جامعة محمد خيضر –بسكرة–
معهد علوم و تقنيات النشاطات البدنية و الرياضية

المقياس: فسيولوجيا الجهد البدني. المستوى: الثانية ليسانس. الأستاذ: بن شعيب أحمد

المحاضرة الثالثة: الجهاز التنفسي و الجهد البدني

– مقدمة

ان واحدة من أهم واجبات وخصائص التدريب الرياضي هو اكتساب مستوى من الياقة البدنية من خلال أقصى كفاية وظيفية من جراء التدريبات الرياضية المقننة والممارسة المنتظمة ولفترات طويلة في الانشطة الرياضية المختارة والمعتمدة على أسس علمية واضحة .

ومن البديهي ان أي نشاط بدني يقوم به الفرد وبصورة منتظمة يؤدي الى التأثيرات فسيولوجية منتظمة وملموسة على أجهزة الجسم كمظهر من مظاهر .التكيف لطبيعة هذا النشاط البدني ويذكر و ليمور" ان التدريب المنتظم ولفترة طويلة يضفي على أجهزة الجسم آثار فسيولوجية تسمى بالتكيف المزمن

ونظرا لأهمية الجهاز القلبي و الجهاز التنفسي والعلاقة التي تربط بينهما من خلال الإستجابة الفورية للتمرين البدني وكذلك التكيف المتكامل لهما و يظهر ذلك من خلال العمل الفسيولوجي بإيصال الدم الى جميع خلايا وأنسجة و أجهزة الجسم والمحمل بالأوكسجين لإدامة العمليات الأيضية لاستمرار الحياة وكذلك انجاز الأحمال الخارجية أثناء أداء الانشطة الرياضية و المنافسات الرياضية فضلا عن الواجب الآخر وهو نقل غاز ثاني أوكسيد الكاربون والفضلات الناتجة من عملية إنتاج الطاقة في الخلايا العاملة كذلك يلاحظ الدور المنسجم بين عضلة القلب والرئتين من خلال وقوع الأحمال الخارجية اذ نلاحظ الاستجابة الفورية لعضلة القلب بزيادة معدل ضربات القلب لزيادة كمية الدم الواصلة الى العضلات العاملة ويرافقها زيادة في عدد مرات و عمق التنفس فضلا عن اشتراك المضخة التنفسية في عملية إعادة الدم الوريدي لعضلة القلب وهو يعد ذو أهمية بالغة في استمرار عمل القلب.

2– مكونات الجهاز التنفسي:

2–1– الأنف:

هو جهاز غضروفي يتصل مع الخارج بالفتحتين الأنفيتين وهما مبطنتان بغشاء مخاطي مهدب يرطب ويسخن الهواء وينقيه. يقوم الأنف بدور أساسي في عملية التنفس وكذلك الشم وهو يقع في مقدمة الوجه ويتكون من هيكل عظمي وغضروفي مغطى بالجلد، ويغطي سطح التجويف الأنفي مادة مخاطية وشعيرات دموية وشعر الصغير ليحمي الأنف من كل أشياء غريبة تدخل إليه.

2–2– البلعوم:

البلعوم هو الممر المباشر والممتد من ممر الأنف من الخلف، الجزء الأمامي منه مبطن بغشاء مخاطي والجزء الخلفي عبارة عن ممر مشترك للغذاء والهواء معا، تتصل به من الأمام القصبة الهوائية ومن الخلف المريء، ويمر من البلعوم خلال فتحة المزمار إلى الحنجرة.

2–3– الحنجرة:

هي أول جزء في الجهاز التنفسي، ويوجد بداخلها الأحبال الصوتيّة، حيث تقوم باستقبال الهواء الذي

يدخل إلى الرئة، وتقلّل من احتماليّة دخول الطعام إلى القصبات الهوائيّة نظراً لوجود زائدة لحميّة فيها.

2-4- القصبة الهوائية:

وهي أنبوب يتكون من غضاريف شبه دائرية تدعم الناحية الأمامية بينما يوجد في الناحية الخلفية التي يستند إليها المريء عضلات ملساء وأربطة ليفية مرنة تصل نهايات الغضاريف ببعضها؛ فتكون وظيفة الغضاريف منع توسع تجويف الرغامى فوق المطلوب، كما أن العضلات والأربطة تحافظ على قطر مناسب لتجويف الرغامى، وانقباض هذه العضلات وبالتالي تضَيُّق تجويف الرغامى يلعب دوراً في السعال كما يساهم انقباض العضلات في تنظيف مجرى التنفس.يبطن القصبة غشاءٌ مخاطي ذو أهداب مهتزة مخاطية تستوقف الغبار، والجزيئات التي ترافقه، ويدفعها نحو الخارج فهذه الأهداب تعمل كالمكنسة.

2-5- الشعب الهوائي:

تتفرع القصبة الهوائية بعد مسافة من الحنجرة إلى قصيبات أصغر كأغصان الشجرة ويشكل مجموعها الشجرة القصبية.

تتكون من جزأين رئيسيّين، وتقوم بإدخال الهواء إلى الرئتين خلال عمليّة الشهيق والزفير، لكن يجب الحرص على أنّها تكون مفتوحة دائماً، حتى يستطيع الهواء الدخول إلى الجسم بفعاليّة، ولكنّها تتعرّض أحياناً إلى العديد من الأمراض مثل: التهاب الشعب الهوائيّة، ومرض الربو

2-6- الرئتان:

وتوجد الرئتان في الفراغ الصدري محاطتين بالغشاء البلوري الحشوي داخل حجرة جدارها من الضلوع والقص والعمود الفقري ودعامتهما الحجاب الحاجز. و هما عضوان إسفنجيان مرنان يشتملان على الشجرة القصبية التي نتجت عن الحويصلات الرئوية.وينقسم جوف كل حويصلة إلى عدد من التحديات هي الاسناخ الهوائية التي تزيد من سعة السطح الداخلي للهواء. تجتمع الاسناخ لتشكل حويصلات، وتجتمع الحويصلات لتشكل كتلا هرمية الشكل تدعى الفصوص الهوائية.وتجتمع الفصوص الرئوية وعددها ثلاثة في الرئة اليمنى وفصّان فقط في الرئة اليسرى.

2-7-الغشاء البلوري

يحيط بكل رئة غشاء ذو ورقتين يدعى الغشاء الجنبي أو البلوري، تلتصق الوريقة الداخلية بالرئة بينما تلتصق الوريقة الخارجية بالوجه الداخلي للقفص الصدري و بواسطتها تتصل الرئتان بالقفص الصدري.

2-8- الأوعية الدموية الرئوية:

يخرج الشريان الرئوي من البطين الأيمن فينقسم إلى قسمين ينفذ كل منهما إلى رئة ويسير محاذيا للقصبة الهوائية ويتفرع مثل تفرعها حتى ينتهي في محيط الاسناخ .فيتشكل حولها شبكات شعرية غزيرة، وينتج عن اجتماع الشعيرات فروع وريدية تتلاقى فتشكل وريدين في كل رئة وتخرج الأوردة الرئوية الأربعة وتصب في القلب في الأذين الأيسر وبما أن جدران الاسناخ الرئوية رقيقة جدا فيكون الدم فيها وهواء الاسناخ على اتصال مباشر بسطح واسع جدا وتتم عندها التبادل الغازي الرئوي.

3- المبادلات الغازية في الحويصلات:

يأتي الهواء من الوسط الخارجي يكون محمل بتركيز مرتفع من (o2) و تركيز منخفض من (co2)و في نفس الوقت يأتي الدم من القلب الى الرئتين عن طريق الشريان الرئوي يكون الدم محمل (co2) و تركيز منخفض من (o2) إلى الحويصلات، فيحدث انتقال (o2) من الوسط الهوائي إلى الوسط الدموي و انتقال (co2)من الوسط الدموي الى الوسط الهوائي و بالتالي

يخرج الهواء إلى الخارج محمل ب (co_2) و يعود الدم الى القلب عن طريق الوريد الرئوي محمل ب (o_2).

4- العضلات المتدخلة أثناء عملية التنفس:

4-1-أثناء الشهيق:

- عضلة الحجاب الحاجز – عضلة بين الأضلاع – تشترك عضلة العنق أيضا التي تربط الجهة الأمامية للقفص الصدري

- و عضلات الشهيق تزيد من حجم القفص الصدري و ذالك بانزلاق الحجاب الحاجز بحيث يؤدي الى امتداد للقفص الصدري.

4-2-أثناء الزفير:

- تشترك العضلات البطنية و بصفة قليلة عضلات بين الأضلاع و التي تولد الزفير و ذالك بجدب نحو الأسفل القفص الصدري بحيث ينقص من قطر القفص الصدري و بعد ذالك يدفع محتوى البطن نحو الأعلى.

5- الأحجام الرئوي:

5-1-الحجم الرئوي VT: هو عبارة عن حجم الهواء أثناء الاستنشاق العادي و يتراوح بحوالي 0.05 لتر و يقدر تردد الجهاز التنفسي بحوالي 12 دورة (شهيق و زفير) في الحالة العادية

5-2- حجم احتياط الشهيق VRI: يمثل حجم الهواء المستنشق بعد نهاية الشهيق العادي و يصل الى حوالي 2 لتر

5-3- حجم احتياط الزفير VRE: هو حجم الهواء بعد نهاية الزفير العادي يصل الى حوالي 1.5 لتر.

5-4- حجم الهواء الباقي VR: هو حجم الهواء الموجود في الرئتين بعد الزفير

5-5- القدرة الهوائية CV:انطلاقا من الأحجام السابقة يمكن تعريف القدرة الهوائية بأنها حجم الهواء بعد نهاية الزفير العادي الذي يتبعه الشهيق و بالتالي يمكن حسابها كالتالي:

$$CV = VRI + VT + VRE$$

5-6- القدرة الحيوية CRF:هو مجموع الحجم الرئوي زائد حجم الهواء الباقي

$$CRF = VT + VR$$

5-7- القدرة الكلية CPT:هي حجم الهواء الباقي زائد القدرة الهوائية.

$$CPT = VR + CV$$

6- التهوية و التدفق الحويصلي:

عندما نستنشق من 12 إلى 15 مرة في الدقيقة هذه الكمية لا تدخل كلها في التهوية الحويصلية (VA)، بحيث يدخل حوالي 3.5 لتر في التهوية الحويصلية أما الحجم الباقي فيدعى بالهواء الميت الذي يشغل الفراغ الميت.

حجم التهوية الحويصلية = حجم الهواء الداخل – حجم الهواء الميت.

– نسبة التهوية الحويصلية:

إن انتقال الغازات الى الدم لا يتوقف على حركة الغازات و لكن يتوقف أيضا على دوران الدم حول الحويصلات الهوائية، و لتقديم الفروق الفردية لكل فرد، نجعل له مساحة جسدية مثلا: 1.5 متر مربع و التدفق الحويصلي له 1.5 لتر في الدقيقة فإن التهوية الحويصلية تصل الى 84 بالمائة.

– التدفق الحويصلي $\dot{V}A$:

هو حجم الهواء الداخل الى الحويصلات خلال دقيقة واحدة.

$$\dot{V}A = VA \times FC$$

7- العوامل المؤثرة عل التهوية الحويصلية:

7-1- الضغط الدموي:

يؤثر الضغط على عملية التهوية الحويصلية بواسطة مستقبلات الضغط أي عندما يكون الضغط الدموي عالي فذالك يضبط أو يثير، عمليات التنفس و التهوية الحويصلية.

7-2- تأثير الإحساس:

كل الإشارات التي تأتي من الجسم تؤثر على التنفس و التهوية الحويصلية، فالماء البارد يؤدي الى نقص التهوية الحويصلية و التي تتبعه فترة شهيق و طويل ثم تنفس سريع

7-3- إرتفاعCo2 و انخفاض O2 في الدم:

إن إرتفاعCo2و انخفاض O2يؤذي الى إثارة مركز التنفس، و بالتالي زيادة عملية التهوية الحويصلية

7-4- تأثير المرتفعات:

في الأماكن العالية فإن ضغط O2 يكون منخفض و بالتالي تتناقص التهوية الحويصلية و الجسم يتأقلم مع هذا الوضع بزيادة عدد كريات الدم الحمراء.

8- التغيرات الفسيولوجية التي تحدث على مستوى الجهاز التنفسي نتيجة الجهد البدني:

1- زيادة معدل المبادلات الغازية، نتيجة تفتح عدد من الشعيرات الدموية المحيطة بالحويصلات الهوائية للرئتين نتيجة تفتح عدد من الشعيرات الدموية المقفلة أو الخاملة أو تولد شعيرات دموية جديدة تحث تأثير التكرارات المتواصلة لأداء الجهد البدني.

2- زيادة معدل استخلاص الأكسجين من الدم بالأنسجة العضلية ، فإذا استخلصت خلايا الجسم من 60 الى 80 مل في كل واحد لتر من الدم في حالة راحة ترتفع هذه النسبة لتصل الى 50 مل أو أكثر خلال الجهد البدني.

3- زيادة سرعة و عمق معدل التهوية.

4- زيادة السعة الحيوية للرئتين CV و بالتالي زيادة حجم التهوية الرئوية MVV نتيجة لعدد من التغيرات المورفولوجيةو الفسيولوجية في وظائف الرئتين و أعضاء التنفس، كما يرتبط ذالك بزيادة حجم احتياطي الهواء الشهيق عن احتياطي هواء الزفير لدى الرياضيين المدربين.

5- زيادة تركيز الهيموغلوبين الحامل لO2

6- زيادة عدد أجسام الميتيكوندري و كذالك زيادة حجم نشاطها و بالتالي إرتفاع معدل أكسدة المصادر الطاقوية.

7- زيادة سرعة الاستجابة للمنبهات العصبية مع سرعة انتقال الإشارة الحسية.

8- سرعة عودة حموضة الدم الى حالتها الطبيعية.

9- تقل عدد مرات التنفس عند الرياضيين عن غير الرياضيين .

10- يزيد عمق عملية التنفس عند الرياضيين، مما يجعلهم أقل عرضة للوصول الى النهجان و التنفس السريع عند أداء المجهود، و يصل حجم الهواء العادي لدى الرياضيين في حالة راحة ما بين 700 – 800 مل مقارنة بمقدار 500 مل لدى غير الرياضيين.

11- تتحسن قوة و كفاءة عضلات التنفس و خاصة العضلات مابين الضلوع و عضلة الحجاب الحاجز، فيزداد حجم القفص الصدري اتساعا و مرونة خلال عملية التنفس، و هذا يسمح لأداء العمليات التنفسية على نحو أفضل عند الرياضيين و خاصة عند أداء الجهد البدني.

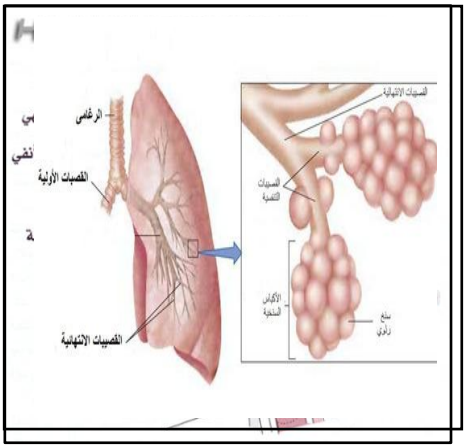
12- تزداد الأحجام الرئوية بشكل عام لدى رياضي التحمل و الأشخاص المدربين نتيجة لتحسن كفاءة الرئتين و وظائف التنفس و تكيفها لعملية التدريب الرياضي المنتظم و المستمر.

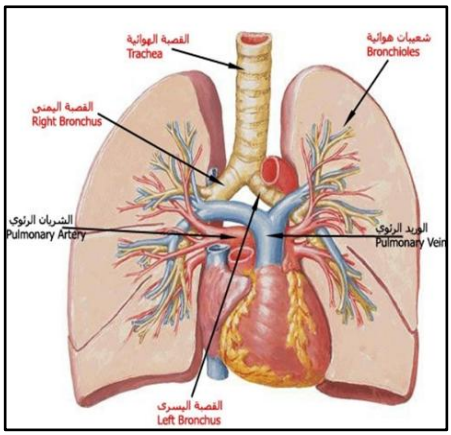
13- تتحسن العمليات التوافقية بين عمليات التنفس و حجم المجهود البدني المبذول، و تساعد تلك العملية على حدوث استقرار أطول و أفضل لما يعرف بالحالة الثابتة Steady Stateلوظائف الجسم الفسيولوجية عند أداء المجهودات البذنية، و خاصة تلك التي تتميز بالديمومة أو الاستقرار لفترات زمنية طويلة في الأنشطة التحمل الدوري التنفسي.

14- تزداد مطاطية الرئتين و قدرتها على التمدد و الانكماش لأداء حركات التنفس القوي و العميق نتيجة التكيف للأعباء التدريبية المتنوعة التي يواجهها الرياضيون.

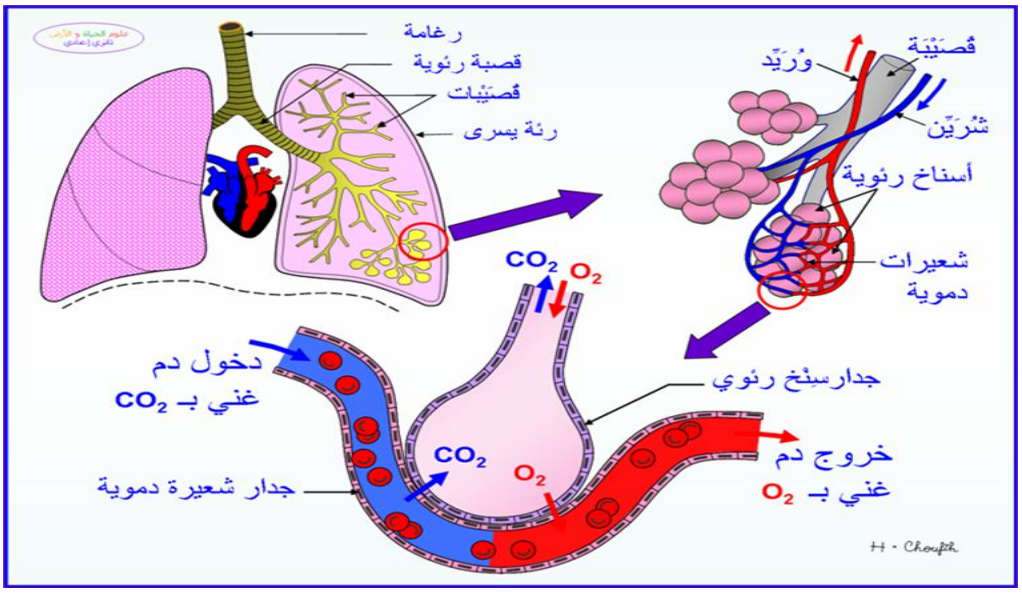
15- ترتفع كفاءة استغلال الأكسجين في حالة الراحة لدى الرياضيين نتيجة لعدد من المتغيرات المورفولوجيةو الفسيولوجية التي سبق ذكرها، و يؤدي ذالك الى تميز الرياضيين بالاقتصادية في عملية التنفس سواء كان ذالك في حالة الراحة أو عند أداء الجهد البدني مقارنة بغيرهم.

الملاحق

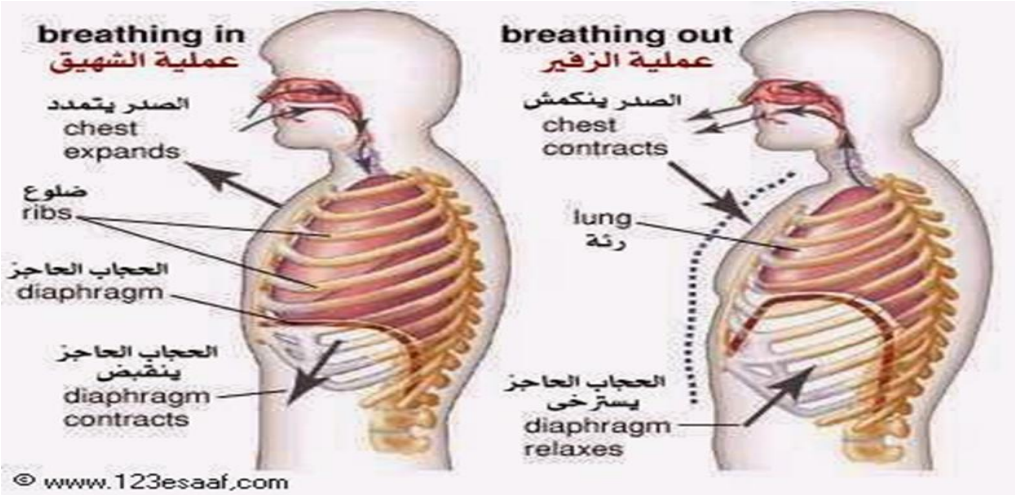




الملحق (01):مكونات الجهاز التنفسي



الملحق (02):المبادلات الغازية في الحويصلات



الملحق (03):العضلات المتدخلة في عملية التنفس