى الدم ويزداد معدل ثانى أكسيد الكربون وهذه المتغيرات هى التى تساعد على تنبيه مركز التنفس والقلب حتى يزداد نشاطهما ويتوافق مع العمل العضلي وهذا يشعر اللاعب أن المجهود أصبح أكثر راحة حيث أنه في هذه الحالة يكون هناك توافق بين العمل العضلي ومعدل عمل جهاز التنفس والقلب .

ميكانيكية التنفس :

أ- زيادة عدد مرات التنفس من 12 مرة إلى 35 مرة فى الدقيقة وذلك يتم بواسطة :

عوامل عصبية (منبهات من القشرة المخية ، زيادة درجة حرارة الجسم ، منبهات من العضلات المتحركة ، منبهات من المفاصل وأربطة العضلات).

عوامل كيميائية (نقص نسبى فى الأكسجين بالدم ، زيادة معدل ثاني أكسيد الكربون بالدم)

ب- زيادة عمق التنفس (زيادة حجم التنفس) :

وهو يزداد من نصف لتر إلى 4 لتر في كل نفس ويتم هذا بتغير الضغط داخل الرئتين بحيث يقل عن الضغط الخارجى وهذا يتم عن طريق انقباض قوى لعضلات الشهيق فيزداد اتساع القفص الصدري ويندفع الهواء بشدة إلى التجويف الصدري للرئتين وبعد ذلك يحدث الزفير فيؤدى إلى الضغط على الرئتين من كل اتجاه فيزداد الضغط الرئوي عن الضغط الجوي ويندفع الهواء بشدة إلى الخارج أثناء الزفير.

التغيرات الفسيولوجية فى المناطق المرتفعة

كلما ارتفعنا عن مستوى سطح البحر كلما قل الضغط الجوي وبالتالي يقل ضغط الأكسجين حيث أن ضغط الأوكسجين جزء من الضغط الجوي (20% من الضغط الجوي)

وحيث أن ما يحمله هيموجلوبين الدم من الأكسجين يتوقف في المقام الأول على ضغط الأكسجين في هواء التنفس حيث إنه في وجود ضغط أكسجين عالي يتم الاتحاد بين الهيموجلوبين والأكسجين وهذا يتم على مستوى

الحويصلات في الرئة وعندما يقل ضغط الأكسجين في الأنسجة فينفصل الأكسجين من الهيموجلوبين ويذهب إلى الأنسجة .

عند التواجد في المناطق المرتفعة ونظراً لنقص الأكسجين في الجو يحدث العديد من التغيرات الفسيولوجية نتيجة نقص كمية الأكسجين المتاحة للأنسجة ومن أهمها:

الشعور بضيق التنفس .

ازدياد معدل التنفس .

ازدياد ضربات القلب.

الإجهاد والتعب حتى لو لمجهود بسيط .

عدم القدرة على تحقيق النتائج التي يقوم بها اللاعب في ظروف محددة .

ميكانيكية التكيف (أليات التكيف) التأقلم :

نتيجة نقص الأوكسجين الواصل للأنسجة فيبدأ الجسم بالتعامل مع هذا الوضع الفسيولوجي وذلك بأن يحاول أن يعوض هذا النقص في الأكسجين فتبدأ هذه العملية بتنبيه نسيج معين في الكلى (مستقبلات لها حساسية للتغيرات الحادثة في مكونات الدم وخصوصاً في الأكسجين)

فعند نقص الأكسجين يفرز هرمون (إرثروبيوتين – هرمون محفز لتكوين كرات الدم الحمراء تنتجه الكلية بنسبة 85% والكبد بنسبة 15% في حالات نقص التأكسج) حيث يحمل بواسطة الدم ويصل إلى أماكن تكوين كرات الدم الحمراء وهي العظام المسطحة مثل :(عظم اللوح ، القص ، الضلوع ، الفقرات ، الجمجمة ...)

فينبه الخلايا الأم والتي تعمل على تكوين خلايا كرات الدم الحمراء فيزيد معدل تكوينها وعددها مما يساعد على حمل أكبر كمية من الأوكسجين لتتلاءم مع معدل الضغط المتاح واحتياج الجسم.

الحد الأدنى لاستكمال عملية التكيف تستلزم 10-12 يوم ليعيد فيها الجسم ضبط أجهزته الحيوية حسب المتغيرات الجديدة ويعود معدل القلب إلى حالته الطبيعية بالإضافة إلى ضبط عمليات التمثيل الغذائي وإعادة التوازن الحامضي القاعدي فى الدم والبول إلى معدلهم الطبيعي وعندها يستطيع الإنسان العادي والرياضي القيام بأداء وظائفه على أكمل وجه .

تكيف العمليات التنفسية للجهد البدنى :

يؤدي الانتظام في مزاولة التدريب الرياضي وخاصة أحمال التدريب الهوائي التي تعتمد على استخدام الأوكسجين وتتميز بها رياضات التحمل إلى جملة من التغيرات الفيزيولوجية التي تعبر عن كفاءة عمليات التنفس

لدى الرياضيين وتكيفها للتدريب الرياضي مقارنة بالأفراد غير الممارسين للرياضة وتتلخص أهم أنواع التكيف فيما يلي :

أولا : يقل عدد مرات التنفس لدى الرياضيين عن غير الرياضيين ، كما يتميز الرياضيون بعمق عمليات التنفس مما يجعلهم أقل عرضة للوصول إلى النهجان والتنفس السريع عند أداء المجهود .

ثانيا : ترتفع كفاءة اللاعب في استغلال الأوكسجين لإنتاج الطاقة مقارنة بغير الرياضيين وتتميز تلك الظاهرة لدى الرياضيين في : كفاءة عمليات استيعاب الأكسجين ، عمليات نقل وامتصاص الأكسجين ، عمليات استهلاك الأكسجين في نشاط العضلات .

ثالثا : تتحسن قوة وكفاءة عضلات التنفس وخاصة عضلات ما بين الضلوع وعضلة الحجاب الحاجز ، فيزداد حجم القفص الصدري اتساعا ومرونة خلال عملية التنفس وهذا يسمح بأداء العمليات التنفسية على نحو أفضل لدى الأشخاص الرياضيين .

رابعا : يزداد حجم السعة الحيوية للرئتين لدى الرياضيين المدربين بسبب التغيرات المورفولوجية والفيزيولوجية في وظائف الرئتين وأعضاء التنفس .

خامسا : تزداد الأحجام الرئوية بشكل عام لدى رياضيي التحمل نتيجة لتحسن كفاءة الرئتين ووظائف التنفس وتكيفهما لعمليات التدريب الرياضي المنتظم

سادسا : يؤدي التدريب الرياضي المنتظم إلى زيادة كثافة الشعيرات الدموية المحيطة بالحويصلات الهوائية للرئتين نتيجة لفتح عدد من الشعيرات الدموية المقفلة أو الخاملة أو تولد شعيرات دموية جديدة تحت تأثير التكرارات المتواصلة لأداء الجهد البدني ، وهذا يؤدي إلى زيادة المساحة الخاصة بتبادل الغازات بين الشعيرات الدموية وبين الحويصلات الهوائية للرئتين .

سابعا : ترتفع كفاءة استغلال الأكسجين في حالة الراحة لدى الرياضيين وهذا يؤدي إلى الاقتصادية في عمليات التنفس سواء كان في حالة الراحة أو عند أداء الجهد البدني و يؤدي تميز الرياضيين بكفاءة استغلال الأكسجين إلى تقليل تركيز ثاني أكسيد الكربون في الدم ، تزيد سرعة عمليات التخلص من حمض اللاكتيك في العضلات والدم مما يسمح بتأخير التعب العضلي .

ثامنا : تزداد مطاطية الرئتين وقدرتهما على التمدد والانكماش لأداء حركات التنفس القوي والعميق نتيجة للتكيف للأعباء التدريبية المتنوعة التي يواجهها الرياضيين .