الفصل الثاني

القراءات النظرية والدراسات السابقة

أولاً : القراءات النظرية

1- الطاقة ومتطلبات الأداء في كرة السلة .

- الطاقة .
- أدينوسين ثلاثى الفوسفات .
- أنظمة إنتاج الطاقة .

2- لياقة الجهاز الدورى التنفسى ولياقة الطاقة .

أ - لياقة الجهاز الدورى التنفسى .

- معدل القلب في الراحة .
- السعة الحيوية .
- التهوية الرئوية القصوى .
- الحد المطلق الأقصى لاستهلاك الأكسجين .
- الحد النسبى لأقصى استهلاك للأكسجين .

ب - لياقة الطاقة .

- التدريب الهوائي (العمل الهوائي) .
- تدريب العتبة الفارقة اللاهوائية .
- التدريب اللاهوائي (العمل اللاهوائي) .

ثانياً : الدراسات السابقة والمرتبطة

- دراسات تناولت العمل الهوائي .
- دراسات تناولت العتبة الفارقة اللاهوائية .
- دراسات تناولت العمل اللاهوائي .
- دراسات تناولت لياقة الطاقة .
- تحليل الدراسات السابقة والمرتبطة ومدى الاستفادة منها .

ثالثاً : فروض البحث .

obeikandl.com

أولاً : القراءات النظرية

1 - الطاقة ومتطلبات الأداء في كرة السلة :

يرى الباحث أنه لتحليل العمل الخاص بكرة السلة يجب دراسة الطاقة ونظم ومصادر إنتاجها وعلاقتها بالأداء في كرة السلة للوقوف على الاحتياجات الرئيسية من مصادر الطاقة لهذا الأداء . ويتفق هذا مع ما أشار إليه **مفتى إبراهيم حماد** (1998) في أن لكل رياضة من الرياضات متطلبات خاصة من الطاقة تختلف بها عن الرياضات الأخرى . وتستخدم الطاقة في كل منها بإسلوب مختلف ، لذا وجب على المدرب التعرف تماما على كيفية استخدام العضلات للطاقة المتاحة لها .
(55 : 107)

ويؤكد ذلك **عويس الجبالي** (2001) أن الأنشطة الرياضية تختلف في طبيعة أدائها وكذلك متطلباتها البدنية والفسيولوجية ويرتبط ذلك الاختلاف بمدى اعتمادها على النظم المختلفة لإنتاج الطاقة ، ويمكن تحديد هذه المتطلبات تبعاً للوقت المستغرق في الأداء والذي يبدأ بثواني معدودة وتنتهي بالأداء بعدة ساعات متواصلة ، وهذا التفاوت في زمن الأداء هو الذي يحدد نوعية الطاقة المستهلكة خلال الأداء .
(42 : 44 ، 45)

- الطاقة Energy

تعرف الطاقة بأنها المقدرة على أداء العمل والنشاط البيولوجي الذي يشمل حركة الجزيئات خلال غشاء الخلية العضلية والعصبية كما يشمل عمليات التمثيل الغذائي بما تحتويه من بناء وهدم وكذلك حركة الفتائل الدقيقة داخل الليفة العضلية لإتمام الانقباض العضلي . ويقوم الجسم بهذا النشاط البيولوجي نتيجة للطاقة التي يحصل عليها من بعض المركبات الكيميائية المخزونة بالجسم ، فعندما تتم التفاعلات الكيميائية وتنكسر هذه المركبات فإنها تنتج الطاقة التي يخرج البعض منها على شكل حرارة للمحافظة على ثبات درجة حرارة الجسم والجزء الآخر يسمى بالطاقة الحرة **Free Energy** يستخدمه الجسم في نشاطه البيولوجي . (4 : 28)

وتنبع الطاقة أساسا من الشمس وعن طريق عملية التمثيل الضوئي في النبات يتم تحويل تلك الطاقة الضوئية إلى طاقة كيميائية مختزنة ، وبالتالي يحصل الإنسان على الطاقة عن طريق تناول النباتات أو الحيوانات التي تتغذى على النباتات ، تلك الطاقة تكون في شكل كربوهيدرات أو دهون أو بروتينات (15 : 161) ، ومن خلال عمليتي الهضم والامتصاص يتم تحليل المواد الغذائية الرئيسية(كربوهيدرات – دهون – بروتين) إلى عناصرها الأولية (سكر الجلوكوز – أحماض دهنية – أحماض أمينية) ، ومن خلال عملية التمثيل

الغذائي (الأيض) Metabolism والتي تشمل عملية البنـــاء Anabolism والتـــي فيها يتم تحويل العناصر الأولية للغذاء بسيطة التركيب إلي مركبات كيميائية معقـــدة التركيب تدخل ضمن تركيب الجسم (جليكوجين يختزن في الكبـــد والعضـــلات – دهون تختزن تحت الجلد – مواد بروتينية تضاف إلى بروتين الجســـم) ، وعمليـــة الهدم Catabolism والتي فيها يتم تحلل تلك المركبات الكيميائية معقدة التركيب إلى صور بسيطة لإنتاج الطاقة تلك الطاقة الناتجة لا تستخدم بصورة مباشرة في إنتـــاج أي انقباض عضلي وإنما تستخدم في تكوين مركب كيميائي معروف باسم أدينوسين ثلاثي الفوسفات (ATP) Adenosine Tri PhosPhate الذي يخزن في جميـــع خلايا الجسم حيث تستخدمه هذه الخلايا كمصدر لإنتاج الطاقة اللازمة لهـــا للقيـــام بوظائفها الحيوية . (51 : 35 – 38)

– أدينوسين ثلاثي الفوسفات Adenosine TriPhosPhate .

عبارة عن مركب كيميائي غنى جدا بالطاقة وهو مصدر الطاقة المباشر فـــى الخلايا الحية ، ويتركب الـــ (ATP) من جـــزىء (أدينـــين Adenine) وجـــزئ (ريبوز Ribose) والاثنان معا يسميان أدينوسين ، ويتحد الأدينوسين هـــذا مـــع ثلاث مجموعات من الفوسفات Phasphates ليتكون جزئ الـــ ATP

Adenine + Ribose ⟶ Adenosine

A ~ P ~ P ~ P ⟶ ATP

وتكمن الطاقة المختزنة في مركب الـــ (ATP) في الرابطتين الكيميـــائيتين Bonds التي تربط ثلاث مجاميع الفوسفات مع بعضها والذي يعبر عنهـــا بـــالرمز (~) ويعمل إنزيم (ATPase) على تكسير تلـــك الـــرابطتين (15 : 164) ، فعندما تتكسر رابطة كيميائية واحدة (~) بين مجموعات الفوسفات الثلاثة يتحول أدينوسين ثلاثي الفوسفات (ATP) إلى أدينوســـين ثنـــائي الفوســـفات (ADP) وفوسفات وينتج طاقة حوالي من 7 : 12 كيلو كلوري . (48 : 352)،(14 : 149)

ATP ⟶ ADP + PI + Energy .

ثم تتكسر الرابطة الكيميائية التي بين مجموعتى الفوسفات في جزئ أدينوسين ثنائي الفوسفات (ADP) ليتحول إلى أدينوسين أحـــادي الفوســـفات (AMP) وفوسفات وينتج طاقة Energy .

ADP ⟶ AMP + PI + Energy .

وتستخدم الطاقة المنبعثة نتيجة تكسير الرابطتين الكيميائيتين في الـ (ATP) في القيام بالوظائف الحيوية ، كما تستخدم في تحريك زوائد فتائل المايوسين لتجذب معها في حركتها للداخل فتائل الأكتين داخل الليفة العضلية وبذلك يتم الانقباض العضلي المسئول عن تحريك الجسم وأجزائه ، ويخزن الـ (ATP) في معظم خلايا الجسم وبشكل خاص في العضلات الإرادية (الهيكلية) ولكن مخزونة في العضلات قليل جداً يكفي أن تستهلكه العضلة إذا ما انقبضت بأقصى قوة لها خلال ثانية واحدة ، ويتفق ذلك مع ما أشار إليه **دافيد لامب David Lamp (1984)** ، **السيد عبد المقصود (1992)** أن محتوى الخلايا العضلية من الـ (ATP) محدود جداً حوالي 4 – 6 مول / كجم من وزن العضلة الرطبة وهو ما يكفي لأداء من 3 – 4 انقباضات عضلية كحد أقصى يستمر من ثانيتين إلى ثلاث ثوان بحد أقصى (76 : 39) ، (8 : 102) ، لذلك فإن الجسم لديه القدرة على إعادة بناء الـ (ATP) بنفس سرعة استهلاكه تقريباً لضمان استمرارية إنتاج الطاقة وأداء الحركة ، ويتم إعادة بناء (تصنيع) هذا المركب الكيميائي مرة أخرى من أدينوسين ثنائي الفوسفات (ADP) وفقاً لثلاث نظم هي :

أ – النظام الفوسفاتي **Phosphagen System** أو **ATP – Pc System**

ب – نظام حامض اللاكتيك (الجلكزة اللاهوائية **Anaerobic Glycolytic**)

ج – النظام الأكسجيني **Oxygen System**

(4 : 28 ، 29) ، (51 ، 38 – 44)

– أنظمة إنتاج الطاقة

أ– النظام الفوسفاتي Phosphagen System أو ATP – Pc System

يتميز هذا النظام بسرعة إنتاج الطاقة وهو يعتبر أسرع نظام لإنتاج الطاقة عامة لأنه يعتمد على إعادة بناء الـ (ATP) عن طريق مادة كيميائية أخرى مخزونة بالعضلة تسمى الكرياتين فوسفات **Creatine PhosPhate** ورمزه (CP) (2 : 30) ، وهي تشبه الـ (ATP) في أن الطاقة المختزنة فى كليهما توجد في الروابط الكيميائية الخاصة بها ، وعن طريق إنزيم **Kreatine Kinese** تتحلل الروابط الكيميائية في الكرياتين فوسفات (CP) وينتج كرياتين (C) وفوسفات (Pi) وطاقة **Energy** تستخدم تلك الطاقة في إعادة بناء مركب الـ (ATP) في العضلات .

CP ⟶ C + Pi + Energy

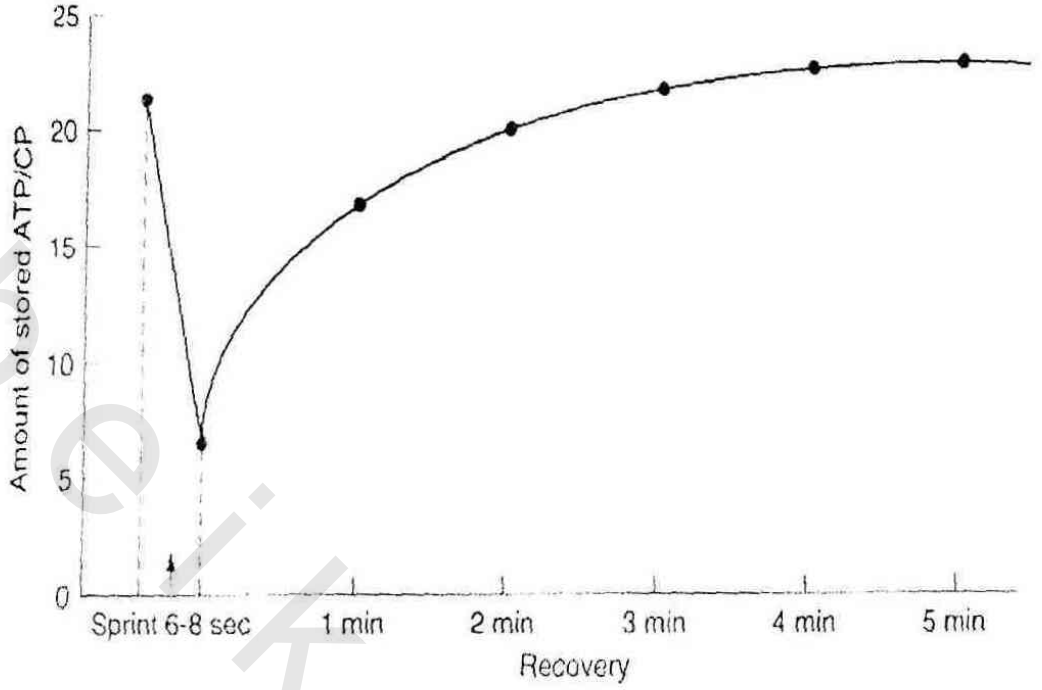
ADP + Pi + Energy ⟶ ATP

(165 : 15) ، (45 : 51)

ويشير **محمد حسن علاوى ، أبو العلا أحمد عبد الفتاح (1984)** إلى أنه يتم استعادة مول **Mole (ATP)** مقابل انشطار مول من الـ **(CP)** ، وأن الكمية الكلية لمخزون الـ **(ATP , PC)** في العضلة قليل جداً وهي تقدر بحوالي 0.3 جزئ في السيدات ، 0.6 جزئ في الرجال وبالتالي فهي تحد من إنتاجية الطاقة بواسطة هذا النظام ، فيكفي أن يعدو اللاعب 100 متر بأقصى سرعة لينتهي مخزون الـ **(ATP ، CP)** غير أن القيمة الحقيقية لهذا النظام يكمن في سرعة إنتاج الطاقة أكثر من وفرته في العضلة ، وتعتمد الأنشطة التي تتطلب عدة ثوان لأدائها مثل العدو والوثب وسباحة المسافات القصيرة وغيرها على نظام الفوسفات في إنتاج الطاقة . (48 : 353 ، 354)

ويؤكد كلاً من **دافيد لامب David Lamp (1984) ، السيد عبد المقصود (1992) ، مفتي إبراهيم حماد (1998)** على أن مخزون الكرياتين فوسفات **(CP)** الموجود داخل خلايا العضلة ضئيل ويقارب خمسة أضعاف كمية الـ **ATP** داخلها ، إذ يبلغ هذا المخزون من 20 – 30 مول / كيلو جرام من وزن العضلة الرطبة يكفي لمجرد أداء حوالي 20 انقباضة عضلية تتم بدرجة الشدة القصوى أي تكفي لأداء حمل عالي الشدة لفترة تبلغ من 3 – 9 ثواني .
(76 : 39) ، (8 : 103) ، (55 : 112)

ويشير **بيتر جنسن Peter Janssen (2001)** إلى أنه نظراً لأن كمية الكرياتين فوسفات **(CP)** المخزونة تكون محدودة وتنخفض بشدة بعد حوالي 6 – 8 ثواني من بداية المجهود الأقصى ، فإن هذا النظام الأيضي لا يستطيع إمداد الطاقة بصورة دائمة ولكن يمد الجسم بالطاقة لحوالي 6 – 8 ثواني فقط لذا فإن هذا النظام هام جداً لعدائي المسافات القصيرة ولاعبي كرة السلة والوثب ورمي القرص والتنس والملاكمين وأنشطة القدرة والقوة والسرعة ، كما يشير إلى انه يستخدم التدريب الفتري لتدريب النظام الفوسفاتي ويتم من خلال أداء إنفجارات قوية ولفترة زمنية قصيرة تكون بالتبادل مع فترات راحة كافية لاستعادة مخزون الـ **(ATP ، CP)** حيث يتم استعادة 70 % من هذا المخزون خلال 30 ثانية ، واستعادة 100 % بعد 3 – 5 دقائق ، ويوضح (شكل 2) مخزون **(ATP ، CP)** أثناء وبعد الأداء ، وتدريب النظام الفوسفاتي يزيد من مخزون الـ **(ATP ، CP)** بنسبة 25 – 50 % بعد 7 شهور من تدريبات التحمل بواقع 3 مرات في الأسبوع كما يزيد تدريب النظام الفوسفاتي من الإنزيمات التي تحل وتعيد بناء الـ **ATP** بعد 8 أسابيع من تدريبات السرعة القصوى وهكذا فإن الـ **(ATP)** ينحل (ينشطر) أكثر وبسرعة أكبر وتزداد سرعة الطاقة الناتجة ، لذلك فإن تدريب النظام الفوسفاتي لا يزيد فقط من مخزون الـ **(ATP ، CP)** ولكنه يزيد أيضاً من سرعة عملية الإحلال وإعادة بناء الـ **(ATP)** (80 : 2) .



(شكل 2)

مخزون الـ ATP ، CP أثناء وبعد الأداء

(3 : 80)

ويرى الباحث أنه تتم بناء على هذا النظام الفوسفاتي جميع حركات التمرير والتصويب والوثب للمتابعة والعدو السريع أثناء الهجوم الخاطف أو العودة للدفاع بسرعة ، وكذلك كرات القفز واتخاذ المكان المناسب تحت السلتين .

ب - نظام حامض اللاكتيك Lactic Acid System

هو النظام الثاني الذي يمكن من خلاله تكوين الـ (**ATP**) في العضلة في غياب الأكسجين ، ويعتمد هذا النظام على التمثيل الغذائي للكربوهيدرات التي تتحول في الجسم إلى صورة أقل تعقيداً وهي سكر الجلوكوز **Glucose** يمكن استخدامه على الفور في شكله هذا أو يخزن في العضلات والكبد على شكل جليكوجين لاستخدامه فيما بعد . (13 : 188) ، (55 : 113)

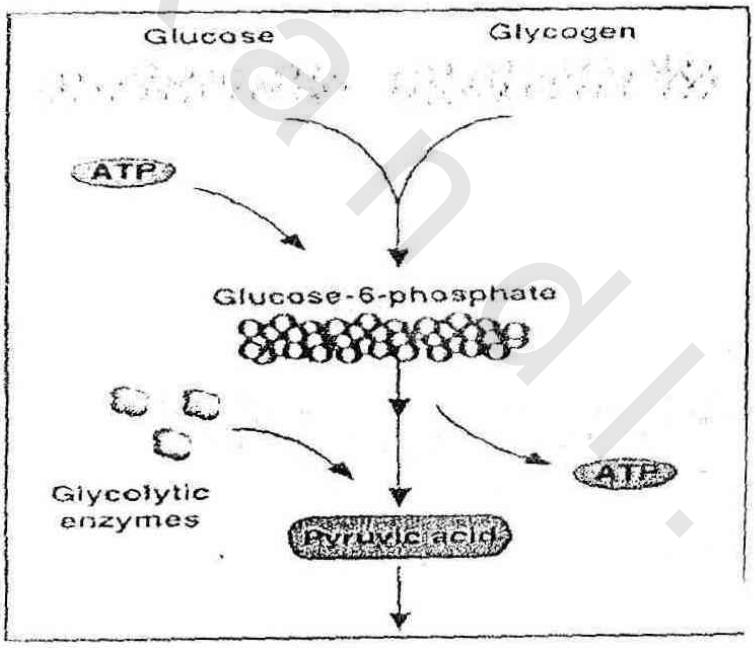
وتشير العديد من المراجع (**1887**) ، (**1992**) ، (**1998**) ، **(1998)** ، (**1999**) إلى أن هذا النظام يسمى أيضاً بالجلكزة اللاهوائية **Anaerobic Glycolysis** وذلك نسبة إلى انشطار سكر الجلوكوز في غياب الأكسجين (83 : 39) ، (8 : 109) ، (4 : 30) ، (55 : 113) ، (14 : 151) ، وتبدأ الجلكزة عندما يتحول الجلوكوز أو الجليكوجين إلى مركب يطلق عليه جلوكوز فوسفاتي **Glucose-6-Phosphate** ، وتعمل إنزيمات الجلوكوز **Glycolytic Enzymes** على تحلل هذا المركب إلى حامض البيروفيك **Puruvic Acid** الذي

يتحد مع أيونات الهيدروجين في غياب الأكسجين وبمساعدة إنزيم لاكتات ديهيدروجينز العضلى lactate Dehydrogenize (M-LDH) يتكون حامض اللاكتيك Lactic Acid وينتج طاقة Energy تعمل على تحويل أدينوسين ثنائي الفوسفات (ADP) إلى أدينوسين ثلاثي الفوسفات (ATP) ، ويتوقف كمية الـ (ATP) الناتجة من عملية الجلكزة اللاهوائية على المركب المستخدم في هذه العملية فعندما يقوم الجسم باستخدام الجليكوجين ينتج 3 مول من الـ (ATP) لكل مول من الجليكوجين بينما عند استخدام الجلوكوز بدلاً من الجليكوجين يكون الناتج 2 مول فقط . ويوضح (شكل 3) مراحل الجلكزة اللاهوائية .

Glycogen ⟶ Lactic Acid + 3 (ATP) .

Glucose ⟶ 2 (Lactic Acid) + 2 (ATP)

(167 : 15) ، (151 : 14) (32 : 84) ، (39 : 83) ، (16 ، 15 : 71)



(شكل 3)

مراحل الجلكزة اللاهوائية

(166 : 15)

ويشير **السيد عبد المقصود** (1992) إلى أن الجلوكوز الموجود داخل العضلة يكون أفضل في هذا الخصوص للأسباب التالية :

1- لا يحتاج إلى نقله عن طريق الدم إلى غشاء الخلية ثم فسفرته (فهو موجود أصلاً بالعضلة) .

2- أن الجليكوجين الموجود داخل العضلة يعطي كمية أكبر من (ATP) .

(109 : 8)

ويشير **بيتر جنسن Peter Janssen (2001)** إلى أن مخزون الجليكوجين يستنفذ بعد 60 – 90 ثانية من المجهود الأقل من الأقصى ، وأن مخزون الكربوهيدرات الكلي يكون ما بين (2000 ، 3000 كيلو كلوري) . (80 : 10)

ويشير **دافيد لامب David Lamp (1984)** إلى أن جزيئات الـ ATP التي تنتج لا هوائياً من انشطار 180 جراماً جليكوجين حوالي 3 مول فقط ، بينما تؤدي نفس الكمية من الجليكوجين إلى استعادة بناء 39 مول من الـ ATP في حالة وجود الأكسجين (هوائياً) ، إلا أن النشاط البدني الذي يعتمد على الجلكزة اللاهوائية لا يحتاج إلى إعادة كمية كبيرة من الـ ATP حيث لا تزيد حاجة الجسم عن 1 – 1.2 مول من الـ ATP . (76 : 40)

ويشير **أبو العلا عبد الفتاح (1998)** إلى أن حامض اللاكتيك هو الصورة النهائية لانشطار السكر وحين يتجمع حامض اللاكتيك في العضلة وفي الدم ويصل إلى مستوى عال ينتج عن ذلك تعب وقتي ويعتبر ذلك عائقاً محدوداً والسبب الأول للتعب المبكر (4 : 30)

هذا يتفق مع ما أشار إليه **على البيك وآخرون (1994)** على أن السبب المباشر للتعب يكمن داخل العضلة العاملة نفسها حيث أنه في غضون العمل البدني تتجمع داخل العضلة نواتج الاحتراق وبخاصة حامض اللاكتيك وبناءً على ذلك فإن العضلة لا يمكنها الاستمرار في العمل وهذا ما يسمى بظاهرة التعب الطرفي .
(35 : 32 ، 33)

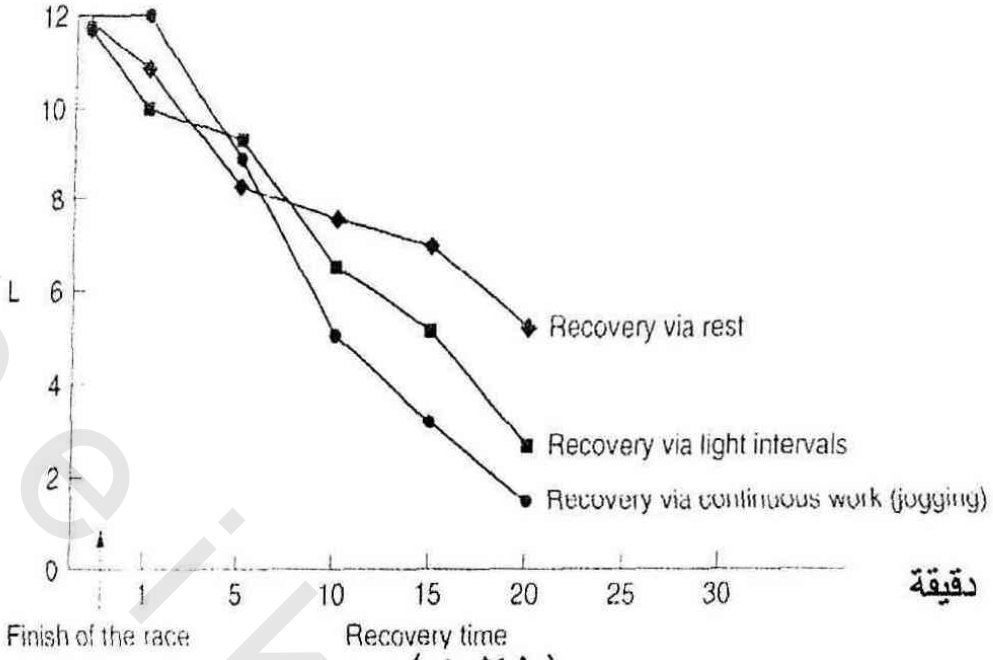
ويشير **بهاء سلامة (1999) ، بيتر جنسن Peter Janssen (2001)** إلى أن نسبة حامض اللاكتيك في الدم لدى الفرد العادي وقت الراحة حوالي 1 مللي مول / لتر إلا أن تلك النسبة تزداد عند أداء الأنشطة الرياضية ذات الشدة العالية ، وعند معدل منخفض من الأكسجين (Hypoxia) لتصبح 20 مرة من قيمته في وقت الراحة . (14 : 151) ، (80 : 6)

ويشير **السيد عبد المقصود (1992)** إلى أنه عندما تؤدى أحمال عالية الشدة تزيد كمية حامض اللاكتيك على قدرة الدم على نقلها إلى خارج العضلة وبالتالي يحدث تراكم حامض اللاكتيك داخل الخلايا العضلية ويؤدي ذلك إلى إعاقة تكوين الـ (ATP) وبالتالي الحد من إنتاج الطاقة وتعرف هذه الحالة باسم حمضية الدم Acitic Acidosis وهي عبارة عن زيادة حمضية الدم في الخلايا نتيجة تراكم حامض اللاكتيك . (8 : 109)

ويشير **بيتر جنسن Peter Janssen (2001)** إلى أن ألم العضلات صفة مميزة لزيادة حامضية الدم **Acidosis** ومع زيادة حامضية الدم لا يستطيع الرياضي أن يحافظ على نفس مستوى الأداء نظراً لخلل الميكانيزمات المختلفة داخل خلايا العضلة وخاصة عمل الأنزيمات التي تعمل على إتمام عملية إمداد الطاقة ، كما تؤدى زيادة حامضية الدم إلى تلف في جدار الخلية العضلية مما يؤدى إلى حدوث ارتشاح من داخل الخلية العضلية إلى الدم مما يؤدى إلى حدوث تغيرات في الدم مثل ارتفاع نسبة اليوريا **Ureum** – الكرياتين كيناز **Creatine Kinase** ، **Aspartate Aminotransferase** ، **Alanine Aminotransferase** ، وبالتالي يحدث إعاقة لميكانيزمات الانقباض العضلي ، كما تؤدي زيادة حامضية الدم إلى تأخير إعادة تكوين الكرياتين فوسفات (**CP**) وانخفاض في نسبة احتراق الدهون بعد استنفاذ مخزون الجليكوجين . (80 : 5 ، 6)

كما يشير **على البيك (1994)** إلى أن زيادة تراكم حامض اللاكتيك في الدم يؤدي إلى نقص **PH** الدم وبالتالي زيادة الحموضة والتي تؤدي إلى عدم حدوث اندماج الأكتين والمايوسين لحدوث الانقباض في الليفة العضلية كذلك تؤدى إلى تثبيط نشاط بعض الأنزيمات الخاصة بالطاقة ، كما تؤثر على نقل الإشارات العصبية خلال النهايات العصبية إلى الليفة العضلية . (35 : 32 ، 33)

ويشير **بيتر جنسن Peter Janssen (2001)** إلى أنه عند تدريب نظام اللاكتيك تستخدم طريقة التدريب الفتري حيث يتم أداء تمرينات عدو باستخدام السرعة القصوى لفترة زمنية من 1 – 3 دقائق مع إعطاء فترات راحة نشطة من 30 ثانية إلى دقائق قليلة طبقاً لحالة الرياضي ، كما يشير إلى أن الفترة الزمنية ونوعية فترة الراحة تلعب دوراً هاماً في التخلص من حامض اللاكتيك حيث يتم التخلص من 50 % من اللاكتات المتراكمة بعد الأداء الأقصى خلال 25 دقيقة ، وخلال 90 دقيقة يتم التخلص من 95 % من اللاكتيك الموجود بالدم والعضلات ، وتعمل الراحة النشطة على سرعة التخلص من حامض اللاكتيك الموجود بالدم والعضلات أكثر من الراحة الكاملة ، ويوضح (شكل 4) العلاقة بين أسلوب الراحة المستخدم وسرعة التخلص من حامض اللاكتيك .



(شكل 4)

العلاقة بين أسلوب الراحة المستخدم وسرعة التخلص من حامض اللاكتيك

(20 ، 7 : 80)

ويشير **أبو العلا عبد الفتاح** (**1998**) إلى أن نظام حامض اللاكتيك يعتبر عنصرا هاما لتوفير الطاقة اللازمة لاستفادة للأنشطة التي تعتمد على إمداد الطاقة لاهوائيا والتي تؤدى بأقصى سرعة والتي تستغرق فترة زمنية من 45 ثانيه إلى ثلاث دقائق مثل الجري 400 أو 800 متر والجري 1500 متر . (4 : 30)

ويشير **كمال درويش وآخرون** (**1998**) أن هناك بعض الصفات البدنية تندرج تحت هذا النظام مثل تحمل السرعة – تحمل القوة ويطلق عليها السعة اللاهوائية أو التحمل اللاهوائي وهي القدرة على الاحتفاظ أو تكرار انقباضات عضلية قصوى اعتماداً على إنتاج الطاقة اللاهوائي بنظام حامض اللاكتيك .

(42 : 46)

ويرى الباحث أن جميع التحركات الهجومية والدفاعية والعدو السريع للهجوم الخاطف أو العودة للدفاع بسرعة وجمع الكرات المرتدة من السلة إذا كررت عدة مرات مع وجود فترات راحة غير كاملة فإنها تتم اعتماداً على نظام حامض اللاكتيك .

3-النظام الأكسجيني أو الهوائي Oxypen OR Aerbic System:

يذكر **أبو العلا عبد الفتاح** (**1997**) أن هذا النظام يتميز بإنتاج الطاقة عن طريق أكسدة المواد الكربوهيدراتية والدهون عن طريق أكسجين الهواء الجوي ، ويصل معدل الاستهلاك إلى مستواه الأقصى خلال بضع دقائق ، ونظراً لوجود

الأكسجين في الهواء الجوي وما يحتفظ به الجسم من الكربوهيدرات مخزونة على شكل جليكوجين فإن هذا النظام يستمر لفترات طويلة ، وبمقارنة هذا النظام بالنظامين اللاهوائيين نجد أن سرعة إنتاج الطاقة في هذا النظام تعتبر بطيئة لذلك يستخدم في الأنشطة التي تتطلب الأداء لفترات طويلة . (2 : 32)

ويشير **محمد حسن علاوي ، أبو العلا عبد الفتاح (1984)** أن هذا النظام يتميز بوجود الأكسجين كعامل فعال خلال التفاعلات الكيميائية لإعادة بناء الـ (ATP) ، ففي وجود الأكسجين يمكن استعادة بناء 39 مول ، ATP بواسطة التكسير الكامل لجزئ جليكوجين ليصبح ثاني أكسيد الكربون Co_2 وماء H_2o ، وتعتبر هذه أكبر كمية لإعادة بناء الـ (ATP) ومثل هذا يتطلب مئات التفاعلات الكيميائية ومئات من النظم الإنزيمية ، ويتم النظام الأكسجيني داخل الخلية العضلية ولكن في حيز محدود يسمى بالميتوكوندريا **Mitochondria** . (48 : 356)

ويشير **السيد عبد المقصود (1992)** إلى أن الميتوكوندريا عبارة عن عضو صغير بالخلية يطلق عليها (مفاعل الخلية) نظراً لوظيفتها الخاصة ويتمركز داخل الميتوكوندريا أهم ثلاثة أنظمة للإنزيمات التي تعمل على تحلل الأحماض الدهنية وجزيئات الجلوكوز مع توافر الأكسجين وهذه الأنظمة الثلاثة هي :

1- نظام الإنزيم الخاص بتحلل الأحماض الدهنية .
2- أنزيم دورة السترات (كربس) .
3- الإنزيم الخاص بسلسلة النقل الإلكتروني (التنفس) .

وتتواجد الميتوكوندريا ملحقة بالألياف العضلية ومنتشرة عبر الساركوبلازم ، ويبلغ عدد الميتوكوندريا في كل خلية من الخلايا العضلية ما بين 100 - 1000 ، وتحتوى كل ميتوكوندريا على حوالي 15 مليون جزئ من الإنزيمات يؤدى كل جزئ منها إلى حدوث ملايين من التفاعلات الخاصة في الدقيقة . (8 : 116 ، 117)

ويتفق كل من **أبو العلا عبد الفتاح ، أحمد نصر الدين (1993) ، سكوت وآخرون Scott K. et. al (1996)** على أنه فى الأنشطة الرياضية التى يتطلب الأداء فيها الاستمرار فى العمل العضلى لفترة طويلة ، تلجأ العضلة للاستعانة بالأكسجين لإنتاج الطاقة اللازمة للأداء ، وذلك لأنه أثناء التمثيل الهوائى ينتج (ATP) بدرجة كافية وذلك من خلال اتجاهين دورة كربس **The Krebs Cycle** ، سلسلة النقل الألكترونى **The Electron Transport System** بحيث يمكن الاستمرار فى العمل العضلى لفترة طويلة قبل الإحساس بالتعب ، حيث يقوم الجهازين الدورى والتنفسى ومن ثم الدم بنقل الأكسجين إلى العضلات ، وتقوم العضلات باستهلاك ما يصل إليها من الأكسجين لإنتاج الطاقة الهوائية .
(1 : 229 ، 230) ، (84 : 33)

ويمكن تقسيم التفاعلات الكيميائية للنظام الأكسجيني أو الهوائي إلى ثلاثة سلاسل رئيسية هي :

1- الجلكزة الهوائية **Aerobic glycolysis** .

2- دورة كربس **The krebs Sycle** .

3- سلسلة النقل الألكترونى **The Electron Transport System** . (48 : 356)

الجلكزة الهوائية Aerobic Glycolysis :

يذكر **أبو العلا عبد الفتاح وأحمد نصر الدين (1993)** أن الجلكزة الهوائية تختلف عن الجلكزة اللاهوائية في أنها لا تتم إلا في وجود الأكسجين وهذا يؤدى إلى عدم تراكم حامض اللاكتيك ولكن يعيد بناء الـ (ATP) ، وخلال الجلكزة الهوائية ينشطر جزىء الجليكوجين إلى جزيئين من حامض البيروفيك وبذلك تتوفر كمية كافية من الطاقة لإعادة بناء 3 مول من الـ (ATP) . (1 : 236)

ويشير **بهاء سلامة (2000)** إلى أنه في وجود الأكسجين يتم تحويل حامض البيروفيك إلى مركب يسمى اسيتيل كوإنزيم **Acetel Coenzymea** يدخل في تفاعلات دورة كربس . (15 : 170)

دورة كربس The Krebs Cycle:

سميت بذلك نسبة إلى **السير هانس كربس Sir Hans Krebs** وتعرف أيضاً باسم حامض الستريك **Citric Acid Cycle** ، وتبدأ دورة كربس للطاقة عندما يدخل مركب الأستيل كوإنزيم في التفاعلات الكيميائية للأكسدة . وفي نهاية دورة كربس يتم تكوين 2 مول من الـ (ATP) ونظراً لأن المركب الذي تعمل معه الإنزيمات هو الكربوهيدرات حيث يتم تكسيرها إلى كربون (C) وهيدروجين (H) فيتحد الكربون المتبقي مع الأكسجين (O2) ليتكون ثاني أكسيد الكربون (Co2) وينتشر بسهولة خارج الخلايا ويتم نقله عن طريق الدم إلى الرئتين ليتم خروجه مع الزفير .(48 : 356) ، (15 : 170)

ويشير **فاروق عبد الوهاب (1983) ، أبو العلا عبد الفتاح وأحمد نصر الدين رضوان (1993)** إلى أنه يتم خلال دورة كربس (دورة حامض الستريك) حدوث تغيران كيميائيان أساسيان هما :

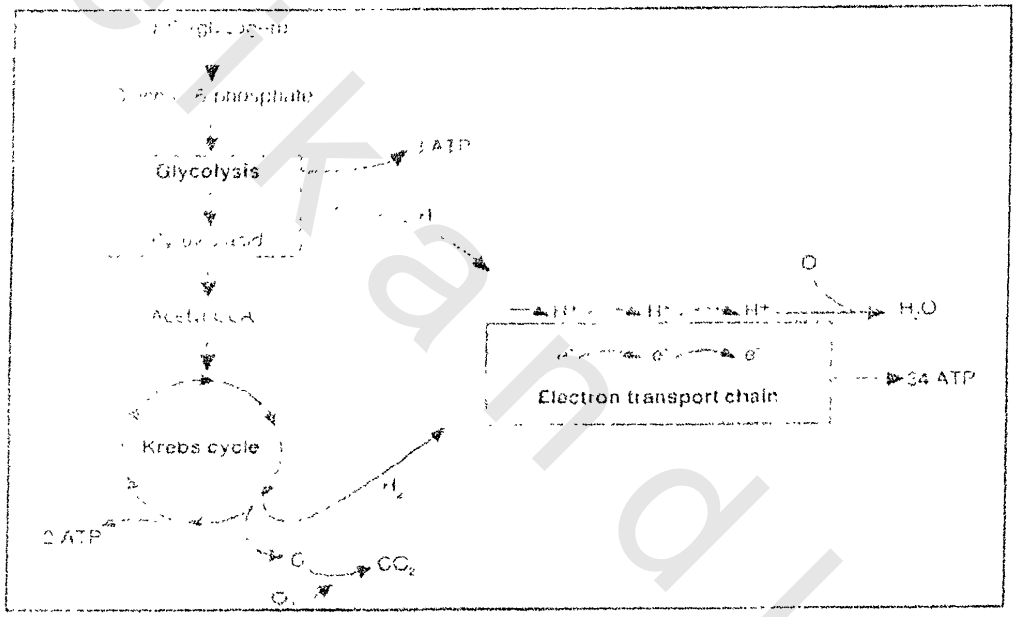
1- إنتاج ثاني أكسيد الكربون

2- تأكسد الإلكترونات الناتجة (عزل الإلكترونات) . (44 : 154) ، (1 : 236)

سلسلة النقل الإلكتروني The Electron Transport System

يذكر **بهاء سلامة (2000)** أنه أثناء تحلل السكر يتم إطلاق الهيدروجين أثناء تمثيل الجلوكوز إلى حامض البيروفيك ، ويتم إطلاق المزيد من الهيدروجين

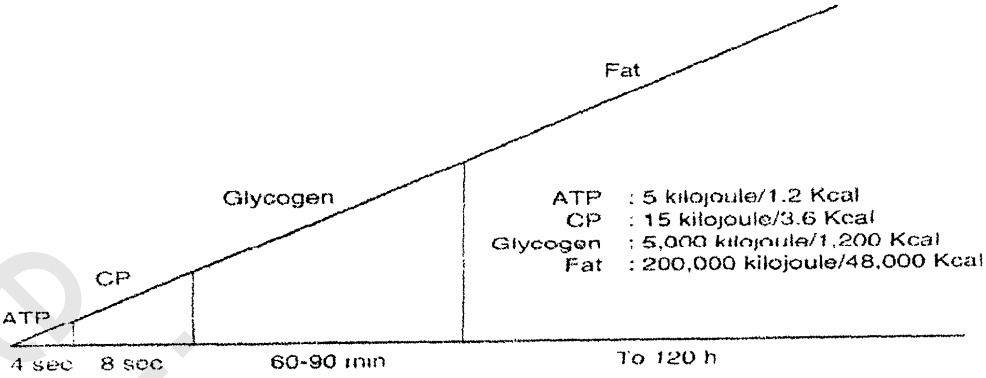
أثناء دورة كربس للطاقة ويتم اتحاد الهيدروجين الناتج مع إنزيمين مساعدين وهما **Flavin (FAD) ، Nicotinamide Adenine Dinucleolide (NAD)** **Adenine Dinucleollide** حيث يحملان ذرات الهيدروجين إلى سلسلة نقل الإلكترون حيث تنقسم إلى بروتون وإليكترونات وفي نهاية السلسلة يتحد الـ **H+** مع الأكسجين (**O2**) لتكوين الماء (**H2o**) ليبقى في الخلية وبذلك يمنع تجمع الحامض ، والإلكترونات التي تم فصلها من الهيدروجين تمر بسلسلة من التفاعلات وفي النهاية توفر الطاقة للـ **ADP** لإعادة تكوين 34 جزئ من الـ **ATP** ويوضح (شكل 5) سلسلة التفاعلات الكيميائية لأكسدة الكربوهيدرات .



(شكل 5)
سلسلة التفاعلات الكيميائية للنظام الأكسجينى (الهوائى)
(171 : 15)

ويشير **أبو العلا عبد الفتاح (1998)** إلى أن هناك صورة أخرى لنظام الطاقة الهوائي يرتبط بنوع الغذاء فليس الجليكوجين وحده هو الذي يتأكسد لإنتاج الطاقة ولكن أيضاً تتأكسد الدهون والبروتين لتعطي طاقة تتحول إلى ثاني أكسيد الكربون وماء – فانشطار 256 جرام من الدهون ينتج 120 جزئ (**ATP**) وأثناء النشاط الرياضي تستخدم الدهون والجليكوجين كمصدر لإنتاج الطاقة لبناء (**ATP**) ، وتبلغ كمية الأكسجين التي تستهلك لبناء جزئ **ATP** حوالي 3.5 لتر إذا كان مصدر الطاقة هو الجليكوجين بينما تصل إلى 4 لتر أكسجين في حالة الدهون . وفي أثناء الراحة يستهلك الفرد ما بين 200 – 300 ملليلتر أكسجين في الدقيقة أى أن جزئ الـ (**ATP**) يتكون هوائياً كل 12 : 20 دقيقة أثناء الراحة العادية أما بالنسبة للاعبين المدربين على التحمل فيمكنهم تكوين أكثر من 1.5 جزئ (**ATP**) هوائياً

كل دقيقة خلال الحمل الأقصى (4 : 30 ، 31) ، ويوضح (شكل 6) الفترة الزمنية التي يستنفذ فيها مخزون الطاقة في الجسم .



(شكل 6)

الفترة الزمنية التي يستنفذ فيها مخزون الطاقة في الجسم .

(80 : 10)

وتدريب النظام الهوائي يؤدى إلى زيادة مقدرة الإنزيمات الهوائية ، كما يؤدي إلى زيادة في عدد الميتوكوندريا (8 : 117 – 127) ، كما يحسن من كفاءة الجهاز الدوري التنفسي على نقل الأكسجين إلى العضلات ، ويتم تدريب النظام الهوائي باستخدام طريقة التدريب المستمر وذلك بالجري المستمر بسرعة منخفضة بدون فترات راحة أو في وجود فترات راحة قصيرة نسبياً ، كما يمكن استخدام طريقة التدريب الفتري من خلال الجري بسرعة أقل من القصوى مع إعطاء اللاعبين فترات راحة إيجابية بين التكرارات . (32 : 184)

ويشير **عبد العزيز النمر ، ناريمان الخطيب (2000) ، بيتر جنسن Peter Janssen (2001)** إلى أن الأداء في رياضة كرة السلة يعتمد على إنتاج الطاقة لاهوائياً (فوسفاتي – لاكتيكي) بنسبة 85 % ، وإنتاج الطاقة هوائياً بنسبة 15 % ، وبالرغم من ذلك إلا أن تدريب لياقة الطاقة للاعب كرة السلة يتطلب بناء قاعدة هوائية متينة تعمل على إعداد الجهازين الدوري والتنفسي للعمل الأكثر شدة في المراحل التالية . (32 : 379) ، (80 : 19)

ويرى الباحث أنه على الرغم من أن كرة السلة تتميز بأسلوب الطاقة اللاهوائي إلا أنه من الضروري أن يصل مستوى التحمل الدوري التنفسي (الهوائي) إلى درجة تسمح للاعب كرة السلة بمقاومة التعب خلال زمن المباراة والتي تستغرق مدة 40 دقيقة أو أكثر ، كما يساعد على توفير الأكسجين اللازم لسرعة استعادة الشفاء خلال المباراة أو التدريب ، كما يقلل من تأثير التعب الناتج عن نقص الأكسجين . ومن ثم فإن مستوى التحمل في كرة السلة يرتكز على العلاقة المتبادلة

بين القدرتين الهوائية واللاهوائية حيث تبنى قدرة التحمل الهوائية الأساس لتطـــوير القدرة اللاهوائية ، ويوضح (جدول 1) خصائص أنظمة الطاقة المختلفـــة ، كمـــا يوضح (جدول 2) الفترات الزمنية المختلفة للحمل الأقصـــى وعلاقتهـــا بإمـــداد الطاقة .

(جدول 1)
خصائص أنظمة الطاقة المختلفة

م	الخصائص	النظام الفوسفاتي ATP - PC	نظام حامض اللاكتيك	النظام الأكسجيني
1	نظام إنتاج الطاقة .	لا هوائي .	لا هوائي .	هوائي .
2	سرعة إنتاج الطاقة .	سريعة جداً .	سريعة .	بطيئة .
3	مصدر الطاقة .	كيميائي (كرياتين فوسفات)	غذائي (جلوكوز – جليكوجين) .	غذائي (جليكوجين – دهون–بروتين) .
4	المتاح من مصدر الطاقة	محدود جداً .	محدود .	غير محدد .
5	التعب العضلي .	لا يحدث .	يحدث نتيجة تراكم حامض اللاكتيك .	لا يحدث .
6	تعويض الـــ ATP .	محدود جداً .	محدود .	غير محدد .
7	عدد المولات في الدقيقة .	3.6	1.6	1
8	السعة القصوى .	0.7	1.2	90.0
9	معدل ضربات القلب .	90 : 100 % من Hrmax	80 : 90 % من Hrmax .	60 : 80 % من Hrmax .
10	الفترة الزمنية .	6 – 8 ثواني	من 6 – 8 ثواني إلى 2 – 3 دقائق .	أكثر من 2 – 3 دقائق .
11	الأنشطة الرياضية .	أنشطة القوة والسرعة مثل 100 متر عدو – دفع الجلة – 50 م سباحة .	أنشطة تحمل القوة وتحمل السرعة مثل 200 ، 400 ، 800 متر جري ، 100 ، 200م سباحة .	1500متر ، اختراق الضاحية ، المارثون ، السباحة الطويلة .
12	نسبة زمن العمل إلى زمن الراحة .	3 : 1	2 – 1	1 : 1

(74) ، (45 : 76) ، (8 : 80)

obeikandl.com

(جدول 2)
الفترات الزمنية المختلفة للحمل الأقصى وعلاقتها بإمداد الطاقة

الفترة الزمنية	التصنيف	مصدر الطاقة	ملاحظات
1 – 5 ثوان	لا هوائي بدون لاكتيك	ATP	
6 – 8 ثوان	لا هوائي بدون لاكتيك	CP + ATP	
9 – 45 ثانية	لا هوائي بدون لاكتيك + لا هوائي لاكتيكي	ATP – CP + جليكوجين العضلة	ينتج حامض اللاكتيك بنسبة كبيرة
45 – 120 ثانية	لا هوائي لاكتيكي	جليكوجين العضلة	مع زيادة فترة الدوام يزداد إنتاج حامض اللاكتيك .
120 – 240 ثانية	هوائي + لاهوائي لاكتيكي	جليكوجين العضلة	
240 – 600 ثانية	هوائي	جليكوجين العضلة + أحماض دهنية	مع زيادة فترة الدوام تزداد مشاركة الأحماض الدهنية .

(9 : 80)

2 – لياقة الجهاز الدوري التنفسي ولياقة الطاقة

أ – لياقة الجهاز الدوري التنفسي Cardiovascular System Fitness

يشير **عبد العزيز النمر ، ناريمان الخطيب (2000)** إلى أن لياقة الجهاز الدوري التنفسي تعني " كفاءة القلب والجهاز الدوري والرئتين والجهاز التنفسي في توصيل الدم والأكسجين والغذاء إلى أجزاء الجسم العاملة أثناء المجهود البدني وتخليصها من ثاني أكسيد الكربون والنواتج الثانوية الأخرى .(32 : 181)

ويؤكد ذلك **كرايمر وجوميز Kraemer & Gomez (2001)** أن الجهاز الدوري التنفسي يرتبط بالعديد من الوظائف الحيوية الجسمانية منها :

- توصيل الأكسجين والغذاء وإزالة ثاني أكسيد الكربون الناتج من عملية التمثيل الغذائي من العضلات والأنسجة الأخرى .
- توصيل ناتج عملية التمثيل الغذائي إلى الكبد والأعضاء الأخرى .
- يساعد في تنظيم درجة حرارة الجسم .
- توصيل الهرمونات إلى الخلايا المستهدفة في الجسم .
- يزيد من الوظائف الحيوية للرياضي بصفة عامة ، كما يشير أن لياقة الجهاز الدوري التنفسي تعني كفاءته في القيام بالوظائف الحيوية المختلفة . (64 : 9)

ويرى **أبو العلا عبد الفتاح ومحمد صبحى حسانين (1997)** أن كفاءة القلب والجهاز الدوري يرتبط بالعديد من الخصائص المورفولوجية والحالة الوظيفية للقلب والأوعية الدموية ومنها معدل القلب ، ضغط الدم ، الدفع القلبي ، وحجم الضربة ، وإنه من خلال تلك المؤشرات يمكن قياس وتقويم كفاءة القلب والجهاز الدوري (3 : 51 ، 70) ، بينما يقوم الجهاز التنفسي والرئتين بكثير من المتطلبات المهمة خلال النشاط الرياضي وذلك بغرض التعاون مع الجهاز الدوري بشكل فعال ، وتتلخص الفعالية الأساسية لوظائف الجهاز التنفسي في تأثير عملية التهوية الرئوية لتحقيق كفاءة تبادل الغازات بين الحويصلات الهوائية بالرئتين والشعيرات الدموية (3 : 111) ، يمكن قياس وتقويم كفاءة الجهاز التنفسي والرئتين من خلال دراسة الأحجام الرئوية ، السعات الرئوية ، قوة عضلات التنفس ، وحجم وسرعة سريان الهواء وقياس أكسجين الدم (3 : 116) ، ويضيف **أبو العلا عبد الفتاح (1997)** ، **(1998)** أن الحد الأقصى لاستهلاك الأكسجين أفضل القياسات لتقويم وظيفة الجهاز الدوري التنفسي (2 : 172) ، (4 : 64) ، وقد قام الباحث باختيار بعض المؤشرات التي تقيس كفاءة الجهاز الدوري التنفسي وهي : معدل القلب في الراحة – السعة الحيوية – التهوية الرئوية – الحد الأقصى لاستهلك الأكسجين المطلق – الحد الأقصى لاستهلك الأكسجين النسبى.

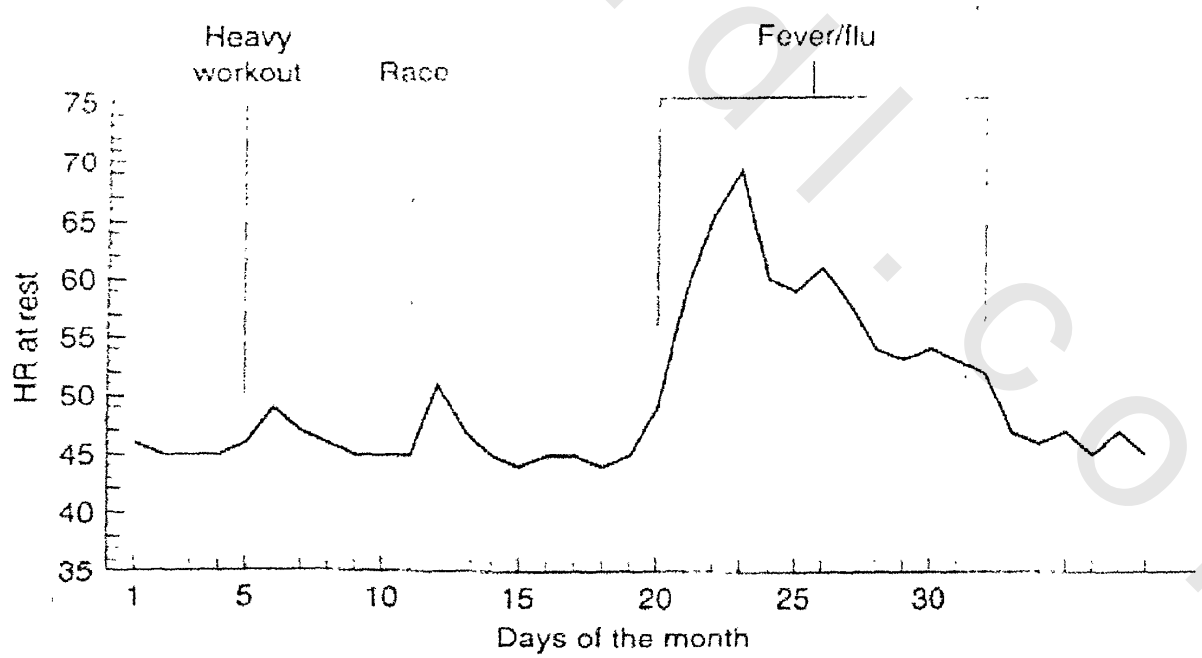
- معدل القلب في الراحة Heart Rate at Rest .

يبلغ متوسط معدل القلب أثناء الراحة من 60-80 نبض / دقيقة في العمر المتوسط للرجل البالغ السليم ، ويتراوح هذا المتوسط ما بين 38-110 نبضة / دقيقة لجميع الأعمار والحالات ويتراوح معدل القلب أثناء الراحة في الأشخاص الأصحاء ما بين 60-70 نبض / دقيقة ، ويزيد في المرضى والمسنين والأطفال وصغار السن وغير الرياضيين ، ويبين **كاربوفيتش Karpovich (1965)** أن معدل القلب يتأثر بعوامل العمر الزمني ، أوضاع الجسم (رقود – جلوس – الخ) ، تناول الطعام ، والوقت أثناء اليوم (صباحا – ظهرا – الخ) ، الحالة الانفعالية ، النشاط البدني ، مستوى اللياقة البدنية للفرد . (51 : 69) ، (15 : 52)

ويشير **هزاع بن محمد الهزاع (1992)** أنه عندما تزداد ضربات القلب في الراحة عن 100 ضربة في الدقيقة فإن ذلك يسمى حالة تسرع في ضربات القلب **Tachycardia** ، بينما انخفاض ضربات القلب في الراحة إلى أقل من 60 ضربة في الدقيقة يسمى بطء ضربات القلب **Bradycardia** . ويؤدي التدريب البدني المنتظم إلى انخفاض ضربات القلب في الراحة ولتوضيح ذلك يجدر أن نعرف أولاً أن نتاج القلب **Cardiac Output** أو كمية الدم التي يضخها القلب في الدقيقة هو حاصل ضرب حجم الضربة **Stroke Volume** (كمية الدم التي يضخها القلب في كل ضربة) فى عدد ضربات القلب ، والتدريب البدني يؤدي إلى زيادة حجم

الضربة مما يجعل القلب أكثر كفاءة في عمله وبالتالي يستطيع القلب تلبيـــة الطلـــب على الدم من قبل أجزاء الجسم المختلفة بعدد أقل من ضربات القلب ، ولهذا يلاحظ أن ضربات القلب في الراحة تنخفض بعد التدريب البدني المنتظم . (60 : 29)

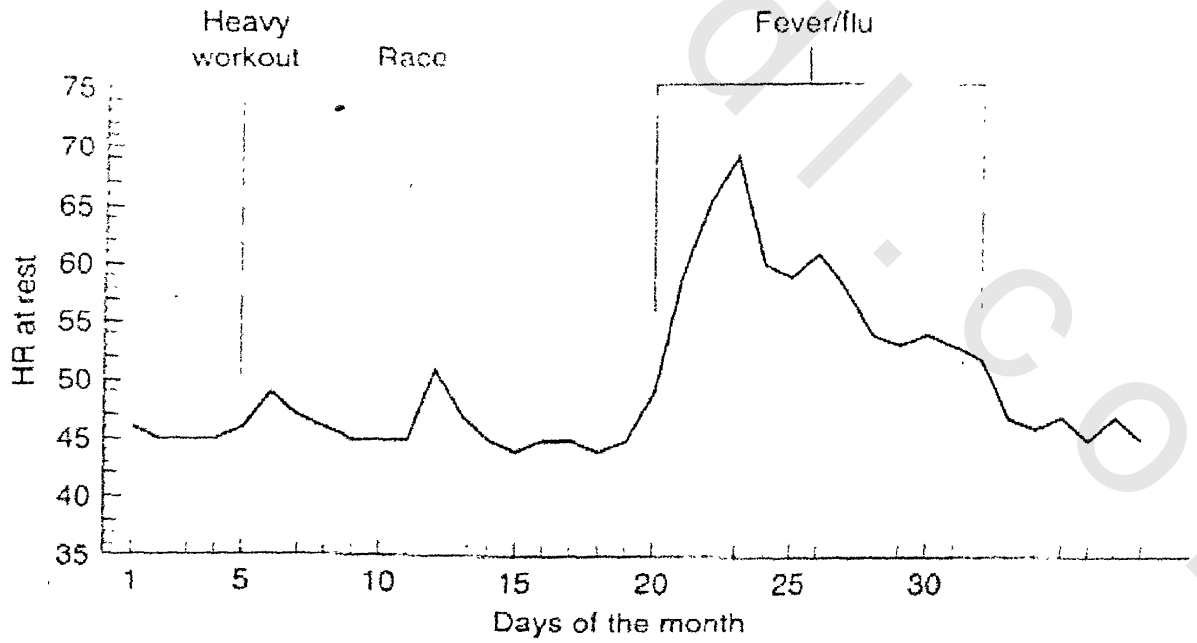
ويشير **بيترجنسن Peter Janssen (2001)** أنه يتم قياس معدل القلب بعـــد الاستيقاظ من النوم فى الصباح وقبل القيام من الفراش ويتم تكـــرار القيـــاس لعـــدة مرات لضمان ثبات القياس . ويشير إلى أن معدل القلب فى الصباح يعكـــس حالـــة الرياضي الفسيولوجية وبواسطته يمكن اكتشاف حـــالات التـــدريب الزائـــد **Over Training** وحالات العدوى الفيروسية حيث يتزايد معدل القلب في الصـــباح فـــي حالات التدريب الزائد ، كما أنه كلما انخفض معدل القلب فى الصباح كـــان ذلـــك مؤشرا على حدوث تحسن في حالة الرياضي ، ويوضح (شكل 7) معدل القلب فى الراحة لأحد اللاعبين فى غضون شهر ، ويوضح (شكل 8) انخفاض معدل القلب فى الراحة بعد فترة من التدريب الرياضى .



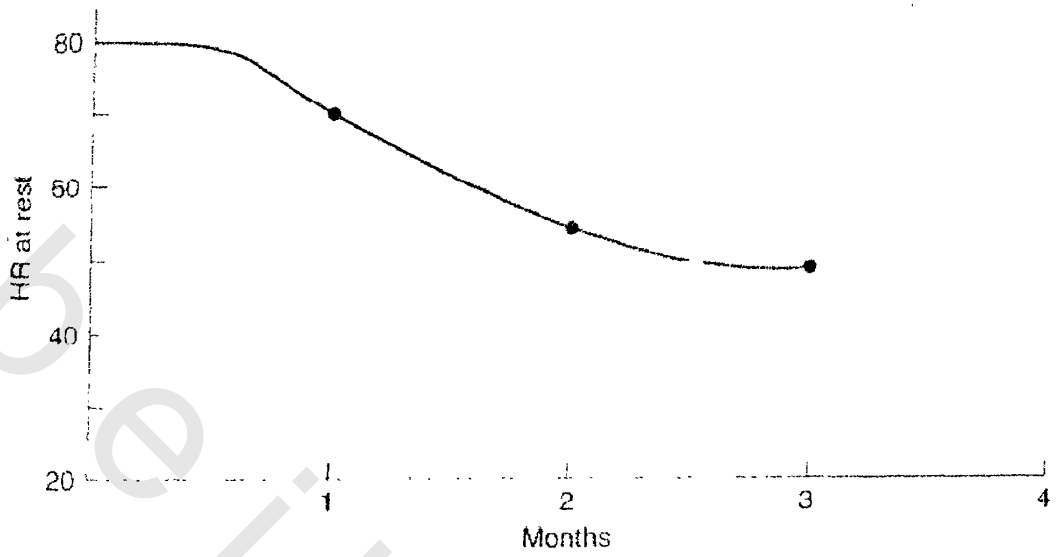
(شكل 7)
معدل القلب فى الراحة لأحد اللاعبين فى غضون شهر

الضربة مما يجعل القلب أكثر كفاءة في عمله وبالتالي يستطيع القلب تلبيـــة الطلـــب على الدم من قبل أجزاء الجسم المختلفة بعدد أقل من ضربات القلب ، ولهذا يلاحظ أن ضربات القلب في الراحة تنخفض بعد التدريب البدني المنتظم . (60 : 29)

ويشير **بيترجنسن Peter Janssen (2001)** أنه يتم قياس معدل القلب بعـــد الاستيقاظ من النوم فى الصباح وقبل القيام من الفراش ويتم تكـــرار القيـــاس لعـــدة مرات لضمان ثبات القياس . ويشير إلى أن معدل القلب فى الصباح يعكـــس حالـــة الرياضي الفسيولوجية وبواسطته يمكن اكتشاف حـــالات التـــدريب الزائـــد **Over Training** وحالات العدوى الفيروسية حيث يتزايد معدل القلب في الصـــباح فـــي حالات التدريب الزائد ، كما أنه كلما انخفض معدل القلب فى الصباح كـــان ذلـــك مؤشرا على حدوث تحسن في حالة الرياضي ، ويوضح (شكل 7) معدل القلب فى الراحة لأحد اللاعبين فى غضون شهر ، ويوضح (شكل 8) انخفاض معدل القلب فى الراحة بعد فترة من التدريب الرياضى .



(شكل 7)
معدل القلب فى الراحة لأحد اللاعبين فى غضون شهر



(شكل 8)

انخفاض معدل القلب فى الراحة بعد فترة من التدريب الرياضى .

(29 – 25 : 80)

- السعة الحيوية Vital Capacity

يشير **هزاع بن محمد الهزاع (1992)** إلى أن السعة الحيوية هي " أقصى كمية من الهواء يمكن إخراجها من الرئتين بعد أن يأخذ الفرد أعمق شهيق ممكن " وتصل في المتوسط 4800 – 5000 ملليلتر ، وهي تتأثر بحجم القفص الصدري ولهذا فإن الأفراد ذوى الأجسام الضخمة يمتلكون في الغالب سعة حيوية كبيرة قد تصل إلى 7 لترات أو تتجاوزها . (60 : 112)

ويضيف **أبو العلا عبد الفتاح ، وصبحي حسانين (1997)** أن السعة الحيوية هي ذلك الجزء من السعة الرئوية العامة الذي يمكن تحديده بأقصى حجم لهواء الزفير بعد أقصى شهيق ، وتنقسم السعة الحيوية إلى ثلاثة أجزاء هي :

1- حجم هواء الزفير .
2- حجم هواء التنفس .
3- حجم احتياطي هواء الشهيق .

ويمثل حجم احتياطي هواء الشهيق تقريباً نصف حجم السعة الحيوية كلها وخاصة أن هذا الجزء من الهواء هو الذي يستخدم لزيادة عمق التنفس خلال العمل البدني ، بينما يمثل احتياطي هواء الزفير حوالي ثلث السعة الحيوية وهو يساهم في زيادة عمق التنفس أثناء الحمل البدني ولكن بدرجة أقل من احتياطي هواء الشهيق ، وحجم هواء التنفس هو حجم الهواء الذي يدخل إلى الرئتين أثناء الشهيق .

obeikandl.com

وتعد السعة الحيوية أحد المقاييس المهمة للحالة الوظيفية للجهاز التنفسي حيث يرتبط مقدارها بالأحجام الرئوية وكذلك بقوة عضلات التنفس ، وتستخدم عدة أنواع مختلفة من الأجهزة لقياس السعة الحيوية منها : جهاز الأسبيروميتر المائي ، وجهاز الأسبيروميتر الجاف ، وعند قياس السعة الحيوية يجب أن يكون المختبر في الوضع الرأسي . (3 : 119)

ويشير **يوسف دهب (2000)** إلى أن هناك مجموعة من العوامل تؤثر على السعة الحيوية وهي :

1- مقاييس الجسم ومساحة السطح .
2- الجنس والعمر .
3- وضع الجسم الأفقي والرأسي .
4- قوة عضلات التنفس . (62 : 133)

والسعة الحيوية تتعاظم أهميتها بالنسبة للمدرب الرياضي في حالة معرفة أن حجم هواء التنفس أثناء الأداء البدني الأقصى يساوي نصف حجم السعة الحيوية تقريباً ولذلك فإن معرفة السعة الحيوية تعتبر مؤشراً لمعرفة حجم هواء التنفس الأقصى عند أداء الحمل البدني ، وكلما زاد حجم هواء التنفس قل معدل التنفس في الدقيقة وبالتالي زادت اقتصادية استهلاك الأكسجين وكلما قل حجم هواء التنفس زاد معدل التنفس في الدقيقة وزاد بالتالي حجم الأكسجين المستهلك في عمل عضلات التنفس ذاتها نتيجة لزيادة معدل التنفس فيكون ذلك على حساب الأكسجين المستهلك لباقي الجسم . (3 : 124)

ويشير **طلحة حسام الدين (1994)** إلى أن التدريب وبصفة خاصة تدريب التحمل الهوائي يزيد من السعة الحيوية نتيجة زيادة الحجم الإستاتيكي للرئتين وقدرة الشرايين الرئوية مما يؤدي إلى زيادة في مساحة سطح الحويصلات الهوائية وكذلك مساحة مقطع الشرايين المغذية لها . (24 : 84)

ويؤكد **أبو العلا عبد الفتاح (1998)** على أنه يحدث تغيرات بيولوجية في أعضاء الجهاز التنفسي نتيجة التدريب الرياضي ، وتشمل هذه التغيرات نمو عضلات التنفس ويمكن الحكم عليها بقياس السعة الحيوية للرئتين ، وترتبط السعة الحيوية بتخصص اللاعب ومستواه في لعبته حيث يبلغ مقدارها في الرجال في الأنشطة ذات الحركة الوحيدة المتكررة (سباحة – جري – إلخ) من 5000 – 7000 ملليلتر ، وللسيدات من 3500 – 5000 ملليلتر ، وتزداد السعة الحيوية لدى السباحين نظراً لظروف التنفس في السباحة ومقاومة الماء . (4 : 137)

- التهوية الرئوية القصوى **Maximum Pulmonary Ventilation**

ويطلق عليها السعة التنفسية القصوى (**M.B.C**) **Maximum Breathing Capacity** ويرمز لها بالرمز (V_E) وهي عبارة عن أقصى حجم للهواء يدخل ويخرج إلى ومن الرئتين في الدقيقة الواحدة ، وتعتبر التهوية الرئوية القصوى أكثر تغيراً من السعة الحيوية نتيجة للتدريب حيث يصل حجم التهوية الرئوية إلى أقصاه في فترة المنافسات وذلك عندما يصل اللاعب إلى الفورمة الرياضية ، أما حينما يقل التمثيل الغذائي والتدريب ذو الشدة العالية فإن التهوية الرئوية القصوى تقل هذا ويرتبط حجم التهوية بالجنس ووزن الجسم ونوع تخصصه الرياضي مثلها في ذلك مثل السعة الحيوية ، ويصل مقدارها بالنسبة للاعبي الألعاب ذات الحركة الوحيدة المتكررة حوالي 100 – 150 لتر / دقيقة أو أكثر ، وتقل قليلاً عن ذلك بالنسبة للسيدات . (4 : 138)

وقد دلت الدراسات المعملية على أن معدل التهوية الرئوية يزيد أثناء النشاط البدني نتيجة تأثير طريقتين إحداهما طريقة عصبية سريعة وتحدث نتيجة للإشارات العصبية الواردة من الأوعية الدموية القريبة من القلب والرئتين ومن المستقبلات الحسية في العضلات العاملة وهذه الإشارات تحول إلى مراكز التحكم في التنفس الموجودة في النخاع المستطيل ، والأخرى طريقة كيميائية بطيئة عن طريق بعض المواد في الدم مثل البوتاسيوم ، وثاني أكسيد الكربون وحامض اللاكتيك والتي تنتجها العضلات العاملة ويحملها الدم فيؤدي إلى استثارة المراكز العصبية للتنفس .

ويتراوح مقدار التهوية الرئوية أثناء الراحة ما بين 4 – 15 لتر / دقيقة بمتوسط قدره 6 لتر / دقيقة ، وعند العمل العضلي تزيد التهوية الرئوية ارتباطاً بزيادة استهلاك الطاقة حيث تزيد من 6 لتر / دقيقة وقت الراحة إلى حوالي 100 – 140 لتر / دقيقة عند الحمل الأقصى لدى الشباب ، وتصل إلى 70 – 100 لتر / دقيقة لدى الإناث .

وعند زيادة شدة الحمل البدني تزيد التهوية الرئوية زيادة متوازنة مع زيادة استهلاك الأكسجين وإخراج ثاني أكسيد الكربون إلا أن التهوية الرئوية تزداد بدرجة أكبر عند الاقتراب من مستوى الحد الأقصى لاستهلاك الأكسجين ، وتسمى الشدة التي تزيد عندها التهوية الرئوية أكثر من زيادة استهلاك الأكسجين " الحمل التنفسي الأقصى " ويعبر عنه بنسبة مئوية من الحد الأقصى لاستهلاك الأكسجين .

وتزيد التهوية الرئوية عند الحمل الهوائي الأقصى حوالي 20 – 25 مرة بالمقارنة بوقت الراحة (100 – 120 لتر / دقيقة عند الحمل الأقصى في مقابل 6 لتر / دقيقة أثناء الراحة) ، وهذه الزيادة تتم عن طريق زيادة معدل التنفس 4

مرات من 12 مرة / دقيقة إلى 50 مرة / دقيقة ، كما يزيد حجم هواء التنفس حوالي 6 مرات من 500 ملليلتر إلى 3000 ملليلتر . (48 : 290 – 292)

وتحت تأثير التدريب المنتظم تزيد قوة العضلات المسئولة عن حركة الجهاز التنفسي لإتمام عملية الشهيق والزفير وهي عضلات الحجاب الحاجز وعضلات ما بين الأضلاع ، وبفضل ذلك تتحسن عملية التهوية الرئوية وخاصة في ظروف الأداء أثناء النشاط الرياضي . (3 : 112)

ويمكن قياس السعة التنفسية القصوى (التهوية الرئوية) من خلال طريقتين :
- **الأولى :** عن طريق عداد غازات مثبت بأنبوبة مطاطة مثبتة فى علبة ، يقوم المختبر بوضع مبسم الأنبوبة المطاطة فى فمه مع مسك الأنف بأصابعه ، ومن وضع الشهيق بعمق يتم أخذ شهيق وزفير بأقصى سرعة خلال 12 ثانية وبالضرب في 5 يتم تحويل نسبة الناتج خلال دقيقة .(3 : 126)
- **الثانية :** من خلال قياس السعة الحيوية باستخدام جهاز الأسبيروميتر الجاف ، يتم الحصول على الحجم الزفيري السريع عند الثانية الأولى ومن خلال المعادلة التالية يتم تقدير السعة التنفسية القصوى (التهوية الرئوية) :

السعة التنفسية القصوى (M.B.C) =
37.5 x الحجم الزفيري السريع عند الثانية الأولى
(115 : 60)

- الحد الأقصى لاستهلاك الأكسجين(Vo2max) Maximum Oxygen Consumption

يعد تعبير الاستهلاك الأقصى للأكسجين أو القدرة الهوائية القصوى (Power) **Maximal Aerobic** من أكثر التعابير شيوعا واستخداما في حقل وظائف أعضاء الجهد البدني ، ويعتبر الاستهلاك الأقصى للأكسجين أحسن مؤشر فسيولوجى للإمكانية الوظيفية لدى الفرد ودليلا جيدا على مقدار لياقته البدنية ، ويمثل الاستهلاك الأقصى للأكسجين أقصى قدرة للجسم على أخذ ونقل الأكسجين ومن ثم استخلاصه في الخلايا العاملة (العضلات) وهو يساوى إجرائيا حاصل ضرب نتاج القلب (وهو كمية الدم التي يضخها القلب في الدقيقة) في أقصى فرق شرياني وريدي للأكسجين

الاستهلاك الأقصى للأكسجين = أقصى نتاج للقلب × أقصى فرق شرياني وريدي للأكسجين .
(60 : 55-57)

وقد تعددت التعريفات المختلفة للحد الأقصى لاستهلاك الأكسجين **Vo2 max** فعرفه **لامب Lamp (1984)** بأنه " أقصى حجم للأكسجين المستهلك باللتر أو

الملليلتر في الدقيقة (76 : 173) ، كما عرفته **منظمة الصحة العالمية W . H . O** (**1991**) بأنه " المؤشر الذي يدل على حالة الجهازين الدوري والتنفسي (88 : 54) ، كما عرفه **ماجليشو Maaglischo** (**1982**) بأنه مصطلح يستخدم للإشارة إلى كمية الأكسجين التي تمد العضلات وهي تقاس بواسطة حساب كمية الأكسجين المستهلك في الدقيقة الواحدة . (72 : 269)

وقد قام كثير من الباحثين بدراسة معدل تنمية الحد الأقصى لاستهلاك الأكسجين ، وأشارت نتائج هذه الدراسات إلى إمكانية زيادة الحد الأقصى لاستهلاك الأكسجين بنسبة 15 – 30 % خلال الفترة الأولى من التدريب في أول 2 – 3 أشهر من بداية التدريب ، ويمكن أن تصل هذه النسبة إلى 40 – 50 % إذا ما استمر التدريب لفترة 9 – 24 شهراً . وعادة يكفي فترة من 8 – 10 أسابيع لإحداث تنمية متكاملة للحد الأقصى لاستهلاك الأكسجين ، ولذلك فعند التخطيط الثانوي أو الموسمي يراعى تطبيق ذلك بأن زيادة استهلاك الأكسجين تكفي لها هذه الفترة المحددة 8 – 10 أسابيع على أن تكون الفترات التي تلي ذلك بهدف الحفاظ على المستوى الذي أمكن التوصل إليه خلال هذه الفترة . (2 : 172)

أهمية الاستهلاك الأقصى للأكسجين

مما لاشك فيه أن أهمية الاستهلاك الأقصى للأكسجين كعامل محدد للتفوق الرياضي تعتمد إلى حد كبير على نوعية المسابقة التي يشارك فيها ذلك الفرد ، ففي المسابقات القصيرة مثل العدو السريع متر) تقل أهمية الاستهلاك الأقصى للأكسجين كعامل محدد للتفوق ، كما أن هناك من جهة أخرى ارتباطاً وثيقاً بين امتلاك الفرد لكمية عالية من الاستهلاك الأقصى للأكسجين والأداء البدني في سباقات تتطلب عنصر التحمل (كالمسافات الطويلة والماراثون وما إلى ذلك) (62 : 57) ، ويشير **ماكدوجل وآخرون Macdougal et. Al** (**1991**) إلى أن الاستهلاك الأقصى للأكسجين له أهمية خاصة للاعبى الألعاب الجماعية .(77)

علامات الوصول للحد الأقصى لاستهلاك الأكسجين

1- عدم زيادة استهلاك الأكسجين عند زيادة شدة الحمل البدني .
2- زيادة معدل القلب عن 180 – 185 نبضة / دقيقة .
3- زيادة نسبة التنفس (RQ) عن 101 .
4- لا يقل تركيز حامض اللاكتيك عن 80 – 100 ملليجرام % .

ويلاحظ أنه حتى مرحلة البلوغ 12 – 14 سنة لا توجد فروق بين الذكور والإناث في مقدار الحد الأقصى المطلق ، ولكن بعد هذه المرحلة يقل الحد المطلق للإناث عن الذكور بمقدار 25 – 30 % ، ويصل الإناث إلى أعلى مستوى له في

الحد الأقصى لاستهلاك الأكسجين في عمر 18 – 20 سنة ثم يقل بعد ذلك تدريجياً بزيادة العمر ، ويستهلك الجسم أثناء الراحة عادة 200 – 300ملليلتر أكسجين / دقيقة ، ويتراوح الحد الأقصى لدى غير الرياضيين من 2.5 – 3 لتر / ق بينما يبلغ لدى لاعب التحمل حوالي 6 لتر / ق . (3 : 244 ، 245)

العوامل المؤثرة في الحد الأقصى لاستهلاك الأكسجين (القدرة الهوائية القصوى)

1- نوعية الاختبار المستخدم .
2- الوراثة .
3- الحالة التدريبية .
4- الجنس .
5- التركيب الجسمي للفرد .
6- العمر . (60 : 59 – 61)

كيفية قياس الحد الأقصى لاستهلاك الأكسجين Vo2 max :

يتم تحديد الاستهلاك الأقصى للأكسجين بإحدى الطريقتين التاليين :

1 – طريقة مباشرة تستهدف معرفة كمية الأكسجين الداخلة مع هواء الشهيق وكمية الأكسجين الخارجة مع هواء الزفير ، بحيث يدل الفرق بين الكميتين على مقدار الأكسجين الذي يستخدمه الجسم ، ويتطلب القياس المباشر للحد الأقصى لاستهلاك الأكسجين استخدام أجهزة معملية خاصة مكلفة الثمن ومعقدة التركيب بحيث تحتاج إلى خبراء متخصصون في تشغيلها بالإضافة إلى كونها تستغرق وقتاً طويلاً في التنفيذ بحيث تصبح غير مناسبة عند محاولة تطبيقها على مجموعات كبيرة العدد .

2 – طريقة غير مباشرة ويتم فيها تقدير الحد الأقصى لاستهلاك الأكسجين باستخدام نوعين من الاختبارات :

- الاختبارات التي تستخدم الحمل الأقل من الأقصى لقياس معدل القلب مثل اختبار استراند رهيمينج **Astrand Rhyming** واختبار Pwc170 .
- اختبارات الجري وتشمل اختبارات أطول مسافة يجريها اللاعب خلال 9 ، 12 دقيقة جري 1 – 1.5 ميل أو 2 ميل ، جري أطول فترة زمنية على السير المتحرك . (60 : 61) ، (4 : 69 ، 70) ، (51 : 178)

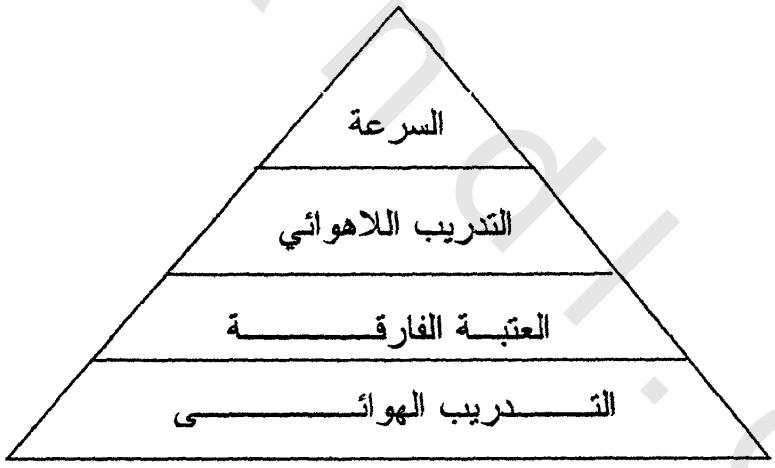
- الحد النسبى لأقصى استهلاك للأكسجين

يذكر **محمد نصر الدين رضوان (1998)** أنه نظراً لأن الأكسجين تستخدمه كل خلايا وأنسجة الجسم ، لذا نجد أن الأفراد كبار الحجم (الوزن) يستخدمون كميات من الأكسجين تفوق الكميات التى يستخدمها الأفراد الأقل فى الحجم (الوزن)

فى وقت الراحة وأثناء المجهود البدنى ، وبناء على ذلك تتم المقارنة بين الأفراد فى استهلاك الأكسجين على أساس وزن الجسم (51 : 175) ، و يعبر عن الحد الأقصى لاستهلاك الأكسجين النسبي بعدد ملليلترات الأكسجين مقابل كل كيلو جرام من وزن الجسم في الدقيقة الواحدة ، وتحسب بقسمة الحد الأقصى لاستهلاك الأكسجين المطلق بالملليلترات على وزن الجسم بالكيلو جرام فيكون الناتج تمييزه (ملليلتر / كجم / دقيقة) . (1 : 241)

ب - لياقة الطاقة Energy Fitness

وضع الباحث في الاعتبار عند تصميم برنامج تدريب لياقة الطاقة المقترح بناء أساس هوائي يمكن من خلاله تنمية التحمل والانتقال إلى العتبة الفارقة اللاهوائية ثم العمل اللاهوائي وصولاً إلى تدريبات السرعة القصوى مستنداً على هرم تدريب لياقة الطاقة **Energy Fitness Training Pyramid** والذى أشار إليه كل من **عبد العزيز النمر وناريمان الخطيب (2000)** ، ويوضح (شكل 9) هرم تدريب لياقة الطاقة .



(شكل 9)
هرم تدريب لياقة الطاقة (32 : 181 ، 182)

- التدريب الهوائي (العمل الهوائي) Aerobic Training

يمثل التدريب الهوائي قاعدة هرم تدريب لياقة الطاقة ، التي يجب أن تبنى أولاً وهو يمثل شكل التحمل الدوري التنفسي (التحمل الهوائي) الذي يجب تنميته أثناء فترة التأسيس **Foundation Period** من خلال العمل الهوائي والذي عرفه لامب **Lamp (1984)** بأنه " عبارة عن التغيرات الكيميائية التي تحدث في العضلات العاملة لإنتاج الطاقة اللازمة لأداء المجهود باستخدام أكسجين الهواء الجوي . (76 : 198)

ويشير **محمد حسن علاوي ، أبو العلا عبد الفتاح (1984)** أن التحمل الهوائي للألياف العضلية يعتمد على قدراتها في استهلاك الأكسجين وهذا يعتمد في المقام الأول على زيادة محتوى الليفة العضلية من الميوجلوبين والميتوكوندريا وإنزيمات الطاقة الهوائية وزيادة الشعيرات الدموية ، وهذه التغيرات الفسيولوجية التى تحدث نتيجة التدريب الهوائى هي المسئولة عن زيادة كفاءة العضلة في استهلاك الأكسجين وإنتاج الطاقة الهوائية وهذا يساعد العضلة على العمل لفترة طويلة وتحمل التعب . (48 : 150)

ويرى **عبد العزيز النمر وناريمان الخطيب (2000)** أن التدريب الهوائي ينمي نظم إنتاج الطاقة للألياف العضلية الحمراء بطيئة الانقباض (النوع I) ، والكفاءة الوظيفية للجهازين الدوري والتنفسي ، ويقوي عضلة القلب ، ويقي من الإصابات ، ويؤخر الإحساس بالتعب ، ويؤدي للوصول إلى ما يعرف باللياقة الهوائية والتي تلعب دوراً مؤثراً في المقدرة على الأداء بشدة عالية ، واستعادة الشفاء ، وكفاءة اللياقة الهوائية تعني الكفاءة الوظيفية للقلب والجهاز التنفسي .
(32 : 183)

ويتفق كل من **فوكس وماتيوس Fox & Mathews (1981) ، وفوكس Fox (1984)** على أن هناك العديد من التغيرات التي تحدث في العضلات الهيكلية نتيجة للتدريب الهوائي وهي :

- زيادة الميوجلوبين :

الميوجلوبين **Myoglobin** مادة ذات لون أحمر مسئولة عن حمل الأكسجين الوارد من الشعيرات الدموية إلى العضلة حيث تقوم بالاتحاد به ونقله من غشاء الخلية إلى الميتوكوندريا داخل الليفة العضلية ليستخدم في إنتاج الطاقة اللازمة للانقباض العضلي . وقد ازدادت مادة الميوجلوبين بدرجة واضحة بعد برنامج تدريبي لمدة ثلاث شهور بمعدل خمسة أيام أسبوعياً .

- زيادة أكسدة الجليكوجين :

فالتدريب الهوائي يزيد من قدرة العضلات الهيكلية على أكسدة المواد الكربوهيدراتية وأهمها الجليكوجين وتكسيرها إلى ثاني أكسيد الكربون وماء وإنتاج (ATP) وهناك سببين لتحسن قدرة العضلات الهيكلية على تكسير الجليكوجين :

الأول : زيادة عدد وحجم الميتوكوندريا في الألياف العضلية الهيكلية .

الثاني : زيادة مستوى نشاط وتركيز الإنزيمات المستخدمة في دورة كربس ونظام التوصيل الإلكتروني .

وقد أظهرت نتائج كل من **جولنك وكينج Gollnick & King (1969)** ، **هولذى Hollszy (1967)** عن **طارق ندا (1989)** ، **بروس ونوبل Bruce & Noble (1986)** أن نتيجة التدريب الهوائي ازداد عدد وحجم الميتوكوندريا في العضلات (22) ، (65 : 263) ، كذلك تشير بعض الدراسات إلى حدوث تحسن وزيادة في كمية الجليكوجين المخزنة في العضلات نتيجة للتدريب الهوائي . (74 : 295-297)

- زيادة أكسدة الدهون :

يشير **فوكس Fox (1984)** إلى أن التدريب الهوائي يؤدى إلى زيادة أكسدة الدهون أي تكسيرها إلى ثاني أكسيد الكربون والماء وإنتاج الـ (ATP) فى وجود الأكسجين ، كما يؤدى إلى زيادة تسرب الأحماض الدهنية من الأنسجة الدهنية وزيادة نشاط الأنزيمات لحمل وتكسير الأحماض الدهنية الزائدة . (71 : 273-275)

ويؤكد كل من **كرايمر وجوميز Kraemer & Gomez (2001)** على أن التدريب الهوائي يؤدي إلى :

- زيادة الشعيرات الدموية في الألياف العضلية العاملة وبالتالي زيادة في تدفق الدم للألياف العضلية بصورة كاملة وبالتالي توصيل الأكسجين والغذاء إلى كل ليفة عضلية .
- زيادة عدد الميتوكوندريا وبالتالي تحسن في عملية ميتابوليزم الطاقة الناتجة من المصادر الهوائية .
- زيادة في مقدرة العضلات على استخدام الدهون كوقود والتقليل من طاقة الكربوهيدرات التي تنتج حامض اللاكتيك وبالتالي يزيد من العتبة الفارقة اللاكتيكية ويبقي على مخزون الكربوهيدرات في الكبد .
- يحسن من إمداد العضلات بالجلوكوز الذي تحتاج إليه أثناء الأداء لفترات طويلة .

(64 : 10)

ويضيف **يوسف دهب (2000)** إلى أن أهم مظاهر التحمل الهوائي أو القدرة الهوائية هي:

- الاقتصاد في الطاقة عند أداء العمل العضلي .
- أداء الحمل أو المسافة في زمن أقل .
- القدرة على الاحتفاظ بمستوى الأداء البدني لأطول فترة ممكنة مع إمكانية الارتقاء به . (62 : 275)

ويمكن قياس العمل الهوائي (التحمل الهوائي) عن طريق اختبارات الجري الهوائية وهي تتأسس على أن الشخص الأكثر لياقة سوف يصبح قادراً على جري

المسافة المعطاة في أقل زمن ، أو جري مسافة أكبر خلال الفترة الزمنية المصرح بها للأداء ويمكن من خلال اختبارات تحمل الجري الهوائية التنبؤ بالحد الأقصى لاستهلاك الأكسجين ، ولعل من أكثر اختبارات الجري الهوائية أهمية وانتشاراً في المجال الرياضي اختبار الجري – المشي لمدة 12 دقيقة (اختبار كوبر **Cooper Test**) والذي يؤدى في المضمار أو الملاعب المكشوفة . (51 : 341 – 343)

وقد قام الباحث بتبني فكرة إجراء اختبار كوبر **Cooper Test** على السير المتحرك **Treadmill** بدلاً من إجراؤه في المضمار ومن خلال الدراسة الاستطلاعية التي قام بها الباحث أعطى أداء اختبار كوبر على السير المتحرك نتائج أفضل من أدائه في المضمار ، وقد يرجع الباحث ذلك إلى الأسباب التالية :

- أن الأداء على السير المتحرك يمد اللاعب بأكثر من تغذية رجعية (المسافة المقطوعة – سرعة الجري – زمن الجري) .
- أن الأداء على السير المتحرك يزيد من الحس الدافعي لدى اللاعبين على إنجاز أكبر مسافة .
- أن الأداء على السير المتحرك يعطي نتائج أكثر دقة للمسافات المقطوعة وتلافي عيوب طريقة تقسيم المضمار إلى مسافات لتحديد مسافات الجري .
- يعد إجراء الاختبار على السير المتحرك أكثر سهولة حيث يتم التحكم في سرعة الجري وظهور المسافة المقطوعة وزمن الأداء بصورة دائمة أمام اللاعب ، وهذا لا يتحقق في أداء الاختبار في المضمار .

- العتبة الفارقة اللاهوائية Anaerobic Threshold Training .

يشير **عبد العزيز النمر ونادية الخطيب** (**2000**) أن العتبة الفارقة اللاهوائية **Anaerobic Threshold Training** هي المرحلة التالية في هرم تدريب لياقة الطاقة وتأتي بعد تكوين الأساس الهوائي حيث يتم التدريب في هذه المرحلة على الحافة العليا للعمل الهوائي لتطوير المقدرة الهوائية للألياف الجليكوجينية الحمراء سريعة التأكسد **Fast Oxidative Glycolytic Fibers** . (32 : 184 ، 185)

والعتبة الفارقة اللاهوائية هي حالة فسيولوجية يصل إليها اللاعب أثناء الأداء الرياضي ولهذه الحالة مواصفات فسيولوجية خاصة ، كما أن لها علاقة بنظم إنتاج الطاقة وبصفة خاصة العلاقة بين تكوين حامض اللاكتيك وسرعة التخلص منه والحد الأقصى لاستهلاك الأكسجين وكذلك التهوية الرئوية ، حيث يصل اللاعب إلى هذه الحالة عندما تزيد لديه سرعة إنتاج حامض اللاكتيك بمعدل أكبر من سرعة التغلب عليه والتخلص منه في الدم ، ويطلق مصطلح العاتبة الفارقة اللاهوائية على مستوى شدة الحمل البدني التي يزيد عندها معدل انتقال حامض اللاكتيك من العضلات إلى الدم بدرجة تزيد عن معدل التخلص منه في الدم . (1 : 251)

ويعرفها **فوكس وماتيوس Fox & Mathews (1981)** بأنها شدة الحمل أو استهلاك الأكسجين مع زيادة سرعة التمثيل الغذائي اللاهوائي ، بينما **يعرفها لامب Lamp (1984)** بأنها " النقطة العليا لانكسار التهوية الرئوية " وفي تعريف آخر **للامب** بأنها " مستوى الحمل البدني الذي يزيد عنده إنتاج الطاقة اللاهوائي من خلال نظام حامض اللاكتيك لزيادة تركيز حامض اللاكتيك في الدم . (48 : 184)

ويعرفها بعض الباحثين على أنها " زيادة تجمع لاكتات الدم **Onest of Blood Lactate Accumulation (OBLA)** وفيها يلاحظ الزيادة في معدل الحد الأقصى لاستهلاك الأكسجين أثناء التمرين الزائد والذي يصاحبه زيادة تركيز لاكتات الدم ليصل إلى 4 مللي مول وهذه تسمى بالعتبة الفارقة اللاهوائية .
(63) ، (15 : 219)

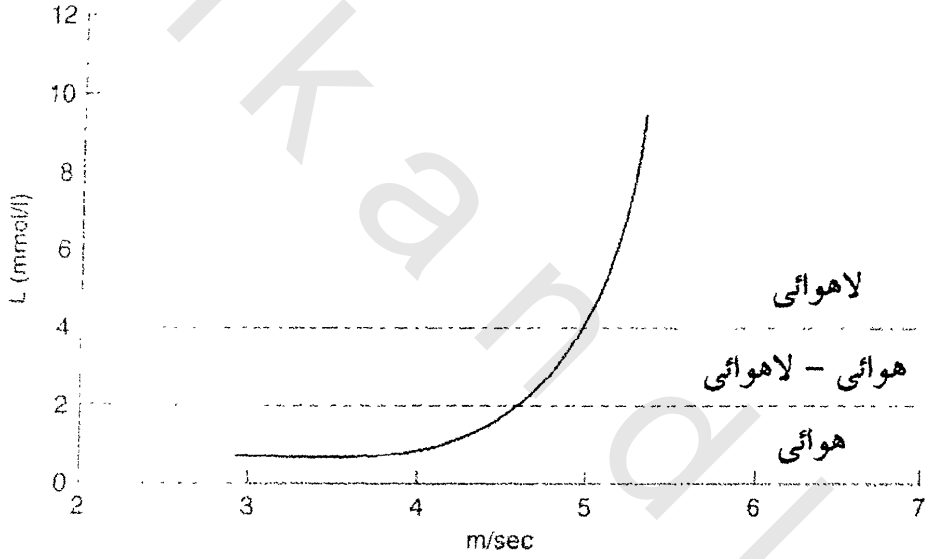
ومن التعريفات السابقة للعتبة الفارقة اللاهوائية يلاحظ أن تسميتها بهذا الاسم تعتبر تسمية غير دقيقة ، حيث أن إنتاج الطاقة اللاهوائي يتم قبل الوصول إلى العتبة الفارقة اللاهوائية ، ولذلك يميل معظم الباحثون إلى استخدام مصطلح آخر هو " نقطة انكسار التهوية الرئوية **Ventilation Breaking Point** أو لحظة تجميع حامض اللاكتيك (**OBLA**) " ، وبما أن العتبة الفارقة اللاهوائية هي المصطلح المتعارف عليه في الأوساط الرياضية لذا فسوف نرتضيه مصطلح لنتحدث من خلاله (1 : 251) .

العتبة الفارقة اللاهوائية ونسبة تركيز حامض اللاكتيك :

أصبح معروفاً منذ الثلاثينات أن نسبة تركيز حامض اللاكتيك ترتفع في الدم أثناء أداء النشاط البدني نتيجة لعملية التمثيل الغذائي للمواد الكربوهيدراتية الموجودة بالعضلات على شكل جليكوجين (**أولـيس Owles (1930)** ، **بانج Bang (1936)** ، حيث يتم انشطار الجليكوجين خلال عدة عمليات كيميائية ليصل إلى حامض البيروفيك وإذا لم يكن هناك مقدار من الأكسجين يقابل حجم وسرعة الطاقة المطلوبة فإن حامض اللاكتيك يتجمع داخل الليفة العضلية ثم ينتقل منها إلى الدم . وعادة ما يتراوح تركيز حامض اللاكتيك خلال الراحة ما بين 1 – 2 مللي مول (المللي مول = 9 ملليجرام) وعندما يزيد هذا المقدار يمكن أن يصل إلى 4 مللي مول وهذا المستوى أتفق على أن يكون هو مستوى العتبة الفارقة اللاهوائية حيث أن العمل العضلي في هذه الحالة لا يؤدى إلى سرعة ظهور التعب ويمكن تحمل هذه الحالة لفترة طويلة . (1 : 252)

ويشير **أبو العلا عبد الفتاح وأحمد نصر الدين (1993) ، وبيتر جنسن Petter Janssen (2001)** إلى أن مستوى 2 مللي مول هو الحد الذي يمثل العتبة

الفارقة الهوائية **Aerobic Threshold** وأن إمداد الطاقة للعضلات العاملة تحت هذا المستوى يكون هوائياً خالصاً ، بينما يمثل المستوى 4 مللي مول العتبة الفارقة اللاهوائية وأن إمداد الطاقة للعضلات العاملة فوق هذا المستوى يكون لا هوائياً خالصاً . وهكذا فإن المنطقة التي تقع بين 2 ، 4 مللى مول تسمى منطقة الانتقال الهوائية – اللاهوائية **Aerobic-Anaerobic Transition Zone** . ويكون إمداد الطاقة للعضلات العاملة هوائياً ولاهوائياً ، ويستطيع اللاعب أن يستمر في الأداء باستخدام شدة الحمل التي تقع بين 2 – 4 مللي مول لفترة طويلة تتراوح ما بين 1 – 1.5 ساعة ويطلق على هذه الحالة " حالة الثبات القصوى للاكتات " **Maximal Lactate Steady State** واختصارها (**M.L.S.S**) ، ويوضح (شكل 10) إمداد الطاقة طبقاً لمستوى حامض اللاكتيك في الدم . (1 : 253) ، (80 : 108 ، 109)



(شكل 10)

إمداد الطاقة طبقاً لمستوى حامض اللاكتيك في الدم

(80 : 108)

ويشير **بيتر جنسن** **Petter Janssen** (**2001**) إلى أن مستوى لاكتات الدم المقابل للعتبة الفارقة اللاهوائية عند معظم الرياضيين حوالي 4 مللي مول / لتر إلا أنها تختلف من لاعب لآخر فقد تكون منخفضة من 2 – 3 مللي مول / لتر ، وقد تكون مرتفعة من 6 – 8 مللي مول / لتر ويتوقف ذلك على حالة الرياضي البدنية والفسيولوجية ، ويضيف أن أفضل الطرق لتحديد العتبة الفارقة اللاهوائية هو تحديد حالة الثبات القصوى للاكتات (**M.L.S.S**) ، وهناك العديد من البروتوكولات الخاصة بذلك فمنها من يتم في المضمار ومنها من يتم في المعمل على الدراجة الأرجوميترية (80 : 109) ، وقد قام الباحث باستخدام إحدى تلك البروتوكولات والتي تتم فى المضمار ولكن باستخدام السير المتحرك وذلك لتحديد العتبة الفارقة اللاهوائية .

openkanal.com

ومن المعروف أن أقصى مستوى لتركيز حامض اللاكتيك بالدم يمكن أن يتراوح ما بين 12 – 20 مللي مول ، وقد فسر زيادة نسبة تركيز اللاكتيك في الدم إلى حدوث حالة الهيبوكسيا **Hypoxia** (نقص الأكسجين) بالعضلة ، تأثير هرمون الأدرينالين وتعبئة مجموعة كبيرة من الألياف العضلية للعمل العضلي . (1 : 253)

ويشير **محمد حسن علاوي ، أبو العلا عبد الفتاح (1984)** أن إنتاج حامض اللاكتيك يزداد في بداية أي نشاط بدني بصرف النظر عن شدة هذا النشاط في العضلات العاملة ، ويرجع سبب ذلك إلى بطء عمليات إنتاج الطاقة الهوائية وعدم كفاية توصيل الأكسجين إلى العضلات العاملة بالقدر الذي تتطلبه وبذلك تقوم هذه العضلات باستهلاك الجليكوجين بدون وجود الأكسجين بما يتسبب في زيادة تكوين حامض اللاكتيك ، وعند زيادته في العضلات يخرج إلى الدم ويؤدى هذا إلى انخفاض مقدار الـ (**PH**) الدم حيث توجد علاقة سالبة بين زيادة حامض اللاكتيك وانخفاض مستوى (**PH**) الدم ، وتتوقف كمية اللاكتيك التي تنتجها العضلات على ثلاثة عوامل هي :

- شدة الحمل البدني .
- حجم الحمل البدني .
- حجم العضلات العاملة . (48 : 181 ، 182)

وتؤدى زيادة حامض اللاكتيك في الدم إلى سرعة شعور اللاعب بالتعب والإجهاد وعدم القدرة على مواصلة واستمرارية الأداء حتى أن اللاعب يتوقف عن الأداء مباشرة ويمكن تأخير حدوث التعب من خلال ثلاث طرق هي :

1- تقليل معدل تجمع اللاكتيك .

يمكن تقليل تجمع حامض اللاكتيك عن طريق تقليل معدل إنتاجه في العضلات ويقل إنتاج حامض اللاكتيك أثناء النشاط البدني عند زيادة استهلاك الأكسجين وعند ذلك تتم أكسدة كميات أكبر من الهيدروجين وحامض البيروفيك الناتجة عن التمثيل الغذائي اللاهوائي لتتحول داخل الميتوكوندريا إلى ثاني أكسيد الكربون وماء . أما فى حالة عدم كفاية الأكسجين فإن البروفيك وأيون الهيدروجين يتحدان لتكوين حامض اللاكتيك . (1 : 166 ، 167)

ويشير **أبو العلا عبد الفتاح (1997)** أنه كلما ارتفع مستوى الإمكانات الهوائية زادت قدرة الجسم على مقاومة زيادة إنتاج حامض اللاكتيك وبالتالي تأخرت لحظة زيادة تركيزه بالدم والعكس . (2 : 169)

2- زيادة التخلص من حامض اللاكتيك .

يشير **كارل جانسون Carl Johnson (1977)** أنه أثناء التدريب ذو الشدة العالية يتم تحويل حامض اللاكتيك إلى حامض بيروفيك عن طريق عضلة القلب وكذلك تعمل الكليتين على التخلص من كمية قليلة من حامض اللاكتيك أثناء التدريب (67 : 213) ، ويضيف **فوكس وماتيوس Fox & Mathews (1981)** أن العضلات غير العاملة تسهم في التخلص من كمية كبيرة من حامض اللاكتيك في الدم وذلك في حدود قدرتها على استخلاص هذا الحمض في الدم الساري خلالها . (74 : 49)

ويشير **أبو العلا عبد الفتاح وأحمد نصر الدين (1993)** إلى أن الجهاز الدوري يساعد فى التخلص من حامض اللاكتيك عن طريق زيادة توصيل الدم إلى العضلات العاملة نتيجة زيادة الدفع القلبي وكثافة الشعيرات الدموية وتوزيع سريان الدم وكذلك يعمل على سريان الدم خلال العضلات لفترة زمنية معينة فيمالا يسمح زيادة انتشار اللاكتيك منها إلى الدم الذي يقوم بنقله إلى القلب والكبد والعضلات غير العاملة . (1 : 168) ، وهناك مجموعة من العوامل تؤدى إلى زيادة التخلص من حامض اللاكتيك : -

- زيادة فاعلية التمثيل الغذائي الهوائي للعضلات ، مما يقلل من الحاجة إلى التمثيل الغذائي اللاهوائي .
- انتشار حامض اللاكتيك خلال الألياف العضلية غير العاملة .
- زيادة التخلص من حامض اللاكتيك بواسطة القلب والكبد والعضلات غير العاملة لمواجهة سرعة إنتاجية .
- زيادة التمثيل لحامض اللاكتيك في العضلات . (46 : 55) ، (1 : 253)

3- زيادة القدرة على احتمال تجمع اللاكتيك .

يذكر **ماجليشو Maglischo (1982)** أنه عندما يتجمع حامض اللاكتيك بدرجة كبيرة فإن ذلك يسبب زيادة في حموضة الدم وعندئذ يشعر الرياضي بالألم ، والرياضيون الذين لديهم القدرة على احتمال اللم أكثر يمكنهم تكوين لاكتات أكثر من خلال استخدام التكسير اللاهوائي وهناك طريقتين يمكن من خلالهما احتمال الألم عن الحموضة هما :

(أ) قدرة التعادل الحسنة .

يقلل هذا من تأثير حمض اللاكتيك على الأسس الهيدروجينية (PH) ، فالمعادل يتكون من حمض خفيف وملح لنفس هذا الحمض ، والمعادلات موجودة في الدم وداخل الخلايا العضلية ويمكنها الاتحاد مع حمض اللاكتيك لإضافة أو معادلته ، وهذا الفعل التعادلي يمنع النقص الحاد في الـ (PH) أثناء التدريب . (261 : 72)

(ب) احتمال الآلام الحسنة .

يشير كلاً من **محمد حسن علاوي ، أبو العلا عبد الفتاح (1984)** إلى أنه عندما يزيد تجمع اللاكتيك في العضلة وحدوث الحمضية **Aciddosis** يشعر اللاعب بالألم وعند ذلك فإن اللاعب المدرب على تحمل هذا الألم يستطيع الاستمرار في الأداء مع تحمل زيادة تجمع حامض اللاكتيك والاحتفاظ بمستوى عال من سرعة الأداء الحركي ، ويتم ذلك من خلال تحسين سعة المنظمات الحيوية **Buffring Capacity** وزيادة تحمل الألم ، وينعكس تحسن سعة المنظمات الحيوية في المحافظة على مستوى الـ (**PH**) ضد زيادة الحمضية ، وقد دلت دراسات كثيرة على إمكانية تحسن سعة المنظمات الحيوية عن طريق التدريب الرياضي وتساعد قدرة اللاعب على تحمل الألم نتيجة زيادة اللاكتيك على الاحتفاظ بمستوى عال من الداء لفترة أطول ولم تذكر المراجع الفسيولوجية الكثيرة عن هذا العامل كما تساعد الدوافع التي يستخدمها المدرب لزيادة فاعلية اللاعبين على أداء مثل هذه التدريبات اللاهوائية على تنمية هذا العامل .(48 : 148)

يذكر كل من **أبو العلا عبد الفتاح ، أحمد نصر الدين (1993)** أنه يتم التخلص من حامض اللاكتيك بواسطة أربع طرق وهي :

- خروج حامض اللاكتيك مع البول والعرق ، ويتم ذلك بدرجة طفيفة جداً .
- التحول إلى جلوكوز أو جليكوجين ، ويحدث ذلك في الكبد يتحول حامض اللاكتيك إلى جليكوجين وجلوكوز وفي العضلات يتحول إلى جليكوجين للمساعدة في الإمداد بالطاقة .
- أكسدة حامض اللاكتيك ، ويتم أكسدة حامض اللاكتيك لتحويله إلى ثاني أكسيد الكربون وماء لاستخدامه كوقود في نظام الطاقة الهوائي .
- تحول حامض اللاكتيك إلى بروتين ، يمكن تحويل كمية قليلة جداً من حامض اللاكتيك إلى بروتين مباشرة في الفترة الأولى للاستشفاء بعد التدريب .

كما يشيرا إلى سرعة التخلص من حامض اللاكتيك ، فقد دلت نتائج الدراسات أن فترة ساعة واحدة تكفي لإزالة معظم حامض اللاكتيك ، ويتطلب التخلص من نصف مقدار حامض اللاكتيك المتجمع بعد التدريبات ذات الشدة القصوى فترة زمنية في حدود 25 دقيقة ، ويعني ذلك أن التخلص من 95 % من حامض اللاكتيك يتم خلال ساعة وربع بعد أداء التدريبات ذات الشدة القصوى بينما يقل الزمن عن ذلك في حالة انخفاض شدة أداء التدريبات (1 : 176 ، 177)

ويوضح كل من **كاظم جابر (1999) ، بهاء سلامة (2000)** ، أنه خلال السنوات الماضية كانت تتبع طرق تقليدية فى تقويم الأحمال البدنية الخاصة بأنشطة التحمل من خلال التعرف على أقصى استهلاك للأكسجين بالعضلات (**Vo2 max**)

، وارتباطها بمعدل نبضات القلب ، وفى الآونة الأخيرة استطاع الباحثون الربط بين معدل تراكم حامض اللاكتيك ومعدل الأداء البدنى ، وعلاقتها بالتكيف لأداء الأحمال التدريبية المختلفة ، فتراكم حامض اللاكتيك فى الدم يعتبر مؤشراً جيداً للتعرف على التقدم والتحسن فى الأداء بعد الاشتراك فى الحمل البدنى وكذلك تحديد مظاهر التدريب ، ولذلك أصبح من الضرورى التعرف على أسباب حدوث عتبة اللاكتات **Lactate Threshold** وهى تعبر عن مدى استجابة حمض اللاكتيك لأداء الأحمال البدنية المتنوعة إلى جانب معدل تركيز حمض اللاكتيك بالجسم عند الأداء مع أقصى معدل نبضات للقلب ، حتى يصبح تصميم برامج التدريب أكثر فعالية للوصول للأهداف الموضوعة . (45 : 189) ، (15 : 205)

العتبة الفارقة اللاهوائية ومعدل القلب (النبض) Heart Rate.

تسمى الارتجاجات الموجية لجدران الشرايين بالنبض وتحدث هذه الارتجاجات نتيجة انقباضات القلب الإيقاعية ، ويمكن الإحساس بالنبض في الشرايين السطحية عند ضغطها على العظام الواقعة بجوارها وفى التطبيق العملي يحدد النبض عادة على الشريان الكعبرى في الجزء السفلي من الساعد ويوافق عدد النبضات عدد انقباضات القلب ويعتبر النبض مؤشرا لحالة اللياقة البدنية .
(21 : 49)

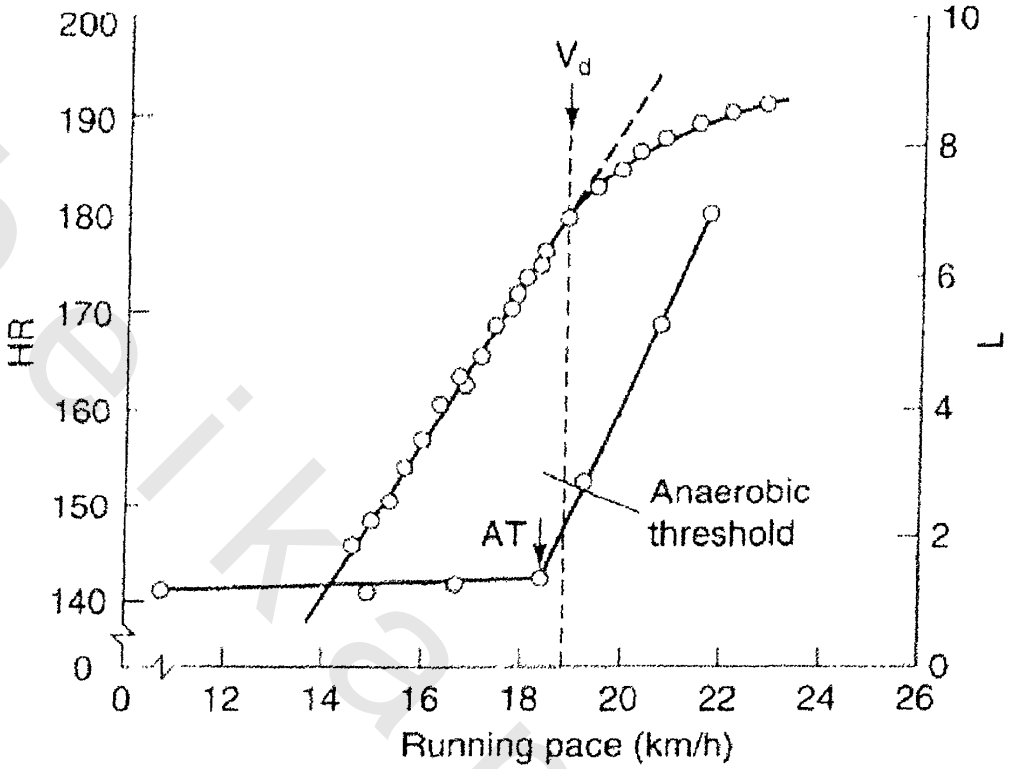
ويشير كلا من **أبو العلا عبد الفتاح و محمد صبحي حسانين** (1997) ، **بهاء الدين سلامة** (2000) إلى أن معدل ضربات القلب (HR) يعد واحدا من أبسط القياسات الدورية القلبية وعادة ما يعطي قياس نعدل القلب مؤشراً للحالة التدريبية للاعب ، ويقاس بعدة طرق منها السمع " بالسماعة الطبية " ، وطريقة الجس " في الموضع السباتى أو الكعبرى أو طريقة رسم القلب الكهربائي " جهاز ECG" . (3 : 60 - 63) ، (15 : 52) . ويضيف **محمد نصر الدين رضوان** (1998) طريقة الأجهزة الإلكترونية عند الأذن أو إبهام اليد **Monitor** .
(51 : 74)

ويذكر كلا من **أبو العلا عبد الفتاح – محمد صبحي حسانين** (1997) أن لعل ما يزيد من قياس معدل القلب في المجال الرياضي هو ارتباط معدل القلب بكثير من الوظائف الفسيولوجية الأخرى المهمة والتي قد يصعب على المدرب قياسها ميدانيا (فى الملعب) ، على سبيل المثال .

- يرتبط معدل القلب بمستوى العتبة الفارقة اللاهوائية والتي تكون في حدود 140 – 170 نبضه / دقيقة .
- تحدد شدة الحمل البدني أيضا باستخدام درجات معينه من معدل القلب لتحديد مقدار شدة الحمل البدني الملائمة والتدرج بها . (3 : 58 ، 59)

نقطة انحراف معدل القلب Heart Rate Deflection Point

عند البدء فى التدريب فإن معدل القلب يزداد مباشرة ، ومع زيادة شدة التدريب (سرعة الجري) يزداد معدل القلب وتأخذ العلاقة بين شدة التدريب (سرعة الجري) ومعدل القلب شكل الخط المستقيم ولكن عند الشدة العالية (السرعات العالية) فإن معدل القلب يضعف تدريجيا عند نقطه معينه فتأخذ العلاقة بين شدة التدريب ومعدل القلب شكل المنحنى ، وتمثل هذه النقطة التي ينتهي عندها الخط المستقيم نقطة انحراف معدل القلب (HRDP) ، ويشير **كونكونى وآخرون ConCony et .al** (1992) إلى أن كمية حامض اللاكتيك عند نقطة انحراف معدل القلب حوالي 4 مللي مول / لتر ، وأنه عند تلك النقطة يستطيع اللاعب أن يستمر في الأداء لأطول فترة ممكنة دون الشعور بالتعب أو الإجهاد بسبب وجود توازن بين سرعة إنتاج حامض اللاكتيك وسرعة التخلص منه ، وأن إنتاج وإمداد الطاقة عند تلك النقطة يكون هوائيا – لاهوائيا (86 : 36 ، 37) ، وأنه بزيادة شدة التدريب (سرعة الجري) فوق تلك النقطة (HRDP) سوف يؤدى ذلك إلى تراكم حامض اللاكتيك بصورة سريعة ، هذا التراكم لحامض اللاكتيك يعتبر إشارة لزيادة إمداد الطاقة لاهوائيا وضعف إمداد الطاقة هوائيا لذا يتضح أن هناك علاقة متبادلة بين العتبة الفارقة اللاهوائية ونقطة انحراف معدل القلب ، ويرمز لسرعة الجري التي تقابل نقطة انحراف معدل القلب بـ V4 حيث يشير حرف الـ V إلى السرعة Velocity ، ويشير رقم 4 إلى كمية لاكتات الدم عند نقطة انحراف معدل القلب ، ويتم تحديد نقطة انحراف القلب وبالتالي تحديد العتبة الفارقة اللاهوائية باستخدام **اختبار كونكوني Concony Test** حيث **يشير بيتر جنسن Petter Janssen** (2001) إلى أن الـ (V4) لنقطة انحراف معدل القلب (HRDP) تكون بالقرب من الـ (V4) للعتبة الفارقة اللاهوائية (AT) ويوضح (شكل 11) نقطة انحراف معدل القلب والعتبة الفارقة اللاهوائية .



(شكل 11)

نقطة انحراف معدل القلب والعتبة الفارقة اللاهوائية

(67 ، 66 : 80)

كما يشير إلى أن الرياضيين ذوي المستويات العالية تكون نقطة انحراف معدل القلب (**HRDP**) لديهم أقل من معدل القلب الأقصى (**HRmax**) بحوالي من 5 – 20 نبضة ، بينما الشخص العادي من 20 – 27 نبضة أقل من معدل القلب الأقصى **HRmax** ، ويتم استخدام نقطة انحراف معدل القلب **HRDP** في تقنين حمل التدريب ، وتحديد مستوى شدة الحمل البدني حيث تمثل الـ **V4** التي تقابل **HRDP** 100 % ، كما يمثل الـ **HRDP** الـ 100 % أيضاً . ويتم تحديد شدة الحمل المستهدف طبقاً للـ (**V4**) أو (**HRDP**) ، فإذا كانت نقطة انحراف معدل القلب **HRDP** لأحد اللاعبين 180 نبضة / دقيقة وكانت الـ **V4** التي تقابل تلك النقطة 15 كم / ساعة لذا فإن شدة الحمل المستهدف 70 % تساوي 126 نبضة / دقيقة والـ 70 % تساوي 10.5 كم / س (80 : 65 ، 68) ، ويوضح (جدول 3) حالة الرياضي وفقاً للـ **V4** (السرعة التي تتطابق مع **DP**) ، كما يوضح (جدول 4) منطقة التدريب وشدة التدريب ومعدل القلب وفقاً للـ **V4**

(جدول 3)
حالة الرياضي وفقاً للـ V4

حالة الرياضي	V4 كم / س
سيئة جداً	9
سيئة	10
معقولة .	12
ممتازة .	14
ماراثون سويسرا .	19
الرقم العالمي للماراثون .	23.6

. (71 : 80)

(جدول 4)
منطقة التدريب وشدة التدريب ومعدل القلب وفقاً للـ V4

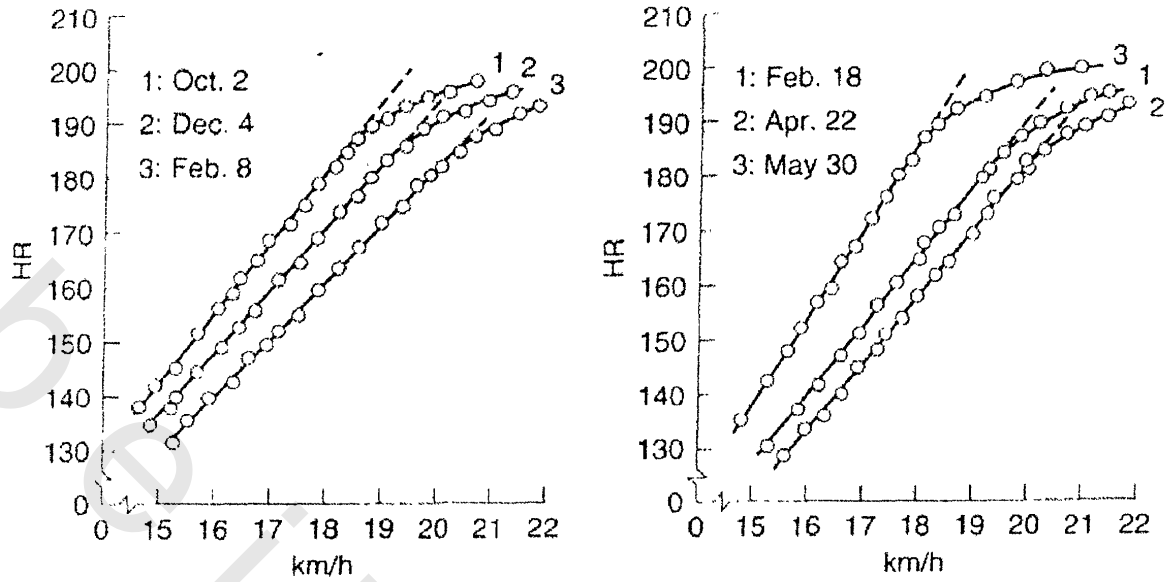
منطقة التدريب	* الشدة %	معدل النبض نبضة / دقيقة
تمرينات استعادة الشفاء .	70 –80	أقل من 120 .
العمل الهوائي 1 A1	80 – 90	120 – 140 .
العمل الهوائي 2 A2	90 – 95	140 – 155 .
تمرينات التحمل 1 E1	95 – 100	155 – 160 .
العتبة الفارقة اللاهوائية = %100 = HRDP = V4		
تمرينات التحمل 2 E2	100 – 110	160 – 170
العمل اللاهوائي 1 An1	110 – 120	170 – معدل القلب الأقصى .

*V4 = HRDP

(77 ، 71 : 80)

بعد فترة من التدريب يمكن تكرار اختبار كونكوني مرة أخرى تحت نفس الظروف فإذا تحرك الخط البياني تجاه اليمين فإن ذلك يعكس تحسن قدرة التحمل لدى اللاعب ، أما إذا تحرك الخط البيانى تجاه اليسار فإن ذلك يعكس انخفاض قدرة التحمل لدى اللاعب ربما لإصابته بعدوى فيروسية أو ظاهرة التدريب الزائد ، ويوضح (شكل 12) تأثر الـ DP بحالة الرياضي البدنية والصحية .

obeikandi.com



(شكل 12)
تأثر الـ DP بحالة الرياضي البدنية والصحية
(67 : 80)

- التدريب (العمل) اللاهوائي .

وهو المرحلة الثالثة من هرم لياقة الطاقة والتدريب اللاهوائي يعد من أكثر أجزاء الإعداد البدني أهمية وحيوية للاعب كرة السلة ، حيث تتطلب رياضة كرة السلة بذل اندفاعات متفجرة جداً من الطاقة لفترات قصيرة نسبياً ومتكررة ، والتدريب اللاهوائي يطور مصادر وممرات الطاقة قصيرة المدى ، ويعد الألياف الجليكوجينية السريعة البيضاء **Fast Glycolytic Fibers** للمنافسات .(32 : 185)

ويعتمد التدريب اللاهوائي على أحمال بدنية تتميز بالعمل اللاهوائي الذي عرفه **ديفيد لامب David Lamp (1984)** بأنه " عبارة عن التغيرات الكيميائية التي تحدث في العضلات العاملة لإنتاج الطاقة اللازمة لأداء المجهود مع عدم استخدام الأكسجين الهوائي (76 : 220) ، ويحسن التدريب اللاهوائي من القدرات اللاهوائية للاعب حيث يعرفها **أبو العلا عبد الفتاح ، أحمد نصر الدين (1993)** بأنه " العمل العضلي الذي يعتمد على إنتاج الطاقة اللاهوائية ، فعندما يتطلب الأداء الحركي عملاً عضلياً بأقصى سرعة أو أقصى قوة فإن عمليات توجيه الأكسجين إلى العضلات العاملة لا تستطيع أن تلبي حاجة العمل العضلي السريع من الطاقة ، وعلى هذا الأساس يتم إنتاج الطاقة بدون أكسجين أي بالطريقة اللاهوائية اعتماداً على نظامين أحدهما النظام الفوسفاتي **ATP- PC** وهو النظام الأسرع والمسئول عن إنتاج الطاقة للأنشطة البدنية التي تؤدى بأقصى سرعة ممكنة في حدود ما لا يزيد عن 30 ثانية ، وفي حالة زيادة العمل العضلي إلى دقيقة أو دقيقتين فإن النظام اللاهوائي الثاني (نظام حامض اللاكتيك) يصبح هو المسئول عن إنتاج الطاقة ، وينتج عن هذه العملية حامض اللاكتيك الذي يؤثر على قدرة العضلة على الاستمرار في الأداء بنفس الشدة ويحدث التعب . (1 : 161)

obeikandl.com

ثانيا : الدراسات السابقة والمرتبطة

تساعد الدراسات السابقة بما تحتويه من معلومات وإجراءات في أن يسترشد بها في دراسة قيد البحث من حيث الهدف والعينة والمتغيرات المستخدمة والأسلوب الإحصائي وأهم النتائج التي تم التوصل إليها ، ومن خلال البحث والإطلاع على الدوريات العلمية المتخصصة والاتصال بالشبكة القومية للمعلومات أمكن للباحث التوصل إلى مجموعة من الدراسات والبحوث الأجنبية والعربية والتي لها علاقة بالدراسة الحالية وقد قام الباحث بتصنيفها كما يلي :

- دراسات تناولت العمل الهوائي .
- دراسات تناولت العتبة الفارقة اللاهوائية .
- دراسات تناولت العمل اللاهوائي .
- دراسات تناولت لياقة الطاقة .

- الدراسات التي تناولت العمل الهوائي :

1 - دراسة **عادل فوزي ، محمود حسن (1986)** وعنوانه " **أثر برنامج تدريبي لتنمية القدرة الهوائية باستخدام نبض القلب للسباحين المتقدمين** " ، وتهدف الدراسة إلى التعرف على أثر استخدام معدل النبض كوسيلة مقننة للتدريب الهوائي لسباحي 200 متر زحف على البطن ، واستخدام الباحث المنهج التجريبي ، واشتملت العينة على 19 سباحاً من بطولة الجامعات المصرية ، واستخدم الباحثان جهاز قياس النبض لجمع البيانات ، وأسفرت نتائج الدراسة أن قياس النبض أظهر تفوقاً على الطرق الأخرى المستخدمة في تحديد شدة التدريب كما أنها تعكس العبء البدني والنفسي أثناء التدريب .(27)

2 - دراسة **عبد الحليم محمود عبد الحليم (1986)** وعنوانها " **دراسة مقارنة لأثر طريقتي التدريب المستمر والفتري على تطوير القدرة الهوائية ونسبة الدهن في الجسم لناشئ المسافات المتوسطة تحت 18 سنة** " ، وتهدف الدراسة إلى التعرف على تأثير كل من طريقتي التدريب المستمر والفتري على تطوير القدرة الهوائية في الجسم لناشئ المسافات المتوسطة تحت 18 سنة ، واستخدم الباحث المنهج التجريبي ، واشتملت العينة على 21 ناشئاً من متسابقي المسافات المتوسطة بمركز الناشئين بالإسكندرية ، واستخدم الباحث اختبار استراند لجمع البيانات ، وأسفرت النتائج عن أن :

- طريقتا التدريب المستمر والفتري تعملاً على تطوير القدرة الهوائية وتقليل نسبة الدهن في الجسم .
- طريقة التدريب الفتري أفضل من طريقة التدريب المستمر في تطوير القدرة الهوائية .(28)

3 – دراسة **حسام رفقي ، حسني عز الدين (1987)** وعنوانها " **أثر التدريب الهوائي والنظام الغذائي على إنقاص الوزن وبعض المتغيرات البدنية والفسيولوجية** " ، وتهدف الدراسة إلى التعرف على تأثير التدريب الهوائي والنظام الغذائي على التحمل الدوري التنفسي ، واستخدم الباحثان المنهج التجريبي ، واشتملت عينة الدراسة على 30 فرداً من الذكور غير الرياضيين ، واستخدم الباحثان اختبار هارفارد لجمع البيانات ، وأسفرت النتائج عن أن :

- التدريب الهوائي المنظم المتوسط الشدة أدى إلى حرق مزيد من السعرات .
- التدريب الهوائي أدى إلى رفع مستوى اللياقة البدنية والحد الأقصى لاستهلاك الأكسجين . (17)

4 – دراسة **على سلامة على (1994)** وعنوانه " **تأثير التدريب الفتري المنخفض الشدة والتدريب المستمر على تنمية الجلد الدوري التنفسي للاعبي هوكي الميدان** " ، وتهدف الدراسة إلى التعرف على تأثير التدريب الفتري منخفض الشدة والتدريب المستمر على تنمية الجلد الدوري التنفسي ، واستخدم الباحث المنهج التجريبي باستخدام مجموعتين تجريبيتين مع قياس قبلي وقياس بعدى ، واشتملت عينة الدراسة على عدد 32 لاعب من نادى الشمس الرياضي تتراوح أعمارهم بين 18 إلى 23 عاما ، وقد أظهرت النتائج وجود فروق دالة إحصائيا بين استخدام التدريب الفتري منخفض الشدة والتدريب باستخدام الحمل المستمر على الجلد الدوري التنفسي لصالح التدريب الفتري منخفض الشدة .(36)

5 – دراسة **رشيد عامر محمد عامر (1995)** وعنوانها " **تأثير طريقتي التدريب المستمر والفتري على تطوير الكفاءة الهوائية للاعب كرة القدم (دراسة مقارنة)** " وتهدف الدراسة إلى مقارنة طريقتي التدريب المستمر والتدريب الفتري منخفض الشدة للاعب كرة القدم على تطوير الكفاءة الهوائية ، واستخدم الباحث المنهج التجريبي واشتملت عينة الدراسة على 24 لاعب قسموا بالتساوي إلى مجموعتين تجريبية وضابطة ، واستخدم الباحث جهاز **Oxycon / 5** الذي يقيس 13 وظيفة للجهاز التنفسي لجمع البيانات ، وأسفرت النتائج عن أن :

- كل من طريقتي التدريب المستمر والتدريب الفتري منخفض الشدة يعمل على تطوير الكفاءة الهوائية .
- طريقة التدريب الفتري منخفض الشدة أفضل من طريقة التدريب المستمر في تطوير الكفاءة الهوائية . (18)

6 – دراسة **أمل مهيب النجار (1996)** وعنوانها " **تأثير برنامج مقترح للتمرينات الهوائية على بعض وظائف الرئتين وحامض اللاكتيك على طالبات كلية التربية الرياضية للبنات جامعة الزقازيق** " وتهدف الدراسة للتعرف على تأثير البرنامج

على بعض وظائف الرئتين وتركيز حامض اللاكتيك فى الدم ، واستخدمت الباحثة المنهج التجريبى بتصميم المجموعة الواحدة ، واشتملت عينة الدراسة على 21 طالبة متوسط أعمارهم 19 سنة ، وأسفرت النتائج عن تحسن وظائف الجهاز التنفسى وانخفاض نسبة حامض اللاكتيك فى الدم . (10)

7 – دراسة **إيهاب يحي شحاتة (2001)** وعنوانها " **دراسة تجريبية لمعدلات التغير في التحمل الهوائي للاعب كرة اليد** " ، وتهدف الدراسة للتعرف على معدلات النمو ومعدلات الانخفاض في التحمل الهوائي للاعب كرة اليد ، واستخدم الباحث المنهج التجريبي بتصميم المجموعة الواحدة مع قياس قبلي وقياس بعدي ، واشتملت عينة الدراسة على 20 لاعب من لاعبي كرة اليد بنادي الجزيرة الرياضي تحت 13 سنة ومعظمهم لم يتدرب كرة اليد من قبل وليس لديهم خبرات تدريبية من قبل ، واستغرق البرنامج 8 أسابيع بواقع 4 وحدات تدريبية في الأسبوع باستخدام طريقة التدريب المستمر ، وقد أظهرت النتائج أن متوسط معدل نمو التحمل الهوائي بلغ 25.5 % ، ومعدل الانخفاض في نتيجة الانقطاع عن تدريب التحمل مع الاستمرار في التدريب الفني بلغ 26.5 % ، ومعدل الانخفاض نتيجة الانقطاع التام عن التدريب بلغ 29 % ، وأن الانقطاع التام عن التدريب يؤدي إلى فقد التحمل الهوائي بمعدلات أكبر من الانقطاع عن التدريب بالتحمل الهوائي مع الاستمرار في التدريب الفني . (12)

8 – دراسة **مختار إبراهيم شومان (2002)** وعنوانها " **برنامج تدريبي مقترح لتحسين القدرة الهوائية وبعض المتغيرات الفسيولوجية** " ، وتهدف الدراسة للتعرف على تأثير البرنامج التدريبي المقترح على تحسين الحد الأقصى لاستهلاك الأكسجين وبعض المتغيرات الفسيولوجية ، وأستخدم الباحث المنهج التجريبي بتصميم المجموعتين المتكافئتين الأولى تجريبية والثانية ضابطة مع قياس قبلي وقياس بعدى ، واشتملت عينة الدراسة على 40 سباحا ناشئا من نادى غزل المحلة فى المرحلة 9 ، 10 سنوات أولاد ، وقد أظهرت النتائج وجود فروق دالة إحصائية لصالح المجموعة التجريبية فى بعض المتغيرات الفسيولوجية وهى (النبض فى الراحة – النبض بعد المجهود – الضغط الانقباضي – الضغط الانبساطي – **Vo2 max** المطلق – **Vo2 max** النسبي – السعة الحيوية – مؤشر استهلاك الأكسجين لعضلة القلب . (54)

- الدراسات التي تناولت العتبة الفارقة اللاهوائية :

1- دراسة **بولكا Polka (1986)** وعنوانها " **التنبؤ بمستوى العتبة الفارقة اللاهوائية** " ، وتهدف الدراسة إلى تحديد العتبة الفارقة اللاهوائية عن طريق الحد الأقصى لاستهلاك الأكسجين ، واستخدم الباحث المنهج الوصفي ، وأجريت الدراسة على عينة قوامها 125 رياضياً مدربون جيداً ، ومن أهم النتائج التي توصل إليها هي أن مستوى العتبة الفارقة اللاهوائية يكون ما بين 55 % إلى 65 % من الحد الأقصى لاستهلاك الأكسجين . (81)

2- دراسة **محمد على احمد (1990)** وعنوانها " **دراسة العتبة الفارقة اللاهوائية عند سباحي المسافات الطويلة الناشئين** " ، وتهدف الدراسة للتعرف على مستوى العتبة الفارقة اللاهوائية عند سباحي المسافات الطويلة الناشئين ، وأستخدم الباحث المنهج التجريبي بتصميم المجموعة الواحدة مع قياس قبلي وقياس بعدى ، واشتملت عينة الدراسة على 22 ناشىء ، ومن أهم النتائج التي توصل إليها وجود فروق دالة إحصائيا بين القياسين القبلي والبعدي لمستوى حامض اللاكتيك بالدم لصالح القياس البعدي وكذلك وجود ارتباط دال بين مستوى الحد الأقصى لاستهلاك الأكسجين والمستوى الرقمي لسباحة 5 كم . (50)

3- دراسة **كوين وآخرين Coen et .al(1991)** وعنوانها " **التحكم فى تدريب لاعب المسافات المتوسطة والطويلة عن طريق العتبة الفارقة اللاهوائية الفردية (الشخصية)** " ، وتهدف الدراسة إلى تحديد الأحمال التدريبية للاعب المسافات المتوسطة والطويلة عن طريق تحديد العتبة الفارقة اللاهوائية ، واستخدم الباحثون المنهج التجريبي ، واشتملت عينة الدراسة على 24 لاعباً مدربين جيداً (لاعبوا مسافات طويلة ومتوسطة) ومن أهم النتائج التي تم التوصل إليها أنه توجد علاقة ذات دلالة إحصائية ما بين قيمة اللاكتات ومعدلات التحمل لدى اللاعبين ونسب السرعة عند العتبة الفارقة اللاهوائية كلاً منهم وذلك عند استخدام السير المتحرك بمستويات مختلفة . وكذلك وجد انه يجب أخذ الظروف الجوية المحيطة في الاعتبار لكي يتم إجراء القياسات والتدريبات على النحو الصحيح . (68)

4 - دراسة **مافوللي وآخرين Maffulli et . al (1991)** وعنوانها " **العتبة الفارقة اللاهوائية ومستوى أداء لاعبي المسافات المتوسطة والطويلة** " ، وتهدف الدراسة إلى تحديد العتبة الفارقة اللاهوائية وعلاقتها بمستوى أداء لاعب المسافات المتوسطة والطويلة ، واستخدم الباحثون المنهج الوصفي ، واشتملت عينة الدراسة على 112 لاعباً من لاعبي التحمل ، ومن أهم النتائج التي تم التوصل إليها الباحثين أن هناك علاقة بين العتبة الفارقة اللاهوائية وسرعة العدو ، وأن أعلى قيمة كانت في سباقات 5 كم فما أطول ، وكانت أعلى قيمة على الإطلاق لمتسابقي 15 كم للاعبين ذوي

الأعمار 12 – 18 سنة ، 19 – 30 سنة ، وأيضاً في اللاعبين المتسابقين لمدة ساعة ذوي العمر الأكبر ، أما بالنسبة للمسافات الأقصر مثل 800 م لم يظهروا علامات ذات دلالة بين السرعة القصوى والعتبة الفارقة اللاهوائية . (78)

5 – دراسة **بورك وآخرين Burke et .al (1994)** وعنوانها " **مقارنة تأثير برنامجين تدريبين على العتبة الفارقة اللاكتيكية والتنفسية** " ، وتهدف الدراسة إلى مقارنة تأثير برنامجين للتدريب الفتري على معدل اللاكتيك وعتبة التغير الهوائي ، وأستخدم الباحثون المنهج التجريبي مع قياس قبلي وقياس بعدى ، واشتملت عينة الدراسة على 21 سيرة تم اختيارهم على أساس أعلى مستوى للحد الأقصى استهلاك الأكسجين ، ومن أهم النتائج التي تم التوصل إليها أنه يوجد زيادة ذات دلالة إحصائية في الحد الأقصى لاستهلاك الأكسجين ومعدل تركيز اللاكتيك وزيادة في معدل التنفس ، كما توجد علاقة بين معدل التنفس وزيادة اللاكتات في الدم . (66)

6 – دراسة **صلاح منسي (1994)** وعنوانها " **استخدام قياس لاكتات الدم لتقنين الحالة التدريبية للسباحين** "، وتهدف الدراسة إلى تحسين القدرة الهوائية واللاهوائية وتحمل الألم الناتج عن تراكم حامض اللاكتيك من خلال البرنامج المقترح ، وأستخدم الباحث المنهج التجريبي بتصميم المجموعة الواحدة مع قياس قبلي وقياس بعدى ، واشتملت عينة الدراسة على 15 سباحة ، وأسفرت نتائج الدراسة عن :-

- يمكن استخدام قطرة الدم لتحديد تركيز حمض اللاكتيك وذلك باستخدام جهاز الأكيوسبورت .
- الاعتماد على تركيز حامض اللاكتيك في الدم للتنبؤ بالحالة التدريبية للسباحين .
- تحسين القدرة الهوائية بزيادة استهلاك الأكسجين .
- تحسين القدرة اللاهوائية ممثلة في زمن الأداء وسرعة التخلص من حامض اللاكتيك وتحمل الألم الناتج عن تراكم حامض اللاكتيك . (21)

7 – دراسة **عمرو السكري ، سعيد إمام (1996)** وعنوانها " **مقارنة نتائج جهاز الأكيوسبورت والطريقة المعملية في قياس معدل حامض اللاكتيك بالدم لدى المبارزين الناشئين** " ، وتهدف الدراسة إلى التعرف على مدى صلاحية جهاز الأكيوسبورت في قياس معدل حامض اللاكتيك بالدم بمقارنته بالطريقة المعملية باستخدام جهاز **EAS** ، واستخدم الباحثان المنهج الوصفي باستخدام الطريقة المسحية ، واشتملت عينة الدراسة على 149 مبارزاً ألمانياً ، وأسفرت أهم النتائج عن :

- عدم وجود فروق معنوية بين نتائج قياس معدل حامض اللاكتيك بالدم بجهاز الأكيوسبورت والطرق المعملية .
- صلاحية استخدام جهاز الأكيوسبورت في المجال الرياضي لما له من مميزات عن الطريقة المعملية . (39)

8 - دراسة **وائل محمد رمضان أبو القمصان (1997)** وعنوانها " **برنامج مقترح لتنمية تحمل السرعة وتأثيره على العتبة الفارقة اللاهوائية ومستوى الإنجاز الرقمي لمتسابقي 800 متر / جري** " ، وتهدف الدراسة إلى التعرف على تأثير تدريبات تحمل السرعة على بعض المتغيرات الفسيولوجية (النبض - السعة الحيوية - نسبة تركيز لاكتات الدم - الحد الأقصى لاستهلاك الأكسجين المطلق والنسبي) وكذلك على مستوى الإنجاز الرقمي لمتسابقي 800 متر / جري " ، واستخدم الباحث المنهج التجريبي باستخدام المجموعة الواحدة مع قياس قبلي وقياس بعدي ، واشتملت عينة الدراسة على 8 لاعبين من لاعبي 800 متر / جري تحت 20 سنة من أندية الأهلي والزمالك والفيوم والنصر ، وأسفرت نتائج الدراسة عن :

- حدوث تحسن في القياس البعدي نتيجة لاستخدام البرنامج التدريبي في متغيرات (معدل النبض في الراحة وبعد المجهود - السعة الحيوية - تركيز اللاكتيك - الحد الأقصى لاستهلاك الأكسجين المطلق والنسبي - المستوى الرقمي لجري 800م) .
- وجود علاقة ارتباطية بين لاكتات الدم وكلا من النبض والسعة الحيوية . (61)

9 - دراسة **داسونفيل وبيلوت Dassonville & Beillot (1998)** وعنوانها " **مقارنة تركيز لاكتات الدم من أماكن مختلفة (الإصبع - الأذن - دم وريدي من اليد) أثناء الأداء على ثلاث أنواع من الأرجوميترات** " ، وتهدف الدراسة إلى التعرف على الفرق بين تركيز لاكتات الدم في أماكن مختلفة أثناء الأداء على (العجلة الأرجوميترية ، السير المتحرك ، أرجوميتر الذراع) ، واستخدم الباحث المنهج التجريبي ، واشتملت عينة الدراسة على 93 فرداً ، وأسفرت النتائج عن عدم وجود فرق معنوي في تركيز لاكتات الدم أثناء التدريب بين عينات الدم التي تم الحصول عليها من الأماكن الثلاثة (الإصبع - الأذن - دم وريدي من اليد).(70)

10 - دراسة **عادل إبراهيم عمر (1999)** وعنوانها " **تأثير تدريبات العتبة الفارقة اللاهوائية على بعض المتغيرات الفسيولوجية والصفات البدنية لناشئ كرة القدم** "، واستخدم الباحث المنهج التجريبي ، واشتملت عينة الدراسة على 24 لاعباً ، وأسفرت النتائج عن تفوق المجموعة التجريبية على المجموعة الضابطة في نسبة حامض اللاكتيك في الدم وقت الراحة وبعد المجهود والسعة الحيوية ومعدل النبض أثناء الراحة ونسبة هيموجلوبين الدم وفي تحمل السرعة والقوة المميزة بالسرعة . (25)

11- دراسة **إيهاب صبري محمد (2000)** وعنوانها " **تأثير برنامج تدريبي لتقليل نسبة تركيز حامض اللاكتيك في الدم على بعض المتغيرات الفسيولوجية وفاعلية الأداء المهاري للمصارعين** " ، وتهدف الدراسة إلى معرفة تأثير البرنامج التدريبي

على نسبة تركيز حمض اللاكتيك في الدم وكذلك معرفة تأثير البرنامج التدريبي على فاعلية الأداء المهاري للمصارعين ، واستخدم الباحث المنهج التجريبي بتصميم المجموعتين المتكافئتين بنظام القياس القبلي والبعدي ، واشتملت عينة الدراسة على 10 مصارعين ، وأسفرت نتائج الدراسة عن تحسن نسبة تركيز حامض اللاكتيك في الدم بعد 3 ق ، 5 ق ، 7 ق بعد الأداء ، كما تحسنت المتغيرات الفسيولوجية قيد البحث (الكفاءة البدنية – النبض – الضغط – حالة الجهاز الدوري التنفسي – الدفع القلبي – مؤشر الأكسجين لعضلة القلب – الحد الأقصى لاستهلاك الأكسجين – مؤشر الطاقة) ، كما تحسنت فاعلية الأداء المهاري للمصارعين . (11)

12- دراسة **محمود محمد عبد الرحيم (2001)** وعنوانها " **تأثير تدريبات تحمل اللاكتيك على معدل العمل الهجومي لدى لاعبي المبارزة** " ، وتهدف الدراسة إلى التعرف على تأثير تدريبات تحمل اللاكتيك على نسبة تركيز حامض اللاكتيك ومعدل العمل الهجومي للاعبي المبارزة قيد الدراسة ، واستخدم الباحث المنهج التجريبي بتصميم المجموعتين المتكافئتين مع قياس قبلي وقياس بعدي ، واشتملت عينة الدراسة على 16 لاعب من لاعبي منتخب الغربية للمبارزة تحت 17 سنة ، وأسفرت نتائج الدراسة عن تحسن في نسبة تركيز حامض اللاكتيك في الدم بعد 3 ق ، 5 ق ، 7 ق بعد الأداء للمجموعة التجريبية ، كذلك تحسن في معدل العمل الهجومي للمجموعة التجريبية . (53)

- الدراسات التي تناولت العمل اللاهوائي :

1- دراسة **تاونتون وآخرون Taunton et. Al (1981)** وعنوانها " **دراسة الكفاءة اللاهوائية لدى عدائي المسافات المتوسطة والطويلة** " ، وتهدف الدراسة إلى التعرف على الكفاءة اللاهوائية لدى عدائي المسافات المتوسطة والطويلة ، واستخدم الباحث المنهج الوصفي ، واشتملت عينة الدراسة على 15 عداء مسافات متوسطة وطويلة ، وأسفرت نتائج الدراسة عن أن استخدام الدراجة الأرجوميترية فقط غير كافي ولذلك لم يعطى نتائج عن مقدار أقصى تجمع للاكتيك ، وإذا كان الناتج يزال بسرعة من العضلة المدربة جيداً أم لا ؟ ، وأن تدريبات التحمل لعدائي المسافات المتوسطة والطويلة لا تؤثر بشكل كبير في القدرة اللاهوائية . (86)

2- دراسة **بولكا وجورينشي Polka & Gorienshi (1986)** وعنوانها " **أثر التدريب على العتبة الفارقة اللاهوائية القصوى والأداء اللاهوائي للأولاد قبل سن المراهقة** " ، وتهدف الدراسة إلى التعرف على تأثير البرنامج التدريبي على مستوى العتبة الفارقة اللاهوائية القصوى والأداء اللاهوائي " ، واستخدم الباحث المنهج التجريبي ، واشتملت عينة الدراسة على 28 ولد تتراوح أعمارهم ما بين 11 – 12 سنة ، واستمر البرنامج التدريبي لمدة 9 أسابيع ، وأسفرت نتائج الدراسة عن أن

الأولاد في المرحلة من 11 – 12 سنة يزيدون في السعة الهوائية القصـــوى ، وأن معدلات النمو في الحد الأقصى لاستهلاك الأكسجين المطلق بلغ 7 % ، والنسبي بلغ 8 % . (82)

3- دراسة **ناريمان الخطيب (1989)** وعنوانها " **تأثير برنامج مهـــاري مقتـــرح لتنمية التحمل اللاهوائي على مستوى الأداء وبعض متغيرات الكفـــاءة الوظيفيـــة للاعبات الجمباز** " ، وتهدف الدراسة إلى التعرف على تـــأثير التحمـــل اللاهـــوائي باستخدام البرنامج التدريبي المقترح على مستوى الـــداء علـــى جهـــاز الحركـــات الأرضية وعلى بعض متغيرات الكفاءة الوظيفية ، واســـتخدمت الباحثـــة المـــنهج التجريبي بتصميم المجموعتين التجريبية والضابطة ، واشتملت عينة الدراسة علـــى 28 لاعبة من لاعبات منتخب القاهرة والجيزة تحت 14 سنة ، وقد أظهرت النتـــائج أن استخدام البرنامج اللاهوائي المقترح حقق نتـــائج أفضـــل لصـــالح المجموعـــة التجريبية ، كما أن البرنامج اللاهوائي أدى إلى تحسن متغيرات الكفـــاءة الوظيفيـــة المتمثلة في القدرة اللاهوائية القصوى والحد الأقصى لاستهلاك الأكسجين والســـعة الحيوية . (57)

4- دراسة **عماد محي الدين عبد السلام (1995)** وعنوانها " **تأثير برنامج تدريبي لتنمية التحمل اللاهوائي على بعض المتغيرات الفسيولوجية للاعبي كرة السلة** " ، وتهدف الدراسة إلى وضع برنامج تدريبي لتنمية التحمل اللاهوائي ومعرفـــة تـــأثير هذا البرنامج على بعض المتغيرات الفسيولوجية (القدرة اللاهوائيـــة القصـــوى – القدرة اللاهوائية الهوائية –معدل النبض – السعة الحيوية – الحد الأقصى لاستهلاك الأكسجين – ضغط الدم) ، واستخدم الباحث المنهج التجريبي بتصميم المجموعـــة الواحدة مع قياس قبلي وقياس بعدي ، واشتملت عينة الدراسة على 21 لاعب مـــن نادي هليوبوليس الرياضي تحت 18 سنة ، وقد أظهرت النتائج تحسن فـــي القـــدرة اللاهوائية القصوى بلغ 28.88 % ، والقدرة اللاهوائية الهوائيـــة بلـــغ 15.19 % ، وانخفاض معدل النبض بعد الراحة وبلغ 10.84 وبعد المجهـــود 12.14 وتحســـنت السعة الحيوية وبلغت 15.92 % . (37)

5- دراسة **أحمد عزب (2000)** وعنوانها " **فاعلية القدرة اللاهوائية على بعـــض المكونات البدنية وعلاقتهما بمستوى الأداء للمبارزين** " ، وتهدف الدراســـة إلـــى التعرف على تأثير برنامج مقترح على تنمية القدرة اللاهوائيـــة والتوافـــق والقـــوة المميزة بالسرعة وتركيب الجسم وكذلك تنمية مستوى الأداء لدى المبارزين فوق 17 سنة ، واستخدم الباحث المنهج التجريبي بتصميم المجموعتين المتكافئتين مع قيـــاس قبلي وقياس بعدي ، واشتملت عينة الدراسة على 36 مبارزاً فوق 17 سنة وكانـــت أهم النتائج أن البرنامج التدريبي أدى إلى تطوير القدرة اللاهوائية والتوافق والقـــوة

المميزة بالسرعة ، وأن البرنامج أدى إلى انخفاض معدل تراكم حامض اللاكتيك في الراحة وبعد المجهود (بعد 3 ق) من الأداء . (5)

6 – دراسة **مايسة فؤاد أحمد (2002)** وعنوانها " **تأثير استخدام التمرينات المائية والأرضية لتحسين القدرة اللاهوائية ومرونة قوس القدم على بعض المتغيرات الفسيولوجية والمهارية في سباحة الصدر** " ، وتهدف الدراسة إلى التعرف على تأثير التدريبات المائية والأرضية على تحسين القدرة اللاهوائية ومرونة قوس القدم وبعض المتغيرات الفسيولوجية والمهارية لسباحي الصدر ، واستخدمت الباحثة المنهج التجريبي باستخدام مجموعتين إحداهما تجريبية والأخرى ضابطة ، واشتملت عينة الدراسة على 44 طالبة ، واستخدمت الباحثة اختبار عدو 50 ياردة لقياس القدرة اللاهوائية ، وأسفرت النتائج عن أن التدريبات المائية والأرضية لهما تأثير إيجابي على تحسن القدرة اللاهوائية وبعض المتغيرات الفسيولوجية قيد البحث . (47)

– الدراسات التي تناولت لياقة الطاقة :

1– دراسة **سفيا وميتشل Svea & Mitchall (1981)** وعنوانها " **العلاقة بين مستويات شدة التدريب ومعدل القلب والحد الأقصى لاستهلاك الأكسجين** " ، وتهدف الدراسة إلى معرفة العلاقة بين مستويات شدة التدريب المختلفة وكل من معدل القلب ، والحد الأقصى لاستهلاك الأكسجين " ، واستخدم الباحثان المنهج الوصفي ، واشتملت عينة الدراسة على 23 طالب جامعي ، وقد استخدم جهاز السير المتحرك **Treadmill** لتحديد الحد الأقصى لاستهلاك الأكسجين من قياس معدل القلب كل 30 ثانية ، وقد أشارت النتائج إلى زيادة ارتفاع الحد الأقصى لاستهلاك الأكسجين عندما بلغت شدة التمرين أقل من 96 % . (85)

2– دراسة **عويس الجبالي (1989)** وعنوانها " **أثر الحمل البدني المختلف الشدة على ديناميكية معدل القلب خلال فترة الاستشفاء لمتسابقي الجري** " ، وتهدف الدراسة إلى التعرف على طبيعة تغيرات معدل القلب خلال فترة الاستشفاء بعد الأداء أحمال بدنية مختلفة ، واستخدم الباحث المنهج التجريبي ، واشتملت عينة الدراسة على 27 متسابق من متسابقي الدرجة الأولى في سباقات المسافات المتوسطة والطويلة ، وقد تم تحديد الحمل باستخدام ثلاث شدات مختلفة باستخدام جهاز العجلة الثابتة ، وقد تحددت شدات الحمل بمقاومات 450 ، 600 ، 1000 كيلو جرام / دقيقة ، وأظهرت النتائج أن فترة الاستشفاء تقل كلما قلت شدة الحمل المستخدمة ، وأنه لا تكفي فترة الاستشفاء لمدة 5 دقائق لعودة معدل النبض إلى حالته وقت الراحة إلا في حالات أداء الأحمال البدنية منخفضة الشدة وترتبط زيادة معدل النبض أثناء فترة الاستشفاء بزيادة الحمل البدني المستخدم . (41)

المميزة بالسرعة ، وأن البرنامج أدى إلى انخفاض معدل تراكم حامض اللاكتيك في الراحة وبعد المجهود (بعد 3 ق) من الأداء . (5)

6 - دراسة **مايسة فؤاد أحمد (2002)** وعنوانها " **تأثير استخدام التمرينات المائية والأرضية لتحسين القدرة اللاهوائية ومرونة قوس القدم على بعض المتغيرات الفسيولوجية والمهارية في سباحة الصدر** " ، وتهدف الدراسة إلى التعرف على تأثير التدريبات المائية والأرضية على تحسين القدرة اللاهوائية ومرونة قوس القدم وبعض المتغيرات الفسيولوجية والمهارية لسباحي الصدر ، واستخدمت الباحثة المنهج التجريبي باستخدام مجموعتين إحداهما تجريبية والأخرى ضابطة ، واشتملت عينة الدراسة على 44 طالبة ، واستخدمت الباحثة اختبار عدو 50 ياردة لقياس القدرة اللاهوائية ، وأسفرت النتائج عن أن التدريبات المائية والأرضية لهما تأثير إيجابي على تحسن القدرة اللاهوائية وبعض المتغيرات الفسيولوجية قيد البحث . (47)

- الدراسات التي تناولت لياقة الطاقة :

1- دراسة **سفيا وميتشل Svea & Mitchall (1981)** وعنوانها " **العلاقة بين مستويات شدة التدريب ومعدل القلب والحد الأقصى لاستهلاك الأكسجين** " ، وتهدف الدراسة إلى معرفة العلاقة بين مستويات شدة التدريب المختلفة وكل من معدل القلب ، والحد الأقصى لاستهلاك الأكسجين " ، واستخدم الباحثان المنهج الوصفي ، واشتملت عينة الدراسة على 23 طالب جامعي ، وقد استخدم جهاز السير المتحرك **Treadmill** لتحديد الحد الأقصى لاستهلاك الأكسجين من قياس معدل القلب كل 30 ثانية ، وقد أشارت النتائج إلى زيادة ارتفاع الحد الأقصى لاستهلاك الأكسجين عندما بلغت شدة التمرين أقل من 96 % . (85)

2- دراسة **عويس الجبالي (1989)** وعنوانها " **أثر الحمل البدني المختلف الشدة على ديناميكية معدل القلب خلال فترة الاستشفاء لمتسابقي الجري** " ، وتهدف الدراسة إلى التعرف على طبيعة تغيرات معدل القلب خلال فترة الاستشفاء بعد الأداء أحمال بدنية مختلفة ، واستخدم الباحث المنهج التجريبي ، واشتملت عينة الدراسة على 27 متسابق من متسابقي الدرجة الأولى في سباقات المسافات المتوسطة والطويلة ، وقد تم تحديد الحمل باستخدام ثلاث شدات مختلفة باستخدام جهاز العجلة الثابتة ، وقد تحددت شدات الحمل بمقاومات 450 ، 600 ، 1000 كيلو جرام / دقيقة ، وأظهرت النتائج أن فترة الاستشفاء تقل كلما قلت شدة الحمل المستخدمة ، وأنه لا تكفي فترة الاستشفاء لمدة 5 دقائق لعودة معدل النبض إلى حالته وقت الراحة إلا في حالات أداء الأحمال البدنية منخفضة الشدة وترتبط زيادة معدل النبض أثناء فترة الاستشفاء بزيادة الحمل البدني المستخدم . (41)

3- دراسة **عثمان رفعت وعويس الجبالي (1987)** وعنوانها " **أثر الحمل البدني متدرج الشدة على بعض وظائف القلب واستهلاك الأكسجين ونسبة تركيز حامض اللاكتيك في الدم لمتسابقي الميدان والمضمار** " ، وتهدف الدراسة إلى التعرف على تأثير الحمل البدني المتدرج الشدة على بعض وظائف القلب واستهلاك الأكسجين ونسبة تركيز حامض اللاكتيك في الدم لمتسابقي الميدان والمضمار ، واستخدم الباحثان المنهج التجريبي ، واشتملت عينة الدراسة على 7 لاعبين من المنتخب الوطني المصري ، ومن أهم النتائج التي تم التوصل إليها أن قصر زمن مرحلة التكيف لأداء الحمل البدني والوصول إلى الحالة الثابتة من أهم مؤشرات الإعداد البدني لصفة التحمل لدى متسابقي المسافات المتوسطة ، كما ترتبط زيادة معدل النبض أثناء أداء الأحمال البدنية المختلفة بزيادة استهلاك الأكسجين لدى متسابقي ألعاب القوى ، كما توصلت الدراسة أيضاً إلى نسبة تركيز حامض اللاكتيك في الدم تختلف باختلاف أداء الأحمال البدنية المختلفة وباختلاف حالتهم التدريبية . كما أنه من الممكن أن يستمر اللاعبون في الداء البدني بالرغم من زيادة نسبة تركيز حامض اللاكتيك في الدم تبعاً لمستوى تدريبهم .(34)

4- دراسة **فاتن طه البطل (1987)** وعنوانها " **تأثير التمرينات الهوائية واللاهوائية على كفاءة الجهاز الدوري التنفسي وبعض مكونات الدم** " ، وتهدف الدراسة إلى التعرف على تأثير التمرينات الهوائية واللاهوائية على كفاءة الجهاز الدوري التنفسي وبعض مكونات الدم ، واستخدمت الباحثة المنهج التجريبي باستخدام مجموعة تجريبية ومجموعة ضابطة ، واشتملت عينة الدراسة على 51 طالبة من طالبات الفرقة الثانية بكلية التربية الرياضية للبنات بالجزيرة ، وأظهرت النتائج تحسن في معدلات نبض القلب وبعض قياسات الجهاز التنفسي . (43)

5- دراسة **عبد العزيز أحمد النمر (1992)** وعنوانها " **تأثير أحمال بدنية مختلفة الشدة على الدقة الحركية لدى لاعبي كرة السلة** " ، وتهدف الدراسة إلى التعرف على تأثير أحمال بدنية مختلفة الشدة على الدقة الحركية ممثلة في نسبة تسجيل الرمية الحرة ، وقد استخدم الباحث المنهج التجريبي بتصميم المجموعة الواحدة مع قياس قبلي وأربعة قياسات بعدية ، واشتملت عينة الدراسة على 18 لاعب من المقيدين بسجلات الاتحاد السعودي بكرة السلة ، وحدد الباحث مستويات شدة الحمل المختلفة تبعاً لعدد ضربات القلب في الدقيقة وهذه المستويات هي الأساس الهوائي – العتبة اللاهوائية – التدريب اللاهوائي – السرعة ، وأظهرت النتائج أن الدقة الحركية ممثلة في نسبة التهديف في الرمية الحرة تقل كلما زادت شدة الحمل البدني ، وأنه لا توجد فروق في الدقة الحركية بين الحمل البدني الهوائي المنخفض الشدة والمتوسط الشدة ، كما لا توجد فروق في الدقة الحركية بين الحمل البدني الهوائي المرتفع الشدة والحمل البدني اللاهوائي مرتفع الشدة . (29)

6- دراسة **ناريمان محمد الخطيب (1992)** وعنوانها " **تأثر درجات حمل مختلف الشدة على مستوى الأداء على جهاز الحركات الأرضية للاعبات الجمباز** " ، وتهدف الدراسة إلى التعرف على تأثير درجات حمل مختلف الشدة على مستوى الأداء على جهاز الحركات الأرضية للاعبات الجمباز ، واستخدمت الباحثة المنهج التجريبي باستخدام مجموعة واحدة مع قياس قبلي وقياسين بعديين ، واشتملت عينة الدراسة على 14 لاعبة من مركز التدريب المقام باختيار الفريق القومي للآنسات وحددت الباحثة مستويات درجات الحمل من العمل الهوائي ، العتبة الفارقة اللاهوائية – العمل اللاهوائي ، وأظهرت النتائج أن مستوى الأداء المهاري على جهاز الحركات الأرضية يقل كلما زادت شدة الحمل البدني في ظل كل من الأحمال الهوائية المرتفعة الشدة والأحمال اللاهوائية . (58)

7- دراسة **آمال كحيل محمد فايد (1993)** وعنوانها " **تأثير التدريب مختلف الشدة على بعض المتغيرات الفسيولوجية الخاصة بنقل الأكسجين والتخلص من حامض اللاكتيك والمستوى الرقمي لمسابقات المسافات المتوسطة** " ، وتهدف الدراسة إلى وضع برنامج تدريبي مختلف الشدة (عالية – متوسطة) لسباق800 م / جري ومعرفة تأثير هذا البرنامج على بعض المتغيرات الفسيولوجية الخاصة بنقل الأكسجين للتخلص من حامض اللاكتيك ، واستخدمت الباحثة المنهج التجريبي بتصميم المجموعتين المتكافئتين التجريبية والضابطة ، واشتملت عينة الدراسة على 30 طالبة من طالبات الفرقة الثالثة بكلية التربية الرياضية للبنات بالجزيرة ، وقد أظهرت النتائج أن البرنامج التدريبي المقترح له تأثير واضح على تحسن المستوى الرقمي لمسابقة 800 م / جري ، وأن التدريب الفتري المرتفع الشدة يؤدي إلى تحسن قياسات الجهاز الدوري التنفسي والتخلص من حامض اللاكتيك وتأخير ظهور التعب . (9)

8- دراسة **سمية أحمد محمود (1993)** وعنوانها " **تأثير فعالية التدريبات الهوائية واللاهوائية على بعض القدرات الوظيفية والصفات البدنية لزمن عدو 800 متر للناشئين** " ، وتهدف الدراسة إلى التعرف على تأثير برنامج تدريبي مقترح لسباق 800 م على بعض القياسات الوظيفية والقياسات البدنية وعلى زمن سباق 800 م ، واستخدمت الباحثة المنهج التجريبي ، واشتملت عينة الدراسة على 20 طالب من طلبة الفرقة الأولى بالقسم الداخلي بكلية التربية الرياضية للبنين بأبي قير ، وأظهرت النتائج أن هناك تأثير إيجابي على القياسات الوظيفية الخاصة بالجهاز التنفسي (التهوية الرئوية – استهلاك الأكسجين – الدين الأكسجيني – الكفاءة البدنية) وتأثير إيجابي على القياسات الوظيفية الخاصة بالجهاز الدوري (معدل النبض – ضغط الدم – تركيز حامض اللاكتيك في الدم) ، كما وجد أن هناك تأثير إيجابي على قياسات الصفات البدنية الخاصة بسباق 800 متر (التحمل الدوري التنفسي –

تحمل السرعة – تحمل القوة للرجلين – القوة المميزة بالسرعة للرجلين – القوة القصوى للرجلين) ، وتأثير إيجابي على زمن سباق 800 متر (20)

9- دراسة **سامي محمد على (1995)** وعنوانها " **تقنين برنامج تدريبي هوائي ولا هوائي على مستوى أداء لاعبي كرة اليد** " ، وتهدف الدراسة إلى تقنين برنامج تدريبي بدني ومهاري وخططي للاعبي كرة اليد خلال الموسم التدريبي والتعرف على تأثير البرنامج التدريبي على مستوى الحالة التدريبية خلال الموسم ، واستخدم الباحث المنهج التجريبي باستخدام مجموعة واحدة مع قياس قبلي وقياس بعدي ، واشتملت عينة الدراسة على 25 لاعب من نادي الزمالك للدرجة الأولى ، وقد أظهرت النتائج أن البرنامج التدريبي المقترح أدى إلى زيادة قدرة اللاعبين على الاحتفاظ بمستوى الحالة التدريبية مرتفعة بأطول فترة ممكنة خلال مرحلة المنافسات . (19)

10- دراسة **نادر محمد شلبي (1995)** وعنوانها " **تنمية الكفاءة البدنية وأثرها على بعض المتغيرات الكيموحيوية ونظم إنتاج الطاقة للاعب كرة القدم** "، وتهدف الدراسة إلى التعرف على أثر تنمية الكفاءة البدنية على بعض المتغيرات الكيموحيوية ونظم إنتاج الطاقة للاعب كرة القدم ، واستخدم الباحث المنهج التجريبي ، واشتملت عينة الدراسة على 22 فردا ، وأسفرت النتائج عن وجود ارتفاع في تركيز الجلوكوز وحامض اللاكتيك ، وحدوث تكيف لأجهزة الجسم لمتطلبات العمل البدني ، وحدوث تحسن في الحد الأقصى لاستهلاك الأكسجين وتحسين المسار الكيموحيوى وتحوله من لاهوائى إلى هوائي . (56)

11 – دراسة **أسامه أحمد النمر (1999)** وعنوانها " **تأثير برنامج لتدريب اللياقة العضلية ولياقة الطاقة على معدلات نمو الصفات البدنية والمهارات الأساسية لكرة السلة** "، وتهدف الدراسة إلى التعرف على تأثير البرنامج المقترح على معدلات النمو للصفات البدنية والمهارات الأساسية لكرة السلة ، واستخدم الباحث المنهج التجريبي بتصميم المجموعة الواحدة مع قياس قبلي وقياس بعدى ، واشتملت عينة الدراسة على 17 لاعب لكرة السلة تحت 16 سنه بنادى الزهور ، واستغرق تنفيذ البرنامج 12 أسبوعا بواقع 3 وحدات تدريبية في الأسبوع وأسفرت نتائج الدراسة عن أن البرنامج المقترح أدى إلى تنمية اللياقة العضلية ولياقة الطاقة وتحسن المهارات الأساسية ، وبلغ معدل النمو في اختبار كوبر 27 % . (6)

12- دراسة **حسام السيد العربي (2000)** وعنوانها " **أثر التدريب الهوائي واللاهوائي على بعض الصفات البدنية الخاصة والأداء المهاري والكفاءة التنفسية لناشئ كرة اليد** " ، وتهدف الدراسة للتعرف على تأثير التدريب الهوائي واللاهوائي

على بعض الصفات البدنية الخاصة والأداء المهاري والكفاءة التنفسية ، واستخدم الباحث المنهج التجريبي بتصميم المجموعتين المتكافئتين مع قياس قبلي وقياس بعدى ، واشتملت عينة الدراسة على 24 ناشئ من نادى بورسعيد الرياضي في المرحلة السنية من 12 – 14 سنة ، وأسفرت النتائج عن حدوث تحسن واضح في كل من المجموعتين التجريبية والضابطة في المتغيرات البدنية والمهارية والكفاءة التنفسية إلا أن التحسن كان واضحاً في المجموعة التجريبية إذا ما قورنت بالمجموعة الضابطة . (16)

13- دراسة **أشرف يحي شحاتة (2001)** وعنوانها " **تأثير برنامج لتدريب لياقة الطاقة على معدلات التحسن في تحمل السرعة للاعبي كرة اليد** " ، وتهدف هذه الدراسة لتصميم برنامج لتدريب لياقة الطاقة للاعبي كرة اليد والتعرف على تأثير البرنامج على معدلات التحسن في تحمل السرعة ، واستخدم الباحث المنهج التجريبي بتصميم المجموعة الواحدة مع قياس قبلي وقياس بعدي وقياسان تتابعان ، واشتملت العينة على 16 لاعب بالفريق الأول لكرة اليد بنادي الجزيرة الرياضي ، وقد أظهرت النتائج أن البرنامج التدريبي المقترح أدى إلى تحسن التحمل الدوري التنفسي بنسبة 17.5 % وبلغ معدل التحسن في تحمل السرعة 6.4 % نتيجة استخدام البرنامج . (7)

14- دراسة **عماد محي الدين عبد السميع (2001)** وعنوانها " **تأثير تدريب لياقة الطاقة باستخدام العدو الفتري الهوائي واللاهوائي مرتفع الشدة والعدو الارتدادي على تنمية السرعة** " ، وتهدف الدراسة إلى التعرف على تأثير تدريب لياقة الطاقة باستخدام العدو الفتري الهوائي واللاهوائي مرتفع الشدة والعدو الارتدادي على تنمية السرعة ، واستخدم الباحث المنهج التجريبي بتصميم المجموعة الواحدة مع قياس قبلي وقياس بعدي ، واشتملت عينة الدراسة على 16 لاعب لكرة السلة تحت 20 سنة بنادي الترسانة الرياضي ، واستغرق البرنامج 11 أسبوع بواقع 6 وحدات تدريبية أسبوعياً ، وقد أظهرت النتائج تحسن واضح في نتائج اختبار 20 متر عدو بنسبة 20.66 % وتحسن في اختبار 120 ق عدو بنسبة 18 % وتحسن في اختبار 2 ميل جري بنسبة 9.25 % . (38)

- تحليل الدراسات السابقة والمرتبطة ومدى الاستفادة منها :

أخذت الدراسات والبحوث السابقة والمرتبطة عدة محاور وهي :

- دراسات تناولت العمل الهوائي (8) دراسات عربية .
- دراسات تناولت العتبة الفارقة اللاهوائية (12) دراسة عربية وأجنبية .
- دراسات تناولت العمل اللاهوائي (6) دراسات عربية وأجنبية .
- دراسات تناولت لياقة الطاقة (14) دراسة عربية وأجنبية .

ولقد قام الباحث بتحليل تلك الدراسات والبحوث للتوصل إلى النقاط التي يمكن الاسترشاد بها في الدراسة الحالية .

- تحليل الدراسات التي تناولت العمل الهوائي :

أسفرت تحليل تلك الدراسات عن : -

1 - فاعلية التدريب الهوائي في تنمية وتطوير القدرة الهوائية .

2 - فاعلية التدريب الهوائي في رفع مستوى اللياقة البدنية ولاسيما التحمل الدوري التنفسي (التحمل الهوائي) .

3 - فاعلية التدريب الهوائي في تحسين الكفاءة الوظيفية للجهازين الدوري والتنفسي ويتضح ذلك من خلال تحسن بعض المتغيرات الفسيولوجية (معدل النبض في الراحة وبعد المجهود - الضغط الانقباضي والانبساطي - السعة الحيوية - التهوية الرئوية - مؤشر استهلاك الأكسجين لعضلة القلب) .

4 - فاعلية التدريب الهوائي في إنقاص الوزن وتقليل نسبة الدهن في الجسم .

5 - فاعلية معدل القلب (النبض) كوسيلة مقننة لتحديد شدة التدريب .

6 - فاعلية التدريب الهوائي في زيادة كفاءة الجسم والعضلات في استهلاك الأكسجين ويتضح ذلك من خلال تحسن مستوى الحد الأقصى لاستهلاك الأكسجين .

7 - فاعلية طريقتي التدريب المستمر والتدريب الفتري منخفض الشدة أفضل من طريقة التدريب المستمر .

8 - اتفقت الدراسات كلها في استخدام المنهج التجريبي ، لكنها اختلفت في نوعية التصميم التجريبي المستخدم .

9 - اختلفت الدراسات في العينة المستخدمة من حيث العمر وطبيعة النشاط الممارس وعدد أفراد العينة المستخدمة حيث تراوح عدد أفراد العينة ما بين (19 - 40 فرداً) ، وهذا يعني أنه يمكن استخدام التدريب الهوائي في أي نشاط رياضي دون التقيد بمرحلة سنية معينة .

10 - يؤدى الانقطاع عن التدريب الهوائي إلى فقد التحمل الدوري التنفسي (الهوائي) بمعدلات تتراوح ما بين 26 - 29 % .

- تحليل الدراسات التي تناولت العتبة الفارقة اللاهوائية :

أسفرت تحليل تلك الدراسات عن : -

1 - فاعلية تدريبات العتبة الفارقة اللاهوائية (العتبة الفارقة اللاكتيكية) في تحسين القدرة اللاهوائية ممثلة في تحسين سرعة التخلص من حامض اللاكتيك وتحمل الألم الناتج عن تراكم حامض اللاكتيك في الدم .

2 - فاعلية تدريبات العتبة الفارقة اللاهوائية في تنمية صفة تحمل السرعة .

3 – فاعلية تدريبات العتبة الفارقة اللاهوائية في تحسين مستوى الحد الأقصى لاستهلاك الأكسجين .
4 – فاعلية تدريبات العتبة الفارقة اللاهوائية في تحسن نسبة تركيز حامض اللاكتيك في الدم أثناء وبعد الأداء .
5 – هناك علاقة بين مستوى العتبة الفارقة اللاهوائية ومستوى الأداء في الأنشطة الرياضية المختلفة .
6 – فاعلية تدريبات العتبة الفارقة اللاهوائية في تحسين بعض المتغيرات الفسيولوجية (معدل القلب – السعة الحيوية – الدفع القلبي – الكفاءة البدنية – مؤشر الطاقة) .
7 – يمكن الاعتماد على تركيز حامض اللاكتيك في الدم للتنبؤ بالحالة التدريبية للاعبي الأنشطة المختلفة .
8 – فاعلية استخدام مستوى العتبة الفارقة اللاهوائية في تحديد الأحمال التدريبية .
9 – يمكن تحديد العتبة الفارقة اللاهوائية عن طريق معدل القلب ، الحد الأقصى لاستهلاك الأكسجين وتركيز حامض اللاكتيك في الدم .
10 – مستوى العتبة الفارقة اللاهوائية يكون بين معدل نبض من 160 – 180 نبضة / دقيقة ، وبين 55 – 65 % من الحد الأقصى لاستهلاك الأكسجين .
11 – فاعلية طريق التدريب الفتري مرتفع الشدة في تحسين مستوى العتبة الفارقة اللاهوائية .
12 – صلاحية استخدام جهاز الأكيوسبورت **Accusport** في المجال الرياضي لما له من مميزات عن الطريقة المعملية في قياس نسبة تركيز حامض اللاكتيك في الدم .
13 – اتفقت (8) دراسات على استخدام المنهج التجريبي ، بينما اتفقت (4) دراسات على استخدام المنهج الوصفي .
14 – اختلفت الدراسات في العينة المستخدمة من حيث الجنس والعمر وطبيعة النشاط الممارس وعدد أفراد العينة حيث تراوحت عدد أفراد العينة ما بين (8 – 149 فرد) .

– تحليل الدراسات التي تناولت العمل اللاهوائي :

أسفرت تحليل تلك الدراسات عن :

1 – فاعلية التدريب اللاهوائي في تنمية وتطوير القدرة اللاهوائية القصوى .
2 – فاعلية التدريب اللاهوائي في تنمية تحسين السعة اللاهوائية القصوى للأولاد في مرحلة ما قبل البلوغ .
3 – فاعلية التدريب اللاهوائي في تحسين مستوى الحد الأقصى لاستهلاك الأكسجين
4 – فاعلية التدريب اللاهوائي في تحسين بعض المتغيرات الفسيولوجية (معدل القلب في الراحة وبعد المجهود – السعة الحيوية – ضغط الدم) .

5 – فاعلية التدريب اللاهوائي في تنمية بعض الصفات البدنية (الرشاقة – التوافق – القوة المميزة بالسرعة) .
6 – استخدام اختبارات العدو (40 ، 50 ياردة) لقياس القدرة اللاهوائية .
7 – التدريب اللاهوائي يؤدي إلى انخفاض نسبة تركيز حامض اللاكتيك في الدم في الراحة وبعد المجهود .
8 – اتفقت (5) دراسات على استخدام المنهج التجريبي ، بينما دراسة واحدة استخدمت المنهج الوصفي .
9 – اختلفت الدراسات في العينة المستخدمة من حيث الجنس والعمر وطبيعة النشاط الممارس وعدد أفراد العينة حيث تراوح عدد أفراد العينة ما بين (15 – 44 فرداً) .
10 – فاعلية استخدام طريقتي التدريب الفتري مرتفع الشدة ، والتدريب التكراري في تحسين القدرة اللاهوائية .

– تحليل الدراسات التي تناولت لياقة الطاقة :

أسفرت تحليل تلك الدراسات عن :

1 – عند تصميم برامج لياقة الطاقة يجب بناء أساس هوائى يمكن من خلاله الانتقال إلى منطقة العتبة الفارقة اللاهوائية ثم العمل اللاهوائى وصولاً إلى تدريبات السرعة القصوى .
2 – فاعلية برامج لياقة الطاقة في تنمية وتطوير كلاً من القدرة الهوائية والقدرة اللاهوائية .
3 – فاعلية برامج لياقة الطاقة في تحسين مستوى العتبة الفارقة اللاهوائية .
4 – فاعلية برامج لياقة الطاقة في تحسين العديد من الصفات البدنية(كالتحمل الدوري التنفسي وتحمل السرعة – القوة المميزة بالسرعة – تحمل القوة – القوة القصوى) .
5 – فاعلية برامج لياقة الطاقة في تحسين العديد من المتغيرات الفسيولوجية (معدل القلب في الراحة وبعد المجهود – الضغط الانقباضي والانبساطي – السعة الحيوية – الحد الأقصى لاستهلاك الأكسجين – الدفع القلبي) .
6 – فاعلية برامج لياقة الطاقة في تحسين سرعة التخلص من حامض اللاكتيك وتأخير ظهور التعب .
7 – هناك علاقة طردية بين شدة الحمل المستخدمة وفترة استعادة الشفاء ، فكلما زادت شدة الحمل المستخدمة زادت الفترة الزمنية لاستعادة الشفاء .
8 – هناك علاقة إيجابية بين مستوى شدة التدريب ومعدل القلب والحد الأقصى لاستهلاك الأكسجين .
9 – يمكن تحديد شدة الحمل البدني تبعاً لعدد ضربات القلب في الدقيقة .

10- عند تصميم برامج لياقة الطاقة فيجب أن تبدأ بتنمية الأساس الهوائي ثم التدريب في العتبة الفارقة اللاهوائية ثم التدريب اللاهوائي .
11 - هناك تنوع في طرق التدريب المستخدمة لتنمية لياقة الطاقة (التدريب المستمر - الفتري الهوائي - الفتري اللاهوائي - التكراري) .
12 - اتفقت (13) دراسة على استخدام المنهج التجريبي ، بينما استخدمت دراسة واحدة المنهج الوصفي .
13 - اختلفت الدراسات في العتبة المستخدمة من حيث الجنس والعمر وطبيعة النشاط الممارس وعدد أفراد العينة حيث تراوح عدد أفراد العينة ما بين (7 - 51 فرد) ، وهذا يعني أنه يمكن استخدام تدريبات لياقة الطاقة في أي نشاط رياضي ومع أي من الجنسين ودون تقيد بمرحلة سنية معينة .
14 - تراوحت فترة تطبيق برنامج لياقة الطاقة ما بين (10 - 12 أسبوع) بواقع (3 - 6 وحدات تدريبية أسبوعياً) .

من خلال تحليل تلك الدراسات السابقة والمرتبطة أمكن للباحث الاستفادة منها في :

1 - تصميم البرنامج التدريبي الذي يشتمل على تدريبات لياقة الطاقة (الأساس الهوائي - العتبة الفارقة اللاهوائية - العمل اللاهوائي) ، ومدته 12 أسبوعاً بواقع 3 وحدات تدريبية أسبوعياً .
2 - اختيار طريقتي التدريب المستمر والتدريب الفتري عند تصميم وبناء البرنامج التدريبي لكونهم أفضل الطرق لتدريب لياقة الطاقة .
3 - استخدام مستوى العتبة الفارقة اللاهوائية عن طريق (معدل القلب ومستوى تركيز حامض اللاكتيك في الدم) كمؤشر لتقنين الأحمال التدريبية .
4 - تحديد فترات الراحة البينية التي تتناسب مع شدة الأحمال التدريبية في كل مرحلة من مراحل البرنامج .
5 - التعرف على كيفية العمل بمتغيرات الحمل التدريبي وتأثير الأحمال التدريبية المختلفة بدرجاتها على أجهزة الجسم .
6 - صياغة الأهداف والفروض قيد البحث .
7 - تحديد الخطوات المتبعة في إجراءات البحث الفنية والإدارية .
8 - اختيار المنهج التجريبي بتصميم المجموعة الواحدة مع قياس قبلي وقياس بعدي وقياسان تتبعيان وذلك لملاءمته لطبيعة البحث .
9 - اختيار عينة البحث بالطريقة العمدية حيث اشتملت على 4 لاعبين من لاعبي كرة السلة تحت 18 سنة بنادي غزل المحلة والمقيدين بالاتحاد المصري لكرة السلة موسم 2003 - 2004 م .
10- تحديد أنسب الاختبارات وكيفية إجرائها وكذلك الأجهزة الأدوات المستخدمة والتي تتمشى مع طبيعة البحث .

obeikandl.com

11- تحديد أنسب القوانين والمعادلات الإحصائية الملائمة لطبيعة البحث .
12- كيفية عرض البيانات وتحليلها وتفسيرها علمياً .

ثالثاً : فروض البحث

استخلاصاً من نتائج الدراسات السابقة والمرتبطة ووفقاً لأهداف البحث ، يمكن للباحث صياغة فروض البحث التالية :

1 - تتأثر معدلات النمو فى لياقة الطاقة (لياقة الجهاز الدورى التنفسى - العمل الهوائي - العتبة الفارقة اللاهوائية - العمل اللاهوائي) للاعبى كرة السلة بنوع العمل (هوائى - هوائى و لاهوائى - لاهوائى) .

2 - يمكن استخدام نقطة انحراف معدل القلب **Heart Rate Deflection Point** فى تصميم برامج لياقة الطاقة بالأسلوب الذى استخدمه الباحث .

3 - يمكن استخدام نقطة انحراف معدل القلب **Heart Rate Deflection Point** عند قياس العتبة الفارقة اللاهوائية بدلاً من الاعتماد على تركيز حامض اللاكتيك في الدم .

obeikandl.com

11- تحديد أنسب القوانين والمعادلات الإحصائية الملائمة لطبيعة البحث .
12- كيفية عرض البيانات وتحليلها وتفسيرها علمياً .

ثالثاً : فروض البحث

استخلاصاً من نتائج الدراسات السابقة والمرتبطة ووفقاً لأهداف البحث ، يمكن للباحث صياغة فروض البحث التالية :

1 - تتأثر معدلات النمو فى لياقة الطاقة (لياقة الجهاز الدورى التنفسى - العمل الهوائي - العتبة الفارقة اللاهوائية - العمل اللاهوائي) للاعبى كرة السلة بنوع العمل (هوائى - هوائى و لاهوائى - لاهوائى) .

2 - يمكن استخدام نقطة انحراف معدل القلب **Heart Rate Deflection Point** فى تصميم برامج لياقة الطاقة بالأسلوب الذى استخدمه الباحث .

3 - يمكن استخدام نقطة انحراف معدل القلب **Heart Rate Deflection Point** عند قياس العتبة الفارقة اللاهوائية بدلاً من الاعتماد على تركيز حامض اللاكتيك في الدم .

obeikandl.com