

## مصادر الطاقة

تعرف الطاقة بالقابلية على انجاز عمل ما علماً أنّ أنواع الطاقة جميعها هي مصدرها الشمس وتسمى (بالطاقة الشمسية) ، تتم عملية التحول الغذاء عند حضور الأوكسجين من خلال الانقسام الكيميائي الى  $(CO_2 + H_2O)$  ويتم تحرر الطاقة الكيميائية وتدعى هذه العملية بعملية التنفس ، إذ إنّ غرض التنفس هو الإستمرار في العمليات البايولوجية والكيميائية عند اداء عمل بدني من خلال التقلصات العضلية. وهذا ما يدعى بالدورة البايولوجية للطاقة إذ : الغذاء يتحول الى مركب كيميائي يدعى ايدنوسين ATP الفوسفات وهذا يخزن في العضلة ، وعندما ينقسم هذا المركب ATP تحرر الطاقة إذ تحتوى من (700-1200) سعره حرارية ، إذ تخزن في عضلات الجسم وهذه السعرات هي المصدر الأساس للطاقة عند القيام بعمل بدني مباشر ومفاجئ .

### مصطلحات نظم الطاقة:-

(C) كرياتين .

(P)فوسفات .

(PC) فوسفات كرياتين .

(PDA) ثنائي فوسفات الاديونسين .

(ATP) ثلاثي فوسفات الاديونسين .

فالععمل (الجهد) هو تطبيق لحركة ، وتقلص عضلات من اجل لأستحصال قوة للتغلب على مقاومة ، إذن فالطاقة هي المطلب الضروري لأداء أو انجاز الجهد البدني في أثناء التدريب والسباقات .

### كيفية الحصول أو تجهيز العضلات بالطاقة:-

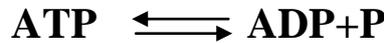
يتم الحصول على الطاقة من تحويل المواد الغذائية التي يتناولها الفرد في الخلية العضلية الى مركب عالي الطاقة يدعى (بثلاثي فوسفات الاديونسين (ATP)) ، الذي يخزن بعد ذلك في الخلية العضلية وبهيئه مواد كيميائية في الجسم على

شكل (كاربوهيدرات ، وشحوم) ، فالكاربوهيدرات تخزن في العضلات والكبد) على شكل (كلايكوجين) .

أما الشحوم فتخزن في بعض الأماكن الواضحة من الجسم كما وتداخل بين العضلات أيضاً وبالنسبة (ATP) يخزن في الخلايا العضلية بكميات محدودة تنضب خلال ثوان قليلة جداً يمكن أن تكون بين (1-2) ثانية أو أكثر قليلاً ما لم يعاد تكوينه ، ويمكن إعادة تكوينه من الكاربوهيدرات والشحوم بواسطة سلسلة من العمليات المعقدة تحدث داخل الجسم فوجود (ATP) ضروري جداً لأداء أي نشاط عضلي (بدني) ، ويعاد تكوينه كلما نفذ . فهذه الكمية المحدودة القليلة والمخزونة في الخلايا العضلية هي في الواقع لا تكفي لأداء أي عمل أو نشاط بدني عالي الجهد سوى لمدة قليلة من الزمن وبالأحرى لثوان عدة قليلة أو لمسافة قصيرة دون الحاجة الى وجود الأوكسجين .

فإذا أردنا الاستمرار بالنشاط البدني لمدة طويلة من الزمن يجب أن يعاد تكوينه لهذا النشاط بوجود الأوكسجين دائماً ، وعليه فان مخازن (ثلاثي فوسفات الادينوسين ATP) يجب أن تبقى ممتلئة تماماً أو شبه ممتلئة وعلى أقل تقدير (60%) في أثناء وقت الراحة وفي الأوقات جميعها للاستمرار في أداء النشاطات العضلية ، في كل (1كغم من وزن العضلات) .

فالطاقة المطلوبة (للتقلص العضلي) تتحرر عن طريق تحويل مركب (ثلاثي فوسفات الادينوسين ATP) عالي الطاقة أو الجهد المبذول الى ثنائي فوسفات الادينوسين + فوسفات .



فعندما تتحلل حزمة واحدة من الفوسفات فإن ثنائي فوسفات الادينوسين (ADP) + فوسفات (P) أي (ADP+P) فيكون لنا ثلاثي فوسفات الادينوسين (ATP) لتحرير طاقة للفرد الرياضي أو غيره .

وهناك ثلاث طرائق لأنظمة الطاقة لكي نستطيع الوصول الى المركب الكيميائي  
وكما يأتي :-

### 1- أنظمة الطاقة اللاأوكسجينية :-

وهي الأنظمة التي لاتعتمد على وجود الأوكسجين عند اعادة تكوين خزين ثلاثي فوسفات الادينوسين (ATP) في الخلايا العضلية عند استهلاكه ، ويقسم عمل هذا النظام الى :-

- أ- نظام الفوسفاجين بدون تراكم حامض اللبنيك (ATP – Cp . system).
- ب- نظام حامض اللبنيك (Latic Acid System).

### أ- نظام الفوسفاجين بدون تراكم حامض اللبنيك (ATP – Cp . system).

يتم استهلاك (ATP) خلال التمرين الشديد بسرعة أعلى من إمكانية إنتاجه ، وفي مثل هذه الظروف التي تتطلب تجديداً سريعاً ومهماً لـ (ATP) فإن مركباً كيميائياً آخر غنياً بالطاقة يأتي دورة وهو كرياتين الفوسفات (PC) المخزون في الخلايا العضلية . وعند تحطمها (أي عندما يتم التخلص من مجموعة الفوسفات) فإن كمية هائلة من الطاقة تنتج ، وبما أن (ATP) هو عبارة عن اتحاد من (ADP) و (P) ، فإن الطاقة تكون دائماً مزدوجة ، والطاقة الضرورية لإعادة بناء (ATP) من (ADP) و (P) تتولد باستمرار من خلال الانقباض العضلي ، تتكرر هذه العملية خلال ثوان قليلة ، لذا فإن هذا النظام يمكن ان يجهز الجسم بالطاقة لمدة (8-10) ثانية أو اقل لمدة (7) ثانية فقط ، لذا يعد هذا النظام مصدر للطاقة الرئيس لأداء الألعاب والفعاليات الرياضية التي تتميز بالقوة الانفجارية والسرعة القصوى ولعداء عدو فعالية (100متر) ، كذلك القفز والوثب والرمي في العاب القوى ، ولدى رياضي رفع الأثقال وحركات القفز بالجمناستك والقفز الى الماء... الخ.

إن مجموع (ATP) و (CP) يسمى الفوسفاجين في العضلة ، وغالباً ما يتواجد بكمية قليلة في الأحوال العادية ، إذ يوجد نحو (3مول) عند الإناث و(6مول) عند الذكور ، ويكون تركيز (CP) بحدود ثلاثة أضعاف (ATP) ، لذلك فإن كمية

الطاقة المستفاد منها في هذا النظام تكون محددة بمستوى التخزين الأولي للفوسفاجين وبمعدل سرعة إعادة التكوين لـ (ATP) ، لذا عند إعادة تكوين الفوسفاجين بنسب (70%) من كميته القصوى يتم خلال (30) ثانية الأولى ، أمّا من (3-5) دقائق فيعاد خزنه بنسبة (100%) عند أداء الجهد ، إن معرفة هذه الأنظمة مهم جداً لمدرس التربية الرياضية لكي يستطيع تحديد ومعرفة مصدر الطاقة الأساس من الفعاليات إذ يمكن القول بأن نظام (CP - ATP) هو المستخدم في الفعاليات التي تتراوح من (2-3) ثانية والتي تتطلب طاقة انفجارية للتمييز بها عن الفعاليات التي تتضمن من (2-3) دقائق من الأداء.

#### ب- نظام حامض اللبنيك (Lactic Acid System).

إنّ هذا النظام معروف بالتحليل السكري اللاوكسجيني (Anaerobic Glycolysis) وهذا يشير الى تحويل السكر الى كلوكوز بدون توافر الأوكسجين لإنتاج (ATP) يسبب متطلبات الطاقة العالية التي تزيد عن معدل إنتاج نظام الاكسدة ، لأن الحامض البيروفيكي المنتج أولاً يتحول الى حامض لاكتيكي ، وتراكم هذا الحامض يسبب التعب العضلي الموضعي، كما أن عدداً قليلاً من (ATP) يمكن تشكيله من تفكيك السكر بهذه الطريقة عندما يقارن بما ينتج بتوافر الأوكسجين.

وعلى سبيل المثال ، يمكن إعادة (3) مول من (ATP) بهذا النظام من تحطيم (180) غم من الكلايكوجين (المخزون العضلي من الكلوكوز) في حين أن تحطيم الكمية نفسها بتوافر الأوكسجين يسمح بإنتاج طاقة كافية لإعادة تكوين (39)مول من (ATP) ، يستعمل هذا النظام لأداء الألعاب والفعاليات الرياضية الشديدة والتي يستمر أداؤها نحو (25ثا - 60 ثا) ، مثل فعالية عدو (200م ، 400م ، 500م) ، فضلاً عن الفعاليات السريعة للترحلق على الجليد وبعض ألعاب الجمناستيك ، وغالباً ما تتحرر الطاقة اللازمة في البداية لأداء هذه الفعاليات وبعض الأنشطة الرياضية التي تدخل ضمن هذا النظام عن طريق نظام الطاقة الفوسفاجيني يتبعها بعد (8-10) ثانية تحرير الطاقة عن طريق نظام حامض اللبنيك .

لذا فنظام حامض اللبنيك هو الذي يقوم بتحليل الكلايكوجين المخزون في الخلايا العضلية والكبد بدلاً من تحليل فوسفات الكرياتين (PC) محرراً طاقة لإعادة تكوين ثلاثي فوسفات الأدينوسين (ATP) من ثنائي فوسفات الأدينوسين (PAD) + فوسفات (P).

فبسبب عدم وجود أو غياب الأوكسجين في أثناء تحليل الكلايكوجين يتكون ناتج عرضي يطلق عليه اسم **حامض اللبنيك** ، فعندما يستمر الجهد البدني العالي الشدة لمدة طويلة من الزمن مثل رياضي التحمل فإن كميات كبيرة من حامض اللبنيك تتراكم في العضلة مؤدياً الى حدوث التعب الذي يؤدي الى انخفاض مستوى أداء الجهد البدني في النهاية ، وخالصة ذلك عندما يتحول الغذاء بشكل نهائي الى  $(\text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O})$  وهذا يمكن وصفه الى **بمآياتي**:-

1- إن هذا النظام لا يحتاج الى الحضور الأوكسجيني أي لا يتطلب الأوكسجين.

2- تستخدم الكربوهيدرات فقط من هذا النظام (الكلايكوجين والكلوكوز).

3- إنتاج ذرات بسيطة من (ATP) تتحرر

Greatine  $\xrightarrow{\text{P}}$  Greatine  $\rightarrow \text{C}$

PC .....C + PI

## 2- النظام الأوكسجيني:-

يعد نظام الأوكسجين مصدر الطاقة الرئيس للفاعليات والانشطة الرياضية التي يستمر أداؤها بين (2) دقيقة ومن (2-3) ساعات ، كما نجده في المسافات الطويلة والتزلج على الجليد وراكضي المسافات المتوسطة والطويلة، والماراثون في ألعاب القوى.

فالجهد البدني الطويل الذي يستمر أداؤه بعد (2-3) ساعات يمكن أن يؤدي الى تحليل الشحوم والبروتينات لسد النقص في كمية (مخازن) ثلاثي فوسفات الأدينوسين (ATP) ، ففي حالة نفاد تجهيز الجسم بالكلايكوجين الموجود في الجسم ، وفي أي واحد من هذه الحالات وهي تحليل الكلايكوجين، والشحوم أو

البروتينات يؤدي الى نواتج عرضية هي ثاني أوكسيد الكربون ( $\text{CO}_2$ ) والماء ( $\text{H}_2\text{O}$ ) التي يتخلص منها الجسم في أثناء التنفس والتعرق.

مثال/ عند تحطيم (180) غم من الكلايكوجين بوجود الأوكسجين ينتج ( $\text{CO}_2$ ) وماء يسمحان لتحرير طاقة لتصنيع (39)مول من (ATP) ، وهذه الانعكاسات تحصل في الخلية العضلية وبالتحديد في بيت الطاقة (المائتوكندريا) التي يصنع فيها (ATP) والخلايا العضلية غنية بها لذا تميز هذا النظام بعدد من المميزات

**وتتمثل بالنقاط الآتية:-**

- 1- يتطلب حضور الأوكسجين.
- 2- يمكن استخدام أنواع مركبات الطعام الكربوهيدرات والدهون والبروتينات جميعها.
- 3- ينتج بالمقارنة مع الأنظمة الأخرى كميات كبيرة من (ATP).
- 4- لاتوجد نواتج ورواسب تسبب التعب الموضعي العضلي.
- 5- يتخلص بسهولة من ثاني اوكسيد الكربون المشكل عن طريق الرئتين.
- 6- يمكن الإفادة من الماء المشكل للخلايا نفسها إذ إنَّ معظم تكوين الخلية من الماء.
- 7- يمكن تحطيم الدهون والبروتين فضلاً عن النشويات لإنتاج الطاقة بهذا النظام ، ويتم تفكيك الدهون والبروتين فضلاً عن النشويات لتوليد الطاقة عن طريق (دورة كريبس) التي تحتوي على مئات العمليات البيوكيميائية المنعكسة ، وأهمها ثلاثة منعكسات هي:-
  - أ- الحرق السكري أوكسجينياً إذ يتحول السكر الى حامض بيروفيكي ولا يتراكم الحامض اللاكتيكي خلال الدورة ، ويتحول الى مركب أستيل كوانزيم (A) لدخول دورة كريبس ، ويتشكل ثاني أوكسيد الكربون الذي يتم التخلص منه عن طريق الرئة.
  - ب- نظام النقل الالكتروني ، ويشكل الماء.
  - ج- أكسدة بيتا: لحرق الدهون وتجهيزها (للدورة كريبس) لإنتاج (140) مول من (ATP) وتحتاج غالباً الى (3.5) ليتر من الأوكسجين لإنتاج

مول(واحد) من (ATP) إذا كان الطعام نشويماً ، أمّا إذا كان الطعام المهضوم دهوناً فإننا نحتاج الى (4) لتر من الأوكسجين لإنتاج الكمية نفسها من (ATP) ، وينتج الجسم في وقت الراحة في كل (12-20) دقيقة مول واحد من (ATP) وفي حالة التمرين الأقصى يمكن إنتاج مول (واحد) من (ATP) أوكسجينياً في كل دقيقة ، في حين يستطيع الرياضي المتدرب أن ينتج مول من (ATP) في كل دقيقة.

بعد تحرير الطاقة من المركب (ATP) يكون أهم مصدر للطاقة لأداء التمرينات في الدقائق الأولى هو الكليكوز ومكونات الغذاء الأخرى ، وبعد ذلك تكون الدهون المصدر لإنتاج عمل مابعد نفاذ الخزين العضلي ويكون(ATP-PC) هو المصدر الرئيس للطاقة في بداية التمرينات وهو مايسمى (بالطريقة الأوكسجينية) ، وتعني هذه الحالة بالمستوى الذي يكون فيه الأوكسجين في عملية الأستخدام أقل من الأوكسجين المطلوب بتجهيز المركبات التي هي اساس لمصدر الطاقة (ATP) بعد مدة تتراوح من(2-3) دقائق في المستوى الى أستخدام الجيد من الأوكسجين ويدعى (بالنظام أو المستوى الثابت).

ويعني هذا (المستوى الثابت) تزويد الأوكسجين للاستمرار في الفعاليات البدنية وبأقل تجمع من حامض اللاكتيك ، لذا فإن عدائي المسافات الطويلة أو راكضي المارثون عند الإنتهاء من التدريب بمعدل (2-4) ساعات أو بعد الانتهاء من السباق او المنافسات يستمرون بالهولة وذلك لتجمع حامض اللاكتيك وبشكل بتضاعف في حالة الراحة عما عليه من الجهد والسبب في ذلك يعود الى :-

1- انخفاض سكر الدم الناتج عن تحرر الكلايوجين المخزون في الأحشاء والخلايا العضلية.

2- فقدان الكبير للسوائل الناتج من عملية التعرق مما يؤدي الى ارتفاع درجة حرارة الجسم.

3- تعود الجسم على طبيعة عمل معينة من خلال تحول مصادر الطاقة في عملية المستوى الثابت.

3- النظام المتداخل (المختلط):-

إنَّ أعضاء وأجهزة جسم الرياضي بإمكانها استخدام أحد أو أي خليط من أنظمة إنتاج الطاقة التي أشرنا لها وبما أن الألعاب والفعاليات الرياضية باختلاف أنواعها وخصوصياتها تحتاج الى أنظمة مختلفة وكميات مختلفة من الطاقة للعمل العضلي اللازم لأدائها .

ان هذا النظام مهم جداً للرياضي كما هو للأنظمة الأخرى لأنه يجهز بسرعة (ATP) للعضلات ، فالتمارين الذي يحتاج الى وقت من (1-3) دقائق مثل ركض (400م أو 800 م ) وسباحة (100م-200م) يعتمد بنسبة كبيرة على النظام اللاكتيكي لإنتاج (ATP) كطاقة . كما أنَّ هذا النظام يمكن أن يدعم نهايات السباق التي يحتاج الرياضي فيها الى إنهاء سريع كسباق (1500م و 3000م) ركض ، وعندما يكون الهدف تحسين الأداء والإنجاز الرياضي يجب على المدربين الاهتمام الواسع والتركيز عند وضع وتصميم البرامج التدريبية التي تهدف الى زيادة ورفع كفاية عمل أنظمة الطاقة المختلفة وكفاية العمل العضلي الخاص في أداء الألعاب والأنشطة الرياضية.

هناك عدد قليل من الفعاليات والألعاب الرياضية تعتمد في أدائها على نظام واحد إذ أنَّ أكثر هذه الفعاليات والألعاب الرياضية تحصل على الطاقة الضرورية لها من تداخل أنظمة الطاقة الثلاثة، ففي فعالية (100م) سباحة فإنها تحصل على الطاقة من نظام الفوسفاجين اللاأوكسجينية بنسبة (23.95%) ونظام حامض اللبنيك الأوكسجيني بنسبة (51.10%) ومن النظام الأوكسجيني بنسبة (24.95%) .

أما الألعاب الفرعية أو الجماعية فإن الطاقة اللازمة تعتمد على المركز الذي يقوم به الرياضي عند أداء التمرينات الخاصة وخلال المبارات أو اللعب، لذا على المدرب ان يحسن نظام الطاقة في أثناء التدريب على وفق مواقع الرياضيين ولكل رياضي في الفريق ، من إذ التجهيز للنظم الطاقة في أثناء التدريب والعمل ، وفق نسب معينة .

## واجبات المدرب عند وضع وتصميم البرنامج التجريبي وفق مصادر الطاقة:-

- 1- يجب على المدرب معرفة مصادر الطاقة التي تخص الالعب الرياضية التي يقوم بتدريبها.
- 2- معرفة كمية الوقود المستخدمة لكل نظام وكم من الوقت يحتاج الرياضي لإعادة خزن وقود الطاقة المستخدم في التدريب والمنافسة.
- 3- المعرفة الجيدة لمدة الإستشفاء لنظام الطاقة التي يمكن فيه حساب مدد الراحة بين التمارين في أثناء التدريب وبين المجاميع التدريبية داخل الوحدات التدريبية وبعد المنافسة.
- 4- يجب على المدرب مراعاة حدود القدرات البدنية لكل رياضي على حدة ، بما يتناسب مع خصوصية اللعبة أو الأنشطة الرياضية التي يقوم بتدريبها.
- 5- التنوع في مفردات التدريب وأختيار طرائق التدريب الملائمة وتحديث الأساليب التدريبية بما يتناسب مع كل نظام للطاقة عند التدريب ، والصفات والقدرات البدنية.