الفصل الثالث

الطاقة وأنظمتها

(Energy – system)

نظـم إنتـاج الطاقـة

أنظمة الطاقة Energy System

يؤدي التدريب الرياضي إلى حدوث تغيرات فسيولوجية وكيمائية داخل الخلية العضلية لغرض إطلاق الطاقة اللازمة للأداء البدني. ويتوقف مستوى تقدم اللاعب على مدى إيجابية التغيرات الكيميائية بما يحقق التكيف لأجهزة وأعضاء الجسم لمواجهة الجهد والتعب الوظيفي والبدني الناتج عن التدريب والمنافسات.

وترتبط عمليات التمثيل الحيوي للطاقة بما يحدث داخل الخلايا العضلية من العمليات الكيميائية المعقدة لإطلاق الطاقة اللازمة لعمليات الانقباض العضلي.

إن تنوع حركات الجسم والأنشطة البدنية المختلفة يقابلها تنوع في نظم إنتاج الطاقة، ويذكر كل من (محمد أحمد وبكر محمد) (١) أن أغلب علماء فسيولوجيا الجهد البدني ومنهم (هولمان وهتنجر) و(كونسلمان) و(سيسل وكولين) و(فوكس وماثيوس) و(علاوي وأبو العلا) و(بهاء الدين سلامة) قد اتفقوا على أن هناك ثلاثة أنظمة للطاقة هي:

١- النظام الفوسفاتي THE PHOSPHATE SYSTEM.

٢- نظام حامض اللاكتيك THE LACTIC ACID SYSTEM.

٣- النظام الأوكسجيني أو الهوائي OXYGEN AEROBIC SYSTEM.

وتتداخل هذه النظم الثلاثة وتتعاون في إمداد العضلات بالطاقة بنسب مختلفة تبعًا

لطبيعة الأداء البدني والانقباض العضلي وشدته وبالتالي فهي تختلف في سباقات السرعة عنها في سباقات التحمل.

وعلى ضوء ذلك فإن سباقات السرعة في ألعاب القوى مثل ٤٠٠-٢٠٠-١٠٠ متر قد صنفت على أنها لاهوائية وذلك لأن الأكسدة التي تحدث في الخلايا العضلية تكون أكسدة لاهوائية حيث تعتمد على الفوسفات وتحلل الكلايكوجين إلى كلوكوز.

فبالإضافة إلى تقسيم الألعاب إلى أنظمة الطاقة المذكورة إلا أن المصادر الفسيولوجية تذكر بأن هناك علماء وضعوا تقسيمات أخرى. فعلى سبيل المثال قام (فوكس وزملاؤه) بتقسيم الأنشطة الرياضية حسب زمن أدائها ومصدر الطاقة التي تستمد منها الوقود إلى أربع فترات حيث شملت:

١- الفترة الزمنية الأولى على الأنشطة التي تستغرق أقل من ٣٠ ثانية وتعتمد هذه الأنشطة على الجزئي الكيميائي المخزون في العضلات والغني بالطاقة ثلاثي ادينوسين الفوسفات Adenosine Tri Phosphate أو باختصار ATP وكذلك على جزئي الفوسفو كرياتين Phospho Creatine (PC).

٢- أما الفترة الزمنية الثانية فتخصصت للرياضات التي تستغرق من ٩٠-٣٠ ثانية التي تستهلك الجزئي الفوسفو كرياتين وتعتمد على النظام اللاهوائي الذي يوفر الطاقة عن طريق تحليل الكاربوهيدرات الكلوكوز.

٣- أما الفترة الثالثة فشملت الأنشطة التي تستغرق من ١٨٠-٩٠ ثانية وهي التي تعتمد على عمليات التمثيل الغذائي اللاهوائي للكلوكوز.

٤- أما الفترة الرابعة والأخيرة فتحتوي على الأنشطة الرياضية التي تزيد عن ١٨٠ ثانية في أدائها والتي تعتمد على أكسدة الكلوكوز والدهون (النظام الهوائي) كمصدر أساسي في توفير الوقود لعضلات الهيكلية العاملة.

وقام الباحث الكندي (روي شابيرد Roy Shapperd) بوضع تقسيم آخر للأنشطة الرياضية وعن كيفية استهلاك الوقود خلالها إلى ٥ مراحل حيث حدد:

- المرحلة الأولى بأقصى انقباض عضلي ولمرة واحدة.
- المرحلة الثانية فخصصها للأنشطة الرياضية التي تستغرق أقل من ١٠ ثوان.
- المرحلة الثالثة ركز فيها على الأنشطة الرياضية التي تستغرق من ٦٠-١٠ ثوان.
- المرحلة الرابعة للأنشطة من دقيقة واحدة إلى ساعة واحدة.
- المرحلة الخامسة والأخيرة فخصصها للألعاب التي تتميز بالتحمل الهوائي والتي تستغرق في العادة أكثر من ساعة.

وأخيرًا قام العالمان (سكينر ومورغان Skinner & Morgan) بالاعتماد على المعلومات والنتائج المتوفرة من أحدث البحوث والدراسات عن حامض اللاكتيك واللاكتيت ودورهما أثناء المجهود البدني وعن المعلومات عن شدة الحمل البدني حيث قسما الأنشطة الرياضية إلى المراحل التالية:

١ - مرحلة القدرة اللاهوائية Aerobic power:

والتي تضمنت الأنشطة الرياضية التي يستغرق أداؤها من ثانية إلى ١٠ ثوان، حيث إن مصدر الوقود هو ATP والجزئي الفوسفو كرياتين.

٢ - مرحلة السعة اللاهوائية Anaerobic capacty:

وتشمل على الأنشطة التي تستغرق من ٢٠ إلى ٤٥ ثانية، فبجانب المصادر السابقة تشترك عملية الجلكزة اللاهوائية في توفير الوقود لهذه المرحلة.

٣- مرحلة تحمل حامض اللاكتيك Lactic acid tolerance:

والتي تستغرق من دقيقة واحدة إلى ٨ دقائق.

٤ - المرحلة الهوائية:

التي احتوت على الأنشطة التي تزيد عن ١٠ دقائق والتي تعتمد على التحليل الهوائي للكلوكوز كمصدر أساسي لتوفير الوقود لها.

من ذلك يتضح أن كافة المصادر قد اتفقت على أن هناك تباين بين الألعاب الرياضية حسب شدة وزمن أدائها ومصدر الطاقة التي تستمد منه وقودها للاستمرار بالمجهود البدني لتلك اللعبة وأثبتت الدراسات أن التقسيم الأخير للعالمان (سكينر ومورغان Skinner & Morgan) هو أقرب من بقية التقسيمات إلى التدريب الرياضي.

نظام حامض اللاكتيك

يقصد بحموضة اللاكتيك هو التجمع غير العادي لحامض اللاكتيك في أنسجة وسوائل الجسم. وقد تم عزل حامض اللاكتيك لأول مرة سنة ١٧٨٠ بواسطة (Scheele) وفي عام ١٨٠٧ أوضح (برزليس Bezelias) وجوده في النسيج العضلي للإنسان.

وفي عام ١٨٨٧ حقق (فسليسنون Wisliccnun) وجود الحامض على هيئة شكلين متشابهين في التركيب والاختلاف في المحتوى الذري فقط. ويعتبر حمض اللاكتيك من المكونات الكيميائية التي أسهمت في تطوير علم الكيمياء الحيوية نظرًا لأهميته.

وكان أول وصف لتحلل السكر سنة ١٨٧٧ قام به (كلود برنارد) حيث ذكر أن حامض اللاكتيك المتواجد في دم وعضلات وكبد الميت هو نتاج تخمر السكر أو الكلايكوجين. كما أن تحلل السكر Glycolysis قد قام بذكره (لبين Lepine) ١٩٠٩ لوصف اختفاء الكربوهيدرات أثناء الأيض في الأنسجة. أي انه هو من أطلق هذا المصطلح.

وقد عرفت المعلومات الخاصة بتحلل السكر بالعضلات بعض أعمال مجموعة علماء منهم (مايرهوف ١٩٣٠). أول من تعرف أن تحلل السكر يحدث بالكبد والأنسجة الأخرى بجانب العضلات كان (لفين ومايز ١٩١٢) أما المعلومات الكمية في تحول الكربوهيدرات إلى لاكتات أمكن التعرف عليها بواسطة (واربرج ١٩٢٣) حيث أضاف تقنية عمل الشرائح النسيجية. وأمكن(واربرجWarberg) تحديد مصطلح تحلل السكر ومعناه تكسير الكربوهيدرات إلى ناتج حامض وهو حامض اللاكتيك.

تحلل:

١-مول كلوكوز. ٢- مولا حمض لاكتيك.

السكر ـ ووجد أن إنتاج حمض اللاكتيك يزيد تحت ظروف لا هوائية، ووجد (كانون ١٩١٨) علاقة بين فشل الجهاز الدوري كعامل هام في حالات الحموضة الأيضية. وأكد (بار ١٩٢٣) حدوث تجمع لحمض اللاكتيك بعد التدريب عالي الشدة.

ومن الضروري معرفة أن حامض اللاكتيك واللاكتات هما ليس نفس المركب، فحامض اللاكتيك هو عبارة عن حامض له تركيبة C3H6O3 واللاكتات هي عبارة عن ملح من أملاح حامض اللاكتيك فعندما ينتج حامض اللاكتيك H^+ فإن المركب المتبقي يتحد مع الصوديوم Na^+ أو البوتاسيوم K^+ ليكون ملحًا والتحلل اللاأوكسجيني للكلايكوجين يكون حامض اللاكتيك ولكن يتحول بسرعة إلى أملاح اللاكتات.

حامض اللاكتيك خلال المجهود العالي الشدة والذي يستمر لمدة قصيرة تستنفذ الطاقة بعد نفاذ الفوسفاجينات، لذلك لابد من وجود مصدر آخر لأجل الاستمرار بتزويد الطاقة وإعادة بناء ATP في داخل العضلات وهذا المصدر هو الكلايكوجين المخزون في العضلات. ويعتمد هذا النظام في إعادة بناء ATP على التحلل اللاهوائي لكل من كلايكوجين العضلات وجلوكوز الدم إذ يتحللا عبر سلسلة من ١٠ تفاعل كيميائي. إن هذا التفاعل يتم بتدخل عدة إنزيمات أهمها إنزيم التفاعل الثالث (فوسفو فركتو كاينيز PFK) الذي يعد مفتاح بناء ATP ويزداد نشاط هذا الأنزيم مع تراكم (أحادى فوسفات الادينوسين AMP) ويقل نشاطه مع تراكم ATP. (٣) إن تحلل الكلايكوجين يؤدي إلى تكوين حامض البايروفيك وهذا التفاعل يحتاج إلى أوكسجين وفيما بعد وفي حالة عدم توفره يتحول حامض البايروفيك إلى حامض اللاكتيك بتدخل لاكتيت دي هايدروجينز LDH. «إن هذا النظام لا يعطي كمية كبيرة من الطاقة (بعدم وجود الأوكسجين) لذا فهي تعطي طاقة عالية الشدة ولكنها محددة الزمن وذلك بسبب

تجمع حامض اللاكتيك بالعضلات والدم والذي يظهر في الجهد والألعاب الرياضية التي تدوم من ٢-١ دقيقة.

تبدأ المرحلة الأولى بالجلوكوز وتنتهي بعد مجموعة تحاليل إلى جلسرالدهايد ٣ فوسفات Glyceraldehyde 3- phosphate.

والمرحلة الثانية تبدأ جلسرالدهايد ٣ فوسفات وتنتهي باللاكتات Lactate ويمكن توضيح الجزء الأخير من التفاعلات كالتالي:

تتحول البيروفيت عن طريق اختزال إلكترون NADH إلى لاكتات NAD^+ في وجود إنزيم LDH لاكتات نازعة الهيدروجين، أثناء التدريب وذلك لإمداد NAD لتفاعل جلسرالدهايد ٣ فوسفات ديهدروجينز وبالتالي تستمر عملية تحلل السكر وإمداد الجسم بالطاقة السريعة. أي إن إنتاج اللاكتات يؤدي لاستمرار نسبة NADH / NAD والحفاظ على تحلل السكر وإنتاج ATP.

إنتاج اللاكتات وحموضة العضلات

يتم إنتاج اللاكتات بالعضلات بسبب تحلل السكر، ومع نقص الأوكسجين الوارد للعضلات، يزيد إنتاج اللاكتات ويصاحب ذلك بصفة خاصة تدريب عالي الشدة حيث تعدد الانقباضات يؤدي لانقباض الأوعية الدموية مما يؤدي إلى زيادة إنتاج لاكتات بالعضلات الهيكلية.

وقد تم الزعم إن زيادة إنتاج اللاكتات وتجمعه بالعضلات كإحدى المساهمات للتعب العضلي، بصفة مستقلة يعبر عن زيادة الحموضة وكانت الآلية المقترحة هي إن الشحنة السالبة لجزئي اللاكتات تغير فرق الجهد الكهربائي داخل العضلات وحموضة العضلات الناتجة عن زيادة إنتاج اللاكتات كانت من أهم الأسباب التي دعت الباحثين للتصور أنه السبب في التعب العضلي بينما واقع الأمر إن الحموضة وليست تجمع اللاكتات هي السبب الأساسي للتعب العضلي ويتم ذلك أثناء التدريب عالي

الشدة، يترك العضلات كل من البروتونات واللاكتات إلى الجهاز الدوري. ويزيد تركيز اللاكتات بتركيز أعلى في العضلات مقارنة بتركيزها في الدم، مما يؤدي إلى نزوح اللاكتات من العضلات.

في الوقت الذي يتم فيه خروج البروتونات من العضلات للدم، مسببة خللا في التوازن الحمضي القاعدي في الدم وهناك أنظمة بالدم تعمل على إعادة الاستقرار الحمضي القاعدي بالدم مثل نظام البيكربونات ـ ثاني أوكسيد الكربون، وكذلك بروتينات البلازما. في الوقت الذي يتسبب زيادة الحموضة داخل العضلات في عرقلة عملية الانقباض العضلي من خلال العديد من الإجـراءات.إن إنزيم ثالث ادينوزين الفوسفاتين ATP ase والموجود بالمايوسين (الألياف السميكة في العضلات) يساعد التفاعلات في ضخ الصوديوم / البوتاسيوم Kpump / NA وضخ الكالسيوم Ca pump وكذلك الانقباض في العضلة مؤديا إلى تبدل الحالة الأيونية وهي الشحنات المخصصة للجزيئات وذلك للأحماض الأمينية. وموضع هذه الأحماض الأمينية يؤثر على معدل هدم الأنزيمات ويقصد بالأنزيمات هنا هي ATPase وكذلك أثبت العديد من الباحثين دور هذه الأنزيمات في التأثير على عمل الانقباض العضلي. كما أكدت الأبحاث الخاصة مثل استخدام بايوبسي Biopsy (تحليل جزء من العضلة) وكذلك الرنين المغناطيسي(MRT). إن الآس الهيدروجيني pH للعضلات ينخفض إلى أقل من ٦,٤ أثناء المجهود عالي الشدة أي يصبح حامضًا. كما إن هناك أبحاث إضافية أثبتت زيادة نسبة فركتوز فوسفات / باي فوسفات بعد المجهود عالي الشدة وهذا يؤدي إلى الاعتقاد لحدوث عدم توازن بين معدل تحلل الكلايكوجين وتحلل السكر الناتج من خفض الآس الهيدروجين pH لأنزيم فوسفو فركتو كاينيز، وهناك ظاهرة إضافة لدور الحموضة في إحداث التعب العضلي هو الواقع إن تناول صوديوم بيكروبونات والذي يعمل على معادلة الحمضية بالدم يؤدي إلى تأخير حدوث التعب العضلي وذلك أثناء المجهود عالي الشدة. ويمكن تلخيص ما ورد:

- تحلل السكر ينتج لاكتات وأيونات الهيدروجين H.

- وجود أيون الهيدروجين هو المسبب لحموضة العضلات وليس اللاكتات وهذه الحموضة تؤدي لإيقاف وظيفة العضلات ومع زيادة تركيز أيونات الهيدروجين تزداد حموضة الدم والعضلات، هذه الحموضة تخفض نشاط الأنزيمات وبالتالي انخفاض في تحلل السكر.
- حموضة العضلات تؤثر على نهايات الأعصاب مؤدية لألم وزيادة تهيج الجهاز العصبي المركزي.

ويتميز هذا النظام بسرعة إعادة بناء ATP ويعود ذلك إلى: (١)

١- إن مصدر مركب الطاقة الغذائية الكلوكوز مخزون في العضلة على شكل حبيبات جلايكوجينية في السايتوبلازم قرب الخيوط البروتينية الانقباضية.

٢- الطاقة الكيميائية المتولدة لإعادة بناءATP لا تتطلب تفاعلات كيميائية كثيرة ومعقدة كما هو الحال في النظام الهوائي.

٣- تحدث التفاعلات في السايتوبلازم قرب الخيوط البروتينية الانقباضية، كما أن الطاقة الكيميائية المتولدة لا تعتمد على توافر الأوكسجين لأن توافره يتطلب وقتًا.

تركيز حامض اللاكتيك أثناء الراحة وبعد القيام بالجهد

ذكرت المصادر الفسيولوجية بأنه توجد في جسم الأفراد نسبة من حامض اللاكتيك أثناء الراحة وبدون القيام بجهد بدني، وأن هذه النسبة تزداد عن مستواها الطبيعي أثناء القيام بأي مجهود، وكلما ازدادت شدة المجهود ارتفعت معه معدلات هذا الحامض عن مستواه. ويذكر كل من (علاوي وأبو العلا) بأن حامض اللاكتيك هو الصورة النهائية لاستهلاك الكلايكوجين اللاهوائي، وهو يوجد في الدم في حالة الراحة بنسبة لا تزيد عن١٠ملليغرام/ ١٠٠ مل دم أي حوالي (١ملي مول/ لتر) إلا أن هذه النسبة تزيد عند أداء الأنشطة الرياضية ذات الشدة العالية ... ويبلغ التركيز أقصى مستوى له عند

استمرار الحمل البدني لفترة تتراوح ما بين٣-١ دقائق وتبلغ أقصى كمية لتركيزه في الدم الشرياني لدى الذكور غير المدربين ولدى السيدات ١٥-١٠ ملليغرام / ١٠٠مل دم (١,٥ ملي مول / لتر) ... إذ أن تركيز اللاكتيك في الدم لدى الأشخاص المدربين يكون أقل منه لدى غير المدربين عند قيامهما بنفس الحمل البدني ويرجع هذا إلى زيادة اعتماد اللاعبين المدربين على العمليات اللاهوائية في إنتاج الطاقة وزيادة كفاءة التخلص من زيادة اللاكتيك لديهم.

كما أشار إلى ذلك (فوكس) بأنه توجد أصلا في الجسم أثناء الراحة نسبة من حامض اللاكتيك في الدم من دون القيام بأي جهد وهذه النسبة تتراوح ما بين(١٥-٥ ملغرام / ١٠٠ملليتردم) وهذه النسبة تزداد عند القيام بأي جهد وخصوصًا إذا كان شديدًا ويؤدي إلى التعب وبخاصة عندما تصل النسبة إلى ١٠٠ملغم/ ١٠٠ ملليتردم.

ويذكر كل من (كيل ونيل) بأن «المعدل الطبيعي لتركيز حامض اللاكتيك في الدم أثناء الراحة يتراوح ما بين ٢٠-١٠ مليغرام / ١٠٠ملليتردم وتزداد هذه النسبة أثناء المجهود الشاق إلى ١٠٠-٢٠٠ ملغرام / ١٠٠ ملليتر دم».

وتشير التعليمات الواردة مع اللاكتات الخاصة بتحليل حامض اللاكتيك في الدم مستوردة من فرنسا خاصة بإجراء بحث سابق بأن نسبة اللاكتات في الدم ما بين ٥,٧ -٢٢ ملليغرام / ١٠٠ملليتردم.

أما بالنسبة للبحث الحالي فقد وردت التعليمات الخاصة بالكتات المستوردة من شركة LABKIT - Plato الأسبانية بأن النسبة أثناء الراحة تتراوح ما بين ٩-١٦ ملليغرام/ ١٠٠ملليتر دم تعد طبيعية.

كما اتفقت كافة المصادر على أن نسبة تركيز الحامض ترتفع عن مداها الطبيعي أثناء الراحة في حالة القيام بجهد عال وترتفع أكثر كلما ارتفعت قوة الجهد، كما تتباين هذه النسبة بين الأشخاص المدربين وغير المدربين «فالشخص المدرب ينتج كمية أقل من حامض اللاكتيك أثناء الحمل البدني الأقل من الأقصى نظرًا لاستفادته من إنتاج الطاقة

الهوائية بينما تختلف عند أداء الحمل البدني الأقصى حيث ينتج الشخص المدرب كمية أكبر من حامض اللاكتيك نظرًا لما يتوافر لديه من كلايكوجين مخزون في العضلة أو بسبب قدرته على تحمل العمل بالرغم من زيادة حامض اللاكتيك في العضلة والدم.

وتختلف نسبة تركيز حامض اللاكتيك في الدم بين مختلف الألعاب الرياضية وبين العمل الهوائي واللاهوائي. ففي دراسة أجراها (فالكوف) على عدائي بعض ألعاب القوى فقد وصل تراكم حامض اللاكتيك في الدم بعد عدو ٢٠٠ متر إلى ١٩٨ ملليغرام/ ١٠٠ وبعد عدو ٤٠٠ متر إلى ٢٢٧ ملليغرام/ ١٠٠ ملليتردم (٢) وتزداد كمية حامض اللاكتيك أثناء العمل اللاهوائي المجهد إلى ١٠٠-٢٠٠ ملليغرام / ١٠٠ ملليتردم.

ويذكر كل من (مكاردل وكاتش) بأن نسبة تركيز حامض اللاكتيك في الدم بعد القيام بجهد عضوي تختلف عند الأشخاص المتدربين وغير المتدربين إذ تصل لدى المتدربين إلى ١٣٢ ملليغرام / ١٠٠ ملليتردم ويستطيع تحملها، بينما غير المتدربين لا يمكنهم تحمل نسبة ١١٢ ملليغرام/ ١٠٠ ملليتردم بينما كانت نسبة الحامض أثناء الراحة من ١٠-١٢ ملليغرام / ١٠٠ ملليتردم.

الطاقة هي المقدرة على القيام بشغل (أى إحداث تغيير)، وهناك صور عديدة للطاقة، منها الحرارة والضوء (طاقة كهرومغناطيسية)، والطاقة الكهربائية.

والطاقة كلمة تعبر عن كثير من المعاني وتمتزج بكثير من المعلومات ضاربة بجذورها في جميع نواحي حياتنا اليومية، فهي بالنسبة للجسد وقود محركات الجسد وسر الحيوية والنشاط وهي أيضًا سر من أسرار الحياة وإعمار الكون، وتعتبر أحد أهم مكونات الصحة العامة واللياقة البدنية للإنسان وخاصة للذين يزاولون ويؤدون المجهود البدني والعضلي بصفة متكررة ومستمرة لفترات زمنية طويلة كالعمال والرياضيين في مختلف الأنشطة والألعاب الرياضية، وتعتمد المهارات الفردية والقدرات العقلية والخططية والمستوى الفني العالي للاعبين على مدى حصولهم على عناصر اللياقة البدنية وحالتهم الصحية حيث لا يمكن الوصول إلى المستويات الفنية العالية في أي لعبة من الألعاب الرياضية

أو الاستمرار بأداء المجهود البدني بصورة فعالة ودون ظهور التعب والشعور بالإجهاد العضلي أو التعرض لبعض الإصابات الشائعة كالشد والتقلص والتمزق العضلي لتدنى اللياقة البدنية وبعد استنزاف كميات كبيرة من الطاقة (الجيلاكوجين) من الجسم.

لذا يعتقد الذين يعملون فى مجال التدريب الرياضي والقائمين على إعداد وتأهيل الرياضيين بأن التدريب الرياضي والتغذية الخاصة عاملان أساسيان في زيادة وتحسين الطاقة في الجسم وتخزينها في الدم والكبد والعضلات والأنسجة الدهنية استعدادا للمباريات والبطولات وأداء المجهود البدني لفترات طويلة دون تعرضهم للتعب والإرهاق والإجهاد البدني والإصابات، لذا يتطلب من القائمين بإعداد اللاعبين مراعات اتباع البرنامج التدريبى فى بداية الموسم الرياضي حسب نوع اللعبة والحالة الصحية والبدنية وعمر اللاعب بحيث يشمل هذا البرنامج على التدريب البدني والمهارى والخططي وجداول التغذية والعوامل المساعدة الأخرى بغرض بناء العضلات بالحمل وشدة التدريب الملائمة وتخزين الطاقة (الجيلاكوجين) فى الكبد والعضلات بالتغذية المناسبة وإثارة مسارات الطاقة فى الجسم بالتدليك أو المساج عن طريق الضغط وتتبع مسارات الطاقة مرتين إلى ثلاث مرات أسبوع.

يحصل اللاعب أو الإنسان على الطاقة من خلال تناول الأغذية الكربوهيدراتية (الأرز والخبز والبطاطس والمعكرونة والمواد السكرية كالعسل والمربى) والمواد البروتينية (اللحوم والأسماك والطيور والدواجن والبقول كالعدس والفول) والمواد الدهنية (الزيوت والشحوم) بعد حدوث عمليات كيميائية فى أنسجة وخلايا والأجهزة الداخلية فى الجسم وليس هناك أي نوع من الأغذية تتحول إلى الطاقة مباشرة بعد تناولها ولكن تتحول هذه الأغذية إلى طاقة وتختزن فى الجسم على شكل طاقة كامنة ومخزونة فى خلايا الدم والكبد والعضلات وعلى هيئة الجيلكوجين ويسمى الجيلكوز وعند المجهود العضلي أو البدني تتحول مادة الجيلكوجين إلى الجيلكوز(لاكتك - اسيد + الكربون + ماء) وبذلك تعطى الطاقة الكيمائية بوجود ما يسمى ثلاثى الفوسفات الادينوزين العنصر الكيمائى الموجود فى كل خلية من خلايا الجسم.

وتعتبرا لمواد الغذائية الكربوهيدراتية من العناصر الأساسية التي تمد الجسم بالطاقة اللازمة لمتطلبات الحركة العضلية والمجهود البدني اليومي ولاستمرار الحياة فى الأجهزة الداخلية، ومن الأخطاء الشائعة التي يقع فيها كثير من المدربين والرياضيين هو تناول الأطعمة الغنية بالمواد الكربوهيدراتية مثل العسل أو السكرقبل التدريب أو اللعب لإنتاج الطاقة بصورة سريعة، حيث تؤكد الدراسات والأبحاث أن الأغذية التي يتناولها الرياضي لا يستخدمها خلال النشاط الرياضي كمصدر للطاقة لأن نظام الطاقة يعتمد على عملية التمثيل الغذائي سواء بالنسبة للتمثيل الهوائى أو التمثيل اللاهوائى، وبإمكان إنتاج نوع آخر من الطاقة إذا كان هناك نقص فى كمية الجليكوز مما تقوم الخلايا فى هذه الحالة باستخدام بعض منتوجات أخرى من المواد الكربوهيدراتية المحللة والبروتين والكحول فى الجسم كما يكون الفرد متبعا نظامًا غذائيًا لإنقاص الوزن فيقوم الجسم باستخدام الدهون كمصدر للطاقة أثناء الحركة أو التدريب الرياضي، ويقوم الجسم أيضا بالاعتماد على البروتين كمصدر بديل للطاقة فى حالة نقصان فى المواد الغذائية الكربوهيدراتية والدهنية مما يكون لذلك خطورة على الإنسان.

يتم تدفق الطاقة حسب متطلبات الأداء الحركي والعضلى حيث يبقى كثير من الطاقة فى العضلات استعدادًا للعمل والحركة، وفى الظروف الطبيعية تعتمد العضلات على المواد الغذائية الكربوهيدراتية والبروتينات والدهون كمصدر للطاقة إلا أن الأغذية الكربوهيدراتية أكثرها وأسهلها توفرفى إنتاج الطاقة اللازمة للأداء البدني والحركي والعضلي لاستمرار اللعب والتدريب دون ظهور التعب والإرهاق والإصابات وكذلك لاستمرار الحياة فى الأجهزة الحيوية فى الجسم، لذا يتطلب من المدربين واللاعبين والمسؤلين عند إعداد اللاعبين مراعاة اتباع البرنامج التدريبى الذى يشمل بناء وتخزين العضلات والكبد بالطاقة (الجيلاكوجين) من خلال برنامج التغذية الخاص بالقوة العضلية والتحمل العضلي والتحمل الدورى التنفسي، حيث يكتمل تخزين العضلات والكبد بالطاقة (الجيلاكوجين)خلال وقت الاستشفاء (بعد التدريب) أي بعد اكتمال بناء الأنسجة الضامة والألياف العضلية،

لذا يجب مراعاة الجدول التدريبي والإعداد البدني لتكون العضلات أكثر قوة وسماكة وحجم حتى تتمكن من تخزين أكبر كمية ممكنة من الطاقة، وكذلك كلما زاد تخزين الطاقة (الجيلاكوجين) فى العضلات كلما زادت قدرة العضلات فى أدائها ولفترات طويلة دون التعب والإرهاق والإجهاد البدني أو العضلي.

وتعمل المواد الغذائية الكربوهيدراتية وخلال فترة قصيرة من الأداء العضلي أو البدني فى تزويد العضلات بالطاقة اللازمة، وإذا لم يتمكن الجسم من تعويض ما يفقده وبدقة من المواد الكربوهيدراتية (الجيلاكوجين) فإن الجسم يبدأ بتجزئة المواد البروتينية (الأحماض الأمينية) الموجودة فى العضلات كمصدر للطاقة لذا يتطلب من الرياضيين تناول الأغذية الكربوهيدراتية والبروتينية معا لتعويض الجيلاكوجين المستهلك أثناء اللعب والمجهود البدني بساعتين والتغذية حسب الاحتياجات ومستوى اللياقة الصحية والبدنية ودرجة شدة وحمل التدريب ونوع اللعبة أو النشاط.

والتمرينات أو التدريبات الرياضية أو البدنية هى أحد أهم العوامل التي تساعد فى تخزين الطاقة (الجيلاكوجين) فى العضلات وذلك بزيادة المقطع الفسيولوجى لها وزيادة سمكها، والتغذية الخاصة والتدريب المناسب أساسان مهمان للوصول باللاعب إلى أعلى المستويات الأداء الفني العالي (الأداء المهاري والخططي والتكتيكي) والصحة واللياقة البدنية، لذا يتطلب أثناء فترة الإعداد البدني استهلاك ما بين (١,٠٠ إلى ١,٥٠٠) جرام من المواد البروتينية الطازجة (اللحوم) لكل جرام من وزن الجسم لكل يوم ولا يفضل زيادة استهلاك المواد البروتينية لم لها من آثار خطيرة على الجسم.

وأما عن الأساس الذى يغفل عنه الكثيرون فى التدريب وخاصة فى إعداد وتأهيل اللاعبين ما يسمى (سياتشو) الذى لة دورًا كبيرًا فى زيادة تخزين الطاقة (الجيلاكوجين) فى العضلات والكبد والدم عن طريق التدليك أو المساج الخاص بالضغط على مسارات الطاقة فى الجسم والذى يؤدى فى إثارة وتحفيز الكبد والعضلات والرئتين والكلى والأجهزة الحيوية الأخرى وتحسين وظائفها وعملها.

وهناك وسائل وطرق أخرى تستخدم بين اللاعبين ومحرمة دوليًا فى المسابقات والبطولات والمباريات وهى استخدام العقاقير والأدوية والـمنشطات والمهدئات وهرمونات النمو ونقل الدم بغرض تحسين الأداء المهاري والفني والحصول على المراكز الأولى والفوز بالبطولات وكسر الأرقام الجديدة حيث تؤدى هذه الوسائل إلى اكتساب الطاقة واللياقة بصورة مؤقتة على حساب صحة.

علاقة حامض اللاكتيك بالتدريب الرياضي

يذكر كل من (ويلمور وكوستل) الباحثون في اختصاص الفسلجة بأن مستوى حامض اللاكتيك خلال التدريب يعد مؤشرًا مهمًا للدلالة على شدة التدريب فضلًا عن تكيف العضلات على الجهد إذ أنه يتجمع أكثر من مستواه الطبيعي خلال الجهد العالي وهذا التغير في نسبة الحامض يكون مقياسًا لشدة الجهد.

ويذكر (بهاء الدين) يرتبط تجمع اللاكتات في الدم بشدة الزمن وفترة دوامه وكذلك بنسبة الحد الأقصى لاستهلاك الأوكسجين وعندما يبلغ تركيز اللاكتات في الدم حوالي ٥,٥ مليمول / دقيقة يكون دلالة على تحسن في إنتاج اللاكتات وخفض عمليات التخلص منه، بينما إذا بلغ تركيز اللاكتات في الدم ٢,٥ مليمول/ دقيقة يكون دلالة على تحسين في عمليات التخلص منه وكذلك زيادة في نسبة استهلاك الأوكسجين. وتعد نسبة ٥,٥ مليمول/ دقيقة حتى نسبة ٤ مليمول / دقيقة هي بداية العتبة اللاهوائية وهي مرتبطة مسبقا بعملية بداية تجمع اللاكتات (OBLA) وعمليات إنتاج والتخلص منه هي عملية فردية لكل لاعب وهي وسيلة للتنبؤ بالقدرة على الأداء لفترة محددة من عدمه وهي ترتبط بشدة العمل البدني وكذلك فترة دوامه وكلما كانت شدة العمل البدني مرتفعة ولفترة زمنية محددة من ٥ إلى ١٠ دقائق كلما ازداد معدل إنتاج اللاكتيك بينما إذا قلت شدة العمل البدني وامتدت فترة الأداء الأكثر من ١٥ دقيقة قلت نسبة إنتاج اللاكتيك.

وتعتبر نسبة تركيز حامض اللاكتيك في الدم من المؤثرات الرئيسية التي تعمل على

قدرة الفرد على الاستمرار في الأداء ويعني ذلك أن الفرد الذي تظهر عنده هذه النسبة بصورة أقل تكون عنده المقدرة أكبر على الاستمرار في الأداء من غيره الذي تظهر عنده نسبة تركيز هذا الحامض عالية

(علماء روس) فيذكرون بأن التدريب الرياضي لمدة طويلة ينجم عنه انخفاض مستوى حامض اللاكتيك في الدم بعد أقصى حمل تدريب ومقارنة الرياضيين أو الأفراد المدربين بغير المتدربين أظهرت النتائج إلى أن المدربين يتميزون بالقدرة على الاحتفاظ بمستويات أقل من حامض اللاكتيك في الدم أثناء التدريب المنتظم وهذا يدل على تحسين الكفاية الكيميائية والحيوية بالتدريب.

كما تشير الدراسات إلى أن كمية الكلايكوجين في العضلة تزيد بالتدريب وتراوحت هذه الزيادة ما بين ٤٠-١٠٠ ٪ وفق دراسة كل من(هولتمان وآخرون) (ومورغان وآخرون) ويمكن أن يؤدي استخدام مجموعات من التكرارات الطويلة إلى تمثيل كميات كبيرة منه وهذا بالتأكيد ينبه العضلات لتخزين الكلايكوجين بكميات أكبر.

وظهرت في السنوات الأخيرة نتائج العديد من البحوث التي تناولت العلاقة بين عتبة اللاكتات وتحمل الأداء حيث كان ينظر قديمًا إلى الحد الأقصى لاستهلاك الأوكسجين على انه المؤشر الوحيد في تحمل الأداء ويذكر كل من (فاريل وهاج وكويل وغيرهم) من الباحثين الذين اهتموا بدراسة تجمع اللاكتات في البلازما والحد الأقصى لاستهلاك الأوكسجين كمؤشرات للقدرة على العدو والقدرة على الجري لمسافات طويلة حيث تم قياس معدلات اللاكتات والحد الأقصى لاستهلاك الأوكسجين عند الجري لمسافات مختلفة تبين أن مستوى لاكتات الدم له علاقة مباشرة لتحمل الأداء وأن القدرة على تحمل الأداء ترتبط ارتباطًا وثيقًا على تحمل زيادة لاكتات الدم وقدرة العضلات على العمل في ظل زيادة تركيز لاكتات العضلات والدم وقد بلغت علاقة الارتباط هذه.

ويذكر (أبو العلا) ترتبط العتبة الفارقة اللاهوائية بالحد الأقصى لاستهلاك

الأوكسجين حيث يمكن استخدام النسبة المئوية الأقل من الأقصى كنقاط يتحدد بها ظهور العتبة الفارقة اللاهوائية وبذلك فإنها تظهر متأخرة لدى اللاعبين المدربين على درجة عالية حيث يبدأ ظهورها عندما يصل استهلاك الأوكسجين إلى حوالي ٨٥-٩٠٪ من الحد الأقصى بينما تظهر مبكرة عند غير المدربين بمستوى ٥٠-٦٠ ٪ وترتبط العتبة الفارقة بمستوى تركيز حامض اللاكتيك في الدم حيث أن مستوى (٤ مليمول/ لتر) يعد المستوى الذي تظهر فيه العتبة الفارقة اللاهوائية.

أهمية حامض اللاكتيك في التدريب الرياضي

في السنوات الأخيرة تشير المراجع الفسيولوجية والتدريبية إلى الاهتمام الكبير بحامض اللاكتيك حيث يؤشر كمقياس لمعرفة شدة الحمل البدني والتغيرات الكيمائية التي تحدث داخل الدم والنسيج العضلي وعلاقتها بالتعب الذي يرافق شدة التدريب وعلى الرغم من صعوبة قياس هذا المؤشر ميدانيًّا إلا أن له فائدة أثبتت علميًّا أفضل من بقية المؤشرات التي كانت تعد مقياسًا لمعرفة حمل التدريب إذ أن هذا المؤشر له علاقة ببقية المؤشرات مثل استهلاك الحد الأقصى للأوكسجين VO^2mox ومعدل ضربات القلب Heart Reat ونوع الغذاء والتعب العضلي.

وهذه المؤشرات لها أهمية وعلاقة بالتدريب الرياضي.

ويشير (أبو العلا) انه في الفترة الأخيرة ازداد الاعتماد على تركيز حامض اللاكتيك لتحديد شدة الحمل الفسيولوجي وكذلك الحد الأقصى لاستهلاك الأوكسجين ويعد مستوى تركيز حامض اللاكتيك في الدم من أفضل المؤشرات في مسابقات ٢٠٠-١٥٠٠ متر.

وتعد الطريقة التقليدية في تقويم الكفاءة الخاصة بأداء التحمل لفترة طويلة هي للتعرف على الحد الأقصى لاستهلاك الأوكسجين ويتم التخطيط عند تصميم معظم برامج التدريب البدني على أساس تحسين الحد الأقصى لاستهلاك الأوكسجين المرتبط

بالحد الأقصى لمعدل عمل القلب. وقد تم مؤخرًا وصف استجابة لاكتات الدم للتمرين البدني كما ركزت دراسات عديدة على استخدام لاكتات الدم في تقويم الأداء البدني وعلاقته بالتكيف لهذا التدريب كما خلصت نتائج دراسات عديدة إلى أن التدريب البدني الذي يعتمد على عتبة اللاكتاتLT يكون أكثر فاعلية عند التدريب القائم على أساس الحد الأقصى لاستهلاك الأوكسجين VO^2mox.

تركيز حامض اللاكتيك والتعب العضلي وكيفية التخلص منه في الدم والعضلات

هناك علاقة طردية بين مستوى تراكم حامض اللاكتيك وشدة الجهد المبذول إذ كلما كان الأداء بشدة عالية كلما كان هناك زيادة في مستوى حامض اللاكتيك ويعود ذلك إلى النقص الحاد في كمية الأوكسجين المستهلك مما يؤدي إلى تراكم عال لهذا الحامض وبالتالي حدوث التعب «إذ أن زيادة حامض اللاكتيك يؤثر على نقص pH الدم ويؤدي ذلك إلى عدم اندماج الاكتين والمايوسين لحدوث الانقباض العضلي كما يؤثر على نشاط بعض الإنزيمات الخاصة للطاقة وعلى نقل الإشارات العصبية خلال النهايات العصبية لليفة العضلية»، وهنا يضعف عمل العضلات أو ينعدم مما يولد التعب وانخفاض شدة الأداء، وهنا يحتاج اللاعبين إلى زيادة قدرتهم على تحمل هذا التعب الناتج عن زيادة حامض اللاكتيك أو التخلص منه أو تقليل تراكمه، «وتعتمد كمية حامض اللاكتيك الناتجة خلال التمرين على شدة الحمل وحجم الحمل البدني وحجم العضلات العاملة».

سابقًا كانت النظريات تذكر بأن أغلبية حامض اللاكتيك المتكون خلال الجهد يتحول بعد انتهاء الجهد ثانية إلى كلوكوز داخل الكبد بينما النظريات الحديثة تعارض ذلك وتذكر بأن حامض اللاكتيك يتأكسد بعد الجهد حيث يتحول القسم الأكبر منه إلى حامض البايروفيك ويعمل ثانية كاحتياطي للعضلات الهيكلية والقلب حيث ما يقارب ٧٠٪ من حامض اللاكتيك يتأكسد و٢٠٪ يتحول إلى كلوكوز في الكبد و١٠٪ يتحول إلى أحماض أمينية.

كما أن أداء جهد بدني خفيف عقب أداء مجهود بدني عنيف تسمح للدم من خلال الدورة الدموية أن يقوم بتخليص العضلة من حامض اللاكتيك بتوزيعه على أجزاء الجسم كافة. وكذلك العضلات الأخرى غير العاملة لاستهلاكه كمصدر للطاقة.

وكان هناك اعتقاد سائد بأن حامض اللاكتيك هو عامل إحباط للاعبين لأنه يؤدي إلى التعب إلا أن الدراسات الحديثة في السنوات الأخيرة أوضحت أن الجسم يستخدم هذا الحامض كمصدر للطاقة إذ يمكن استخدامه كوقود من قبل عضلات القلب ويمكن أن ينقل من العضلات إلى الدم ومن ثم إلى الكبد حيث يتم تحويله إلى كلايكوجين في الكبد، كما أشارت البحوث إلى إمكانية أكسدته أي استخدامه في عملية الطاقة الهوائية واستخدامه كوقود من قبل الألياف العضلية البطيئة الانقباض فيما يسمى بعملية النقل المكوكي لحامض اللاكتيك، حيث الاعتقاد السائد الآن أن الألياف العضلية السريعة الانقباض تنتج حامض اللاكتيك ويتم انتقاله منها إلى الألياف العضلية البطيئة الانقباض حيث يستخدم هناك كوقود، كما أشارت بعض البحوث إلى إمكانية تحويله إلى كلايكوجين في العضلات مباشرة في مدة الاستعداد.

إذ ذكرت الدراسات انه إذا كانت مدة الاستشفاء عقب المجهود البدني العالي الشدة «مصحوبة بتمرينات تهدئة مستمرة مثلا الجري الخفيف بشدة تتراوح ما بين ٤٠-٦٠٪ فإن ذلك يساعد على سرعة الاستشفاء والتخلص من حامض اللاكتيك المتراكم بسرعة وخلال ٣٠ دقيقة تقريبًا. إما إذا كانت مدة الاستشفاء هي جلوس أو مشي أو استلقاء على الأرض فإن سرعة التخلص منه تنخفض وتستغرق وقتا طويلا (١-٢ ساعة) وهذا يؤدي إلى تأخير الاستشفاء والتخلص من التعب والإرهاق».

إن أداء تمرينات خفيفة بشدة من ٣٠ - ٤٠٪ من أقصى استهلاك للأوكسجين خلال مدة الاستشفاء تساعد على انتقال حامض اللاكتيك من العضلات العاملة وانتشاره بالدم، كما انه بالإمكان التخلص بسرعة من حامض اللاكتيك المتجمع والمركز بالعضلات والدم بعد المجهود وذلك بأداء جهد ضعيف بشدة ٣٠ - ٦٥ ٪ من أقصى

استهلاك للأوكسجين وبذلك يمكن الإسراع بإزالة حامض اللاكتيك أما مصير حامض اللاكتيك الذي يتم التخلص منه فهناك أربعة طرائق لذلك:

١- خروج حامض اللاكتيك مع البول والعرق، ويتم ذلك بدرجة طفيفة جدًّا.

٢- تحويله إلى كلوكوز أو كلايكوجين ويحدث ذلك في الكبد حيث يتحول حامض اللاكتيك إلى كلايكوجين وكلوكوز في العضلات بتحويل إلى كلايكوجين للمساعدة في الامتداد بالطاقة ويتم ذلك بصورة بطيئة مقارنة بعملية التخلص منه لذلك فإن الكمية التي يتم تحويلها جزء بسيط من الكمية الكلية لحامض اللاكتيك.

٣- تحويله إلى بروتين إذ تتحول كمية قليلة جدًّا إلى بروتين مباشرة في الفترة الأولى من الاستشفاء وبعد التدريب.

٤- أكسدته وذلك بتحويله إلى ثاني أكسيد الكربون والماء لاستخدامه كوقود لنظام إنتاج الطاقة الهوائي ويتم معظم ذلك في العضلات الهيكلية إلا أن أنسجة عضلة القلب والمخ والكلى تشترك أيضا في هذه الوظيفة.

ففي وجود الأوكسجين يتحول حامض اللاكتيك أولا إلى حامض البايروفيك ثم إلى ثاني أكسيد الكربون والماء خلال دائرة كربس ونظام النقل الإلكتروني على التوالي ويمثل هذا الجزء الأكبر للتخلص منه.

العوامل المؤثرة على استجابة لاكتات الدم للتمرينات البدنية

توصل الباحثون إلى عدد من العوامل التي تؤثر على استجابة لاكتات الدم للتمرينات البدنية وهي:

١- نوع النسيج العضلي:

أجرى العديد من الباحثين تجارب على استجابة لاكتات الدم لنوع النسيج العضلي

وتم التوصل إلى تركيز اللاكتات في الألياف من النوع السريع أكثر من الألياف من النوع البطيء مع انحلال أكثر وضوحا في الكلايكوجين في الألياف السريعة.

٢- توفر المادة:

ناقش بعض الباحثين الحالة الغذائية لدراسة الافتراض الذي يذكر أن عتبة اللاكتات (LT) تكون مرتبطة بنقص وصول الأوكسجين إلى أنسجة العضلات وقاموا بمقارنة عتبة اللاكتات والعتبة اللاهوائية عند نقص الكلايكوجين وحالات الكلايكوجين العادية ونتج عن هذه المعادلة انفصال بين عتبة اللاكتات (LT) والعتبة اللاهوائية (AT) في حالة نقص الكلايكوجين مع ظهور عتبة اللاكتات عند العمل الأكيد وظهور العتبة اللاهوائية عند العمل الأقل بالمقارنة بحالة الكلايكوجين العادية.

٣- استخدام الكافيين:

تباينت الآراء بين الباحثين حول حالات استخدام الكافيين قبل التمرينات أو عدم استخدامه. ويذكر بعض الباحثين بان استخدام الكافيين قبل التمرينات يزيد من تركيز لاكتات الدم وأبحاث أخرى تفترض أن الكافيين لا يؤثر عليها.

٤- حالة التدريب:

من المعروف أن تدريب التحمل يقلل من تجمع لاكتات الدم أثناء التمرينات حيث أن محتوى الميتاكوندريا والنشاط الإنزيمي للعضلات يزداد بعد التدريب وقد يكون هذا مسؤولا إلى حد ما عن المعدل المنخفض من تمثيل الكلوكوز والكلايكوجين بعد التدريب وهذه النسبة البطيئة قد تفسر أيضا التخلص من اللاكتات المتزايدة.

٥- الظروف البيئية:

فضلا عن تلك العوامل الشخصية فإن العوامل البيئية لها تأثير أيضا ومنها:

- الارتفاع عن سطح البحر: بعد تركيز اللاكتات في الشرايين عند الحد الأقصى النسبي من معدل عمل معين أكبر أثناء التعرض القوي للارتفاع عن سطح البحر وبعد التأقلم مع الارتفاع عن سطح البحر تكون استجابة لاكتات الأوردة إلى تمرين معين غير شديدة كما أن التعرض الشديد للارتفاع عن سطح البحر (ارتفاع يبلغ ٢٠٠ , ٤ م) ينتج عنه انخفاض جوهري في الـVO^2.
- درجة حرارة الجو: لقد تم إثبات انه حين يمارس الأفراد التمرينات في درجة حرارة عالية يحدث نقصًا واضحًا في الحد الأقصى من استهلاك الأوكسجين وفي الزمن الذي يشعر فيه بالإنهاك وزيادة في تركيز لاكتات الدم أثناء أداء التمرينات لفترة طويلة وفي المقابل ففي ممارسة التمرينات في جو بارد تظهر عتبة اللاكتات متأخرة.

وتعدّ الطاقة في جسم الإنسان هي مصدر الحركة وهي مصدر الانقباض العضلي وهي مصدر الأداء الرياضي بشتى أنواعه ولا يمكن أن يحدث الانقباض العضلي المسؤول عن الحركة دون إنتاج طاقة، وليس الطاقة اللازمة للانقباض العضلي أو الأداء الرياضي هي متشابهة فالطاقة اللازمة للانقباض السريع تختلف عن الطاقة اللازمة للانقباض البطئ المستمر لفترة طويلة، حيث يشمل الجسم على نظم مختلفة لإنتاج الطاقة السريعة والطاقة البطيئة. ولكل رياضة من الرياضات متطلبات خاصة بها تختلف عن متطلبات الطاقة في الرياضات الأخرى وتستخدم الطاقة في كل منها بأسلوب مختلف لذا وجب على المدرب التعرف تماما على كيفية استخدام العضلات للطاقة المتاحة. إذ يتطلب مثلا القيام بالأنشطة السريعة حجمًا معينًا من الطاقة خلال فترة قصيرة من الزمن مثل أنشطة العدو (١٠٠، ٢٠٠، ٤٠٠) والوثب بأنواعه وبعض أنواع السباحة، وبالمقابل فإن أنشطة أخرى تحتاج إلى تغير نوع الطاقة من دقيقة أخرى كما في ألعاب الكرة (قدم، سلة، طائرة، يد) وكذلك اختراق الضاحية الماراثون. وهنالك جملة من المفاهيم جاءت نتيجة للدراسات المتعمقة من قبل المهتمين بدراسة الطاقة ومن أبرز هذه المفاهيم هي:

- الطاقة هي القدرة على تحمل أداء معين، وتوجد في الجسم على شكل جزئيات من الكاربوهيدات والدهون والبروتينات.
- هي المقدرة على أداء عمل معين أو إنجاز شغلا.
- ويعرف (هوكي) الطاقة: بـأنها القدرة على القيام بعمل ويأتي بها الجسم من تحويل الحرارة والتي تقيسها بالكالوري / بينما يذكر (فوكس) بأنها المقدرة على القيام بشغل والشغل هو استخدام القدرة في حدود معينة ونتيجة لذلك لا يمكن فصل الشغل عن الطاقة.

ومن خلال الدراسات والبحوث والمتابعة الميدانية من قبل العلماء للطاقة أكدوا أن للطاقة أشكال مختلفة ومن هذه الأشكال هي:

١- الكيميائية. ٢- الحرارية. ٣- الكهربائية.

٤- الميكانيكية. ٥- الضوئية. ٦-النووية.

إن الطاقة لا تفنى ولكنها قابلة للتحول من شكل إلى آخر وانطلاقا من ذلك فإن الطاقة الكيميائية تتحول إلى طاقة ميكانيكية داخل جسم الإنسان وتعّد مصدرًالحركة الإنسان الناتجة أصلًا عن تحول الطعام إلى كيميائية. والملاحظ أن الطاقة المتحررة خلال انشطار المواد الغذائية بوجود الأوكسجين وإنتاج ثاني أوكسيد الكربون + ماء والتي، لا تستعمل مباشرةً في أداء عمل حركي ولكنها تستعمل في تكوين مركب كيميائي (أدينوسين ثلاثي الفوسفات. Adenosine Tri phosphat) ويرمز له (ATP) والذي يعد المصدر الأساسي لإنتاج الطاقة للخلية العضلية ويخزن هذا المركب في داخل الخلية العضلية والذي يتركب من جزيئة أدينوسين ثلاثي الفوسفات. وعندما ينشطر هذا المركب فانه يؤدي إلى إنتاج كمية كبيرة من الطاقة حوالي (٧-١٢) سعرة حرارية بالإضافة إلى ثنائي أدينوسين الفوسفات (ADP) بالإضافة إلى فوسفات غير عضوية (Pi) وكما مبين في المعادلة التالية:

ATP ADP + Pi + Energy (الطاقة)

وقد تعددت المصادر في تقسيم أنظمة إنتاج الطاقة:

إذ قسمها ريسان خريبط، بناءً على إعادة ATP إلى أربعة أنظمة هي:

- إعادة تكوين الـ ATP عن طريق الفسفوكرياتين.
- إعادة تكوين الـ ATP عن طريق تحلل السكر اللاأوكسجيني.
- إعادة تكوين الـ ATP عن طريق العملية الهوائية (التحلل الأوكسجيني).

وتذكر بعض المصادر العلمية بأن للطاقة نظامين وهما:

- النظام اللاهوائي (Anearobic system).
- النظام الهوائي (Aerobic system).

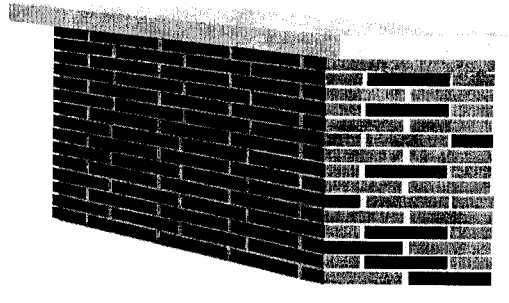
الطاقة والتدريب الرياضي

١ - مفهوم نظم إنتاج الطاقة في التدريب الرياضي.

٢ - مكون حمل التدريب الرياضي ونظم الطاقة.

٣- التدريب الرياضي وكيفية تطوير نظم الطاقة.

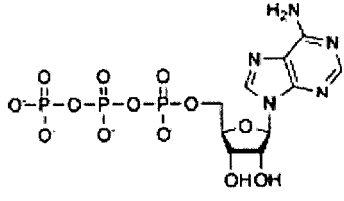
مفهوم نظم إنتاج الطاقة في الرياضة



ATP المركب الرئيسي للطاقة في جسم الإنسان

ATP أو Adenosine triphosphate هو عبارة عن نيكليوتيد (Nucleotide) تختزن فيها الطاقة على شكل رابطة غنية بالطاقة بين مجموعة فوسفات غير عضوية (Inorganic Phosphate Pi) ومركب ADP. ويتكون مركب ATP عن طريق تفاعل ADP مع مجموعة الفوسفات P في وجود طاقة عالية ناتجة عن طاقة الوضع التي اكتسبتها الإلكترونات بعد الإثارة. ADP + P + Energy ---------> ATP

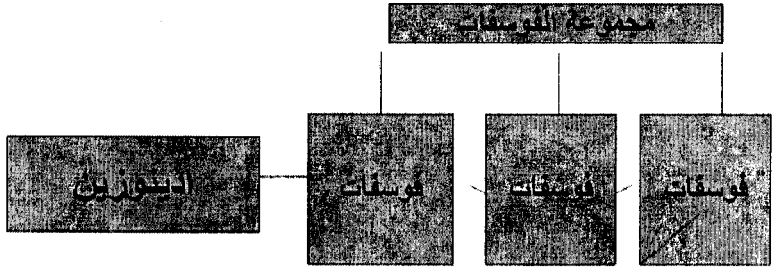
يتألف ATP من القاعدة النيتروجينية أدينين، وسكر الرايبوز، وثلاث مجموعات فوسفات، وتحتوي الروابط بين مجموعات الفوسفات على طاقة كيميائية مختزنة بكميات كبيرة ويمكن لهذه الطاقة أن تنطلق عند تحطم إحدى روابط الفوسفات، فعمد تحطم الرابطة بين مجموعتي الفوسفات الثانية والثالثة، تتحرر طاقة مقدارها ٣,٧ كيلو سعر / مول، كم ينتج مركب أدينوسين ثنائي الفوسفات Adenosine Diphosphate ويعرف اختصارًا ADP. وقد تتحطم الرابطة بين مجموعتي الفوسفات الثانية والأولي لينتج مركب أدينوسين أحادي الفوسفات (بالإنجليزية: Adenosine Monophosphate) ويعرف اختصارًا AMP.



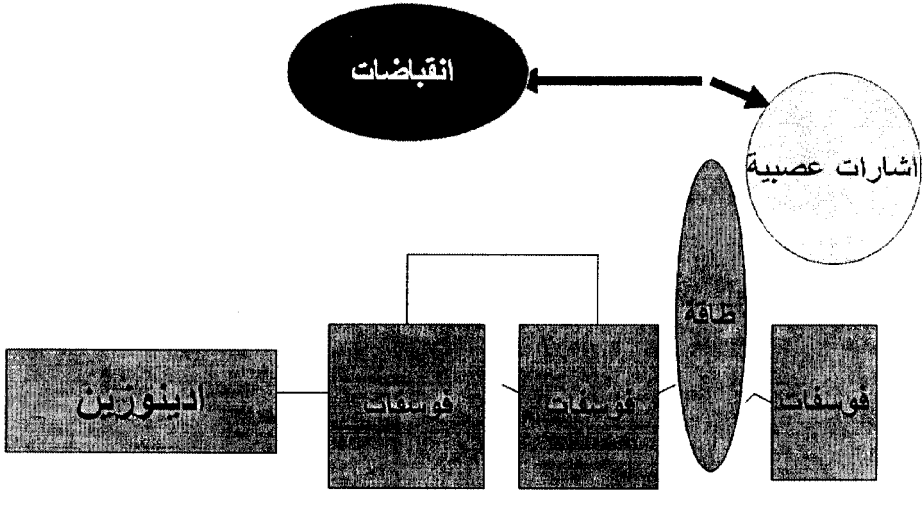
استعمالات ATP في الخلية

تحتاج الخلية النشطة حوالي مليوني جزيء ATP كل ثانية فهو مصدر الطاقة لـ:

- بناء المواد الغذائية مثل السكريات العديدة، وتحويل الأحماض الأمينية إلى بروتين، وتضاعف DNA.
- الحركة وانقباض العضلات وانقسام الخلية.
- عملية النقل النشط.
- تسريع التفاعلات الكيميائية.



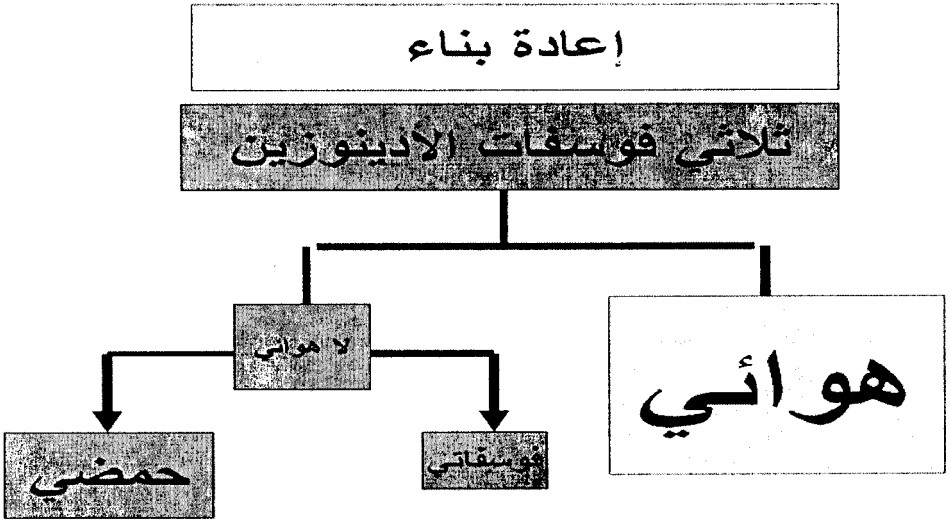
ثلاثي فوسفات الأدينوزين



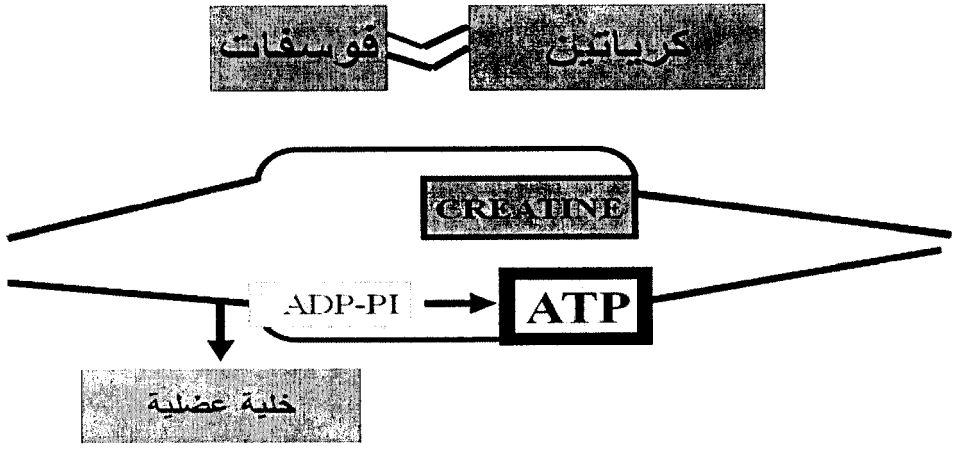
ثنائي فوسفات الأدينوزين + فوسفات غير عضوي

تحطم المركب الفوسفاتي

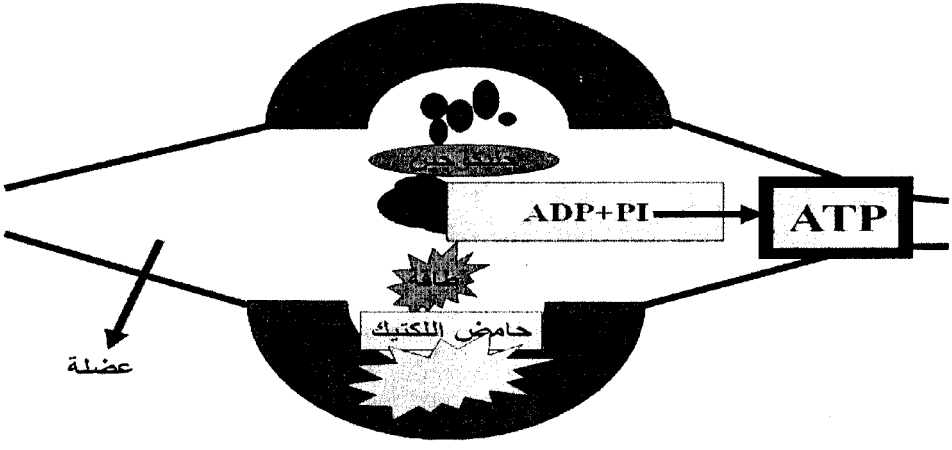
ضرورة استمرار تواجد المركب الفوسفاتي من أجل استمرار إنتاج الطاقة في جسم الرياضي.



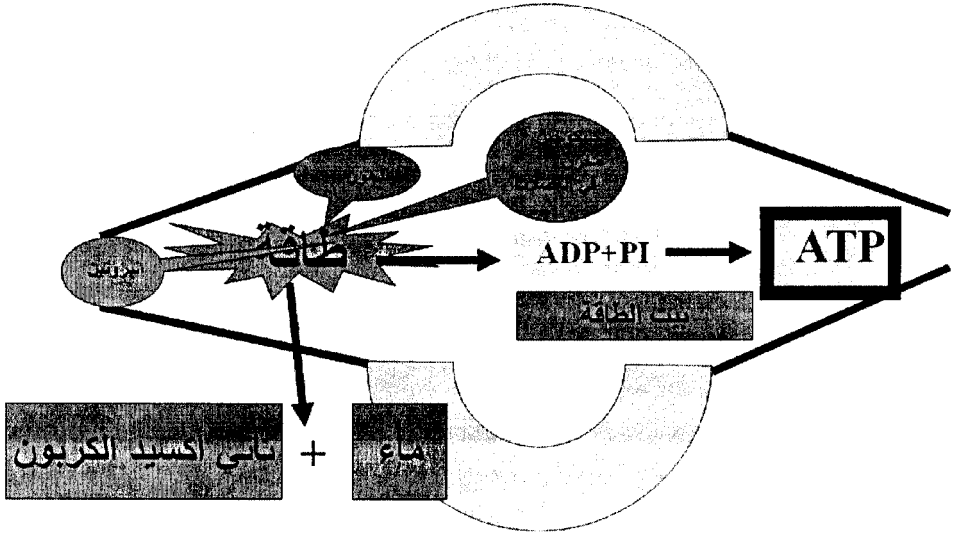
النظام الفوسفاتي (اللاهوائي) في انتاج الطاقة



النظام (الحمضي) اللاهوائي في إنتاج الطاقة



النظام الهوائي في انتاج الطاقة

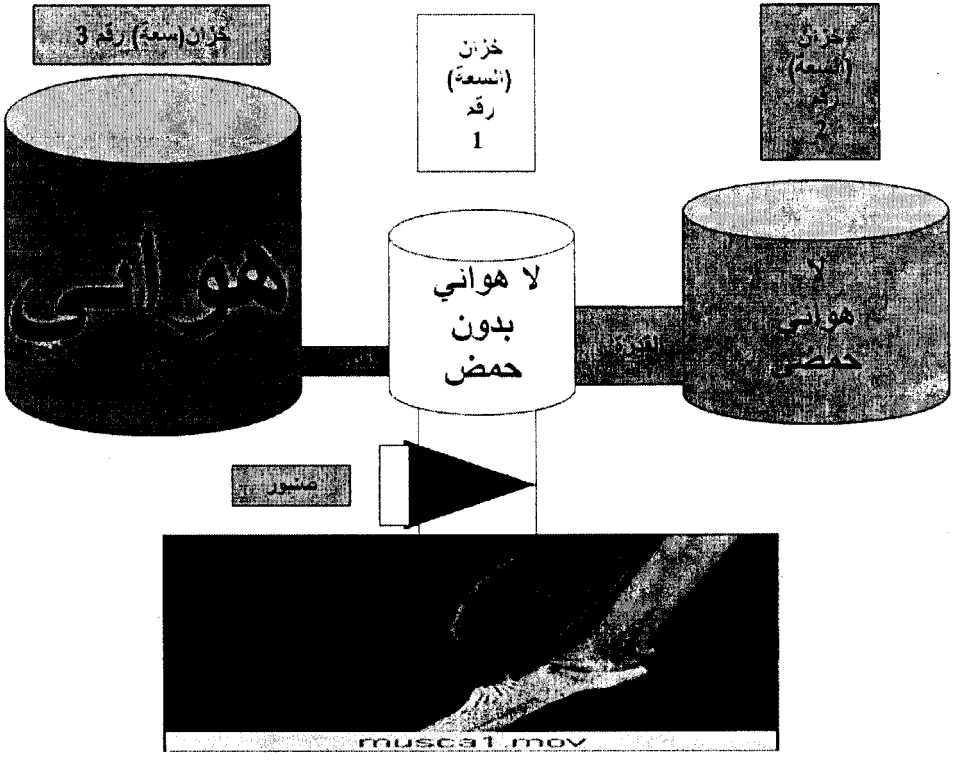


النظم الثلاثة

يعتمد على إعادة تركيب المركب

ATP

السعة والقدرة الخاصة لنظم الطاقة الثلاثة



خصائص نظم الطاقة الثلاثة

١- النظام الفوسفاتي

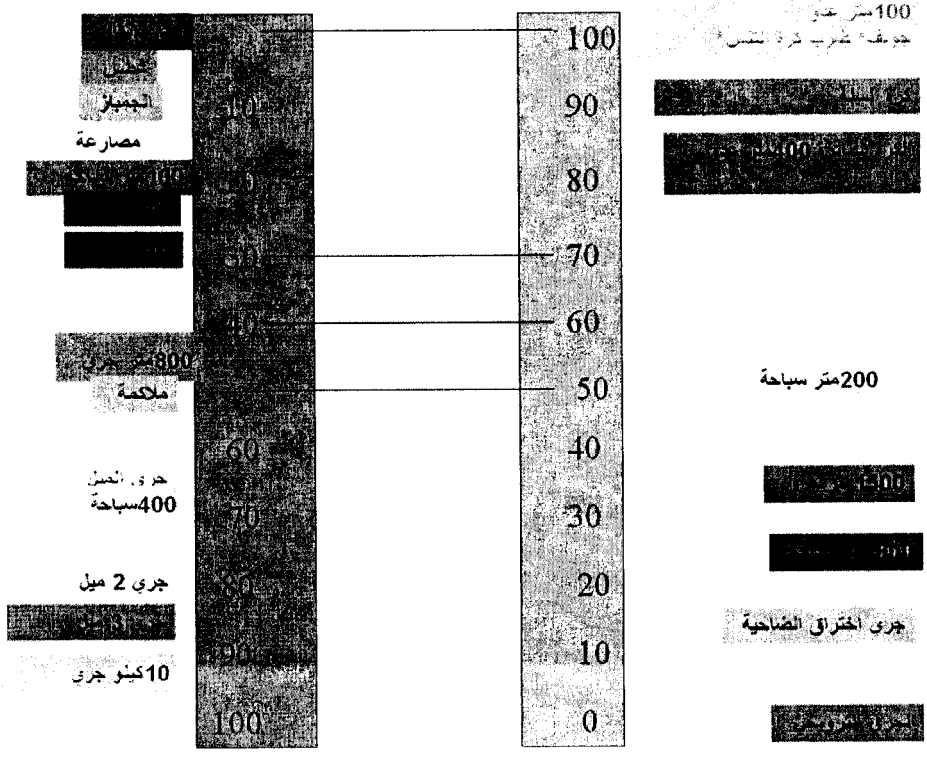
- لا هوائي.
- سريع جدًّا.
- عنصر كيميائي C P.
- أنتج قليل جدًّا من المركب.
- مخزون قليل جدًّا في العضلات.
- يستخدم في المسابقات التي تؤدي بسرعة وتحتاج إلى القوة السريعة وتستغرق فترة زمنية قصيرة.

٢- النظام الحمضي (حامض اللاكتيك)

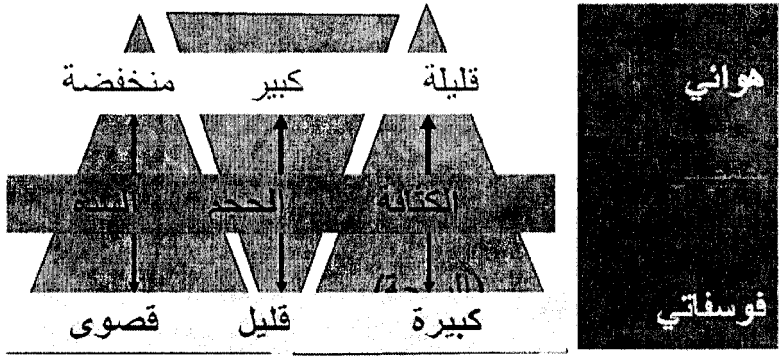
- لاهوائي.
- سريع.
- المصدر غدائي.
- جليكوجين.
- قلة إنتاج المركب.
- يظهر الحمض مسببًا التعب العضلي.
- يستخدم مع الأنشطة التي تستمر من ١ دقيقة إلى ٣ دقائق.

٣- النظام الأكسجيني

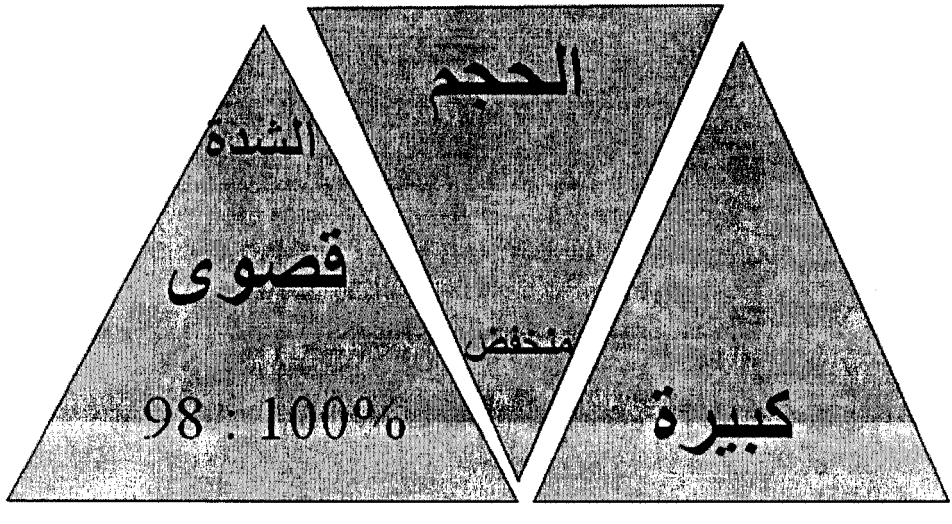
- هوائي.
- بطئ.
- المصدر الغذائي الجليكوجين.
- الدهون، البروتين.
- قدر غير محدود من إنتاج المركب.
- لا تعب بسبب عمليات إنتاج الطاقة.
- يستخدم مع المسابقات التي تستمر لفترة زمنية طويلة.



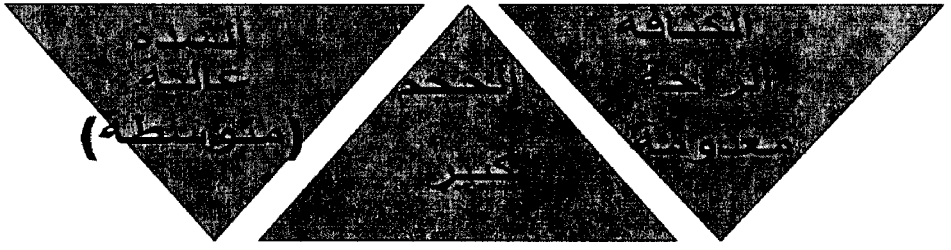
مكونات حمل التدريب ونظم الطاقة



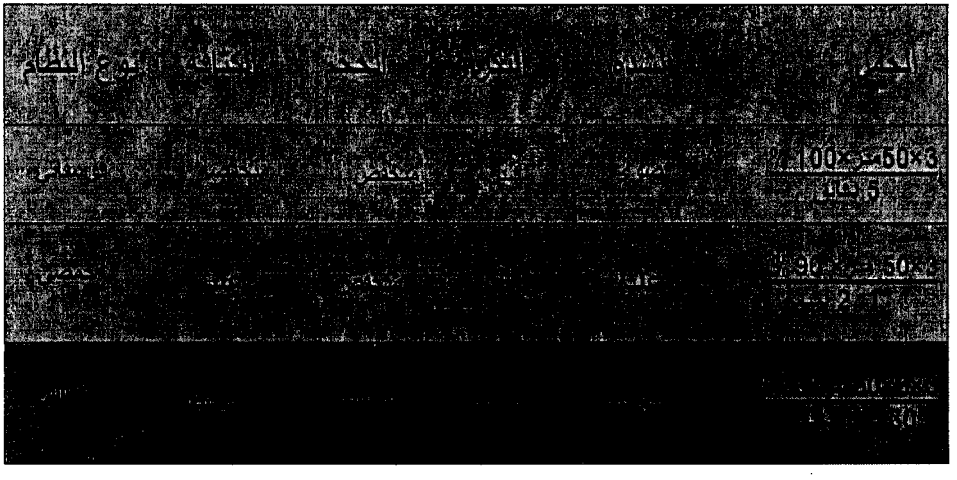
نموذج تدريب عنصر السرعة أو القوة العظمى



نموذج تدريب التحمل



تصنيف الأحمال البدنية



أولا: نظم إنتاج الطاقة للمسافات القصيرة والمتوسطة

١- نظام ATP-PC أو النظام الفوسفاتى System Phosphagen:

يتميز هذا النظام بسرعة تحويل الطاقة، ويعتبر أسرع نظام من نظم الطاقة عامة،

لأنه يعتمد على إعادة بناء ATP عن طريق مادة كيميائية أخرى مخزونة بالعضلة تسمى الفوسفوكرياتين PC فعند تكسر ATP لتحرير الطاقة الميكانيكية والحرارية يتبقى من هذه العملية ADP والذى يستخدم لإعادة بناء ATP مرة أخرى ويتم ذلك حين يتكسر الفوسفوكرياتين ويتحول إلى فوسفات وكرياتين بواسطة إنزيم كرياتين كينيز Creatine Kinase (CK)، وتتميز هذه العملية بسرعة إنتاج الطاقة، ويعتبر هذا النظام أساسيًا لتحويل الطاقة عند أداء العمل العضلي الأقصى فى حدود ١٥ - ٣٠ ثانية، حيث لا يكفى PC لإعادة بناء ATP عند زيادة طول فترة العمل عن ذلك، حيث تتجه العضلات إلى تحويل الطاقة اللاهوائية عن طريق نظام حامض اللاكتيك ويمكن أن يتم تحرير الطاقة من ADP لإعادة بناء ATP نظرًا لكونه مازال يحتوى على رابطة فوسفات قوية ويتم ذلك باستخدام جزيئين من فوسفات ADP لبناء جزئ ATP ويتبقى أدينوسين مونو فوسفات Adenosine Monophosphate (AMP) وهو لا يستخدم فى الطاقة، وهذا النظام هو المسئول عن الطاقة فى الأنشطة الرياضية المميزة بالسرعة القصوى والقوة العظمى والقوة المميزة بالسرعة، مثل العدو مسافات قصيرة أو البداية فى مسابقات المضمار والسباحة وفى كرة القدم عند الحركات السريعة كالركل والوثب كما فى الرمى والوثب بأنواعه، وفى هذه الأنشطة تكون الحاجة إلى سرعة تحويل الطاقة أكثر من كميتها وتكمن سرعة هذه النظام فيما يلى:

- لا تعتمد على تفاعلات كيميائية طويلة.
- لا يعتمد على نقل أكسجين الهواء الجوى إلى العضلات العاملة.
- ما تحتاج إليه العضلة من مخزون مصادر الطاقة ATP – PC.

٢- نظام الجلكزة اللاهوائية Anaerobic Glycolysis:

أو نظام حامض اللاكتيك The Lactic Acid System:

يتم إنتاج الطاقة اللازمة للانقباض العضلي باستخدام هذا النظام بدون استخدام الأكسجين غير أن مصدر إنتاج الطاقة هنا ليس PC ولكن مصدر غذائي هو الجليكوجين،

وهو فى الأصل ينتج عن طريق المواد الكربوهيدراتية التي يتناولها الإنسان فتتحول خلال عمليات الهضم إلى سكر جلوكوز ثم يخزن هذا السكر الجلوكوز فى العضلات والكبد، ولكن تخزينه لا يكون فى شكل سكر الجلوكوز ولكن فى شكل مركب أكثر تعقيدًا هو الجليكوجين، حيث ينشطر الجليكوجين ويتحول إلى سكر جلوكوز ثم إلى حامض اللاكتيك ويساعد على إعادة بناء ATP لإنتاج الطاقة اللازمة، ونظرًا لتوقف سلسلة التفاعلات الكيميائية حتى مستوى حامض اللاكتيك، يسمى هذا النظام بنفس الاسم أو الجلكزة اللاهوائية، وتتم هذه التحولات من خلال سلسلة تتكون من ١٢ تفاعلا كيميائيًا، وكل من هذه التفاعلات له أنزيمه الخاص اكتشفها العالمان الألمانيان جوستاف أيمبدن وأوتو مايرهوف Gustav Embden and Otto Meyerhof وهو الإنزيم المسئول عن تفاعلات الجلكزة اللاهوائية، ويجب التفرقة بين تركيب كل من حامض اللاكتيك Lactic Acid واللاكتات Lactate، حيث إن اللاكتات هو ناتج حامض اللاكتيك بعد تخلصه من الهيدروجين واتحاد الباقي مع الصوديوم أو البوتاسيوم لتكون الملح، ويتم إنتاج حامض اللاكتيك من خلال الجلكزة اللاهوائية ولكنه بسرعة ينفصل وتكون ملح اللاكتات.

ويتم بناء عدد قليل من جزيئات ATP مقارنة بالتمثيل الغذائي الهوائي، حيث يمكن إعادة بناء عدد ٣ مول ATP من كمية مقدرها ١٨٠ جرامًا من الجليكوجين، وعلى العكس من ذلك فى حالة توافر الأكسجين تنتج نفس الكمية ٣٩ جزئ ATP، ولكن سرعة إنتاج الطاقة فى هذا النظام أقل من نظام الفوسفات ولكنها تتميز بزيادة فترة استمرار الأداء تحت هذا النظام والذى يمكن أن يتراوح ما بين ٣٠ ثانية حتى ٦ دقائق، ويعتبر هذا النظام مسئولا عن تحديد تحمل الأداء فى مسابقات ١٠٠ متر، ٢٠٠ متر، ٤٠٠ متر.

مكونات التدريب اللاهوائى Components OF A.T:

يمكن تقسيم التدريب اللاهوائى إلى:

- تدريب السرعة Speed.
- تدريب تحمل السرعة Speed Endurance Training.

يهدف تدريب الإنتاج إلى تحسين المقدرة على الأداء الأقصى لفترة قصيرة نسبيًا من الزمن، بينما الهدف من تدريب المحافظة هو زيادة المقدرة على الاستمرار فى أداء الجهد على درجة عالية من الشدة ويجب تنفيذ التدريب اللاهوائى تبعًا لمبدأ المراحل.

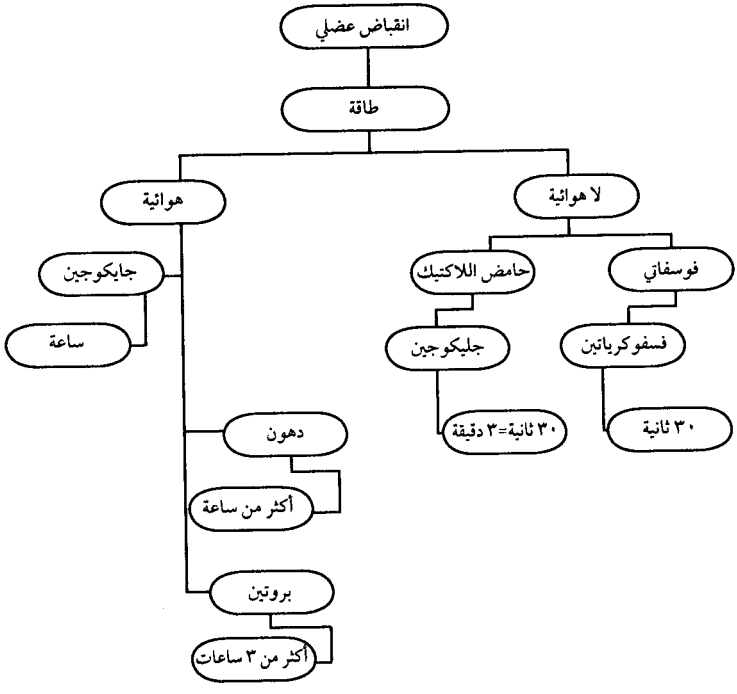
أثناء تدريب السرعة يجب على اللاعب أن يؤدى الجهد الأقصى فى أقل فترة زمنية (أقل من ١٠ ثانية) وتجب أن تكون الفترة بين تكرار الجهد بدرجة تكفى لاستشفاء العضلة إلى ما يقرب من حالتها أثناء الراحة، وذلك لكى يؤدى بأقصى درجة ممكنة فى التمرين.

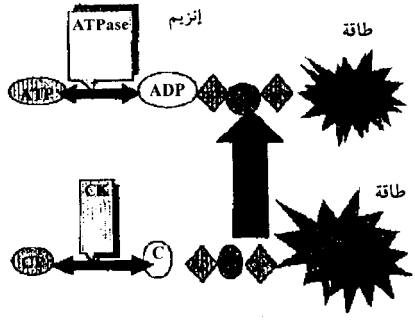
وتؤدى تمرينات تحمل السرعة Speed Endurance إلى استثارة عالية لمسارات كل من كرياتين كينز والجليكوجينك، لذلك يجب أن تكون شدة التدريبات عالية تصل إلى الحد الأقصى لكى تتمكن من تحقيق التكيفات الأساسية بالنسبة للإنزيمات المصاحبة مع التمثيل الغذائي اللاهوائى.

فى التدريب الإنتاجي Production Training يجب أن تكون فترة دوام التمرين قصيرة نسبيًا (٢٠- ٤٠ ثانية) وأن تكون فترات الراحة بين تكرارات التمرين طويلة (٢-٤ دقيقة) حتى يمكن التكرار بالشدة العالية خلال تدريب المراحل أثناء الجرعة التدريبية.

فى التدريب للمحافظة Maintenance Training تكون فترة الأداء ٣٠- ٩٠ ثانية وتكون فترة الراحة مساوية تقريبًا لفترة الأداء حتى تؤدى باللاعب تدريجيًا إلى التعب.

وعادة ما تحدث التكيفات الناتجة عن تدريب تحمل السرعة فى نفس العضلات المستخدمة.


انقباض عضلي
طاقة
هوائية
لا هوائية
جايكوجين
ساعة
حامض اللاكتيك
فوسفاتي
جليكوجين
فسفوكرياتين
٣٠ ثانية=٣ دقيقة
٣٠ ثانية
دهون
أكثر من ساعة
بروتين
أكثر من ٣ ساعات


ATPase
إنزيم
طاقة
ADP
CK
C
طاقة

النسب المئوية لمساهمة نظم الطاقة فى المسافات القصيرة والمتوسطة عن

(Fox et al 1993)

السباق	الزمن للشدة القصوى	لاهوائى٪	هوائى٪
١٠٠ متر	١٠ ث	٪٩٠	٪١٠
٢٠٠ متر	٣٠ث	٪٨٠	٪٢٠
٤٠٠ متر	٦٠ث	٪٧٠	٪٣٠
٨٠٠ متر	٤ دقائق	٪٥٠	٪٥٠
١٥٠٠ متر	٩ دقائق	٪٧٠	٪٣٠

تشكيل حمل التدريب للمسافات القصيرة والمتوسطة باستخدام طرق التدريب الفترى لتنمية نظم إنتاج الطاقة اللاهوائية بناء على زمن الأداء

عن (FOx et al 1993)

نظام الطاقة	زمن الأداء	عدد التكرارات	عدد المجموعات	عدد التكرارات فى المجموعة	نسبة العمل للراحة	نوعية الراحة
النظام الفوسفاتى	١٠ث	٥٠	٥	١٠	١:٣	مشى مطاطية
	١٥ث	٤٥	٥	٩		
	٢٠ث	٤٠	٤	١٠		
	٢٥ث	٣٢	٤	٨		
النظام الفوسفاتى والنظام اللاكتيكى	٣٠ث	٢٥	٥	٥	١:٣	تمرينات خفيفة إلى متوسطة هرولة
	٤٠-٥٠ ث	٢٠	٤	٥		
	١-١٠,١ق	١٥	٣	٥		
	١,٢٠ ق	١٠	٢	٥		

نظام الطاقة	زمن الأداء	عدد التكرارات	عدد المجموعات	عدد التكرارات فى المجموعة	نسبة العمل للراحة	نوعية الراحة
النظام اللا كتيكى	٣٠,١-٢ق ١٠,٢-٢,	٨	٢	٤	١:٢	تمرينات خفيفة
والنظام الأكسجينى	٤٠,٢ ث ٥٠,٢-٣ق	٦ ٤	١ ١	٦ ٤		

أسس وضع برامج التدريب اللاهوائى للمسافات القصيرة والمتوسطة
عن (Fox et al.1993)

مكونات الحمل	التدريب اللاهوائى
الشدة	١٨٠ضربة/ دقيقة أو أكثر
عدد مرات التدريب الأسبوعى	٣ أيام
عدد مرات التدريب فى اليوم الواحد	مرة واحدة
فترة التدريب	٨-١٠ أسابيع
مسافة الجرى	٥,١-٢ميل (٤,٢-٢٢,٣ كيلو متر

المصادر الإضافية للطاقة

يتم إعادة بناء ATP عن طريق بعض المصادر الأخرى خلافًا للمواد الغذائية والتي يتم تكوينها داخل الجسم مثل الفوسفوكرياتين ومن خلال حامض اللاكتيك والحامض الأميني الانين Alanine وهو أسرع مصدر لإعادة بناء ATP ودون الحاجة إلى الأكسجين.
مصادر الطاقة المخزونة من الكربوهيدرات والدهون

عن (Wilmore J,K. and Costil, 1994)

المصدر	المكان	جرام	سعر حرارى كبير
الكربوهيدرات	جليكوجين الكبد	١١٠	٤٥١
	جليكوجين العضلة	٢٥٠	١٠٢٥
	جلوكوز سوائل الجسم	١٥	٦٢
	المجموع	**٣٧٥**	**١٥٣٨**
الدهون	تحت الجلد	٧٨٠٠	٧٠٩٨٠
	داخل العضلة	١٦١	١٤٦٥
	المجموع	**٧٩٦١**	

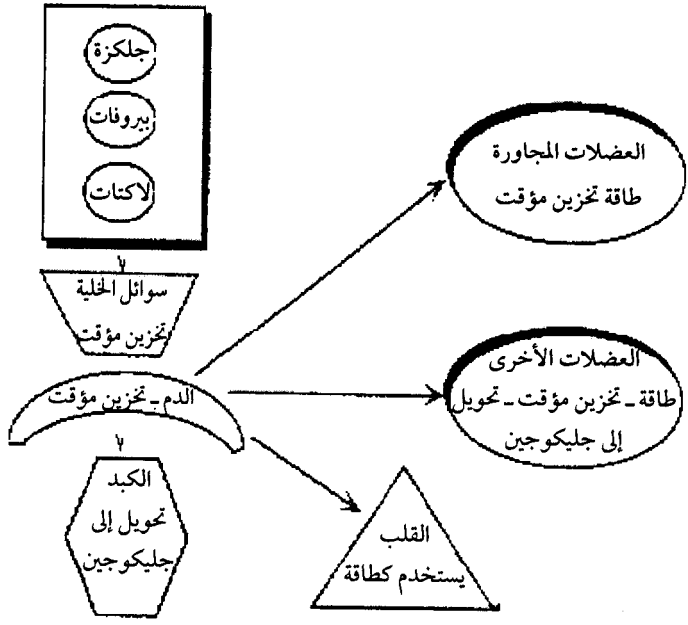
القدرات اللاهوائية للاعبي المسافات القصيرة والمتوسطة

يعتبر نظام إنتاج الطاقة اللاهوائية هو النظام الأساسى لعدائي المسافات القصيرة والمتوسطة حيث يستخدم نظامى إنتاج الطاقة (الفوسفاتى ـ حامض اللاكتيك).

ويذكر ماتيوس وفوكس أن أداء عدو المسافات القصيرة والمتوسطة ١٠٠متر، ٢٠٠متر، ٤٠٠متر، ٨٠٠متر تأتى الطاقة هنا من السكريات ونتيجة لهذا فإن معظم (ATP) يجب أن يزود لاهوائيًا بواسطة نظامى (ATP- PC أو النظام الفوسفاتى System Phosphogen – وحامض اللاكتيك The Lactic Acid System) والفترة التي أثناءها يكون معدل استهلاك الأكسجين منخفض عن المعدل الضروري ليزود (ATP) المطلوب لأداء السباق تسمى فترة عجز الأكسجين وأثناء هذه الفترة فإن نظامى (ATP) وحامض اللاكتيك يعملان من أجل تزويد الجسم بمعظم المطلوب من (ATP) اللازم للسباق وهذا يعنى أن فترة عجز الأكسجين تكون خلال هذا النوع من الأداء قصيرة الوقت عالية الشدة.

وفى هذه الحالة فإن مقدار الطاقة المطلوب يعتبر كبيرا نسبيًا للوقت المحدد للأداء، وعلى سبيل المثال يحتاج العدو ١٠٠ متر خلال ١٠ ثوان إلى حوالى ٨ لترات أكسجين، ويستهلك الجسم فى الراحة ٢٥٠ مللى لترا فى الدقيقة أي ٤٠ مللى تقريبًا فى ١٠ ثوان إلى ٨٠٠٠ مللى، كما أن اللاعب حتى يقوم بزيادة معدل استهلاك الأكسجين يحتاج إلى فترة عمل عضلى ٢-٣ دقيقة حتى ينشط الجهاز الدورى والتنفسى لإمداد الجسم بالمستوى المطلوب من الأكسجين، فضلًا على أن أكسجين التنفس يحتاج فترة ١٥ ثانية حتى يصل إلى عضلات الرجلين، وبكل المقاييس لا يمكن استخدام الأكسجين فى مثل هذا العمل العضلي وهو سباق ١٠٠ متر عدو، لكن هذا لا يمنع الجسم من توليد الطاقة اللاهوائية بدون الأكسجين مستخدمًا النظام الفوسفاتى ونظام حامض اللاكتيك، يرى أن هذا لا يعنى نسيان الكمية التي كان يحتاجها الجسم من الأكسجين، وهى حوالى ٨ لترات أكسجين وهى تمثل حجم العجز المطلوب من الأكسجين أثناء الأداء Oxygen Deficit، ولكن بعد الانتهاء من العدو يلاحظ على اللاعب سرعة التنفس التي تهدأ بعد فترة من الوقت، وهذا التنفس يوفر للجسم كمية الأكسجين التي عجز عن توفيرها أثناء العمل العضلي وتقاس بالمقارنة بين استهلاك الأكسجين العادى فى الراحة قبل الجهد وبكميته فى الراحة بعد الجهد، ويعتبر الفارق هو مقدار الأكسجين المطلوب أثناء العمل، وتسمى عملية استعراض الأكسجين «الدين الأكسجينى ـ Oxygen Debt».

ومن هنا نرى أن أكسدة الجلوكوز لا هوائيًا يصحبها بنفس المعدل زيادة نسبة حامض اللاكتيك فى الدم ويستهلك مصادر الجليكوجين وبزيادة مستوى حامض اللاكتيك تقل القدرة الانقباضية للعضلات وتصل العضلة إلى الإجهاد ويضيف ماثيوس وفوكس أنه عند وصول العضلة لحالة الإجهاد إما أن ينهى الأداء أو تصل شدته والتعود على هذا المستوى العالي من حامض اللاكتيك فى الدم يعتبر ضروري لنجاح المتسابق واستمراره فى السباق وقد تصل نسبة اللاكتيك إلى ٢٠٠ مجم٪ أثناء سباقات العدو حيث يكون المستوى العادى ١٠ مجم ٪ أي تزيد النسبة حوالى ٢٠ ضعف الكمية العادية.



مقارنة بين نظم إنتاج الطاقة فى المسابقات القصيرة والمتوسطة

نظم إنتاج الطاقة	مصدر الطاقة	زمن الإنتاج	فترة التأثير	فترة الحد الأقصى
النظام الفوسفاتى	مركب ATP مركب PC	صفر	حتى ٣٠ ثانية	حتى ١٠ ثوان
نظام حامض اللاكتيك	جلوكوز يتحول إلى حامض اللاكتيك	١٥ – ٢٠ ثانية	٣٠ ثانية حتى ٥–٦ دقائق	٣٠ ثانية إلى ١,٥ دقيقة

مقارنة فى بعض المتغيرات الفسيولوجية للاعبي المسافات القصيرة والمتوسطة

وجه المقارنة	المسافات القصيرة	المسافات المتوسطة
عدد مرات التنفس / ق	١٤-١٥ مرة / ق	١٥-٢٠ مرة/ ق
كرات الدم الحمراء ـ البيضاء	تزيد	تزيد بنسبة كبيرة
كمية الأكسجين	٦-١٢ لتر/ ق	٤-٥لتر / ق
الجلوكوز	لا تتغير	تقل النسبة
PH الدم	هبوط	هبوط
حامض اللاكتيك	-----	٢٠٠-٢٥٠ملى جرام

تحديد طريقة التدريب المناسبة لنظم الطاقة

تختلف طرق التدريب فى تأثيراتها المختلفة فى تنمية لياقة الطاقة، ولذلك يجب على المدرب تحديد طريقة التدريب المناسبة لنشاطه الرياضي التخصصي، حيث تختلف التأثيرات الفسيولوجية تبعًا لاختلاف طرق التدريب.

تأثير التدريب اللاهوائى

تتلخص التغيرات الكيميائية فى العضلة تحت تأثير التدريب اللاهوائى فى عمليتين أساسيتين:

١- النظام الفوسفاتي The Phosphagen (ATP-PC) System.

٢- الجلكزة اللاهوائية Anaerobic Glycolysis.

١- زيادة سعة النظام الفوسفاتي:

يزيد مخزون ATP وPC تحت تأثير التدريب، ويرتبط مستوى القدرة اللاهوائية

القصوى بكمية المركبات الفوسفاتية ATP – PC بالعضلات وكذلك سرعة استهلاكها، وتزداد هذه المؤشرات تحت تأثير التدريب ويظهر ذلك بوضوح لدى متسابقي العدو والرمى والوثب وتظهر القدرة اللاهوائية القصوى خلال فترة ٠,٥ إلى ٠,٧ ثانية بعد بداية العمل العضلي ويمكن الاحتفاظ بها لفترة ٧- ١٥ ثانية لدى الأشخاص غير المدربين، بينما يمكن أن يحتفظ بهذا المستوى من الأداء لدى اللاعبين ذوي المستويات العالية لفترة تصل إلى ٢٥-٣٠ ثانية.

كما تصل لدى اللاعبين العاديين إلى فترة١٠- ١٥ ثانية ولدى الرياضيين ذوي المستويات العالية ما بين ٢٠- ٢٥ ثانية إلى ٤٠- ٥٠ ثانية أحيانًا، وترتبط نتيجة مسابقات العدو بقدرة اللاعب على تعبئة عمليات إنتاج الطاقة اللاهوائية القصوى، وهذا هو الفرق بين اللاعب المدرب جيدًا واللاعب غير المدرب، ويجب الأخذ فى الاعتبار أن مخزون ATP فى العضلة لا ينفذ كلية ولكن مركب PC قد يستهلك كلية نظرًا لكون هذا المركب هو المسئول عن إعادة بناء ATP.

وتحت تأثير التدريب تزداد سعة القدرة اللاهوائية القصوى، ويستطيع الرياضي أن يؤدى العمل العضلي الأقصى لفترات زمنية أطول فى إطار الأزمنة المحددة لهذا النظام ويمكن تأثير التدريب زيادة القدرة اللاهوائية القصوى المصدر الأساسى للطاقة عند أداء القوة المميزة بالسرعة بشكل مضاعف يصل إلى ١,٥- ٢ مرة ويصل إلى الحد الأقصى للطاقة اللاهوائية الفوسفاتية إلى حوالى ٤٢٠ جول / كيلوجرام / دقيقة أو حوالى إلى ما يعادل استهلاك ١,٥- ٢ لتر أكسجين فى الدقيقة، كما يزيد نشاط إنزيمات ATP وPC وهى إنزيمات ATP ase وإنزيم ميولنيز Myolinase (MK) وكرياتين كينيز Creatine Kinase.

٢- زيادة سعة الجلكزة اللاهوائية (نظام حامض اللاكتيك):

تزيد سعة الجلكزة اللاهوائية وسرعة تحويل الجليكوجين إلى حامض اللاكتيك بدون الأكسجين نتيجة زيادة نشاط الإنزيمات المرتبطة بذلك، وتصل الطاقة اللاهوائية

القصوى بنظام حامض اللاكتيك لدى غير المدربين بما لا يزيد عن ٨٤٠ جول / كيلوجرام / الدقيقة أو ما لا يزيد حوالى ١٣ ملى مول من حامض اللاكتيك لكل لتر من الدم، بينما تبلغ لدى الرياضيين ذوى المستويات العالية حوالى ٢٥-٣٠ ملى مول من حامض اللاكتيك لكل لتر من الدم، وتصل سعتها القصوى إلى ١٧٦٠ - ٢٠٩٠ جول / كيلوجرام / دقيقة.

ويجب ملاحظة أن التغيرات الفسيولوجية المرتبطة بالتكيف للعمل اللاهوائى بنظام حامض اللاكتيك تظهر فى زيادة قدرة الألياف العضلية السريعة على تكسير الجليكوجين لإنتاج الطاقة فى عدم وجود الأكسجين «الجلكزة اللاهوائية» ومع استمرار التدريب لفترة طويلة تزداد سعة العمل اللاهوائى اللاكتيكي، ولذلك يزداد تركيز حامض اللاكتيك فى الدم لدى الرياضيين المدربين نظرًا لزيادة حجم الطاقة المستهلكة عن طريق تكسير الجلوكوز بدون الأكسجين، وكذلك قدرة الرياضي على الأداء وتحمل التعب بالرغم من ظروف نقص الأكسجين وزيادة تراكم حامض اللاكتيك بالدم.