جامعة الشهيد مصطفى بن بولعيد – باتنة 2–

معهد العلوم وتقنيات النشاطات البدنية والرياضية

قسم التدريب الرياضي

محـــــــاضرات خاصة بـــ مقياس :

فسيولوجيا الجهد البدني

موجهة لطلبة السنة الثانية تخصص تدريب رياضي تنافسي

إعداد الدكتور : مـــوهـــوبي عيســـــــــى

السداسي الرابع

للسنة الجامعية : 2017/2016

ISTAPS UNIV-BATNA 2

كتب العماد الأصفهاني :

" إني رأيت أنه لا يكتب إنسان كتابا في يوم إلا وقال في غيره لو غير هذا لكان أحسن ولو زيد كذا لكان يستحسن ، ولو قدم هذا لكان أفضل ، ولو ترك هذا لكان أجمل وهذا من أعظم العبر ، وهو دليل استيلاء النقص على جملة البشر ".

ISTAPS UNIV-BATNA 2

قائمة المحتويات

مقدمة

- المحاضرة الاولى : مدخل لـ فسيولوجيا الجهد البدني.....ص 03
- المحاضرة الثانية : المصطلحات الأساسية في فسيولوجيا الجهد البدني.....ص 05
- المحاضرة الثالثة : الجهاز العضلي والجهد البدني.....ص 08
- المحاضرة الرابعة : الجهاز الدوري والجهد البدني..... ص 13
- المحاضرة الخامسة : الجهاز التنفسي و الجهد البدني... .....ص 21
- المحاضرة السادسة : الجهاز العصبي و الجهد البدني.....ص 28
- المحاضرة السابعة : الجهاز الغددي والجهد البدني.....ص 32
- المحاضرة الثامنة : المرتفعات والجهد البدني .....ص 36
- المحاضرة التاسعة : أنظمة إنتاج الطاقة. . .....ص 41
- المحاضرة العاشرة : الاستهلاك الأقصى للأكسجين (VO_2 max) .....ص 47
- المحاضرة الحادية عشر : الاختبارات الميدانية والمخبرية الهوائية. . . . . .ص 54
- المحاضرة الثانية عشر : الاختبارات الميدانية والمخبرية واللاهوائية.....ص 65
- المراجع .

ISTAPS UNIV-BATNA 2

معهد علوم وتقنيات النشاطات البدنية والرياضية : قسم التدريب الرياضي :

المادة : فسيولوجيا الجهد البدني المحاضرة رقم 1

– مدخل لـ فسيولوجيا الجهد البدني :

فسيولوجيا الجهد البدني علم انبثق من علم الفسيولوجيا الذي يهتم بدراسة وظائف أعضاء الجسم على المستوى الجهازي والنسيجي والخلوي ؛ وتعرف فسيولوجيا الجهد البدني بأنها العلم الذي يبحث في **استجابة وظائف أجهزة الجسم المختلفة للجهد البدني،وتكيفها للتدريب أي** هو العلم الذي يتناول دراسة استجابة **(Response)** وظائف أعضاء الجسم وتكيفها **(Adaptation)** لكل من الجهد البدني والتدريب ، كما يتناول التقصي العلمي للعوامل الفسيولوجية والكيميوحيوية المؤثرة عل الأداء البدني ويتفرع منه علم آخر يسمي فسيولوجيا الجهد البدني الإكلينيكي الذي يتناول دراسة التأثيرات الفسيولوجية والصحية من جراء ممارسة النشاط البدني على الإنسان في الصحة والمرض.

– **المجالات التطبيقية لفسيولوجيا الجهد البدني** : شملت ما يلي :

– **المجال الصحي**: يهتم بدراسة تأثير النشاط البدني على الصحة العضوية والنفسية وتنمية عناصر اللياقة البدنية المعززة للصحة .

– **المجال الإكلينيكي العيادي** : يهتم بدراسة تأثير الوقائية والعلاج والتأهيل بالنشاط البدني والتدريب المنتظم على العديد من الأمراض واستخدام اختبارات الجهد البدني في الكشف على الحالات المرضية المختلفة .

– **المجال الرياضي** : يهتم بدراسة درجة تأثير العوامل الفسيولوجية المرتبطة بالأداء البدني والمؤثرة عليه في شتى الظروف البيئية وإجراء التقويم الفسيولوجي للرياضيين بغرض مراقبة التحسن الحاصل في أداءهم الرياضي.

– **مجال الطاقة والتغذية** : يهتم بالبحث في مصادر الطاقة الضرورية للنشاط الجسم وتبيان نسبة وزمن استخدامها وأهميتها حسب نوع النشاط الهوائي و اللاهوائي ، ومن ثم التحكم في برنامج التغذية الرياضية السليمة الضرورية للرياضي قبل وأثناء ،وبعد الجهد البدني حيث أن الأخطاء في اختيار الوجبات الغذائية المناسبة في الوقت المناسب يؤدي إلى خلل في النظام الطاقوي الذي ينعكس بدوره على المردود والنتيجة .

– **أهمية الفسيولوجيا في التدريب الرياضي**:فسيولوجيا التدريب الرياضي يهتم بدراسة التغيرات الفسيولوجية التي تحدث أثناء التدريب بهدف استكشاف التأثير المباشر من جهة والتأثير البعيد المدى من جهة أخرى والذي تحدثه التمرينات البدنية بشكل عام على وظائف أجهزة الجسم المختلفة مثل (الجهاز العضلي الجهاز العصبي، الجهاز الدوري.....الخ

إن التدريب لمرة واحدة يحدث ردود أفعال للأجهزة الوظيفية نتيجة هذا النشاط ومن ثم يحدث ما يسمى ((بالاستجابة)) وهذا يرتبط بالنقطة الأولى وهي عبارة عن **تغيرات مفاجئة مؤقتة** تحدث في وظائف أعضاء الجسم نتيجة للجهد

ISTAPS UNIV-BATNA 2

البدني الممارس لمرة واحدة ، هذه التغيرات تختفي وتزول بزوال الجهد ومنها ((زيادة معدل ضربات القلب ، ارتفاع ضغط الدم وخصوصاً الانقباضي ، زيادة عدد مرات التنفس)). أما إذا كانت مزاولة النشاط البدني لعدة مرات فإن هذه التغيرات الفسيولوجية تحدث لدى الأجهزة الوظيفية وتستمر بالتطور إلى أن تصبح **حالة تكيف** لهذه الأجهزة على الحالة الوظيفية الجديدة وهذا ما يطلق عليه المصطلح الفسيولوجي

((التكيف)) وتشمل تغيرات وظيفية وبنائية مثل: (نقص عدد ضربات القلب وقت الراحة، زيادة حجم الضربة زيادة حجم الناتج القلبي ، قدرة القلب على ضخ أكبر كمية من الدم إلى العضلات العاملة أثناء الجهد مع الاقتصاد في صرف الطاقة)) ، فضلاً عن تكيف الجهاز العصبي .

– **تعريف التكيف و مفاهيم خاطئة في مفهوم التكيف** :هو تغيرات وظيفية و بنائية نتيجة التدريب بحيث تمكن هذه التغيرات الجسم من الاستجابة لأداء الحمل البدني بسهولة أكثر.

– **التكيف**: تغير أو أكثر في البناء أو الوظيفة تحدث بصفة خاصة كنتيجة لتكرار مجموعات من التمرينات البدنية. ويقصد بالتكيف التغيرات الوظيفية والعضوية التي تحدث في جسم الكائن الحي نتيجة لمتطلبات (أحمال) داخلية وخارجية حيث يعكس التكيف مدى صلاحية الأعضاء الداخلية لمواجهة المتطلبات ويعتبر التكيف أحد الأسس الهامة لعملية التدريب الرياضي.

– **مفاهيم خاطئة في مفهوم التكيف** :

– التدريب المكثف يؤدي إلي تقدم المستوى سريعاً .

– التكيفات الناتجة عن التدريب الرياضي تكون محصورة فقط في العضلات.

– **أنواع التكيف** : هناك نوعان من التكيف هما :

–**التكيف الوظيفي** : هو التكيف الذي يحدث في الأجهزة الوظيفية والذي يؤدي إلي تحسين كفاءة أدائها لوظائفها وهذه الأجهزة هي كل من الجهاز الدوري و التنفسي والعصبي والعضلي والغدد الصماء وكل من الجهاز الإخراجي والهضمي .

– **التكيف المورفولوجي** : وهو التكيف الذي يحدث في أحجام وأبعاد الأجهزة العضوية المشار إليها سلفاً .

– **العوامل المؤثرة في درجة التكيف** : هناك عاملان أساسيان يؤثران في درجة التكيف هما :

– الأحمال التدريبية التي يؤديها اللاعب .

– مرحلة النمو التي يمر بها اللاعب .

أهم التكيفات (التغيرات) الحادثة في الأجهزة الوظيفية داخل جسم اللاعب والناتجة عن التدريب الرياضي كما يلي :

– تحسن في وظائف القلب والدورة الدموية والتنفس وحجم الدم المدفوع .

– تحسن كفاءة الإثارة العصبية والعمل العضلي والأربطة والعظام .

– تحسن النشاط الهرموني والإنزيمي .

– زيادة مخزون إنتاج الطاقة في الخلايا العضلية.

IST APS UNIV-BATNA 2

المادة: فسيولوجيا الجهد البدني — المحاضرة رقم2

– المصطلحات الأساسية في فسيولوجيا الجهد البدني:

يتطلب الفهم الصحيح لعلم فسيولوجيا الجهد البدني معرفة وفهم مختلف المصطلحات المتداولة فيه والتي من أهمها:

– **النشاط البدني** : هو كل سلوك حركي يؤديه الفرد لغرض العمل أو الترويح أو العلاج أو الوقاية سواء كان عفويا أومقصودا .

– **الجهد البدني** : يعني كل نشاط بدني مبني على تخطيط مسبق وفق برنامج مضبوط ذو طابع بنيوي يؤدى بانتظام الغرض منه تنمية عنصر أو مختلف عناصر اللياقة البدنية والمحافظة عليها .

– **الاستجابة** : تعني التغيرات الآنية 'الحادة' التي تحدث لوظائف الجسم بعد القيام بجهد مثال:استجابة في ارتفاع نبضات القلب ثم العودة لحالتها بعد التوقف عن الجهد بمدة معينة، وزيادة وتيرة التنفس (عبارة عن ردود الأفعال التي تحدث في الأجهزة الداخلية (تغير في البناء أو الوظيفة) عند التدريب لمرة واحدة).

– **التكيف** : تغير في البناء أو الوظيفة كنتيجة لتكرار مجموعة من التمرينات البدنية ، يعني هذا المصطلح التغيرات الدائمة (المزمنة) لوظائف أعضاء الجسم .

– **النشاط البدني الهوائي** : نشاط معتدل الشدة يمكن للفرد الاستمرار في ممارسته بشكل متواصل لعدة دقائق دون ظهور علامات التعب ' وتيرة منتظمة و مستمرة ' مثل : المشي السريع ، الهرولة ،الجري الخفيف ركوب الدراجة الثابتة أو العادية ، السباحة ، نط الحبل و بعض الأنشطة الأخرى الجماعية مثل :كرة القدم ، كرة السلة الكرة الطائرة ، وكلمة "هوائي " إغريقية الأصل **وتعني استخدام الأوكسجين في عملية إنتاج الطاقة** اللازمة للعضلات العاملة وليس لها علاقة بالهواء الطلق كما يعتقد البعض وهذا النوع من النشاط له تأثير ايجابي على تنمية اللياقة القلبية التنفسية لدى الفرد .

– **النشاط البدني اللاهوائي** : نشاط بدني مرتفع الشدة ' شدة قصوى ' يقوم به الفرد لفترة قصيرة تدوم ثواني ، مصدر الطاقة فيه لاهوائي أي عدم استخدام الأوكسجين 'غياب (O2)، ومن تأثيراته الايجابية نمو الكتلة العضلية :"رفع الأثقال، دفع الجلة .

– **الاستهلاك الأقصى للأكسجين**: "القدرة الهوائية القصوى "يرمز له بالرمز (VO2 max) وهو أقصى قدرة للجسم على أخذ الأكسجين ونقله، ومن ثم استخلاصه من قبل الخلايا العاملة ،ويعد أحسن مؤشر فسيولوجي للإمكانية الوظيفية لدى الفرد ودليل جيد على لياقته البدنية .

– **الدين الأكسوجيني**:كمية الأوكسجين التي تستهلك خلال فترة الاستشفاء (الاسترجاع) بما يزيد عن كمية الأوكسجين التي تستهلك وقت الراحة .(كلما كان الجهد البدني عنيفا والشدة مرتفعة كان الدين الاوكسجيني مرتفعا) .

ISTAPS UNIV-BATNA 2

– **العجز الأوكسجيني** : هو الفرق بين ما يتطلبه الجهد البدني من أكسجين وما يستطيع الجسم توفيره من الأكسجين.

– **حجم التنفس** : هو حجم هواء الشهيق أو الزفير في دورة تنفسية واحدة ويصل في المتوسط أثناء الراحة إلى **500** مللتر ، وهو أيضاً حجم الهواء الذي يدخل الرئتين أثناء الشهيق ويغادرهما أثناء الزفير.

– **الكرياتين** :عبارة عن حمض نتروجيني عضوي موجود طبيعيا في الفقاريات ويساعد على تزويد العضلات بالطاقة (خاصة الحركات السريعة جداً)،فإن الجسم ينتجه من الأحماض الامينية في الكبد و الكلى و **95%** منه في العضلات الهيكلية. يساعد على الأداء البدني في الجهد البدني العنيف، من خلال تحسين المخزون من فوسفات الكرياتين.

– **أدينوسين** : جزئ يتكون من قاعدة أدينين متصلة بسكر ريبوزي.

– **أدينوسين ثنائي الفوسفات** : يعرف اختصاراً بـ **ADP** ، هو جزيء ناتج عن تحطم إحدى الروابط بين مجموعات الفوسفات في جزئ **ATP** وهي الرابطة بين المجموعة الثانية والثالثة. ويتكون من القاعدة النيتروجينية أدينين و سكر ريبوزي ومجموعتي فوسفات ؛ وعندما يكتسب جزيء **ADP** طاقة يتحول إلى **ATP** مرة أخرى . وعملية تحويل (ثلاثي فوسفات الأدينوسين) **ATP** إلى **ADP** والعكس هي أساس انطلاق الطاقة (الحرارة) في عملية التنفس الهوائي ، حيث تختزن الطاقة على هيئة **ATP** تنطلق بمجرد تحول **ATP** إلى **ADP**.

– **أدينوسين ثلاثي الفوسفات:** يعرف اختصاراً بـ**ATP** يتألف من القاعدة النيتروجينية أدينين، وسكر الريبوز، وثلاث مجموعات فوسفات . تحتوي الروابط بين مجموعات الفوسفات على طاقة كيميائية مختزنة بكميات كبيرة التي يمثلها الرمز ~ . ويمكن لهذه الطاقة أن تنطلق عند تحطم إحدى روابط الفوسفات، فعند تحطم الرابطة بين مجموعتي الفوسفات الثانية والثالثة ، تتحرر طاقة مقدارها **12000** كالوري أو **7.3** كيلو سعرة / مول .

– **حمض اللبنيك** (**Lactic Acid**): هو حمض عضوي قوي يحتوي في تركيبه الكيميائي على ثلاث ذرات من الكربون، وثلاث ذرات من الأكسجين، وست ذرات من الهيدروجين (**C3 H6 O3**) وهو ناتج نهائي لعملية التحلل اللاهوائي للجلوكوز .

– **العتبة اللاهوائية** : مقدار شدة الجهد البدني أو مقدار استهلاك الأكسجين عند المستوى الذي يسبق حدوث ارتفاع ملحوظ في تركيز حمض اللبنيك (أي ما قبل حدوث حالة التحمض اللبني **Lactic acidosis**) وما يعقبه من تغيرات في عملية التبادل الغازي ؛ أي المرحلة التي يزداد الاعتماد ، وباطراد على العمليات الأيضية اللاهوائية ، وما يعقب ذلك من زيادة في إنتاج حمض اللبنيك بصورة تفوق معدل إزالته.

– **حجم الضربة** : حجم الدم الذي يضخه البطين الأيسر في كل ضربة من ضربات القلب ، ويبلغ في الراحة لدى الشخص العادي حوالي **70** مللتر .

ISTAPS UNIV-BATNA 2

– **نتاج القلب:** هو كمية الدم التي يضخها القلب في الدقيقة ، وهو نتاج حاصل ضرب حجم الدفعة (الضخة) في عدد ضربات القلب في الدقيقة، ويبلغ لدى الشاب السليم في الراحة حوالي **05** لترات في الدقيقة ويرتفع إلى حوالي **20** لتراً في الدقيقة أثناء الجهد البدني الأقصى، ويصل إلى حوالي **30** لتراً في الدقيقة أو يزيد لدى بعض الرياضيين.

– **ضغط الدم** : هو الضغط الذي يحدثه جريان الدم (المدفوع من القلب) على جدران الأوعية الدموية وكذلك مقاومة الأوعية الدموية لجريان الدم ، وعادة ما يكتب على شكل رقمين أحدهما بسط والآخر مقام ، ويسمى الرقم الأعلى بالضغط الشرياني الانقباضي (أي أثناء انقباض القلب) ، والآخر بالضغط الشرياني الانبساطي (أي أثناء انبساط القلب) ، يبلغ الضغط الاعتيادي لدى الشاب السليم **120 / 80** ملليمتراً زئبقياً أثناء الراحة.

– **الهيموجلوبين** : يسمى أيضاً خضاب الدم ، وهو مركب بروتيني يتكون من بروتين يسمى جلوبين **Globin** وأربع مجموعات تحتوي على عنصر الحديد تسمى هيم **(Heme)** وإليه يعزى اكتساب الدم اللون الأحمر نظراً لاحتوائه على عنصر الحديد، ويعد الهيموجلوبين عنصراً مهماً في نقل الأكسجين من الحويصلات الرئوية إلى أنسجة الجسم المختلفة، حيث تتحد كل ذرة حديد فيه مع جزيء الأكسجين.

– **الأحماض الأمينية الضرورية**: هي مجموعة من الأحماض الأمينية التي لا يمكن تصنيعها في الجسم، وبالتالي لا بد من الحصول عليها عبر تناول الطعام الذي يحتوي عليها، وهي تسعة أحماض كالتالي :لوسين ، وأيسولوسين وفالين ، وتريونين ، وفينايل ألانين ، وهستادين ، وتربتوفان ، ولايسين ، ومثيونين .

– **الأكسدة** : تفاعل كيميائي يحدث فيه فقدان إلكترون من المادة.

– **الأكسدة والفسفرة** : عملية تكون أدينوسين ثلاثي الفوسفات **ATP** من اتحاد أدينوسين ثنائي الفوسفات وفوسفات لا عضوي **Pi** وهي عملية مترافقة مع نقل الالكترونات من مادة إلى مركب معاون الأنزيم ثم إلى أكسجين.

– **حمض اللبنيك (Lactic Acid)**: هو حمض عضوي قوي يحتوي في تركيبه الكيميائي على ثلاث ذرات من الكربون، وثلاث ذرات من الأكسجين، وست ذرات من الهيدروجين (**C3 H6 O3**) وهو ناتج نهائي لعملية التحلل اللاهوائي للجلوكوز

– **دورة حمض الستريك (Citric Acid Cycle)** :هي سلسلة من العمليات الكيميائية المتلاحقة في الميتوكوندريا ويتم فيها ربط وحدة أسيتايل مع معاون الأنزيم أ (**CoA**) ثم تنتهي إلى ثاني أكسيد الكربون والكترونات التي تتحول بدورها إلى معاون الأنزيم **NAD**$^+$ وكذلك **FAD** $^+$ وتعرف أيضاً بدورة كربس **Krebs** وكذلك بدورة حمض الكاربوكسيليك الثلاثي(**TCA**).

– **دورة كوري** : هي دورة كيميائية يتم فيها إنتاج حمض اللبنيك في العضلة من خلال التحلل الجلوكوزي، ثم ينتقل حمض اللبنيك إلى الدم ثم إلى الكبد، حيث يتم تحويله إلى جلوكوز يخزن في الكبد لحين الحاجة لاستخدامه من قبل الجسم.

– **بناء الجليكوجين**: هي عملية تصنيع الجليكوجين من الجلوكوز.

– **النغمة العضلية**:تعرف بأنها (الانقباض الضعيف الناشئ من انقباض بعض الليفات العضلية) ، وتختلف عدد الليفات المنقبضة في النغمة العضلية باختلاف وضع الجسم (وقوف – جلوس) ، والنغمة العضلية تجعل العضلة معدة للحركة ، اذ إن عدم وجود نغمة عضلية بالعضلة تجعل انقباضها يبدأ من الصفر ويكون بطيئا .

معهد علوم وتقنيات النشاطات البدنية والرياضية : **قسم التدريب الرياضي :**

ISTAPS UNIV-BATNA 2

المادة: فسيولوجيا الجهد البدني — المحاضرة رقم 3

– الجهاز العضلي والجهد البدني:

تشكل العضلات حوالي (40% الى 50 %) من وزن الجسم ، ويحتوى الجسم على أكثر من **600** عضلة ، ومن البديهي ان يكون لهذه العضلات نهايتين الأولى تسمى النهاية الثابتة أو المنشأ ، والثانية تسمى نهاية متحركة أو المغرز ، وهناك بعض العضلات تنغرز في الجلد كعضلات الوجه وفروة الرأس كما تؤثر أيضا العضلات في الكثير من العمليات الحيوية الأخرى مثل حركة الدورة الدموية والتنفس وغيرها.

– **خصائص العضلات** : هناك بعض الخصائص العامة التي يتميز بها النسيج العضلي ليستطيع أداء وظائفه ومن أهمها ما يلي:

– قابلية الإثارة :هي القدرة على الاستجابة للمثير لتصبح نشطة سواء كان هذا المثير حراريا أو كيميائيا أو كهربيا.

– قابلية التقلص (الانقباض): يمكن للعضلة أن تقصر في طولها وتصبح أكثر سمكاً ، ويحدث الانقباض العضلي إما تحت سيطرة الجهاز العصبي الإرادي كما في العضلات الهيكلية ولاإرادية كما في العضلات الناعمة وعضلة القلب.

– خاصية المرونة :تتميز العضلة بقدرتها على المرونة فإذا ما وقعت تحت شد معين فأنها تعود مرة أخرى لنفس طولها .

– خاصية النغمة العضلية:هي الاحتفاظ بانقباض بسيط وباستمرار حتى في حالة الراحة بالعضلات الإرادية ويتم ذلك عن طريق تبادل العمل والراحة فيما بين الألياف العضلية وبعضها البعض. (النغمة العضلية : تعرف بأنها ((الانقباض الضعيف الناشئ من انقباض بعض اللويفات العضلية)) ،وتختلف عدد اللويفات المنقبضة في النغمة العضلية باختلاف وضع الجسم (وقوف – جلوس) .

– خاصية سرعة الاستجابة: هي قدرة الألياف العضلية على أن تنقبض أو تنبسط في فترة زمنية قصيرة جدا قد لا تزيد عن عشر الثانية (60/6) من الثانية في درجة الحرارة العادية و بذلك تشكل أسرع انقباضاً أو انبساطاً من العضلات الإرادية وعضلة القلب .

– وظائف الجهاز العضلي :

– المحافظة على توازن الجسم وثباته .

– تحريك الجسم ،وحمايته من الصدمات .

– العضلات تنتج الحرارة الداخلية بالانقباض .

– تحريك الطعام من خلال الجهاز الهضمي.

– دفع الهواء إلى الرئة خلال عملية التنفس .

– تحريك اللسان كي ينطلق بالكلام.

– أنواع العضلات : هناك ثلاثة أنواع من العضلات وهي :

1– العضلات المخططة الإرادية: هي تلك العضلات التي تقبض وتنبسط وفق إرادة الإنسان وتتصل بالعظام

ISTAPS UNIV-BATNA 2

ولذلك تسمى أيضا العضلات الهيكلية وتدعى أيضا بالعضلات المخططة لأنها تبدو تحت المجهر على شكل خطوط ليفية، وتتصل العضلات بالعظام عن طريق الأوتار .

2– العضلات اللاإرادية أو الملساء : هي العضلات التي تصدر إليها الأوامر من الجهاز العصبي اللاإرادي الذي يعمل من تلقاء نفسه ، وهي تعمل سواء كان الإنسان في يقظة أو في نوم ويطلق عليها اسم العضلات الملساء لأنها لا تبدي أية خطوط ليفية تحت المجهر ،وتوجد هذه العضلات في الأعضاء الداخلية للجسم كأجهزة الهضم والتنفس والدورة الدموية والتبول وعضلات الحجاب الحاجز وعضلات الضلوع وغيرها من أجهزة الجسم.

3– العضلة القلبية : وهي ذات خصائص وسطية بين النوعين الأوليين ، إذ هي لا إرادية من جهة ولكنها مخططة وتعتبر أهم عضلة في جسم الإنسان على الإطلاق ، إذ تتوقف حياة الإنسان على الدور الذي تؤديه هذه العضلة واستمرارها في عمليتي الانقباض والانبساط ، وهي لها القدرة على الانقباض ذاتيا ولها أيضا القدرة على الاستجابة للتنبيه والقدرة على توصيل هذا التنبيه لأجزائها المختلفة؛ ويتم الانقباض والانبساط بواسطة الألياف العضلية التي يتركب منها جدار القلب السميك والتي يطلق عليها الألياف العضلية القلبية،وهذه الألياف لا إرادية لأن الإنسان لا يستطيع بأية حال من الأحوال السيطرة عليها كما يسيطر على الألياف الإرادية ؛ ودقات القلب لا تتوقف ليلا أو نهارا في اليقظة أو في النوم وتنتهي الحياة عندها يتوقف القلب عن الخفقان ، ويقدر له أن يخفق نحو **2500** مليون مرة على مدى حياة متوسطها **70** سنة لذلك كان القلب جديرا أن يكون أهم العضلات داخل جسم الإنسان.

– التركيب الكيميائي للعضلات الأرادية: تتركب العضلات الإرادية من:

– ماء 75 % – بروتين 20 % – دهون 3 % – أملاح معدنية 1 % – كربوهيدرات 1%

– تصنيف العضلات حسب الوظيفة :تصنيف العضلات حسب وظيفتها أي العمل الذي تؤديه في الجسم أو العضو كما يلي :

(– عضلات مثنية – عضلات باسطة – عضلة مقربة – عضلات مبعدة – عضلات رافعة –عضلات خافضة)

وتوجد عدة وظائف أخرى مثل : عضلات دوارة ، باطحة ، كابة ، ساحبة ، مضيقة ، موسعة .

وتقسم العضلات حسب حركتها إلى:

أ– محركة بادئة : عندما تكون العضلة هي البادئة بالحركة ، مثل العضلة رباعية الرؤوس لمد الساق.

ب– محركة مساعدة للمحركة البادئة .ج– محركة معارضة عندما تتحرك بالاتجاه المضاد للمحركة البادئة .

د– مثبتة وهي العضلة التي تنقبض ولا تتحرك بذاتها بل تثبت أصل العضلة البادئة ، من أجل أن تكون الحركة البادئة أقوى وأحسن.

– الليف العضلي : يحتوي الليف العضلي على الآلاف من الليفات العضلية والتي تحتل أكبر المساحة ولا تترك إلا القليل منها للسيتوسول ، من هذه الليفات ما هو قابل للتقلص كالأكتين **(Actin)** والميوسين **(Myosin)** ومنها ما هو تنظيمي كالتروبونين **(Troponin)** والتروبوميوسين **(Tropomyosin)** ومنها ما هو إضافي كالتينين **(Tinin)**والنيبيولين.**(Nebulin)**

ISTAPS UNIV-BATNA 2

– الجهاز العضلي والتغيرات المصاحبة للجهد البدني: تنقسم هذه التغيرات على حسب نوع الممارسة الرياضية والمحافظة عليها فنجد أن هناك نوعان من التغيرات هما:

أولا :تغيرات مؤقتة :تحدث بعد وحده تدريبية واحدة تتمثل هذه التغيرات فيما يلي :

– زيادة تدفق الدم الوارد للعضلات العاملة بكثافة.

– زيادة حجم أو محيط العضلات.

– زيادة توتر العضلات العاملة في النشاط الرياضي

– انخفاض مخزون العضلات من مركبات الطاقة

ثانيا : تغيرات دائمة : تحدث بعد التدريب المستمر " موسم تدريبي " وتتمثل هذه التغيرات فيما يلي :

1– التغيرات المورفولوجية " تتمثل فيما يلي :

– زيادة في حجم الجهاز العضلي . – زيادة كثافة الشعيرات الدموية

– زيادة حجم الألياف العضلية نتيجة زيادة المقطع العضلي.

2– التغيرات الفسيولوجية :تتمثل فيما يلي :

– زيادة عدد الألياف العاملة بالعضلة أو المجموعات العضلية المدربة.

– زيادة مساحة مسطح الدورة الدموية، أي الشبكة الوعائية المغذية للعضلات الهيكلية بالأكسجين ومصادر إنتاج الطاقة.

– زيادة عدد الألياف العصبية والنهايات الفرعية المغذية للألياف العضلية

– زيادة وزن العضلة والمقطع العرضي لها أي حجم العضلة المدربة.

– زيادة عدد أجسام الميتوكوندريا، وتناسب ذلك ونوع النشاط التخصصي.

– الاحتفاظ بمخزون كبير من:

أ – طاقة الرابطة الفوسفاتية (**ATP-PC**)

ب – الجليكوجين اللازم لإعادة بناء ال **ATP** في التفاعلات الهوائية.

– القدرة على إنتاج انقباضات عضلية أقوى، وتكرار ذلك في زمن أقصر.

– خفض حجم المقاومات الداخلية في العضلة .

– التغلب على المقاومات الخارجية مثل :

أ– وزن الجسم أو الثقل أو المنافس.

ب– سرعة التخلص من مخلفات العمليات الايضية .

– التغيرات العصبية : تتلخص التغيرات العصبية المرتبطة بالجهاز العضلي فيما يلي :

– زيادة تنشيط الجهاز العضلي.

– تحسن تزامن عمل الوحدات الحركية

– تخفيض ردود الأفعال المنعكسة التثبيطية.

– التغيرات البيوكيميائية والبنائية : يؤدى الانتظام في برامج تدريبات التحمل إلى حدوث تغيرات بيوكيميائية

ISTAPS UNIV-BATNA 2

وبنائية في الليفة العضلية وتشمل :

– زيادة مصادر الطاقة الأساسية مثل **ATP** بنسبة **18** % والفوسفوكرياتين بنسبة **22** % والجليكوجين بنسبة **66**.%

– زيادة إنزيمات الطاقة اللاهوائية عن طريق الجليكوجين

– تغيرات في نشاط إنزيمات تحويل **ATP** مثل مايوكينيز **Myokinase** والكرياتين فوسفو كرياتين

– زيادة بسيطة في نشاط إنزيمات دورة كربس الهوائية.

– عدم تغير نوعية الألياف العضلية.

– نقص كثافة وحجم الميتوكوندريا نتيجة زيادة حجم اللويفات وحجم الساركوبلازم.

– بعض التضخم في الألياف العضلية السريعة كما تظهر في زيادة نسبة الألياف السريعة إلى البطيئة.

– **التغيرات الأنثروبومترية** :تتمثل هذه التغيرات في القياسات العضلية مثل "طول و محيط العضلة.... وغيرها.''

– **الجهاز العضلي والجهد البدني** : ان التدريب الرياضي المنتظم يؤدي الى زيادة كفاءة الجهاز العضلي ويظهر ذلك في قدرة العضلة على انتاج القوة العضلية سواء كانت ثابتة او متحركة ، كما تزيد من سرعة الانقباض العضلي بالاضافة الى تحمل العضلة للعمل لفترة طويلة في مواجهة التعب، وتتحقق هذه الكفاءة الوظيفية للعضلة من خلال التغيرات الفسيولوجية التي تحدث كنتيجة للتدريب الرياضي المنظم ،وفيما يلي اهم التغيرات الوظيفية المصاحبة لزيادة كفاءة العضلة الوظيفية التي تظهر في تحسن كل من القوة العضلية والسرعة والتحمل .

– **الجهاز العضلي والقوة العضلية** : يمكن تعريف القوة العضلية بانها قدرة العضلة او المجموعات العضلية على التغلب على المقاومات الخارجية مثل مقاومة ثقل خارجي ، او مقاومة الجسم ، او مقاومة منافس ، او مقاومة الاحتكاك.

– العوامل الفسيولوجية المؤثرة في القوة العضلية:

1– المقطع الفسيولوجي للعضلة : هو مجموع مقطع كل الياف العضلة الواحدة وكلما كبر المقطع الفسيولوجي للعضلة كلما زادت القوة العضلية، اي ان حجم العضلة يزداد بزيادة حجم الالياف العضلية ، ومن المعروف ان عدد الالياف في العضلة الواحدة ثابت لا يتغير ولا يزداد بسبب عامل التدريب بينما يزداد المقطع الفسيولوجي للعضلة نتيجة للتدريب الرياضي وهذه الزيادة نوعان:

أ– زيادة مساحة المقطع عن طريق الساركوبلازم:

"الساركوبلازم هو الجزء المسؤول عن انقباض اليفة العضلية " ويزيد الساركوبلازم نتيجة زيادة مخزون مواد التمثيل الغذائي للعضلة مثل (الجليكوجين ، فوسفات الكرياتين ، الشعيرات الدموية) وهذا النوع تاثيره قليل على مستوى القوة العضلية ، ولكن تاثيره اساسا على التحمل .

ب– زيادة مساحة المقطع عن طريق زيادة اللويفات :

"اللويفات هي العناصر المسؤولة عن الانقباض العضلي مباشرة "لذا فان هذه الزيادة يكون تاثيرها الاساسي على القوة العظمى للعضلة وبذلك تزيد ايضا القوة النسبية وعموما يتحدد نوع زيادة المقطع الفسيولوجي للعضلة تبعا

ISTAPS UNIV-BATNA 2

لنوعية التدريبات فاذا كانت التدريبات المستخدمة من نوع الانقباض العضلي المتحرك وتؤدي الى فترة طويلة تكون زيادة المقطع من النوع الاول (الساركوبلازم) بينما تؤدى التمرينات باستخدام الانقباض العضلي الثابت بمستوى شدة اكثر من ثلثي القوة القصوى الى زيادة مساحة المقطع من النوع الثاني (اللويفات).

– اثارة الالياف العضلية:

الليفة العضلية تخضع لمبدا "الكل او العدم" ، وطبقا لذلك يمكن القول بان القوة العضلية تزداد في حالة القدرة على اثارة كل الياف العضلة الواحدة او اثارة اكبر عدد ممكن من الالياف العضلية ، وكلما ازدادت درجة قوة المثيرات كلما استدعى ذلك اشتراك اكبر عدد من الالياف العضلية وبالتالي زيادة القوة التي تستطيع العضلة انتاجها .

– حالة العضلة قبل بدء الانقباض:

في بداية النشاط العضلي تصل القوة الفعلية الحادثة الى اقصاها ويرتبط ذلك بخاصية استطالة او تمدد واسترخاء العضلات فالعضلة المرتخية الممتدة تستطيع انتاج كمية من القوة تزيد عن قوة العضلة التي لا تتميز بالاستطالة او التمدد و الاسترخاء هذه الحقيقة يستغلها الفرد الرياضي الى مدى ممكن في مختلف الحركات التي تتطلب القوة العضلية مثل استغلال الحركات الاعدادية التي تسبق الجزء الرئيسي .

ISTAPS UNIV-BATNA 2

معهد علوم وتقنيات النشاطات البدنية والرياضية : قسم التدريب الرياضي :

المادة : فسيولوجيا الجهد البدني *المحاضرة رقم 4*

– الجهاز الدوري والجهد البدني:

يعتبر الجهاز الدوري احد أهم الأجهزة في جسم الإنسان وبالتعاون مع الأجهزة الحيوية الأخرى في جسم الإنسان وتتحدد وظائف الجهاز الدوري في العناصر الآتية : – التوزيع – التخلص – النقل – المحافظة –الوقاية .

– **القلب** : يتألف من أربع تجاويف منفصلة و أربعة صمامات وهو الذي يتولى استمرار الدورة الدموية سائرة إلى جميع أنحاء الجسم يضخ حوالي **70 مليلتر** في كل نبضة و هذا يساوي **5ل/د** في حالة راحة أما في حالة المجهود فترتفع هذه الكمية إلى ستة أضعاف أي **30ل/د** .

– **قياسات حجم القلب** :يبلغ متوسط طول القلب **14 سم** و متوسط عرض القلب **12 سم** ، وزن قلب الرجل الغير الرياضي **300** غ وزن قلب الرجل الرياضي **500** غ ، وزن قلب المرأة الغير الرياضية **250** غ ، وزن قلب المرأة الرياضية **300** غ .و يبلغ حجم القلب بالنسبة للرجال في المتوسط **700– 800** سم^3 والسيدات **500– 600 سم**^{3} ويزيد عادة بالنسبة للرياضيين بحولي **100 – 300** سم^3 ويمكن أن يصل في بعض الأحيان إلي **1000 – 1200سم3**

– **الخصائص الفسيولوجية لعضلة القلب:**

هناك مجموعة من الخصائص التي تنفرد بها عضلة القلب وتتميز بها عن باقي العضلات الأخرى وهي:

1– الخاصية اللاإرادية (العمل ذاتيا):إن عضلة القلب تعمل من تلقاء نفسها دون أي تنبيه أو تأثير خارجي، كما أنها لا تخضع لتنبيه صادر من الجهاز العصبي لكي تعمل وهذه الخاصية تعتمد على العقدة الجيبية الأذينية التي تنبعث منها النبضات الكهربائية وتنتشر في أجزاء القلب.

2– الخاصية الإيقاعية : تتميز عضلة القلب بآلية منتظمة للانقباض والارتخاء، وتنشا هذه الآلية من العقدة الجيبية الأذينية التي تصدر نبضات كهربائية بمعدل حوالي **120ن/د** تنتشر تلك النبضات عن طريق الجهاز التوصيلي لعضلة القلب، في الوقت الذي يتأثر معدلها بفعل العصب الحائر (نظير السمبثاوي) فيصل ذلك المعدل إلى **70ن /د** في الدقيقة لدى الشخص السليم البالغ في حالة الراحة.

3– الخاصية الانقباضية : تخضع عضلة القلب في انقباضها إلى قانون يعرف بقانون "الكل أو العدم" وهو أحد القوانين المميزة لانقباض عضلة القلب: إن عضلة القلب إذا ما استثيرت بمنبه ما فإنها إما أن تنقبض بكامل قوتها، أو لا تستجيب على الإطلاق.

4– خاصية التوصيل: تتميز عضلة القلب بالقدرة على نقل الموجة الانقباضية من منشئها في العقدة الجيبية الأذينية إلى جميع أجزاء القلب حيث تقوم حزمة هيس وشبكة بيركنجي بدور واضح ومتطور في عملية النقل هذه، حيث يبلغ معدل التوصيل عند شبكة بيركنجي **4** م/ ثا ، وفي جدار الأذين يصل المعدل إلى **1**م /ثا ، بينما يبلغ عند جدار البطين **0.4** م/ ثا ، وتتأثر خاصية التوصيل بفعل الأعصاب التي تغذي القلب ومنها العصب السمبثاوي الذي يزيد سرعة التوصيل والعصب نظير السمبثاوي الذي يقلل سرعة التوصيل.

ISTAPS UNIV-BATNA 2

– النبض وبعض العوامل الفسيولوجية: يزداد معدل النبض عند أداء الجهد البدني ، و تتناسب سرعة معدل النبض طرديا مع شدة الجهد المبذول و تحدث تلك الزيادة نتيجة مجموعة متداخلة من العوامل المؤثرة على معدل النبض ، و التي تظهر تحت تأثير الجهد البدني ومن أهمها ما يلي :

أ– تأثير ارتفاع درجة حرارة الدم : يؤدي ارتفاع درجة حرارة الدم إلى زيادة سرعة معدل النبض، في حالة الإصابة بالحمى التي ينتج عنها إفراز بعض السموم في الدم ترتفع سرعة نبضات القلب.

ب– تأثير اختلال غازات التنفس و وأهمها O_2 و CO_2 تزداد سرعة معدل نبض القلب في حالة زيادة نسبة غاز **CO2** في الدم ، كما تزداد أيضا في حالة نقص O_2 .

ج– زيادة كمية الدم الراجعة إلى القلب : يزداد معدل نبض القلب كلما زادت كمية الدم الراجعة إلى القلب يحدث ذلك كنتيجة لانعكاس عصبي يبدأ من النهايات العصبية الحسية الموجودة في جدران الأذين الأيمن ويعرف بانعكاس بنبردج، وهذا يؤدي بدوره إلى زيادة كمية الدم المدفوعة للعضلات ويمنع ركود الدم في القلب والأوردة.

د– زيادة نشاط الهرمونات : يؤثر نشاط الهرمونات على معدل نبض القلب، هناك تأثير مباشر لهرمون الأدرينالين بسبب زيادة معدل نبض القلب وزيادة قوة النبض، كما أن هرمون النورأدرينالين له نفس التأثير حيث يزيد من معدل نبض القلب ولكن له تأثير أضعف.

هـ– انقباض العضلات: يؤدي انقباض العضلات إلى زيادة في معدل نبض القلب، على أساس أن انقباض العضلات يضاعف على رجوع الدم الوريدي إلى القلب بسبب التأثير التدليكي التي تحدثه العضلات الهيكلية على عمل الأوردة، ولقد أوضحنا فيما سبق بأن كمية الدم الراجعة إلى القلب تزيد من معدل نبض القلب، من ناحية أخرى يزداد معدل نبض القلب سرعة عند انقباض العضلات حتى يتمكن القلب من تغذية تلك العضلات المنقبضة بكمية من الدم اللازمة لها.

و– وضع الجسم: يختلف معدل النبض في الأوضاع التي يتخذها الجسم، فيزداد بمقدار **5** إلى **10** نبضات عند تغيير الوضع من الرقود إلى وضع الجلوس أو الوقوف.

ز– حالة الجسم: يتغير معدل نبض القلب تبعا للحالة الجسمية، فعند الاسترخاء الإرادي أو عقب جلسة للتدليك الاسترخائي ينخفض معدل النبض، كما ينخفض بشكل واضح في حالة النوم الهادئ العميق.

– القلب والجهد البدني: إن متوسط معدل نبض القلب يبلغ **حوالي 70 ن/د** في حالة الراحة لدى الشخص السليم البالغ، وعادة يتراوح المدى ما بين **60 الى80 ن/د** ويزيد لدى الإناث عن الذكور بمقدار **07 إلى 10** ن/د فمعدل النبض يرتفع بصورة متزايدة أثناء أداء الجهد البدني ويستمر تسارع ضربات القلب مع زيادة شدة الحمل المبذول حتى يصل العدد إلى أقصاه عند مستوى شدة الحمل القصوى، وفي هذه الحالة قد يصل معدل نبض القلب إلى **200 ن/د** لدى الشباب الأصحاء في عمر **20** سنة، وقد يصل الرقم إلى أكثر من ذلك لدى الأفراد الأصغر سنا، وفقا لدرجات شدة الحمل البدني ، ويتميز سلوك معدل النبض بما يلي:

ISTAPS UNIV-BATNA 2

أ– استخدام حمل بدني منخفض الشدة: (معدل نبض القلب لا تتجاوز حدود **130 ن/د**)

تحدث زيادة ملحوظة في معدل النبض عند بداية المجهود ، ثم تنخفض هذه الزيادة انخفاضا طفيفا أثناء أداء الجهد ، يلي ذلك مرور معدل النبض بفترة استقرار عند مستوى معين، وتستمر فترة الاستقرار هذه حتى انتهاء الأداء تقريبا .

ب– عند استخدام حمل بدني متوسط الشدة: (معدل نبض القلب ما بين **150–165 ن/د**)

عند بداية أداء جهد متوسط الشدة تحدث زيادة سريعة في معدل النبض، تظهر بشكل أوضح من سابقتها في حالة الحمل منخفض الشدة، وفي هذه الحالة يتأخر استقرار وثبات معدل النبض، كما أن فترة الاستشفاء سوف تكون أطول.

ج– عند استخدام حمل بدني مرتفع الشدة: (معدل نبض القلب ما بين **166–180 ن/د**)

ترتفع في هذه الحالة سرعة معدل النبض بشكل كبير خلال فترة زمنية وجيزة جدا عند بداية المجهود، ويكون معدل الزيادة تلك أكبر من الحالتين السابقتين، وعند استخدام الأحمال التدريبية ذات الشدة العالية (دون القصوى) يتأخر استقرار معدل النبض بشكل أكبر، ويحتاج القلب إلى فترة زمنية أطول للوصول إلى حالة الاستشفاء.

د– عند استخدام درجة الحمل القصوى: (معدل نبض القلب بما يزيد عن **180 ن/د**)

يتزايد التسارع في معدل ضربات القلب منذ بداية المجهود ، ومع الاستمرار في الأداء تصل معدلات النبض إلى حدودها القصوى خلال فترة زمنية قصيرة جدا، وقد لا تظهر حالة ثبات لمعدل القلب وإن ظهرت فلا تلبث أن تختفي بسرعة، وعند الانتهاء من أداء الجهد البدني سوف يطول زمن الاستشفاء لفترة كبيرة.

– الدفع القلبي أو نتاج القلب: هو كمية الدم التي يضخها القلب في الدقيقة الواحدة باللتر أو المليلتر ويقصد به الدم المدفوع من البطين الأيسر ويتراوح حجم الدفع القلبي مابين **5– 6** ل/د لدى الشاب السليم المتوسط الحجم ، أما أثناء الجهد البدني الأقصى لدى الشاب غير رياضي يبلغ حوالي **20** ل/د أما لدى الرياضي فقد يصل حجم نتاج القلب الى **حوالي30** ل/ د ينتج الدفع القلبي من ناتج ضرب معدل القلب في حجم الضربة. **الدفع القلبي= معدل القلب X حجم الضربة.**

على سبيل المثال: إذا كان حجم الضربة = **70** مليلترا ، ويبلغ معدل القلب = **70** نبضة/د فإن حجم الدفع القلبي يحسب في هذه الحالة كالتالي: **الدفع القلبي** = **70X70**= **4900** مليلترا (5 لترات تقريبا).

فالدفع القلبي يعتمد على عاملين هما:

– حجم الضربة (SV) **Stroke Volume:**

هي كمية الدم التي يدفعها القلب مع كل ضربة من ضرباته.يبلغ لدى الشاب غير متدرب حوالي **60** ملل ويرتفع أثناء الجهد ليبلغ **100** إلى **110ملل**، أما الشخص الرياضي في حالة الراحة فيبلغ حجم الضربة **80** ملل ،ويزداد في حالة الجهد البدني الأقصى من **150** إلى **160** ملل وقد يبلغ **200** ملل.

IST APS UNIV-BATNA 2

– **معدل القلب** (**Heart Rate** (**HR**: وهو عدد ضربات القلب في الدقيقة الواحدة.

– تأثير الجهد البدني على الدفع القلبي:

أ– تأثير الجهد البدني على الدم:يؤدي الانتظام في التدريب إلى حدوث تغيرات فسيولوجية في الجسم ككل،مثل الاقتصاد في الجهد أثناء العمل العضلي،وعليه فإن عمل القلب يتكيف مع التدريب الرياضي نتيجة لزيادة حجم الدم المدفوع في كل ضربة من ضربات القلب أثناء أداء الجهد البدني ، فعند العمل العضلي يزيد ضغط الدم الداخل تجويف القلب وهذا يؤدي إلى زيادة ارتخاء عضلة القلب ويزيد حجم تجويف البطين وتزيد سعة البطين الانبساطية في حجمها أثناء الراحة ويسمى الفرق بينهما في هذه الحالة (الحجم الإضافي الاحتياطي)، ويؤدي التدريب الرياضي المنتظم إلى **نقص النغمة العضلية الانبساطية**، وبناءا على انتظام التدريب يزيد طول الألياف العضلية للقلب كنتيجة للتغيرات التشريحية المرتبطة بنشاط .

ب – الدفع القلبي لدى الرياضيين:لا يختلف حجم الدفع القلبي في الدقيقة لدى الرياضيين وغير الرياضيين أثناء الراحة سواء كان ذلك بالنسبة للرجال أو السيدات.ويتأثر حجم الدفع القلبي ببعض القياسات الأنتروبومترية كطول الجسم ووزنه .

ج– الدفع القلبي للرياضيين طوال القامة وقت الراحة: إن دراسة الدفع القلبي للرياضيين طوال القامة والعمالقة من الرياضيين الأصحاء (بدون أي خلل هرموني) تجذب الباحثين، وقد قام **كاريمان** وآخرون بدراسة **32** لاعب من طوال القامة، وقد قسمت المجموعة تبعا للطول إلى مجموعتين، ويوضح الجدول أدناه نتائج الدراسة.

الخصائص الفسيولوجية	مجموعة الطوال 190– 199 سم	مجوعة الطول 200– 215سم
الدفع القلبي (لتر/دقيقة)	5.50	6.53
حجم الضربة(مليلتر)	90.9	99
معدل القلب(ضربة/دقيقة)	61.6	66.1
معامل القلب (لتر/دقيقة/متر)	2.50	2.68
استهلاك الأكسجين (مل/دقيقة)	440	571
اخراج CO_2(مل/دقيقة)	311	409
الكفاءة البدنية (كلغ/متر/دقيقة)	1845	1715

ويلاحظ من الجدول أن مقدار الدفع القلبي وحجم الضربة ومعدل القلب أكبر لدى المجموعة الأكثر طولا، فإن سبب زيادة الدفع القلبي وحجم الضربة لدى الرياضيين طوال القامة بالمقارنة مع الرياضيين ذوي الأطوال العادية يمكن تفسيره بارتفاع مستوى التمثيل الغذائي لدى طوال القامة أثناء الراحة .ويلاحظ أن المستوى العالي من الدفع القلبي التي تلاحظ لدى الرياضيين طوال القامة أثناء الراحة لا تعطي لهم ميزة التفوق أثناء أداء الحمل البدني وتدل على ذلك المقارنة بين مستوى الكفاءة البدنية لدى المجموعتين حيث تزيد لدى المجموعة الأقل طولا.

– الـــــــــــــــــــــدم :

ISTAPS UNIV-BATNA 2

يعتبر الدم نسيج سائل احمر اللون من ضمن أشكال النسيج الضام يجري في داخل الجسم من خلال الأوعية الدموية (الأوردة والشرايين والشعيرات الدموية) ؛ و يتكون الدم من البلازما ومن خلايا الدم .

– مكونات الدم : يتركب الدم من : (– **خلايا الدم الحمراء** .– **خلايا الدم البيضاء** .– **الصفائح الدموية** .– **بلازما الدم** .)

– **وظائـــــــــــــف الدم** :

– نقل الأكسجين الى خلايا الجسم و التخلص من ثاني أكسيد الكربون .

– نقل الهرمونات المختلفة من الغدد الى الأعضاء و أجهزة الجسم .

– حماية الجسم من المكروبات والأمراض و كسب المناعة اللازمة ضد بعض الامراض بواسطة كرات الدم البيضاء.

– حماية الجسم من النزيف و ذلك بواسطة الصفائح الدموية.

– نقل المواد الغذائية بعد هضمها الى جميع خلايا الجسم .

– بواسطة الدم يمكننا التعرف على كثير من الأمراض التي يصاب بها الفرد بواسطة تحليله للتعرف على نسبه ومكوناته .

– **تأثير الجهد البدني على الدم:** يؤدى التدريب الرياضي إلى حدوث تغيرات في الدم كما يحدث بالنسبة لأي جهاز من أجهزة الجسم الأخرى وهذه التغيرات نوعان، منها ما هو مؤقت، أي تغيرات تحدث بصفة مؤقتة كاستجابة لأداء النشاط البدني ثم يعود الدم إلى حالته في وقت الراحة، ومنها ما يتميز بالاستمرارية نسبيا، وهي تغيرات تحدث في الدم نتيجة للانتظام في ممارسة التدريب الرياضي لفترة معينة مما يؤدي إلى تكيف الدم لأداء التدريب البدني وتشمل هذه التغيرات ما يلي:

أ– زيادة حجم الدم وحجم الهيموجلوبين والكرات الحمراء.

– **كرات الدم الحمراء** مقعرة ومستديرة وليس لها نواة وتحتوي علي الهيموجلوبين والماء ودهون وسكريات وأملاح ومواد بروتينية عمرها في جسم الإنسان حوالي **120** يوم وتتجدد بنفس سرعة فقدها ويتولى عملية تنظيم تجديد هذه الخلايا هرمون أرثربوتين ويفرز من الكليتين ومهمة خلايا الدم الحمراء هي حمل الأكسجين وثاني أكسيد الكربون. عدد كرات الدم الحمراء في الرجل حوالي خمسة مليون خلية في المليمتر المكعب أما عددها في المرأة فهي حوالي أربعة ونصف مليون في المليمتر المكعب.

– **تغيرات كريات الدم الحمراء** : استجابة لأداء الجهد البدني كما يلي:

النوع الأول: يلاحظ زيادة كرات الدم الحمراء نتيجة النشاط العضلي بحيث تصبح **5,50 – 6** مليون في **1**ملم^3 وفي نفس الوقت لا تتغير النسبة المئوية للهيموغلوبين؛ وهذا النوع من تغيرات الدم يلاحظ بعد النشاط البدني ذو الشدة العالية في فترة زمنية قصيرة.

النوع الثاني:يتميز هذا النوع بزيادة نشاط الأعضاء المسئولة عن تكوين خلايا الدم وفي نفس الوقت تقل بدرجة بسيطة كرات الدم الحمراء مع زيادة كبيرة في انخفاض نسبة الهيموجلوبين، كما يزيد نشاط أنزيمات الدم ويمكن أن يعود الدم إل حالته الطبيعية بعد هذا النوع من التغيرات خلال يومين ويلاحظ هذا النوع من التغيرات عادة بعد العمل العضلي المرتفع الشدة ولفترة طويلة.

ISTAPS UNIV-BATNA 2

النوع الثالث:يحدث هذا النوع من التغيرات مصاحبا لبعض الأنشطة البدنية ذات الحمل المرتفع جدا لفترة طويلة (سباقات الدراجات االتي تستمر عدة أيام) حيث تهبط وظائف أعضاء تكوين الدم، وبناء على ذلك يقل عدد كرات الدم الحمراء بدرجة كبيرة، كذلك يقل محتوى الدم من الهيموجلوبين وتنخفض المؤشرات الملونة للدم ويمكن أن يستمر الاستشفاء إلى **6** أيام، وهذا النوع من التغيرات يدل على زيادة حالة التعب.

– **كرات الدم البيضاء**: تختلف عن كريات الدم الحمراء بعدم وجود الهيموجلوبين ولكنها تتميز عنها بوجود نواة وفي الحقيقة فإن اللون الأصلي لهذه الخلايا يعتبر شفافاً لكنه نتيجة لانعكاس الضوء فهو يظهر تحت المجهر باللون الأبيض. ويبلغ *عددها* من **4000** إلى **10** آلاف في المليمتر المكعب من الدم وتكون علي خمس صور هي :

– **الأولي**: الخلايا العدلة أو متعددة أشكال النواة المعتدلة (النتروفيل) : **Neutrophil** تعتبر خط الدفاع الأول ضد العدوى .

– **الثانية** : الخلايا الحمضية : **الإيزينوفيل éosinophile** تتزايد وتتكاثر عند ارتفاع درجة حرارة الجسم تفرز مادة **الهستامين** التي تؤثر على الأوعية الدموية فتسبب اتساعها .

– **الثالثة** : **الخلايا القعدة** (البازوفيل : **Basophil**) تسمي **النيزوفيل** " تفرز مادة الهيبارين التي تمنع تجلط الدم

– **الرابعة**:خاصة بالعدوى طويلة المدى مثل ميكروب الدرن وتسمي" **الليمفوسايت** "

– **الخامسة** : وهي تأكل وتلتهم الميكروب وتسمي " **المونوسايت**» فهي مثل النيتروفيل هي التهام البكتريا.

– **تغيرات كرات الدم البيضاء**: استجابة لأداء الجهد البدني كما يلي:

المرحلة الأولى: **المرحلة الليفوسايتية** : تتميز هذه المرحلة بزيادة غير كبيرة للكرات البيضاء من **1** ألف إلى **12** ألف في **1**ملم^3 وتلاحظ هذه الزيادة نتيجة زيادة الكرات البيضاء من نوع الليمفوسايت، بعد مرور **10** د من بداية النشاط البدني.

المرحلة الثانية: **المرحلة النتروفلية** : تتميز بزيادة عدد الكرات البيضاء حتى تصل إلى **1.16** ألف في **1**ملم^3، وذلك نتيجة زيادة الخلايا النتروفلية والتي يظهر من بينها خلايا مازالت صغيرة ، وفي نفس الوقت تقل الخلايا الإيزوفيل والليمفوسايت، وتظهر هذه المرحلة بوضوح بعد ابتداء العمل العضلي ذو الشدة المرتفعة بساعة إلى ساعتين.

المرحلة الثالثة : **مرحلة التسمم** : تتميز هذه المرحلة بزيادة كبيرة جدا في عدد كرات الدم البيضاء حتى تصل مابين **30–50** ألف في **1**ملم^3، وتزيد كمية الكرات الصغيرة ويقل عدد الخلايا الليمفوسايت وتختفي الخلايا الأيزوفيل وتظهر هذه المرحلة بعد النشاط العضلي ذو الشدة المرتفعة لفترة طويلة وظهور هذه المرحلة يدل على وصول اللاعب إلى الإجهاد.

– الصفـــــــائح الـــــــــدموية :

هي من العناصر غير السائلة العالقة في بلازما الدم، وتظهر بشكل أجسام شبه صلبة مبعثرة في الدم، وهي عبارة عن حطامات سايتوبلازمية ليس لها جدار خلوي خالية من النواة، تتولد من خلايا أولية كبيرة تسمى ميكا

ISTAPS UNIV-BATNA 2

كاريوسايت التي توجد في نخاع العظم ، تنشأ من الخلايا الشبكية . ويبلغ عددها حوالي **250000** إلى **500000** في **1ملم**^{3} من الدم ، وفترة حياتها حوالي خمسة أيام يأخذها بعد ذلك الطحال لتفتيتها وتحليلها .

– **وظيفة الصفائح الدموية:** تجلط الدم عند حدوث إصابة فبذلك تساعد على إيقاف النزيف وعلى التئام الجروح .

– **تغيرات الصفائح الدموية :**

استجابة لأداء الجهد البدني كما يلي: يلاحظ عند العمل العضلي **زيادة في عدد الصفائح الدموية** حتى تبلغ **ضعفها** وقت الراحة خلال عدة ساعات بعد أداء الحمل البدني وهذه الزيادة في الصفائح الدموية المرتبطة بالنشاط البدني تقوي من قابلية الدم للتجلط والتي تعتبر إلى جانب زيادة الكرات البيضاء رد فعل دفاعي للجسم وتزداد أهمية زيادة الصفائح الدموية خلال الجهد البدني لارتباطها بخطورة النزيف تعمل على تحويل المادة البروتينية السائلة إلى مادة صلبة أي من مادة الفبيروجين إلى الفبيرين ميزة الصفائح الدموية تتكون من خيوط متصلبة الشكل تكون متجمعة حول جلد الإنسان وذلك لتحول دون خروج الدم من الجلد .

– **الأوعيـــــــــة الدمـــــوية :**

تعتبر هي الجزء المكمل للجهاز الدوري حيث يقوم القلب بضخ الدم والأوعية الدموية تستقبل هذا الدم لتقوم بتوزيعه علي جميع أنسجة الجسم ثم تعود به مرة أخرى للقلب استكملا للدورة الدموية **وتتميز الشرايين بسمك الطبقة العضلية في جدارها** فنجدها تتكون من أربعة طبقات كالتالي : نسيج ضام ثم عضلات ناعمة ، نسيج مطاط ثم طبقة وعائية ملساء بينما الأوردة تتكون من ثلاث طبقات فقط وبها صمامات داخلية تسمح بتحرك الدم في إتجاه واحد وتتميز أيضا الشرايين بأنها أكثر تحملا من الأوردة إلا أن الأوردة أدق من الشرايين وأقل سمكا ونلاحظ أيضا أن الشعيرات الدموية صغيرة جدا وتقوم بمهمة إمداد خلايا الجسم بالغذاء والأكسجين وتخليصها من نواتج عمليات الأكسدة ؛ وتعتبر الشعيرات الدموية أهم جزء وظيفي للدورة الدموية حيث يتم من خلالها تبادل الغازات نظرا لطبيعة تكوينها من طبقة واحدة رقيقة ويختلف عددها في مختلف فهي تزيد في الأنسجة التي يزيد فيها التمثيل الغذائي كما يختلف ضغط الدم في مختلف الشعيرات الدموية حيث يتراوح ما بين **8** إلى **40** ملم زئبق كما إن ضغط الدم لا يتساوى في الشعيرة الواحدة حيث يزيد في الجهة الشريانية ويقل في الجهة الوريدية . وفي أثناء الراحة تعمل بعض الشعيرات أما الباقي فيعمل أثناء النشاط البدني وتتفتح ويزيد سريان الدم الموضعي حيث ثبت أن **1** ملم^2 من مساحة العضلة الهيكلية تعمل به **35** إلى **85** شعيرة أثناء الراحة بينما يزيد أثناء النشاط البدني ليصل إلي **2500** إلى **3000** شعيرة .

– **تغيرات الأوعية الدموية والتدريب الرياضي** :تقوم الأوعية الدموية بإمداد أعضاء الجسم بالدم اللازم لها ويزيد حجم الدم نتيجة :

– زيادة حجم الدفع القلبي .

– إعادة توزيع الدم حيث يقل توجيه الدم إلي الأعضاء غير العاملة ليتجه معظمه إلي الأعضاء العاملة .

ISTAPS UNIV-BATNA 2

يعتبر زيادة الدفع القلبي وإعادة توزيعه بين الأعضاء العاملة وغير العاملة وأنسجة الجسم من أهم استجابات الجهاز الدوري أثناء العمل العضلي.

– إمداد المخ بالدم ثبت أن إمداد الدم لأجزاء المخ يتغير تبعا لتغير هذه الأجزاء وكمثال على ذلك زيادة سريان الدم في المناطق المسئولة عن الحركة أثناء النشاط الحركي بحوالي **50%** أزيد من مستواها أثناء الراحة ؛ في الوقت الذي لا يتغير سريان الدم الكلي للمخ .

حيث أن ثبات استمرار الدم بالمخ له أهميته في الحفاظ على وظائف المخ الحيوية ولا تتأثر الأوعية الدموية في المخ بدرجة كبيرة بتأثيرات الأعصاب السمبثاوية وكذلك الهرمونات ويؤدي توتر الأكسجين بالدم الشرياني إلي تأثير عكس ثاني أكسيد الكربون **فعند نقص الأكسجين تتسع الأوعية الدموية وعند زيادته تضيق** ،وعادة يبقي توتر الأكسجين في الدم الشرياني بدون تغيير في الظروف العادية وكذلك عند أداء العمل العضلي فيما عدا حالة المرتفعات .

IST APS UNIV-BATNA 2

معهد علوم وتقنيات النشاطات البدنية والرياضية : **قسم التدريب الرياضي :**

المادة : فسيولوجيا الجهد البدني *المحاضرة رقم 5*

– الجهاز التنفسي و الجهد البدني:

أهم حاجة للجسم هي الأكسجين ، لأنه ضروري لجميع عمليات التغذية وإنتاج الطاقة اللازمة لحياة الخلايا وقدرتها على القيام بوظائفها الحيوية ، ولا يستطيع الجسم الاستغناء عن الأكسجين لأكثر من أربع دقائق فقط ؛ويتم

الحصول على الأكسجين من الهواء الجوي بواسطة عملية التنفس (الشهيق) التي يقوم بها الجهاز التنفسي عبر الرغامى والقصبتين إلى الرئتين. وتشمل كل رئةٍ كثيراً من القصيبات ، والتي تتفرع إلى شُعيبات تنتهي بعددٍ لا يحصى من الحويصلات الهوائية (أو الاسناخ) المبطنة بأغشية رقيقةٍ جداً يجري عبرها تبادل الغازات بينها وبين الشعيرات الدموية التي تحيط بالأسناخ ؛ وتعمل العضلات الوربية (بين الأضلاع) والحجاب الحاجز (تحت الرئتين) على تشغيل الرئتين كالكير (منفاخ الحداد)، تسحب الهواء إليهما ثم تدفعه خارجهما في فتراتٍ منتظمة .

– **وظائف التنفس** : يقوم التنفس بالوظائف التالية:

1– تزويد الجسم بالأكسجين من الجو إلى الرئتين، ثم أكسدته في الرئتين، بفضل الضغط الجزيئي للأكسجين في الأسناخ والأوعية الدموية.

2– طرح ثاني أكسيد الكربون وذلك بفضل فرق الضغط الجزيئي له في الخلايا والأوردة والاسناخ.

3– المحافظة على التوازن الحامضي القاعدي .

4– المحافظة على حرارة الجسم نتيجة لعمليات الاحتراق والهدم والبناء داخل الجسم .

– **آلية التنفس** (ميكانيكية التنفس) : يدخل الهواء إلى جهاز التنفس بفعل حركة عضلة الحجاب الحاجز أو بفعل عضلات بين الضلوع (العضلات الوربية) أو نتيجة لعملهما معا وتقسم ميكانيكية أو آلية التنفس إلى عمليتي الشهيق والزفير.

1– عملية الشهيق : تعني دخول الهواء إلى الرئتين عن طريق المسالك أو الممرات الهوائية التي تبدأ من فراغ الأنف فالبلعوم فالحنجرة فالقصبة الهوائية فالشعب الهوائية فالشعيبات الهوائية وأخيرا الحويصلات الهوائية وهناك يتم تبادل الأكسجين وثاني أكسيد الكربون .

2– عملية الزفير : وهي عملية معاكسة تعقب عملية الشهيق ، فهي تتم عادة نتيجة صغر تجويف الصدر بسبب ارتخاء عضلات الصدر (العضلات بين الضلوع) والحجاب الحاجز وارتداد الأضلاع وتقاربها ، فيقل تبعا لذلك حجم الفراغ الصدري ويضغط على الرئتين ومن ثم تعود الرئتان إلى الانكماش بمرونتهما الطبيعية ، مما يسبب خروج هواء الزفير نتيجة لزيادة أو ارتفاع ضغط الهواء الداخلي عن الهواء الخارجي ، وبالتالي يندفع الهواء ويسلك هواء الزفير نفس الطريق الذي سلكه هواء الشهيق ولكن بطريقة عكسية.

– **الضبط العصبي للتنفس**: توجد مراكز التنفس في قشرة الدماغ وهي المراكز العليا و البصلة السيسيائية ؛ يضبط التنفس عصبيا بواسطة مركز للتنفس يقع أسفل الدماغ ويتكون من منطقتين ، واحدة معنية بالشهيق والأخرى بالزفير ؛ في الوقت الذي تبعث فيه الأعصاب المعنية بالشهيق المنبهات المحفزة الى عضلات الحجاب الحاجز والأضلاع ، فإنها ترسل أيضا منبهات مثبطة لتخفيف أو إيقاف الزفير .

– مركز الشهيق : إثارة هذا المركز يؤدي إلى تقلص أو انقباض جميع عضلات الشهيق وإذا استمرت إثارته لفترة طويلة تؤدي إلى الموت بسبب تراكم CO_2 في الدم .

ISTAPS UNIV-BATNA 2

– مركز الزفير : إثارة هذا المركز تحدث زفيراً طويلاً يستمر من دقيقتين إلى ثلاث دقائق ولا تؤدي إثارته المستمرة للموت حيث إنه بمجرد ارتفاع معدّل CO_2 في الدم يتنبه مركز الشهيق ويبدأ بالعمل فوراً وتحدث عملية الشهيق وما تجب ملاحظته أن إثارة المركزين معاً تحدث تشنجاً شهيقياً ويتصلان فيما بينهما بأعصاب موصلة متبادلة.

– **التبادل الغازي** :تتم عملية تبادل الغازات عند الإنسان بواسطة جهازين : الجهاز التنفسي يعمل على إدخال O_2 من الجو إلى الرئتين وأيضا يعمل على إخراجCO_2 من الرئتين الى الجو؛ بينما يقوم الجهاز الدموي بنقل O_2 من الرئتين إلى الخلايا ونقل CO_2 من الخلايا إلى الرئتين ؛ تتم عملية تبادل الغازات بين الجهازين بواسطة الانتشار، وتمر عملية التبادل الغازي بأربع مراحل هي:

– تبادل الغازات بين هواء الجو والحويصلات الرئوية ، وتدعى التهوية الرئوية.

– تبادل الأكسجين وثاني أكسيد الكربون بين الحويصلات الرئوية والشعيرات الدموية

– نقل الأكسجين وثاني أكسيد الكربون في الدم.

– تبادل الأكسجين وثاني أكسيد الكربون بين الشعيرات الدموية والخلايا.

1– تأثير ثاني أكسيد الكربون الموجود في هواء الجو: عندما تكون نسبة CO_2 في الهواء المستنشق طبيعية **0.05 %** لا يحصل أي تغيير على تنفس الشخص إذا ارتفعت نسبة CO_2 في هواء التنفس إلى **03 %** يزداد عمق التنفس وتبقى سرعته بطيئة ويدعى ذلك فرط التهوية ؛إذا ارتفعت إلى حوالي **05 %** تزداد سرعة التنفس وعمقه، وإذا ارتفعت إلى حوالي **06 %** تباطأت الوظائف الدورانية والتنفسية وأصابهما الخمول والهمود ويصاب الشخص بالصداع والدوار والإغماء.

2– تأثير نقص الأكسجين في هواء الجو: إن النسبة المئوية للأكسجين في الهواء الجوي **20.95 %** فإذا انخفضت إلى أقل من **13 %** فإن التنفس **سيزداد سرعة وعمقاً** وبذلك تزداد كمية الأكسجين في الأسناخ الرئوية فتطرد كمية CO_2 من الأسناخ فيقل عمق التنفس لفترة قصيرة يعود بعدها التنفس إلى عميقاً بسبب تجمع ثاني أكسيد الكربون ثانية ، وهكذا يتغير عمق التنفس بصورة متناوبة بالزيادة والنقصان، **ويدعى التنفس عندها بالتنفس الدوري المتناوب**

– **العوامل المؤثرة في عملية التنفس** : تخضع عملية التنفس إلى عدد من التغييرات التي تطرأ على جسم الإنسان وهذه العوامل والتغييرات هي:

1– عوامل عصبية مركزية :تلعب منطقة تحت المهاد دوراً في اضطراب عملية التنفس، ويمكن ملاحظة ذلك أثناء الانفعال حيث تزداد سرعة التنفس، كذلك تلعب قشرة الدماغ دوراً في تغيير عملية التنفس أثناء الضحك أو الكلام أو الانتباه.

2– عوامل كيميائية : إن حدوث أي تغيير كيميائي للدم يعمل على اضطراب المراكز التنفسية العصبية المركزية، ويؤثر بالتالي على عملية التنفس، ويتم هذا التأثير بطريقتين: إحداهما مباشرة على المراكز العصبية التنفسية والثانية

ISTAPS UNIV-BATNA 2

غير مباشرة أي منعكس عن طريق المستقبلات الموجودة على جدران الشرايين الأبهر والسباتي العام، وأهم العوامل المؤثرة على التنفس هي درجة الحموضة (PH) ومعدل كل من الأكسجين وثاني أكسيد الكربون.

3– عوامل آلية : الجهد البدني والأعمال الشاقة التي تزيد من سرعة التنفس مما يؤدي إلى زيادة الحاجة إلى الأكسجين.

– الألم يزيد من سرعة التنفس بتأثير منعكس بواسطة المستقبلات التنفسية.

– الانفعال يزيد من سرعة التنفس بتأثير منعكس بواسطة المستقبلات التنفسية.

4– عوامل ظرفية : مثل تخريش الممرات الهوائية بالغبار والغازات يزيد من سرعة التنفس بتأثير منعكس .

– بعض مشاكل الجهاز التنفسي : يتعرض الجهاز التنفسي في الانسان لبعض المشاكل أبرزها :

1– التهاب الرئة : نتيجة امتلاء الحويصلات بالسوائل وبالخلايا الدموية البيضاء ، ويترتب عن ذلك نقص الأكسجين في الدم إلى حد كبير .

2– السل : يصيب هذا الداء الرئتين إذ يحطم أنسجتها ويحل محلها نسيج ليفي غليظ غير مرن لا يناسب عملية الزفير ، وبالتالي تتجمع كمية كبيرة من الهواء ، مما يسبب انتعاش البكتيريا .

3– انتفاخ الرئة وسرطان الرئة ، والربو والزكام والانفلونزا .

– أرقام عن الجهاز التنفسي :

–إن كمية الهواء الداخل إلى الرئتين خلال عملية الشهيق تبلغ **½لتر** .

– إن عدد مرات التنفس في حالة السكون تبلغ **12 – 16** مرة في الدقيقة عند الإنسان البالغ.

– إن كمية الهواء الداخل إلى الرئتين والخارج منها يبلغ تقريبا **6لتر** في الدقيقة، وهذه الكمية يمكن أن تزيد إلى **10** أضعاف عند المجهود العضلي الكبير.

– إن عدد الحويصلات الهوائية في الرئتين يبلغ **300** مليون تقريبا.

– يمكن للإنسان أن يعيش **برئة واحدة** إذا كانت هذه الرئة تؤدي وظيفتها بصورة صحيحة.

– الأحـــجام الرئوية : يختلف حجم هواء التنفس الذي نتنفسه باختلاف ظروف التنفس ، يمكن قياس الأحجام الرئوية باستخدام جهاز بسيط التركيب يسمى الاسبيروميتر **Spirometer** . كما يمكن باستخدام جهاز الاسبيروجراف **Spirograph** تسجيل منحنيات كل من الهواء الداخل إلى الرئتين أي هواء الشهيق ، والهواء الخارج من الرئتين وهو هواء الزفير ، إلى جانب احتياطي كل منهما ، في ضوء ما تقدم نجد أن هنالك أربعة أحجام رئوية يمكن لنا قياسها وتكون في مجموعها أقصى سعة للرئتين:

1– حجم هواء التنفس(حجم الهواء الدوري) (**حجم الهواء المد جذري**) **TIDAL VOLUME** (**T.V.**) :

هي كمية هواء الشهيق والزفير المتنفس في المرة الواحدة حيث يتراوح عدد مرات التنفس لدى الشاب البالغ ما بين **35 – 45** مرة / دقيقة أثناء التدريبات الرياضية الشاقة وقد تتراوح لدى اللاعبين الاولمبيين من الجنسين ما بين **60 – 76** مرة / دقيقة أثناء منافسات التزلج السريع ، ويتراوح حجم هذا الهواء لدى الشخص البالغ ما بين

ISTAPS UNIV-BATNA 2

350 – 500 ملل في المرة الواحدة في حالة الراحة وقد يصل إلى نحو **1** ل لدى البعض ويوضح الشكل أدناه منحنيات الحجم المد جذري والشهيق الزفير الهادئ ومقارنة بين الرجل والمرأة من حيث عدد مرات التنفس وحجم هواء التنفس والأوكسجين المستخلص ومتوسط كل منهم وذلك لدى الأشخاص البالغين في حالة الراحة ، هذا ويتراوح معدل التنفس الطبيعي لدى الأطفال دون سن البلوغ ما بين **20 – 25** مرة/د. أما في حالة التدريبات الشاقة فيرتفع حجم هواء التنفس إلى ما بين **2 – 3** ل/ مرة ، ويقدر الحجم المستهلك لدى الرياضيين الممارسين لرياضات التحمل بنحو **160** ل/ د ،في عدة دراسات وصل إلى **200** ل/ د، وارتفع إلى **208** ل/ د لدى المحترفين من لاعبي كرة القدم عند التدريب على العجلة وعلى الرغم من هذه الأحجام الكبيرة فان حجم التنفس نادرا ما تخطى نسبة الـ **55%** من السعة الحيوية.

2– **الحجم الاحتياطي لهواء الشهيق** :كمية الهواء التي يمكن استنشاقها علاوة على الكمية المستنشقة في الحالة العادية ، وهو ما نطلق عليه الحد الأقصى للشهيق او الحجم المكمل ، ويعرف بـ ((حجم الهواء المستنشق الإضافي)) ويتراوح حجمه ما بين **2.5** إلى **3.5** لتر تقريبا.

3– **الحجم الاحتياطي لهواء الزفير** : هو حجم الهواء الإضافي الخارج مع هواء الزفير ويعني كمية الهواء المطرودة علاوة على كمية هواء الزفير في الحالة العادية يعبر عنه بأقصى زفير يمكن إخراجه ويتراوح حجمه ما بين **1** الى**1,5** لتر تقريبا لدى الشخص متوسط الحجم .

4– **الحجم المتبقّي** : يعرف هذا الحجم بأنه كمية الهواء المتبقية في الرئتين والممرات الهوائية بعد خروج هواء الزفير ، وهذه الكمية تسمى بالمتبقية ، نظرا لعدم خروجها مع هواء الزفير ، وتتراوح ما بين **1** إلى **1,2** لتر تقريبا لدى الإناث ، وما بين **1,2** إلى **1,4** لتر تقريبا لدى الذكور.

– **الســــــعات الرئوية** :يطلق مسمى السعات الرئوية نظرا لاستخدامها كمعايير لقياس الوظائف الرئوية ، وتقل هذه السعات لدى الإناث بنسبة تتراوح ما بين **20 – 25 %** وتزيد لدى المدربين ، وهذه السعات هي:

1– **سعة الشهيق** : أقصى حجم من الهواء يمكن استنشاقه علاوة على الشهيق في الحالة الراحة ويقدر حجم سعة الشهيق بنحو **3.5** لتر هواء.

2– **السعة الوظيفية المتبقية**: عبارة عن كمية الهواء المتبقية بالرئتين والممرات الهوائية بعد إطلاق الزفير العادي وتقدر بنحو **2.4** لتر تقريبا لدى الذكور وبنحو **1.8** لتر تقريبا لدى الإناث.

جدول يبين متوسط الأحجام والسعات الحيوية بالملليلتر:

القياس	ذكور من 20الى 30 سنة	اناث من 20الى 30 سنة	ذكور من 50الى 60 سنة
الحجم المد الجذري	600	500	500
سعة الشهيق	3600	2400	2600
حجم احتياطي الشهيق	3000	1900	2100
حجم احتياطي الزفير	1200	800	1000
السعة الحيوية	4800	3200	3600

ISTAPS UNIV-BATNA 2

الحجم المتبقي	1200	1000	2400
السعة الوظيفية المتبقية	2400	1800	3400
السعة الرئوية الكلية	6000	4200	6000

– العوامل المؤثرة في الأحجام والسعات الرئوية :

– المرحلة العمرية (السن) – الطول والوزن والجنس . – قوة وعضلات التنفس

– عدد مرات التنفس بالدقيقة – اختلاف وضع الجسم. – عمق كل من الشهيق والزفير أي عمق التنفس

– العادات والطباع . – التدريب الرياضي من حيث :

أ – نوع النشاط الرياضي التخصصي . ب – الحالة التدريبية للاعب . ج – العمر التدريبي للاعب.

– استجابات الجهاز التنفسي للجهد البدني: تتلخص هذه الاستجابات فيما يلي:

1– استجابات معدل التنفس: يتضاعف معدل التنفس عند أداء الجهد البدني ليصل إلى حوالي ثلاث إلى أربعة أضعاف قيم الراحة عندما تكون درجة الحمل عند المستوى الأقصى، وهذا يعني أن معدلات التنفس قد تصل في هذه الحالة إلى **35– 50** مرة/الدقيقة.

2– استجابات حجم هواء التنفس العادي: مقدار حجم التنفس في حالة الراحة بمتوسط قدره **500** ملل ويتضاعف هذا الحجم نتيجة لتدريبات الجهد الأقصى ليصل إل نحو **3000 ملل** أي بمقدار **6** أضعاف قيم الراحة تقريبا.

3– استجابات حجم التهوية الرئوية: عندما تصل درجة الحمل البدني إلى مستوى الجهد الأقصى فإن حجم التهوية الرئوية يصل إلى**80** ل/ د ويرتفع ذلك المقدار إلى ما يزيد عن **120** ل/د عند مستوى الجهد البدني المجهد وهذا يدل على أن زيادة حجم التهوية عند أداء تلك المستويات من الجهد تصل إلى **12– 20** ضعف مقدار قيم الراحة أو أكثر ويرتبط ذلك بزيادة استهلاك الطاقة اللازمة لأداء الجهد.

4– استجابات تبادل غازات التنفس: تتضاعف معدلات التبادل الغازي عند أداء المجهودات البدنية مرتفعة الشدة لتبلغ نحو **20– 30** ضعف معدلاتها في حالة الراحة، وترتبط تلك الزيادة بحجم التهوية الرئوية.

5– استجابات استهلاك الأكسجين: يكون معدل استهلاك الأكسجين في حالة الراحة في حدود **250ملل**/دقيقة ويرتفع عند أداء تدريبات التحمل ذات الشدة الأقل من القصوى إلى الشدة القصوى ليبلغ نحو **5– 6** ل /دقيقة بمعنى أنه يتضاعف إلى مقدار **20–25** ضعفا تقريبا.

6– استجابات الهواء المتبقي في الرئتين: تحت تأثير الجهد البدني يزيد حجم الهواء المتبقي بالرئتين بعد إطلاق أقصى زفير، ويساعد ذلك على عدم اختلال مكونات هواء الحويصلات الرئوية تحت الجهد المبذول وخاصة بالنسبة لغازي الأكسجين وثاني أكسيد الكربون.

– تأثير الجهد البدني على التنفس :هنالك عدة تأثيرات فسيولوجية تصاحب الجهد البدني ، وتختلف باختلاف مكونات الأحمال التدريبية وكذلك نوع النشاط الرياضي الممارس ومما لا شك فيه أن الجهد البدني يترك أثره الواضح على الجهاز التنفسي ومن أهم تلك التأثيرات :

ISTAPS UNIV-BATNA 2

1 – ارتفاع معدل تبادل الغازات من نحو 20 إلى 30 ضعف حالة الراحة في حالة الجهد البدني المفرط (الشاق) .

2 – زيادة سرعة وعمق التنفس مما يؤدي إلى زيادة معدل التهوية الرئوية زيادة كبيرة تتراوح ما بين 150 – 200 ل/د لدى الرياضيين المتميزين .

3 – زيادة النشاط القلبي الوعائي مما يؤدي إلى :

أ – ارتفاع معدل التهوية الرئوية .

ب – زيادة شدة عمليات الأكسدة .

ج – زيادة كمية الأوكسجين المستخلصة (الممتصة) بالرئتين في الدقيقة .

د – زيادة حجم الدم المدفوع في الدورتين الدمويتين في الدقيقة .

4 – ارتفاع معدل استهلاك الأوكسجين من 250 – 350 مللتر/ د في حالة الراحة إلى نحو 4500 – 5000 ملليلتر / دقي حالة المجهود .

5 – زيادة تركيز الهيموجلوبين بالدم ، نتيجة لزيادة معدل إفراز العرق ونقص الماء في الدم ، مما يؤدي إلى زيادة قدرة الدم على الاتحاد بالأوكسجين .

6 – زيادة معدل استخلاص الأوكسجين من الدم بالأنسجة العضلية ، اذ تستخلص خلايا الجسم من 60 – 80 ملل أوكسجين من كل 1 لتر دم في حالة الراحة وترتفع هذه النسبة لتصل إلى 150 ملل او أكثر في حالة المجهود

7 – ارتفاع معدل استخلاص الأوكسجين بالحويصلات الرئوية كنتيجة لارتفاع معدل ثاني اوكسيد الكاربون وانخفاض كمية الأوكسجين بالعضلات العاملة أثناء المجهود .

جدول يوضح تأثير الجهد البدني على التنفس

التأثير الفسيولوجي	في حالة الراحة	في حالة الجهد
ارتفاع معدل تبادل الغازات (ضعف)	.....	من 20 الى 30
معدل التهوية الرئوية (لتر / دقيقة)	من 6,8 الى 7,65	من 150 الى 200
استهلاك الاوكسجين (ملليلتر / دقيقة)	من 250 الى 350	من 4500 الى 5000
استخلاص الاوكسجين بالخلايا العضلية (ملليلتر / لتر دم)	من 60 الى 80	من 150 أو اكثر

– التغيرات والتكيفات الفسيولوجية المصاحبة للجهد البدني :

– التغيرات الفسيولوجية :

1 – زيادة السعة الحيوية وبالتالي زيادة حجم التهوية الرئوية .

2 – زيادة الكفاءة الرئوية من حيث العمل الوظيفي والتركيب التشريحي.

3 – زيادة سرعة وعمق التنفس ، وتناسب ذلك وحجم الجهد البدني المبذول.

4 – سرعة التخلص من ثاني اوكسيد الكربون كأحد مخلفات التمثيل الغذائي .

5 – ارتفاع معدل استخلاص الأوكسجين بالحويصلات الرئوية والأنسجة العضلية

ISTAPS UNIV-BATNA 2

6 – زيادة حجم نشاط أجسام الميتوكوندريا (بيوت الطاقة) .

– التكيفات الفسيولوجية :

1 – سرعة الاستجابة للمنبهات العصبية اللاارادية بمركز التنفس بالمخ .

2 – سرعة انتقال الإشارات الحسية المنبهة من المستقبلات الكيميائية إلى المخ .

3 – سرعة عودة حموضة الدم إلى حالتها القلوية .

4 – عدم ظهور ظاهرة دين الأوكسجين المعوقة للأداء .

5 – تناسب معدل استهلاك الأوكسجين ومكونات الحمل التدريبي أو التنافسي .

6 – سرعة العودة إلى الحالة الطبيعية في مرحلة استعادة الشفاء (عقب الأداء).

الاحجام والسعات الرئوية

الأحجام و السعات الرئوية	التعريف	الحجم بـ ملل		التغيرات اثناء التدريب
		رجال	سيدات	
حجم هواء التنفس العادي	حجم هواء الشهيق او الزفير مع كل مرة تنفس	600	500	زيادة
احتياط الشهيق	اقصى حجم للشهيق بعد نهاية الشهيق العادي	3000	1900	نقص
احتياط الزفير	اقصى حجم للزفير بعد الزفير العادي	1200	800	نقص قليل
الحجم المتبقى	الهواء المتبقي في الرئتين بعد نهاية اقصى الزفير	1500	1000	زيادة قليلة
سعة الرئةالكلية	حجم الهواء في الرئتين بعد اقصى الشهيق	6000	4200	نقص قليل
السعة الحيوية	اقصى حجم لهواء الزفير بعد اقصى شهيق	6000	4600	نقص قليل
السعة الحيوية الكلية	اقصى حجم لهواء الزفير بعد اقصى شهيق باقصى سرعة	4800	3200	نقص قليل
السعة التنفسية	اقصى حجم للشهيق من مستوى العادي في الراحة	3600	2400	زيادة
السعة التنفسية الوظيفية	حجم الهواء في الرئتين عند مستوى الزفير العادي	2400	1850	زيادة قليلة

ISTAPS UNIV-BATNA 2

معهد علوم وتقنيات النشاطات البدنية والرياضية : **قسم التدريب الرياضي :**

المادة : فسيولوجيا الجهد البدني

المحاضرة رقم 6

– الجهاز العصبي و الجهد البدني:

الجهاز العصبي هو الجهاز الذي ينظم أوجه النشاط المتباين الذي تقوم به أعضاء الجسم المختلفة ويتعاون في هذا المجال مع الجهاز الهرموني ويعتبر الجهاز العصبي من أهم الأجهزة النبيلة في الجسم ، ويبنى من خلايا عصبية عديدة

تدعى العصبون (**Neurons**) ، ومن الوحدة الأساسية للجهاز العصبي والتي تتألف من جسم الخلية،والمحور والتفرعات الشجرية .

– **الخلية عصبية** : تتكون الخلية عصبية من :

1– جسم الخلية العصبية : يتميز جسم الخلية بأشكال متعددة مثل الشكل الكروي او البيضوي او المغزلي او الهرمي ويحتوي جسم الخلية على السيتوبلازم تسبح فيه العضيات الخلوية ، ولا تحتوي الخلية العصبية على الجسم المركزي وبذلك تفقد القدرة على الانقسام الخلوي .

2– المحور الاسطواني : يكون المحور أكثر طولا وسمكا من الزوائد الشجرية وينقل السيالة العصبية بعيدا عن جسم الخلية وتختلف المحاور في كون بعضها مغطى بغشائين هما غمد النخاعين او الميالين والغشاء العصبي وتسمى بالألياف الميالينية والبعض الاخر غير مغطى بغمد الميالين وتدعى الالياف اللاميالينة ، ينشأ كل من النخاعين والغشاء العصبي من الخلايا الدعامية للجهاز العصبي المحيطي والمسماة خلايا شوان ويتكون هذا الغشاء نتيجة للالتفاف المتكرر بشكل حلزوني لخلايا شوان حول المحور . يختنق على امتداد المحور فيما يعرف بعقد راينفير ولما كانت عملية التوصيل على المحور ذات طبيعة كهربائية فإن الاستثارة تقفز من عقدة إلى أخرى ، وتشير الأبحاث إلى أن الخلايا العصبية ذات الميالين لها قدرة على التوصيل أسرع من الخلايا عديمة الميالين .

3– التفرعات الشجرية أو الزوائد الطرفية (ألياف دقيقة جدا) تعرف بالشجيرات تخرج من جسم الخلية العصبية وتتشعب بشكل كبير لتزيد من السطح المعرض لاستقبال المنبهات من تشعبات الخلية التي تليها ، ومن الناحية التشريحية وتبعا لعدد المحاور الاسطوانية تقسم الخلية العصبية الى ثلاثة اقسام هي : (وحيدة القطب لها محور اسطواني واحد توجد الألياف العصبية الفقرية ، ثنائية القطب لها محوران اسطوانيان توجد في قرنية العين والألياف السمعية والشمية ، متعددة الاقطاب لها تغصنات شجرية عديدة وبعضها له محور اسطواني مثل الخلايا العصبية الحركية .

– **خصائص الخلية العصبية** : للخلية العصبية خاصيتان أساسيتان هما :

– الاستثارة .– التوصيل .

فالخلية العصبية قادرة على استقبال المؤثرات الحسية سواء من البيئة الخارجية أو الداخلية ولها القدرة على توصيل الإشارات العصبية إلى أجزاء الجسم المختلفة التي تستجيب لتلك المؤثرات وبذلك تعمل الخلية العصبية على التنسيق والتكامل بين نشاطات الأعضاء المختلفة **أما حسب الوظيفة** فتقسم الخلايا العصبية إلى ثلاثة أنواع رئيسية هي :

1– خلية عصبية حسية : تعمل على نقل الإحساسات من عضو الاستقبال الى الجهاز العصبي المركزي و تنتشر على الجلد و أعضاء حسية كالعين والأذن واللسان والأنف .

2– خلية عصبية موصلة (رابطة): موجودة في الدماغ والنخاع الشوكي. تربط بين خلية عصبية حسية و حركية تقوم باستقبال ومعالجة المحفزات الحسية وإعطاء رد فعل مناسب لها.

ISTAPS UNIV-BATNA 2

3- **خلية عصبية محركة** : تعمل على نقل الأوامر الى أعضاء الاستجابة التي قد تكون إرادية او غير إرادية كالعضلات المخططة أو الملساء أو الغدد ، وتجدر الإشارة إلى أن الجهاز العصبي لا يتكون كلياً من الخلايا العصبية فقط ، بل هناك بين العصبونات خلايا بنائية مختلفة الأشكال و الوظائف تدعى **الدبق العصبي** وظيفتها نقل الأغذية والأوكسجين الى العصبونات ونقل الفضلات من العصبونات إلى الدم .

– **أقسام الجهاز العصبي** : يتكون الجهاز العصبي من قسمين رئيسيين هما:الجهاز العصبي المركزي والجهاز العصبي الطرفي (المحيطي).

1– **الجهاز العصبي المركزي** : يتكون الجهاز العصبي المركزي من **الدماغ** ، **و الحبل الشوكي**

2– **الجهاز العصبي الطرفي(المحيطي**):يقع الجهاز العصبي الطرفي خارج الجهاز العصبي المركزي ، ويتكون من الأعصاب الدماغية (المخية) ، والأعصاب الشوكية ، ويقوم الجهاز العصبي الطرفي بنقل الإشارات العصبية من أعضاء الحس وأعضاء الجسم الأخرى إلى الجهاز العصبي المركزي ، ومن الجهاز العصبي المركزي إلى أعضاء الحركة ويتكون من اثني عشر زوجاً من الأعصاب تبدأ من الدماغ وتُسمى الأعصاب القحفية ، بالإضافة إلى واحد وثلاثين زوجاً من الأعصاب التي تبدأ من النخاع الشوكي وتُسمى الأعصاب النُخَاعية (الشوكية) ،وتعمل هذه الأعصاب كأسلاك الهاتف ؛ **وتكّون** الأعصاب شبكة تنتشر في جميع أجزاء الجسم ، لتربط بين الجهاز العصبي المركزي (الدماغ والحبل الشوكي) وجميع أجزاء الجسم، ويتكون العصب من حزم عصبية وتحتوي كل حزمة على الآلاف من المحاور الأسطوانية للخلايا العصبية وتصل الأعصاب إلى كل مكان في الجسم ويوجد نوعان من الألياف العصبية :

– **ألياف حسية (داخلة)** تحمل إلى المخ والحبل الشوكي الإشارات العصبية الواردة من المستقبلات ، مثل: الألياف الموجودة في النسيج الجلدي ، والأعضاء الحسية ، مثل: الأذن، والعين، والأحشاء الداخلية .

– **ألياف حركية (خارجة)** : تحمل الإشارات من الجهاز العصبي إلى العضلات والغدد، إلا أن معظم الأعصاب تحمل أليافاً من كلا النوعين ، ويطلق عليها "الأعصاب المختلطة " ،وعلى الرغم من أن الغالبية العظمى من الخلايا العصبية توجد في الجهاز العصبي المركزي ، فإن أجسام بعض الخلايا توجد في عقد موجودة في مسار بعض الأعصاب .

– وظائف الجهاز العصبي:

1– استقبال المعلومات من جميع الأجهزة الحسية بأجزاء الجسم المختلفة (الداخلية والخارجية)

2– تنظيم عملية إنتاج الطاقة اللازمة للنبضات العصبية الحركية التي تستخدم في النشاط الحركي أو لعمل الغدد المتنوعة في الجسم.

3– التنسيق بين نشاطات الجسم المختلفة بشكل يؤدي الى التكامل والترابط والاتزان.

4– اتخاذ القرارات وإصدار الاوامر للاستجابة بسلوك معين لمقابلة متطلبات المواقف المختلفة.

5– المحافظة على استمرار العمليات الحيوية بالجسم بشكل تلقائي للمحافظة على حياة الكائن الحي.

ISTAPS UNIV-BATNA 2

– الجهاز العصبي والجهد البدني :

1– الجهاز العصبي والتعلم الحركي :نتيجة عملية التعلم الحركي والتدريب الرياضي تظهر التغيرات الوظيفية الايجابية والتي تنعكس على تحسين عملية الاستثارة والكف وبالتالي تنعكس قوة العمليات العصبية ، وأوضح مثال على ذلك مراحل التعلم الحركي وتشمل:

أ – مرحلة اكتساب التوافق الأولي للمهارة الحركية : يتميز نشاط المخ بزيادة الاستثارات غير المطلوبة، وهذا يعني تفوق عمليات الإثارة العصبية في بادئ الأمر، الأمر الذي يؤدي إلى انتشار الإشارات العصبية في مراكز عصبية متعددة وينتج عن ذلك إثارة عدد كبير من العضلات غير مطلوب اشتراكها في الأداء الحركي وإعطاء الأوامر لها بالنشاط والاستجابة الحركية الأمر الذي يجعل الأداء الحركي يبدو صعبا ومتوترا ويرتبط بالعديد من الحركات الزائدة والحركات الجانبية وبذلك يحتاج الفرد إلى المزيد من الطاقة الذي يؤدي بالتالي الى سرعة الشعور بالتعب.

ب– مرحلة اكتساب التوافق الجيد للمهارة الحركية : يتم تثبيط المراكز العصبية مع تقليل الإشارات العصبية الزائدة وهذا يعني ظهور ما يسمى بعملية الكف أي عملية إبطال مفعول التنبيهات التي لا ترتبط بصورة أساسية بأداء المهارة الحركية الأمر الذي يؤدي إلى زيادة القدرة على التميز وتحسن الأداء التوافقي للمهارة الحركية وبالتالي التخلص من التوتر العضلي الزائد والحركات الجانبية التي ليست لها علاقة بالمهارة الحركية، ويأخذ الأداء المهاري الحركي في التحسن تدريجيا من خلال عملية التدريب المنظم ومن خلال إصلاح الأخطاء أول بأول.

ج– مرحلة إتقان وتثبيت المهارة الحركية: يتم حدوث التوازن بين عمليات النشاط العصبي أي التوازن بين عمليتي الاستثارة والكف وخلال هذه المرحلة يمكن التدريب على أداء المهارة الحركية تحت مختلف الظروف والتي تتميز بالزيادة التدريجية لتوقيت الحركة واستخدام القوة والأداء في ظروف تتميز بالصعوبة يمكن عن طريق ذلك كله اتقان أداء الفرد الرياضي للمهارة الحركية مع الاقتصاد في الجهد وحدوث التناسق بين حركات الجسم. ويجب علينا مراعاة أن اتقان وتثبيت المهارة الحركية والوصول بها إلى مرحلة الآلية يمكن أن يتأثر بصورة سلبية في حالة انقطاع الفرد عن الانتظام في التدريب لفترة معينة.

2– الجهاز العصبي وسرعة الأداء الحركي: يعتبر الزمن من المقياس الهام الذي يستخدم لقياس استجابات اللاعبين نظرا لأن الوقت الذي يستغرقه اللاعب في أداء مهارة حركية معينة أو محاولة بدء مهارة حركية معينة يمكن قياسه باستخدام أجهزة دقيقة للغاية ، أي أنه بواسطة أدوات قياس الزمن يحدد الوقت الذي يستغرقه اللاعب في أداء حركي معين أو لإنهاء استجابة حركية مطلوبة؛كما أن الزمن يستخدم أيضا في قياس نوعين من الاستجابات الحركية، هما الاستجابة الظاهرة والكامنة في ذات اللاعب والنوع الأول يطلق عليه زمن الاستجابة بينما النوع الثاني يطلق زمن الكمون ويحسب زمن الكمون من لحظة وصول الإشارة العصبية إلى العضلة وحتى استجابتها الحركية بالانقباض العضلي.

3– الجهاز العصبي وحالة اللاعب قبل المنافسة : المنافسة الرياضية تؤدي لظهور أعراض فسيولوجية مرتبطة بالجهاز العصبي في مرحلة ما قبل المنافسة، وتم تصنيفها لثلاث مراحل وتشمل:

ISTAPS UNIV-BATNA 2

– **حالة حمي البداية** : وترتبط بعملية زيادة "الإثارة" العصبية وهبوط عمليات "الكف"، مما تؤثر على مستوي اللاعب .

الأعراض الفسيولوجية: – زيادة عدد مرات التنفس. – زيادة سرعة نبضات القلب. – زيادة إفرازات العرق. – زيادة ضغط الدم. – زيادة ارتعاش الأطراف. – الإحساس بالضعف في الطرف السفلي.

الأعراض النفسية: – النرفزة القوية الواضحة. – الارتباك والشعور بالخوف. – ضعف التذكر. — عدم ثبات الحالة الانفعالية. – تشتت الانتباه وعدم التركيز.

كنتيجة لهده الأعراض الفيزيولوجية وما يرتبط بها من أعراض نفسية يمكن أن يتأثر أداء اللاعب في المنافسة بصورة سلبية إلا أن هناك بعض الباحثين الذين يرون أن بعض هذه التغيرات يمكن أن تؤثر بصورة ايجابية على اللاعب في حالة تعود الفرد على مواجهة العديد من المواقف التنافسية خلال فترات إعداده لهذه المنافسات.

حالة عدم المبالاة : ترتبط بعملية زيادة عمليات "الكف" وهبوط "الإثارة" العصبية فتؤدي لهبوط مستوى اللاعب .

الأعراض الفسيولوجية: – انخفاض سرعة التنفس. – انخفاض عدد ضربات القلب. – الارتخاء في معظم عضلات الجسم وبالخصوص الكبيرة. – الخمول الحركي.

الأعراض النفسية: – انخفاض مستويات الانتباه والإدراك.

– انخفاض التذكر والتفكير. وعدم المبالاة وحالة انفعالية سلبية، وكنتيجة لهذه الأعراض الفيزيولوجية وما يرتبط بها من أعراض نفسية يتأثر اللاعب في المنافسة بصورة سلبية واضحة.

–حالة الاستعداد للكفاح : تتميز بالتوازن بين عمليات "الكف العصبي" "الإثارة العصبية" فتؤدي لظهور اللاعب في أحسن مستوي وتكون الأعراض الفسيولوجية والنفسية في أحسن مستوي لها من حيث عدد ضربات القلب والتنفس والضغط والاستعداد العضلي من قبل العضلات المشاركة في العمل والتركيز والانتباه والتذكر.

ويرى العديد من الباحثين أن اللاعب يستطيع أن يظهر في أحسن مستوياته في غضون هذه الحالة، ويجب علينا مراعاة أن الفترة الزمنية لظهور الأعراض الفيزيولوجية لهذه الحالات قد تختلف طبقا للعديد من العوامل، إذ قد تمتد أحيانا إلى بضع أيام أو قد تقتصر على الساعات أو الدقائق القليلة التي تسبق الاشتراك الفعلي في المنافسات الرياضية.

معهد علوم وتقنيات النشاطات البدنية والرياضية : **قسم التدريب الرياضي :**

المادة : فسيولوجيا الجهد البدني *المحاضرة رقم 7*

– الجهاز الغددي والجهد البدني :

ISTAPS UNIV-BATNA 2

يقوم الجهاز الغددي الي جانب الجهاز العصبي بتنظيم معدلات النشاط الكميائي لخلايا وانسجة الجسم المختلفة حيث تكون استجابة الجهاز الهرموني بطيئة مقارنة بالجهاز العصبي ؛ يتكون الجهاز الغددي من مجموعة من الغدد وظيفتها انتاج الهرمونات في الجسم :

الغدد الصماء : عبارة عن مجموعة متخصصة من الخلايا تفرز مواد تسمى الهرمونات في مجرى الدم مباشرة حيث تصل إلى خلايا الجسم المستهدفة ؛ أما الهرمونات فهي مواد كيميائية معقدة للغاية تفرزها الغدد الصماء بكميات ضئيلة جدا حسب حاجة الجسم إليها إلي العضو المستجيب عن طريق الدم. (هرمون كلمة يونانية تعني المنشط أو المثير).

جدول يبن وظائف الهرمونات في جسم الانسان :

الغدد الصماء	الهرمون	الأعضاء المستهدفة	الوظائف الأساسية
الغدة النخاعية الفص الأمامي Anterion	هرمون النمو GH Growth Hormone	كل خلايا الجسم	– زيادة النمو لكل الأنسجة أعلى من المعدل الطبيعي – زيادة معدل تحلل البروتين – زيادة تمثيل الدهون – انخفاض معدل تمثيل الكربوهيدرات
	هرمون TSH	الغدة الدرقية	– التحكم في إنتاج الثيروكسين
	هرمون ACTH	الغدة الكظرية	– التحكم في إفراز هرمون قشرة النخاع
	هرمون بروﻻكتين PSH Follicle Sumulatting Horomon	المبيض و الخصية	– التحكم في إفراز اللبن – نمو و إنتاج الحيوانات المنوية في الخصية و نمو البويضة في الأنثى
	هرمون LH	المبيض و الخصية	– إفراز الاستروجين و البسروجسترون و التستوستيرون
الفص الخلفي Posterior	هرمون ADH Antidiuretic	الكلى	– التحكم في ماء الكلى و تنشيط ضغط الدم
الغدة الدرقية Thyriod	هرمون اوكسيتوسين Oxytocin هرمون الثيروكسين Thyroxine	كل خلايا الجسم	– النمو العضلي إفراز اللبن – زيادة معدل التمثيل الخلوي – زيادة معدل ضربات القلب .
	هرمون كالكيتونين	العظام	– التحكم في نسبة الكالسيوم بالعظام

جدول يبن وظائف الهرمونات في جسم الانسان :

الغدة الصماء	الهرمون	الأعضاء المستهدفة	الوظائف الأساسية
الغدة الجار درقية	هرمون باراثيرويد	العظام	التحكم في نسبة الكالسيوم في العظام و الكلى
الغدة الكظرية النخاع	هرمون انبفرين نور ابنفرين	معظم خلايا الحسم	ت– تمثيل الجيكوجين – زيادة الدم في العضلات – زيادة معدل القلب – زيادة معدل استهلاك الاكسجين – التحكم في ضغط الدم
القشرة	هرمون الدوستيرون	الكلى	– زيادة تركيز الصوديوم و البوتاسيوم
	هرمون كورتيزول	معظم الخلايا	– التحكم في تمثيل الكربوهيدارات والدهون

ISTAPS UNIV-BATNA 2

	هرمون اندروجين هرمون استروجين	الخصية – المبيض الخصية – المبيض	– نمو و تطور العمليات الجنسية
البنكرياس	الانسولين	كل خلايا الجسم	التحكم في جلكوز الدم – خفض سكر الدم – زيادة تحلل الجلكوز و الدهون
	الجلوكاجون	كل خلايا الجسم	زيادة جلكوز الدم–زيادة تحلل الدهون و البروتن
الهرمونانت الجنسية	هرمون تستوستيرون	الأعضاء التناسلية للذكور	تحسن العمليات الجنسية الذكرية – نمو علامات الذكورة لدى الصغار – الشعر – الصوت – العضاء التناسلية
	هرمون استروجين	الأعضاء التناسلية للإناث	تحسن العمليات الجنسية الانثوية – نمو الاعضاء الانثوية – الدورة الشهرية علامات الانوثة
هرمونات الكلى	هرمون رينين	قشرة الكلى – العظام	التحكم في ضغط الدم

– جدول يبين وظائف الهرمونات أثناء الجهد البدني

الغدة	الهرمون	الوظيفة
الدرقية	Thyroxin الثيروكسين T4 و T3	– زيادة المعدل الايضي لتغطية احتياجات المجهود الرياضي من الطاقة – استهلاك الاوكسجين المستخلص بالخلاياالعاملة اثناء النشاط الرياضي – زيادة كمية الانزيمات الخلوية مما يساعد في سرعة اتمام العمليات الايضية . – يتحكم في تمثيل المواد الغذائية مثل الكربوهيدرات والبروتينات والدهون – يعمل على زيادة عدد كرات الدم الحمراء. – يعمل على زيادة التنفس وضربات القلب. – له أهمية كبرى في نمو الجسم ونشاط الجهاز العصبي
الفوق كلوية	الأدرينالين النوادرينالين	– العمل على توسيع الأوعية الدموية في الجلد والعضلات لتوصيل الدم الكافي لها. – انقباض الأوعية الدموية مما يؤدي إلى رفع ضغط الدم وزيادة سرعة ضربات القلب وجدير بالذكر إن هذين الهرمونيين يزداد إفرازهما في حالات الشدائد والاضطرابات والخوف والانفعالات والغضب.
قشرة الكظر	الالدوسترون والكورتيزول	– تنشيط العمليات الايضية اللازمة لاستمرار العطاء في الجهد البدني . – الاستجابة للضغوط المختلفة مثل حالة التعب او تغيرات البيئة الخارجية المحيطة (حرارة أو برد) اثناء الجهد البدني . – تنبيه عمل القلب والدورة الدموية وفقا للمواقف التدريبية والتنافسية . – الحفاظ على نسبة سكر الكلوكوز في الدم وامداد العضلات بحاجتها منه . – التكيف مع التدريبات الرياضية بخاصة القسرية ومقاومة التعب . – المشاركة في الحفاظ على التوازن الايوني تجنبا لامراض الحرارة .
البنكرياس	هرمون الجلوكاجون	– تؤثر المجهودات البدنية التي يستمر أدائها لمدة زمنية طويلة على زيادة إفرازه، وهرمون الجلوكاجون له تأثيرات كبيرة على عمليات التمثيل الغذائي للكربوهيدرات وزيادة نسبة جلوكوز الدم . كما يزيد الهرمون أيضا من سرعة تحويل البروتينات إلى جليكوجين.
الغدة النخامية الخلفية	الهرمون ضد إدرار البول	يعمل هذا الهرمون على زيادة امتصاص الماء في الكلى وإعادته إلى الدم ويلعب ذلك دورا كبيرا في تنظيم التوازن المائي في الجسم وخاصة مع زيادة عمليات التعرق التي تصاحب التدريبات الشاقة في الجو الحار, ويساعد في عمليات التنظيم المائي تلك هرمون الالدوستيرون **Aldosterone** الذي تفرزه قشرة الغدة الكظرية.

– تأثير الجهد البدني على تركيز الاندروفين في الدم: يفرز الإندورفين استجابة للجهد البدني الهوائي المعتدل الشدة الذي يدوم **20** دقيقة فأكثر ، وقد يفرز في حالة الجهد البدني الأقل شدة إذا استمر الجهد لفترة طويلة. أما أثناء الجهد البدني العنيف الذي لا يدوم إلا لفترة وجيزة، كعدو المسافات القصيرة أو رفع الأثقال، فلا يعتقد أن تركيزه في الدم يتغير بشكل محسوس مقارنة بحالة الراحة .

إن الإندورفين هو المسؤول عن حالة الشعور بالسعادة التي يشعر بها لاعبي الجري المنتظمون التدريب فبعضهم يفرز جسمه مادة الإندورفين بعد حوالي (**10**د)، والبعض الآخر قد يستغرق منه الأمر **20** – **30** دقيقة قبل شعوره بحالة السرور والسعادة الناجمة من إفراز مادة الإندورفين.

IST APS UNIV-BATNA 2

واستمرار التمارين سيؤدي أيضا إلى زيادة في التنبيه العصبي السمبثاوي مع زيادة في الإنتاج القلبي وزيادة الدورة التنفسية، وإيقاف التمارين سيؤدي إلى تراجع هذه المظاهر والعودة إلى الحالة التي كان عليها الجسم قبل الانخراط في التمارين وكل ذلك يدلل على وجود ترابط وتوافق منتظم بصورة مباشرة بين المركز العصبي الحركي وتغير إفراز الهرمونات من الغدد.

– **تأثير التمارين الرياضية على الجهاز الغددي :** الطريقة التي تؤثر بها التمارين الرياضية المنتظمة على الهرمونات:

– هرمون النمو: يذكر أن هذا الهرمون يحفز عملية تركيب البروتين، كما أنه يؤثر على قوة العظام، والغضاريف و يزداد معدل إفراز هرمون النمو، الذي تفرزه الغدة النخامية كلما إزدادت فترة تأدية تمارين 'الإيروبيك'.

– هرمون الاندورفين:وهو هرمون آخر تفرزه الغدة النخامية، ويلعب دور المسكّن للآلام. كما أنه يعمل على سدّ الشهية، ويقلل أيضا من حدة التوتر والقلق. ومن الجدير بالذكر أن معدل إفراز هذا الهرمون يزداد كلما زادت فترة تأدية تمارين 'الآيروبيك' عن النصف ساعة.

– هرمون التيستوسترون:معدل إفراز هرمون التيستوسترون يزداد في الدم أثناء ممارسة التمارين الرياضية، ويبقى الهرمون في الدم لفترة تتراوح من ساعة الى ثلاث ساعات بعد الانتهاء من إداء التمارين.

– هرمون الإستروجين :يساعد هذا الهرمون على تسريع عملية تدمير مخزون الدهون في الجسم، يزداد بممارسة التمارين الرياضية. ويبقى الهرمون في الدم لفترة تتراوح من ساعة الى أربع ساعات بعد الانتهاء من تأدية التمارين.

– هرمون إيبينيفرين: يفرز هذا الهرمون من الغدة الكظرية، ويعمل على زيادة كمية الدم الذي يضخه القلب. كما أنه يساعد الجسم على التخلص من ' الجلايكوجين ' يعمل أيضا على تدمير الدهون المخزنة في العضلات النشطة. وتعتمد كمية هذا الهرمون على قوة التمارين والفترة الزمنية التي تستغرقها .

– هرمون الإنسولين : معدلات الإنسولين تبدأ بالتناقص بعد مرور ما يقارب العشرة دقائق على بدء تمارين 'الأيروبيك.'

– هرمون الجلوكاغون : إفراز هذا الهرمون يبدأ بعد مرور نصف ساعة على بدء ممارسة التمارين الرياضية، وذلك لأن نسبة سكر الدم تبدأ بالتناقص أثناء ممارسة التمارين الرياضية.

– جدول يبين الهرمونات التي تنتجها الغدد والوظيفة التي تحققها

الغدد	الهرمون الذي تنتجه الغدة	العضو أو الجزء المستهدف في الجسم	الوظيفة التي يحققها الهرمون
الهيبوثالامس (ماتحت المهاد)	الهرمون المضاد لادرار البول	الكلتيان	يساعد على تنظيم إعادة إمتصاص الماء من الكليتين
	الهرمون المعجل للولادة	الرحم	ينبه انقباض الرحم
	الهرمون المطلق للكورتيكوتروبين	الثديان	ينبه اطلاق لبن الثدي
	الهرمون المطلق للثيروتروبين	الغدة النخامية	ينبه اطلاق الكورتيكوتروبين من الغدة النخامية
	الهرمون المطلق للجونادوتروبين	الغدة النخامية	ينبه اطلاق الثيروتروبين من الغدة النخامية
	هرمون النمو	الغدة النخامية	ينبه اطلاق الهرمون المحفز للحويصلة وهرمون اللوتنة من الغدة النخامية

ISTAPS UNIV-BATNA 2

الغدة النخامية	هرمون النمو	انسجة كثيرة	يسبب نمو العظام وأعضاء عديدة في مرحلتي الطفولة والمراهقة ، ويحسن القوة العضلية في البالغين ، ويرفع مستويات السكر في الدم
	الهرمون المحفز للدرقية	الغدة الدرقية	ينظم افراز هرمونات الدرقية من الغدة الدرقية
	الكورتيكوتروبين	الغدتان الكظريتان	ينظم افراز هرمون الكورتيزول من الغدتين الكظريتين
	منشط افراز اللبن	الثديان	ينبه افراز اللبن (إنتاج اللبن)
	الهرمون المحفز للحويصلة	المبيضان والخصيتان	ينبه نمو البويضات في النساء والمني في الرجل
	هرمون اللوتنة	المبيضان والخصيتان	يسبب اطلاق البويضات وانضاجها في النساء، وينبه اطلاق التستوستيرون في الرجال
الغدة الدرقية	الثيروكسين	الخلايا	ينبه استهلاك الخلايا للأكسجين وينظم الايض في الخلايا، وهو وضروري للنمو والنضج الطبيعيين.
	ثلاثي يودوثيرونين	الخلايا	وظيفته مشابهة لوظيفة الثيروكسين
	كالسيتونين	العظام	يساعد على تنظيم مستويات الكالسيوم في الدم وبناء قوة العظم
الغدد جار الدرقية	هرمون الجار الدرقية	العظام والكليتان	ينظم مستويات الكالسيوم والفوسفات في الدم والعظام
البنكرياس	الجلوكاجون	الكبد	يرفع مستويات سكر الدم ليجعل الطاقة متاحة للجسم
	الانسولين	الخلايا الدهنية ، الكبد ، العضلات	يزيد امتصاص وتخزين واستخدام الجلوكوز من قبل الخلايا، ويزيد انتاج البروتينات وتخزين الدهون
الغدتان الكظريتان	ابنفرين (ادرينالين)	الجهاز الدوري والكبد	يزيد معدل دقات القلب وضغط الدم ويزيد جلوكوز الدم
	نورابنفرين (نورادرينالين)	القلب والرئتان والاوعية الدموية	يزيد ضغط الدم
	ديهيدروإيبي أندروستيرون	معظم الأنسجة	قد يكون له دور في دعم جهاز المناعة (ولكن وظائفه الرئيسية غير معروفة(
	ألدوستيرون	الكليتان	ينظم تبادل الصوديون والبوتاسيوم وينظم ضغط الدم
	كورتيزول	أغلب الأنسجة	يلطف الإلتهاب، يساعد على المحافظة على ضغط الدم، ويؤثر أيضآ على أيض الكربوهيدرات والبروتين والدهون
المبيضان	استروجين	الجهاز التناسلي الأنثوي	مسئول عن نشوء الخصائص الجنسية الأنثوية
		المبيضان	ينبه نضج البويضات
		الرحم	يهيء الرحم لزرع البويضات
		المخ	قد يحمي من الأمراض الإنحلالية مثل مرض ألزهايمر
		الأنسجة	قد يساعد على إلتئام الجروح
	بروجسترون	الرحم	ينبه نمو الأوعية في بطانة الرحم تمهيدآ لتحولها إلى مشيمة
الخصيتان	تستوستيرون	الخصيتان	ينشط نشوء الخصائص الجنسية الذكرية أثناء الطفولة، وينشط النمو أثناء الطفولة، ويحافظ على الخصائص الجنسية الذكرية(بما فيها نضوج المني) أثناء مرحلة البلوغ
	إنهيبين	الخصيتان	يعمل مع التستوستيرون لتنظيم معدل نشوء المني

معهد علوم وتقنيات النشاطات البدنية والرياضية : قسم التدريب الرياضي :

المادة : فسيولوجيا الجهد البدني المحاضرة رقم 8

– المرتفعات والجهد البدني :

ISTAPS UNIV-BATNA 2

يتأثّر الإنسان بالضغط الجوّي بسبب كميّة الأكسجين ، حيث أنّ الأكسجين يقل كلّما انخفض الضّغط الجوّي أي كلّما زاد الارتفاع عن سطح البحر ففي المناطق المنخفضة عن سطح البحر يكون الهواء مشبع بالأكسجين أمّا في حالة الارتفاعات العالية قد يبدأ النّاس بالشّعور بالأعراض مثل الدّاور ، الدّوخة ، التّعب ، ولكن يستطيع البشر العيش و التأقلم في المناطق التي يصل ارتفاعها إلى **5500** متر فوق سطح البحر و تحتوي على نصف كميّة الأكسجين الموجودة عند مستوى سطح البحر إلا أنّ جسم الإنسان قادر على التأقلم مع هذا ، كما أن أخفض بقعة على الأرض و هي **الغور** بالأردن فإنّها تنخفض بمقدار **390** مترا عن سطح البحر، و هي كذلك تسبب مشاكل للإنسان غير المتعود فهو يشعر بتسكير مستمر في أذنيه بسبب زيادة الضغط و هو مضطر للتثاؤب أو فتح الفم بشكل كبير من وقت لآخر للتخلص من ذلك الضغط الزائد داخل أذنيه؛ أمّا في المناطق العالية جداً مثل قمم الجبال فلا يمكن البقاء من دون أنبوبة أكسجين إضافيّة ، خاصّةً في أعلى قمّة على الأرض وهي جبال إفرست(**8848**م). ويقدر العلماء بأن الارتفاعات الأكثر من **7500** متر فوق سطح البحر هي غير مناسبة للإنسان بل قاتله لأن ليس هنالك أكسجين كافي للتنفّس؛ والتدريب في المرتفعات يعتمد بصيغة أساسية على التغيرات التي تحدث في أجهزة الجسم المختلفة(التغيرات الفسيولوجية والبيوكيميائية) والتي تنتج من خلال التعرض للتغيرات في المناخ الذي يميز الأماكن والمدن المرتفعة عن سطح البحر .

– تأثير المرتفعات على القدرة الهوائية القصوى :

من المعروف أن القدرة الهوائية القصوى**VO2 max** تتأثر سلباً بالمرتفعات حيث تشير ((الدراسات العلمية إلى أن هناك فقداناً في القدرة الهوائية القصوى يصل إلى **3.5 %** لكل **305** م صعود فوق ارتفاع **1500** م من مستوى سطح البحر (أي أن مقدار الانخفاض في القدرة الهوائية القصوى يبلغ حوالي (**12%** إلى **15%**) عند الصعود إلى مستوى **2500** م فوق مستوى سطح البحر)؛ غير أن البعض يعتقد أن الانخفاض في القدرة الهوائية القصوى قد يكون على صورة أشد من ذلك ؛ ولقد تم التنبؤ بمقدار الاستهلاك الأقصى للأكسجين عند قمة **أيفرست في جبال الهيملايا** بحوالي **350** إلى **500** ملليتر في الدقيقة ، وهو لا يختلف كثيراً عن معدل استهلاك الأكسجين أثناء الراحة الذي يبلغ **260** إلى **280** ملليلتر في الدقيقة لشخص متوسط الحجم ؛ علماً بأن الاستهلاك الأقصى للأكسجين يتأثر لدى الرياضيين عند بلوغهم ارتفاع يصل إلى **900** متر فوق مستوى سطح البحر، غير أن الشخص العادي قد لا يتأثر استهلاكه الأقصى للأكسجين قبل الوصول إلى **1200** متر فوق مستوى سطح البحر؛ويحدث الانخفاض في الاستهلاك الأقصى للأوكسجين بسبب الانخفاض في الضغط الجوي للهواء، وما يعقبه من انخفاض في الضغط الجزئي للأوكسجين، كلما ارتفعنا عن سطح البحر؛ إن انخفاض الضغط الجزئي للأوكسجين يؤدي إلى خفض ضغط الأوكسجين في الحويصلات الرئوية، وبالتالي انخفاض نسبة تشبع الدم الشرياني بالأوكسجين ، **وبالتالي انخفاض في الأداء البدني في الرياضات التي تتطلب عنصر التحمل** مثل جري مسافة **1500** م فأكثر ولتوضيح ذلك تجدر الإشارة إلى أن كثافة الهواء تنخفض مع الارتفاع عن مستوى سطح البحر، فالضغط الجوي للهواء عند مستوى سطح البحر يبلغ **760 ملي متر زئبقي**، لكن هذا الضغط الجوي ينخفض مع الارتفاع عن سطح البحر، ليصل إلى **510** ملم زئبقي عند ارتفاع **3048** م فوق مستوى

ISTAPS UNIV-BATNA 2

سطح البحر؛ أما عند ارتفاع **5846** م فوق مستوى سطح البحر، فيصل الضغط الجوي للهواء إلى نصف ما هو عليه عند مستوى سطح البحر؛ على الرغم من أن نسبة تركيز الأوكسجين في المرتفعات تبقى كما هي عند سطح البحر(**20.93 %**) ، إلا أن الضغط الجزئي للأوكسجين ينخفض مع الارتفاع عن سطح البحر نتيجة لانخفاض الضغط الكلي للهواء،حيث أن الضغط الجزئي للأوكسجين يساوي نسبة تركيز الأوكسجين **20.93 %** مضروباً بمقدار الضغط الكلي للهواء، وحيث أن الضغط الكلي للهواء ينخفض مع الارتفاع فنجد أن الضغط الجزئي للأوكسجين ينخفض تبعاً لذلك، فالضغط الجزئي للأوكسجين عند مستوى سطح البحر يصل إلى **159** ملم / زئبقي (**0.2093** × **760**ملم /زئبقي) ، إلا أن هذا الضغط الجزئي للأوكسجين ينخفض عند ارتفاع **30489** م فوق سطح البحر ليبلغ **107** ملم / زئبقي، ويوضح الجدول التالي كل من الضغط الجوي وضغط الأكسجين عند مرتفعات مختلفة عن مستوى سطح البحر.

– جدول يبين تغيرات الضغط الجوي و ضغط الأكسجين بالنسبة للارتفاع

المرتفعات	الضغط الجوي (ملم زئبقي)	ضغط الأكسجين (ملم زئبقي)
مستوى سطح البحر	760	159.2
1000	674	141.2
2000	596	124.9
3000	526	110.2
4000	462	96.9
9000	231	84.4

– التغيرات الفسيولوجية التي تطرأ على جسم الرياضي في المرتفعات: التغيرات الفسيولوجية التي تطرأ على الجسم خلال التدريب في المرتفعات تعود إلى قلة تركيز الأكسجين في الهواء بفعل اختلاف الضغوط مما ينتج نوع من اختناق الأنسجة يسمى (هيبوكسيا)؛ويعاني الرياضي من بعض الأعراض التي تتراوح شدتها من الخفيفة إلى الشديدة وتتطور تدريجياً وهذه الأعراض هي :(الصداع – التعب – ضيق التنفس)، أما الشديدة فهي تؤثر على مستوى الوعي، والتشنجات والغيبوبة ، تنتج عن الاستسقاء الرئوي ؛ وبناءً على ذلك يقوم الجسم بعدة عمليات حيوية وتكيفية (فسيولوجية) من أجل المحافظة على استقرار الجسم ، وتبدأ هذه الأعراض عند الارتفاع لأكثر من **2400** م ، حيث يبدأ الجسم بإحداث تغيرات فسيولوجية من شأنها الحفاظ على استقرار الجسم، وتتمثل بزيادة معدل التنفس وزيادة عدد دقات القلب ، زيادة في ضغط الدم لزيادة تروية الأنسجة والخلايا وتأمين حاجتها من الأكسجين والتخلص من فضلاتها الأيضية، وهناك تغيرات تظهر لاحقاً كزيادة في عدد كريات الدم الحمراء الناتجة عن تحفيز نخاع العظم بفعل هرمون(**الإريثروبويتين**) (**Erythropoiten**) والذي تفرزه الكبد بنسبة (**15 %**) والكلية بنسبة (**85 %**) بشكل رئيسي؛ وكذلك اتساع الأوعية الدموية لزيادة وصول الدم إلى الخلايا، في حين تقوم الرئتان بزيادة حجمهما وزيادة عدد الحويصلات الهوائية اللازمة في عملية تبادل الغازات،ومن المعروف أن الرئتين في المرتفعات العادية لا تتفعل كامل أجزاءها حيث تكون الأجزاء العلوية غير

IST APS UNIV-BATNA 2

نشطة بشكل كبير في عملية تبادل ؛ أما في المرتفعات فإن كمية الدم الواصلة لهذه الأجزاء تزيد وتبدءا بالعمل لتعويض نقص الأكسجين في هذه المناطق، وتحفيزها على تبادل الغازات بشكل أكبر.

– **التغيرات التي تحدث للقلب والأوعية الدموية عند الارتفاعات العالية** :لا يمكن الفصل بين القلب والأوعية الدموية وبين أنظمة الجهاز التنفسي فيما يتعلق بوصول الأكسجين إلى الأنسجة، حيث أن التعرض الكبير للارتفاعات العالية يؤدي إلى زيادة في معدل ضربات القلب وقت الراحة وأثناء أداء الأنشطة مقارنة بما يحصل عند مستوى سطح البحر، ويكون معدل ضربات القلب وقت الراحة (الاسترخاء) أقل مما هو عليه عند مستوى سطح البحر، بالإضافة إلى زيادة عدد ضربات القلب يحدث نوع من الانقباض الوعائي داخل الرئة من أجل زيادة ضغط الدم داخل الرئة وتحفيز الأجزاء العلوية من الرئة وتحسين نسبة التهوية الرئوية إلى التروية الدموية، وعلى العكس تماماً فإن هذه العملية قد تؤدي في بعض الأشخاص إلى تدهور الأوعية الدموية، وحدوث ما يسمى بالاستسقاء الرئوي وفشل في عضلة القلب وباقي أجهزة الجسم، والتي تعود إلى انقباض حاد في الأوعية الدموية وارتفاع ضغط الدم بداخلها بشكل كبير.

– **تغيرات دموية**:بفعل نقص الأكسجين (**Hypoxia**) والتي تعتبر المحفز الرئيسي لإفراز هرمون **الإريثروبويتين** (**Erythropoietin**) في الدم من الكليتين والكبد وارتفاع مستواه في الدم خلال (**24– 48**) ساعة، وبدوره يقوم بتحفيز نخاع العظم لإنتاج كريات الدم الحمراء، مما يؤدي إلى زيادة حجم الدم وزيادة في تركيز الهيموجلوبين (**hemoglobin**) من أجل تحسين وصول الأكسجين إلى الأنسجة وزيادة قابلية ارتباط الأكسجين بكريات الدم الحمراء.

– **التغيرات على السائل (البلازما)** : إن الآليات الطبيعية الخاصة بتوازن السائل تكون مضطربة عند التعرض للارتفاعات العالية، ويكون الموقف أكثر تعقيداً عند القيام بالتمارين في الارتفاعات ما بين (**3500– 4000**م) فإن بلازما يقل ما بين (**3– 5** ملم/كلغ) ويحصل هذا نسبياً وبشكل سريع بعد الوصول إلى هذه الارتفاعات ويظهر نوع من العجز ويستمر لفترة (**3** أو **4**) أشهر قبل أن يتم التكيف ليعود إلى المستوى الطبيعي ؛ وتقل نسبة الماء الكلية في الجسم بحوالي (**5 %**) ويعزى سبب النقص الحاصل في الماء في الجسم الى نقص كمية الماء الداخل للجسم وترافقاً مع فقدان متزايد للماء من خلال إخراج البول، ولا يتغير معدل وجود الصوديوم والبوتاسيوم في الجسم ؛ ويشير (**Mason, 2000**) إلى أن التناقص السريع لحجم البلازما عند التواجد ضمن المرتفعات العالية يؤدي إلى زيادة في تركيز الهيموجلوبين، وفي نفس الوقت عند حصول نقص في حجم البلازما، فإن نقص الأكسجين يحفز الكبد والكلى على إنتاج هرمون (الارثروبيتين) وبالتالي أنتاج كريات الدم الحمراء عن الاستجابة لهذا الهرمون تكون سريعة ونلاحظ تزايد التركيز بعد مرور ساعتين فقط على التواجد ضمن المرتفعات العالية، وتصل الاستجابة إلى أعلى مستوياتها في غضون يومين، ثم تعود إلى مستوياتها عند مستوى سطح البحر في غضون (**3**) أسابيع؛ في حين يعود الهرمون لمستواه الطبيعي بعد العودة لمستوى سطح البحر بعد (**6**) أسابيع وبالرغم من استمرار الزيادة في كريات الدم الحمراء وكتلة الخلايا الحمراء فإن تركيز الهيموجلوبين يبدأ بالازدياد بسبب زيادة حجم البلازما، وهنا تحدث الفائدة (استمرار نقل الأكسجين بكفاءة عالية) .

– يقل حجم الماء في الجسم كاستجابة ولكن لفترة طويلة .

ISTAPS UNIV-BATNA 2

– يقل حجم بلازما الدم ولكن بشكل تدريجي، ويعود حجم البلازما للطبيعي بعد الإقامة لفترات طويلة.

– ثبات معدل الأملاح في الجسم ولا يتغير)

– تأثير نقص الأكسجين على الجهاز العضلي الهيكلي :يؤثر نقص الأكسجين الواصل إلى العضلات في الجسم إلى تحويل العضلات إلى مرحلة التنفس اللاهوائي والذي من شأنه تقليل معدل أنتاج الطاقة الكلية في الجسم الناتجة عن احتراق الجلوكوز، وبتراكم كميات كبيرة من حمض اللبنيك في الخلايا العضلية مؤشر طبيعي لعملية التنفس اللاهوائية ومن جهة أخرى فإن تراكم حمض اللبنيك (**Lactic Acid**) في الأنسجة العضلية يؤدي إلى حدوث آلام عضلية مبرحة وتشنجات عضلية قد تستمر لأيام ومن ناحية فسيولوجية على صعيد العضلة، تقوم الخلية العضلية بزيادة فاعلية أجزائها الخلوية مثل الميتوكندريا بزيادة في عددها وحجمها، والتي تعتبر المسئولة عن التنفس الخلوي في محاولة لمقاومة نقص الأكسجين الحاصل في المرتفعات وتجنب اعتماد الخلية على التنفس اللاهوائي لأنه يسبب التعب .

– أهمية و فائدة التدريب في ظروف نقص الأكسجين :

– قياس الحد الأقصى لاستهلاك الأكسجين بوصفه بديل للكفاءة البدنية الذي يتطور وفق هذه التدريبات.

– الزيادة في الدين الاكسجيني (**الدين الاوكسجيني هو كمية الأكسجين التي تستهلك خلال فترة الاستشفاء او الاسترداد ، وهذه الكمية من الأكسجين تزيد على حجمها وقت الراحة** .) تساعد على زيادة الأعباء للرياضيين في أثناء التدريب و تعد طريقة لزيادة الحمل التدريبي.

– زيادة قدرة العضلة على تكوين **ATP** هوائي و لا هوائي و تزداد قدرة التمثيل الغذائي في الخلايا وزيادة عدد الميتوكوندريا و زيادة في كمية الجلايكوجين المخزون بالعضلات و الإنزيمات المنشطة لتكوين **ATP** .

– عندما يقل الأكسجين نتيجة لانخفاض الضغط الجوي يؤدي إلى زيادة إنتاج كريات الدم الحمراء اذ يقل الدم المؤكسد الواصل إلى الكلى مما يؤدي إفراز هرمون **الإريثروبويتين Erythropoietin** (الـ**E P O**) أو **مكون الكريات الحمر)** الذي يحفز نخاع العظم على زيادة إفراز كريات الدم الحمراء فتزداد نسبة الهيموغلوبين و زيادة قدرة الدم على حمل اكبر كمية من الأكسجين. – التدريب في ظل هذه الظروف يحسن الأداء للرياضيين في مستوى سطح البحر.

الإريثروبويتين أو مكون الكريات الحمر) بالإنجليزية (Erythropoietin : هو هرمون بروتيني سكري تنتجه الكلية بنسبة 85% والكبد بنسبة 15% في حالات نقص التأكسج وفي غيرها من الحالات

– ما هي الارتفاعات المناسبة للتدريب في المرتفعات ؟ أثبتت التجارب والبحوث والدراسات التي تناولت التدريب في المرتفعات أن الارتفاعات الأقل من **1200** م ليست ذا فائدة في تحسين مستوى أنجاز اللاعبين ؛ الاستجابات والتغيرات التي تحدث في عمل الأجهزة الوظيفية للاعب تحدث بعد ارتفاع **1500**م تبدأ المؤثرات الخارجية على اللاعب في إحداث خلل في توازن البيئة الداخلية لجسم الرياضي فتبدأ الأجهزة الوظيفية بالاستجابة لمعالجة هذه التأثيرات لإعادة التوازن والرجوع بالجسم إلى الحالة الطبيعية ؛ **و قد اتفقت معظم الدراسات على أن أفضل ارتفاع لتدريب المرتفعات يكون بين (2 – 3) كم** وكلما ارتفعنا عن **3000** م عن مستوى سطح البحر

ISTAPS UNIV-BATNA 2

فإن قدرة وقابلية الأجهزة الوظيفية ستقل كثيرا ، حيث لا يستطيع اللاعب التدرب بشكل طبيعي و لا يستطيع تنفيذ الحجوم التدريبية المقررة في خطة التدريب ، كما أن اللاعب سيتعرض إلى أعراض مرضية تقلل من قدرته في الأداء .

– **توصيات بشأن التكيف في المرتفعات:** يعتمد حدوث التأقلم التام للرياضي على مقدار الارتفاع حيث يتراوح بين أسبوعين إلى ثلاثة في الارتفاعات التي تتراوح مابين **2000 الى 2500** م فوق سطح البحر .

– في حالة وجود مسابقة في المرتفعات ولم يكن باستطاعة اللاعب أن يقضي فترة التأقلم اللازمة قبل السباق في المرتفعات، فينبغي عليه أن يجدول وصوله إلى المرتفعات قبل السباق بوقت قصير جداً (بيوم واحد) ؛ – فيما يتعلق بالتدريب البدني في المرتفعات، ينبغي على اللاعب المحافظة على شدة التدريب مع خفض مدة التدريب والإبقاء على التكرارات الأسبوعية؛ – ينبغي على اللاعب الذي يتدرب في المرتفعات الإكثار من تناول السوائل وخاصة الماء حيث يتم فقده بسهولة في المرتفعات نتيجة للتنفس المتزايد.

– **أفضل أماكن التدريب في المرتفعات على مستوى العالم :**

- سانت لويس بونوسي . المكسيك (**1850** م)
- فونت روميو . فرنسا (**1850** م)
- دوليستورم . جنوب افريقيا (**2100**م)
- فلاغستاف . و م أ (**2106** م)
- مكسيكو سيتي – المكسيك (**2240** م)
- أديس ابابا . اثيوبيا (**2300**م)
- قرية بابا . اثيوبيا (**2300** م)
- سيرا نيفادا . اسبانيا (**2320**م)
- الين . كينيا (**2400**م)
- ماموث ليكس . و م أ (**2400**م)

معهد علوم وتقنيات النشاطات البدنية والرياضية : **قسم التدريب الرياضي :**

المادة : فسيولوجيا الجهد البدني

المحاضرة رقم 9

– أنظـــــــــــــمة إنتاج الطاقة :

IST APS UNIV-BATNA 2

تعرف الطاقة بأنها القدرة على إنجاز شغل معين وهي تنتج داخل الجسم عن طريق عمليات الايض (**Metabolism**) التي بدورها تشمل مجموعة العمليات البنائية (**Anabolism**) وعمليات الهدم (**Catabolism**) التي بوساطة تكوين الطاقة وتحريرها واستخدامها في التفاعلات الحيوية يتم استمرار حياة الكائن الحي ؛ يمكن لقسم من هذه الطاقة أن يخزن على شكل طاقة كامنة (في الكبد والعضلات على شكل جلايكوجين أو بشكل دهون مخزونة في الأنسجة الدهنية وخلال العمليات الأيضية المختلفة تتحول الطاقة الكامنة الموجودة على شكل جلايكوجين أو دهون أو إذا كانت على شكل كلوكوز الموجود في الدم إلى أشكال أخرى من الطاقة. فقد تتحول الى طاقة ميكانيكية في حالة تقلص العضلات ، أو طاقة كيميائية عند تكوين مركب جديد داخل الجسم أوطاقة كهروكيميائية متمثلة بالنفاذية ،أو ما يسمى بآلية ضخ الصوديوم التي تحدث خلال غشاء الخلية، أوطاقة كهربائية في حالة عمل الدماغ والجهاز العصبي عند نقل الإشارات العصبية أو طاقة الحرارية في حالة تنظيم درجة حرارة الجسم وتحرير الطاقة عند أداء العمل أو الطاقة الكهرومغناطيسية في حالة توليد الضوء من قبل عدد من الحشرات ،ومرة ثانية يمكن أن يتحرر ثنائي أوكسيد الكاربون والماء إذ تحصل عملية الأكسدة بوجود الأوكسجين وتتحرر الحرارة بوصفها جزءاً من الطاقة المبددة التي يمكن عن طريقها تنظيم درجة حرارة الجسم، وقسم من الطاقة الكامنة الموجودة في الغذاء يخرج عن طريق الإفرازات المختلفة كالرئتين والجلد والكليتين والأمعاء.

إن جسم الإنسان يمكن أن يؤدي العمل باستخدام الطاقة وهذه الطاقة تكون على شكل حرارة متحررة في الجسم ويمكن قياس الطاقة عن طريق قياس الحرارة إذ تكون وحدة قياس الطاقة هي السعرة (**calorie**).

وتعرف السعرة بأنها كمية الحرارة اللازمة لرفع درجة حرارة (**1** غرام) من الماء درجة مئوية واحدة (من**14.5**م° – **15.5**م°). وفي التغذية تستخدم وحدة اكبر من السعرة وهي السعرة الكبيرة أو كيلو كالوري (كيلو سعرة)

– **أنظمة الطاقة** : يعد الغذاء مصدر الطاقة التي يحصل عليها الجسم، والذي يتحول الى طاقة كيميائية تخزن في الجسم وتحرر هذه الطاقة باستخدامها في الانقباض العضلي من خلال المركب (**ATP**) المخزون في خلايا الجسم، ولا سيما العضلية منها، والذي بانشطاره تنتج الطاقة. (**المقصود بـ** (**ATP**) **الأدينوزين ثلاثي الفوسفات** وهو المصدر المباشر لأنظمة الطاقة اللازمة للنشاط العضلي، وهو أحد المركبات الغنية بالطاقة والمخزونة في معظم الخلايا ولا سيما الخلايا العضلية، وهو يعد أحد أشكال الطاقة الكيميائية التي تستخلص من الطعام).

– **القدرة اللاهوائية والإمكانية اللاهوائية وكيفية قياسهما** :القدرة اللاهوائية : هي القدرة على استخدام الطاقة اللاهوائية الناتجة من نظام الطاقة السريع الذي يعتمد على **ATP** و**Pc** .

ATP : ادينوزين ثلاثي الفوسفات

PC : فوسفات الكرياتين .

وتكون غالبا عند القيام بجهد بدني أقصى في فترة زمنية قصيرة جدا لا تتجاوز (10ثا)

ملاحظة : كمية **ATP** المخزنة تكون غالبا محدودة .

– **مقدار الطاقة الفوسفاتية في الجسم** : يوجد في كل كلغ من العضلات مخزون (**ATP**) يقدر بـــ

ISTAPS UNIV-BATNA 2

(5 ميلي مول) وكمية من فوسفات الكرياتين (PC) تساوي(15 ميلي مول)

ففي حالة شخص وزنه 75 كغ فان وزن كتلة عضلاته تمثل تقريبا 30 كلغ (أي 40 بالمئة من وزن جسمه) فان مخزون الطاقة المخزنة يصل حوالي (570 الى 690 ميلي مول).

فإذا استخدم الشخص 20 كلغ من عضلاته في الجهد المبذول فان الطاقة الفوسفاتية تكفي للمشي دقيقة واحدة أو هرولة مدة (20 الى 30ثا) أو الجري بأقصى سرعة لمدة 6 ثواني.

أما في حالة أداء جهد بدني في أقصى شدة لمدة (5 إلى 10 ثواني) فان الجسم يبدأ في الاعتماد على مصدر أخر للطاقة والذي يسمى مصدر الطاقة "قصير المدى" والمتمثل في التحلل اللاهوائي "للجليكوجين و الجلوكوز" بعدما كان معتمدا بنسبة كبيرة على مصدر الطاقة السريع (PC,ATP) في بداية الجهد وهو ما يجعل مصدر الطاقة السريع (PC,ATP) يبدأ في الانخفاض و تشير إحدى الدراسات إلى أن تقدير نسبة مشاركة المصدر السريع (PC,ATP) تقارب (23 بالمئة)و المصدر الطاقوي اللاهوائي القصير تقارب نسبة مشاركة (49بالمئة) من الطاقة الكلية المستخدمة في اختيار القدرة اللاهوائية باستخدام الدراجة لمدة 30 ثانية بشدة قصوى.

أما الإمكانية اللاهوائية :تعني السعة القصوى للنظام قصير الأمد المرتكز على (التحلل اللاهوائي للجليكوجين والجلوكوز)ولهذه الأسباب فان اختبارات قياس القدرة اللاهوائية تتطلب القيام بجهد بشدة قصوى لفترة زمنية قصيرة تتراوح من ثانية واحدة إلى 10 ثواني تقريبا ؛بينما تتطلب اختبارات الإمكانية اللاهوائية زمنا أطول من زمن قياس القدرة اللاهوائية وهذا قصد إجهاد المخزون اللاهوائي قصير المدى المعتمد على "التحلل اللاهوائي للجليكوجين و الجلوكوز" وتتراوح فترة الاختبارات لقياس الإمكانية اللاهوائية بين 60 ثانية و 120 ثانية بالرغم من عدم الاتفاق، وتشير نتائج البحوث التي تتم خلالها تقدير نسبة تدخل كل من الطاقة الهوائية و اللاهوائية أثناء جهد بدني عنيف لمدة دقيقتين حيث من المعروف انه كلما زادت مدة الجهد البدني انخفضت شدته تدريجيا وانخفضت معه نسبة مشاركة المصادر الطاقوية اللاهوائية و بالمقابل ترتفع نسبة مشاركة المصادر الطاقوية الاهوائية ففي اختبار الجهد البدني الأقصى لمدة (30ثا) تقدر مشاركة المصادر الهوائية بحوالي (15 إلى 28 بالمئة) وبينت البحوث و التجارب ان المصدر الطاقوي القصير المدة المعتمد على التحلل اللاهوائي "للجليكوجين و الجلوكوز" يشارك بنسب متفاوتة في إمداد العضلات العاملة بالطاقة أثناء اختبارات القدرة اللاهوائية التي لا تزيد مدة إجرائها (30ثا) ؛حيث أشارت دراسة تم فيها اخذ عينة من العضلات العاملة و تحليلها كيميائيا إلى أن هناك انخفاض ملحوظ في تركيز كل من (PC) فوسفات الكرياتين (المصدر الطاقوي السريع)وكذلك جليكوجين العضلات (المصدر الطاقوي القصير) بعد ست(6) ثواني فقط من بداية الجهد البدني العنيف ؛ وبمرور الوقت تناقصت نسبة تدخل المصدر الطاقوي السريع وازدادت نسبة تدخل المصدر الطاقوي القصير ؛ وفي بحث أخر تم فيه إحداث انقباض عضلي مكثف عن طريق التنبيه الكهربائي تبين من خلاله أن مشاركة المصدر الطاقوي السريع (فوسفات الكرياتين) كانت هي الأعلى في الثواني الأولى ثم بدأت في الانخفاض مع مرور الوقت لتبدأ نسبة مشاركة المصدر الطاقوي اللاهوائي القصير في الارتفاع أي الاعتماد على تحلل "اللاهوائي للجليكوجين "

ISTAPS UNIV-BATNA 2

و فيما يلي جدول يوضح نسبة مشاركة كل من الشعبة الطاقوية "الهوائية" و الشعبة "اللاهوائية" في الجهد البدني العنيف قصير المدة:

جدول يوضح نسبة مساهمة الشعب الطاقوية الثلاث :

الزمن	نسبة مشاركة الطاقة اللاهوائية	نسبة مشاركة الطاقة الهوائية
من 0 إلى 30 ثانية	80	20
من 30 إلى 60 ثانية	60	40
من 60 إلى 90 ثانية	40	60
من 90 إلى 120 ثانية	35	65
من 120 إلى حتى التعب	30	70

في مجال النشاط الرياضي فان الفعاليات الرياضية المختلفة تحتاج إلى متطلبات مختلفة من النشاط البدني أيضا، واختلاف في أنظمة الطاقة ؛ ولكي نفهم الطريقة التي تفي بها البرامج التدريبية المختلفة بالمتطلبات المختلفة للأنشطة البدنية، فمن الضروري فهم أنظمة الطاقة الأساسية.

- المصدر الطاقوي السريع (اللاهوائي اللاحمضي) المتركز على ATP و PC
- المصدر الطاقوي القصير (اللاهوائي الحمضي)المتركز على التحلل اللاهوائي للجليكوجين و الجلوكوز .
- المصدر الطاقوي الهوائي إنتاج الطاقة بوجود (O_2)ويعتمد على الجليكوجين و الأحماض الدهنية

زمن الجهد	طاقة لاهوائية لاحمضية	طاقة لاهوائية حمضية	طاقة هوائية
5 ثواني	85	10	5
10 ثواني	50	35	15
30 ثانية	15	65	20
1 دقيقة	8	62	30
2 دقيقتين	4	46	50
4 دقائق	2	28	70
10 دقائق	1	9	90
30 دقيقة	1	5	94
ساعة	1	2	97
ساعتين	1	1	98

يبين الجدول أعلاه أن الشعب الطاقوية الثلاث تنطلق كلها في العمل في وقت واحد مع تفاوت في نسب المساهمة في إنتاج الطاقة وهذا بأخذ بعين الاعتبار شدة الجهد و الزمن .

– خصائص النظام الطاقوي اللاهوائي اللاحمضي (المصدر الطاقوي السريع) :

- جاهز للعمل الآني وبشدة عالية بمجرد وصول التنبيه .
- يعتمد على (**ATP، PC**) كمصدر للطاقة المخزن بالعضلات
- يدوم لفترة قصيرة جدا (من ثانية إلى **5** ثواني)
- شدة العمل القصوى
- أهم الرياضات المعتمدة عليه : رفع الأثقال – الرمي – القفز – **100**م سرعة

– خصائص النظام الطاقوي اللاهوائي الحمضي " المصدر الطاقوي القصير ":

ISTAPS UNIV-BATNA 2

– لا يعتمد على الأكسجين .

– تحدث التفاعلات الكيميائية في سيتوبلازم الخلية .

– مصدر الطاقة فيه الجيلكوجين و الجلوكوز المتواجدين في السيتوبلازم على شكل حبيبات

– سريع في إنتاج الطاقة

– يدوم من **10**ثا إلى **120**ثا ويكون فعالا أكثر بداية من **30** ثا تقريبا وقد يدوم حتى **180**ثا (3 د)

– يتدخل في كل التمارين والأنشطة التي تتطلب جهدا مرتفعا وتتم في زمن قصير لا يمكن خلاله توفير(O_2)

– اهم الرياضة المعتمدة عليه هي التي تدوم من **30** ثا إلى **3** د مثل: **400**م سرعة – جري **800**م – سباحة اقل من **800**م – التزحلق– الجمباز – التزحلق الفني .

– **النظام الطاقوي الهوائي** : يعني أكسدة المواد الغذائية في الميتاكوندري لتجهيز الطاقة ، والكلوكوز والأحماض الدهنية والأحماض الأمينية من الغذاء بعد أن يجري عليها بعض العمليات فإنها ترتبط مع الأوكسجين لكي تنتج كمية جديدة من الطاقة تستخدم لتحويل (**AMP** و**ADP**) الى (**ATP**).

وعند مقارنة النظام الهوائي لأنتاج الطاقة مع نظام الجلايكوجين – حامض اللبنيك ومع النظام الفوسفاجيني فإننا نلاحظ أن السرعة القصوى لتوليد القوة (استهلاك **ATP**) تكون كالآتي:

النظام الهوائي ← 1 مول ATP / دقيقة.

نظام الكلايكوجين – حامض اللبنيك ← 2.5 مول ATP / دقيقة.

النظام الفوسفاجيني ← 4 مول ATP / دقيقة.

عند مقارنة الأنظمة الثلاثة من حيث التحمل **endurance** تكون كالآتي:

النظام الفوسفاجيني ← **10 – 15 ثانية**

نظام الجلايكوجين – حامض اللبنيك ← **30 – 40 ثانية**

النظام الهوائي ← **وقت غير محدد (مادامت المواد الغذائية موجودة)**

وهكذا نرى أن العضلات تستخدم النظام الفوسفاجيني في حالات القوة الانفجارية أي في وقت قصير.

أما النظام الهوائي فيستخدم في الأحداث الرياضية الطويلة المدى. وبين النظامين فان نظام الكلايكوجين (حامض اللبنيك) يستخدم في المسابقات الرياضية التي تحتاج قوة إضافية خلال المسابقات المتوسطة مثل **200** متر إلى **800** متر ركض.

– خصائص النظام الطاقوي الهوائي :

– يعمل على توفير كميات كافية من الأكسجين .

– تحدث التفاعلات الكيميائية في "الميتوكندري " وهي التي يطلق عليها "بيت الطاقة".

– تنتج الطاقة عن طريق تفاعلات كيميائية كثيرة و معقدة .

ISTAPS UNIV-BATNA 2

– مصدر الطاقة فيه الجليكوجين و الأحماض الدهنية .

– بطيء وإنتاج الطاقة بهذا النظام الطاقوي تكون في الأنشطة البدنية المتوسطة وخفيفة الشدة وتتم في زمن طويل

– يدوم إنتاج الطاقة لفترة طويلة وقد تصل حتى ساعات .

– إنتاج الطاقة فيه كبير و غير محدود .

– يحتاج إلى كفاءة جهازي التنفس و الجهاز الدوري .

– التعب العضلي يكون غالبا متأخرا و لا يحدث مبكرا أي التعب غير مصاحب لإنتاج الطاقة .

– يتطلب تدخل العديد من المركبات ذات المصدر الفيتاميني .

المشاركة النسبية للأنظمة الثلاث تبعا لشدة الجهد من حيث القدرة و السعة .

القدرة :معناها أقصى معدل لتزويد العضلة بالطاقة .

السعة :معناها أقصى كمية متوفرة من الطاقة عن طريق كل مصدر طاقوي .

– المصدر الطاقوي السريع (ATP.PC) المخزن بالقرب من خيوط الميوزين يعطي قدرة عالية لكن سعته محدودة (اي المخزون ضعيف) يمكن تزويد العضلة بالطاقة أثناء جهد بدني عنيف لمدة لاتتعدى **20 ثا**

– المصدر الطاقوي القصير المدة (المتمثل في التحلل اللاهوائي للجليكوجين و الجلوكوز) الذي ينتج عنه "حمض اللبنيك" يمكنه إعطاء قدرة متوسطة وسعة متوسطة كذلك تدوم إمكانية تزويده للعضلة العاملة بالطاقة

مدة **60** ثا او اكثر قليلا.

– المصدر الطاقوي الهوائي (طويل المدة)المتمثل في التحليل الهوائي للجليكوجين و الجلوكوز و أكسدة الأحماض الدهنية يمتلك قدرة منخفضة لكن بسعة عالية (أي معدل تزويد العضلة العاملة ب ATP منخفض لكن المخزون بها مرتفع).

جدول يبين خصائص أنظمة حرق الطاقة في الأنشطة الرياضية :

ATP-P C	حامض اللاكتيك	النظام الهوائي
لا هوائي	لا هوائي	هوائي
سريع جدا	سريع	بطئ
طاقة كيماوية :P C	طاقة الغذاء كلايكوجين	طاقة الغذاء كلايكوجين دهن بروتين
إنتاج محدود جدا ل ATP	إنتاج محدود جدا ل ATP	إنتاج غير محدود ل ATP
المخزون العضلي محدود	حامض اللاكتيك يسبب إرهاقاً	لا ينتج مركبات تسبب الإرهاق
الضربات القلبية اكبر من 180ض/د	الضربات القلبية تتراوح مابين 150–180ض/د	الضربات القلبية لا تتعدى 150 ض/د
يستعمل في الأنشطة مثل : 100م– القفز العالي– الجلة– الضربة الراسية في كرة القدم التي تتراوح مدتها من (5 إلى 10 ثواني	يستعمل في الأنشطة التي مدتها 1– 3 دقائق مثل : 400م – 800م	يستعمل في الأنشطة التي تزيد مدتها على 3 دقائق مثل : 1500م .....الخ

– الاستفادة التطبيقية من دراسة أنظمة إنتاج الطاقة في المجال الرياضي :

لكي يحقق برنامج التدريب الهدف المطلوب فان التركيز الأساسي يجب أن يكون على تنمية المقدرات (الفسيولوجية) اللازمة لأداء النشاط البدني التخصصي من هذه المقدرات هي إنتاج الطاقة.

1– تأخير التعب: إن الفهم لكيفية إنتاج الطاقة يساعد على تأخير حدوث التعب.

2– التغذية والأداء: هناك علاقة وثيقة بين التغذية والأداء والدليل على ذلك فقد ثبت أن تناول الغذاء الغني بالكاربوهيدرات لعدة أيام قبل السباق الذي يتطلب المطاولة (مثل عدو المسافات الطويلة) يؤدي إلى تحسين النتائج.

IST APS UNIV-BATNA 2

3- **المحافظة على وزن الجسم**: تساعد دراسة أنظمة إنتاج الطاقة المدرب على وضع برنامج التدريب الذي يعمل على الاحتفاظ بوزن الجسم ثابتا مع وصف الغذاء اللازم، كما يمكن وضع برنامج التخلص من الوزن الزائد بطريقة لا تضر صحة لاعبيه.

– **الطاقة وأهميتها في تخطيط برنامج التهيئة البدنية والغذائية** : يؤكد (Martin & Lumsden) أنه في الوقت الذي يحاول فيه الرياضيون تطوير إمكانياتهم في مجال فعالياتهم، فان كلاً من التهيئة البدنية والتوازن الغذائي ومقدار الراحة تعد الأسس الأكثر أهمية للوصول إلى مستوى الإنجاز العالي، ولغرض تطوير البرامج التدريبية مع استغلال أقصى طاقة لدى الرياضي على المدربين أن يدركوا الأنواع والمقادير المختلفة من النشاط العضلي الذي تتطلبه فعالياتهم، وكذلك أنظمة الطاقة المشاركة ضمن هذا النشاط العضلي، كما يجب ان يعرفوا نوع البرامج التدريبية التي تطور بشكل أكبر متطلبات أنظمة الطاقة المسيطرة في الفعالية وملاحظات اختلاف الفعالية هو الذي يحدد طبيعة العمل العضلي، وكذلك متطلبات اللياقة الهوائية .

ISTAPS UNIV-BATNA 2

معهد علوم وتقنيات النشاطات البدنية والرياضية : قسم التدريب الرياضي :

المادة : فسيولوجيا الجهد البدني *المحاضرة رقم 10*

الاستهلاك الأقصى للأكسجين (VO_2 max))

يعد الاستهلاك الأقصى للأكسجين أو القدرة الهوائية القصوى من أكثر التعابير شيوعاً واستخداماً في حقل فسيولوجيا الجهد البدني، بل أن قياس الاستهلاك الأقصى للأكسجين ومعرفة مقداره أصبحا من الإجراءات الاعتيادية ضمن اختبارات التقويم الفسيولوجي للرياضيين ولعامة ممارسي النشاط البدني على السواء ؛ ويمثل الاستهلاك الأقصى للأكسجين ، الذي يرمز له بالرمز ،($\mathbf{VO_2\ max}$) أقصى قدرة للجسم على أخذ الأكسجين (بواسطة الرئتين) ، ونقله عبر الدم ثم استخلاصه من قبل العضلات العاملة لاستخدامه في عمليات إنتاج الطاقة اللازمة للانقباض العضلي؛ وهو يساوي إجرائياً حاصل ضرب أقصى نتاج للقلب (كمية الدم التي يضخها القلب في الدقيقة) في أقصى فرق شرياني وريدي للأكسجين (الفرق بين محتوى الشريان من الأكسجين ومحتوى الوريد من الأكسجين)ولتوضيح ذلك نشير إلى أن القلب يضخ في كل دقيقة كمية من الدم عبر الشرايين إلى أنسجة الجسم (تسمى نتاج القلب) ، وبمرور هذه الكمية من الدم المحمل بالأكسجين عبر الأنسجة فإنها تقوم باستخلاص كمية من الأكسجين من هذا الدم الشرياني والذي يغادر الأنسجة (العضلات في هذه الحال)متوجهاً إلى القلب مرة أخرى عبر الأوردة،والنتيجة أن هناك فرقاً في كمية الأكسجين بين الدم الشرياني والدم الوريدي، هذا الفرق نسميه بالفرق الشرياني الوريدي للأكسجين وهو يمثل كمية الأكسجين التي استخلصتها العضلات وعليه فإن:

الاستهلاك الأقصى للأكسجين= أقصى نتاج القلب× أقصى فرق شرياني وريدي للأكسجين

ويفيد قياس الاستهلاك الأقصى للأكسجين أثناء الجهد البدني في معرفة الآتي:

– قدرة الجهاز التنفسي على استنشاق أكبر كمية من الهواء و إدخالها إلى الرئتين.

– قدرة الجهاز الدوري على توصيل أكبر كمية من الأوكسجين من الرئتين إلى أنسجة الجسم ، ويرتبط ذلك بحجم الدم وعدد الخلايا الدموية الحمراء وتركيز الهيموجلوبين ، ومقدرة الأوعية الدموية على تحويل سريان الدم من الأنسجة الغير العاملة إلى العضلات العاملة.

– قدرة الجهاز العضلي على استخلاص الأوكسجين المتوفر لديه ، أي كفاءة عمليات التمثيل الغذائي و إنتاج الطاقة الهوائية.

– **أهمية الاستهلاك الأقصى للأكسجين:** من المعروف أن الاستهلاك الأقصى للأكسجين يرتبط ارتباطاً قوياً بالأداء البدني ألتحملي وهو عامل مهم من عوامل التفوق والنجاح في الرياضات التحملية (أي الهوائية) بالإضافة إلى عاملين آخرين هما العتبة اللاهوائية ، وكفاءة الجري أو **اقتصادية الجري** ومما لاشك فيه أن أهمية الاستهلاك الأقصى للأكسجين كعامل محدد للتفوق الرياضي تعتمد إلى حد كبير على نوعية المسابقة التي يشارك فيها ذلك الرياضي ، ففي السباقات القصيرة مثل: العدو السريع (**200 و 100** م) و سباحة **50** متراً، تقل أهمية الاستهلاك الأقصى للأكسجين بينما في سباقات تتطلب عنصر التحمل (كالمسافات الطويلة والماراثون وما إلى ذلك) تزداد أهمية الاستهلاك الأقصى للأكسجين والجدول (رقم1) يوضح ذلك ، وتتعدد الأغراض التي يمكن أن يستفاد فيها من نتائج قياس الاستهلاك الأقصى للأكسجين لدى الرياضي، سواء في التدريب أو التشخيص أو

ISTAPS UNIV-BATNA 2

الانتقاء ، غير أن تحديد القدرة الهوائية القصوى للرياضي عن طريق قياس استهلاكه الأقصى من الأكسجين بشكل دوري يساعد قطعاً في الأغراض التالية :

1 – التحقق من امتلاك قدرة هوائية عالية عن انتقاء رياضيي التحمل.

2 – معرفة مدى ملائمة الإمكانية الهوائية لدى الرياضي للدور الذي يقوم به في رياضته.

3 – إلى أي مدى يجب التركيز على التدريب الهوائي لدى ذلك الرياضي؟

4 – معرفة نوعية التدريب الهوائي الواجب تطبيقه.

5 – التعرف على معدل التحسن في مستوى القدرة الهوائية من جراء تدريب معين.

6 – ما هي الشدة المثلى التي يجب على اللاعب أن يتدرب عندها؟

7 – مساعدة المدرب والرياضي في معرفة ما إذا كان الرياضي يشكو من انخفاض في مستوى أدائه البدني.

جدول يبين مدى أهمية الاستهلاك الأقصى للأكسجين للعديد من الرياضات الشائعة.

مقدار الأهمية	نوع الرياضة
ذو أهمية كبيرة	ألعاب القوى 400 متر – ماراثون ، سباحة 100 م سباحة طويلة ، التجديف، الدراجات، وجميع الرياضات الأخرى التي تتطلب جهداً بدنياً مستمراً لأكثر من دقيقة.
ذو أهمية متوسطة	معظم الألعاب الجماعية ، ككرة القدم ، والسلة ، واليد، والرجبي ، وألعاب المضرب، كالتنس والإسكواش.
ذو أهمية منخفضة	القفز، الرمي، تنس الطاولة، الغطس، الجولف ، الرماية ، وجميع الرياضات الأخرى المشابهة.

وعلى الرغم من أهمية امتلاك مقدار عالٍ من الاستهلاك الأقصى للأكسجين لدى رياضيي المسابقات التحملية إلا أن العلاقة بين الاستهلاك الأقصى للأكسجين وزمن الأداء البدني في الرياضات التحملية يعد متفاوتاً جداً ففي دراسة قام بها **شيبارد** تم خلالها مراجعة **37** بحثاً تطرقت للعلاقة بين الأداء البدني ومعدل الاستهلاك الأقصى للأكسجين وجد أن معامل الارتباط تراوح ما بين **0,04** إلى **0,90** ، ويعود سبب ذلك التفاوت الكبير في العلاقة بين الأداء البدني ومقدار الاستهلاك الأقصى للأكسجين إلى عوامل عديدة من أهمها طبيعة العينة المستخدمة في العلاقة(كلما كان الاستهلاك الأقصى للأكسجين متقارب جداً بين أفراد العينة كلما ضعفت العلاقة) والحالة التدريبية للمشاركين في الدراسة ، ومقدار العتبة اللاهوائية ، وكفاءة الجري ، والحالة النفسية للمتسابق والظروف المناخية المحيطة بالسباق، وغير ذلك .

– **الحدود الاعتيادية للاستهلاك الأقصى للأكسجين** : يجب الإشارة أولاً إلى أن الاستهلاك الأقصى للأكسجين يتم تسجيله إما مطلقاً باللتر في الدقيقة (**الاستهلاك المطلق**) ، أو منسوباً إلى كل كيلوغرام من وزن الجسم (ملیلتر/كلغ .دقيقة)، أو ما يسمى **بالاستهلاك النسبي** ، كما ينسب أحياناً إلى كل كلغ من وزن الأجزاء غير الشحمية ؛ وفي السنوات الماضية بدء الاهتمام يعود إلى قسمة الاستهلاك الأقصى للأكسجين المطلق (باللتر في الدقيقة) إلى نسبة من ثلث وزن الجسم أو ثلاثة أرباع الوزن) وفي الرياضات التي يتم فيها حمل الجسم مثل الجري أو التزلج ، فإن أفضل مؤشر للتعبير عن الاستهلاك الأقصى للأكسجين هو الاستهلاك النسبي(ملي لتر/كلغ .في الدقيقة) ، أما في الرياضات التي لا يتم فيها حمل الجسم ، وتتطلب قدرة هوائية مطلقة مرتفعة مثل التجديف فإن أفضل مؤشر للقدرة الهوائية القصوى للفرد هو الاستهلاك المطلق (لتر في الدقيقة)، لأن الغرض هنا هو إنتاج أكبر قدرة مطلقة.ويبلغ الاستهلاك الأقصى للأكسجين لدى بعض الرياضيين أكثر من **5** لترات في

ISTAPS UNIV-BATNA 2

الدقيقة وقد يصل إلى **6** أو **7** لترات في الدقيقة ، كما هو الحال لدى بعض المتزلجين الاسكندنافيين .(أما الاستهلاك الأقصى للأكسجين النسبي ، فيصل لدى بعض الرياضيين المتميزين في رياضات جري المسافات الطويلة والماراثون إلى **80** مليلتر/ كلغ .دقيقة) تم تسجيل رقم قياسي لأحد الرياضيين الاسكندنافيين الذي تجاوز استهلاكه الأقصى من الأكسجين **90** (مليلتر/كلغ .دقيقة) والجدول التالي يبين معايير اللياقة القلبية التنفسية تبعاً للفئة العمرية ونوع الجنس، بناء على بيانات في دراسة طولية أجريت في مركز تكساس للبحوث الهوائية في الولايات المتحدة الأمريكية.

جدول يبين معاييرلقيم اللياقة القلبية التنفسية تبعاً للفئة العمرية ونوع الجنس، بناء على بيانات في دراسة طولية أجريت في مركز تكساس للبحوث الهوائية في الولايات المتحدة الأمريكية.

مستوى اللياقة القلبية التنفسية		ذكور	إناث
العمر : 20الى 29 سنة	منخفض	37,13 أو فاقل	30,63 أو أقل
	متوسط	37,14 إلى 44,22	30,64 إلى 36,64
	مرتفع	44,23 أو أكثر	36,64 أو أكثر
العمر : 30الى 39 سنة	منخفض	35,35 أو أقل	28,70 أو أقل
	متوسط	35,36 إلى 42,41	28,71 إلى 34,59
	مرتفع	42,42 أو أكثر	34,60 أو أكثر
العمر : 40الى 49 سنة	منخفض	33,04 أو أقل	26,54 أو أقل
	متوسط	33,05 إلى 39,88	26,55 إلى 32,30
	مرتفع	39,89 أو أكثر	32,31 أو أكثر

جدول يبين العوامل المؤثرة على والاستهلاك الأقصى للأوكسجين

العوامل المؤثرة على الاستهلاك الأقصى للأوكسجين	قدرة الدم على حمل الأوكسجين	عوامل مرتبطة بنقل الأوكسجين	نتاج القلب
			كمية الهيموجلوبين
			تركيز الهيموجلوبين
			حجم الدم وضغطه
	قدرة العضلات على استخلاصه	عوامل مرتبطة باستخلاص الأوكسجين	كثافة الأوعية الشعرية
			حجم جريان الدم في العضلات
			كثافة الميتوكوندريا
			نشاط الإنزيمات الهوائية

– التدريب البدني والاستهلاك الأقصى للأكسجين : على الرغم من أن الوراثة تساهم بدورٍ ملحوظ في مدى امتلاك الفرد لحجم عالٍ من الاستهلاك الأقصى للأكسجين ، إلا أن التدريب البدني الهوائي (التحملي) يؤدي إلى ارتفاع حجم الاستهلاك الأقصى للأكسجين لدى الفرد مقارنة بما قبل التدريب ؛ ويقصد بالتدريب الهوائي ذلك التدريب البدني ذا الوتيرة المستمرة والذي غالباً ما يتطلب انقباضاً عضلياً مستمراً لفترة من الوقت كما في الهرولة والجري المستمر أو السباحة أو الدراجات أو التزلج أو التجديف أو ما شابه ذلك وعلى عكس التدريب الهوائي ، لا يؤدي التدريب اللاهوائي كما في تدريبات السرعة أو القدرة العضلية إلى أي تحسن ملحوظ في الاستهلاك الأقصى للأكسجين ، ويتفاوت الأفراد في الاستجابة للتدريب البدني ، فالبعض يستجيب بشكل ملحوظ والبعض الآخر تكون استجابته منخفضة ، والملاحظ أن التحسن في الاستهلاك الأقصى للأكسجين من جراء التدريب البدني التحملي أو الهوائي يعتمد على عدة عوامل منها شدة التدريب البدني ومدته وتكراره في الأسبوع،واللياقة البدنية للفرد قبل التدريب ، وعمر المتدرب أيضاً.

ISTAPS UNIV-BATNA 2

تشير الدراسات العلمية إلى أن الزيادة في الاستهلاك الأقصى للأكسجين من جراء التدريب البدني تصل في المعدل من 10الى 20% نتيجة لبرنامج تدريبي تتراوح مدته من 3 – 6 أشهر، على الرغم من أن بعض **الدراسات قد سجلت زيادة كبيرة في الاستهلاك الأقصى للأكسجين من جراء التدريب البدني لدى غير المتدربين وصلت إلى حوالي 40 % مقارنة بما قبل التدريب.**

وعلى الرغم من أهمية التدريب الهوائي المستمر إلا أن بعض البحوث تشير إلى أن التدريب الفتري (الذي يتم فيه التناوب بين الجهد البدني المرتفع الشدة والراحة البينية)يؤدي أيضاً إلى تحسن في الاستهلاك الأقصى للأكسجين ففي تجربة أجريت حديثاً تم فيها إخضاع مجموعة من الأفراد الجامعيين بشكل عشوائي إلى أربع أنماط من التدريب البدني لمدة 8 أسابيع ، حيث مارست المجموعة الأولى التدريب البدني الهوائي المستمر لمدة 45 دقيقة في كل مرة عند شدة تعادل 70 % من ضربات القلب القصوى (مستمر 70%)، والمجموعة الثانية مارست تدريباً بدنياً هوائياً مستمراً لكن عند شدة تعادل مستوى عتبة حمض اللبنيك 85 % من ضربات القلب القصوى (لمدة 24,3 دقيقة (مستمر 85%)، والمجموعة الثالثة مارست تدريباً فترياً عند شدة 90– 95% من ضربات القلب القصوى لمدة 15 ثانية مع راحة نشطة لمدة 15 ثانية(فتري 15× 15) .أما المجموعة الرابعة فمارست تدريباً فترياً عند شدة 90– 95% من ضربات القلب القصوى لمدة 4 دقائق تكررت 4 مرات وكان بينها راحة نشطة لمدة 3 دقائق عند شدة توازي 70 % من ضربات القلب القصوى (فتري 4×4) ؛ ولقد بينت نتائج هذا أن التدريب الفتري فقط نتج عنه تحسن ملحوظ في كل من الاستهلاك الأقصى للأكسجين وفي حجم الضربة ، وكما أن التدريب البدني الهوائي يؤدي إلى زيادة الاستهلاك الأقصى للأكسجين فإن الركون للراحة يؤدي إلى انخفاض قدرة الفرد الهوائية (أو استهلاكه الأقصى للأكسجين).

– العوامل المؤثرة على قيمة الحد الأقصى لاستهلاك للأكسجين(القدرة الهوائية القصوى) :

– عامل الجنس : تصل النساء إلى نسبة 70 % كمعدل للاستهلاك الأقصى للأوكسجين مقارنة بالرجال ويتفوق الرجال بنسبة تصل من 40 %إلى 60 % ويعتقد ان السبب في ذلك انخفاض مستوى الهيموغلوبين من 10% إلى 14 % لدى النساء مقارنة بالرجال .

– العمر:تصل أعلى قيمة للاستهلاك الأقصى للأكسجين لدى الفرد مابين 18– 25 سنة على أن هذه القيمة تبدأ بالتناقص التدريجي مع التقدم في العمر ، حيث نجد أن الاستهلاك الأقصى للأكسجين للفرد عند عمر 60 سنة يقل عن مستواه عند سن العشرين بنسبة تصل إلى حوالي 30 % والجدير بالملاحظة أن التدريب البدني المنتظم يقلل من هذا التناقص التدريجي الذي يحدث مع التقدم في العمر ويعتقد أن الانخفاض في الاستهلاك الأقصى للأكسجين مع التقدم في العمر يعود جزئياً إلى الانخفاض في **ضربات القلب القصوى** والانخفاض في حاصل القلب الأقصى مع التقدم في العمر ، بالإضافة إلى انخفاض مستوى النشاط البدني للفرد.

– نوعية الاختبار المستخدم : فاستخدام السير المتحرك على سبيل المثال يؤدي إلى الوصول في الغالب إلى مستوى من الاستهلاك الأقصى للأكسجين أعلى مما في حالة استخدام الدراجة الثابتة ، كما أن استخدام أداة

ISTAPS UNIV-BATNA 2

قياس للجهد البدني تحاكي إلى حد كبير ما يستعمله الرياضي أثناء التدريب أو المسابقة يعطي مقداراً أعلى من الاستهلاك الأقصى للأكسجين مقارنة بأداة أخرى غير متعود عليها الرياضي.

– **الحالة التدريبية**:كلما كان الفرد في لياقة بدنية عالية قبل الانخراط في التدريب كان التحسن في مقدار الاستهلاك الأقصى للأكسجين من جراء التدريب البدني .

– **التكوين الجسمي للفرد**:عند حساب الاستهلاك الأقصى للأكسجين بالحجم المطلق (لتر في الدقيقة) ، فإن الأفراد الذين يمتلكون أجساماً ضخمة وعضلات كبيرة سيحققون في الغالب مستوى عالياً من الاستهلاك الأقصى للأكسجين ؛ أما في الرياضات التي تتطلب أن يحمل الفرد جسمه كما في الجري فإن العبرة ليست بالاستهلاك المطلق وحده ولكن ينبغي حساب الاستهلاك الأقصى للأكسجين نسبة إلى كل كلغ من وزن الجسم لأن ذلك يعتبر مؤشراً أفضل لمعرفة القدرة الهوائية القصوى للفرد ، وبالتالي قدرته على الأداء البدني التحملي في رياضة تتطلب الجري.

– **وحدات حساب الحد الأقصى لاستهلاك الأكسجين**: يمكن حساب الحد الأقصى لاستهلاك الأكسجين بطريقتين هما: – الطريقة المطلقة: لتر/دقيقة. – الطريقة النسبية: مليلتر.كلغ/د (مليلتر لكل غرام من وزن الجسم).

–**طرق قياس الحد الأقصى لاستهلاك الأكسجين** :يتم تحديد الاستهلاك الأقصى للأكسجين بطرقتين:

– الطريقة المباشرة (القياس المباشر للحد الأقصى للأكسجين).

– الطريقة غير المباشرة (التنبؤ بالحد الأقصى لاستهلاك الأكسجين).

أولاً: القياس المباشر للحد الأقصى لاستهلاك الأكسجين: يتم قياس الاستهلاك الأقصى للأكسجين بطريقة مباشرة ومعملية من خلال متغيرات قياس التبادل الغازي، ويستهدف معرفة كمية الأوكسجين الداخلة مع هواء الشهيق ، وكمية الأكسجين الخارجة مع هواء الزفير، بحيث يدل الفرق بين الكميتين على مقدار الأكسجين الذي يستخدمه الجسم عن طريق نظام النقل الإلكتروني للميتوكوندريا لإنتاج الطاقة الهوائية ؛ ويمثل الحد الأقصى لاستهلاك الأكسجين الفرق بين حجم الأوكسجين الداخل إلى الرئتين (الشهيق) وحجم الأكسجين الخارج من الرئتين مع هواء الزفير.

الحد الأقصى لاستهلاك الأكسجين = حجم أكسجين هواء الشهيق – حجم أكسجين هواء الزفير

ويتطلب ذلك مختبراً مجهزاً بالأجهزة اللازمة لقياس نسبة الأكسجين وثاني أكسيد الكربون وحجم التهوية الرئوية أثناء قيام الفرد بأداء جهد بدني أقصى باستخدام بعض أشكال التمرينات البدنية مثل المشي أو الجري على السير المتحرك ، أو الخطو على المقعد ، أو التبديل على الدراجة الأرجومترية ، كما يمكن قياسه أثناء السباحة أو التجديف؛كما يتطلب تشغيل هذه الأجهزة خبراء متخصصون ، إضافة إلى كونها تستغرق وقتاً طويلاً في التنفيذ بحيث تصبح غير مناسبة عند تطبيقها على مجموعات كبيرة العدد.

– **طريقة قياس الحد الأقصى لاستهلاك الأكسجين المباشرة**:تتلخص الطريقة بأن يعرض المفحوص إلى بذل أقصى جهد بدني ممكن باستخدام السير المتحرك أو الدراجة الثابتة، ثم قياس أقصى استهلاك للأكسجين لديه عن طريق معرفة نسبة الأكسجين وثاني أكسيد الكربون في هواء الزفير وكذلك معرفة حجم هواء الزفير في الدقيقة

ISTAPS UNIV-BATNA 2

، ومن ذلك يمكن معرفة الاستهلاك الأقصى للأكسجين اللتر في الدقيقة ؛ حيث يتم جمع هواء الزفير طوال فترة أداء الاختبار عن طريق استخدام **جهاز سبيروميتر** متنقل أو عن طرق أكياس **دوجلاس** ، وللتأكد من أن المفحوص قد حقق المستوى الحقيقي لاستهلاكه الأقصى للأكسجين يتفق الكثير من المختصين على وجوب تحقيق الشروط التالية:

1- وصول المفحوص على ضربات القلب القصوى المتوقعة لديه.

2- أن مستوى استهلاك الأكسجين أخذ في الاستقرار أو الزيادة البسيطة جداً على الرغم من زيادة الجهد البدني.

ثانياً: القياس غير المباشر للحد الأقصى لاستهلاك الأكسجين: وتستخدم هذه الطريقة للتنبؤ بالحد الأقصى لاستهلاك الأكسجين وهي تعبّر عن قيمة غير معلومة يتم الحصول عليها عن طريق قياس متغيرات معّرفة وهي:

– **معدل القلب قبل المجهود البدني** والاستجابات التي تحدث لهذا المعدل نتيجة للمجهود و تستخدم الاستجابات التي تحدث لمعدل القلب أثناء المجهود البدني كمتغير تجريبي مهم للتنبؤ بالحد الأقصى لاستهلاك الأكسجين و يطلق على هذه الطريقة القياس غير المباشر وذلك لكونها تعتمد على استخدام عدد من المعادلات الرياضية، والتي تم إعدادها للتنبؤ بالحد الأقصى لاستهلاك الأكسجين وفقاً لبعض الأساليب الإحصائية ، (مثال الانحدار المتعدد).

– الأدوات والأجهزة المستخدمة لتقنين الأحمال البدنية عند قياس الحد الأقصى لاستهلاك الأكسجين.

1– الخطو على المقعد.

2– العمل على الدراجة الأرجومترية.

3– المشي أو الجري على السير المتحرك.

4– السباحة في القناة الصناعية.

5– الأداء في بعض الأنشطة الرياضية "كالدراجات، التجديف.

– الطرق الغير المباشرة لتحديد الاستهلاك الأقصى الأكسجين: فضلاً عن أن الطرق المعملية تتطلب مختبراً مجهزاً بالأدوات اللازمة لقياس استهلاك الأكسجين فهي غير عملية عند اختبار عدد كبير من المفحوصين وعلى نطاق واسع لما يتطلبه ذلك من جهد ودقة وتكلفة أيضاً ، ولهذا يكثر استخدام الطرق غير المباشرة أو الميدانية والتي يتم من خلالها **تقدير** وليس قياس الاستهلاك الأقصى للأكسجين ومعظم الاختبارات غير المباشرة **لتقدير الاستهلاك الأقصى للأكسجين** مبنية على افتراض أن هناك علاقة خطية بين ضربات القلب واستهلاك الأكسجين أثناء الجهد البدني؛ وهنالك العديد من هذه الاختبارات وهي:(اختبارات السير المتحرك ، اختبارات الدراجة الثابتة ، اختبارات صندوق الخطوة ، اختبارات جري المسافة)

– تقدير الاستهلاك الأقصى للأكسجين من خلال اختبارات ميدانية: تعتمد هذه الاختبارات الميدانية على زمن الأداء أثناء مشي أو جري مسافة معينة ، أو على حساب المسافة المقطوعة أثناء المشي أو الجري لمدة زمنية محددة ، وهي اختبارات لا تتطلب أي أدوات أو تجهيزات غير عادية؛ إن تقدير الاستهلاك الأقصى للأكسجين في هذا النوع من الاختبارات مبني على العلاقة الخطية بين سرعة الجري ومعدل استهلاك الأكسجين عند تلك السرعة، وهذه بعض الاختبارات مع معادلاتها التنبؤية:

ISTAPS UNIV-BATNA 2

– اختبار بلكي Balke لجري أو مشي 15 دقيقة:

الأدوات : ارض مستوية أو مضمار، أقماع ، ساعة إيقاف

شرح الاختبار : يقف اللاعب عند خط البداية وعند الإشارة يبدأ بالركض ويتم اخذ المسافة المقطوعة في **15** دقيقة ، يسمح بالمشي ويجب على اللاعب أن يدفع نفسه لإنهاء الاختبار حتى يتم احتساب النتيجة للاعب ، ويتم تقدير الاستهلاك الأقصى للأكسجين باستخدام المعادلة التالية:

الاستهلاك الأقصى للأكسجين) مليلتر /كلغ .دقيقة = 0,172 × ((المسافة المقطوعة بالمتر÷ 15)– 133) + 33,3

– اختبار الهرولة لمسافة ميل واحد: هو اختبار يعتمد على الهرولة لمسافة ميل واحد **1609** متر، ويصلح هذا الاختبار للشباب الأصحاء ممن تتراوح أعمارهم ما بين**18** إلى **29** سنة، حيث تم تطوير ذلك الاختبار على عينة في هذه الفئة العمرية من الرجال والنساء .وتتلخص إجراءات الاختبار بالهرولة بخطوة مريحة وثابتة طوال المسافة المحددة، ثم قياس الزمن المستغرق في قطع مسافة الميل وكذلك حساب معدل ضربات القلب مباشرة بعد الانتهاء من الاختبار، ومن ثم تطبيق المعادلة التنبؤية التالية:

الاستهلاك الأقصى للأكسجين) مليلتر /كجم . دقيقة = 88,02 – (0,1656× وزن الجسم بـ كلغ) – (2,7 × الزمن بالدقائق) + (3,716 × نوع الجنس)

حيث نوع الجنس يعطى 1 للذكور، وصفر للإناث

ISTAPS UNIV-BATNA 2

معهد علوم وتقنيات النشاطات البدنية والرياضية : قسم التدريب الرياضي :

المادة : فسيولوجيا الجهد البدني *المحاضرة رقم 11*

الاختبارات الميدانية والمخبرية الهوائية واللاهوائية :

– الاختبارات الميدانية والمخبرية الهوائية :

تعد اختبارات الجهد البدني وسيلة مهمة للتعرف على أي قصور وظيفي لدى الأفراد لا يظهر أثناء الراحة ، أو لمعرفة لياقتهم البدنية ولكي تكون القياسات الفسيولوجية ذات معنى أثناء الجهد البدني يجب أن يكون ذلك الجهد قابلا للقياس.وهنالك العديد من الطرق التي يمكن من خلالها تعريض المفحوص لجهد بدني محدد ومعايير مما يسهل معرفة استجابة الفرد لهذا الجهد البدني،ومن أهم الوسائل الشائعة لقياس الجهد البدني لدى الإنسان مايلي :

– **قياس الجهد البدني باستخدام السير المتحرك(Treadmill)** : وهو عبارة عن سير من الجلد المقوى أو المطاط يدور حول أسطوانتين ، ويمكن التحكم في سرعته ومقدار ميله بطريقة تشابه عمليتي المشي و الجري الطبيعيتين لدى الإنسان ، ويوضح الشكل رقم (1) صورة للسير المتحرك .

السير المتحرك

مميزات السير المتحرك	العيوب:
– حاكي المشي أو الجري و كلاهما حركتان طبيعيتان لدى الإنسان . – يتم فيه استخدام عضلات كبرى مما يمكن من إجهاد الجهاز الدوري التنفسي للفرد. – يمكن ضبط سرعته ودرجة ميله. – أكثر الطرق استخداماً.	– مكلف وبالتالي قد لا يتوافر في كل مكان. – ثقل الوزن و بالتالي يصعب نقله خارج المختبر. – يشغل حيز محسوساً ويحدث ضوضاء نتيجة للتشغيل. – يصعب أخذ بعض القياسات أثناء الاختبار مثل (ضغط الدم) – يصعب حساب الشغل بدقة .

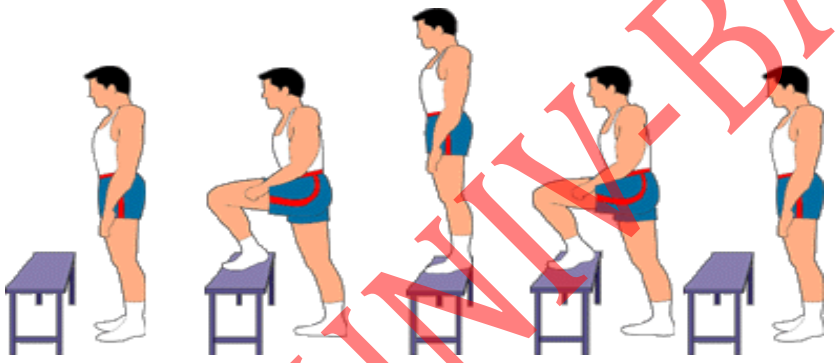
– **استخدام دراجة الجهد Cycle Ergometer**: وهي الدراجة الثابتة ذات العجل الدوار حيث يمكن التحكم في درجة المقاومة أناتجة عن الاحتكاك العجل بشريط الشد، إلا أنه يتوافر حديثاً دراجات كهربائية يتم ضبط مقاومتها إلكترونياً، ويظهر الشكل التالي دراجة الجهد .

الدراجة الأرجومترية

ISTAPS UNIV-BATNA 2

مميزات استخدام دراجة الجهد :	العيوب:
– تعد دراجة الجهد (وخاصة الميكانيكية) غير مكلفة مقارنة بالسير المتحرك . – يسهل عمل قياسات إضافية أخرى مثل (سحب عينة دم أو قياس ضغط الدم) – يمكن معرفة الشغل بدقة حيث لا علاقة لوزن الجسم بالشغل المبذول .– سهولة نقل الدراجة مقارنة بالسي المتحرك .	– يعد استخدام الدراجة بشكل عام غير طبيعي للكثير من الأفراد وخاصة عند مقاومة عالية مما يؤدى إلى إجهاد عضلات الرجلين قبل إجهاد الجهاز الدوري التنفسي حتى أقصاه . – لا تلائم الدراجة الأطفال صغار السن أو صغار الحجم لأنها مخصصة للكبار عادة . – يتم الحصول على استهلاك أقصى للأكسجين أقل بمقدار 7–8 % من السير المتحرك ، وذلك لاستخدام كتلة عضلية أثناء الدراجة أقل حجماً مما في السير المتحرك .

– **استخدام صندوق الخطوة** :وهو صندوق مربع أو شبيه بذلك ذو أطوال معينة ويتم تعريض المفحوص للجهد البدني باستخدامه من خلال صعود المفحوص ونزوله من الصندوق مرات متكررة بإقاع محدد حتى التعب أنظر إلى الشكل التالي :



مميزات استخدام صندوق الخطوة:	العيوب:
– غير مكلف وسهل الصنع. – سهل الاستخدام ولا يحتاج إلى مكان كبير. – يتم فيه استخدام عضلات كبرى من الجسم.	– يصعب أخذ قياسات إضافية أخرى أثناء الاختبار نتيجة لحركة المفحوص المستمرة. – يصعب إجهاد الأفراد ذوي اللياقة البدنية العالية بدون اللجوء إلى معدل سريع من الخطوات. – يعتمد حساب الشغل على وزن الجسم مما يجعل من الصعوبة حساب الشغل السالب الناتج من عملية النول من على الصندوق.

– مبررات اختبار الجهد البدني : يتم استخدام اختبار الجهد البدني لأغراض كثيرة ومتنوعة من أهمها :

1– لتقييم الوظائف القلبية التنفسية:حيث يمكن أثناء اختبار الجهد البدني التدريجي قياس الاستهلاك الأقصى للأكسجين (Vo2 max) أو نتاج القلب الأقصى (**Q max**) أو الوظائف الرئوية، سواء تم ذلك قبل استخدام أدوية معينة لتوسيع الشعب الهوائية أو بعدها بغرض معرفة تأثيرها عليها، أو بعد إجراء عملية جراحية لمعرفة مدى التحسن الوظيفي بعد إجرائها.

2– لاكتشاف أي قصور في تروية عضلات القلب: يتم استخدام اختبار الجهد البدني للذين يعانون من ضيق في الشريان الأبهر أو من لديهم تشوهات خلقية في الشرايين التاجية أو في حالة مرض كاواساكي.

ISTAPS UNIV-BATNA 2

3– لتقييم معدل ضربات القلب وانتظامها:يستخدم لكشف حالات تسارع ضربات القلب أو لمعرفة حدة حالة عدم انتظام ضربات القلب خاصة من لديهم حصار قلبي كامل.

4– لمعرفة استجابة ضغط الدم للجهد البدني:خاصة للمصابين بارتفاع ضغط الدم الشرياني، حيث إن الجهد البدني في حد ذاته يؤدي إلى ارتفاع ضغط الدم وخاصة الضغط الانقباض.

5– لتشخيص الربو الناتج عن الجهد البدني:اختبار الجهد البدني يمكن الطبيب من معرفة حدة الحالة ومدى فاعلية الأدوية الموسعة للشعب الهوائية أو الأدوية الأخرى في منع حالة الربو أو التخفيف من حدتها.

6– لتحديد اللياقة البدنية (الكفاءة الفسيولوجية):يمكن تقييم مستوى الكفاءة الفسيولوجية للرياضي ومن ثم معرفة مقدار التحسن في بعض المؤشرات الفسيولوجية .

7– لتشخيص الأعراض الأخرى المصاحبة للجهد البدني:تتمثل في جملة من الأعراض مثل الدوخة، أو ألم الصدر، أو الصداع أثناء الجهد البدني..... وغيرها.

– الحالات التي تمنع فيها إجراء اختبار الجهد البدني.

بناءًا على تعليمات جمعية القلب الأمريكية حيث يوجد العديد من الموانع التي تحول دون إجراء اختبار الجهد البدني و تتمثل هذه الموانع في ما يلي :

1– التهاب قلبي حاد مثل إلتهاب عضلة القلب، أو شغاف القلب، أو التهاب القلب الرماتيزمي.

2– قصور القلب الشديد.

3– احتشاء عضلة القلب الحاد.

4– مشكلة تنفسية حادة (ربو، التهاب رئوي).

5– ارتفاع حاد في ضغط الدم الشرياني (أكثر من 240/ 120 ملم زئبقي).

6– مرض كلوي حاد أو التهاب كبدي حاد.

7– تناول جرعات زائدة من الأدوية المؤثرة على الجهاز القلبي التنفسي.

كما يجب أخذ احتياطات خاصة، و موازنة فوائد الاختبار مع مخاطرة في الحالات الآتية.

1– ضيق شديد في الشريان الأورطي.

2– ضيق شديد في الشريان الرئوي.

3– اضطراب شديد في نظم القلب البطيني.

4– مشاكل خلقية في الشرايين التاجية.

5–أمراض الشرايين الرئوية.

6– الأمراض الاستقلالية. 7– أمراض النزف.

انخفاض الضغط القيامي – الناتج عن الوقوف أو تغيير وضع الجسم

وهنالك العديد من هذه الاختبارات نذكر منها ما يلي :

– اختبارات السير المتحرك – اختبارات الدراجة الثابتة – اختبارات صندوق الخطوة – اختبارات جري المسافة

ISTAPS UNIV-BATNA 2

1– اختبارات باستخدام السير المتحرك :

توجد العديد من الاختبارات التي تستخدم السير المتحرك لقياس اللياقة الهوائية وتقدير الاستهلاك الأقصى للأكسجين ومن اشهرها اختبار بالك واختبار كالان.

وفيما يلي عرض مفصل لإجراءات هذين الاختبارين:

– اختبار بالك : أعد هذا الاختبار برونو بالك وزملائه عام 1952م ، لقياس الحد الأقصى لاستهلاك الأكسجين، والاختبار يشبه إلى حد كبير اختبار القدرة **170** للياقة الهوائية فيما أنه يستخدم السير المتحرك.

الغرض من الاختبار:قياس اللياقة الهوائية عند القيام بجهود بدني أقل من الأقصى يتطلب الوصول بمعدل القلب إلى **180** نبضة في الدقيقة.

– الأدوات والأجهزة:– جهاز السير المتحرك.– جهاز رسم القلب الكهربائي لقياس معدل القلب أثناء الأداء.– جهاز قيا ضغط الدم.– ساعة توقيت.

– الإجراءات:

– المشي على السير المتحرك وهو في الوضع الأفقي تماماً ، ويتحرك سرعة ثابتة حوالي **3.5** ميل/ساعة.

– في نهاية الدقيقة الأولى من الاختبار يتم قياس معدل القلب وضغط الدم، ويستمر القياس في نهاية كل دقيقة من زمن الاختبار.

– زيادة ميل السير في نهاية الدقيقة الأولى، وتستمر الزيادة في الميل في نهاية كل دقيقة من زمن الاختبار حتى يصل معدل القلب إلى **180** نبضة في الدقيقة.

– تسجيل الفترة الزمنية التي استغرقها المفحوص في المشي على السير المتحرك للوصول إلى **180** نبضة في الدقيقة حيث يدل الزمن الأطول على مستوى الأداء الأفضل.

– النظر إلى المعايير والمستويات المعدة من قبل بالك ومقارنة الزمن بها.

جدول يبين مستويات اختبار بالك

الدقائق التي يستغرقها المفحوص للوصول إلى معدل قلب (180نبضة/ق)	فئة التصنيف (المستوى)
12 دقيقة فأقل	ضعيف جداً
14 – 13	ضعيف
16 – 15	مقبول
17	متوسط
19 – 18	جيد
21 –20	جيد جداً
22 فأكثر	ممتاز

– اختبار كالان : صمم هذا الاختبار دونالد كالان، وهو عبارة عن مشروع لنيل درجة الدكتوراه عام **1968**م من جامعة ولاية أوهايو. حيث قام بإجراء بعض التعديلات على اختبار بالك.

الغرض من الاختبار: قياس لياقة القلب والأوعية الدموية لتلاميذ وتلميذات الصفوف الدراسية الرابع والخامس والسادس الابتدائي عند قياهم بمجهود بدني أقل من الأقصى.

الأدوات والأجهزة: – جهاز السير المتحرك. – جهاز رسم القلب الكهربائي لقياس معدل القلب أثناء الأداء.

ISTAPS UNIV-BATNA 2

– جهاز قياس ضغط الدم. – ساعة توقيت.

الإجراءات: – المشي على السير المتحرك في وضع أفقي بسرعة ثابتة 2.8 ميل /ساعة للصف الرابع والخامس، وبسرعة 3.5 ميل/ساعة للصف السادس.

تسجيل معدل القلب خلال 15 ثا الوسطى بالنسبة لكل دقيقة من الدقائق التي يستغرقها الاختبار (30–45 ثانية).

رفع درجة ميل السير المتحرك بنسبة 1% عند نهاية كل دقيقة من الدقائق التي يستغرقها الاختبار ، حتى تصل إلى 14% ثم تتوقف.

يتوقف الاختبار عندما يطلب المفحوص ذلك نتيجة التعب ، أو إذا وصل معدل القلب لديه إلى 200 نبضة/ق، أو إذا استمر المفحوص في المشي على السير المتحرك لمدة 25 دقيقة كحد أقصى.

تسجل درجة الاختبار والتي تساوي مجموع الدقائق التي استغرقها المفحوص في المشي على السير المتحرك حتى يصل معدل القلب إلى 200 نبضة في الدقيقة.

2– اختبارات باستخدام الدراجة الثابتة : توجد العديد من الاختبارات التي تستخدم الدراجة الثابتة لتقدير الاستهلاك الأقصى للأكسجين ومن اشهرها اختبار استراند واستخدام معادلة فوكس.

– معادلة فوكس Fox .: تعتبر هذه الطريقة وسيلة يسيرة لتقدير الاستهلاك الأقصى للأكسجين (بطريقة غير مباشرة بالطبع) وذلك من خلال معادلة خطية تصف العلاقة بين الاستهلاك الأقصى للأكسجين والذي تم قياسه مباشرة وبين استجابة ضربات القلب في الدقيقة الخامسة من الجهد عند أداء جهد بدني على الدراجة الثابتة بمقاومة تساوى 150 شمعة (أو 900كغم .م / ق) ، وهذه المعادلة التي تم تحديدها من قبل العالم الأمريكي فوكس هي:

الاستهلاك الأقصى للأكسجين (لتر/ ق) = 6.3 – (0.0193× ضربات القلب في الدقيقة الخامسة من الجهد)

الغرض من الاختبار: – تقدير الاستهلاك الأقصى للأكسجين من خلال ضربات القلب دون القصوى.

– مقارنة الاستهلاك الأقصى للأكسجين الناتج في هذه التجربة بالاستهلاك الأقصى للأكسجين في التجربة السابقة.

الأدوات المستخدمة: – دراجة الجهد. – ميقاع. – ساعة توقيت. – جهاز قياس نبض القلب.

الإجراءات : – يجلس المفحوص على الدراجة لمدة دقيقة تقريباً ثم يتم قياس ضربات القلب لديه في الراحة.

– يتم وضع مقاومة الدراجة على 3كغم ويكون الإيقاع 100 دقة / ق مما يجعل العبء الجهدي يساوى 900كغ.م / ق (أو 150 شمعة).

1– يقوم المفحوص بتحريك العجل متمشياً مع الإيقاع ويتم قياس ضربات القلب لديه عند نهاية كل دقيقة حتى الدقيقة الخامسة من الجهد.

2– بمجرد الحصول على في نهاية الدقيقة الخامسة يتم وقف التجربة وتسجل ضربات القلب دون القصوى.

3– يتم تطبيق المعادلة التالية للحصول على الاستهلاك الأقصى للأكسجين:–

الاستهلاك الأقصى للأكسجين = 6.3– (0.0193× ضربات القلب في الدقيقة الخامسة)

3– اختبارات باستخدام صندوق الخطوة :تصنف اختبارات الخطوة الهوائية كاختبارات أداء أقل من الأقصى، وتتأسس بشكل عام على العلاقة الخطية بين العبء الجهدي ومعدل القلب والحد الأقصى للأكسجين، حيث يقوم

ISTAPS UNIV-BATNA 2

المفحوص بعمل الخطوات صعوداً وهبوطاً على صندوق الخطوة حتى يصل إلى جهد ومعدل قلب معين أو زمناً محدداً. ومن ثم يتم تقويم القدرة الهوائية عن طريق الاستجابات التي تحدث لمعدل القلب ،ويستخدم في مجالات بحوث الجهد البدني مجموعة من اختبارات الخطوة لقياس القدرة الهوائية وتقدير الاستهلاك الأقصى للأكسجين وهي:

- اختبار هارفارد للخطوة
- اختبار جالاجر وبروها
- اختبار هودجكنز وسكوبك
- اختبار جامعة ولاية أوهايو للخطوة
- اختبار كلية كوينز للخطوة
- اختبار جامعة ميتشجان الشرقية للخطوة
- اختبار جامعة ولاية لويزيانا للخطوة
- اختبار شاركي للخطوة
- اختبار سيسونولفي لخطوة
- اختبار جمعية الشبان المسيحية للخطوة

من بين هذه الاختبارات أكثر شيوعاً واستخداماً هي:

– اختبار هارفارد للخطوة : تم تصميم هذا الاختبار بمعمل جامعة هارفارد عام 1943م، وهو من أقد اختبارات الجهد البدني وأكثرها شيوعاً إلى وقت قريب.وهو اختبار شاق يتطلب إجراؤه الصعود النزول من على صندوق الخطوة لمدة 5 دقائق بمعدل عال، ويتم تحديد الكفاءة البدنية من خلال مؤشر أو معامل يأخذ في الاعتبار مدة الجهد البدني وضربات القلب في فترة الاسترداد على النحو التالي:

$$\text{مؤشر الكفاءة البدنية} = \frac{\text{مدة الجهد البدني بالثواني} \times 100}{2\times \text{مجموع معدل ضربات القلب في الدقائق الثلاث الأولى من الاسترداد}}$$

الغرض من الاختبار:قياس التحمل الدوري التنفسي (كفاءة الفرد البدنية)

الأدوات المستخدمة: – صندوق الخطوة بارتفاع **20** بوصة (**51**سم).– ميقاع. – ساعة توقيت. – جهاز قياس ضربات القلب.

الإجراءات: أ– ضبط الميقاع على **120** دقة في الدقيقة (أي **30** صعودا كاملاً في الدقيقة).

ب– الصعود والنزول من على الصندوق تمشياً مع معدل الخطوة لمدة 5دقائق متواصلة مع إمكانية التوقف عند التعب.

ج– في نهاية الدقيقة الخامسة (أو بعد توقف المفحوص مباشرة إذا لم يكمل 5 دقائق) يتم قياس ضربات القلب لمدة **30** ثانية على ثلاث مراحل من فترة الاسترداد كالتالي:

– معدل ضربات القلب بعد الدقيقة الأولى وحتى دقيقة وثلاثين ثانية.

– معدل ضربات القلب بعد الدقيقة الثانية وحتى دقيقتين وثلاثين ثانية.

– معدل ضربات القلب بعد الدقيقة الثالثة وحتى ثلاث دقائق وثلاثين ثانية.

ISTAPS UNIV-BATNA 2

د– تسجيل ضربات القلب في فترة الاسترداد ، وحساب مؤشر الكفاءة البدنية على النحو التالي:

$$\text{مؤشر الكفاءة البدنية} = \frac{\text{مدة الجهد البدني بالثواني} \times 100}{2\times \text{مجموع معدل ضربات القلب في الدقائق الثلاث الأولى من الاسترداد}}$$

هـ– النظر إلى المعايير التي تم تطويرها من قبل ماثيوز عام 1978م بجامعة أوهايو الأمريكية كالتالي:

جدول يبين المعايير التي تم تطويرها من قبل ماثيوز

أكثر من 90	ممتاز
89 – 80	جيد
79 – 65	متوسط
64 – 55	متوسط ضعيف
أقل من 55	ضعيف

– اختبار كلية كوينز للخطوة : هو عبارة غير مبسطة من اختبار الخطوة لهارفارد تم تطويره في كلية كوينز في نيويورك بواسطة مكردل وآخرين – وتتلخص فكرة الإختبار بأن يقوم المفحوص بأداء جهد بدني لمدة 3دقائق على صندوق الخطوة في نهاية الدقائق الثلاث يتم قياس ضربات القلب لديه ومن ثم مقارنتها ببعض المعايير التي تم عملها على مجموعة كبيرة من الذكور والإناث، ولقد تم قياس صدق هذا الاختبار بمقارنته بالاستهلاك الأقصى للأكسجين ووجد أنه يساوى (0.72–) للرجال و(0.75–) للنساء.

الغرض من الاختبار: تقدير الاستهلاك الأقصى للأكسجين.

الأدوات المستخدمة: – صندوق خطوة ارتفاعه 16.25 بوصة (41 سم) .– ميقاع. – ساعة توقيت.

– جهاز قياس النبض.

الإجراءات:– صعود المفحوص على صندوق الخطوة والنزول منه بمعدل 24 صعوداً في الدقيقة للرجال (يوضع الميقاع على 96 دقة في الدقيقة)، و22 صعوداً أو خطوة للنساء (يوضع الميقاع على 88 دقة في الدقيقة).

– على المفحوص الاستمرار في أداء الجهد متمشياً مع الإيقاع لمدة 3 دقائق متواصلة.

– في نهاية الدقائق الثلاث يتوقف المفحوص و يتم قياس نبض القلب لديه بعد 5 ثوان مباشرة من دون توقفه ولمدة 15 ثانية ثم ضرب الناتج في 4 لمعرفة ضربات القلب في الدقيقة.

– تسجل قراءة ضربات القلب لديه على ورقة تسجل البيانات.

– النظر في الجدول رقم (4) المعد مسبقاً لمعرفة مقدار الاستهلاك الأقصى للأكسجين لدى ذلك المفحوص.

جدول تقدير الاستهلاك الأقصى للأكسجين من خلال ضربات القلب في الاسترداد.

الرجال		النساء	
ضربات القلب أثناء الاسترداد/ق	الحد الأقصى لاستهلاك الأكسجين (ملل/كجم/ق)	ضربات القلب أثناء الاسترداد/ق	الحد الأقصى لاستهلاك الأكسجين (ملل/كجم/ق)
120	60.9	128	42.2
124	59.3	140	40.0
128	57.6	148	38.5
136	54.2	152	37.7

ISTAPS UNIV-BATNA 2

37.0	156	52.5	140
36.6	158	50.9	144
36.3	160	49.2	148
35.9	162	48.8	149
35.7	163	47.5	152
35.5	164	46.7	154
35.1	166	45.8	156
34.8	168	44.1	160
34.4	170	43.3	162
34.2	171	42.5	164
34.0	172	41.6	166
33.3	176	40.8	168
32.6	180	39.1	172
32.2	182	37.4	176
31.8	184	36.6	178
29.6	196	34.1	184

– اختبارات جري المسافة: تصنف اختبارات جري المسافة كاختبارات ميدانية تستخدم لقياس الحد الأقصى لاستهلاك الأكسجين بطريقة غير مباشرة ، وتستخدم في العادة شدة أقل من القصوى خلال فترات الأداء التي تمتاز بأنها طويلة نسبياً، وقد وجد علماء القياس أن اختبارات الجهد الأقصى والأقل من الأقصى باستخدام السير المتحرك أو الدراجة الثابتة تعد اختبارات غير مناسبة لقياس اللياقة الدورية التنفسية عند محاولة تطبيقها على مجموعات كبيرة من الأفراد في مواقف تشبه الأداء الفعلي في الميدان ، لهذا السبب ابتكرت مجموعة من اختبارات التحمل في الجري للتنبؤ بالحد الأقصى لاستهلاك الأكسجين. وتتميز اختبارات الجري بشكل عام بأنها لا تتطلب استخدام أجهزة أو أدوات مكلفة الثمن، بالإضافة إلى إمكانية تطبيقها على أعداد كبيرة نسبياً من الأفراد دفعة واحدة مما يؤدي إلى توفير عامل الوقت وتشير سافريت وآخرون إلى أن اختبار جري المسافة يميل إلى كونه ثابتاً (0.78) وله معامل صدق مصاحب عام (0.74 ±0.14).

وتوجد العديد من اختبارات جري المسافة لتقويم اللياقة الهوائية لعل من أكثرها انتشاراً الاختبارات التالية:

– اختبار جري/ مشي لمدة 12 دقيقة

– اختبار جري/ مشي لمدة 5 دقائق

– اختبار جري/ مشي لمدة 9 دقائق

– اختبار جري/ مشي 1 ميل (1ميل = 1609,35م = 1,61 كلم)

– اختبار جري/ مشي 1.5 ميل – اختبار جري/ مشي 1200م

– اختبار جري / مشي 600 ياردة. (1م = 1,09 ياردة) = 550,45 م

– اختبار جري 20 متر متعدد المراحل (بيبسر) – اختبار المشي المتأرجح 1 ميل.

وفي مايلي سيتم عرض اختبارين من هذه الاختبارات والتي تعتبر من اشهرها وأكثرها استخداماً وهي:

ISTAPS UNIV-BATNA 2

1– اختبار جري/ مشي لمدة 12 دقيقة (اختبار كوبر) : يعرف اختبار جري/مشي **12** دقيقة باسم اختبار كوبر، وتتراوح معاملات ثبات الاختبار من **0.75** إلى **0.94** ومعاملات الصدق من **0.65** إلى **0.94**. وهذا الاختبار مناسب للبنين والبنات في مرحلة الدراسة الثانوية وحتى الجامعية.

– **الغرض من الاختبار**:قياس القدرة الهوائية (لياقة القلب والأوعية الدموية).

– **الأدوات المستخدمة:** – ساعة إيقاف. – صفارة.– عدد مناسب من العلامات المرقمة والرايات الركنية.

– مضمار لألعاب القوى **440**ياردة (**403,60** م) ، أو ملعب كرة قدم، أو أي منطقة فضاء.

– **الإجراءات**:

– عند استخدام مضمار ألعاب القوى 440 ياردة فإنه ينبغي تقسيم هذا المضمار بخطوط من الجير إلى أربعة مستويات طول كل منها **110** ياردة (**100,91** م). وفي حالة عدم توفر المضمار فإنه يمكن استخدام منطقة فضاء بحيث تحدد مسافة طولها 110ياردة برايتين، ومن ثم تقسم المسافة بين الرايتين بعلامات من الجير، المسافة بين كل علامة والأخرى تساوي 10 ياردات (9,17 م). والهدف من هذا التقسيم مساعدة المحكم على تقدير المسافة التي يقطعها المختبر في 12 دقيقة.

– تقسيم الأفراد المفحوصين أثناء أداء الاختبار إلى مجموعات متناسبة مع عدد المحكمين.

– يتخذ المفحوصين وضع الاستعداد خلف خط البداية، وعند سماع صافرة البداية يقومون بالجري والمشي حول المضمار أكبر عدد من المرات حتى يعلن الميقاتي انتهاء الزمن.

– القيام بتسجيل عدد اللفات حول المضمار أو عدد مرات التردد بين العلامات الركنية. وحساب المسافة المقطوعة في 12 دقيقة.– مقارنة النتيجة بمستويات ومعايير معدة مسبقاً لتقدير الاستهلاك الأقصى للأكسجين.

جدول يبين الحد الأقصى لاستهلاك الأكسجين في مقابل المسافة المقطوعة في اختبار جري/مشي12ق (Cooper, K 1968)

المسافة المقطوعة في زمن12ق (بالميل)			الحد الأقصى لاستهلاك الأكسجين (ملليلتر/كجم/ق)		
1.0	–	< أصغر من	25.0	–	> أصغر من
1.25	–	1.0	33.8	–	33.7
1.50	–	1.25	42.6	–	42.5
1.75	–	1.50	51.6	–	51.5
2.00	–	1.75	60.2	–	50.2
> أكبر من	–	2.00	< أكبر من	–	> أكبر من

2– اختبار جري/ مشي 1 ميل و1.5ميل : هذا الاختبار مناسب للبنين والبنات من سن 10 سنوات فأكثر، وقد أوصى الاتحاد الأمريكي للصحة والتربية الرياضية والترويح والرقص **AAHPRD** 1976م باستخدام اختبار الجري لمسافة 1 ميل لكلا الجنسين من سن 10–12 سنة، وأوصى باستخدام اختبار الجري لمسافة 1.5 لكلا الجنسين من 13 سنة فأكثر. ولهذا الاختبار معاملات صدق وثبات مرتفعة.

– **الغرض من الاختبار**:قياس اللياقة الهوائية وبخاصة لياقة القلب والأوعية الدموية.

– **الأدوات المستخدمة:** – ساعة إيقاف – مضمار للجري، أو أي منطقة فضاء مناسبة ومعروفة الأبعاد.

ISTAPS UNIV-BATNA 2

– **الإجراءات:** – يتخذ المختبرين وضع الاستعداد خلف خط البداية.

– عند إعطائهم إشارة البدء ينطلقون في الجري ليقطعوا مسافة الاختبار في أقل زمن ممكن.

– يسجل الزمن بالدقائق والثواني. – النظر إلى المستويات والمعايير في جدول التالي :

جدول يبين زمن اختبار جري 1.5ميل وما يقابله من الحد الأقصى لاستهلاك الأكسجين. (Wilmore & Berfeld, 1979)

VO2 max	زمن اختبار 1.5 ميل	VO2 max	زمن اختبار 1 ميل
ملليلتر/كجم/ق	بالدقائق الثواني	ملليلتر/كجم/ق	بالدقائق الثواني
39	13:00–12:31	75	< 7:31
37	13:30–13:01	72	8:00–7:31
36	14:00–13:31	67	8:30–8:01
34	14:30–14.01	62	9:00–8:31
33	15:00–14:31	58	9:30–9.01
31	15:30–15:01	55	10:00–9:31
30	16:00–15:31	52	10:30–10:01
28	16:30–16.01	49	11:00–10:31
27	17:00–16:31	46	11:30–11:01
26	17:30–17.01	44	12:00–11:31
25	18:00–17:31	41	12:30–12.01

– **الاختبارات الهوائية:**الطرق المباشرة لقياس القدرة الهوائية: هناك ثلاث طرق عامة لاختبار الحد الأقصى لاستهلاك الأكسجين هي: (– السير المتحرك سواء باستخدام المشي أو الجري– دراجة قياس الجهد – اختبار الخطو)

– **اختبارات الحد الأقصى لاستهلاك الأكسجين باستخدام السير المتحرك:**

أ– اختبار ميتشل وسبرول وشابمان:يقوم المختبر بالمشي لمدة عشر دقائق بسرعة من4 الى 8 كيلومتر /ساعة على السير المتحرك بزاوية 10 بالمئة هذا الأداء لغرض الاحماء وهي كافية لأن تجعل المختبر متكيفا مع طبيعة العمل على الجهاز ,يلي ذلك أداء الاختبار وفقا للتسلسل التالي:

– عشر دقائق راحة

– الجري على السير لمدة 2– 5 دقائق بسرعة 7– 9 كلم/سا على درجة ميل 0

– يتم جمع هواء الزفير لتحليله ابتداءا من الدقيقة 3من الجري

– يعطى للمختبر 10 دقائق للراحة

– الجري مرة أخرى بنفس معدل السرعة السابقة ولكن مع زيادة درجة زاوية السير المتحرك الى5–6 بالمئة والأداء لنفس المدة 5–6 دقائق مع جمع هواء الزفير

– يستمر تنفيذ هذه العمليات حتى الوصول الى الحد الأقصى لاستهلاك الأكسجين

ب– اختبار استراند: 1– يؤدي المختبر في البداية 5 دقائق تبديل على جهاز الأرجومتر,يتم قياس معدل القلب واستهلاك الأكسجين خلال الدقيقة الأخيرة ,وتستخدم هذه البيانات في تقدير الحد الأقصى لاستهلاك الأكسجين بواسطة استخدام النوموجرام

ISTAPS UNIV-BATNA 2

2– ومن خلال الجدول التالي يتم تحديد السرعة المناسبة للسير المتحرك ,حيث ان الجري الكامل الجهد سيستمر بين الدقائق 3–7

مثال: شخص استهلاكه التقديري للأكسجين يبلغ45 ميل/كجم/متر فان سرعة البداية له على السير المتحرك تكون 7–8 ميل/ساعة ودرجة زاوية الميل تكون 2–5 بالمئة

3– قبل الجري يجب أن يمشي المختبر لمدة 10 دقائق باستخدام حمل شغل يعادل 50 بالمئة من السرعة التي حددت له لبداية العمل على السير المتحرك بناء على تقدير الحد الأقصى لاستهلاك الأكسجين له .

4– عند الجري تزداد زاوية ميل السير المتحرك الى 7,2 كل ثلاث دقائق حتى يصل الشخص الى مرحلة التعب .

5– يتم جمع هواء الزفير لمدة دقيقة حينما يصل معدل قلب المختبر 175 نبضة/ دقيقة

ثانيا: اختبارات الحد الأقصى لاستهلاك الأكسجين باستخدام الدراجة:

تتميز طريقة استخدام الدراجة لاختبار الحد الأقصى لاستهلاك الأكسجين بأنها أكثر شيوعا من حيث الاستخدام وتنقسم الى نوعين من حيث أسلوب زيادة حمل الشغل هما:

– الزيادة غير المستمرة لحمل الشغل.: في هذا الأسلوب يجب أن تكون سرعة التبديل بمعدل 60 تبديلة /د ، وهذه السرعة هي أعلى سرعة لإنتاج الحد الأقصى لاستهلاك الاكسجين مقارنة بمعدلات أخرى .

– الزيادة المستمرة لحمل الشغل: في هذا الأسلوب يراعي ما يلي :

– يكون معدل التبديل بواقع 60 تبديلة /د.

– يزداد التحميل تدريجيا بواقع 30 واط كل دقيقتين حتى لا يستطيع الشخص الاستمرار في العمل ,أو حتى تنخفض سرعة التبديل لأقل من 50 تبديلة /د

–يتم جمع هواء الزفير خلال آخر دقيقة لكل زيادة في درجات شدة العمل بعد وصول معدل القلب الى 175ضربة /د.

ملاحظات على الطرق المباشرة :

– السير المتحرك هو أكثر الطرق لإنتاج أعلى قدر للحد الأقصى لاستهلاك الأكسجين .

– يمكن استخدام الزيادة المستمرة أو غير المستمرة للتحميل ,حيث لا توجد فروق في ناتج الحد الأقصى لاستهلاك الاكسجين

– من المفيد أداء الاحماء للتعود على الجهاز المستخدم من الناحية النفسية و الفسيولوجية .

ISTAPS UNIV-BATNA 2

المادة: فسيولوجيا الجهد البدني

المحاضرة رقم 12

الاختبارات الميدانية والمخبرية اللاهوائية :

– طرق قياس القدرة اللاهوائية (الاختبارات)

– الاختبارات اللاهوائية القصيرة – الاختبارات اللاهوائية المتوسطة – الاختبارات اللاهوائية الطويلة

و أيضا تستخدم هذه الإختبارات كتمرينات لتطوير القدرة العضلية

1– الاختبارات اللاهوائية القصيرة : – اختبارات العدو **40** و **50** و **60** متر

– اختبار الوثب العمودي لسارجنت – اختبار االدرج لمارجيريا

2– الاختبارات اللاهوائية المتوسطة : – اختبار الثلاثين ثانية لـــــ وينجات

– اختبارات القوة القصوى – الاختبارات الخاصة بالألعاب

3– الاختبارات اللاهوائية الطويلة : – اختبار الوثب العمودي لمدة **60** ثانية .

– اختبار التسعين ثانية لكيوبيك – اختبار السير المتحرك لكنجهام و فولكنر .

– اختبارات الدراجة الارجومترية **120** ثانية كحد أقصى – اختبار الخطوة للقدرة اللاهوائية .

– تطبيق اختبار وينجات : اختبار وينجات لاقى قبولاً كبيراً في المختبرات حول العالم لتخمين وتقويم قدرة العضلات وثباتها وسرعة تعبها أو إجهادها ، كما أنه استخدم كمعيار للمساعدة في التحليل الفسيولوجي والاستجابات الإدراكية للشدة فوق القصوى ، ويعتبر من أكثر الاختبارات التي اختبرت وأثبتت صدقها وثباتها في قياس قدرة التحمل للعضلات بواسطة القدرة القصوى الميكانيكية .

ماهية الاختبار : يعرف الاختبار في الاوساط العلمية باسم: اختبار الدراجة الهوائية لوينجات واختبار وينجات اللاهوائي واختبار التبديل اللاهوائي لوينجات . ويمتاز الاختبار بأنه يسمح باستخدام اي من الرجلين او الذراعين في الاداء،وان كانت الرجلين هي الاكثر شيوعا في الاستخدام .

ويستخدم الاختبار لتحديد كل من القدرة اللاهوائية والسعة اللاهوائية للمختبر، حيث يمكن التمييز بين هذين المصطلحين (القدرة في مقابل السعة) استنادا الى عامل الزمن، فالقدرة تشير الى القدرة القصوى التي يتم انجازها خلال فترة خمس ثوان أثناء أداء الاختبار ، بينما تشير السعة الى القدرة على الاداء خلال زمن الثلاثين ثانية المقررة بالكامل للاختبار. فالقدرة اللهوائية (أو القدرة اللاهوائية القمة تشير في معظم الاحوال الى اقصى معدل من الشغل (انتاج الجهد) يقتضي استهلاك (استنفاذ) ثلاثي فوسفات الادينوسين وتكسير فوسفات الكرياتين في الجسم . وأما السعة اللاهوائية القصوى فهي تشير الى متوسط معدل انتاج الجهد المبذول في **30ثا** ، حيث تعتمد في ذلك على ثلاثي فوسفات الادينوسين، وفوسفات الكيرياتين، والجلكزة اللاهوائية .

الغرض من الاختبار : – قياس القدرة اللاهوائية المتوسطة للرجلين والذراعين .

– يقيس القدرة اللاهوائية المتوسطة بصورة غير مباشرة ولكنها دقيقة .

ISTAPS UNIV-BATNA 2

الادوات والاجهزة اللازمة :الدراجة الارجومترية من طراز مونارك المعدل في حالة التبديل بالرجلين أو دراجة فليش في حالة أداء الاختبار عن طريق التبديل بالذراعين . ويستخدم أرجومتير فليش عند استخدام الذراعين . وقد اظهرت نتائج البحوث المختلفة أنه لا يوجد فروق بين استخدام الجهازين بالنسبة للعمل البدني اللاهوائي .

جهاز لحساب الزمن (منبه او ساعة) به مؤشر للثواني لحساب زمن الاختبار وهو **30 ثا** ، وبه امكانية التنبيه عندما ينتهي هذا الزمن .

– عداد لحساب اللفات (الدورات) على الدراجة الارجومترية .

– ميزان طبي الكتروني لحساب وزن الجسم اذا اقتضت الحاجة لذلك .

الاجراءات : تتضمن اجراءات تطبيق الاختبار أربع خطوات رئيسية هي :

أولا :نظام تنفيذ الاختبار ويشمل :

1– فترة الاحماء :تستغرق (**5** دقائق) يقوم المختبر بالتبديل على الجهاز بمستوى شدة تكفي لأن يعمل القلب بمعدل نبض يتراوح من (**150– 160**) ضربة في الدقيقة .

2– فترة الراحة : تستغرق من (**2– 5** د) وتعتبر راحة ايجابية تتطلب من المختبر التبديل بمعدل يتراوح من **10– 20** لفة/د ضد اقل مقاومة .

3– فترة تزايد السرعة : تستغرق (**15** ثا) يقوم المختبر بالتبديل بمعدل **20لفة**/د لمدة **10ث** ضد ثلث المقاومة المقررة للاختبار ثم التدرج في زيادة التبديل ليصل الى أعلى سرعة مع زيادة المقاومة خلال 5 ثا .

4–فترة تنفيذ الاختبار : يستغرق (**30** ثا) يقوم المختبر بالتبديل المستمر ضد المقاومة المقررة (f)

5–فترة التهدئة :تستغرق (**1–2** د) يقوم المختبر بالتبديل بمستوى منخفض او متوسط من القدرة اللاهوائية .

يمكننا من خلال فحص الوينجات لمعدل الشغل حساب ثلاث قياسات تدل على المقدرة اللاهوائية للعضلة :

1– ذروة معدل الشغل لمدة 5 ثا : يساوي ذلك أعلى علامة لمعدل الشغل لخمس ثوان خلال الفحص الذي يستمر لمدة **30** ثا ويجب ان يحدث عادة في الثواني الخمسة الاولى من الفحص . تعكس علامة ذروة معدل الشغل في 5 ثا مقدرة العضلة على هدم ثلاثي ادينوسين الفوسفات وبشكل رئيسي من مصدرين : مخزون ATP ومخزون CP .

2– متوسط معدل الشغل **لمدة30 ثا** : يساوي هذا متوسط انتاج معدل الشغل للعضلة خلال الفحص لمدة ال **30ثا** ، بما ان مخزونات ال **ATP** وكريتينات الفوسفات **CP** تستنفذ خلال الثواني العشرة الاولى ، فأن هذا القياس يعكس بشكل رئيسي انتاج ال **ATP** من خلال الهدم اللاهوائي للسكر (هدم الجلايكوجين)

3– دليل الاجهاد : ويعكس هذا مقدار العضلة على مقاومة الاجهاد ،ويساوي دليل الاجهاد الفرق ما بين اعلى انتاج لمعدل الشغل في **5 ثا** واقل انتاج لمعدل الشغل في **5 ثا** مقسوما على اعلى انتاج لمعدل الشغل في **5** ثا العلامة العالية (اكبر او يساوي **45 %**) تشير الى تحمل عضلي منخفض نسبيا ، بينما تشير العلامة المنخفضة (أقل او يساوي **30%**) الى المقدرة على مقاومة الاجهاد العضلي .

– الاختبارات اللاهوائية القصيرة :

ISTAPS UNIV-BATNA 2

– اختبار الدرج لمارجاريا Margaria Staircase Test :

– يتطلب استخدام هذا الاختبار مدرج ارتفاع الدرجة به **175** ملم ومفتاحين يتصلان بساعة إيقاف تقيس حتى **100** ثا

– يقف المختبر على مسافة مترين من المدرج , عند سماع الإشارة يجري بأقصى سرعة تجاه المدرج محاولا الصعود بنفس معدل السرعة بحيث يتخطى في كل مرة درجتين من درجات المدرج .

– يوضح المفتاح الأول المتصل بالساعة على المدرج الثامن , و المفتاح الثاني على المدرج الثاني عشر , حيث يجب أن يضغط عليهما اللاعب بقدمه في الخطوة الرابعة والسادسة (الأول لتشغيل الساعة والثاني لايقافها) .

– تستخرج القدرة اللاهوائية بدون اللاكتيك بواسطة المعادلة التالية :

$$\text{القدرة اللاهوائية}^{*} = \frac{\text{وزن اللاعب} \times 9.8 \times \text{المسافة العمودية بين مكاني مفتاحي الساعة}}{\text{زمن قطع المسافة بين مفتاحي ساعة الإيقاف}}$$

– اختبار االقدرة لمارجاريا – كالامن Margaria – Kalamen power Test :

– يعتبر هذا الاختبار تطويرلاختبار مارجايا السابق ذكره وذلك بغرض احداث انتاج أكثر للقدرة .

– نفس شروط ومواصفات اختبار مارجاريا السابق ذكره باستثناء أن المختبر يقف على بعد **6** أمتار أمام المدرج , ثم يقوم بالجري بأقصى سرعة لصعود الدرج بحيث يأخذ ثلاث درجات في الخطوة الواحدة يوضع مفتاح تشغيل ساعة الإيقاف على الدرجة الثالثة ، ومفتاح الإيقاف على الدرجة التاسعة (متوسط ارتفاع الدرجة **174** ملم).

– تحسب النتائج بنفس المعادلة السابق ذكرها في اختبار مارجايا

الجدول يوضح معايير اختبار مارجاريا كالامان للذكور و الاناث .

معـــايير الـــذكور						
العمر		15 – 20	21 – 30	31 – 40	41 – 50	أكثر من 50
الذكور	المستوى					
	سيء	أقل من 113	أقل من 106	أقل من75	أقل من 65	أقل من 50
	مقبول	113–149	106 –139	75– 111	65–84	50–65
	متوسط	150–187	140 –175	112– 140	85–105	66–82
	جيد	188–224	176 –210	144 – 168	106–125	83–98
	ممتاز	أكثر 224	أكثر من 210	أكثر من167	أكثر من 125	أكثر من 98

معـــايير الاناث						
العمر		15 – 20	21 – 30	31 – 40	41 – 50	أكثر من 50
الاناث	المستوى					
	سيء	أقل من 92	أقل من85	أقل من65	قل من 50	أقل من 38
	مقبول	92–120	85–111	65 –84	50 –65	38–48
	متوسط	121 –151	112–140	85 –105	66 –82	49 –61
	جيد	152 –182	141–168	106 –125	83 –98	62 –75
	ممتاز	أكثر من 182	أكثر من 168	أكثر من125	أكثر من98	أكثر من75

– اختبار الوثب لسارجنت Sargent Jump Test :

ISTAPS UNIV-BATNA 2

يستخدم في هذا الاختبار شريط قياس وحائط بارتفاع مناسب ووعاء به ماء .

يقف المختبر بحيث يواجه الحائط بكتفه اليمنى (أو كتف الذراع المميزة), يقوم المختبر برفع ذراعه التي جهة الحائط (بعد غمس أصابع اليد في الماء) لعمل علامة على الحائط عند اقصى نقطة تصل اليها الأصابع . يقوم المختبر بمرجحة الذراعين اسفل مع ثني الركبتين نصفا ، ثم مرجحتهما أماما عاليا مع مد الركبتين عموديا للوثب لأعلى لعمل العلامة الثانية بيد الذراع المجاورة للحائط عند أقصى نقطة تصل اليها الأصابع .

– يعطى المختبر ثلاث محاولات يسجل له أفضلها ,وتعبر المسافة بين العلامة الأولى والثانية بالسنتيمتر عن القدرة اللاهوائية القصيرة للمختبر .

– يجب ملاحظة أن وزن اللاعب له دور مهم في نتائج الاختبار ، ولذا في حالة ما اذا وثب شخصان مسافة متساوية فان أكثرهما وزنا هو الأفضل .

– اختبار السير المتحرك(التريدميل) Treadmill Test:

يمكن استخدام العدو على جهاز السير المتحرك لفترات زمنية **15**ثا ، **30**ثا ، **45**ثا ، **60** ثا ، لقياس القدرة اللاهوائية القصيرة ، وفي هذه الحالة يمكن قياس استهلاك الاكسجين ، وكذلك حامض اللاكتيك في الدم الوريدي

– اختبار الثواني العشر لكيوبيك Quebec 10-Second Test :

يؤدي هذا الاختبار على جهاز الدراجة الأرجومترية Ergometer طراز مونارك المعدل , modifid monark وتسجل الخلية الضوئية الكهربائية كل ثالث لفة للاطار تحول النتائج الى الميكروبروسيسور ويقوم جهاز فرق الجهد المرتبط بالجهاز بتسجيل الحمل البدني . ويقوم جهاز الضبط الكهربائي بالتحكم في تحويل النتائج الى الميكروبروسيسور ، ويسجل العمل الكلي لكل ثانية ويتم تحديد حجم الشغل تبعا لوزن الجسم (حوالي **0.09** كيلو بوند /كيلوغرام) ولكن يمكن ضبطها أثناء فترة التبديل بحيث يمكن للشخص الحفاظ على سرعة تبديل عالية لمدة **10-16** متر/ثا

– يتكون الاختبار من أداء التبديل على الأرجومتر لمدة **10ثواني** لمرتين (كل منهما **10ثواني**،بينهما راحة قدرها **10** د) .

– يراعي في الأداء مايلي: التبديل من وضع الجلوس دائما .

– في البداية يكون التبديل بمعدل **80** تبديلة /د ،ويتم خلال فترة من **2-3** ثواني (ضبط المقاومة المناسبة)

– مع إعطاء أمر (ابدأ) يتم التبديل بأسرع ما يمكن لمدة **10**ثا ، يتم تكرار الاختبار **10** ثواني أخرى بعد فترة راحة بينية قدرها **10**د ، تسجل النتائج بوحدة قياس الجول ,او جول لكل كيلوغرام من وزن الجسم خلال أفضل أداء خلال الثواني العشر ،و يسجل أعلى شغل ناتج خلال الثانية الواحدة , ويحسب التعب بالنسبة بين مقدار مايتم تسجيله في آخر ثانية في فترة الثواني العشر وأعلى شغل خلال الثانية الواحدة .

هذا وقد بلغ معامل ثبات هذا الاختبار **0.98** عند الأداء باستخدام الجول كوحدة قياس

الاختبارات اللاهوائية المتوسطة :

ISTAPS UNIV-BATNA 2

– **اختبارالثلاثين ثانية لوينجات** :انتشر استخدام اختبار وينجات منذ عام **1974**م بشكل يفوق معظم الاختبارات الأخرى ، ويتمتع هذا الاختبار بإمكانية التبديل على الدراجة الأرجومترية بالرجلين أو الذراعين، ويتراوح معامل ثباته مابين **0.90** الى **0.98** لمتوسط القدرة وقمة القدرة .

يمكن أداء الاختبار بالتبديل بالرجلين على جهاز دراجة الأرجومتر من طراز فليش **fleish** أو مونارك المعدل وبالنسبة لاستخدام الذراعين يستخدم أرجوميتر فليش للذراعين ، حيث يتطلب استخدام جهاز مونارك تعديلات خاصة لاستخدامه بالذراعين ، ولا توجد فروق بين استخدامات الجهازين بالنسبة للعمل اللاهوائي .

– يطلب من المختبر التبديل بأقصى سرعة ممكنة لمدة **30** ثا ويتم ضبط المقاومة خلال فترة 3–4 ثانية

– بالنسبة للمقاومة للبالغين تستخدم مقاومة مقدارها **45** غرام /كيلوغرام من وزن الجسم وذلك في حالة استخدام التبديل بالرجلين بواسطة جهاز فليش, ومقاومة مقدارها **75** غرام /كيلوغرام في حالة استخدام التبديل بالرجلين بواسطة جهاز مونارك.

– في حالة استخدام التبديل بالذراعين تستخدم مقاومة مقدارها 30 غرام /كيلوغرام بواسطة جهاز فليش , ومقاومة مقدارها 50 غرام/كيلوغرام لجهاز مونارك , هذا ويمكن زيادة هذه المقاومة مع الافراد المدربين .

– **اختبار دي برون – برفوست للحمل الثابت:** في هذا الاختبار يستخدم أسلوب العمل حتى التعب باستخدام حمل بدني ثابت ,ويؤدي العمل على جهاز الدراجة الأرجومترية مع جهاز ضبط التوقيت (المترونوم) **metronome**

طريقة الأداء : تحدد المقاومة للذكور بمقدار **400**وات , وللاناث بمقدار **350**وات , كما أن إيقاع البدال للذكور **124** الى **128** تبديلة /د , وللاناث **104–108** تبديلة /د

– تتم زيادة الحمل عن طريق زيادة المقاومة خلال أول خمس ثواني من **50–400** وات للذكور ومن **50 – 350** وات ,ويتوقف الفرد عن الأداء حينما لا يتمكن من العمل تبعا للتوقيت المحدد

النتائج :يسمى الوقت اللازم للوصول الى إيقاع التبديل وقت التأخير **Dealy Time** ، ويسمى الوقت المستغرق في العمل كله الوقت الكلي **Total Time**، ويقسم الوقت الكلي على وقت التأخير لاستنتاج الفهرست **Index** . ويستخدم الفهرست وتركيز حمض اللاكتيك لتقويم التحمل اللاهوائي والأداء .

الاختبارات اللاهوائيةالطويلة :

–اختبار الوثب العمودي لمدة 60 ثانية :يقوم المختبر في هذا الاختباربتوالي الوثب العمودي لأعلى ما يمكن خلال فترة **60** ثا ، ويمكن استخدام قياس الجهد الثابت **Ergojump** المعد لهذا الغرض ,حيث يمكن أن يقيس هذا الجهاز زمن الطيران الكترونيا ,ويتم تسجيل زمن كل وثبة ويجمع الزمن للوثبات خلال فترة **60** ثا .

– يجب أن يثبت المختبر باستمرار خلال فترة **60** ثا بحيث تكون الركبتان منثنيتين **90** درجة واليدان على امتدادهما بجانب الفخذين وتحسب القدرة بامعادلة التالية :

- القدرة الميكانيكية (وات/كغ) = $\frac{9.8 \times \text{مجموع زمن الطيران خلال الوثبات كلها} * 60}{4 \times \text{عدد الوثبات خلال 60 ثانية} (60 - \text{مجموع زمن الطيران خلال الوثبات كلها})}$

ISTAPS UNIV-BATNA 2

هذا ويمكن دراسة التغيرات التي تحدث في الزمن كل **15** ثانية أثناء الاختبار ,ويمكن باستخدام نفس الجهاز تصميم اختبارات أقصر أو أطول في فتراتها الزمنية .، ثبات هذا الاختبار بلغ **0.95**

– اختبار التسعين ثانية لكيوبيك: يستخدم هذا الاختبار جهاز أرجومتر مونارك المعدل **Modified Monark** ،حيث تسجل الخلية الضوئية الكهربائية كل لفة ثالثة للاطار ،وتحول الناتج الى ميكروبروسيسور ،ويقوم جهاز فرق الجهد بتسجيل حمل الشغل ويقوم جهاز التوقيت الكهربائي بضبط تحويل النتائج الى الميكروبروسيسور ويحسب الشغل الكلي المنفذ كل ثا ويتحدد حمل الشغل بناء على وزن الجسم (حوالي **0.05** كيلوبوند /كغ)ولكن يتم ذلك يدويا أثناء الاختبار للحفاظ على السرعة مابين **10–12** متر/ ثانية ، ويتضمن الاختبار الأداء لمدة **90** ثا ويقوم المختبر بما يلي :

– التبديل من وضع الجلوس .

– التبديل بمعدل **80** تبديلة /د منذ أول لحظة للعمل ,مع ضبط مقاومة الحمل البدني خلال **2–3** ثا بواسطة المشرف على الاختبار ، عند سماع الأمر بالبدء يتم التبديل بسرعة عالية بحوالي **130** تبديلة /د خلال اول **20** ثا ثم بأسرع مايمكن بعد ذلك.

تحسب النتائج بالوات لكل كيلوغرام من وزن الجسم بأعلى قدرة خلال 5 ثا ، ويتم تسجيل القدرة كل **5** ثا للاستفادة من ذلك عند دراسة فهرست التعب بالمقارنة للنسبة بين القدرة الناتجة خلال أول **30** ثا وآخر **30** ثا او ثاني **30** ثا أي من **1– 30** ثا بالفترة من **31– 60** ثا أو **61– 90** ثا

– وجد معامل الثبات لهذا الاختبار قد بلغ **0.99**

– اختبار السير المتحرك لكوننجهام وفولكنز: يتطلب هذا الاختبار أن يقوم المختبر بالجري بأقصى سرعة على جهاز السير المتحرك بزاوية **20**% وسرعة **8** ميل/سا ، ويسجل زمن العمل حتى التعب .

كما يمكن أن يتضمن هذا الاختبار تحديدا لتركيز حامض اللاكتيك في الدم الوريدي في الدقيقة **5** والدقيقة **12** بعد العمل ،وجد ان معامل الثبات لهذا الاختبار قد بلغ **0.76**الى **0.91**

اختبار أقصى 120 ثانية : يحتاج الاختبار الى الدراجة الأرجومترية من طراز مونارك وجهاز حاسب كهربائي شدة الحمل أو مقاومة الحمل **43** كيلو بوند لفة ، أو **5.6** كيلو بوند على لوحة الأرجومتر . فترة الأداء **120** ثا

– مع الإشارة يقوم الرياضي بالتبديل بأسرع ما يمكن ، ويتم ضبط شدة الحمل خلال فترة 1.5 د ولا يخبر الفرد المختبر عن مدة الاختبار حيث يخبر فقط بأن زمن الاختبار قصير جدا ، هذا ويجب على المختبر أن يؤدي الاختبار بأقصى سرعة ممكنة .– يحسب الشغل خلال فترة العمل الكلية ,وكذلك يحسب الحد الأقصى للشغل خلال أول ست ثواني.– بلغ معامل ثبات هذا الاختبار**0.92** .

ISTAPS UNIV-BATNA 2

-المـــــــــــــــراجع :

– محمد حسن علاوي ، أبو العلا عبد الفتاح (1984) :

فسيولوجيا التدريب الرياضي ، القاهرة ، دار الفكر العربي .

– رافع صالح فتحي ، شريف قادر حسين (2000) :

تطبيقات في الفيسيولوجيا الرياضية وتدريب مرتفعات ،ط1، عمان ، دار دجلة لنشر والتوزيع .

– بهاء الدين إبراهيم ســـــــــــلامة (2000) :

فسيولوجيا الرياضة والأداء البدني (لاكتات الدم)، القاهرة ، دار الفكر العربي .

– ـــــــــــــــــــــــــــــــ (2002) :

الصحة الرياضية والمحددات الفسيولوجية للنشاط الرياضي ، ط1 ، دار الفكر العربي، القاهرة ، مصر.

– أحمد نـــصر الـــــــدين سيـــــد (2003) :

فيزيولوجيا الرياضة نظريات وتطبيقات، ط1 ،القاهرة ، دار الفكر العربي .

– عبد الله حســــــــــــين اللامي (2004) :

الأسس العلمية للتدريب الرياضي، جامعة القادسية ، كلية التربية الرياضية.

– هـــــــــــاشم عدنان الكيـــــلاني (2006) :

فسيولوجيا الجهد البدني و التدريبات الرياضية ، مكتبة الفلاح للنشر والتوزيع .

– طلال الخريسات ، اســـــامة الرطوط (2006) :

الوجيز في علم وظائف الاعظاء (الفسيولوجي) ، ط1 ، عمان ، مكتبة المجتمع العربي.

– مهند حســـــــــــــين البشتاوي (2006) :

فسيولوجيا التدريب الرياضي، ط1 ، عمان ، دار وائل للنشر.

– على جـــــــــــــــــلال الدين (2007) :

مبادئ ووظائف الأعضاء ، ط1 ، مصر ، كلية التربية الرياضية.

– الهزاع بن محمـــــــــــــــد الهزاع (2007) :

التنظيم الحراري وتعويض السوائل والنحلات أثناء الجهد البدني لدى الإنسان، الرياض، جامعة الملك سعود، كلية التربية .

– محمد موهوب بن أحمد بن حسيـــــن (2007) : الجهاز العصبي ، عين مليلة ، الجزائر ، دار الهدى .

– سميــــــــــــــعه خليل محمد امين (2008) :

مبادىء الفسيولوجيا الرياضية النظرية ، جامعه بغداد ، كليه التربية الرياضية.

– بزار علي جـــــــــــــــــوكل (2008) :

فسلجة التدريب في كرة اليد ، ط1 ،عمان ، منشورات دار دجلة لنشر والتوزيع

ISTAPS UNIV-BATNA 2

– أبو العلا عبد الفـــــــــــــــتاح (2008) :

فسيولوجيا التدريب والرياضة ، القاهرة ، دار الفكر العربي.

– بهاء الدين إبراهيم ســــــــــــلامة (2009) :

فسيولوجيا الجهد البدني ،ط1، القاهرة ، دار الفكر العربي .

– الهزاع بن محمـــــــــــــــد الهزاع (2009):

فسيولوجيا الجهد البدني " الاسس النظرية والاجراءات المعملية للقياسات الفسيولوجية " ج1 ، جامعة الملك سعود ، النشر العلمي والمطابع .

– ـــــــــــــــــــــــــــــــــــــــ.(2009):

فسيولوجيا الجهد البدني "الاسس النظرية والاجراءات المعملية للقياسات الفسيولوجية " ج2 ، جامعة الملك سعود ، النشر العلمي والمطابع .

– ـــــــــــــــــــــــــــــــــــــــ.(2009):

موضوعات مختارة في فسيولوجيا النشاط والأداء البدني، الرياض، جامعة الملك سعود، كلية التربية .

– عبد المجيـــــــــــــد الشاعر وأخرون.(2010) :

علم وظائف الأعضاء، ط1 ، عمان ، دار البداية ناشرون وموزعون .

– رمزي الناجي ، عصـــــام الصفدي . (2010) : علم وظائف الاعضاء ، عمان ، دار اليازوري .

– محمد قدري بكري ،سهام السيد الغمرى.(2011):

فسيولوجيا الاداء الرياضي للرياضيين والغير الرياضيين ، القاهرة ، دار المكتبة المصرية للنشر والتوزيع.

– عبد الرحمـــــــــــــــــان زاهر.(2011):

موسوعة فسيولوجيا الرياضة، ط1،عمان ، مكتبة المجتمع العربي للنشر والتوزيع.

– فاضل كامل مـــــــــــــــــذكور.(2011) :

مدخل الفلسجة في التدريب الرياضي، ط1،عمان، مكتبة المجتمع العربي للنشر والتوزيع.

– يوسف لازم كمـــــــــــــــــاش. (2011):

علم وظائف الأعضاء في المجال الرياضي، ط1،القاهرة ، دار الوفاء لدنيا الطباعة والنشر.

– نايف مفضي الجـــــــــــــــــبور.(2012):

فسيولوجيا التدريب الراضي، ط1،عمان ،مكتبة المجتمع العربي للنشر والتوزيع.

– شيماء السيـــــــــــــد ابراهيم الجمل.(2017):

الاستجابات الفسسيولوجية للانشطة الرياضية ،الاسكندرية ،منشاة المعارف.

– ريســـــــــــــــــان خريبط .(2017) :

الحمل البدني والمتغيرات البيوفزيولوجية والجغرافية لتكيف الرياضيين ،ط1، القاهرة ، دار الفكر العربي .

ISTAPS UNIV-BATNA 2