المحاضرة الثامنة عشر

انظمة انتاج الطاقة في التدريب الرياضي

لكي يتحرك الانسان او اي جزء منه يجب أن يصرف طاقة بعد تحولها من طاقة كيميائية الى طاقة حركية . فالطاقة في مفهومها العام هي القدرة على أنجاز شغل أو جهد والجهد هو تطبيق قوه من خلال الانقباضات العضلية لأنتاج قوة تواجهه أو تتغلب على مقاومة معينة . أذ أن الطاقة هي المتطلب الضروري لأداء أو أنجاز أي جهد بدني في التدريب أو المنافسات . المصدر الاساسي للطاقة بشكل عام هي الشمس عن طريق الطاقة الضوئية والحرارية التي تبعثها الى التربة ومن ثم تنقل الى النباتات وعن طريق عملية التمثيل الغذائي الى ان تنتقل الى الانسان عن طريق تناول النباتات ولحوم الحيوانات حيث تتحلل بعد تناولها على شكل كربوهيدرات وبروتينات تعطي طاقة تقدر بحوالي 4سعرة ودهون تعطي طاقة تقدر حوالي 9سعرة. ومجمل الطاقة يتم الحصول عليها من تحول المواد الغذائية التي يتناولها الفرد وبواسطة العمليات الحيوية (التمثيل الغذائي) الى طاقة كيميائية عالية الفعالية تتمثل في المركب الفوسفاتي ثلاثي فوسفات الادينوسين (ATP) الذي يخزن في الالياف العضلية بكميات محدودة تنضب خلال ثوان قليلة جداً.

أنظمة إنتاج الطاقة خلال النشاط الرياضي

اولا: نظام الطاقة اللاهوائي الفوسفاجيني (ATP-CP)

يتميز العمل العضلي في هذا النظام بالشدة القصوى من (90 – 100 %) من أقصى انجاز للرياضي ويستمر لمدة قصيرة من الزمن تصل إلى حوالي (12ثا).

تجهز الطاقة المستخدمة في هذا النظام مباشرة من العضلة التي تخزن بداخلها كمية من الطاقة الفوسفاتية والتي لا تحتاج إلى الأوكسجين لإنتاج الطاقة ، ويعتمد هذا النظام في جوهره لإعادة بناء (ATP) على الطاقة الكيميائية المخزونة في المركب الفوسفاتي ذو الطاقة العالية وهو فوسفات الكرياتين (CP) بعد انشطار (ATP) .

أن أنتاج الطاقة بهذا النظام تتم بعد وصول الإشارة العصبية من الجهاز العصبي حيث يتم انشطار(ATP) عن طريق انفصال واحدة من مجموعات الفوسفات ويتكون لدينا نتيجة لهذا الانشطار ثنائي فوسفات الادينوسين (ADP) وذرة فوسفات غير

عضوي (P) وطاقة عالية ، وهذه الطاقة الناتجة من انشطار (ATP) تمثل المصدر المباشر والفوري للطاقة .

ATPase

$$ATP \xleftrightarrow{} ADP + 1P + energy$$

أن كمية (ATP) المخزونة في العضلات قليلة جدا (6ملغم/ لكل 1كغم عضل)، وهذا المخزون يكفي للعمل العضلي من (3-5) ثانية ، وعليه لابد من أعادة تكوينه مرة أخرى لضمان استمرار العمل العضلي ، وتتم أعادة تكوين (ATP) عن طريق مركب فوسفات الكرياتين (CP) حيث ينشطر (CP) وتنفصل الفوسفات عن الكرياتين بمساعدة أنزيم فوسفوكينيز (CPK) وهذا لا يتطلب سوى خطوة واحدة

CPK

$$CP \longrightarrow C + P + energy$$

أما الخطوة التالية لإعادة تكوين (ATP) هي اتحاد ثنائي فوسفات الادينوسين (ADP) الناتج من التحلل الأول مع ذرة الفوسفات (P) الناتج من التحلل الثاني فيتكون (ATP) وبذلك يستمر الأداء الحركي وفقاً للمعادلة الآتية.

energy (طاقة)

$$ADP + P \longrightarrow ATP$$

"إن كمية فوسفات الكرياتين (CP) المخزونة في الخلايا العضلية قليلة ومحدودة وان هذا النظام يمكن أن يجهز طاقة تكفي لأداء نشاط بدني شديد يستمر حتى (12 ثا) بحيث يمكن للجسم أن يستعمل هذا النظام في أداء فعاليات الرمي وكذلك فعاليات القفز وعدو (100م) إضافة إلى الفعاليات التي تتطلب القدرة الانفجارية والسريعة".

خصائص النظام الفوسفاجيني :- يتميز النظام الفوسفاجيني بعدة خصائص هي:-

1 – لا يعتمد على سلسلة من التفاعلات الكيميائية الطويلة والمعقدة.

2 – لا يعتمد على نقل الأوكسجين الذي نتنفسه إلى العضلات العاملة .

3 – تخزن العضلات كل من (ATP- CP) بصورة مباشرة .

4 – يعتمد على مركب فوسفات الكرياتين (CP) كمصدر للطاقة .

5 – يعمل هذا النظام بشدة عالية ولمدة قصيرة جدا من (1-30 ثانية).

6– تحدث تفاعلات هذا النظام في سايتوبلازم الخلية العضلية في خيوط المايوسين والاكتين .

7– نظام سريع في أنتاج الطاقة .

8– الصفات والقدرات البدنية التي تعمل في هذا النظام: القوة القصوى والسرعة القصوى والقدرة الانفجارية والسرعة الخاصة .

ثانيا: نظام حامض اللاكتيك (CAETIC ACID SYSTEM)

ويدعى بنظام تحلل الكلايكوجين ويعتمد هذا النظام على الطاقة المتحررة من تحلل الكلايكوجين بعدم كفاية الاوكسجين لاعادة تكوين الـ (ATP) ويبدأ عمل هذا النظام من بعد عمل النظام الفوسفاجيني ولغاية (2-3) دقائق .

فبسبب عدم توفر O2 أثناء تحلل الكلايكوجين يتكون ناتج عرضي يطلق عليه (حامض اللاكتيك) وعندما يستمر الجهد البدني العالي الشدة لمدة طويلة من الزمن فأن كميات كبيرة من حامض اللاكتيك تتراكم في العضلة مؤديا الى حدوث التعب الذي يؤدي الى انخفاض مستوى اداء الجهد البدني .

واعادة تكوين كلايكوجين العضلات بصورة كاملة يتطلب وقتا طويلا او ربما يتطلب ايام اعتمادا على نوع التدريب ونظام الغذاء المتبع فعند اداء جهد بدني معتدل (بطريقة التدريب الفتري) لمدة 40 ثانية مع اعطاء راحة لمدة 3 دقائق فأن اعادة تكوين 40% من الكمية القصوى للكلايكوجين يحتاج الى مدة ساعتين وان اعادة تكوين 55% يتطلب 5 ساعات ام أعادة تكوين الكلايكوجين بنسبة 100% فأنه يتطلب مدة مقدارها (24 ساعة) في حين عندما يكون التدريب مستمرا (اي التدريب المستمر) مثل التحمل بشدة عالية فأن اعادة تكوين الكلايكوجين يتطلب مدة اطول ممثلا لأعادة تكوين 60% فأن ذلك يتطلب 48 ساعة .

اما ازالة تراكم حامض اللاكتيك في الدم فأنه يحتاج الى بعض الوقت فازالة 25% من حامض اللاكتيك يتطلب وقتا قدره 10 دقائق وان ازالة 50% يتطلب 25 دقيقة وازالة 95% يتطلب اكثر من ساعة.

ولتسهيل عملية ازالة حامض اللاكتيك يمكن اداء تمرينات خفيفة بعد الجهد مباشرة (أي استخدام الراحة الايجابية) مثل اداء تمارين الاطالة وهرولة خفيفة لأجل

استخدام حامض اللاكتيك في انتاج الطاقة بعد توفر الاوكسجين O2 مما يؤدي الى انتاج طاقة لأعادة بناء ATP وتحرير CO2 و H2O اللذين يتم التخلص منهما عن طريق التنفس والعرق .

ويعد هذا النظام هو السائد في اداء الالعاب والفعاليات الرياضية العالية الشدة التي يستمر الاداء فيها حوالي (60-70) ثانية مثل ركض 200م و ركض 400م والعاب الجمناستك والتزحلق السريع على الجليد.

اهم مميزات النظام اللاهوائي – اللاكتيكي :-

1- يحرر الطاقة للجسم بدون وجود الاوكسجين.
2- مصدر الطاقة هو الكلوكوز المخزون في العضلات على شكل حبيبات كلايكوجينية في السايتوبلازم .
3- الطاقة الكيميائية المتولدة لاعادة بناء الـ ATP لا يتطلب تفاعلات كيميائية كثيرة معقدة كما هو الحال في النظام الاوكسجيني .
4- تحدث التفاعلات في السايتوبلازم قرب الخيوط البروتينية.
5- اهم القدرات البدنية التي تعمل في هذا النظام: تحمل سرعة, تحمل الاداء, تحمل القوة

ثالثاً-النظام المختلط للطاقة (mixed system)

ان الجسم يستخدم انظمة الطاقة لأداء الجهد البدني طبقاً الى شدة دوام ذلك الجهد وفترته . فبأستثناء الالعاب والفعاليات الرياضية التي يستمر فيها الاداء لفترة قصيرة جدا من الزمن فأن اغلب الالعاب الرياضية تستخدم كلا النظامين بدرجات متفاوتة (اي ان هناك تداخل بين النظامين اللا اوكسجيني والأوكسجيني لتزويد الطاقة) .

والمؤشر الافضل لمعرفة اي نظام طاقة يسهم اكثر في تزويد الطاقة اثناء اداء التمرين البدني هو قياس مستوى حامض اللاكتيك في الدم عند تحليل عينات من الدم فمعدل (4 مليمول) لكل 100 مليلتر من الدم يؤشر الى ان النظامين يساهمان بصورة متساوية في اعادة تكوين الـ ATP اما اذا كانت مستويات قياس تراكم حامض اللاكتيك اعلى من 4 مليمول فأن ذلك يؤشر الى ان النظام اللا اوكسجيني هو السائد في تجهيز الطاقة اما اذا كان مستوى تراكم حامض اللاكتيك اقل من مستوى 4 مليمول فأن ذلك يؤشر الى ان النظام الأوكسجيني هو السائد في تجهيز الطاقة .

رابعا : نظام الطاقة الهوائي (الاوكسجيني) AEROBIC SYSTEM

يتطلب اعادة بناء الطاقة بواسطة النظام الهوائي تزايد معدلات ضربات القلب ومعدل التنفس بقدر كاف لنقل الاوكسجين الى الخلايا العضلية والكلايكوجين في الحقيقة يكون مصدر الطاقة المستخدمة لأعادة تكوين ثلاثي فوسفات الادينوسين (ATP) في كل من نظام حامض اللاكتيك والنظام الهوائي (الاوكسجيني) اذ يتحلل الكلايكوجين في النظام الاوكسجيني بوجود الاوكسجين منتجا الطاقة اللازمة لأعادة بناء (ATP) وتحرير H2O و CO2 .

لهذا يعد النظام الاوكسجيني مصدر الطاقة الرئيسي للفعاليات والالعاب الرياضية التي يستمر اداؤها بين دقيقتين و (2 – 3) ساعة كما في التزلج السريع لمسافات طويلة والركض 800م في فعاليات الساحة والميدان والتزحلق الطويل الذي يستمر اداؤه (2 – 3) ساعات يمكن ان يؤدي ذلك الى تحلل الشحوم والبروتينات لسد النقص في خزين (ATP) كلما نفذ الكلايكوجين في الجسم .

وفي الحالات جميعا وعند تحلل الكلايكوجين والشحوم والبروتين فأنها تؤدي الى نواتج عرضية هي H2O و CO2 التي يتم التخلص منها عن طريق التنفس والتعرق . وان المعدل الذي يستطيع فيه الرياضي اعادة تكوين ثلاثي فوسفات الادينوسين (ATP) يكون محددا بقدرته الاوكسجينية او المعدل الاقصى الذي يستطيع فيه استهلاك الاوكسجين .

المقارنة بين النظام الهوائي واللاهوائي

النظام الهوائي	النظام اللاهوائي
1- يعتمد على عنصر (O2) في تحرير الطاقة	1-لا يعتمد على الـ (O2)في تحرير الطاقة
2-فترة هذا النظام تتراوح بين (3 دقائق الى 3 ساعات) .	2-تتراوح فترة دوام هذا النظام ما بين (10 ثواني الى 3 دقائق) .
3- تستخدم الكاربوهيدرات والشحوم والبروتينات (احياناً) بوصفها مصدراً اساسياً لانتاج الطاقة .	3-يعتمد على استخدام الكاربوهيدرات فقط .
4-تكون الطاقة المتحررة كبيرة جداً .	4-تكون الطاقة المتحررة محدودة جداً
5-تكون الفترة الزمنية لأنتاج الطاقة اكبر	5-تكون الفترة الزمنية لأنتاج الطاقة

لوجود تفاعلات كيميائية عديدة . 6-بطئ في تحرير الطاقة .	اقل لعدم وجود تفاعلات كيميائية عديدة 6-سريع في تحرير الطاقة .

تأثير التدريب الرياضي على إنتاجية الطاقة

يؤدي التدريب الرياضي الى زيادة مخزون مصادر الطاقة وزيادة نشاط الأنزيمات مما يزيد من معدل إنتاج (ATP) بسرعة ولفترة أطول.

وذلك من خلال زيادة مخزون فوسفات الكرياتين مما يزيد سرعة بناء (ATP) عن طريق (PC) مما يقلل حدوث التعب، وكذلك زيادة مخزون الكلايكوجين في العضلات ، اذ ان الكلايكوجين يتواجد بكمية اكبر لدى الشخص الرياضي ، وهذه ميزة لها أهميتها في أنشطة التحمل الخاص، بالاضافة فان التدريب الرياضي يؤدي الى مضاعفة كفاءة الميتوكوندريا في إعادة بناء(ATP) هوائياً عن طريق استهلاك الكربوهيدرات والدهون، كما ان تقليل إنتاج حامض اللاكتيك يساعد على الاستفادة من الأحماض الدهنية الموجودة في الدم في إنتاج الطاقة .