

المحور الرابع: فيزيولوجيا الجهاز التنفسي

1_ مكونات الجهاز التنفسي:

***ممرات هوائية:** تجويف الانف، البلعوم، الحنجرة، القصبة الهوائية، الشعب والشعبيات الهوائية حتى الحويصلات الهوائية حيث يتم تبادل الغازات ويتحول الدم الوريدي الى دم شرياني.

***عضلات تنفس:** الحجاب الحاجز حيث يقوم ب75% من عملية التنفس، عضلات ما بين الضلوع،

عضلات جدار ما بين البطن الأمامي عضلات التنفس الاضافية (الرقبة , الظهر)

***مركز التنفس وأعصاب التنفس:**

عمليات التنفس:

عن طريق عملية الشهيق لإدخال الهواء الى الحويصلات الهوائية حيث يتم تبادل الغازات وعملية الزفير حيث يتم عملية اخراج الهواء.

معدل التنفس:

الشخص البالغ 12 مرة/دقيقة وقد يصل أثناء اقصى مجهود رياضي الى 35 مرة/دقيقة

حجم هواء التنفس في كل مرة 500سم³ وقد يصل الى 3 لتر/دقيقة عند اقصى مجهود رياضي

سعات الرئتين:

سعات	هي مجموعة من الاحجام مع بعضها
السعة الكلية للرئتين	عبارة عن حجم الهواء الموجود بالرئتين عند اخذ اقصى شهيق في حدود 5-6 لتر
السعة الحيوية	هي حجم كمية الهواء التي تخرج من الرئتين بأقصى زفير بشرط ان يكون مسبقا بأقصى شهيق 4-4.5 لتر
السعة الوظيفية المتبقية	هي عبارة عن حجم الهواء المتبقي والموجود في الرئتين بعد نهاية الزفير العادي او الاعتيادي وتشمل حجم احتياطي الزفير +حجم الهواء المتبقي من الرئتين وهو =2الى2.2 لتر
سعة الشهيق الاحتياطي	هو عبارة عن حجم الهواء الذي يمكن ادخاله للرئتين بأقصى شهيق بداية من نهاية

الزفير العادي وتشمل حجم التنفس العادي+حجم احتياطي الشهيق وتتراوح من 3 الى 3.5 لتر	
---	--

تنظيم عملية التنفس:

معدل التهوية الرئوية للرئتين في الدقيقة في حدود 6 لتر ولكن من الممكن ان يزيد اثناء الممارسة الرياضية الى 170 لتر للرجال، 120 لتر للسيدات

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

$$6 \text{ لتر} = 500 \text{ سم}^3 \times 12 \text{ مرة}$$

ميكانيكية زيادة معدل التهوية الرئوية:

يتحكم في معدل وعمق عملية التنفس مركز خاص يسمى مركز التنفس ويوجد في الجزء الأسفل من جذع المخ وفي الحالة الطبيعية فان هذا المركز يكون له نشاط لا ارادي (في حدود) ويهيمن على عملية التنفس ولكن هذا المركز يستجيب لاحتياجات الجسم الفيزيولوجية ومن الممكن ان يزيد معدل التهوية اثناء المجهود الرياضي حتى يصل الى 170 لتر بدلا 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:

- العامل العصبي: وهو المسؤول عن بدء عملية التغير في المعدل والعمق (أسرع)
- العامل الكيميائي: وهو أكثر كفاءة لضبط معدل التنفس وعمق التنفس حتى يعود مستوى (ثاني اكسيد الكربون، الاوكسجين) في الدم الى معدلها الطبيعي.

مجموعة العوامل العصبية

- الجهاز التنفسي:

يستقبل مركز التنفس المنبهات او المؤشرات التالية التي تؤدي الى معدل التغيير في التهوية الرئوية

- منبهات من الوجه وتجويف الانف عند تعرضه لتيار هوائي شديد قد تصل لإيقاف التنفس

- من البلعوم اثناء عملية التنفس قد تصل الى ايقاف التنفس اثناء البلع خشية مرور الطعام الى الحنجرة للجهاز التنفسي

- اشارات او منبهات من القصبة والشعب والشعبيات الهوائية تؤدي الى زيادة عمق التنفس وسرعة الزفير لطرده اي جسم غريب يحاول الدخول للحويصلات

- منبهات من العضلات الهيكلية والمفاصل اثناء المجهود الرياضي ترسل هذه الاجزاء منبهات لاستثارة مركز التنفس والوصول به الى اقصى معدل عمل

- منبهات من القلب عند ازدياد معدل رجوع الدم الوريدي الى القلب يرسل الجانب الايمن الى القلب منبهات الى 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.

- تلعب التغيرات الكيميائية دورا مؤثرا في ضبط سرعة وعمق التنفس واهم هذه

العوامل الكيميائية ثاني اوكسيد الكربون، الاوكسيجين، الهيدروجين من العناصر التي تؤثر في مستوى الحامض بالدم

- دورة ثاني اوكسيد الكربون:

اذا ارتفع معدل ثاني اوكسيد الكربون او زاد معدل تركيز الهيدروجين في الدم يؤدي هذا الى زيادة معدل التنفس وهذا يحدث في بداية الاداء الرياضي حيث يكون معدل الاداء العضلي اكثر بكثير من معدل الجهاز الدوري والتنفسي وعملية نقل الاوكسيجين في الدم ويزداد معدل ثاني اوكسيد الكربون والهيدروجين وهذه المتغيرات هي التي تساعد على تنبيه مركز التنفس والقلب حتى يزداد نشاطهما ويتوافق مع العمل العضلي وهذا يشعر اللاعب او الرياضي انه اصبح اكثر راحة حيث انه في هذه الحالة يكون هناك توافق بين العمل العضلي ومعدل عمل جهاز التنفس والقلب.

ميكانيكية احتياطي التنفس:

آليات ميكانيكية التنفس:

أ_ زيادة عدد مرات التنفس من 12 مرة الى 35 مرة في الدقيقة وذلك يتم بواسطة:

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

عوامل كيميائية (زيادة تركيز الهيدروجين "حامضية الدم" مع نقص نسبي في الأوكسيجين بالدم، زيادة معدل ثاني اكسيد الكربون بالدم).

ب_ زيادة عمق التنفس (زيادة حجم التنفس):

وهو يزداد من نصف لتر الى 4 لتر ويتم هذا بتغير الضغط داخل الرئتين بحيث يقل عن الضغط الخارجي وهذا يتم عن طريق انقباض قوى لعضلات الشهيق فيزداد اتساع القفص الصدري ويندفع الهواء بشدة الى التجويف الصدري للرئتين وبعد ذلك تزداد قوة انقباض عضلات الزفير فيؤدي الى الضغط على الرئتين من كل اتجاه فيزداد الضغط الرئوي عن الضغط الجوي ويندفع الهواء بشدة الى الخارج اثناء الزفير.

التغيرات الفسيولوجية في المناطق المرتفعة:

كلما ارتفعنا على مستوى سطح البحر كلما قل الضغط الجوي وبالتالي يقل ضغط الاوكسيجين حيث ان ضغط الاوكسيجين جزء من الضغط الجوي (20% من الضغط الجوي).

وحيث ان ما يحمله هيموجلوبين الدم من الاوكسيجين يتوقف في المقام الاول على ضغط الاوكسيجين في هواء التنفس حيث انه في وجود ضغط اوكسيجين عالي يتم الاتحاد بين الهيموجلوبين والاكسيجين وهذا يتم على مستوى الحويصلات في الرئة وفي هذه العملية يتحول من دم وريدي الى دم شرياني.

وعندما يقل ضغط الاوكسيجين في الانسجة فينفصل الاوكسيجين من الهيموجلوبين ويذهب الى الانسجة ويتحول من دم شرياني الى دم وريدي.

التأقلم/التكيف (فسيولوجيا المناطق المرتفعة):

عند التواجد في المناطق المرتفعة ونظرا لنقص الاوكسيجين في الضغط الجوي يحدث العديد من التغيرات الفسيولوجية نتيجة نقص كمية الاوكسيجين المتاحة للأنسجة ومن اهمها:

- (1) الشعور بضيق التنفس
- (2) ازدياد معدل التنفس
- (3) ازدياد ضربات القلب
- (4) الاجهاد والتعب حتى لو لمجهود بسيط
- (5) عدم المقدرة على تحقيق النتائج التي يقوم بها اللاعب في ظروف محددة

ميكانيكية التكيف (اليات التكيف) التأقلم:

نتيجة نقص الاوكسيجين الواصل للأنسجة فيبدأ الجسم بالتعامل مع هذا الوضع الفيزيولوجي وذلك بأن يحاول ان يعوض هذا النقص في الاوكسيجين فتبدأ هذه العملية بتنبيه نسيج معين في الكلى (مستقبلات لها حساسية للتغيرات الحادثة في مكونات الدم وخصوصا في الاوكسيجين).

فعند نقص الاوكسيجين يفرز هرمون (ارثروبيوتين-هرمون محفز لتكوين كرات الدم الحمراء) تنتجه الكلية بنسبة 85% والكبد بنسبة 15% في حالات نقص التأكسد) حيث يحمل بواسطة الدم ويصل الى اماكن تكوين كرات الدم الحمراء وهو يوجد بالعظام المسطحة مثل:

(عظم اللوح، القص، الضلوع، الفقرات، الجمجمة، رؤوس العظام الطويلة) فينبه الخلايا الام والتي تعمل على تكوين خلايا كرات الدم الحمراء فيزيد معدل تكوينها وعددها وانقسامها مما يساعد على حمل أكبر كمية من الاوكسيجين لتتلاءم مع معدل ضغط المتاح واحتياج الجسم.

الحد الأدنى لاستكمال عملية التكيف تستلزم 10-12 يوم ليعيد فيها الجسم ضبط اجهزته الحيوية حسب المتغيرات الجديدة ويعود معدل القلب الى حالته الطبيعية بالإضافة الى ضبط عمليات التمثيل الغذائي واعداد التوازن الحامضي القاعدي في الدم والبول الى معدلهم الطبيعي وعندئذ يستطيع الانسان العادي والرياضي القيام بأداء وظائفه على أكمل وجه.

تكيف العمليات التنفسية للجهد البدني:

يؤدي الانتظام في مزاوله التدريب الرياضي وخاصة احمال التدريب الهوائي التي تعتمد على استخدام الاوكسيجين وتتميز بها رياضات التحمل الى جملة من التغيرات الفيزيولوجية التي تعبر عن كفاءة عمليات

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

- 1- يقل عدد مرات التنفس لدى الرياضيين عن غير الرياضيين كما يتميز الرياضيون بعمق عمليات التنفس مما يجعلهم اقل عرضة للوصول الى النهجان والتنفس السريع عند أداء المجهود
- 2- ترتفع كفاءة اللاعب في استغلال الاوكسجين لإنتاج الطاقة مقارنة بغير الرياضيين وتتميز تلك الظاهرة لدى الرياضيين في: كفاءة عمليات استيعاب الاوكسجين، عمليات نقل وامتصاص الاوكسجين، عمليات استهلاك الاوكسجين في نشاط العضلات
- 3- 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.
- 4- يزداد حجم السعة الحيوية للرتتين لدى الرياضيين المدربين بسبب التغيرات المورفولوجية والفيزيولوجية في وظائف الرتتين وأعضاء التنفس .
- 5- تزداد الاحجام الرئوية بشكل عام لدى رياضي التحمل نتيجة لتحسن كفاءة الرتتين ووظائف التنفس وتكيفها لعمليات التدريب الرياضي المنتظم.
- 6- يؤدي التدريب الرياضي المنتظم الى زيادة كثافة الشعيرات الدموية المحيطة بالحوصلات الهوائية للرتتين نتيجة لفتح عدد من الشعيرات الدموية المقفلة او الخاملة او تولد شعيرات دموية جديدة تحت تأثير التكرارات المتواصلة لأداء الجهد البدني، وهذا يؤدي الى زيادة المساحة الخاصة بتبادل الغازات بين الشعيرات الدموية وبين الحوصلات الهوائية للرتتين.