مقدمـــــــة

بالرغم من شعبية كرة القدم في مختلف بلدان العالم، وبالرغم من كثرة ما ظهر من مؤلفات تناولت مختلف أساليب التعليم والتدريب في كرة القدم، إلا أن علماء فسيولوجيا الرياضة لم يتناولوا كرة القدم بطريقة تفصيلية مثلما تم تناول الأنشطة الرياضية الأخرى ذات طبيعة الأداء المميزة بالحركة الوحيدة المتكررة أو المنظمة مثل المشي والجري والسباحة والدراجات وغيرها، ويرجع السبب الرئيسي في ذلك إلى صعوبة إيجاد نماذج تجريبية يمكن دراستها معمليا وكان هذا دافعا لمحاولة إعطاء كرة القدم بعض التركيز من وجهة نظر فسيولوجيا الرياضة، باعتبارها حقلا رياضيا أكثر مجالا لتطبيق الأسس والنظريات العلمية، وخاصة الأسس الفسيولوجية التي يتم في ضوئها وصف طبيعة الأداء البدني والمهاري والخططي والذهني في كرة القدم، وما يحتاج إليه اللاعب من قدرات وكفاءات فسيولوجية أساسية تعد أساسا للياقة البدنية والفسيولوجية، ومما يساعد على زيادة فاعلية طرق التدريب وانتقاء اللاعبين، وتحسين مستوى الأداء خلال المباريات المختلفة، وهو ما يعكس رؤية وإحساسا للمدير الفني والمدرب والطبيب، ومختص العلاج الطبيعي والمدلك وكذا المدير الإداري لما يحدث من عمل لأجهزة الجسم المختلفة للاعب كرة القدم من جراء عملية التدريب، والعوامل المؤثرة عليها من مبادئ ومؤثرات خارجية كظروف الطقس وفارق التوقيت من بلد لأخر عند أداء المباريات الخارجية، والتغذية وتأثير المرتفعات وأساليب التهيئة من تدليك وتدريبات بدنية ومهارية، وكذا استخدام السونا والجلسات المائية لاستعادة الشفاء، والوقوف على حالة اللاعبين.

1- المتطلبات الفزيولوجية في كرة القدم:

حسب (1993)، Bayer " يجب على اللاعب أن يكون قادرا على إنتاج الطاقة من أجل مواصلة الحمولة المرتفعة للمنافسة في كرة القدم والتقليل من التأثيرات السلبية الناتجة من فقدان التوازن الفزيولوجي عند بذل الجهد، تتطلب المنافسة في كرة القدم قدرات هوائية جيدة نظرا لأن مختلف فترات اللعب تتميز بمراحل متقطعة، بحيث يتعين على فريق كرة القدم أن يتكون من لاعبين يتمتعون بلياقة بدنية جيدة للقدرات اللاهوائية والهوائية "[1].

- كما تعتبر كفاءة الجهاز الدوري التنفسي والقوة العضلية العصبية للاعب والسرعة، والتوافق العضلي العصبي هي من أهم المتطلبات الفزيولوجية في لاعب كرة القدم، حيث يحتاج اللاعب إلى كفاءة في الطاقة الحيوية الهوائية وبدرجة كبيرة نسبيا باعتبار أن كرة القدم من رياضات الجهاز الدوري التنفسي وتأتي هنا أهمية الاختبارات الفسيولوجية خاصة اختبار تحديد أقصى استهلاك أكسوجيني للاعب لتوضح لنا اللاعب المناسب لرياضة كرة القدم بصورة نسبية[2].

ولقد أشار(1977)، Denis خلال بذل المجهودات البدنية طويلة المدة تبقى الآلية الطاقوية الهوائية الأساسية في عملية إنتاج الطاقة (ATP)، أما بالنسبة للمجهودات البدنية القصيرة المدة تتدخل فيها الآلية الطاقوية اللاهوائية، كل آلية تلعب دورا هاما ومختلف، وهذا ما نلاحظه في قرة القدم من خلال تمرينات بدنية ذات شدة وفترات زمنية مختلفة.

تستخدم العضلات كمية كبيرة من الجليكوجين مما ينتج عنه مستوى تركيزي عال لحمض اللبن في الدم وتبقى المجهودات البدنية القصيرة المدة والتي تقل عن 2 د تحت تدخل الآلية الطاقوية اللاّهوائية أما الآلية الهوائية تبقى العنصر الأساسي في إنتاج الطاقة للمجهود البدني طويل المدة (هجمات معاكسة، الرجوع للدفاع، التحركات المختلفة في الملعب)[3].

كما أشار (1993)، Bayer إلى أن الآلية الطاقوية اللاهوائية اللالبنية تتدخل في بداية العمل (20ثا الأولى)، أثناء بذل اللاعب لمجهودات بدنية ذات مدة قصيرة وعالية الشدة (هجوم معاكس، الانطلاق، خروج اللاعبين، القفز...إخ) كل هذه الحركات تستخدم المخزون الطاقوي اللالبني (ATP-PC)، حيث يعاد استرجاع هذا المخزون بعد جهد بدني عال الشدة خلال 2د[4].

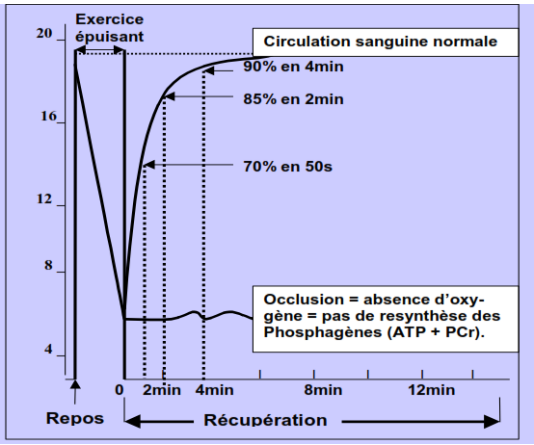
---

[1] Bayer C, Formation du joueur, Ed Vigot, Paris, 1999, P 314

[2] أبو العلاء أحمد عبد الفتاح، فزيولوجيا اللياقة البدنية، دار الفكر العربي، القاهرة 2013، ص112.

[3] نفس المرجع، ص 113.

[4] Bayer C, OP, CIT, p315.



الشكل 01: المصادر الطاقوية

وبما أن النشاط في كرة القدم يترجم إلى فترات لعب عالية الشدة وفترات راحة مستقطع، مثال خروج الكرة...إلخ، فإن المستوى الطاقوي يتراوح في حدود 85% من المستوى الأقصى للأكسجين المستهلك، وتتابع فترات الجهد أثناء المباراة في مدة زمنية متوسطة تصل إلى 9ثا مع تطبيق حركات عالية الشدة وقصيرة المدة وهذا ما يفسر بالاستخدام المهم للآلية اللاهوائية، 60 % من الحالات تتراوح فيها مدة التمرين من 2-4ثا، ولا تتجاوز 12ثا إلا في بعض الحالات[1]، و70% من الحالات تكون فيها مدة الراحة من 2-8ثا وفي مدة قصوى قد تتجاوز أحيانا 20ثا في الشروط الأساسية للعب[2].

ومن بين المؤشرات الفزيولوجية التي تتركها المنافسة، حيث يصل الجسم عند شدة بدنية تصل من 80-88% من النبض القلبي الأقصى، ويختلف مؤشر الصرف الطاقوي أثناء مباراة في كرة القدم على حسب المستوى التنافسي، حيث قد يصل إلى 502 كيلوكلوري، وبالنسبة للاعبين ذوي مستوى العالي يصل مؤشر الصرف الطاقوي إلى 814 كيلوكلوري في المباراة[3].

ويبلغ تركيز حمض اللبن المتوسط حوالي 2 إلى 8 ملي مول/ل ويقتصر ذلك على حسب فترات اللعب، وبالنسبة للقياسات المستهدفة لحجم الأكسجين المستهلك أثناء المباراة في كرة اليد وجد أن نسبته تصل إلى 80-90% من الحد الأقصى للأكسجين المستهلك[4].

2- المبادئ والآليات الطاقوية في النشاط البدني والرياضي:

ترتفع الاحتياجات الميتابوليزمية في العضلة كلما أرتفع المجهود العضلي وهذا المصدر الطاقوي خاضع لتكيفات عضلية دورية قلبية وتنفسية وعصبية، فالجهاز العصبي سير هذا النظام، حيث يرسل إشارات كهربائية من

[1] Bayer Op.Cit P316

[2] بهاء الدين إبراهيم سلامة، صحة الغذاء ووظائف الأعضاء، دار الفكر العربي، القاهرة 2008، ط2، ص 21

[3] أبو العلاء احمد، مرجع سابق، ص 114.

[4] بهاء الدين، مرجع سابق، ص 22.

خلال الألياف الحركية مما يؤدي إلى طرح الأستيل كولين المخزن في الألياف العصبية في مناطق الترابط العصبي العضلي وهذا ما يسمح لبدأ نظام خلوي مستقل للعضلة يعطي طاقة للتقلص العضلي وهذه الطاقة منبعها النظام الصادر من:

- مخزون عضوي يستعمل مباشرة مع وجود الأكسجين أو في انعدامه.
- من الاحتراق البطيء للغلو سيدات، ليبيدات والبروتيدات المخزونة في العضلة أو المتنقلة في الدم.

يتميز جهاز الرياضي بتطور ملحوظ في إمكانية تحويل الطاقة الكيميائية إلى طاقة حركية، ولتطوير مستوى التفوق الرياضي يجب تطوير الصفات التالية[1]:

- تطوير القدرة الطاقوية
- رفع الشدة الطاقوية
- تحسين المردود الطاقوي

توجد 03 أنظمة رئيسية تعتبر كمنبع طاقوي للـ: ATP الضروري للتقلص العضلي.

1. نظام لا هوائي دون حمض اللبن.
2. نظام لا هوائي حمضي.
3. نظام هوائي.

2-1 الآلية الطاقوية اللاهوائية:

أوضح (1990)، Jousselin "عند عملية التقلص العضلي العنيف والسريع، يعتبر مخزون الأكسجين وسرعة التكوين غير كافيين لذا يجب على الليف العضلي أن يجد مصادر أخرى للتموين بـــ (ATP) بسرعة وبكمية كبيرة وللعضلة منبعين لسد النقص في النظام اللاهوائي"[2]:

أ) **المنبع الأول**: من خلال الكرياتين فوسفات الذي يسمح بتركيب (ATP) في غياب الأكسجين (O2) ويسمى الميكانيزم اللاهوائي دون حمض اللبن.

ب) **المنبع الثاني**: من خلال الغليكوجين أو الميكانيزم اللاهوائي مع تكون حمض اللبن.

2-1-1- الألية الطاقوية اللاهوائية اللالبنية (النظام الفوسفاتي):

وهي مجموع التفاعلات التي تضمن إنتاج طاقة (ATP) في غياب الأكسجين (لاهوائي) وبدون إنتاج نهائي لحمض اللبن، حيث تتدخل هذه الشعبة في بداية التمرين باستخدام الكميات القليلة المتواجدة في العضلة أو عن طريق الفوسفوكرياتين الذي ينتج طاقة بسرعة وهذا في وجود أنزيم الفوسفوكرياتين كيناز (CPK) عبر التفاعل التالي[3]:

[1] د. يوسف لازم كماش، مقدمة في بيولوجيا الرياضة، زهران للنشر والتوزيع، الأردن، 2013، ص86.

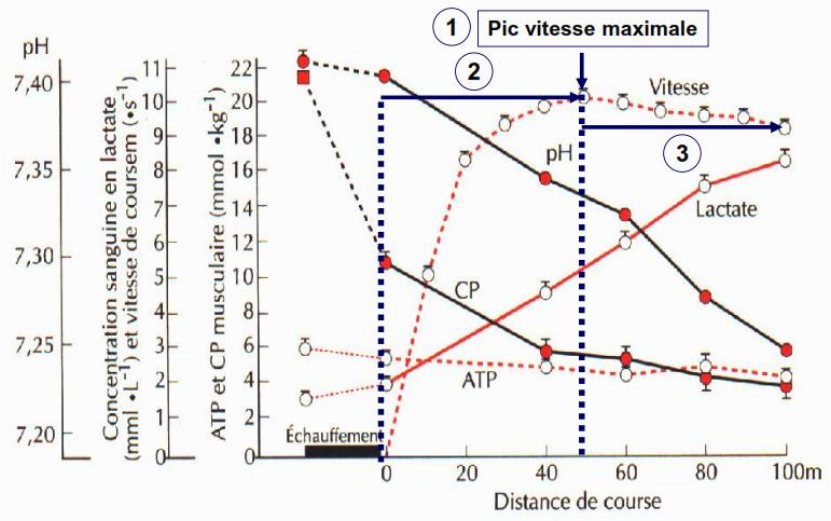
[2] نفس المرجع ، ص 90.

[3] Nadeau, physiologie de l'activité physique, 4éme Edition. Paris 2008, P 166.

$$ADP + CP \xleftrightarrow{CPK} ATP + \text{Créatine}$$

كما أن إنتاج الطاقة (ATP) يمكن أن ينجز عن طريق تمييع جزيئتين منADP مع تشكيل جزيئة AMP في وجد أنزيم الميوكيناز (MK).

$$2\,ADP \xrightarrow{(MK)} ATP + AMP$$



الشكل 02: عمل الشعبة اللاهوائية اللالبنية واللبنية

يتواجد مخزون ATP في الخلية العضلية حيث تتراوح نسبته إلى 6 ملي مول/كغ أما مخزون الفوسفو كرياتين يتراوح من 20-30 ملي مول/كغ من وزن العضلة[1].

كما أشار ( ) "إلى أن القدرات القصوى للمصادر الطاقوية المستعملة من طرف شخص عادي تقدر بطاقة استهلاك قدرها 45 كيلوجول مع قوة قصوى مقدرة بـ 300 كيلوجول/د"[2]. وبالنسبة لـ (1976)، Margaria " فإن المدة القصوى التي يستخدم فيها النظام الفوسفاتي لإنتاج الطاقة تكون من 6-8 ثا"[3].

[1] Weineck J, Manuelle d'entrainement, Edition Amphora, paris, 1997, P66.

[2] Nadeau, Op.cit, p 168.

[3] بهاء الدين سلامة، مرجع سابق، ص 30.

وفي كرة القدم جميع حركات التمرير والتصويب بأنواعه سواء من الثبات أو الحركة، والوثب أثناء التصويب أو الدفاع، بالإضافة إلى العدو السريع أثناء الهجوم الخاطف أو العودة للدفاع بسرعة تتم بناءا على هذا النظام، بالإضافة إلى أن هناك بعض الصفات البدنية تندرج أيضا تحت هذا النظام مثل القوة العضلية، السرعة، والقدرة المميزة بالسرعة، وكذلك عند تكرار أداء مقطوعات العمل سرعة – قوة، بنظام إنتاج الطاقة الفوسفاتي لعدة مرات مع وجود فترات راحة غير كاملة[1].

كما يندرج ضمن هذا النظام قسمين وهما:

2-1-1-1 القدرة القصوى اللاهوائية اللالبنية:

وهي بداية الطاقة الآلية، كمية العمل المرتبط بوحدة زمنية، أو الكمية القصوى للطاقة والتي ترتفع أثناء التمرين المرافق للوحدة الزمنية التي تتراوح من 0-10ثا، ومن خلالها يتم تحليل جزيئات (ATP) الموجودة في الليف العضلي مع تحرير طاقة[2].

2-1-1-2 السعة القصوى اللاهوائية اللالبنية:

وهي كمية الطاقة الكلية لنشاط ممدد نوعا من حيث المدة، يعطي طاقة تسمى القدرة الطاقوية لهذا النظام، تعطى بالمجال الزمني التالي: 2-10ثا حيث يتم استهلاك (ATP) والكرياتين فوسفات (CP) وهذا ما يتضح من خلال التشريح العضلي في المخابر، القدرة الكلية للعمل الممكن تقديمها في هذا النظام تقدر بـ: 800 جول/كلغ أي ما يعادل 56000 جول من أجل رياضي ذا وزن 70 كلغ[3].

2-1-1-3 خصائص الآلية الطاقوية اللاهوائية اللالبنية[4]:

- دخول سريع جدا من الثواني الأولى.
- مدة الآلية محددة وقصيرة.
- تطوير القدرة 0 /5-7ثا.
- تطوير السعة 5-7ثا/15 – 20ثا.
- شدة الجهد عالية جدا (قصوى) تميز خاصية السرعة.
- الاسترجاع: تكون مدة الراحة قصيرة ونشطة بين التمرينات من 10 إلى 20ثا، مع راحة بين المجموعات على الأقل 5د.
- حجم الحصة التدريبية يتطلب تدريبا نوعيا ذا شدة قصوى.

---

[1] لازم يوسف كماش، مرجع سابق، ص 80.

[2] Préparation et entrainement du football, Ed Amphora, Paris, 1996, p 15.

[3] كما عبد الحميد، الميكانيك الحيوية وفزيولوجيا الرياضة، مركز الكتاب للنشر، جامعة حلوان، مصر، 2009، ص 223.

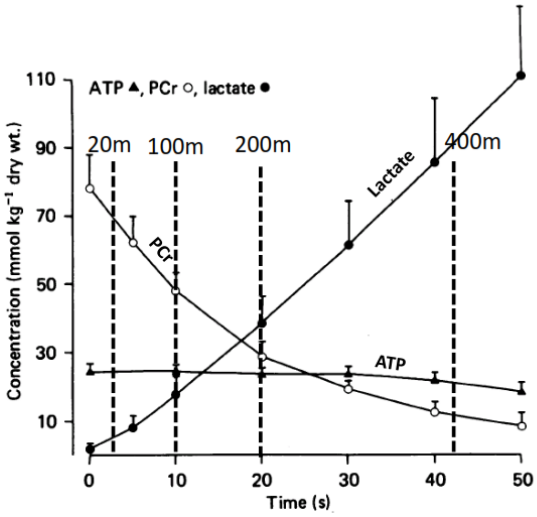
[4] نفس المرجع، ص 224.

2-1-2- الآلية الطاقوية اللاهوائية اللبنية (نظام الجلكزة):

يعتبر هذا النظام عبارة عن سلسلة من التفاعلات التي تسمح بإنتاج طاقة (ATP)، عن طريق هدم الغلوكوز، وبدون استخدام الأكسجين مع إنتاج نهائي لحمض اللبن، كما أن عملية هدم الغلوكوز، وبدون استخدام الأكسجين مع إنتاج نهائي لحمض اللبن، كما أن عملية هدم الغلوكوز أو الجليكوجين تمر بالمراحل التالية[1]:

- دخول الغلوكوز في الخلية باستخدام 1 ATP.
- تتم عملية الهدم بتشكيل غلوكوز 6 فوسفات، لتتواصل بذلك سلسلة التفاعلات.
- تستمر سلسلة التفاعلات للغلوكوز 6 فوسفات لتعطي جزيئتين من حمض البيروفيك.
- تشكيل حمض اللبن مع إنتاج طاقة (ATP) وفقا للآلية التالية:

$$1\ \text{glucose} + 2\ \text{NAD} + 2\ \text{ADP} + \text{PI} \xrightarrow{(\text{LDH})} 2\ \text{pyruvate} + 2\ \text{NADH2} + 2\text{ATP}$$



شكل 03: عملية تهديم الطاقة

حسب (1992)، Lacour "عملية الغليكوليز اللاهوائي تعطي (ATP)، 3 مع 2 مول من اللاكتات، فيتم تشكيل اللاكتات من خلال LDH وNAD، يقوما بتحويل حمض البيروفيك إلى حمض اللبن وهذا ما يتضح أثناء التقلص العضلي اللاهوائي[2].

وأشار(1986)، Carplet " أن الصرف الطاقوي يرتفع بحوالي 200 مرة عن وضع الراحة، وقد أثبتت الدراسات بأن التركيز لحمض اللبن في الدم أثناء التمرين لدى البالغين قد يصل 17 ملي مول/كلغ وقد يصل إلى 11

[1] نفس المرجع، ص 225.

[2] Jean Payl doutreloux, physiologie et biologie du sport, édition Vigot, paris, 2008, p 58.

ملي مول/كلغ في سن 13 إلى 14 سنة، ويرجع ذلك إلى التركيز الضعيف لأنزيم الفوسفوفركتوكيناز (PFK) في عضلات الرياضيين في سن 11 –13 سنة، وهذا الأنزيم يستعمل بدرجة كبيرة أثناء عملية الغليكوليز اللاهوائي"[1].

وحسب (Bouchard et cool, 1989) " تصل القدرات القصوى للمصدر الطاقوي اللاهوائي اللبني إلى 150 كيلو جول/د للشخص العادي، وفي الوقت الحالي لا توجد طريقة دقيقة من أجل تحديد كمية ATP المنتجة من النظام اللاهوائي، فإن استخدام تركيز حمض اللبن يعتبر الطريقة الأكثر استخداما كمؤشر للنظام اللاهوائي اللبني"[2].

في كرة القدم جميع الحركات التي يقوم بها اللاعب بسرعة أثناء التحركات الهجومية أو الدفاعية بالإضافة إلى العدو السريع أثناء الهجوم الخاطف أو العودة للدفاع بسرعة تتم بناء على هذا النظام، كما أن هناك بعض الصفات البدنية التي تندرج تحت هذا النظام مثل: تحمل السرعة، تحمل القوة (الثابتة والمتحركة)، ويطلق عليها السعة الهوائية أو التحمل اللاهوائي[3].

ونعرف كل من القدرة والسعة في هذا النظام بـــ:

2-1-2-1- القدرة القصوى اللاهوائية اللبنية:

وهي كمية الطاقة المنتجة خلال 30–40 ثانية الأولى من التمرين، تقيم تحت شكل ميكانيكي خلال تمرين ذا شدة قصوى في مدة 30 ثانية وممكن أن تقاس خلال 15 — 20 ثانية ومن بين العوامل المحددة لهذا النظام نجد مدى اندفاع عملية الغليكوليز اللاهوائي ومدى نشاط أنزيم (PFK) وعدد وحجم الألياف ذات النوع II وكذا النشاط الحركي[4].

2-1-2-2 السعة اللاهوائية اللبنية:

وهي الكمية القصوى للطاقة المنتجة من خلال الجلكزة اللاهوائية، وهي تأثر خاصة على الألياف العضلية ذات النوع IIa ، IIb أثناء التدريب لمدة 30ثا إلى غاية 1,5د، تتأثر خاصة بهبوط مستوى الـــ: PH وبذلك فدرجة الحمضية تختلف من تمرين لأخر حسب مدة وشدة المجهود البدني المبذول حيث يصل تركيز حمض اللبن في الدم إلى 20 ميلي مول/ل[5].

2-1-2-3 خصائص الآلية الطاقوية اللاهوائية اللبنية:

[1] كمال عبد الحميد، مرجع سابق، ص 226.

[2] أحمد نصر الدين، فيزيولوجيا اللياقة البدنية، دار الفكر العربي، القاهرة، 2013، ص114.

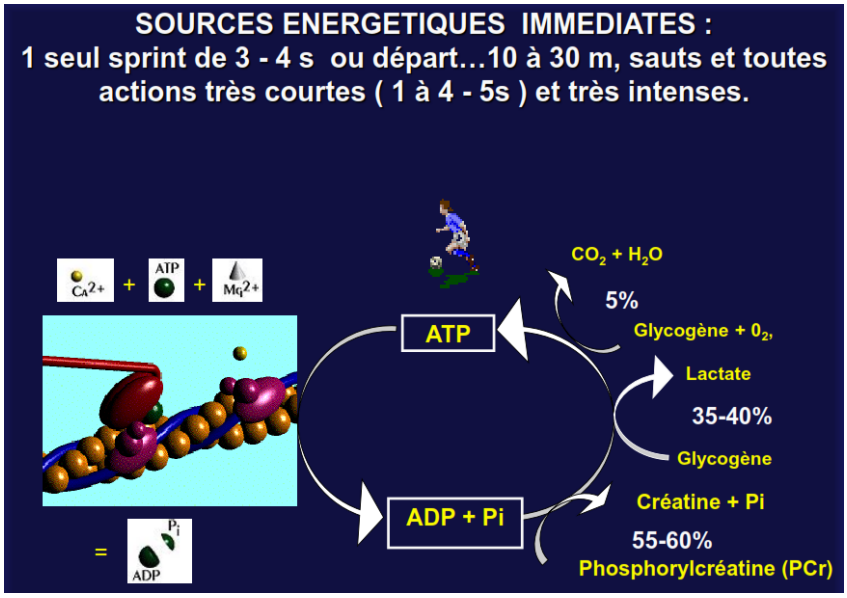
[3] Jean Payl Doutreloux, Op. Cit, p170.

[4] Bayer, Op. Cit,, P 320.

[5] سمير عبد الله رزق، التوازن الغذائي للرياضي واللياقة البدنية، الأردن، 2003، ص21.

تتميز خصائص هذا النظام بالنقاط التالية[1]:

- دخول سريع في الآلية بضع ثواني.
- مدة الجهد قصيرة.
- تطوير القدرة 15 – 20 ثا/40 – 50 ثا.
- تطوير السعة 40 – 50 ثا/ 1- 2د.
- شدة الجهد قريبة جدا من القصوى.
- الراحة تكون نشطة وكلية، متوافقة مع شدة ومدة الجهد أثناء التدريب.



الشكل 04: الآلية الطاقوية الهوائية واللاهوائية

2- 2 الآلية الطاقوية الهوائية (نظام الأكسجين):

وهي عن مجموعة من التفاعلات التي تنتج طاقة ATP وذلك بتدخل الأكسجين، السكريات، الدهون، وثانويا البروتينات، وفي حضور الأكسجين تدخل الكمية الكبيرة من حمض البيروفيك الناتجة من تحلل الغلوكوز في تفاعل مع كونزيم A من أجل إعطاء الأستيل كونزيم A، لتتم مراحل التفاعل بالأكسدة في الميتوكوندري أثناء حلقة كربس مصاحبا ذلك تحرير غاز الكربون وديدروجان، المسئول عن نقل (FAD–NAD في السلسلة التنفسية)[2].

[1] نفس المرجع، ص22.

[2] بهاء الدين سلامة، مرجع سابق، ص 43.

وحسب (1999)، Hermansen " يمكن تبيين كمية وسرعة الأدينوزين ثلاثي الفوسفات (ATP) من خلال قياس الحجم الأقصى لاستهلاك الأكسجين (VO2max) وحجم الأكسجين المستهلك، علما أن 1 لتر من الأكسجين يمثل 290 ملي مول من الأدينوزين ثلاثي الفوسفات (ATP) في حالة أكسدة الغلوكوز"[1].

ويستخدم الجليكوجين والدهون أثناء النشاط الرياضي كمصدر لإنتاج الطاقة اللازمة لإعادة بناء الـ (ATP)، وعملية تحويل الدهون إلى أحماض دهنية تدخل ضمن دائرة كربس ونظام الناقل الإلكتروني لإنتاج الطاقة، غير أن أكسدة الدهون تتطلب كمية كبيرة من الأكسجين، حيث تبلغ كمية الأكسجين اللازمة 1 مول من ATP 3,5 لتر إذا كان مصدر الطاقة هو الجليكوجين، بينما تبلغ كمية O2 4 لترات إذا كان المصدر هو الدهون، وهذا النظام (نظام الأكسجين) يساعد لاعب كرة القدم على مقاومة التعب خلال زمن المباراة والتي تستغرق لمدة 90 دقيقة أو أكثر، كما يساعد على توفير الأكسجين اللازم لسرعة استعادة الراحة خلال التدريب أو المباراة ويقلل من تأثير التعب الناتج عن نقص الأكسجين[2].

وبالنسبة للنظام الهوائي نعرف كل من القدرة والسعة الهوائية كالتالي:

2- 2- 1 القدرة القصوى الهوائية:

هي البداية القصوى لأكسجين والحجم الأقصى لأكسجين الموجود على المستوى الرئوي والمنقول في الجهاز الدوري التنفسي من طرف هيموغلوبين الدم والفسفرة التأكسدية في الميتاكوندري تحت تأثير التمرين البدني، وخلال وحدة زمنية[3].

2- 2- 2- السعة القصوى الهوائية:

هي الكمية القصوى للطاقة الممكنة من خلال أكسدة المركبات الطاقوية، فالمداومة القصوى الهوائية تقاس بمدة الجهد البدني المطبق بعد حصول التعب في مستوى معين من الحجم الأقصى للأكسجين المستهلك أو السرعة القصوى الهوائية، تمثل المداومة القصوى الهوائية بكمية العمل المنجز أو المسافة المقطوعة أثناء الجري[4].

[1] كمال درويش، فزيولوجيا الرياضة، دار الفكر العربي، القاهرة، 2001، ص 44.

[2] كمال درويش وآخرون، مرجع ذكر سابقا، ص 45.

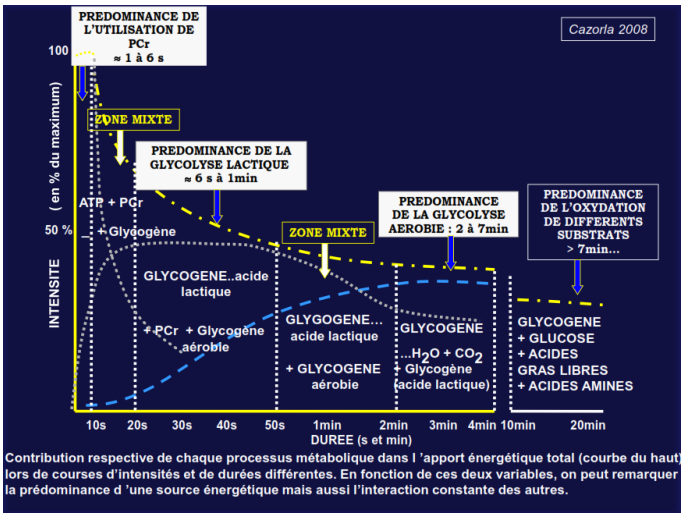
[3] أحمد ناصر الدين، فسيولوجيا الرياضة نظريات وتطبيقات، دار الفكر العربي، القاهرة، 2008، ص 43.

[4] Cristion cripm base physiologique de la diététique, 4éme tirage, 2007, Paris, P233.

2- 2- 3- خصائص الآلية الطاقوية الهوائية[1]:

تتميز خصائص هذا النظام بالنقاط التالية:

- النبض القلبي الأولي 90 حتى 120 ن/د.
- مدة العمل تكون طويلة من أجل تطوير القدرة 2 – 3د/15د.
- شدة الجهد تساوي أو أقل من 3/2 من الإمكانية القصوى للرياضي.
- السرعة القصوى الهوائية (VMA) تختبر بإجراء الاختبارات الميدانية الخاصة برياضيي المستوى العال.
- الراحة تكون نشطة مع مدة قصيرة حسب نوعية التدريب (120 – 140 ن/د).



الشكل 05: المنابع الطاقوية

[1] كمال درويش، نفس المرجع، ص 46.

جدول رقم (06): الآليات الرئيسية المنتجة للطاقة ومدة الاستمرار في مختلف الأزمنة أثناء بذل المجهود البدني حسب مجموعة من الباحثين.

الألية / الباحث	اللاهوائية اللالبنية		اللاهوائية اللبنية		الهوائية			
	القدرة	القوة	القدرة	القوة	القدرة	القوة	القدرة	القوة
Astrand P.O, 1973	0–7 ثا		7 ثا–15 ثا		15 ثا–45 ثا	45 ثا–2 د	2 د– 6 د	+ 6 د
Flandrois R, 1980	بسرعة		3 ثا– 8 ثا		20 ثا	90 ثا	2 د	10 د–30 د
Zatsiorsky V M, 1980	10 ثا		10 ثا–20 ثا		20 ثا–45 ثا	45 د–1و45 ثا	2 د–3 د	+ 5 د
Fox-Mathews, 1983	2 ثا–3 ثا		20 ثا		40 ثا–45 ثا	2 د	3–2د–20د	30د–1سا
Palau J M, 1985	0– 3 ثا		8ثا		–	90 ثا	3‘–1‘30“	3‘+
Mc Ardle l W D,1986	بسرعة		12 ثا		30 ثا	3 د	3 د–9 د	+ 10 د
Craplet P, 1986	4–7 ثا حتى 10 ثا		حتى 20 ثا		20 ثا – 1 د	1 – 3 د	3 د – 20 د	+ 20 د
Richard C	–		6 ثا		–	40 ثا– 2 د	–	25 د
Di Prampero, 1988	بسرعة		10 ثا		20 ثا–15 ثا	30 ثا–90	3 د– 5 د	3 د– 5 د
Platonov V L, 1988	بسرعة		7 ثا –10 ثا		20 ثا–40 ثا	2 د	3 د–10 د	حسب نسبة VO2max
Brousse & During, 1989	7 ثا–10 ثا		20 ثا– 30 ثا		30 ثا–50 ثا	2د–20“	3 د– 15 د	حسب نسبة VO2max
Cazorla G, 1989	–		10 ثا		–	2 د	–	مدة طويلة
Robert.G,1990	I بسرعة		5 ثا		15 ثا	30 ثا–90 ثا	2 د–3 د	3 د–7 د
Brunet E, Guedj J,Mouen B,2000	0–5–7 ثا		7 –5 ثا 20–15 ثا		20–15 ثا 50–40 ثا	50–40 ثا 2–1 د	3–2 د 15–10 د	أكثر من 15 د
Véronique billat 2003	3 ثا		10–8 ثا		12 ثا–30 ثا	30 ثا–120 ثا	2 د–6 د	20 د–60 د

2-3- التكيف الفزيولوجي للتدريب اللاهوائي:

لقد تعددت النشاطات الرياضية المتميزة بضغط عال الشدة مثل السرعة القصوى، وتعتبر الكمية الكبيرة من الطاقة المنتجة في مثل هذا التمرين هي جهاز (ATP)، والفوسفوكرياتين (Pcr)، وجهاز الهدم اللاهوائي الجليكوجين (الجلكزة)، ومن بين التغيرات الحاصلة عند تطبيق تدريب لا هوائي نجد:

2-3-1- تحسين القدرة والسعة اللاهوائية:

ذهب الباحثون إلى أنه يوجد العديد من الاختبارات التي تمكننا من التقييم بدقة للقدرات اللاهوائية، سواء في المخبر أو الميدان حيث حددت ثلاث اختبارات مختلفة من أجل تقييم النظام اللاهوائي، والدين الأكسوجيني، أثناء إجراء اختبار Wingate، يجب على المختبر أن يقوم بتدوير الدواسات في دراجة إرجومترية، بأقصى سرعة ولمدة 30ثا ضد حمولة مطبقة، تختلف على حسب الوزن، الجنس، العمر ودرجة التدريبات، تحدد القوة اللاهوائية في مدة بين 5 – 10 ثا فهي تمثل مؤشر للقدرة القصوى اللاهوائية، يعمل التدريب اللاهوائي على زيادة القدرة والسعة اللاهوائية في مستويات مختلفة تصل إلى 25 %[1].

2-3-2- التغيرات العضلية:

إن التدريب اللاهوائي ينتج من خلاله تغيرات عضلية، تظهر في الاستعمال المتزايد للألياف العضلية استجابة لنوعية التمرين وشدته، فالتمرينات الخاصة بالسرعة أو القوة تستخدم الألياف العضلية السريعة FT نظرا لزيادة مساحتها وقطرها تحت تأثير التدريب اللاهوائي (FTa –FTb)، ومما يلاحظ أن تدريبات السرعة تعمل على زيادة الألياف العضلية السريعة FT، حيث بينت تجارب تحت تأثير تدريب السرعة القصوى لمدة 15 ثا أو 30 ثا أن نسبة الألياف العضلية البطيئة ST تتناقص بـ 57% إلى 48% ونسبة الألياف العضلية السريعة FTa تتزايد بـ 32% إلى 38%[2].

2-3-3- تغير الجهاز الطاقوي:

هي مثل ما يحصل من تغيرات ناتجة من التدريب الهوائي فإن التدريب اللاهوائي يؤثر على نظام الفوسفوكرياتين ونظام الجلكزة ومن بين هذه التغيرات نجد:

2-3-3-1 تغير نظام ATP-PCr:

في النشاطات الرياضية كالسرعة أو تطبيقات القوة القصوى يتطلب طاقة تستخدم بسرعة ولا تتوفر إلا عن طريق نظام ATP و PCr، وكل التمرينات القصيرة والعالية الشدة تتطلب هدم وإنتاج الطاقة، حيث بينت بعض الدراسات المهتمة بالتغيرات الحاصلة في التمرينات البدنية القصيرة والمقصود أن هناك تطور في النظام

[1] Cristian Crip, Op. Cit, p 234.

[2] Nadeau, Op. Cit, p 170.

اللاهوائي(ATP-PCr) وزيادة في عمل الأنزيمات العضلية (كرياتين فوسفات والميوكيناز)، وتطور القوة العضلية مما يسهل العمل العضلي للتمرينات المطبقة وبصفة عامة الزيادة في القوة اللاهوائية العضلية[1].

2-3-3-2- تغير نظام الجلكزة:

إن التدريب اللاهوائي لتمرينات قصيرة ولمدة 30 ثا يرفع من عمل بعض الأنزيمات المهمة لعملية الجلكزة ومن بين أهم الأنزيمات المدروسة نجد الفوسفوغيلاز، الفوسفوفركتوكيناز (PFK)، لاكتات ديدروجيناز (LDH)، كل هذه الأنزيمات يزداد عملها بنسبة 10 إلى 25%، وفي دراسات أجريت على تمرينات سرعة لمدة 30 ثا وجد زيادة واضحة في أنزيم الهيكسوكيناز بنسبة 56% و الفركتوكيناز بنسبة 49%، بدون تغير في عمل الفوسفوغيلاز[2].

2-3-4- تغيرات أخرى للتدريب اللاهوائي:

2-3-4-1- فعالية الحركات:

إن تدريب السرعة يحسن من الحركات الرياضية والتوافق والتناسق العضلي مما يؤدي إلى تفوق وأداء متطور للتمرينات المتميزة بالشدة العالية والقصوى، وما سبق ذكره عن عدد الألياف العضلية ونوعيتها والتي تسمح بتطوير الفعالية الحركية يصاحبه اقتصاد واضح في مصادر الطاقة العضلية[3].

2-3-4-2- جزء من الطاقة الهوائية:

إن تكرار التمرينات البدنية القصيرة المدة والعالية الشدة لا تؤدي إلى تغيرات في النظام اللاهوائي فقط وإنما يتعدى ذلك إلى النظام الهوائي، هذه التحولات تظهر في زيادة عمل بعض الأنزيمات مثل المالات ديدروجيناز 29%، سوكسينات ديدوجيناز 65% وسيترات كيناز 36%.[4]

وأشار أبو العلاء، (1999) " أن يؤدي التدريب اللاهوائي إلى زيادة سعة العضلة لتحمل اللبن المتجمع في العضلة خلال عملية الغليكوليز اللاهوائي حيث ثبت أن التدريب اللاهوائي لمدة 8 أسابع يؤدي إلى زيادة سعة المنظمات الخلوية للعضلة بنسبة 12 إلى 50%"[5].

2-4- التكيف الفزيولوجي للتدريب الهوائي:

إن التحسين في قدرة التحمل تلبية لمتطلبات التدريب الرياضي وباستعمال قاعدي لوسيلة الجري، السباحة، أو الدراجات الهوائية، تعمل على إحداث مجموعة من التغيرات في العضلات والأنظمة الطاقوية والأجهزة الدورية والتنفسية.

2-4-1- التحسين في القدرة القصوى الهوائية:

---

[1] Jean Paul Doutreloux, Op. Cit, P60

[2] أبو العلاء أحمد عبد الفتاح، مرجع سابق، ص 15.

[3] أبو العلا أحمد عبد الفتاح، الاستشفاء في المجال الرياضي، دار الفكر العربي، الأردن، 2000، ص 15.

[4] نفس المرجع، ص 16.

[5] نفس المرجع، ص 17.

إن التدريب الهوائي المتجه نحو زيادة قدرات العمل أثناء أداء التمرينات ذات الجهد تحت أقصى والطويل المدة أو القدرة القصوى الهوائية (PMA)، ينتج من خلالها تغيرات فردية والمتمثلة في زيادة نسبة الأكسجين الأقصى المستهلك إلى نسبة قد تصل إلى 40 – 50% ارتباطا بنوعية وحمولة التدريب
المطبقة (المسافة المقطوعة في الجري، حجم الحصة التدريبية، عدد الحصص التدريبية...إخ)، وهذا ما يفسر لبعض الرياضيين بوصول حجم الأكسجين الأقصى المستهلك إلى 80 مل/د/كلغ[1].

2-4-2- التغيرات العضلية:

تعمل التنبيهات المتكررة للعضلة على إحداث تغيرات بنيوية وأخرى وظيفية، من بينها نوعية الألياف العضلية، زيادة عدد الشعيرات الدموية، حجم الهيموغلوبين، ووظيفة الميتوكوندري، والأنزيمات المؤكسدة.

2-4-2-1- الألياف العضلية:

تؤدي ممارسة النشاط الهوائي لشدة كبيرة أو ضعيفة إلى عمل الألياف العضلية البطيئة (ST) استجابة لتنبيه التدريب حيث يزداد حجم الألياف العضلية البطيئة هذه الزيادة تصل إلى نسبة قدرها 25 %، وذلك بالنظر إلى شدة ومدة الفترة التدريبية، ومن جهة أخرى فإن الألياف العضلية السريعة لا يزيد حجمها وتعتبر أقل عملا في التدريبات الهوائية، ولقد أشارت دراسات أخرى إلى أن الألياف العضلية السريعة FT تتحول إلى ألياف عضلية بطيئة ST، هذه التحولات في أغلب الأحيان تكون ضعيفة وبنسب محددة حيث بين (Herttage) أن التدريب الهوائي لمدة 20 أسبوعا يعمل على زيادة نسبة الألياف العضلية البطيئة ST من 43,2 % قبل التدريب إلى 46,7 % بعد التدريب ونقصان نسبة الألياف العضلية (FTb) من 20 % إلى 15,1 % بدون تغيرات في الألياف العضلية FTa[2].

2-4-2-2- الشعيرات الدموية:

إن زيادة كثافة وقطر الشعيرات الدموية أو زيادة عددها في الألياف العضلية تعتبر التغير الأهم في تدريب التحمل، تصل هذه الزيادة إلى نسبة قدرها 15% بعد تدريب هوائي طويل وشديد، وتتمثل التغيرات الحاصلة على مستوى الشعيرات في زيادة حجم مساحة التبادلات الغازية بين الدم والعضلات ونفوذ الأكسجين من الشعيرات إلى الميتوكوندري، هذا ما يعتبر من العوامل المحددة للحجم الأقصى للأكسجين المستهلك فزيادة الشعيرات الدموية ترفع من نسبة نفاذ الأكسجين مما يسمح بمواصلة إنتاج الطاقة اللازمة للتقلص العضلي في العمل الهوائي[3].

2-4-2-3- مقدار الميوقلوبين:

[1] Weineke J., manuel d'entrainement, Op. Cit, P201

[2] أبو العلاء أحمد عبد الفتاح، مرجع سابق، ص 18.

[3] نفس المرجع، ص 19.

أثناء دخول الأكسجين في الألياف العضلية يثبت في الميوقلوبين، الذي يعمل بدوره على نقل وإرجاع جزيئات الأكسجين بين الغشاء الخلوي والميتوكوندري، كما تكون الألياف العضلية البطيئة غنية بالميوقلوبين ثم يبعث ناحية الميتوكوندري، هذا الاحتياط يستخدم في بداية التمرين عندما يصبح تثبيت الأكسجين صعبا، مما يسمح بتوفير الأكسجين في الميتوكوندري، فالتدريب الهوائي يحسن محتوى العضلات من الميوقلوبين بنسبة 75 إلى 80%.[1]

2-4-2-4- وظيفة الميتوكوندري:

يتم إنتاج الطاقة في النظام الهوائي على مستوى الميتوكوندري، فتدريب التحمل يؤدي إلى إحداث تغيرات في الميتوكوندري مما يحسن من قدرة الألياف العضلية لإنتاج الطاقة، ويرجع هذا التحسن إلى عدد وحجم وفعالية الميتوكوندري، وفي بعض الدراسات أوضحت أن عددها يتزايد إلى نسبة 15% بعد 27 أسبوعا من التدريب الهوائي، وفي نفس الوقت فإن حجم الميتوكوندري يتزايد حوالي 35% ولا يكون التغير إلا بكبر حجم التدريب الهوائي[2].

2-4-2-5- الأنزيمات المؤكسدة:

إن زيادة حجم وعدد الميتوكوندري، ينتج عنه عمل فعال يؤدي إلى تحسين القدرات الهوائية العضلية كما أن هدم المركبات البنائية والمرحلة النهائية لإنتاج الطاقة ATP يتم بتدخل الأنزيمات المؤكسدة الموجودة في الميتوكوندري، فالتدريب الهوائي يرفع من عمل الأنزيمات مما يؤدي إلى تحسين القدرات الهوائية وفعالية مراحل إنتاج الطاقة وهدم المواد العضوية في الخلية.[3]

2-4-3- تغيرات الجهاز الطاقوي:

من أجل الاستجابة لمتطلبات التدريب الهوائي، يجب دائما وباستمرار استخدام مخزون العضلات من الدهون والجليكوجين، وبذلك يتأقلم الجسم مع التنبيهات المتكررة من أجل تلبية المتطلبات الطاقوية والحد من أخطار التعب، ومن بين التغيرات البنيوية الحاصلة من التدريب الهوائي نجد[4]:

2-4-3-1- السكريات:

يستخدم الجليكوجين العضلي في كل أنواع التمرينات، فالميكانيزمات المسئولة عن عملية الهدم تنبه بعد كل حصة تدريبية، فسرعة تصنيع ومحتويات العضلة من الجليكوجين يمكن أن تتضاعف بالنسبة للشخص المتدرب على التحمل استجابة للتمرينات البدنية التي تعمل على إفراغ مخزون الجليكوجين، وبالنسبة لأخصائي العدو للمسافات الطويلة يجب أن يتناولوا حمية غذائية غنية بالسكريات تصل إلى 440 – 550 غ يوميا، أي ضعف ما يهدم يوميا من مخزون الجليكوجين في العضلات.

2-4-3-2 الدهنيات:

---

[1] نادر محمد شلبي، فيزيولوجيا التعرب العضلي بعد المجهود البدني، مركز الكتاب للنشر، ط1، 2012، القاهرة، ص 90.

[2] نفس المرجع، ص 91.

[3] د. ابراهيم شعلان، فيزيولوجيا الاعداد البدني، دار الفكر العربي، القاهرة، 2008، ص 208.

[4] نفس المرجع، ص 210.

من خلال تحسين محتوى العضلات من الجليكوجين تحت تأثير التدريب الهوائي فإن مستوى مخزون الدهنيات يرتفع في العضلات في شكل ثلاثي غليسريد، فعملية التدريب الهوائي تعمل على هدم وتحويل الدهون من أجل مواصلة بدل الجهد لمدة ومسافات طويلة، كما يسمح تدريب التحمل بتحريك الأحماض الدهنية وزيادة نسبة هدمها إلى 30%، ولقد لوحظ أن زيادة مستوى الأحماض الدهنية في الدم يحفز على استخدام الدهون والاقتصاد في السكريات، ولقد أوضحت دراسات أخرى أن هناك زيادة في تركيز الدم لأحماض الذهنية مما يؤدي إلى ادخار الجليكوجين وتأخير التعب والإنهاك في كل مستويات التمرينات البدنية[1].

2-4-3-3- التوازن السكري الدهني للتمرين:

في السنوات الأخيرة بين عدد من الدراسات الباحثة عن تحديد العوامل المعدلة للاستخدام المتعدد للسكريات أو الدهون، وتعتبر السكريات المصدر المميز في الإستعمال الطاقوي، وفي مجلة خاصة

بدراسات حول الجسم " Brooks et Mercier " من أجل شرح العلاقة بين تأثير شدة التمرين والتدريب على عمل السكريات والدهون حيث بينت أن الدهون تمثل الممول المميز للطاقة أثناء أداء التمرينات التي تتجاوز 45% من الحجم الأقصى للأكسجين المستهلك، أما السكريات تنتج الطاقة اللازمة إذا تجاوزت شدة التمرين 70% من الحجم الأقصى للأكسجين المستهلك[2].

2-5- معايير تمييز الأنظمة الطاقوية:

2-5-1- مدة المجهود البدني:

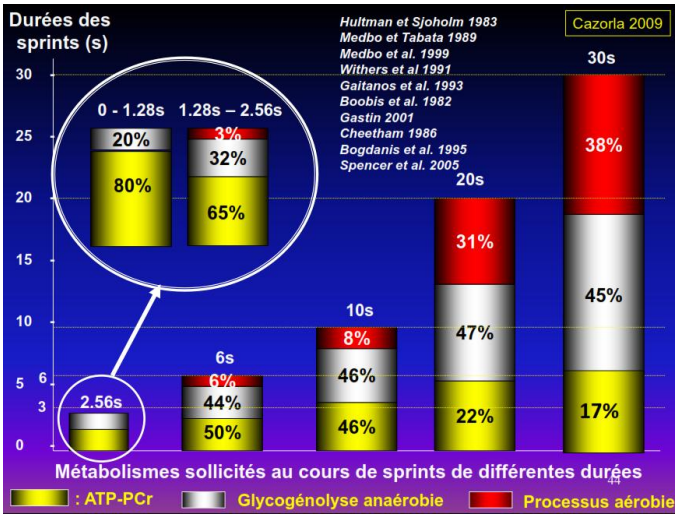
يتوقف النشاط البدني على مصادر طاقوية إما أن تكون هوائية أو لاهوائية حسب طبيعة المسلك الميتابوليزمي الذي يمثل المصدر الرئيسي للطاقة والجدول التالي يبين نسبة اشتراك الأنظمة الطاقوية حسب مدة المجهود:

[1] أحمد نصر الدين، فيزيولوجيا اللياقة البدنية، دار الفكر العربي، القاهرة 2013، ص 36.

[2] نفس المرجع ، ص 37.

الجدول رقم (07): أهمية المجهود في تحديد نسبة اشتراك الأنظمة الطاقوية (Astrand.P.O.Rodhal K, 1973).[1]

مدة المجهود البدني	الهوائي (%)	اللاهوائي (%)	
		لا حمضي لبني	حمضي لبني
04 ثواني	05	85	10
10 ثواني	15	50	35
30 ثانية	20	15	65
01 دقيقة	30	08	62
02 دقيقة	50	04	46
04 دقيقة	70	02	28
10 دقيقة	90	01	09
30 دقيقة	94	01	05
01 ساعة	97	01	02
02 ساعة	98	01	01



الشكل 06: الميتابوليزم الهوائي واللاهوائي

[1] حسين أحمد حشمت، فيزيولوجيا التعب العضلي، مركز الكتاب للنشر، ط1، 2012، القاهرة، ص 106.

2-5-2- شدة المجهود البدني:

ولقد أشار (2000)، Nadeau " إلى أنه نستطيع أن نقيم الشدة من خلال سرعة التمرين البدني أو حسب المقاومة المعاكسة لأداء التمرين حيث كلما كانت الشدة مرتفعة كانت المدة قصيرة وبالتالي فهناك علاقة بين الشدة والمدة والمقاومة"[1].

تعتبر كمية حمض اللبن كدليل على شدة المجهود العضلي المبذول ومن خلال الدراسات المجرات على عدة مباريات وجد بأن نسبة حمض اللبن تتغير من 5 إلى 10 ملي مول/ل ونادرا ما تتجاوز 10 ملي مول/ل وهذا مرتبط بالتكتيك المتبع، نوع الخصم ومستوى اللاعب، مستوى التدريب، مناصب اللاعبين وبنوع الألياف العضلية للاعب، وفي حالة التمرينات المفاجئة ذات شدة عالية يتدخل الـــ (ATP-CP) والغليكوليز اللاهوائي علما أن المصدر الطاقوي اللاهوائي مع تشكيل حمض اللبن خاضع في أغلب الأحيان إلى اللعب المفروض من قبل الخصم[2].

الجدول رقم (08): تصنيف مدة التمارين البدنية حسب شدة ومدة المجهود (Lacost et Coll. 1996)[3].

نوع التمرين	الشدة	المدة المتوسطة
• تمرين إنفجاري.	• أقصى.	• من 0-7 ثواني.
• تمرينات السرعة.	• كبيرة جدا.	• من 8-20 ثانية
• مجهـــودات متعلقـــة بـ PMA.	• من 95- 100% من PMA	• من 20 ثا-5 دقائق
• مداومة نشطة.	• من 75-95 من PMA	• من5 د-01 ساعة
• مداومة قاعدية.	• أقل من 75% من PMA	• أكثر من 01 ساعة

2-5-2- شدة المجهود البدني:

الدفع الطاقوي مصدره الرئيسي هو (ATP) والكرياتين فوسفات (CP) والغليكوليز اللاهوائي وهذا ما يستدعي عدة اختبارات: القفز العمودي، لاختبار مارقاريا، اختبار Wingate واختبار حمولة السرعة، مع الأخذ بعين الاعتبار مسافة الانتقال، الزمن، القوة أو الكتلة المتحركة، مما يسمح بتقييم وتقدير الاستطاعة الطاقوية القصوى لكلا النظامين اللاهوائيين اللالبني واللبني ومن بين المشاكل المرتبطة بهذا التقدير[1]:

- الغياب الشبه كلي للأثر الخارجي للنظام اللاهوائي على عكس تأثيره على النظام الداخلي الخلوي والدموي.
- عدم معرفة وجهل للاستطاعة المناسبة للدفع الطاقوي.
- تشابه وتداخل النظامين مع تدخل عمل طاقوي مختلف الكم.
- ارتباط الأكسجين مع الميوغلوبين متدخلا كمخزون.

[1] Nadeau M, Op. Cit, P 170.

[2] أحمد محمود اسماعيل، فيزيولوجيا التدريب البدني، دار وائل للنشر، ط1، 2007، ص 203.

[3] نفس المرجع، ص 204.

6-2 الطاقة والمجهود:

أثناء عملية التقلص العضلي تستعمل العضلة الأدينوزين ثلاثي الفوسفات (ATP) الذي يوفر الطاقة الكافية واللازمة من أجل الميكانيزمات الداخلية، ومن أجل تنشيط مختلف الوظائف التي يشارك فيها الفعل الحركي يؤدي ذلك إلى هدم الـ ATP والرفع من مستوى الأدينوزين ذي فوسفات (ATP)، والفوسفات الغير العضوي (Pi)، كل هذه المركبات تتدخل في الآليات الطاقوية المنتجة للطاقة اللازمة للنشاط العضلي[2].

هذه الطاقة تنتج من خلال عمليات الأكسدة المختلفة لأوساط العضوية (الجليكوجين، الغلوكوز، الفوسفات...إخ) وفقا لآليات مختلفة منها الهوائية واللاهوائية، ومن أجل تقييم كم وعمل هذه الميكانيزمات المنتجة للطاقة نلجأ إلى استعمال المصطلحات التالية:

الاستطاعة وسعة العمل الناتج أثناء بذل الجهد البدني[3].

تعرف الاستطاعة حسب (Fox et Mathewe, 1997) "من الناحية البدنية بكمية العمل(W) خلال وحدة زمنية() "[1].

$$P = \frac{W}{t}$$

P: الاستطاعة.

W: العمل.

t: الزمن

ويمثل العمل (W) الناتج من تطبيق قوة (f) مسافة معينة.

$$W = F \times D$$

F: القوة.

D: المسافة.

وبالتالي العمل يعطي العلاقة للقوة مع المسافة، فمن أجل رياضي ينتقل مع نفس اتجاه القوة المؤثرة عليه والتي تقدر بـ1 كلغ على مسافة 1م، يقدر العمل هنا بالعلاقة السابقة، ولرفع 1 كلغ لمسافة 1م للأعلى يجب القيام بعمل قدره: 1 كلغ.م[2].

ومن الناحية الكيميائية تعرف الاستطاعة بكمية الطاقة الممكنة والمنتجة خلال وحدة زمنية.

والاستطاعة هي تحمل الأعضاء لحمولات مما يؤدي إلى تطور عضلي بإشراك أكبر المجموعات العضلية كعضلات الظهر والبطن والساقين باستعمال الأوزان الإضافية والكرة الطبية مع تمارين مرونة عضلية مفصلية[3].

3- الاختبارات والتقييم الرياضي:

3-1- تعريف الاختبار:

حسب بارو وماجي فإن "الاختبار هو مجموعة من الأسئلة أو المشكلات أو التمرينات تعطى للفرد بهدف التعرف على معارفه أو قدراته أو استعداداته أو كفاءته"[1].

أما هيلر فيشير إلى أن الاختبار " هو قياس مقنن وطريقة للامتحان "[2].

أما كرونباك يقول أن " الاختبار هو إجراء مقنن لملاحظة أو لمقارنة سلوك فردين أو أكثر و وصفه بمعاونة مقياس كمي"[3].

3-2- أنماط اختبارات الجهد البدني:

تطبق معظم اختبارات الجهد البدني أثناء القيام ببذل جهد بدني أو بعد الانتهاء منه، حيث يصعب قياس الجهد البدني في أثناء الراحة، لأن قياس الجهد البدني أثناء الأداء يعطي فرصا جيدة لملاحظة المختبر والتعرف على قدراته واستعداداته بطريقة علمية، مما يجعل عمليات القياس والتقويم أكثر واقعية وأكثر صدقا.

ويمكن تصنيف الاختبارات التي تستخدم لقياس الجهد البدني في الرياضة وفقا للمتطلبات والإمكانيات اللازمة للتطبيق وانتشار الاستخدام إلى ثلاثة أنواع رئيسية هي:

3-2-1- الاختبارات الميدانية:

وهي نمط شائع الاستخدام في مجال التربية البدنية والرياضة، وقد أعدت الاختبارات الميدانية لكي تطبق على مجموعات كبيرة من الأفراد مستهدفة الاقتصاد في الوقت قدر الإمكان، حيث يتم التحكم على نحو تام في بعض المتغيرات المرتبطة بعمليات القياس كالدافعية وحالة الطقس ودرجة الحرارة وطبيعة الأرض التي تجرى عليها[4].

الشكل 07: الاختبارات الميدانية العملية

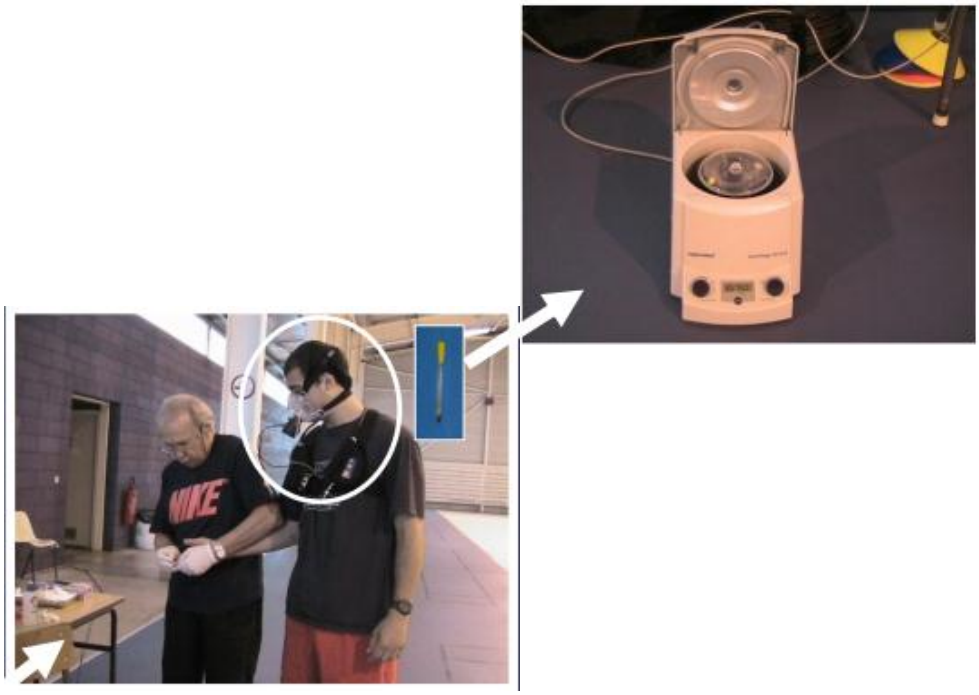
3-2-2- الاختبارات الميدانية العملية:

هي نمط من الاختبارات يمكن أن تطبق إما وفق لشروط الاختبارات الميدانية أو شروط الاختبارات العملية، وهي تمتاز بشكل عام بأنها تتطلب أقل من حد ممكن من الأجهزة، وإن كانت تؤدي وفقا للشروط وإجراءات تطبيق تشبه إلى حد بعيد تلك التي تتم في الاختبارات العملية، وهي تطبق تطبيقا فرديا في الملاعب المكشوفة أو في الصالات المغلقة[1].

3-2-3- الاختبارات العملية المخبرية:

هي نمط من الاختبارات يتطلب تطبيقها استخدام أجهزة ضخمة معقدة التركيب ومكلفة الثمن، كما يحتاج تطبيقها إلى توافر بعض الكوادر الفنية المتخصصة لتشغيل الأجهزة وحساب النتائج، ويختلف هذا النمط عن النمطين السابقين في أنه يستلزم القيام بإجراءات ضبط دقيقة لبعض المتغيرات الداخلية مثل درجة الحرارة والدافعية أثناء الأداء، تلك الإجراءات تتم فقط في أثناء الأداء وإنما قبل أداء الاختبار أيضا، فقد أظهرت الدراسات والبحوث العلمية أن نتائج الاختبارات المعملية يمكن أن تتأثر بالوجبات الغذائية والتدخين وتعاطي بعض المشروبات كالقهوة والشاي وغيرها مما يستلزم ضرورة ضبط مثل هذه المتغيرات[2].

ومن أهم ما يميز الاختبارات العملية المخبرية أنها تطبق تطبيقا فرديا داخل معامل مخصصة للبحث العلمي وبها العديد من الأدوات والأجهزة العلمية المتطورة المعدة لخدمة عمليات القياس.



شكل 08: الاختبارات المخبرية

3- 3 تصنيف الاختبارات البدنية وفقا لنضم أنتاج الطاقة:

3-3-1 الاختبارات الهوائية:

وهي نمط من الاختبارات يستخدم بغرض التعرف على اللياقة البدنية للفرد، وهي تهدف إلى التنبؤ بأقصى معدل لاستهلاك الأكسجين (VO2max)، ومن أهم الاختبارات نجد:

اختبار 12 دقيقة، اختبار لمدة 9 دقائق، اختبار Astrand على الدراجة الإرجومترية وغيرها[1].

الشكل 09: قياس الحد الاقصى لنسبة الاكسجين

3-3-2 الاختبارات اللاهوائية:

وهي نمط من الاختبارات تستخدم للتحقق من قدرة الفرد على الأداء البدني في غياب الأكسجين، ومن أهم الاختبارات التي تستخدم في هذا الخصوص: اختبارات العدو 50متر، 60 متر، كما أن هناك نمط أخر من الاختبارات اللاهوائية تجمع بين الميدان والمعمل مثل القفز العمودي، اختبار وينجايت، وهناك نمط ثالث من الاختبارات اللاهوائية، مثل: اختبار القدرة اللاهوائية على السير المتحرك[2].

3-4 أهمية الاختبارات والمقاييس للمدرب الرياضي:

تعتبر الاختبارات العنصر الأساسي من أجل تحديد الإمكانيات البدنية للاعبين لذا تتضح أهميتها في [3]:

- التعرف على الحالة التدريبية العامة باستخدام الاختبارات الحركية وبدراسة الامكانيات الوظيفية للأجهزة الداخلية في الجسم، والقياسات الأنتروبومترية مع تحديد القدرات النفسية والبدنية.
- التعرف على الحالة التدريبية الخاصة بالرياضي باستخدام الاختبارات التي تتضمن القياسات الوظيفية للأجهزة الجسم والقدرات البدنية والمهارية والصحية للرياضيين .
- التعرف على مدى التقدم في النتائج الرياضية ومتابعتها للوصول للمستويات العالية.
- انتقاء الناشئين عن طريق الاختبارات في الرياضات المختلفة.

التعرف على طرق التدريب والتخطيط المختلفة واستخدام الطرق السليمة والمناسبة وفقا لنتائج الاختبارات.

- وضع مستويات لمتابعة مراحل التدريب المختلفة وقياس حصائل كل مرحلة للتعديل والاستمرار في التدريب وفقا لنتائج الاختبارات.
- وضع مستويات خاصة لكل لعبة سواء للناشئين أو للاعبي المستويات العالية من الجنسين وتتبع مراحل تقدمهم.

3-5- اختبارات اللياقة الهوائية:

3-5-1- تعريف اللياقة الهوائية:

هي كفاءة الجسم في عمليات استنشاق ونقل الأكسجين[1].

3-5-2- مؤشرات اللياقة الهوائية:

يمكن التعبير عن جوانب اللياقة الهوائية المتمثلة في الحد الأقصى لاستهلاك الأكسجين من خلال المؤشرات والعمليات الفسيولوجية التالية[2]:

- كفاءة عمليات استيعاب الأكسجين من الهواء الجوي.
- كفاءة وظيفة القلب والرئتين والأوعية الدموية في توصيل الأكسجين هواء الشهيق من الرئتين إلى الدم.
- كفاءة عمليات توصيل الأكسجين إلى الأنسجة بواسطة كرات الدم الحمراء ويعني ذلك سلامة القلب الوظيفية، حجم الدم، عدد الكرات الحمراء وتركيز الهيموغلوبين، ومقدرة الأوعية الدموية على تحويل الدم من الأنسجة غير العاملة إلى العضلات العاملة حيث تزداد الحاجة للأكسجين.
- كفاءة العضلات في استخدام الأكسجين الواصل إليها أي كفاءة عمليات التمثيل الغذائي لإنتاج الطاقة.

3-5-3- الاستهلاك الأقصى للأكسجين:

هو الحجم الأقصى والمرتفع المستهلك من الأكسجين من طرف شخص عند أداء التمرينات البدنية خلال وحدة زمنية[1].

ومن جهة أخرى يشير مصطلح الحد الأقصى لاستهلاك الأكسجين (VO2max) إلى القدرة الهوائية القصوى والتي تتمثل في الفرق بين حجم الأكسجين الداخل إلى الرئتين $O2$ في هواء الشهيق (inspired) وحجم الأكسجين الذي يترك من الرئتين مع هواء الزفير (expire)، أي أن القدرة الهوائية القصوى تساوي في هذه الحالة الحد الأقصى لاستهلاك الأكسجين الذي يتمثل في حجم أكسجين هواء الشقيق مطروحا منه حجم أكسجين هواء الزفير[2].

يعرفه ماجلشوا، (1982) بأنه " مصطلح يستخدم للإشارة على كمية الأكسجين التي تمد العضلات، وهي تقاس بوحدة حساب كمية الأكسجين المستهلكة في الدقيقة الواحدة"، كما يعرفه لامب (1984) بأنه "أقصى حجم للأكسجين بالتر أو المليلتر في الدقيقة" [3].

3-5-4- العوامل المحددة للاستهلاك الأقصى للأكسجين:

يستهلك الأكسجين من خلال الآلية الطاقوية الهوائية حيث تستخدم في الخلية العضلية ويرتبط الحجم الأقصى للأكسجين المستهلك بمدى فعالية جهاز نقل الأكسجين وقدرة العضلة على استخدامه، ولقد ذهب الباحثون في فزيولوجيا التمرين على التوجه نحو بعض العوامل المحددة والمؤثرة على الحجم الأقصى للأكسجين المستهلك منها نوعية التدريب المستخدم، قدرة الجهاز التنفسي، كذلك التغيرات الحاصلة على مستوى القلب من حيث زيادة حجمه مما يسمح بضخ كميات كبيرة من الدم، وتركيز الدم للكريات الدموية الحمراء، كما حدد بعض الباحثين الآخرين إلى أن العوامل المؤثرة على الحجم الأقصى للأكسجين المستهلك ترجع على مستوى استخدام الأكسجين من طرف العضلة[4].

3-5-6- علامات الوصول إلى الحد الأقصى للأكسجين:

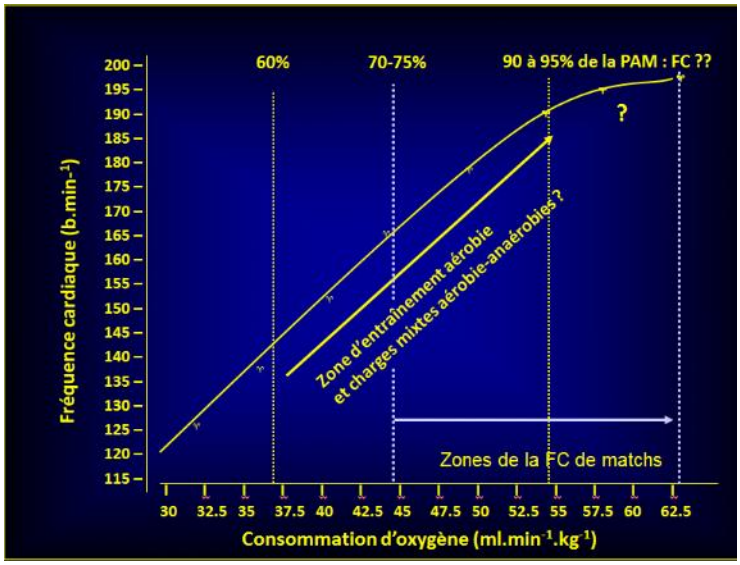
يمكن ملاحظة المؤشرات التالية للدلالة على وصول اللاعب إلى الحد الأقصى لاستهلاك الأكسجين عند أداء الاختبارات الخاصة بذلك والأجهزة المعملية التي تستخدم القياس المباشر، ومن أهم تلك المؤشرات ما يلي [1]:

- عدم زيادة استهلاك الأكسجين رغم زيادة شدة الحمل البدني.
- زيادة معدل القلب عن 180 – 185 نبضة/دقيقة.
- زيادة نسبة التنفس RQ عن 1,1 (حيث أن نسبة التنفس RQ تساوي نسبة حجم ثاني أكسيد الكربون المطرود من عملية الزفير إلى حجم الأكسجين المستهلك خلال فترة زمنية معينة).
- لا يقل تركيز حامض اللاكتيك في الدم عن 80-100 ملي غرام %.

3-5-7- تقنيات قياس الحجم الأقصى للأكسجين المستهلك VO2max:

3-5-7-1- الطرق المباشرة لقياس الحجم الأقصى للأكسجين المستهلك O2:

وفي هذه الطريقة يتم قياس الحد الأقصى للأكسجين المستهلك من خلال قيام المختبر بأداء جهد بدني متدرج الشدة ومتواصل الأداء حتى مرحلة التعب أو عدم القدرة على الاستمرار في الجهد والتوقف عن الأداء، وغالبا ما يستخدم في ذلك وحدة قياس متكاملة تشتمل على جهاز لتقنين الجهد البدني (السير المتحرك أو الدراجة الإرجومترية) يتصل بجهاز أخر يستخدم في التحليل المباشر لغازات التنفس أثناء الأداء، ومن خلال الجهاز الأخير تأخذ قراءة الحد الأقصى للأكسجين المستهلك (**VO2max**) [2].



الشكل 09: مناطق التدريب الهوائية واللاهوائية

وتعتبر المعايير التالية المراحل الأساسية المستخدمة من أجل أي قياس للقدرة القصوى الهوائية (PMA)[1]:

- البدء بإجراء الإحماء بشدة تكون ضعيفة، حيث يسمح الإحماء بتحريض الآلية الطاقوية الهوائية، وتحسين الدورة الدموية على مستوى الشعيرات الدموية والعضلات المستخدمة، والتبادلات الغازية بين الدم والعضلات لتسريع الأليات التفاعلية في الخلايا.
- الزيادة في الحمولة أثناء أداء الاختبار يجب أن تكون متناسبة وخفيفة من أجل تفادي الزيادة في حمض اللبن، والرفع في النبض القلبي مما يؤدي إلى توقيف الاختبار قبل الوصول إلى الحد الأقصى للأكسجين المستهلك.
- نوعية الاختبار يجب أن تتناسب مع الرياضة الممارسة، من حيث الشكل والشدة والمدة الزمنية.
- يجب مراعاة عملية الزيادة في حمولة الاختبار، حسب العمر والجنس والرياضة الممارسة.

أ- تصنيف المراحل المختلفة لقياس (VO2max) مباشرة:

تتمثل هذه المراحل في [2]:

1- حمولة متزايدة بطريقة غير متواصلة، مع فترات راحة بين المراحل حيث تقدر فترة كل مرحلة من 3 إلى 6 دقائق.

2- حمولة متزايدة بطريقة متواصلة مع مراحل تتراوح مدتها من 1 إلى 3 دقائق بدون راحة بين المراحل.

3- حمولة ثابتة يجب أن تنهك المختبر بعد 3 دقائق وفي مدة تقل عن 6 دقائق.

ب – الطرق الغير مباشرة لقياس الحد الأقصى للأكسجين المستهلك (VO2max):

يتم في الطرق غير المباشرة تقدير الحد الأقصى لاستهلاك الأكسجين بواسطة استخدام اختبارات تعتمد على قياس معدل القلب للشخص المختبر بعد أدائه لمجهود بدني مقنن على أحد أجهزة قياس الجهد، وبواسطة بعض المعادلات الخاصة أو بطريقة الرسم الحاسب (النوموجرام) أو بعض الجداول الخاصة بذلك[1].

تعتبر الاختبارات الغير مباشرة الأكثر استجابة في المخابر باستعمال الدراجة الإرجومترية أو البساط المتحرك وهي الأكثر تلاءما ودلالة في الملعب، هذه الاختبارات تختلف حسب نوعيتها وطريقة إجرائها على الاختبارات المباشرة، وبالتالي يجب أن تكون متزايدة بتناسب مع تحديد مراحل الزيادة في الشدة أو غير متزايدة بتطبيق مرحلة واحدة فقط، حيث اعتبر بعض الباحثين أن الوصول إلى النبض القلبي الأقصى وإنهاك الجسم يعتبران كمؤشر للحد الأقصى للأكسجين، لكن أعتبر كل من (Rodhal et Brikci, 1979)، "أن الوصول إلى الحد الأقصى للأكسجين المستهلك يمكن أن يكون بدون إرهاق الجسم وإنتاج ملاحظ لحمض اللبن، والنبض القلبي الأقصى"[2].

ج– الطرق الميدانية لقياس الحد الأقصى للأكسجين المستهلك:

تعتمد كل من الاختبارات المباشرة والغير مباشرة على أجهزة باهظة الثمن، حيث يكون توفرها في المخابر الخاصة واستخدامها غالبا يكون معيق نظرا للازدحام والاستخدام الكبير من طرف الآخرين هذا ما جعل الطريقة الميدانية تستعمل بكثرة من طرف المدربين مع أخذ كل الاحتياطات والتدابير اللازمة لإجرائها، حيث تسمح الطرق الميدانية بتقييم بعض عوامل التدريب بطريقة سهلة وبسيطة لا تتطلب استعمال أجهزة و وسائل معقدة، كما تعطي نتائج مماثلة مع الاختبارات المعملية، وذلك باستعمال وسيلة الجري بصورة كبيرة لأنه يمثل النشاط البدني والرياضي الأكثر انتشارا وممارسة من طرف الإنسان ومن أجل تقييم مستوى الكفاءة البدنية[3].

3–6– اختبارات اللياقة اللاهوائية:

3–6–1– تعريف اللياقة اللاهوائية:

هي إمكانية الفرد في أداء جهد بدني يعتمد على الطاقة الناتجة من نظام ATP–CP والتحلل اللاهوائي للغلوكوز أو الجليكوجين ويمتد زمن هذا الأداء حتى دقيقة ونصف أو دقيقتين على الأكثر[1].

3–6–2– قياس الصفات الطاقوية اللاهوائية:

من الصعب أن نحدد بصفة دقيقة لكمية الطاقة المنتجة من الآلية الطاقوية اللاهوائية، وبالنسبة لبعض الباحثين فإنهم يربطون تقييم مختلف مكونات جهاز الطاقة اللاهوائي إلى المدة القصوى لإنجاز عمل ذا شدة معينة، أو عن طريق الكمية القصوى للعمل الميكانيكي المنجز خلال زمن معين، ومن خلال تقييم الخصائص البدنية لإنتاج الطاقة اللاهوائية للرياضيين يجب الأخذ بعين الاعتبار للمكونات اللبنية واللالبنية، وفي ظل هذا الهدف نلاحظ أن هناك نوعان من الاختبارات المقيمة للطاقة اللاهوائية[2]:

3-6-2-1- اختبارات تقييم القدرة والسعة اللاهوائية اللالبنية:

تتمثل هذه الاختبارات في جهد بدني عال الشدة (أقصى) ينجز خلال زمن مقدر من 5-15 ثانية، وذلك لهدف تقييم الاستهلاك الأقصى للطاقة الأساسية للنظام اللاهوائي اللالبني.

تتميز هذه الألية بإنجاز تمرينات بدنية بشدة عالية ومدة محددة وقصيرة وهذا في غياب الأكسجين وبدون أنتاج حمض اللبن ويستخدم في هذه الألية كل من مخزون الـATP والفوسفوكرياتين، فإن مدة 5 ثواني عامة هي الأكثر تأثيرا من أجل تقييم القوة اللاهوائية اللالبنية، والمدة بين 10 إلى 15 ثانية من أجل تقييم السعة اللاهوائية اللالبنية، ومن بين الاختبارات التي تسمح بتقييم اللاهوائي لالبني تلك المستخدمة لأجهزة متطورة والمنجزة في المخابر الخاصة[3].

3-6-2-2- اختبارات تقييم القدرة والسعة اللاهوائية اللبنية:

تتمثل في جهد بدني عال الشدة (تحت قصوى) ينجز خلال مدة تقدر من 20 إلى 90 ثانية وذلك لهدف تقييم الاستهلاك الأقصى للطاقة في الشروط الأساسية للنظام اللاهوائي اللبني[1].

تسمح الألية الطاقوية اللاهوائية اللبنية للجسم بتحصيل الطاقة في غياب الأكسجين مع إنتاج حمض اللبن، هذه الطاقة تمكن من إنجاز تمرينات بدنية ذات شدة عالية ومدة قصيرة، وتستخدم هذه الألية بطريقة متميزة في مختلف النشاطات الرياضية التي تتراوح مدتها من 30 إلى 90 ثانية مثل: مسافة الجري 300م، 800م في ألعاب القوى، 100،200 متر في السباحة، ولقد عمل الخبراء إلى تقييم القدرة والسعة اللاهوائية اللبنية في المخبر والميدان[2]:

- تقييم غير مباشر للقدرة والسعة اللاهوائية اللبنية عن طريق اختبارات ذات شدة عالية تنجز في المخبر بمختلف أنواع الدراجات الإرجومترية، أو في الميدان بوضعيات خاصة.
- تقييم مباشر للقدرة والسعة اللاهوائية اللبنية عن طريق قياس الدين الأكسوجيني أو مؤشرات أخرى فزيولوجية وكيميائية في الدم أو العضلة، تطبق خلال مدة العمل أو الراحة.

3-7- اختبارات كرة القدم:

يتم اختبار اللاعبين عن طريق اختبارات التي تعكس الصورة الحقيقية للاعب من تحمل حمولات تدريبية وقدرات استيعاب، وكنموذج للاختبارات نضع الجدول المقابل:

جدول رقم (09): الاختبارات الأساسية الميدانية المستخدمة لتقييم الصفات البدنية في كرة القدم.

القدرات البدنية	الاختبار	الوسائل المستعملة	خاصية الممارسة في كرة القدم
السرعة	5 أمتار، 10 أمتار، 30 متر، 4×5 متر	كرونومتر آلة التصوير	قدرة الانطلاق سرعة الانطلاق سرعة التناسق الحركي
تحمل السرعة	12×20 متر	الة تصوير، جهاز النبض القلبي	قدرة الجهد البدني الأقصى في وضعية الراحة الغير كلية
القوة القصوى للجزء السفلي	اختبار القفز العمودي (باستعمال الأيدي)، اختبار القفز العمودي (انطلاق 90° بدون أيدي) 6 مرات قفز مع تثبيت الأيدي في الخصر	بساط Bosco بساط Bosco بساط Bosco	مستوى القفز وسرعة الانطلاق. مستوى القفز + الانطلاق قوة الجزء السفلي.
القوة القصوى للجزء العلوي	القذف من 7 أمتار القدف من 9 أمتار	رادار رادار	سرعة القذف من الثبات سرعة القذف من الانطلاق
القوة الانفجارية/ القدرة	مختلف الاختبارات في تقوية العضلات (الجزء السفلي أو العلوي)	أوزان أو حمولات	تأقلم العمل العضلي تقييم الحمولة القصوى
القدرات الهوائية **القدرات الهوائية**	السرعة القصوى الهوائية VMA VMA intermittente النبض القلبي الأقصى FC max	مضمار 400م + صفارة قاعة، جهاز الأقراص المضغوطة. جهاز النبض القلبي (cardio–fréquencemètre)	تقييم العمل المتواصل. تقييم الجهد أو العمل المتقطع قيمة الجهد بالنسبة المؤوية للنبض القلبي الاحتياطي.

جدول رقم (10): الأعداد التقييمية للصفات الفزيولوجية والبدنية للاعبي في كرة القدم أكابر، المستوى العال (Brikci, 1994) [1].

المستوي / الاختبار	تحت المتوسط	متوسط	كافي	حسن	حسن جدا
كوبر	2806>	2806 - 2929	2930 -3170	3294 -3171	3294 <
	49 >	52-49	56-53	62-57	62 <
30 متر (ثا)	4,5 <	4,4-4,5	4,39-4,21	4,1-4,2	41 >
2×200 متر (ثا)	37,8 <	36,9-37,8	35,1-36,8	34-35,0	34 >
القفز العمودي	49,6 >	52,9-49,6	59,03-53,0	62,6-59,4	62,6 <
القفز الثلاثي m (Déca saut)	24,7 >	25,7-24,7	27,5-25,8	28,6-27,6	28,6 <
قذف الكرة مـــــن الثبات	31,0 >	33,6-31,0	38,8-33,7	41,4-38,8	41,4 <
قـــــذف الكـــــرة بالانطلاق (م)	33,8 >	36,4-33,8	41,4-36,5	44,0-41,5	44 <
Triangle	11,2 <	10,6-11,2	9,4-10,5	8,7-9,3	8,7 >

خلاصـــــــــــة:

أن ممارسة التدريب البدني تؤدي إلى تغيرات فسيولوجية وكيميائية تشمل جميع أجهزة الجسم، وأن عمليات التكيف الفسيولوجي واستجابة تلك الأجهزة لأداء الحمل البدني تتم عن طريق جميع الأجهزة الحيوية التي تؤدي وظائفها بصورة أفضل مما كانت عليه من قبل.

وتعتبر الدراسات التجريبية في مجال فسيولوجيا الرياضة والتي من خلالها أمكن التعرف على التأثيرات المختلفة لأنواع التدريب البدني على الأجهزة الحيوية أحد المجالات الرئيسية التي ساهمت في تطور طرق التدريب الرياضي، وهي التجارب التي تهدف إلى توضيح تأثير بعض أو كل طرق الأداء البدني على النواحي التكوينية والوظيفية لأعضاء وأجهزة الجسم، ولذلك فقد أصبح علم فسيولوجيا التدريب الرياضي في عصرنا الحديث قاعدة أساسية لجميع عمليات التدريب الرياضي، وقد ظهرت نتائجه من خلال التطور المستمر في الأداء البدني والفني لمختلف الألعاب والرياضات، وهذا التطور لابد أن يعتمد على العلم منهاجا وأسلوبا في دراسة كل ما يتعلق بالتغيرات الفسيولوجية بالجسم نتيجة أحمال التدريب المختلفة.

ولقد تطرقنا في هذا الفصل على الأهمية الكبيرة التي يجب أن يحملها خريج التربية الرياضية في مواكبة التطور العلمي الذي يستوجب الاهتمام بإعداده إعدادا خاصا ليكون قادرا على استخدام واستيعاب المفاهيم والوسائل الحديثة لتحقيق أهداف التدريب الرياضي في محاولة جادة للعمل في الميدان بوعي كاف ودراية كاملة عن كل التأثيرات والتغيرات التي تطرأ على أجهزة الجسم نتيجة الجهد البدني، وبذلك يستطيع تطوير قدرات الأفراد بطريقة علمية صحيحة وفي نفس الوقت يجنبهم المخاطر والمشاكل التي قد تنتج عن عدم الفهم الكامل لقدراتهم وإمكاناتهم المختلفة، بحيث تناولنا شرحا كاملا لمعظم أعضاء وأجهزة الجسم من حيث تركيبها ووظيفتها في الجسم ثم تأثير التدريب البدني على كل منها والتغيرات التي تطرأ عليها نتيجة العمل البدني بأنواعه المختلفة، وقد تم تخصيص الفصل التاسع لتوضيح معنى وأهداف التدريب الرياضي وعلاقته بفسيولوجيا الرياضة وعمليات التكيف التي تحدث للفرد نتيجة العمل البدني، كما أنفرد الفصل بتوضيح عمليات تحديد مخازن الطاقة بالعضلات الإرادية والقواعد الخاصة بعمليات الاستشفاء، وأخيرا تناول الفصل بعض الاختبارات العملية في فسيولوجيا الرياضة.