مقياس : فيزيولوجيا الجهد البدني :

المحاضرة :الطاقة الحيوية لدى الرياضي :

يعتبر موضوع دراسة الطاقة الحيوية من الموضوعات المهمة في الرياضة ،فالطاقة الحيوية في الجسم هي مصدر الحركة، وهي مصدر الانقباض العضلي ومصدر الأداء الرياضي بشتى أنواعه، ولا يمكن أن يحدث الانقباض العضلي المسؤول عن الحركة أو تثبيت أوضاع الجسم في وضعية ما بدون استهلاك طاقة، وليست الطاقة المطلوبة لكل انقباض عضلي أو لكل أداء رياضي متشابهة أو نفسها ' فالطاقة اللازمة لانقباض عضلي سريع تختلف عن الطاقة اللازمة للانقباض العضلي المستمر لفترة طويلة ، حيث يشمل الجسم عن نظم مختلفة لإنتاج الطاقة السريعة أو الطاقة البطيئة تبعا لاحتياجات العضلة وطبيعة الأداء الرياضي، لذلك فإن تدريب نظم إنتاج الطاقة ورفع كفاءتها يعني رفع كفاءة الجسم في إنتاج الطاقة و منه زيادة مستوى الأداء .

ولذلك اصبحت برامج التدريب كلها تقوم على أسس تنمية نظم إنتاج الطاقة وأصبحت طرق التدريب الرياضي وأهدافه و اختبار مستوى الرياضي وتوجيهه ووصف الغذاء المناسب له والمحافظة على وزنه وتخطيط أحمال التدريب بما يتناسب مع فترات تعويض الطاقة ،كل هذه العمليات الأساسية التي يقوم عليها التدريب الرياضي تقوم أساسا على الفهم التطبيقي لنظم إنتاج الطاقة ،وأصبح إنتاج الطاقة وتنميتها هما لغة التدريب الرياضي الحديث والمدخل المباشر لرفع مستوى الاداء الرياضي دون إهدار للوقت والجهد الذي يبذل في اتجاهات تدريبية أخرى بعيدة كل البعد عن نوعية الأداء الرياضي التخصصي .

و يمكن تلخيص الفوائد التطبيقية لدراسة الطاقة الحيوية فيما يلي :

* تصنيف الانشطة الرياضية وفقا لنظم الطاقة .
* تصميم برامج التدريب المختلفة وفقا لتنمية كفاءة نظم الطاقة بمستوياتها المختلفة .
* تصميم برامج الاستشفاء أثناء التدريب وبعده باستخدام الوسائل المختلفة .
* تنظيم تغذية الرياضي، سواء قبل أو أثناء أو بعد التدريب لضمان استمرارية الإمداد بالطاقة وكذلك سرعة تعويض مصادرها .
* ضبط وزن الجسم من خلال البرامج الغذائية و اختيار نوعية التدريبات التي تحقق ذلك .
* تحسين مقاومة التعب أثناء التدريب و المنافسة.
* الاختبارات والمقاييس الفيسيولوجية للطاقة .

ولذلك اصبحت برامج التدريب كلها تقوم على أسس تنمية نظم إنتاج الطاقة وأصبحت طرق التدريب الرياضي وأهدافه و اختبار مستوى الرياضي وتوجيهه ووصف الغذاء المناسب له والمحافظة على وزنه وتخطيط أحمال التدريب بما يتناسب مع فترات تعويض الطاقة، كل هذه العمليات الأساسية التى يقوم عليها التدريب الرياضي تقوم أساسا على الفهم

التطبيقي لنظم إنتاج الطاقة وأصبح إنتاج الطاقة وتنميتها هما لغة التدريب الرياضي الحديث والمدخل المباشر لرفع مستوى الاداء الرياضي دون إهدار للوقت والجهد الذي يبذل في اتجاهات تدريبية أخرى بعيدة كل البعد عن نوعية الأداء الرياضي التخصصي .

الفوائد التطبيقية لدراسة الطاقة الحيوية :

و يمكن تلخيص الفوائد التطبيقية لدراسة الطاقة الحيوية فيما يلي :

* تصنيف الانشطة الرياضية وفقا لنظم الطاقة .
* تصميم برامج التدريب المختلفة وفقا لتنمية كفاءة نظم الطاقة بمستوياتها المختلفة .
* تصميم برامج الاستشفاء أثناء التدريب وبعده باستخدام الوسائل المختلفة .
* تنظيم تغذية الرياضي، سواء قبل أو أثناء أو بعد التدريب لضمان استمرارية الإمداد بالطاقة وكذلك سرعة تعويض مصادرها .
* ضبط وزن الجسم من خلال البرامج الغذائية و اختيار نوعية التدريبات التي تحقق ذلك .
* تحسين مقاومة التعب أثناء التدريب و المنافسة.
* الاختبارات والمقاييس الفيسيولوجية للطاقة .

- مصادر الطاقة الحيوية :

بناءا على قانون الطاقة الذي ينص على أن الطاقة لا توجد من العدم، كما أنها لا تفنى و تتحول من شكلٍ لأخر ،ونظرا لكون مصدر الطاقة الأصلي في الحياة هو الشمس والتي تقوم بنقلها إلى التربة ،حيث تنقل إلى النبات الذي يأكله الإنسان و الحيوان ،وبذلك يحصل على مركبات الطاقة في شكلها الغذائي وهي الجلوكوزو الأحماض الدهنية والأحماض الأمينية ،ويتناولها الإنسان في شكل الكربوهيدرات والبروتين والدهون، ومن خلال عملية الهضم والتمثيل الغذائي تتحول إلى مكوناتها الأساسية الجلوكوز و الأحماض الدهنية الأحماض الأمينية ،ويقوم الجسم بتخزينها أو استخدامها وتحويلها إلى أشكال أخرى من الطاقة بواسطة عمليات التمثيل الغذائي وهذه المواد لا يتم تحويلها إلى طاقة ميكانيكية بشكل مباشر لكي تحرك الجسم وتحقق الانقباضات العضلية ،لكنها أساسا تستخدم لبناء مصدر كيميائي غني بالطاقة وهو الذي يعطي الطاقة الميكانيكية المطلوبة لحدوث الانقباض العضلي وهو الأدينوسين ثلاثي الفوسفات.ATP

وسوف نتناول فيما يلي هذه العمليات بشيء من التفصيل :

التمـثيل الغـذائي:

كل عمليات تحويل الطاقة تخضع لعمليات التمثيل الغذائي، وتعني هذه العملية تلك التفاعلات الكيميائية التي تحدث في الجسم والتي يتم بواسطتها إخراج الطاقة من البروتينات و الدهون والكربوهيدرات سواء بواسطة بناء أو تكسير الجزيئات ،وغالبا ما تنقسم عملية التمثيل الغذائي إلى عمليتين هما:

1- الهدم:

التفاعلات التي من خلالها يتم تكسير الجزيئات الكبيرة لتحرير الطاقة .

2- البناء :

التفاعلات التي من خلالها يتم بناء الجزيئات الحيوية الكبيرة .

الطرق الأساسية لقياس الطاقة :

1- قياس الحرارة الناتجة عن الجسم (القياس الكالوريمتري المباشر) ويعبر عنه بالسعرات الحرارية .
2- قياس استهلاك الأكسجين (القياس الكالوريمتري النفسي غير المباشر) ويعبر عنه باللتر والمليلتر .
3- تحديد السعرات الحرارية للمواد الغذائية التي يتناولها الإنسان (القياس الكالوريمتري للعناصر الغذائية غير مباشرة).

ويعتبر استخدام الطريقة المباشرة لقياس الطاقة أفضل و أدق ، ولكنها تحتاج لوقت طويل وتتميز بالصعوبة في الملاحظة ، ويصعب استخدامها في الأنشطة المهنية أو الرياضية على الإنسان لذلك فإن الطريقة الغيرالمباشرة تعتبر طريقة اسهل لقياس طاقة الأنسان . ومن الواضح والمعروف في المجال الرياضي أن الجسم كلما استهلك طاقة كبيرة زاد احتياجه للأكسجين وزاد إخراجه لثاني أكسيد الكاربون .

الأدينوسين ثلاثي الفوسفات كمصدر مباشر للطاقةATP :

نظرا لكون المواد الغذائية لاتنقل للخلية لكي تتحول إلى شغل بيولوجي مباشرة فإنها تتحول إلى مركب كيميائي غني بالطاقة وهو الأدينوسين ثلاثي الفوسفات ، وتستخدم الطاقة الكامنة في هذا المركب لكل عمليات الخلية، و يتكون هذا المركب من جزيء الأدينوسين الذي يرتبط بثلاثة جزيئات الفوسفات،خلال عملية التحلل بالماء تتكسر رابطة الفوسفات بواسطة إنزيم أدينوسين تراى فوسفاتاز ،ويتبقى مركب جديد هو أدينوسين داي فوسفات بالإضافة إلى الفوسفات غير عضوي(pi) وينتج عن هذا التفاعل تحرر حوالي 7.3 كيلو كالورى أو سعر كبير من كل مول منATP يتحول إلى ADP, وتتميز الطاقة الحرة الناتجة عن هذا التفاعل بسرعة تحويلها نظرا لعدم حاجتها إلى الأكسجين لذلك فهي الطاقة المسؤولة عن الأعمال العضلية السريعة مثلا العدو ،ورفع الأثقال، والوثب و الرمي، ويمكن للفرد العادي ملاحظة ذلك حيث يقطع العداء سباق 100 متر عدو دون أن يأخذ التنفس، ولو علمنا أن زمن 100مترعدو في حدود 11-10 ثانية فان الأكسجين حتى يصل إلى عضلات الرجلين يحتاج فترة حوالي 15 ثانية، ومن هنا يلاحظ أن مثل هذه الأنشطة السريعة لا تعتمد على أكسجين الهواء الجوي لتحويل الطاقة، ولكن عملية إنتاج ATP المصدر المباشر للطاقة تتم بدون الأكسجين و يطلق على ذلك التمثيل الغذائي اللاهوائي .

و بناء على أن ATP هو المصدر المباشر للطاقة في جسم الإنسان ولوجوده في جميع خلايا الجسم يصبح الإنسان جاهزا في أي لحظة لتنفيذ العمل المطلوب على 85 غراما وهي في الجسم تعتبر كمية محدودة جدا ، حيث تبلغ الكمية المخزنة منه في الجسم في أي وقت وجه السرعة ، إلا أن كمية ال ات ب تغراما، وهي كمية تكفي الإنسان لأداء عمل عضلي سريع ولكن لفترة زمنية قصيرة لا تتعدى بضعة ثوان لذلك وحتى يستمر الفرد في إنتاج الطاقة لابد من مصادر تساعده على إعادة بناء ال ATP بصفة مستمرة وإلا يتوقف الجسم عن إنتاج ال ATP ولذلك توجد ثلاثة عمليات لإنتاج ال ATP وهي :

الأدينوسين ثلاثي الفوسفات ATP كمصدر مباشر للطاقة :

نظرا لكون المواد الغذائية لاتنقل للخلية لكي تتحول إلى شغل بيولوجي مباشرة فإنها تتحول إلى مركب كيميائي غني بالطاقة وهو الأدينوسين ثلاثي الفوسفات ، وتستخدم الطاقة الكامنة في هذا المركب لكل عمليات الخلية، و يتكون هذا المركب من جزيء الأدينوسين الذي يرتبط بثلاثة جزيئات الفوسفات،خلال عملية التحلل بالماء تتكسر رابطة الفوسفات بواسطة إنزيم أدينوسين تراى فوسفاتاز ،ويتبقى مركب جديد هو أدينوسين داي فوسفات بالإضافة إلى الفوسفات غير عضوي(pi) وينتج عن هذا التفاعل تحرر حوالي 7.3 كيلو كالورى أو سعر كبير من كل مول منATP يتحول إلى ADP, وتتميز الطاقة الحرة الناتجة عن هذا التفاعل بسرعة تحويلها نظرا لعدم حاجتها إلى الأكسجين لذلك فهي الطاقة

المسؤولة عن الأعمال العضلية السريعة مثلا العدو ،ورفع الأثقال، والوثب و الرمي، ويمكن للفرد العادي ملاحظة ذلك حيث يقطع العداء سباق 100 متر عدو دون أن يأخذ التنفس، ولو علمنا أن زمن 100مترعدو في حدود 11-10 ثانية فان الأكسجين حتى يصل إلى عضلات الرجلين يحتاج فترة حوالي 15 ثانية، ومن هنا يلاحظ أن مثل هذه الأنشطة السريعة لا تعتمد على أكسجين الهواء الجوي لتحويل الطاقة، ولكن عملية إنتاج ATP المصدر المباشر للطاقة تتم بدون الأكسجين و يطلق على ذلك التمثيل الغذائي اللاهوائي .

المصادر الإضافية للطاقة:

يتم إعادة بناء ATP عن طريق بعض المصادر الأخرى خلافا للمواد الغذائية والتي يتم تكوينها داخل الجسم مثل **الفسفوكرياتين** ومن خلال **حامض اللاكتيك والحامض الآميني آلانين** وهو أسرع مصدر لإعادة بناء ATP ودون الحاجة إلى الأكسجين.

نظم الطاقة الحيوية في المجال الرياضي:

تختلف هذه النظم فيما بينها في سرعة تحويل الطاقة ، وتهدف هذه النظم جميعا إلى إعادة تكوين المركب الكيميائي ATPنظرا لان كمية ATP المخزونة في العضلات قليلة ولا تكفي للاستمرار في العمل إلا لبضعة ثوان معدودة، ولذلك تعمل نظم الطاقة على إعادة بناء هذا المركب بعد انشطاره حتى يستمر في توليد الطاقة اللازمة للانقباض العضلي، وتختلف نظم الطاقة في عملية استعادة تكوين هذا المركب ، حيث تتم هذه العملية بدون الأكسجين وهي الطريقة الأسرع أو بالأكسجين وهي الطريقة الأبطء ولكن يتحدد النظام المستخدم تبعا لطبيعة الأداء البدني نفسه وسرعته وفترة استمراره.

01- نظامATP-PC أو النظام الفوسفاتي:

يتميز هذا النظام بسرعة تحويل الطاقة ويعتبر أسرع نظام من نظم الطاقة عامة ، لأنه يعتمد على إعادة بناء ATP عن طريق مادة كيميائية اخرى مخزونة بالعضلة تسمى الفسفوكرياتين PC فعند تكسر ATP لتحرير الطاقة الميكانيكية والحرارية يتبقى من هذه العملية ADP والذي يستخدم لإعادة بناء ATP مرة اخرى ويتم ذلك حين يتكسر الفسفوكرياتين ويتحول إلى فوسفات وكرياتين بواسطة انزيم كرياتين كينيز(CK) ، وتتميز هذه العملية بسرعة انتاج الطاقة ويعتبر هذا النظام اساسيا لتحويل الطاقة عند آداء العمل العضلي الاقصى في حدود من 15 الى 30 ثانية حيث لا تكفي PC لإعادة بناء ATP عند زيادة فترة العمل عن ذلك ، حيث تتجه العضلات إلى تحويل الطاقة اللاهوائية عن طريق نظام حامض اللاكتيك، ويمكن ان يتم تحرير الطاقة من ADP لإعادة بناء ATP نظرا لكونه مازال يحتوي على رابطة فوسفات قوية و يتم ذلك باستخدام جزيئين من ADP لبناء جزيء ATP ويتبقى أدينوسين مونو فوسفات (AMP)وهو لا يستخدم في الطاقة، وهذا النظام هو المسؤول عن الطاقة في الانشطة الرياضية المميزة بالسرعة القصوى والقوة العظمى والقوة المميزة بالسرعة مثل العدو مسافات قصيرة او البداية في مسابقات المضمار والسباحة ، وفي كرة القدم عند الحركات السريعة كالركل والوثب كما في المرمى والوثب بأنواعه، وفي هذه الانشطة تكون الحاجة الى سرعة تحويل الطاقة اكثر من كميتها وتكمن سرعة هذا النظام فيما يلي:

*لا يعتمد على تفاعلات كيميائية طويلة .

*لا يعتمد على نقل أكسجين الهواء الجوي إلى العضلات العاملة.

*ما تحتاج إليه العضلة من مخزون مصادر الطاقة ATP-PC مخزن بها.

02- نظام الجلكزة اللاهوائية(نظام حامض اللاكتيك):

يتم انتاج الطاقة اللازمة للانقباض العضلي باستخدام هذا النظام ايضا بدون استخدام الاكسجين غير أن مصدر انتاج الطاقة هنا ليس PC ولكن مصدر غذائي هو الجليكوجين وهو في الأصل ينتج عن طريق المواد الكربوهدراتية التي يتناولها الانسان فتتحول خلال عملية الهضم إلى سكر غلوكوز ثم يخزن هذا السكر في العضلات والكبد ولكن تخزينه لا يكون في شكل مركب أكثر تعقيدا هو الجليكوجين،حيث ينشطر الجليكوجين ويتحول إلى سكر جلوكوز ثم الى حامض اللاكتيك ويساعد على اعادة بناء ATP لإنتاج الطاقة اللازمة ونظرا لتوقف سلسلة التفاعلات الكيميائية حتى مستوى حامض اللاكتيك يسمى هذا النظام باسم الجلكزة اللاهوائية، وتتم هذه التحولات من خلال سلسلة تتكون من 12 تفاعلا كيميائيا .

ويتم بناء عدد قليل من الجزئيات ATP مقارنة بالتمثيل الهوائي ،حيث يمكن اعادة بناء عدد من 3 مول ATP من كمية مقدراها 180 غرام من الجليكوجين وعلى العكس من ذلك في حالة توافر الاكسجين تنتج نفس الكمية 39 جزئ ATPولكن سرعة انتاج الطاقة في هذا النظام أقل من نظام الفوسفات ولكنها تتميز بزيادة فترة استمرار الأداء تحت هذا النظام الذي يمكن أن يتراوح بين 30 ثانية حتى 5 دقائق ، ويعتبر هذا النظام مسؤولا عن تحديد تحمل الأداء في مسابقات متر 1000 متر 400 متر.....

03- نظام الأكسجين او النظام الهوائي :

يعتمد هذا النظام لتحويل الطاقة على ثلاثة مصادرلإعادة بناء ATP عن طريق أكسدة المواد الكربوهدراتية والدهون والبروتين ، ونظرا لتوفر متطلبات هذا النظام من الأكسجين في الهواء الجوي ومصادر الطاقة المخزونة في الجسم فانه يتميز بمقدرته على تحويل قدر كبير من الطاقة ولفترة طويلة ولذلك فهو يعتبر النظام السائد في الأنشطة البدنية التي تستمر لفترة طويلة وهي أنشطة التحمل ، كما انه ايضا يعتبر قاعدة أساسية لأنشطة القوة والسرعة اللاهوائية لكونه عاملا مساعدا على سرعة الاستشفاء خلال فترات الراحة البينية وتعتمد الأنشطة البدنية اليومية العادية على هذا النظام، ويصل معدل الاستهلاك الى مستواه الأقصى خلال بضعة دقائق كما يرتبط هذا النظام أيضا بعمل وكفاءة أجهزة أخرى مسؤولة عن توفير الأكسجين كالجهاز الدوري والجهاز التنفسي والدم لذلك أصبح الاهتمام بتدريبات العمل الهوائي لا تقتصر على الرياضيين فقط بل أصبحت التدريبات الهوائية هي أساس برامج الممارسة الرياضة بهدف الوقاية الصحية وتحسين وظائف القلب والأوعية الدموية والجهاز التنفسي وضبط الوزن ، وهذا يرجع أيضا لانخفاض شدة الحمل البدني المستخدمة في تشكيل هذا النوع من التدريبات.

وبمقارنة هذا النظام بالنظام اللاهوائي نجد ان سرعة انتاج الطاقة في هذا النظام يوجد في الأنشطة التي تتطلب الأداء لفترة طويلة مثل سباقات الجري 5000 متر 10000 متر والماراطون والسباحة لمسابقات 800 متر و 1500 متر ، كما يعتبر قاعدة أساسية لكل الأنشطة الرياضية المختلفة .