اسم المقرر
الأسس الفسيولوجية للتربية البدنية
المحاضرة الثانية
الجهاز التنفسى

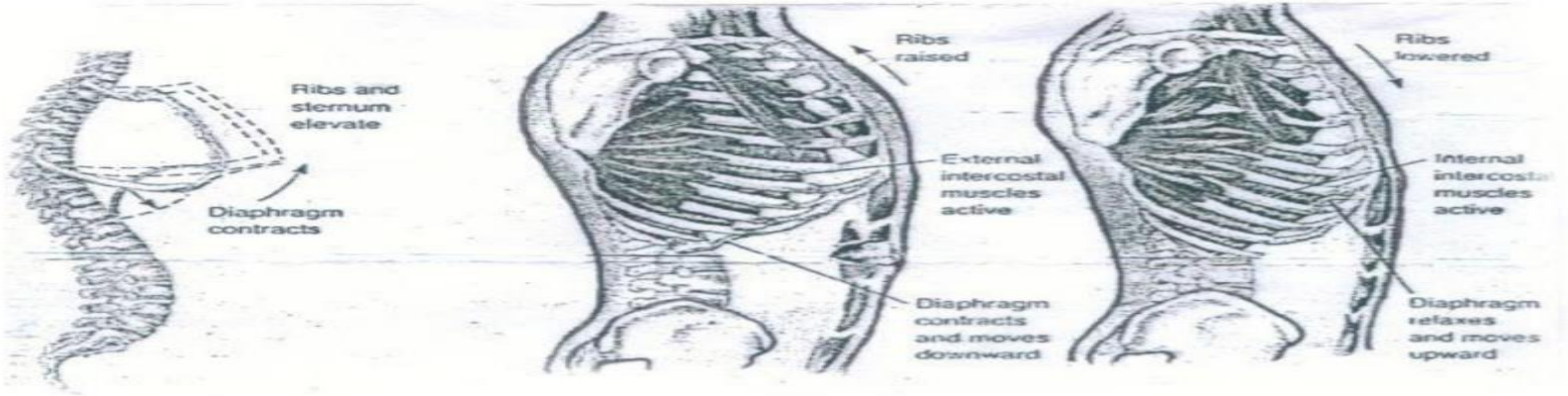
أساتذة المقرر

أ . د :حسين دري أباظة

د : محمد حسن عبد العزيز

سنتناول بالشرح

- العضلات بين الأضلاع
- عمل العضلات بين الأضلاع
- عضلة الحجاب الحاجز
- عملية تبادل الغازات
- ميكانيكية التنفس
- مرحلة ارتخاء العضلات
- ميكانيكية التنفس في الأوضاع المختلفة للجسم
- العضلات العاملة أثناء التنفس العميق
- مرحلة الشهيق
- مرحلة الزفير
- تجربة عملية لتوضيح الية التنفس
- العوامل الأخرى المؤثرة في عملية التنفس
- المستقبلات المكتسبة من التدريب
- المتغيرات الفسيولوجية للجهاز التنفسي
- السعة الحيوية
- التهوية الرئوية
- عوامل تؤثر علي التهوية الرئوية
- معامل التهوية الرئوية لاستهلاك الأكسجين
- الحد الأقصى لاستهلاك الأكسجين
- علامات الوصول إلي الحد الأقصى لاستهلاك الأكسجين



شكل يوضح العضلات العاملة في التنفس

العضلات بين الأضلاع The intercostals

وهي عبارة عن مجموعتين من الألياف العضلية والوتدية تشغل المسافة بين كل ضلعين متجاورين وتنقسم هذه العضلات إلى :-

1- العضلات بين الأضلاع الخارجية :

وعددها إحدى عشرة عضلة على كل جانب من القفص الصدري وتتصل بحدية الضلع من الخلف حتى قرب اتصاله بغضروفه من الأمام ليكملها الغشاء بين الأضلاع الأمامي الذي يستمر للأمام حتى عظم القص وتنشأ كل عضلة من الحرف السفلي للضلع لتتدعم في الحرف العلوي للضلع الذي أسفله الألياف العضلية مائلة إلى اسفل والأمام والإنسية.

2- العضلات بين الأضلاع الداخلية :

وعددها أيضا إحدى عشرة عضلة على كل جانب من القفص الصدري وتتصل بعظم القص من الأسفل في المسافة بين اتصال غضاريف الأضلاع الحقيقية وتمتد إلى الخلف حتى زاوية الضلع حيث يكملها غشاء ليفي هو الغشاء بين الأضلاع الخلفي وتنشأ كل

عضلة من قاع ميزاب الضلع وكذلك غضروفه لتندغم في الحافة العليا للضلع الذي تحتها وتتجه الألياف العضلية بميل وكنها عمودية بالنسبة للعضلات بين الأضلاع الخارجية.

عمل العضلات بين الأضلاع

1- تحفظ هذه العضلات الأعضاء الداخلية في التجويف الصدري وتقيها من المؤثرات الخارجية.
2- هي دعامة قوية للمسافة بين الأضلاع أثناء عملية التنفس.
3- كما تعمل هذه العضلات على رفع الأضلاع وجذبها إلى الخارج وبذلك يتسع تجويف القفص الصدري أي تساعد في عملية الشهيق في التنفس

عضلة الحجاب الحاجز The diaphragm

وهي عضلة قوية تفصل بين التجويف البطني والصدري وتحجب هذا عن الأخر ولذلك سميت بالحجاب إذ تكون حاجزا عضليا ليفيا بينهما وهي أهم عضلات التنفس مقعرة الشكل من اسفل ومحدبة من أعلى وتكون ما يشبه بالقبة جزؤها الطرفي يتكون من ألياف عضلة تتصل بمخرج القفص الصدري وهي عبارة عن منشأ العضلة أما الجزء المركزي فهو عبارة عن صفاق ليفي تندغم فيه الألياف العضلية.

- **المنشأ** : تنقسم الألياف العضلية من حيث المنشأ إلى ثلاثة أقسام حسب منشئها وهي جزء من عظم القص وأخر غضاريف الأضلاع وجزء ثالث من العمود الفقري.

(ا) الجزء من عظم القص : ينشأ من السطح الخلفي للنتوء الخنجري بواسطة مجموعتين من الألياف العضلية الوتدية.

(ب) **الجزء من غضاريف الأضلاع** : وينشأ من السطح الداخلي لغضاريف الأضلاع الستة السفلي والجزء المجاور لها من الأضلاع على كل جانبين وتتداخل هذه الألياف مع ألياف العضلة البطنية المستعرضة.

(ج) **الجزء من العمود الفقري** : وتنشأ من نسيج ليفي عضلي مكونا جزأين أو قائمتين :—

القائمة اليمنى : وهي اكبر وأطول من اليسرى وتنشأ من السطح الأمامي للفقرات القطنية العليا والأقراص الغضروفية بينها.

القائمة اليسرى : وتنشأ من السطح الأمامي للفقرتين القطنيتين الأولى والثانية والقرص الغضروفي بينهما.

ويربط بين القائمتين رباط ليفي يسمى بالرباط المقوس المتوسط ويوجد على كل جانب ما يسمى بالرباط المقوس الإنسي والوحشي فالرباط المقوس الإنسي عبارة عن رباط على هيئة قوس يتصل من الإنسية بالجزء الوحشي من القائمة اليمنى أو اليسرى حسب موضعه وبجسم الفقرة القطنية الأولى أو الثانية.

ومن الوحشية فأنه مثبت بالنتوء المستعرض للفقرة القطنية الأولى من الأمام ويظهر الجزء العلوي من العضلة الابسواسية الكبرى تحت هذا الرباط.

أما الرباط المقوس الوحشي فهو عبارة عن جزء سميك من الغشاء الليفي الذي يغطي العضلة القطنية المربعة ويتصل من الإنسية بالجزء الأمامي للنتوء المستعرض للفقرة الأولى ومن الوحشية يتصل بالحافة السفلية للضلع الأخير.

- **الاندغام** : يوجد بعضلة الحجاب الحاجز ثلاث فتحات هامة تمر بها الأوعية الدموية والليمفاوية وكذلك الأعصاب المارة من الصدر إلى البطن وبالعكس وهي :

1- فتحة لمرور الأورطى البطني والقناة الليمفاوية وهي اكبر الفتحات وتوجد وسط الحجاب الحاجز تقريبا (إلى اليسار قليلا من الخط المتوسط) وتقابل الحافة السفلي للفقرة الظهرية الأخيرة.

2- فتحة لمرور الوريد الأجوف السفلي مع فروع العصب الأيمن للحجاب الحاجز وتوجد هذه الفتحة وسط الصفاق إلى اليمين مقابلة للحرف السفلي للفقرة الثامنة الظهرية وهذه الفتحة لا تتأثر بانقباض وحركة عضلة الحجاب الحاجز حتى لا تؤثر على مرور الدم في الوريد الأجوف السفلي.

3- الفتحة الثالثة توجد وسط الجزء العضلي للحجاب الحاجز مقابل الفقرة الظهرية العاشرة وهي بيضاوية الشكل يمر بها المريء والعصب الحائر الأيمن والأيسر وفروع المريء من الشريان المعدي الأيسر.

عصب العضلة

1- يسمى باسمها عصب الحجاب الحاجز.

2- من الأعصاب بين الأضلاع الستة السفلي.

عمل العضلة

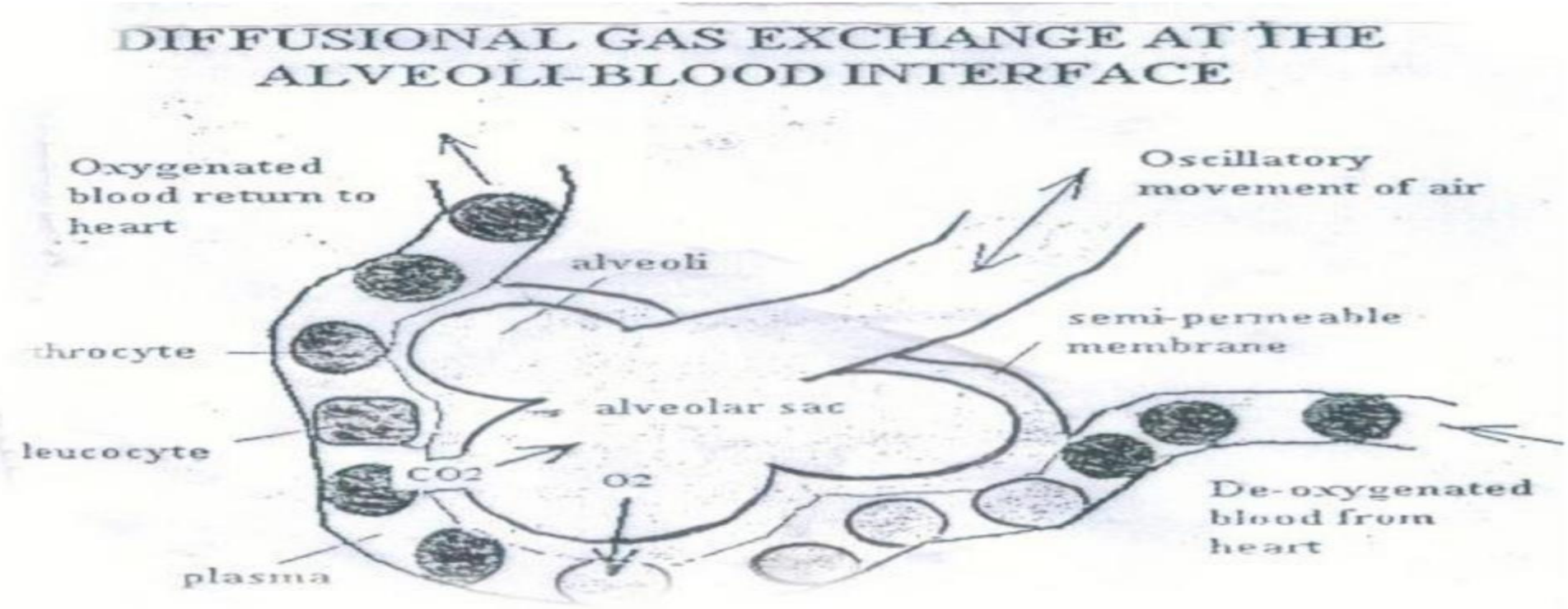
1- عضلة الحجاب الحاجز هي العضلة الأساسية في عملية التنفس.

2- تساعد العضلة في عملية السعال والعطس والضحك والبكاء والقيء حيث تحتاج هذه الحركات إلى انقباض عضلة الحجاب الحاجز وزيادة الضغط على تجويف البطن.

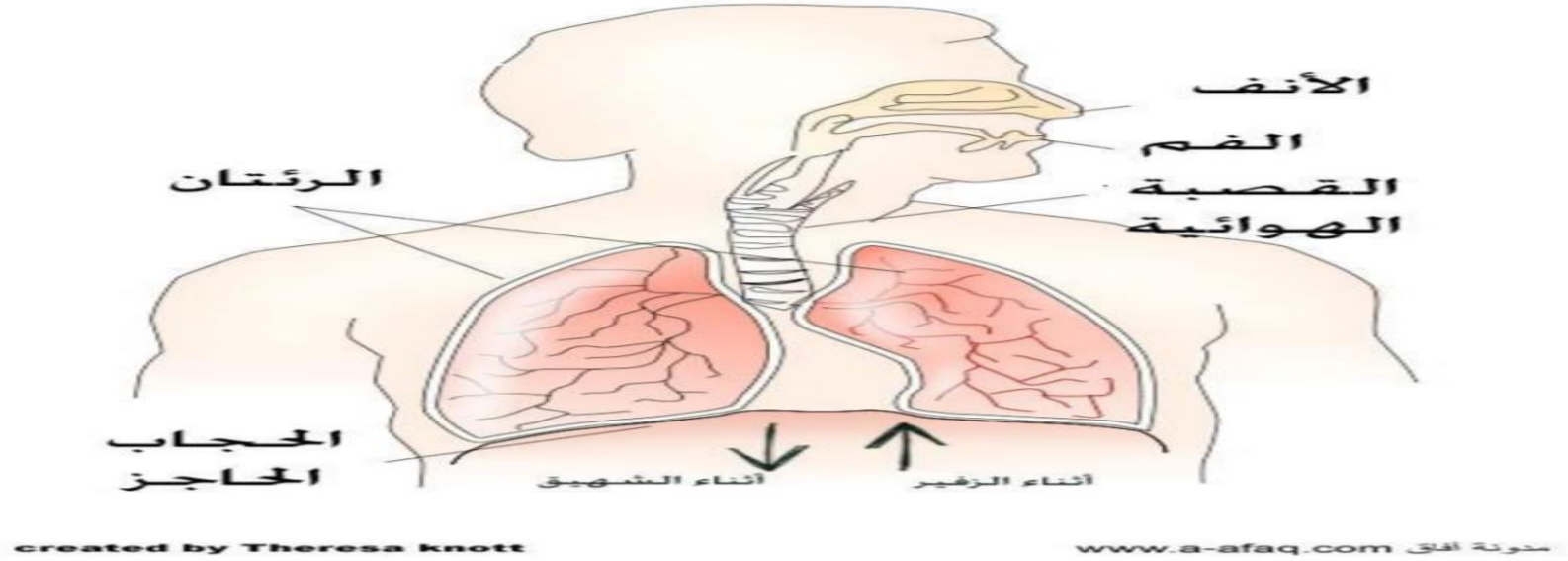
3- تساعد في عملية التبول والتبرز والولادة وذلك بزيادة الضغط الداخلي في البطن فتسهل هذه العمليات.

عملية تبادل الغازات Gas exchange

تتم هذه العملية بين الحويصلات الهوائية وعند الغشاء المتكون بين التقاء طبقة الغشاء الرقيق للحويصلات الهوائية وطبقة الغشاء الرقيق للشرايين والأوردة وهذا الغشاء يسمى بغشاء التنفس Repiratoty membran وهذا النوع من الأغشية بسيط يسهل عملية التبادل ما بين غازي الأكسجين وثاني أكسيد الكربون.



شكل يوضح عملية تبادل الغازات



شكل يوضح الحجاب الحاجز

ميكانيكية التنفس Mechanism of repiration

مرحلة انقباض عضلات التنفس Muscle contraction

أثناء الشهيق الهادئ تنقبض عضلة الحجاب الحاجز والعضلات بين الأضلاع الخارجية External intercostals .m مما يزيد من حجم القفص الصدري وهذا يقلل الضغط داخل التجويف الصدري والرئتين فينتقل الهواء من خارج الجسم إلى الرئتين.

مرحلة ارتخاء العضلات Muscle relaxation

عملية الزفير الهادئ عملية سلبية وفيها ترتخي العضلات بين الأضلاع الخارجية وعضلة الحجاب الحاجز لتصبح في حالة راحة بعد الانقباض ضاغطة على جدار الصدر والرئتين المرنة إلى الداخل مما

يقلل من حجم القفص الصدري فيرتفع الضغط ويندفع الهواء إلى خارج الجسم.

ميكانيكية التنفس في الأوضاع المختلفة للجسم

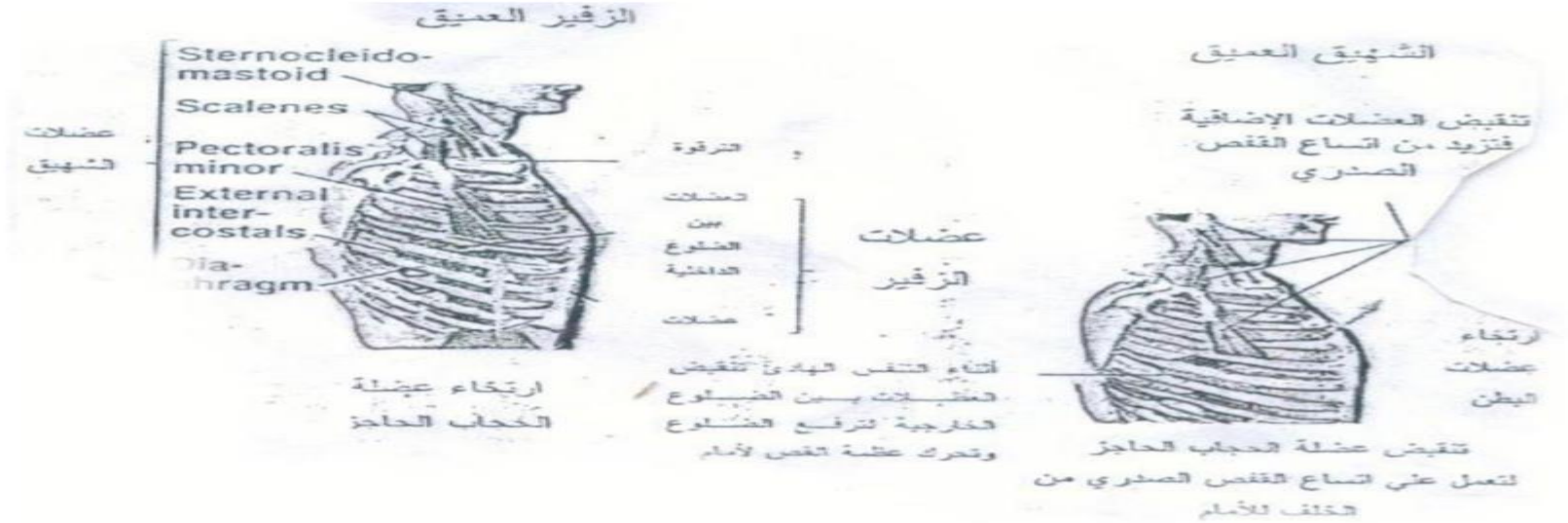
ذهبت تحليلات العلماء إلى أن هناك نوعان من التنفس من الناحية الميكانيكية التنفس الصدري الذي يتحرك فيه عظم القص والضلوع والتنفس البطني وفيه يتحرك الحجاب الحاجز إلى اسفل فيندفع جدار البطن إلى الأمام وبذلك يزداد الضغط داخل التجويف البطني.

أثناء بسط العمود الفقري (الانحناء للخلف) يحدث إطالة في عضلات جدار البطن الأمامية وتتثبت الضلوع السفلي ويثبت عظم القص فتقل سعة القفص الصدري الأمامي الخلفي وهذا يؤدي إلى صعوبة في التنفس.

أما أثناء ثني الجذع (الانحناء للأمام) تبتعد الفقرات القطنية عن جدار البطن ويتحرك القسم السفلي لعظم القص إلى الخلف وتقترب الغضاريف الضلعية والضلوع من بعضها من الأمام وتتحد حركتها فيؤدي ذلك إلى صعوبة في التنفس لنقصان سعة القفص الصدري.

العضلات العاملة أثناء التنفس العميق

Muscles of deep breathing



شكل يوضح العضلات العاملة أثناء التنفس العميق

التنفس العميق يزيد من عدد العضلات العاملة أثناء عملية التنفس وتسمى العضلات الزائدة بالعضلات المساعدة فعي تساعد على زيادة حجم التجويف الصدري في كل من عمليتي الشهيق والزفير وهم كآلاتي:-

مرحلة الشهيق

1- العضلة الترقوية Sternocleidomastoid
2- العضلة العنقية Scalene
3- العضلات بين الضلوع الخارجية External intercrostals musle
4- الحجاب الحاجز Diaphragm

مرحلة الزفير

1- العضلات بين الضلوع الداخلية Intercostals muscle
2- العضلات البطنية المائلة الخارجية External oblique

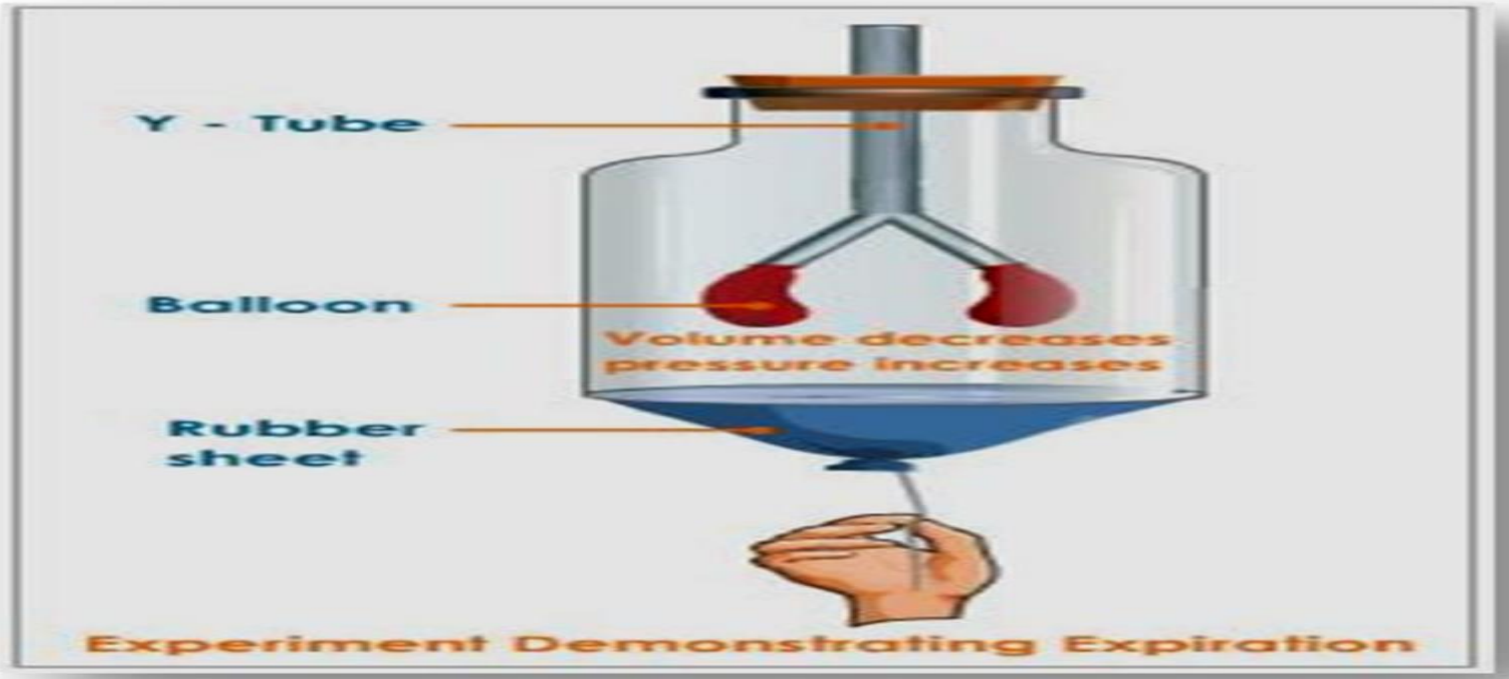
3- العضلات المستقيمة البطنية Rectus abdominal

4- العضلات البطنية المائلة الداخلية Internal oblique

5- العضلات البطنية المستعرضة Transverse abdomens

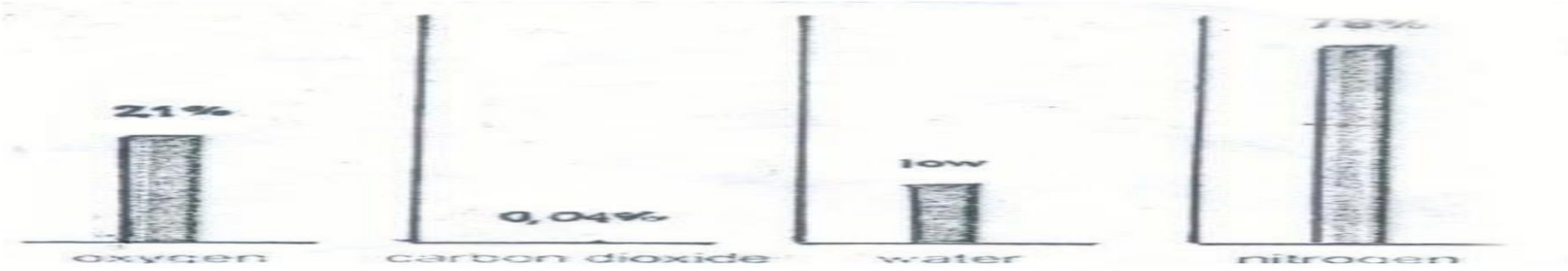
تجربة عملية لتوضيح الية التنفس

- أحضر زجاجة من البلاستيك ، وقص قاعدتها ، وثبّت عليها قطعة رقيقة من المطاط (من بالونة)، وسد فوهة الزجاجة بسدادة من المطاط أو الفلين تنفذ منها أنبوبة من البلاستيك مثبت على نهايتها التي داخل الزجاجة بالونة صغيرة ، لاحظ هنا ما يلي :
- البالونة الصغيرة داخل الزجاجة تمثل إحدى الرئتين .
- الزجاجة تمثل القفص الصدري .
- قطعة البالونة المثبتة على قاعدتها تمثل الحجاب الحاجز.
- اسحب قطعة المطاط التي تمثل الحجاب الحاجز إلى أسفل.
- هل تلاحظ انتفاخ البالونة الداخلية ؟
- اترك قطعة المطاط حرة.
- هل تلاحظ انكماش البالونة الداخلية ؟
- كرر العمل السابق عدة مرات لتتعرف آلية التنفس وعمليتي الشهيق والزفير



شكل يوضح التجربة

محتويات الهواء الجوى



شكل يوضح محتويات الهواء الجوي

1- الأكسجين ويمثل 20.9 % من حجم الهواء داخل الغلاف الجوى.

2- ثاني أكسيد الكربون ويمثل 0.04 % من حجم الهواء داخل الغلاف الجوي.

3- النتروجين ويمثل 78.6 % من حجم الهواء داخل الغلاف الجوي.

4- بخار الماء ويمثل 0.46 % من حجم الهواء داخل الغلاف الجوي وكل من هذه الغازات يشارك بجزء من الضغط يتناسب طرديا مع نسبة حجمه داخل الغلاف الجوي وان الضغط الناتج عن مجموع هذه الضغوط يساوي الضغط الجوي.

العوامل الأخرى المؤثرة في عملية التنفس

1- الألم والانفعالات Pain and emotion

مثل الخوف والتوتر والعديد من الانفعالات الأخرى كالضحك والبكاء وتؤثر منطقة الهيبوثلامس Hypothalamus والتي تستثير أو تمنع مراكز التنفس.

2- التلوث Pulmonary irritants

التدخين والتلوث البيئي وزيادة إفراز المخاط أثناء العدوى وكل هذا يثير المستقبلات الموجودة بداخل القنوات التنفسية وهذا يؤدي إلى ردود أفعال حمائية مثل الكحة والعطس والتي بدورها تقوم بالتخلص من هذه المثيرات من الممرات الهوائية.

3- التحكم اللاإرادي لعملية التنفس Voluntary control

المنطقة المسئولة عن إرسال هذه الإشارات العصبية هي الغشاء المخي Cerebral cortex وعن طريق هذه الإشارات العصبية يمكننا التحكم في معدل وعمق التنفس حيث تقوم المستقبلات الكيميائية بالهيمنة على العملية التنفسية من حيث السيطرة الواعية لدفع عملية التنفس.

4- الامتلاء الزائد للرئتين Lung hyper inflations

يثير المستقبلات الحسية الموجودة في الغشاء البلوري والممرات الهوائية فترسل إشارات مانعة لمركز الشهيق في المخ Aspiratory center أثناء التنفس العميق الزائد لحماية الرئتين من التمدد الزائد وهذه الظاهرة تسمى رد فعل الامتلاء The inflation reflex.

5- عملية التنفس أثناء التدريب Exercise and ventilation

عملية التنفس تزداد في التدريبات عالية الشدة من حيث العمق والمعدل وان ضغط الأوكسجين وضغط ثاني أكسيد الكربون لا يلعبا دور هام أثناء التدريب وهناك عدة عوامل أخرى تؤثر في عملية التنفس أثناء التدريب وهي:-

1- المستقبلات المكتسبة من التدريب.
2- المستقبلات العضلات والمفاصل التي تزيد من درجة حرارة الجسم.
3- هرمون الأشقرين والاسقبرين ومعدل تغير Ph بسبب وجود حمض اللاكتيك في الدم.

المستقبلات المكتسبة من التدريب Learned responses

1- يزداد عمق ومعدل التنفس في خلال ثواني من بدء التدريب فيحدث إثارة للوحدات العصبية الحركية الموجودة بالمخ والتي تقوم أيضا بإثارة العضلات للحركة ومراكز التنفس لارتفاع معدل وعمق التنفس.
2- مستقبلات العضلات والمفاصل التي تسبب ارتفاع درجة حرارة الجسم ايضا تقوم باستثارة المراكز التنفسية في المخ.

3- تقوم الغدة النخامية في منطقة Medulla بإفراز هرمون الابنفرين Epinephrine والنورابنفرين Nor epinephrine واللذان يقومان باستثارة مراكز التنفس وأيضا ارتفاع حموضة الدم لوجود حمض اللاكتيك ويقوم أيضا باستثارة مراكز التنفس.

مما سبق عرضه من فسيولوجيا وميكانيكية التنفس وتكيف أعضاء الجهاز التنفسي للقيام بهذه المنظومة الحركية والكيميائية والكهرومغناطيسية ومدى ارتباط هذه العوامل لتدعيم عملية التنفس العميق فهي واضحة في تركيب هذه الأعضاء.

إن التنفس العميق هو كل العمليات الحيوية التي تحدث أثناء عملية التنفس بشكل صحيح وتكرار ذلك في دورة سليمة يؤدي إلى رفع كفاءة الأجهزة التي تقوم بهذه العمليات وهذا الاستنتاج النظري يدعم الاستنتاج التجريبي لهذا البحث.

المتغيرات الفسيولوجية للجهاز التنفسى
Physiological Variables of respiratory Systems

تعتمد القياسات الفسيولوجية للجهاز التنفسى على قياسات السعات والأحجام التنفسية وقوة عضلات التنفس وجميع هذة القياسات تكشف عن سلامة الجهاز التنفسى ومن أهم القياسات التى تعبر عن حالة الوظيفية للجهاز التنفسى ونتائجها مهمه فى تحديد الكفاءة البدنية حيث يعتبر كلا من (السعة الحيوية والحد الأقصى لإستهلاك الأكسوجين والتهوية الرئوية) من أهم المؤشرات للدلالة على معدل اللياقة البدنية وكفاءة الرئتين .

السعة الحيوية VITAL CAPACITY

"السعة الحيوية من القياسات الهامة للتعرف على مدى ما يتمتع بة الفرد من إستعداد بدنى وتعرف السعة الحيوية بأنها كمية الهواء التى يمكن طردها بأقصى زفير بعد أقصى شهيق وهى تعادل 3500سم 3 فى الرجل العادى بينما تزيد لدى الفرد الرياضى "

"كما تلعب السعة الحيوية دور هام حيث أنها تعبر عن الكفاءة التنفسية وكفاءة وظائف الرئتين للأفراد وهى توضح للمدرب الرياضى إلى حد كبير إمكانية اللاعب الفسيولوجية حيث أن معظم اللاعبين الذين يتمتعون بسعة حيوية عالية يكونوا مؤهلين للوصول إلى مستوى عالى ويحرزون تقدما ملموسا فى الأنشطة الرياضية وخاصة فى الأنشطة التى تلعب فيها التنفس دور هام "

تعريف السعة الحيوية : Definition of vital capacity

يعرف **بهاء الدين سلامة (2000)** السعة الحيوية "بأنها قدرة الفرد على أخذ أكبر قدر ممكن من الهواء فى شهيق واحد ثم طرد هذا الهواء فى أقصى زفير"

كما يعرفها **محمد صبحى عبد الحميد (1998)** "بأنها هى أكبر حجم من الهواء للفرد متوسط الصحة والذى يستطيع أن يقوم بة بعد نهاية أقصى شهيق أو زفير وهى تعتمد على العمر والسن والجنس والطول ".)

كما يعرفها **محمد صبحى عبد الحميد نقلا كرمرو comroe** بأنها أقصى حجم ممكن طردة من عملية الزفير بعد أقصى شهيق ممكن

وعرفها **محمد صبحى عبد الحميد نقلا كاربوفيتش Karpovich** "بأنها كمية الهواء التى يخرجها الإنسان من رئتية بالقوة بعد أعمق تنفس ممكن ولهذا فهى تحتوى على فائض من هواء الشهيق والزفير **tidalair** "

يذكر **ميكنيك (1990) Mekinenk** إن مقدار السعة الحيوية يعكس سلامة أجهزة التنفس وتوضح الحالة التدريبية للفرد .

ويذكر كلا من **محمد حسن علاوى وأبو العلا أحمد عبد الفتاح(2000)** أن السعة الحيوية تساوى مجموع حجم إحتياطي الشهيق بالإضافة إلى هواء إحتياطى الزفير وهذة السعة تعبر عن أكبر حجم للهواء يستطيع الإنسان أن يخرجة بحد أقصى شهيق وهى عادة حوالى 4600 ملليمتر .

كما تشكل السعة الحيوية للفرد من مجموع حجم هواء التنفس(V.T) والذى يمثل نسبة مئوية تقدر 12 ٪ بالإضافة إلى إحتياطى هواء الشهيق L.R.V والذى يمثل نسبة 55٪ بالإضافة إلى إحتياطى هواء الزفير والذى يمثل نسبة 33٪ وهى نسب مئوية تمثل الحجم الكلي للسعة الحيوية V.C للأفراد والأصحاء والتى تشكل نسبة 79٪ من السعة الرئوية العامه.

التهوية الرئوية Pulmonary ventilation

ويطلق عليها (التنفس الخارجى) ، وتعنى عملية تبادل الغازات من الحويصلات الهوائية ، والبيئة الخارجية ، وهى عملية تنظيمية يتم فيها دخول وخروج الهواء الجوى والحويصلات الهوائية نتيجة تغير بحجم القفص الصدرى ، وما ينتج عن ذلك من إختلاف ضغط الهواء بين الهواء الجوى والرئتين .والتهوية الرئوية عملية مستمرة متكررة بإستمرار حياة الفرد وذلك بمعاونة العمل العضلى اللإرادى للحجاب الحاجز وعضلات مابين الضلوع.

عوامل تؤثر على التهوية الرئوية

Factors affecting the Pulmonary ventilation

ترتبط بأحجام الجسم البشرى وطبيعة النشاط البدنى وإستهلاك الطاقة حيث .

- تختلف مابين الذكور والإناث .
- تزداد بزيادة حدة المجهود البدنى وإستهلاك الطاقة .
- تزداد التهوية الرئوية اللإرادية بدرجة أكبر عند الإقتراب من مستوى الحد الأقصى لإستهلاك الأكسوجين (VO2MAX)0
- ترتبط التهوية الرئوية بزيادة عدد مرات التنفس والتى تصل عدة حتى 40 مرة فى الدقيقة مع أقصى عمق للتنفس وبأقصى درجة خلال فترة زمنية محددة والتى تصل عادة إلى (15 ثانية)0
- ترتبط التهوية الرئوية أيضا بمقدار حجم الرئتين وقوة عضلات التنفس ومدى المطاطية للرئتين والقفص الصدرى ومدى مقاومة الهواء فى الممرات الهوائية ، وأوضاع الجسم أثناء الأداء الحركى .
- والعوامل التى تؤثر على مدى مقاومة سريان الهواء فى الممرات الهوائية كالتدخين والحالات المرضية وضغط الأحشاء الداخلية على الحجاب الحاجز .

معامل التهوية الرئوية لإستهلاك الأكسوجين :

Ventiatory Equivalent

هو مقياس لكفاءة الوظائف التنفسية ، ولتقيم كفاءة التهوية الرئوية بالنسبة لإستهلاك الأكسوجين وهو يمثل تناسب حجم التهوية الرئوية بالنسبة لسرعة إستهلاك الأكسوجين بمعنى كمية الهواء اللازمة للرئتين لكى يستخلص الجسم منها لتر واحد أكسجين حيث :

يعبر مكافئ التهوية الرئوية عن (كفاءة عملية تبادل الغازات من الهواء الموجود فى الحويصلات الهوائية) وهى العملية التى يتم فيها إنتقال أكسجين الحويصلات الهوائية إلى الدم وانتقال ثانى أكسيد الكربون من الدم إلى الحويصلات ويلاحظ أن هواء الحويصلات تحتوى على اقل نسبة من الأكسوجين نتيجة طبيعة لإنتقال الأكسوجين إلى الدم مع زيادة نسبة ثانى أكسيد الكربون نتيجة أنتقاله من الدم إلى الحويصلات

وتتم عملية تبادل الغازات من الحويصلات والدم نتيجة لإختلاف الضغط الجزئى للغازات عن توترها فى الأنسجة (صورة لوصف الغازات عندما يكون فى حالة زائبة) حيث ينتقل الغاز من الجانب الأعلى ضغطا إلى الجانب الأقل ضغطا حيث يبلغ ضغط الأكسوجين فى الحويصلات حوالى 102 مم/زئبق بينما توتر الأكسوجين فى الدم 47 مم/زئبق بينما يقل فى الحويصلات إلى حوالى 40مم/زئبق وهى العملية التى تسمح بإنتقال الأكسوجين فى الدم والتخلص من ثانى أكسيد الكربون من الدم إلى الحويصلات

"ويرى **محمد صبحى عبد الحميد (1998)** نقلا عن **سيورن sour** بأن معامل التهوية الرئوية لإستهلاك الأكسوجين لدى الأفراد المدربين يكون ذو علاقة خطية طبيعية وقد يزيد بدرجة مقبولة عن الحد الأعلى للقيم الطبيعية (الفرضية) بصورة تصاعدية وبمعدل مقبول فى هذة الزيارة بينما تكون هذة الزيادة لغير المدربين كبيرة تفوق الحد الأعلى للقيم الطبيعية بدرجات عالية خلال الحمل البدنى بل تفقد هذة العلاقة الطردية ويظهر بوضوح الإختلاف فى هذة القيم إما تصاعديا أو تناقصيا "

الحد الأقصى لإستهلاك الأكسوجين
MAXIMAL OXGYEN UPTAVZE VO2MAX

الحد الأقصى لإستهلاك الأكسوجين إحدى الوسائل لتقويم الكفاءة البدنية ، فهو يمثل أقصى حجم للأكسجين المستهلك باللتر أو المليلتر فى الدقيقة وهو يمثل نظريا الفرق بين حجم أكسجين هواء الشهيق وحجم أكسجين هواء الزفير .

VO2 = O2 INTAKE – O2 UPTAKE

ويعرف **أبو العلا أحمدعبد الفتاح (1998)** الحد الأقصى لإستهلاك الأكسوجين" بأنة هو أقصى حجم للأكسجين المستهلك باللتر أو المللى لتر فى الدقيقة"

ويذكر **بهاء الدين سلامة (1994)** إن الحد الأقصى لإستهلاك الأكسوجين" هو أقصى حجم للأكسجين المستهلك باللتر فى الدقيقة وهو يعبر عن الحد الأقصى المطلق لاستهلاك الأكسوجين بعدد اللترات المستهلكة من الأكسوجين فى الدقيقة بينما يعبر عن الحد الأقصى النسبي لإستهلاك الأكسوجين بعدد الملليترات / وزن الجسم / كيلوجرام "

ويتم قياس الحد الأقصى لإستهلاك الأكسوجين بطريقتين هما الطريقة المباشرة والطريقة الغير مباشرة وتعنى الطريقة المباشرة تحليل هواء الزفير من اللاعب مباشرة وذلك عن طريق أجهزة خاصة للتعرف على نسبة أستهلاك الأكسوجين وتعنى الطريقة غير المباشرة قياس النبض وتقدير إستهلاك الأكسوجين بواسطة معادلات ويقدر أقصى إستهلاك للأكسجين فى الرجل البالغ حوالى 3.5 لتر كل دقيقة وللسيدات حوالى 2.9 لتر كل دقيقة

١

عوامل تؤثر على الحد الأقصى لإستهلاك الأكسوجين

Factors affecting the maximum oxygen consumption

_ طبيعه النشاط

- نسبة حجم العضلات المشتركة فى العمل العضلى حيث يصل اللاعب إلى الحد الأقصى إلا إذا أشتركت 50 ٪ من عضلات الجسم
- شدة الحمل البدنى مع الإستمرار والدوام فيه
- وضع الجسم حيث يزيد إستهلاك الأكسوجين فى الوضع الرأسى للجسم عنة فى الوضع الأفقى
- سلامة الفرد من الأمراض والإصابات المزمنة
- مستوى التدريب وكفاءة البدن
- العمر والجنس وحجم الجسم وزمن الجهد البدنى

علامات الوصول للحد الأقصى لإستهلاك الأكسوجين

- عدم زيادة إستهلاك الأكسوجين عند زيادة شدة الحمل
- زيادة ضربات القلب عن 180 ضربة فى الدقيقة
- زيادة عدد مرات التنفس لدرجة لا يستطيع الفرد معها الإستمرار فى الأداء
- زيادة تركيز حامض اللاكتيك عن 80 مليجرام ٪ .