انظمة انتاج الطاقة

لكي يتحرك الانسان او اي جزء منه يجب ان تصرف طاقة بعد تحولها من طاقة كيميائية الى طاقة حركية ، فالطاقة في مفهومها العام هي القدرة على انجاز شغل او جهد ، والجعد هو تطبيق قوة من خلال الانقباضات العضلية لانتاج قوة تواجه او تتغلب على مقاومه معينة .

اذ ان الطاقة هي المطلب الضروري لاداء او انجاز اي جهد بدني في التدريب او المنافسات ومجمل الطاقة يتم الحصول عليها من تحول الكواد الغذائية التي يتناولها الفرد وبواسطة العمليات الحيوية (التمثيل الغذائي) الى طاقة كيميائية عالية الفعالية تتمثل في المركب الفوسفاتي (ATP) ثلاثي فوسفات الادينوسين. الذي يخزن في الالياف العضلية بكميات محدودة تنضب خلال ثوان قليلة جدا يمكن ان تكون بين (1–2) ثانية وما يكفي لاداء (2–3) انقباضات عضلية ، ويتم تعويضه (اعادة تكوينه) من الكاربوهيدرات والشحوم بواسطة سلسلة من التفاعلات الكيميائية المعقدة التي تحدث خارج الخلايا العضلية وداخلها .

والتمثيل الغذائي: هو عمليات هدم وبناء متواصله للمواد الغذائية وصولا الى تحرير الطاقة.

حيث ان مركب (ATP) يكون متوفر بصورة دائمة في الخلايا العضلية بكمية قليلة ومحدودة جدا ويعاد تكوينه كلما نفذ ، وعلية يجب ان تبقى مخازن الـ(ATP) مملوءة (ليس اقل من 60%) من مستواه في وقت الراحة لاجل الاستمرار.

فالطاقة المطلوبة للانقباض العضلي تتحرر عن طريق تحلل مركب (ATP) ثلاثي فوسفات الادينوسين العالي الطاقة الى (ADP) ثنائي فوسفات الادينوسين + فوسفات P .

ATP ⟶ ADP + 1 P + طاقة

ويعاد تكوين الـ(ATP) عند توفر الطاقة اللازمة ويتم تعويض الطاقة اللازمة لاعادة بناء الـ(ATP) عن طريق انظمة مختلفة وهي:

اولا: انظمة الطاقة اللاهوائية (اللااوكسجينية).

وهي الانظمة التي لاتعتمد على عنصر O2 عند اعادة تكوين ثلاثي فوسفات الادنوسين (ATP) في الخلايا العضلية وهي كما ياتي:

أ – النظام الفوسفاجيني :

يتميز هذا النظام بسرعة تحويل الطاقة ويعد اسرع نظام من نظم انتاج الطاقة لانه يعتمد على اعادة تكوين (ATP) عن طريق مادة كيميائية اخرى مخزونة في العضلة تسمى فوسفات الكرياتين (CP) حيث يتحلل الى (C) وفسفور (P) وطاقة تستخدم لاعادة بناء (ATP).

$$CP \longrightarrow C + P + Energy$$

اي ان الطاقة المتحررة من تحليل فوسفات الكرياتين لاتستخدم في الانقباض العضلي وانما تستخدم لاعادة تصنيع فوسفات الادينوسين ولكن بشكل محدود اذ ان تحلل جزيئة من CP يمكن ان تحرر طاقة كافية لاعادة جزيئتين من ATP .

ويمكن ان يجهز هذا النظام الجسم بالطاقة لمدة (8 – 10) ثواني لذلك يعد هذا النظام مصدر الطاقة الرئيسي لاداء الالعاب والفعاليات الرياضية التي تتميز بالسرعة القصوى والقدرة الانفجارية مثل (فعالية ركض 100م)، و(فعاليات القفز والرمي) في العاب الساحة والميدان ، و(رفع الاثقال) و (القفز في حركات الجمناستك) وغيرها .

ويتميز هذا النظام بالانفجارية في الاستهلاك وتحرير الطاقة وهو يتصف بالسرعة في التعويض والاستتشفاء ، فاعادة تكوين الفوسفاجينات يكون بنسبة 70 % من كمية الفصوى في 30 ثانية اولى من الراحة السلبية ، ويعاد 100% في (3– 5) دقائق من الراحة السلبية التامة .

ب :- نظام حامض اللاكتيك (تحلل الكلايكوجين لاهوائيا):

تعريف حامض اللاكتيك :- هوحامض ضعيف جدا يتكون نتيجة تحلل الكلويكوجين المخزون بالعضلة لغرض الحصول على الطاقة (ATP) في حالة غياب الاوكسجين وان زيادته يؤدي الى حدوث التعب العضلي وانخفاض في مستوى الاداء.

يعد هذا النظام الخط الثاني لانتاج الطاقة ضمن النظام اللاهوائي غير ان مصدر انتاج الطاقة هنا ليس ال(CP) وانما هو الكلايكوجين وينتج في الاصل عن طريق الكاربوهيدرات او المواد الكاربوهيدراتية التي يتناولها الانسان (الغذاء) اذ يتحول خلال عمليات الهضم الى سكر كلوكوز يحمل بواسطة الدم ثم يخزن في الكبد والعضلات على هيئة كلايكوجين ويتحول الى سكر الكلوكوز ثم الى حامض اللاكتيك ويساعد على اعادة بناء(ATP) لانتاج الطاقة اللازمة يحدث في هذا النظام ونتيجة لزيادة تركيز حامض اللاكتيك في العضلة يؤدي الى تثبيط انزيم فوسفوفركتوكاينيز (PFK) وهو الانزيم المسؤول عن تفاعلات هذا النظام (الجلكزة اللاهوائية) وكما موضح في المعادة الاتية :-

$$C_6H_{12}O_6 \xrightarrow{pfk} C_3H_6O_3 + \text{طاقة}$$

من عيوب هذا النظام ان كمية (ATP) التي يمكن استعادتها من انشطار السكر قليلة جدا فعلي سبيل المثال ان كمية الكلايكوجين التي مقدارها (180غم) تؤدي الى استعادة (3مول) من ال(ATP) فقط في حالة غياب الاوكسجين (لاهوائي) بينما تؤدي هذه الكمية نفسها من الكلايكوجين الى استعادة بناء (39مول) من ال(ATP) في حال وجود الاوكسجبن الان نشاط البدني الذي يعتمد على الجلكزة اللاهوائية لايحتاج الى اعادة تكوين كمية كبيرة من ال(ATP) اذ لاتزيد حاجة الجسم عن (1-2) مول ويرجع السبب في ذلك الى ان العضلة والدم يمكنهما تحمل وجود حوالي (60-70) غم من حامض اللاكيتك قبل ظهور التعب .

واهم مميزات هذا النظام :-

1. يحدث التعب العضلي نتيجة تراكم حامض اللاكتيك في العضلات .
2. لايحتاج الى وجود الاوكسجين لتحرير الطاقة .
3. يعتمد فقط على الكاربوهد رات (الكلايكوجين _ الكلوكوز)كمصدر للطاقة .

4. يعمل هذا النظام في الفعاليات ذات الشدة العالية ولمدة زمنية طويلية نسبيا تتراوح بين(30ثا–2د). مثل ركض (200 ، 400 ، 800 م) فالطاقة في هذه الالعاب تتحرر اولا عن طرق النظام الفوسفاجيني وبعد (8– 10 ثانية) يتم تحرير الطاقة عن طريق نظام حامض اللاكتيك.

ثانيا : نظام الطاقة الهوائي (الاوكسجيني) :

وهو ظام انتاج (ATP) بوجود الاوكسجين (O2) ويجهز الوقود في هذا النظام كل من الكاربوهيدرات والدهون المخزونه في الجسم ويستخدم الاوكسجين هنا في عملية تحويل الطاقة حيث يسهم في اكسدة الدهون والكاربوهيدرات (كلوكوز او كلايوكوجين) ويتوافق هذا النظام مع الفعاليات الاقل شدة والابطأ زمنا فما وراء الدقيقتين من التمارين الطويلة فان اغلبية الطاقة تجهز عن طريق النظام الهوائي ولا يتراكم حامض اللاكتيك في هذا النظام شريطة ان لا يكون معدل سرعة الحركة اكثر من اللازم .

ان الطاقة المتولدة في هذا النظام هي الضعف (50) مرة تقريبا من تلك الطاقة المتوفرة في نظامين السابقين في انتاج الطاقة (ATP).

ويتم انتاج ثلاثي فوسفات الادنوسين (ATP) في هذا النظام من ثنائي فوسفات الادنوسين (ADP) زائد جزيئا واحدا من االفوسفات العضوي بوجود الطاقة وكما في المعادلة الاتيه :

ADP + P + طاقة ⟶ ATP

ان الطاقة اللازمة في هذا التفاعل تاتي من مصادر كيميائية مختلفة وتتم هذه العملية داخل الالياف العضلية المايتوكوندريا (بيوت الطاقة) حيث يوجد داخل هذه البيوت مايسمى بالسلسة الهوائية التي تتكون من مجموعة كاملة من الانزيمات والتفاعلات الحيوية التي تعمل على اكتساب جزئين من الهيدروجين وتحويلهما خلال السلسلة الهوائية بعمليات اكسدة واختزال بالتتابع مما يؤدي الى انتاج طاقة في اثناء كل عملية اكسدة او اختزال.

وتستعمل هذه الطاقة لتحويل ثنائي فوسفات الادنوسين الى ثلاثي فوسفات الادنوسين وعندما تصل جزئيتا الهيدروجين الى نهاية السلسلة الهوائية تتحد مع ذرة واحدة من الاوكسجين لتكوين جزيئة واحدة من الماء ويكون الماء هو النهائية الطبيعية للسلسلة الهوائية .

زاخيرا تؤدي تدريبات المطاولة الى زيادة عدد المايتوكوندريا الموجودة داخل الالياف العضلية فضلا عن زيادة الشعيرات الدموية التي تجهز العضلة الامر الذي يؤدي الى زيادة كمية الدم الوارد الى العضلة ومن ثم زيادة كمية الاوكسجين مما يؤدي الى انتاج ثلاثي فوسفات الادنوسين.

اهم مميزات هذا النظام هي :

1- يمكن انتاج عدد كبير من (ATP) مقارنة بالنظامين السابقين.
2- يمكن تحليل الكاربوهيدرات والدهون فضلا عن البروتين لانتاج الطاقة .
3- لاتوجد نواتج او لرواسب تسبب التعي العضلي كما هو في نظام حامض اللاكتيك.
4- يتخلص بسهولة من ثلني اوكسيد الكاربون عن طريق الرئتين .
5- تحرير الطاقة الكيميائية لاعادة بناء (ATP) تتطلب تفاعلات كيميائية كثيرة ومعقدة.

المقارنة بين النظام الهوائي والنظام اللاهوائي:

ت	النظام الهوائي الاوكسجيني	النظام اللاهوائي (الفوسفاجيني واللاكتيكي)
1	يعتمد على عنصر O2 في انتاج الطاقة	لايعتمد على وجود O2 في انتاج الطاقة
2	فترة دوام هذا النظام تتراوح مابين (2دقيقة – 3 ساعة)	تتراوح فترة دوام هذا النظام مابين (10ثانية – 2 دقيقة)
3	تستخدم الكاربوهيدرات والشحوم والبروتينات (احيانا) مصدرا لانتاج الطاقة	يعتمد على الكاربوهيدرات المخزونه فقط او الكميه المخزونه من (ATP) (CP).
4	تكون الطاقة المتحررة كبيرة	تكون الطاقة المتحررة محدودة جدا.
5	تكون الفترة الزمنية لانتاج الطاقة اكبر لوجود تفاعلات كيميائية كبيرة	تكون الفترة الزمنية اقل لعدم وجود تفاعلات كيميائية عديدة.
6	بطيء في تحرير الطاقة	سريع في تحرير الطاقة