وزراة التعليم العالي والبحث العلمي
جامعة بغداد
كلية التربية البدنية وعلوم الرياضة للبنات
الدراسات العليا / ماجستير

أنظمة الطاقة

تقرير مقدم من قبل

رجاء طعمة جاسم

ريام منذر ناموس

هو جزء من متطلبات مادة الفسلجة

بأشراف

أ. د.غصون ناطق

1446هـ

2025م

الطاقة :- هي القدرة أو القابلية على إنجاز عمل ما ، وهي القوة والإستطاعة للقيام بشغل معين ويرتبط بالحركة الميكانيكية وقدرة الفرد على الحركة ، ويجب الحصول على الطاقة مهما كان الهدف (الحركة والتنقل والفعاليلا الحيوية) ، كا أن الطاقة كالمادة لاتفنى ولا تستحدث ولكن توجد في الكون على أشكال عديدة يمكن تحويلها من شكل الى اخر من شكل الى اخر ، وان أبسط أنوع تشكيلها في فك الأواصر الذي يكون دائما أبسط من تشكيلتها ، كما ترتبط المركبات الكيميائية فيما بينها بأواصر مختلفة، وإن عملية الأرتباط هذه تحتاج الى طاقة لكي تحدث ، فإذا ما أنفصلت هذه الأواصر فإنها تطلق طاقتها المخزونة، وتختلف هذه المركبات في كمية الطاقة التي تبعثها عن أنفصال تلك الأواصر.

أنظمة الطاقة

تعد انظمة الطاقة من الاساسيات التي يعتمد عليها الاداء الرياضي حيث يلعب دورا محوريا في تزويد الجسم بالطاقة اللازمة لممارسة مختلف الانشطة البدنية كما تختلف طريقة انتاج الطاقة في الجسم حسب طبيعة النشاط الرياضي وشدته والفترة الزمنية للانقباض في العضلات المستخدمة منه .فهي المحور الاساسي للاداء الرياضي وهي الوقود الذي يمكن العضلات من الانقباض والحركة ويمكن الجسم من تنفيذ الجهد البدني مهما اختلفت شدته او مدته ، ومن الجدير بالذكر ان انتاج الطاقة داخل خلايا الجسم وبشكل خاص العضلات العاملة لا يتم بطريقة واحدة فقط بل من خلال مجموعة من الانظمة الحيوية المعقدة التي تعمل بتناغم وتداخل لتلبي احتياجات الجسم من الطاقة في كل لحظة حسب طبيعة النشاط و مراحله المختلفه ، اذ يحصل الجسم على الطاقة من خلال تكسير المواد الغذائية التي يتناولها مثل الكاربوهيدرات والدهون والبروتينات ويتم تحويل هذه المواد الى شكل من اشكال الطاقة القابلة للاستخدام

اشكال انظمة الطاقة

- الطاقة الكيميائية

شكل من اشكال الطاقة المخزونه في الروابط الكيميائية بين الذرات داخل الجزيئات تتحرر عند حدوث التفاعلات الكيميائية مثل الاحتراق او التمثيل الغذائي .

- الطاقة الحرارية هي شكل من اشكال الطاقة ناتج عن حركة الجزيئات والذرات داخل المادة ، كلما زادت حركة هذه الجزيئات زادت الطاقة الحرارية .

- الطاقة الكهربائية :- شكل من اشكال الطاقة الناتجة عن حركة الشحنات الكهربائية (الالكترونات) عبر موصل مثل الاسلاك .

- الطاقة الميكانيكية :-هي مجموع طاقتي الحركة والوضع في نظام ما .

- الطاقة الضوئية :- هي شكل من اشكال الطاقة تنتقل عبر الموجات الكهرومغناطيسية .

- الطاقة النووية :- هي طاقة ناتجة عن تفاعلات تحدث داخل نواة الذرة سواء عبر انشطار النواة او اندماج النواة

-أشكال أخرى للطاقة : طاقة للكائنات الحية وفي المجال الرياضي ، والذي يهمنا بالدرجة الأساس هي الطاقة الكيميائية والتي ينتج عنها الطاقة الحركية أثناء العمل العضلي اللازمة في مختلف الفعاليات الرياضية

أنظمة الطاقة في المجال الرياضي

ان النشاط الببولوجي يشمل حركة " الجزيئات خلال غشاء الخلية و حدوث فرق جهد كهربائي على غشاء الخلية العضلية كما يشمل عمليات التمثيل الغذائي بما تحتويه من بناء وهدم وكذلك حركات الفتائل الدقيقة داخل الليفه العضليه لأتمام الانقباض العضلي .ان الطاقة التي تستخدمها الالياف العضلية هي من النوع الكيميائي عن طريق المركب الكيميائي المخزون في الخلايا وتحديدا في الميتوكندريا CP- ATP وهذه الطاقة هي المصدر المباشر الذي تعتمده العضلة في اداء الشغل المطلوب ،

" الا ان كمية ATP المخزون في العضلة قليلة او لا تكفي لانتاج طاقة تتعدى بضع ثواني لذا تعد الكربوهيدرات المصدر الغذائي للطاقة واهمها والتي لا تستخدم بصورة مباشرة في العمل أي عن طريق التمثيل الغذائي

حاجة جسم الانسان للطاقة :-

* الانقباضات الميكانيكية في داخل الالياف العضلية .

* قيام الاعضاء الداخلية بوظائفها المختلفة (القلب ، المعدة ، الامعاء ،،الخ) .

* تزويد الجسم بالحرارة والمحافظة على مستوى ثابت من الحرارة الجسمية .

* بناء وتكوين مواد جديدة و تعويض التالفة و المستهلكة في تكوين الخلية .

يستخدم الرياضي خلال النشاط الرياضي مخزون الطاقة في العضلات العاملة وعندما تثار العضلة عن طريق الأعصاب تتكسر هذه المواد وتحرر الطاقة اللازمة لإحداث العمل الميكانيكي للإنقباض العضلي ، ويستخدم ال ATP الذي يخزن في خلايا الجسم كمصدر لإنتاج الطاقة الكيميائية، ونظرا لإختلاف الأنشطة الرياضية بعضها عن بعض من حيث الزمن الذي تستغرقه وشدة العمل العضلي والراحة اللازمة خلال النشاط ، لذلك تحتاج الى مقادير مختلفة من الطاقة ، وفقا لذلك فالأنشطة التي تتميز بسرعة الأداء خلال فترة زمنية قصيرة ، كما في العدو للمسافات القصيرة والرمي والوثب، حيث تحتاج الى كمية كبيرة للطاقة لمدة قصيرة، كما الأنشطة المتوسطة وأداء منخفض وبمدة طويلة الى كمية منخفضة من الطاقة لكل وحدة زمنية ، كما ان بعض الأنشطة الأخرى الى مزيج من متطلبات الطاقة التي يمكن تأمينها عن طريق تزويد العضلات الهيكلية بالطاقة اللازمة كما في أنشطة السلة وكرة اليد والتنس وغيرها.

تقسم أنظمة الطاقة الى:-

أولا النظام اللاأوكسجيني اللاهوائي

ان كمية ATP المخزونة في العضلات يمكن استخدامها بصورة مباشرة خلال هذا النظام بشكل سريع جدا فهي لا تحتاج الى تفاعلات معقدة وانما تتم من خلال انشطار مركب ATP لانتاج طاقة لاداء الجهد او الشغل ولكن كمية هذا المركب الكيميائي قليلة جداً في العضلة اذ تقدر ب (3_ 6) ملي مول / كغم عضل ، ان هذا المقدار لا يكفي الا الى ثواني معدودة تقدر ب (4_1) ثا خلال الاداء بالشدة العالية جداً .

وبما ان الجسم بحاجة الى انتاج طاقة للاستمرار بالاداء او الشغل لذلك فأن هناك مركب آخر يتم استخدامه من اجل انتاج الشغل هذا المركب هو CP الموجود في العضلات ايضاً والذي يمدنا بالطاقة ،

فهو اول واسرع الوقود الاحتياطي الذي يستخدم لإعادة بناء ATP ولا يتطلب تكسير PC وجود الاوكسجين الوارد الى العضلة مع الدم ، لذلك فان عملية انتاج الطاقة من دون اوكسجين تسمى عمليات لا هوائية Anaerobic.

اذ ان كمية هذا المركب الكيمائي الموجودة في العضلات تقدر ب (17_ 25) ملي مول / كغم عضل ، ان هذه الكمية تكفي للاستمرار بالاداء بشدة عالية ايضاً لمدة من (10_ 25) ثانيه تصل في بعض الاحيان الى (30) ثا حسب كمية هذا المركب في العضلة وحجم العضلات العاملة .

يمكن اعتبار فوسفات الكرياتين CP الخزين البديل لل ATP وكما يأتي:-

$$ATP \xrightarrow{\text{تحلل كيمياتي}} ADP + Pi + \text{طاقة حركية}$$

$$ADP + Pi + CP \xrightarrow{\text{المايوسين}} ATP$$

ويتم ايضا بأنتقال مجموعتي الفوسفات من جزيئتين من فوسفات الكرياتين الى جزيئة واحدة من احدى فوسفات الادينوسين AMP

$$AMP + 2CP __ ATP + C$$

ويتم ايضا عن طريق تبادل مجاميع فوسفاتية بين جزيئتين من احادي فوسفات الادينوسين بمساعدة انزيمات خاصة

$$2AMP ___ ATP$$

ان مخزون ATP في العضلات يستنفذ خلال الثانية الاولى من العمل لكن مخزون CP في العضلات يفوق مخزون ATP بحوالي (4 - 6) مرات ويوفر الطاقة للجهد العضلي بحوالي (3 - 8 ثا) وان مخزون CP يعوض في الجسم بعد الجهد البدني بعد (2 - 3 دقيقة) .

(ان القوة العظمى ، السرعة ، القوة المميزة بالسرعة) هي صفات بدنية يمكن ادراجها تحت هذا النظام والذي يتميز بأطلاق اقصى طاقة ممكنة في اقل زمن .

مميزات هذا النظام : -

١- لا يعتمد على الاوكسجين الجوي خلال الاداء .

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

٣- مدة دوام هذا النظام قصيرة جدا تتراوح ما بين (15-20) ثانية .

٤- الطاقة المنتجة في هذا النظام قليلة قياساً بالانظمة الاخرى لان تحلل CP فوسفات الكرياتين يعطينا ATP واحد فقط .

٥- هذا النظام غير معقد اذ انه يحتاج الى تفاعل واحد فقط لانتاج الطاقة .

6-لا يعتمد على مركبات الطاقة الغذائية (كلكوز او حوامض دهنية) .

٧- التفاعل هنا يحدث في السايتوبلازم منطقة عمل الخيوط الانقباضية (المايوسين و الاكتين)

٨- خزين ATP و CP في النسيج العضلي قليل .

٩- ان التدريب المنتظم والمستمر لهذا النظام يزيد من كمية ATP و CP التي تخزن في العضلات .

٢- نظام حامض اللاكتيك اللآهوائي The Lactic Acid System

- ✓ يعرف هذا النظام بالتحليل السكري اللااوكسجيني وهذا يعني تحويل السكر الى كلوكوز بدون وجود الاوكسجين لانتاج ATP من مصدره الرئيسي (الكاربوهيدرات) من خلال التحلل اللااوكسجيني لكل من كلايكوجين العضلات و كلوكوز الدم بعد دخوله العضلة .
- ✓ ان تحلل السكر بسلسلة طويلة من التفاعلات الكيميائية (10) تفاعلات يتم انتاج ما يعادل (ATP3) من خلال سكر الدم .
- ✓ في هذا النظام يتجمع حامض اللاكتيك في العضلة والدم ويصل مستوى عال ينتج عنه تعب مما يشكل عائقا للعضلات العامله .

ان حامض اللاكتيك كناتج هذه التفاعلات يتميز بكونه ضعيفا وغير قوي ولكن زيادة مستواه فيالعضلة يؤدي الى ايقاف انتاج ATP مما يؤدي الى التعب الشديد .

مميزات هذا النظام : -

١- لا يعتمد على الاوكسجين لتحرير الطاقة .

٢- الكاربوهيدرات هي المصدر الاساسي لعمل هذا النظام .

٣-عمل هذا النظام يؤدي الى تراكم حامض اللاكتيك .

٤- يعمل هذا النظام في الفعاليات ذات الشدة العالية وبفترة عمل طويلة نسبياً ما بين (30 ثا _ 3 دقائق) .

٥- يحتاج مجموعة من التفاعلات الكيميائية .

٦- كمية الطاقة المنتجة في هذا النظام قليلة قياساً الى النظام الثالث .

٧- يمكن اعادة بناء APT3 نتيجة التحلل في العضلات و ATP2 نتيجة التحلل في الدم .

التخلص من حامض اللاكتيك في الدم والعضلات

ان زيادة تجمع حامض اللاكتيك الناتج عن الجلكزه اللاهوائية يؤدي الى حدوث التعب (اي عندما يكون الطلب على الطاقة اكبر من قدرة الجسم على توفيره) لذلك فأن الاستشفاء الكامل من التعب يتم اذا ما تخلص الجسم من هذا الحامض الزائد في العضلات و في الدم .

ويتم التخلص من اللاكتيك عن طريق ما يأتي : -

* التحول الى كلايكوجين و كلوكوز ويتم ذلك في الكبد وذلك من خلال دورة بين العضلات والدم و الكبد تعرف بدورة كوري .

*اكسدة حامض اللاكتيك بالطرق الهوائية حيث يتحول الى ثاني اوكسيد الكاربون وماء لأستخدامه كوقود في انتاج الطاقة الهوائية بواسطة العضلات الارادية .

* التحول الى البول والعرق ويتم ذلك بشكل بسيط من خلال الجهاز الاخراجي .

"ان الجسم يتخلص من حامض اللبنيك في وقت الراحة حيث يمكن حرقه بواسطة القدرة الوظيفية الهوائية او تحويله مرة اخرى الى كلايكوجين يخزن في الكبد والعضلات "

ان حامض اللبنيك يتحول اثناء فترة الراحة الى كلايكوجين عضلي او كلايكوجين يخزن في الكبد او كلوكوز في الدم او حامض البايروفيك الذي يمكن استخدامه بوصفه وقود لنظام الطاقة الهوائي .

الا ان تحويل حامض اللبنيك الى طاقة يتطلب العودة الى النظام الهوائي .

الجلكزة اللاهوائية : -

هي عملية ايضية يتم فيها تحطيم الجلوكوز لاتتاج الطاقة دون استخدام الاوكسجين وتحدث في السايتوبلازم من الخلايا وتعتبر مصدرا سريغا للطاقة خاصة في الانسجة التي تعاني من نقص الاوكسجين مثل العضلات اثناء التمارين المكثفة .

الجلكزة الهوائية :- هي عملية ايضية يتم فيها تحطيم الجلوكوز لانتاج الطاقة بأستخدام الاوكسجين وتحدث هذه العملية في السايتوبلازم والمايتوكوندريا من الخلايا من خلال سلسلة من التفاعلات الكيميائية تسمى (دورة كربيس) وتعتبر اكثر كفاءة من الجلكزة اللاهوائية لانها تنتج كمية اكبر من ATP.

٣-النظام الهوائي The Aerobic System

هو من العمليات الكيميائية الاوكسجينية التي تحدث في العضلة و في بيوت الطاقة (المايتوكوندريا) اذ يمكن امداد الجسم بالطاقة عن طريق الاوكسجين الجوي الذي يسمح بتكوين ATP خلال الانشطة الرياضية ذات الزمن الطويل بمساعدة اجسام مؤكسدة تسمى كما ذكرنا مايتوكوندريا وينتج عن ذلك CO_2 , H_2O و يخرجان من العضلة عن طريق الدم والرئتين يتضمن النظام الهوائي اعادة تخليق ATP عن طريق العمليات الهوائية مستخدما الوقود داخل العضلة مثل الاحماض الدهنية الحرة والجلاكوجين والوقود خارج العضلة مثل الاحماض الحرة في النسيج الدهني للجسم والجلوكوز في الكبد حيث يلزم امداد الميتوكوندريا في سيتوبلازم الخلية العضلية بكميات من الاوكسجين المناسب للقيام بعمليات المثيل الغذائي (الايض الهوائي) اللازمة لانتاج الطاقة (ان النظام الهوائي يرتبط بنوع الغذاء المتناول) .

مميزات النظام الهوائي : -

١- يعتمد على وجود الاوكسجين في انتاج الطاقة .

٢- يعمل في الفعاليات ذات الشدة المعتدلة ولفترات زمنية طويلة تتروح ما بين (3 د _ 3 ساعات) او اكثر .

٣- تستخدم الكاربوهيدرات لانتاج الطاقة عن طريق الاكسدة باستخدام O_2 .

٤-تستخدم الدهون و البروتينات في احيان نادرة جدا لانتاج الطاقة .

٥-الطاقة المتولدة من هذا النظام كبيرة جدا اذ ان جزيئة واحدة من الكلوكوز تعطي (36) ATP في حين تعطي ATP2 نظام LA .

٦-ان تحرير الطاقة في هذا النظام يحتاج الى فترة زمنية اطول من بقية الانظمة .

٧- لغرض انتاج الطاقة في هذا النظام يجب ان تحدث عدة تفاعلات كيميائية معقدة قد تصل الى (36) تفاعل .

القابلية القصوى لاستهلاك الاوكسجين VO2MAX: -

هي اقصى كمية مستخدمة من الاوكسجين يمكن للانسان الوصول اليها خلال الجهد البدني حيث يمكن اعتبارها عاملا اساسيا في تحديد القابلية البدنية ترتبط القابلية القصوى لاستخدام الاوكسجين بقابلية التنفس القصوى و بالدورة الدموية والاجهزة التي تقوم بعملية تجهيز الدم الى انسجة الجسم وخاصة العضلات العاملة لذلك يمكن الاستدلال على الحالة الوظيفية لهذه الاجهزة من خلال قياس هذا المؤشر .

التداخل بين نظم انتاج الطاقة :-

تتفاعل انظمة انتاج الطاقة في جسم الانسان ولا يبدو اي نظام مستقلا عن الاخر . ويتوقف التفاعل بينها على التغيرات التي تحدث في (قوة و سرعة الاداء و الزمن المستغرق) فلكل نظام سعة محددة .

هناك ترابط بين هذه الانظمة وتعاقبها حيث يسود نظام معين في انشطة محددة مثل سباق عدو ١٠٠ - ٢٠٠ متر النظام السائد الفوسفاتي اللاهوائي ، في الكرة الطائرة والمصارعة النظام اللاهوائي يشكل نسبة ٩٠ % والهوائي نسبة ١٠% .

كلما قلت سرعة الاداء وزادت المسافة يتحول النظام الى حامض اللاكتيك او الهوائي كمصدر لامداد الطاقة ، كما يتفاعل نظام حامض اللاكتيك مع النظام الهوائي في جري ٤٠٠ - ٨٠٠ متر .

تعويض مصادر الطاقة :-

ان معرفة المدرب بطرق استعادة الجسم لمصادر الطاقة تساعده في تحديد فترات الراحة بين التمارين واثناء التدريب بحيث يتناسب ونظام الطاقة الذي استخدمه في التدريب والا ادى ذلك الى هبوط مستوى الاداء .

و تتمثل عمليات التعويض ب : -

- استعادة مخزون الاوكسجين

-تعويض الفوسفات

-تعويض الدين الاوكسجيني

-استعادة اوكسجين الميوكلوبين

-تعويض الجلايكوجين العضلي

الفوائد التطبيقية لدراسة انظمة الطاقة : -

* تصنيف الانشطة الرياضية وفقا لنظم الطاقة .

* تنظيم تغذية الرياضي قبل واثناء وبعد التدريب او المنافسة .

*تحسين مقاومة التعب اثناء الاداء .

* تصميم برامج التدريب وفقا لتنمية نظم الطاقة .

* ضبط وزن الجسم من خلال البرامج الغذائية واختيار نوع التدريبات .

* تنظيم برامج الاستشفاء اثناء التدريب وبعده .

المصادر

- قبع ، عبد الرحمن ،١٩٩٩ ، الطب الرياضي ، ط ٢ ، الموصل ، دار الكتب للطباعة و التشر .

- عبد الفتاح ، ابو العلا احمد ، ٢٠٠٠، بيولوجيا الرياضة وصحة الرياضيين ، القاهرة ، دار الفكر العربي .

- سلامة ، بهاء الدين ابراهيم ،١٩٩٩ ، التمثيل الحيوي للطاقة في المجال الرياضي ، القاهرة ، دار الفكر العربي .

- محمد ، سميعه خليل ، ٢٠٠٨ ، مباديء الفسيولوجيا الرياضية ، ط ١ ، العراق ، شركة ناس للطباعة .