الفصل الثامن

الطاقــة

مفهوم وأهمية الطاقة في المجال الرياضي

- ❖ الطاقة
- ❖ أنظمة إنتاج الطاقة ومميزاتها.

1- النظام الفوسفاجيني (ثلاثي فوسفات الادينوسين وفوسفات الكرياتين).

- ❖ مميزات هذا النظام.

2- نظام حامض اللاكتيك.

- ❖ مميزات هذا النظام.

3- النظام الاوكسجيني.

- ❖ مميزات هذا النظام.

الفصل الثامن

الطاقــة

مفهوم وأهمية الطاقة في المجال الرياضي

<u>الطاقة</u>: هي تلك الحرارة التي يعبر عنها بالسعير الحراري.

<u>أنظمة إنتاج الطاقة</u>:

تختلف الفعاليات الرياضية في احتياجات الطاقة نظرا لاختلاف هذه الفعاليات من حيث زمن الأداء وشدته خلال هذا الزمن، فالفعاليات ذات الزمن القصير أو القليل والشدة العالية تحتاج إلى كمية كبيرة من الطاقة بينما تحتاج الأنشطة ذات الزمن الطويل أو الكثير والشدة المعتدلة إلى إنتاج طاقة اقل ولكن لفترة طويلة كما وان هناك فعاليات تحتاج إلى طاقة تقع بين الاثنين.

<u>1- النظام الفوسفاجيني ((ثلاثي فوسفات الادينوسين وفوسفات الكرياتين))</u>:

أن كمية (ATP) المخزونة في العضلات يمكن استخدامها بصورة مباشرة خلال هذا النظام بشكل سريع جدا فهي لا تحتاج إلى تفاعلات معقدة وإنما من خلال انشطار مركب (ATP) بواسطة الإنزيم المساعد (ATPase) لإنتاج طاقة لاداء الجهد أو الشغل وكما موضح في المعادلة الآتية:

$$ATP \xrightarrow{ATPase} ADP + Pi + \text{طاقة}$$

ولكن كمية هذا المركب الكيميائي قليلة جدا في العضلة إذ تقدر بـ (3–6) ملي مول/ كغم عضل، وان هذا المقدار لا يكفي ألا إلى ثواني معدودة تقدر بـ (1–4) ثا خلال الأداء بالشدة العالية جدا ولكن الجسم بحاجة إلى إنتاج طاقة للاستمرار بالأداء أو الشغل لذلك فان هناك مركب آخر يجب استخدامه من اجل إنتاج الشغل هذا المركب هو (CP) الموجود في العضلات أيضا الذي يمدنا بالطاقة، إذ أن كمية هذا المركب الكيمائي الموجودة في العضلات تقدر ب، (17–25) ملي مول / كغم عضل وهذه الكمية تكفي الاستمرار بالأداء بشدة عالية أيضا لمدة من (10–25) ثا تصل في بعض الأحيان إلى (30) ثا حسب كمية هذا المركب في العضلة وحجم العضلات العاملة.

$$CP \longrightarrow Pi + C + \text{طاقة}$$

يعتمد هذا النظام في جوهره على إعادة بناء ATP من خلال انتقال الطاقة الكيميائية العالية من فوسفات الكرياتين إلى مركب ADP وإعادة بناء ATP من خلال المعادلة التالية:

$$CP + ADP \xrightarrow{CPK} C + ATP$$

$$Pi + ADP \xrightarrow{CPK} ATP$$

$$AMP + 2CP \xrightarrow{\text{أنزيم CPK}} ATP + 2C$$

أن أعادة بناء (ATP) في هذا النظام تتم من خلال أنزيم التفاعل العكسي (CPK) كرياتين فوسفو كاينيز.

مميزات هذا النظام:

1- لا يعتمد على الأوكسجين الجوي خلال الأداء.

2- يعمل هذا النظام في الفعاليات ذات الشدة العالية والزمن القصير وفي بداية كل الفعاليات الرياضية تقريبا.

3- مدة دوام هذا النظام قصيرة جدا تتراوح ما بين (1-25) ثانية.

4- الطاقة المنتجة في هذا النظام قليلة قياسا بالأنظمة الأخرى لان تحلل (CP) يعطينا (ATP) واحد فقط.

5- هذا النظام غير معقد إذ انه يحتاج إلى تفاعل واحد لإنتاج الطاقة.

6- لا يعتمد على مركبات الطاقة الغذائية (كلوكوز أو حامض دهني).

7- يحدث التفاعل في السايتوبلازم منطقة عمل الخيوط الانقباضية (المايوسين والاكتين).

8- خزين (ATP) و (CP) في النسيج العضلي قليل.

9- أن التدريب المنتظم والمستمر لهذا النظام يزيد من كمية (ATP) و (CP) التي تخزن في العضلات.

2- نظام حامض اللاكتيك:

يعرف هذا النظام بالتحليل السكري اللاوكسجيني، وهذا يشير إلى تحويل السكر إلى كلوكوز بدون وجود (توافر) الأوكسجين لإنتاج (ATP) من مصدره الرئيسي الكاربوهيدرات من خلال التحلل اللاوكسجيني لكل من كلايكوجين العضلات وكلوكوز الدم بعد دخوله العضلة، أن تحلل السكر بسلسلة طويلة من التفاعلات الكيميائية (10) تفاعلات يتم إنتاج

ما يعادل (3ATP) من خلال سكر الدم، تتحكم بالتفاعلات الكيميائية العاملة في هذا النظام أنزيمات كلايكولية متعددة أكثرها تطرقا هو إنزيم التفاعل الأول (الهيكوكاينيز) (HK) وأنزيم التفاعل الثالث (فوسفو فركتو كاينيز) (PFK) وأنزيم التفاعل العاشر (بايروفيت كاينيز) (BK) وأكثر هذه الإنزيمات أهمية أنزيم (PFK) إذ يشار إليه بأنه مفتاح عمل هذا الناظم إذ أن زيادة نشاطه يؤدي إلى التحلل السريع للكلوكوز إلى جانب تكوين حامض (LA) وإعادة بناء (ATP).

<u>مميزات هذا النظام</u>:

1. **لا يعتمد على الأوكسجين لتحرير الطاقة.**
2. **الكاربوهيدرات هي المصدر الأساسي لعمل هذا النظام.**
3. **عمل هذا النظام يؤدي إلى تراكم حامض اللاكتيك.**
4. **يعمل هذا النظام في الفعاليات ذات الشدة العالية وبفترة عمل طويلة نسبياً ما بين (30 ثانية – 3 دقائق).**
5. **يحتاج إلى مجموعة من التفاعلات الكيميائية.**
6. **كمية الطاقة المنتجة في هذا النظام قليلة قياسا إلى النظام الثالث.**

يمكن إعادة بناء (3ATP) نتيجة التحلل في العضلات و(2ATP) نتيجة التحلل في الدم.

كاربوهيدرات

↓

$C_6H_{12}O_6$

↓

$+O_2$

$C_3H_4O_3 \longrightarrow H_2O + CO_2 + 36\ ATP$ طاقة

حامض البيروفيك

↓ **$-\ O_2$**

$C3H6O3$ حامض اللاكتيك + طاقة 3 ATP

$-O_2$

$C6H12O6 \longrightarrow C3H_6O_3$ + طاقة

PFK

طاقة + 3ADP + 3Pi $\longrightarrow$ 3ATP في العضلات

PFK

طاقة+ 2ADP + 2 Pi $\longrightarrow$ 2 ATP في الدم

3- <u>النظام الاوكسجيني</u>:

ويعرف بالنظام الاوكسجيني وهو من العمليات الكيميائية الاوكسيجينية التي تحدث في العضلة لإنتاج الطاقة وفي بيوت المايتوكوندريا (بيوت الطاقة) إذ يمكن أمداد الجسم بالطاقة عن طريق الأوكسجين الجوي الذي يسمح بتكوين (ATP) خلال الأنشطة الرياضية ذات الزمن الطويل بمساعدة أجسام مؤكسدة تسمى كما ذكرنا مايتوكوندريا وينتج عن ذلك (CO_2) و (H_2O) ويخرجان من العضلة عن طريق الدم والرئتين.

وتحدث هذه العملية لسكر الدم (الكلايكوجين) إذ ينتج عنها (H_2O) و(CO_2) ويخرج (CO_2) من الخلية إلى العضلة إلى الدم الذي يحمله إلى الرئتين ليخرج مع هواء الزفير ويبقى الماء في الخلية.

$C_6H_{12}O_6 + 6O_2 \longrightarrow 6CO_2 + 6H_2O +$ **طاقة**

36 ATP

طاقة + ADP + Pi $\xrightarrow{LDH}$ 36 ATP

كما وان هناك نظام آخر لإنتاج الطاقة الاوكسجينية عن طرق أكسدة بعض الحوامض الدهنية والأحماض الأمينة لتعطي طاقة و H_2O و CO_2.

$C_{16}H_{32}O_2 + 23O_2 + 129ADP \longrightarrow 16CO_2 + 16H_2O +$ **طاقة**

129ATP

LDH

طاقة + 129ADP + Pi $\longrightarrow$ 130 ATP

كما ويمكن أن تنتج الطاقة عن طريق أكسدة البروتينات والذي لم يتم تناوله كمصدر للطاقة بسبب أن استخدام البروتين يمكن استخدامه

كمصدر لإنتاج (ATP) إلا أن الفعاليات أو الأنشطة التي تكون بشدة عالية أو بفترات زمنية طويلة جدا تصل إلى أربع ساعات من الجهد البدني المستمر وبنسبة من (7-10)% وذلك من خلال تأكسد (ألفا) لينتج (H_2O و CO_2) وطاقة.

$(C_6H_{12}O_6)n + 6O_2 \longrightarrow 6CO_2 + 6H_2O +$ **طاقة**

طاقة $+ 39ADP + 39\ Pi \longrightarrow 39\ AATP$

إذ أن 39ATP يتكون من خلال:

- **3ATP من خلال التحلل اللاهوائي (اللاأوكسجسني).**
- **36ATP من خلال التحلل الهوائي (الاوكسجيني) دورة كريبس.**

<u>مميزات هذا النظام</u>:

1-يعتمد على وجود الأوكسجين في أنتاج الطاقة.

2-يعمل في الفعاليات ذات الشدة المعتدلة ولفترات زمنية طويلة تتراوح ما بيت (3د – 3 ساعات) أو كثر.

3-تستخدم الكابوهيدرات لإنتاج الطاقة عن طريق الأكسدة باستخدام (O_2).

4-تستخدم الدهون والبروتينات في أحيان نادرة جدا لإنتاج الطاقة.

5-الطاقة المتولدة من هذا النظام كبيرة جدا إذ أن جزيئه واحدة من الكلوكوز تعطي (36ATP) في حين تعطي (2ATP) في النظام (LA).

6-أن تحرير الطاقة في هذا النظام تحتاج إلى فترة زمنية أطول من بقية الأنظمة.

7-لغرض أنتاج الطاقة في هذا النظام يجب أن تحدث عدة تفاعلات كيميائية معقدة، قد تصل إلى (36) تفاعل.