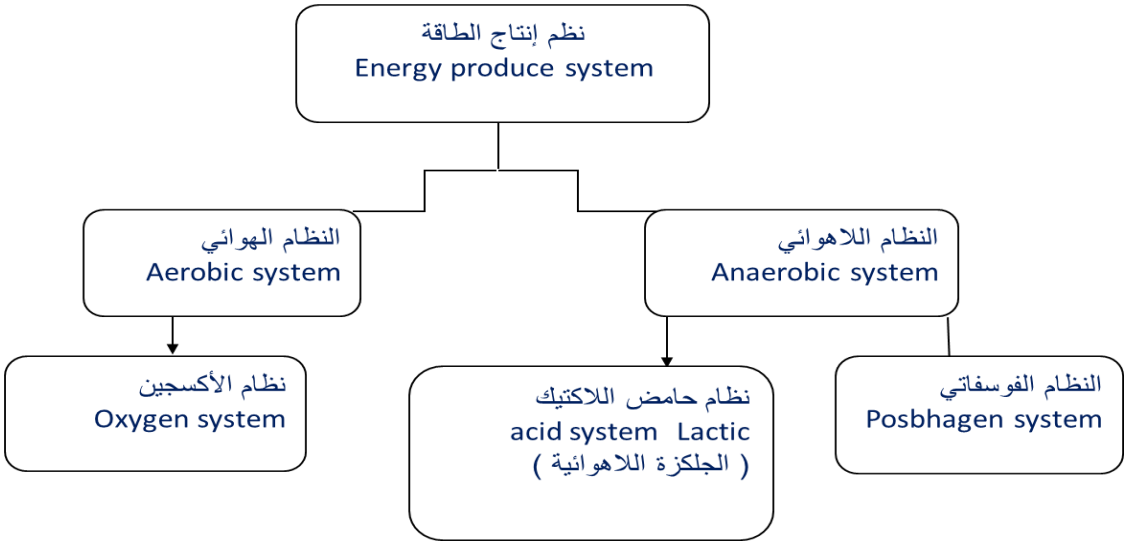
مفهوم الطاقة في المجال الرياضي :

هي تلك الحرارة التي يعبر عنها بالسعر الحراري

وأيضـــا هي القدرة على أداء عمل وهي تتكون وتتحول داخل الجســـم عن طريق عمليات الايض وهي ايضـــاً كمية الحرارة الناتجة من الجســـم تربط بين الشـــغل الميكانيكي المنظور وحرارة الجسـم نفسـه اذ يمكن حسـابها من الكمية الكلية للشـغل الناتج والكفاءة المقدرة سـلفاً للفرد الرياضـي وهي مصـدر الانقباضـات العضـلية المسـؤولة عن حركات وأوضـاع الجسـم المختلفة وتعد الطاقة احدى خواص المادة ارتبطت فكرة الطاقة بجميع نواحي العلوم الطبيعية فالكهرباء والمغناطيسـية والصـوت والضـوء وسـائر الاشـعة غير المرئية مظاهر مختلفة من الطاقة وهي كالمادة لا تفنى وانما يمكن ان تتحول الى مظاهر أخرى وللطاقة اشكال وهي الكميائية – الميكانيكية – الحرارية – الضـوئية – الكهربائية – النووية – وتعد الشـمس المصـدر الرئيس لكل مصـادر الطاقة فهي تمد الأرض وما عليها بالطاقة فالنباتات تختزن طاقة الشـمس على شـكل طاقة كميائية تتحرر عند تناوله من قبل الانسـان وتتحول الى طاقة ميكانيكية وكذلك يحدث عند تناول المصـادر الحيوانية ومن ذلك نسـتطيع التوصـل الى نتيجة ان حركة الانسـان هي طاقة ميكانيكية مصـدرها طاقة كيميائية ومصـدر الطاقة الأخيرة هو الغذاء النباتي والحيواني الذي يخزنه الجسـم على شـكل مركبات كـيـمـيـائـيـة تـرتـبـط بـاواصـر ذات طـاقـة عـالـيـة



تسمى هذه المركبات بمركبات الطاقة العالية – ثلاثي فوسفات الادينوسين ATP – فوسفات الكرياتين PC

النظام اللاهوائي للطاقة: Anaerobic System

يكون هذا النظام على إطلاق الطاقة دون استخدام الأوكسجين لاهوائي وينقسم هذا النظام الى .

أ- النظام الفوسفاتي: Phosphagen System

يعتبر المركب العضوي ثلاثي فوسفات الأدينوسين (ATP) المصدر المباشر للانقباض العضـــلي وهو من المركبات الفوســـفاتية ذات الطاقة العالية، يتحول بعد تحريره للطاقة إلى أدينوســـين ثنائي الفوســـفات (ADP) تحلل أدينوســـين ثلاثي الفوسـفات إلى أدينوسـين ثنائي الفوسـفات وفوسـفات لا عضـوي مع انطلاق طاقة تستخدم في الانقباض العضلي = P (فوسفات = Pi, فوسفات لا عضوي.) ولكي يستمر الانقباض العضلي ,لا بد من إعادة شحن أدينوسين ثنائي الفوسفات (ADP)ليصـبح مرة أخرى أدينوسـين ثلاثي الفوسـفات , (ATP) حيث إن عملية استخدام الأدينوسين ثلاثي الفوسفات ثم انتاجه هي عملية مستمرة غير ان الكمية المخزنة الجاهزة من أدينوسين ثلاثي الفوسفات لا تكفي إلا لبضع انقباضات

عضـلية تدوم حوالي ثانية واحدة فقط ,ولذا لا بد من إعادة شـحنه باسـتمرار ,وتتم عملية الشـحن هذه من خلال مصـادر لاهوائية وأخرى هوائية إن من أهم مصـادر الطاقة اللاهوائية والقادر على إعادة شحن أدينوسين ثنائي الفوسفات الى أدينوسين ثلاثي الفوسفات هو مركب فوسفات الكرياتين , (PC) حيث يتحلل فوسفات الكرياتين الى مادتي كرياتين وفوسفات مع انطلاق طاقة من عملية التحلل تستخدم في دمج أدينوسـين ثنائي الفوسـفات مع الفوسـفات اللاعضـوي ومن المعروف ان مخزون فوسفات الكرياتين في العضلة يبلغ حوالي خمسة أضعاف كمية الأدينوسين الثلاثي الفوسـفات المخزن في العضـلة .وهذا يصـل معدل تحلل فوسـفات الكرياتين أقصـاه بعد ثانيتين من بدء الجهد الأقصـى ويتميز هذا النظام بسـرعة انتاج الطاقة وهو يعمل في حالة عدم وجود الاوكسـجين لانتاج ATP ويوصـف بعدم تكون نواتج تحوي حـامض الاكتيـك وان كميـة ATP الموجود في العضـــلـة تقـدر بحوالي٥ مايكرومول/ كغم عضلي تستنفذ في اقل من ثانية بالجهد العضلي لذا تعتمد العضلة على مصادر أخرى لاعادة انتاج الطاقة في ظل غياب الاوكسجين عن طريق مركب الكرياتين فوسـفات CP بعد نفاذ ATP تبدا العضـلات باسـتخدام فوسـفات الكرياتين CP حيث يوجد هذا المركب بكميات قليلة تصل الى ١٧ ملي مول/كغم من العضلة وهو يوفر طاقة عالة الشـدة وسـريعة يمكن ان تسـتمر الى ١٥-٢٠ ثانية ولا يمكن إعادة بناءه الا بعد انتهاء الجهد ويعتبر الخزين البديل ل ATP يسـتخدم الرياضـي الخزين الكلايكوجيني بعد انتهاء الخزين الفوســفاتي وان كميات ATP و CP المخزونة في العضــلات اثناء الراحة لا تحتاج الى الاوكســجين الاوكســجين اثناء الحرق او التفاعلات وهذا يعني ان كافة مصادر الفوسفات في الجسم تستهلك خلال ٣٠ ثانية او اقل من ذلك وفق نظام النشاطات التي تتطلب الحركات القوية والسريعة والانفجارية وبشدة عالية وبسرعة انقباض عضلي كبير

جدول يوضح العلاقة بين فترة الراحة الى نسبة عودة خزن مصادرالطاقة ATP–CP

النسب المئوية لعودة خزين ATP_CP	زمن فترة الراحة بين التكرارات
%١٠٠	اكثر من ١٢٠ ثانية
%٩٤	١٢٠ ثانية
%٨٨	٩٠ ثانية
%٧٥	٦٠ ثانية
%٥٠	٣٠ ثانية
قليل جدا	١٠ ثانية فأقل

ب –نظام حامض اللاكتيكLactic Acid System :

يعتمد هذا النظام أيضا على إعادة بناء ATP لاهوائيا بواسطة عملية الجلكزة اللاهوائية ,ويختلف هنا مصدر الطاقة حيث يكون مصدر غذائي يأتي من التمثيل الغذائي للكربوهيدرات التي تتحول إلى صورة بسيطة في شكل سكر جلوكوز يمكن استخدامه مباشرة لإنتاج الطاقة ,كما يمكن ان يخزن بالكبد او العضلات على هيئة جليكوجين لاستخدامه فيما بعد. وعند إستخدام الجلوكوز أو الجليكوجين لإنتاج الطاقة,يتحلل أي منهما من مركب ذي6 ذرات كربون إلى مركب أخر هو حمض البيروفيك ذي الثلاث ذرات من الكربون .وبعدها اما يتم التحلل لاهوائي ينتهي بحمض اللبنيك و (3ATP) بشكل سريع جد ا في حالة الشدة العالية والحاجة لطاقة ,اما في حالة الشدة المتوسطة او خفيفة يتجه الى التحلل الهوائي وبهذه العملية معظم حمض البيروفيك سيذهب الى الميتوكندريا(بيت الطاقة)ويدخل في سلسلة

من التفاعلات الكيميائية وينتهي بماء وثاني أكسيد الكربون وطاقة اكبر من التفاعل اللاهوائي تقدر ب. (39ATP)

ويسمى هذا النظام أيضا الجلكزة اللاهوائية السكر في غياب الأكسوجين. ويعتبر حامض اللاكتيك الصورة النهائية لانشطار السكر، وحينما يتجمع حامض اللاكتيك في العضلة وفى الدم ويصل الى مستوى عال ينتج عن ذلك تعب وقتي، ويعتبر ذلك عائقا محدودا، والسبب الاول للتعب المبكر. وهناك إعاقة أخرى لنظام حامض آلتي يمكن استعادة بنائها من انشطار السكر. وإذا ما ATP اللاكتيك ترجع الى قلة جزيئات ATP قورنت هذه الجزيئات بالكمية آلتي تنتج في وجود الأكسوجين نجد إن كمية جزيئات آلتي تنتج لا هوائيا من انشطار ١٨٠ جرام جليكوجين تبلغ حوالي ٣ جزيئات بينما ينتج الانشطار الهوائي لنفس الكمية من الجليكوجين (١٨٠ جرام) طاقة تكفى لاعادة بناء ٣٩ ATP ويعتبر نظام حامض اللاكتيك عنصرا هاما لتوفير الطاقة اللازمة لاستعادة .ATP جزيء للأنشطة آلتي تؤدى بأقصى سرعة والتي تستغرق فترة زمنية تتراوح مابين دقيقة وثلاث دقائق مثل الجري ٤٠٠ متر أو ٨٠٠م

التخلص من زيادة حامض اللاكتيك أثناء العمل العضلي

نتيجة لعملية الجلكزة اللاهوائية وعدم كفاية الأكسجين يتجمع حامض اللاكتيك في العضلات بالتالي يحدث نقص في حمضية وقلوية الدم وتؤدى الى عدم تكوين اندماج اللاكتيك والمايوسين لحدوث الانقباض في الليفة العضلية وتشارك في عملية التخلص من اللاكتيك وسائل كثيرة تشمل:

_ نشاط المنظمات الحيوية للتعامل مع أى هيدروجين زائد في الدم.

_ أكسدة حامض اللاكتيك بعد تحويله الى حامض بيروفيك ودخوله دورة كربس.

_ خروج حامض اللاكتيك مع البول والعرق.

_ تحويل حامض اللاكتيك الى جليكوجين في الكبد.

_ توزيع حامض اللاكتيك على العضلات الأخرى.

_ تحويل كمية قليلة جدا من حامض اللاكتيك الى بروتين.

ثانيا :النظام الهوائي للطاقة نظام الأكســـجين The Oxygen Aerobic System:

يتميز هذا النظام عن النظاميين الاخرين لإنتاج الطاقة(الفوسفات اللاكتيك) بوجود الأوكســـجين كعامل فعال خلال التفاعلات الكيميائية لإعادة ATP ويتم نظام الأوكسجين في داخل الخلية العضلية ولكن في حيز محدود هو الميتوكوندريا. حيث يتم استخراج الطاقة من مصادرها المستمرة الغنية وهي (الجليكوجين الكربوهيدرات والدهون) معا وينتج عن ذلك طاقة عالية تشتغل في إعادة تكوين ATP وهكذا تتجدد الطاقة بكميات وفيرة تصل إلى (39ATP) في حالة الكربوهيدرات وحوالي (130ATP) في حالة استخدام الدهون. لذلك نجد أن الانشطار الكامل لحوالي 180 جرام من الجليكوجين في وجود الأوكسجين لإنتاج الطاقة تؤدي إلى تكوين (39ATP) وينتج عن هذه العملية غاز ثاني أكسيد الكربون والماء حيث يخرج ثاني أكسيد الكربون من الخلية العضلية إلى الدم الذي يحمله الى الرئتين ليخرج مع هواء الزفير ويبقى الماء في الخلية ,وهناك صورة أخرى لنظام الطاقة الهوائي ترتبط بنوع الغذاء فليس الجليكوجين وحده هو الذي يتأكسد لإنتاج الطاقة , ولكن أيضا تتأكسد الدهون والبروتين لتعطي طاقة وتتحول إلى ثاني أكسيد الكربون والماء

جدول يبين خصائص نظم الطاقة الثلاثة

الخصائص	النظام الفوسفاتي	نظام حامض اللاكتيك	نظام الأكسجين
استخدام الاوكسجين	لا يستخدم الاوكسجين	لا يستخدمالاوكسجين	يستخدم الاوكسجين
سرعة انتاج الطاقة	الأسرع	سريع	بطيء
مصادر الطاقة	كرياتين الفوسفات	الجليكوجين	الجليكوجين والدهون
انتاج ATP	محدود جدا	محدود	غير محدود(كبير)
عدد مولات ATP	٣،٦ في الدقيقة	١،٦ في الدقيقة	١،٠ في الدقيقة
التعب نتيجة المخلفات	لا يوجد	يوجد بسبب اللاكتيك	لا يوجد
الفترة الزمنية	اقل من ٣٠ ثانية	من ١–٣ دقيقة	اكثر من ٣ دقائق
نماذج الألعاب الرياضية	العاب الفوة والسرعة	العاب تحمل القوة وتحمل السرعة	العاب التحمل

المشاركة النسبية لأنظمة الطاقة تبع ا لشدة الجهد البدني:

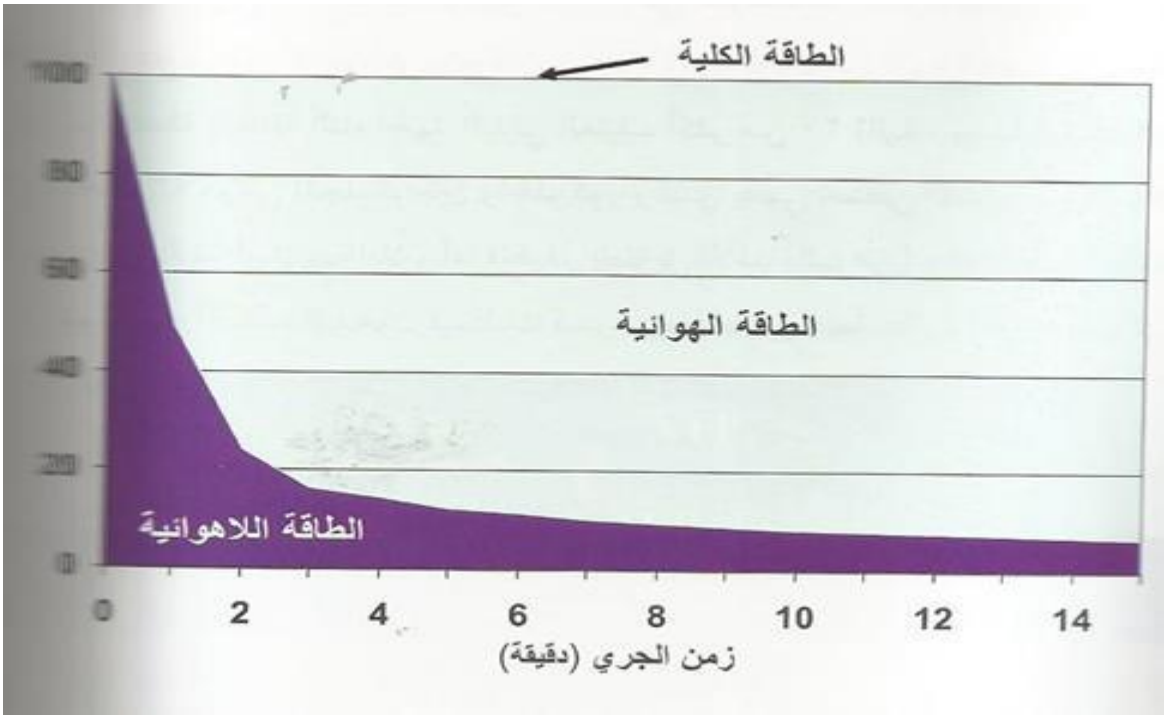
يوضح الجدول التالي ملخص ا لقدرات أنظمة الطاقة وسعاتها ,ويجدر ان نشير أن القدرة تعني أقصى معدل لتزويد العضلة بالطاقة ,وهي مرتبطة بالزمن .اما السعة فتعني أقصى كمية متوفرة من الطاقة عن طريق هذا المصدر .ويشير الجدول ان المصدر السريع المتمثل– بالأدينوسين ثلاثي الفوسفات المخزن بالقرب من خيوط الميوسين وفوسفات الكرياتين يملك– أعلى قدر لكن سعته محدودة(أي المخزون منه قليل)حيث لا تتعدى المدة التي يمكنه فيها من تزويد العضلة بالطاقة أثناء الجهد البدني العنيف أكثر من 20 ثانية ,بينما نجد أن المصدر القصير الأمد المتمثل بالتحلل اللاهوائي للجليكوجين والجلوكوز والذي ينتهي بحمض اللبنيك– يمتلك قدرة متوسطة وسعة متوسطة تصل إلى دقيقة أو تزيد قليلا ,أما المصدر

الطويل الأمد (الهوائي)والذي يتمثل بالتحلل الهوائي للجليكوجين والجلوكوز وأكسدة الدهون فيمتلك قدرة منخفضة وسعة عالية(أي معدل تزويد العضلة بالادينوسين ثلاثي الفوسفات يعد منخفض ,بينما الكمية تعد مرتفعة.)

قدرات أنظمة الطاقة وسعاتها. تحلل الجليكوجين والجلوكوز، تحلل الأحماض الدهنية

نظم الطاقة	القدرة القصوى	السعة القصوى	
	معدل ATP مول/د	كمية ATP المتوفرة	المدة حتى النفاذ
المصدر السريع (ATP–PC)	3,6	0,7	20ثانية
المصدر القصير الأمد (التحلل اللاهوائي للجليكوجين)	1,6	1,2	60ثانية
المصدر الطويل الأمد (المصدر الهوائي)	1	90	60ثانية الى 6 ساعات

نسبة (%) مشاركة الطاقة الهوائية واللاهوائية تبع ا للزمن المستغرق بالجهد البدني



النسب المئوية للإسهامات التي تقدمها نظم الطاقة المختلفة وفق لزمن الشغل البدني

اقصى مجهود(زمن العمل)	طاقة لاهوائية(ATP-PC)	طاقة لاهوائية(باستخدام حامض الاكتيك)	طاقة هوائية
٥ ث	%٨٥	%١٠	%٥
١٠ ث	%٥٠	%٣٥	%١٥
٣٠ ث	%١٥	%٦٥	%٢٠
١ ق	%٨	%٦٢	%٣٠
٢ ق	%٤	%٤٦	%٥٠
٤ ق	%٢	%٢٨	%٧٠
١٠ ق	%١	%٩	%٩٠
٣٠ ق	%١	%٤	%٩٥
١ ساعة	%١	%٢	%٩٧
٢ ساعة	%١	%١	%٩٩

الدين الأوكسجيني اللاكتيكي (Lactic Oxygen Debt)

يحدث هذا النوع من الدين الأوكسجيني عندما يعتمد الجسم على الأنظمة اللاهوائية لتوليد الطاقة، وعندما تكون الأنشطة البدنية شديدة للغاية بحيث لا يتوفر الأوكسجين الكافي في البداية لتلبية احتياجات الجسم.

في هذه الحالة، يعتمد الجسم بشكل رئيسي على التحلل اللاهوائي للجلوكوز (glycolysis)لتوليد الطاقة، مما يؤدي إلى تراكم حمض اللبنيك (اللاكتيك) في العضلات، وهو ما يؤدي إلى شعور العضلات بالتعب.

الأوكسجين المستهلك بعد التمرين بعد انتهاء التمرين، يحتاج الجسم إلى أوكسجين إضافي لإزالة حمض اللبنيك من العضلات وتحويله إلى حمض البيروفيك، وهو ما يستلزم استهلاك الأوكسجين في فترة الاسترداد لإعادة الجسم إلى حالته الطبيعية.

يحدث في الأنشطة القصيرة والمكثفة مثل الركض السريع، ورفع الأثقال، والأنشطة التي تتطلب قوة بدنية عالية.

تراكم حمض اللبنيك يؤدي إلى الشعور بالتعب السريع، ويعتمد الجسم على الأنظمة اللاهوائية بشكل أساسي في هذا النوع من الأنشطة.

استرداد الأوكسجين في هذه الحالة يتم بشكل رئيسي من خلال إزالة حمض اللبنيك الذي تراكم في العضلات.

الدين الأوكسجيني غير اللاكتيكي (Alactic Oxygen Debt)

يحدث هذا النوع من الدين الأوكسجيني عندما لا يكون هناك تراكم كبير لحمض اللبنيك، حيث يعتمد الجسم على الأنظمة الفوسفاجينية (التي تشمل مخزون الفوسفوكرياتين) لتوليد الطاقة، مما يعني أن الطاقة يتم توليدها بدون الحاجة إلى الأوكسجين مباشرة.

في الأنشطة التي تتطلب قوة قصيرة وقوية مثل الانطلاق في السباقات القصيرة، أو رفع الأثقال، يعتمد الجسم على مخزون الفوسفوكرياتين لإنتاج ATP بسرعة، وهذا المخزون يمكن أن يستنزف بسرعة كبيرة خلال الأنشطة القصيرة والمكثفة.

الأوكسجين المستهلك بعد التمرين: بعد انتهاء التمرين، يحتاج الجسم إلى أوكسجين إضافي لإعادة تجديد مخزون الفوسفوكرياتين في العضلات، وهذا يستلزم استهلاك الأوكسجين خلال فترة الاسترداد، وهو ما يُعرف بالدين الأوكسجيني غير اللاكتيكي.

يحدث في الأنشطة القصيرة والقصوى الشدة مثل الركض السريع لمسافة قصيرة، ورفع الأثقال، والأنشطة التي تعتمد بشكل رئيسي على الأنظمة الفوسفاجينية.

لا يحدث تراكم لحمض اللبنيك، لأن الجسم لم يستخدم الأنظمة اللاهوائية التي تعتمد على تحلل الجلوكوز. الاســـترداد هنا يكون ســـريعًا ويتعلق بإعادة تجديد مخزون الفوســـفوكرياتين في العضـــلات. الفرق بين الدين الأوكســـجيني اللاكتيكي وغير اللاكتيكي:

الدين الأوكســـجيني اللاكتيكي يحدث في الأنشـــطة المكثفة والمتوســـطة إلى عالية الشـــدة، حيث يســـتخدم الجســـم الأنظمة اللاهوائية (تحلل الجلوكوز) ويحدث تراكم لحمض اللبنيك في العضلات الدين الأوكسجيني اللاكتيكي يعتمد الجسم على التحلل اللاهوائي للجلوكوز، مما يؤدي إلى تراكم حمض اللبنيك الدين الأوكســـجيني غير اللاكتيكي يحدث في الأنشـطة القصـيرة جداً والمتطرفة من حيث الشـدة، حيث يعتمد الجسم على الأنظمة الفوسفاجينية لإنتاج ATP، ولا يحدث تراكم لحمض اللبنيك.

الدين الأوكسـجيني غير اللاكتيكي يعتمد الجسـم على الفوسـفوكرياتين لتوليد الطاقة، ولا يحدث تراكم حمض اللبنيك في العضلات.

جدول يبن الأنشطة لانواع الدين الاوكسجيني والتفاعل الايضي والاوكسجين ووقت التعافي

النوع	الأنشطة	التفاعل الأيضي الرئيسي	أوكسجين إضافي بعد التمرين	الوقت اللازم للتعافي
الدين الأوكسجيني اللاكتيكي	ركض سريع، تمارين عالية الشدة	تحلل اللاهوائي للجلوكوز، تراكم حمض اللبنيك	يحتاج الجسم لأوكسجين إضافي لإزالة حمض اللبنيك	أطول، حيث يستغرق إزالة حمض اللبنيك وقتًا أطول
الدين الأوكسجيني غير اللاكتيكي	تمارين قصيرة، رفع أثقال	استهلاك الفوسفوكرياتين، لا تراكم حمض اللبنيك	يحتاج الجسم لأوكسجين لتجديد مخزون الفوسفوكرياتين	أسرع، إذ أن تعويض مخزون الفوسفوكرياتين أسرع

العتبة الهوائية والعتبة اللاهوائية

العتبة الفارقة الهوائية:

يقصد بالعتبة الفارقة الهوائية أنها الحد الأدنى لشدة الحمل البدني الذي يمكن أن يحسن القدرة الهوائية ويعتبر البعض أن مستوى 2 مللي مول هو الحد الذي يمثل العتبة الفارقة الهوائية. حيث تظهر عندما تبدأ شدة التمرين في زيادة، ومعها يبدأ الجسم في التحول تدريجيًا من الاعتماد الكامل على الأيض الهوائي إلى استخدام الأيض اللاهوائي بنسبة صغيرة. هي تظهر عندما تبدأ مستويات حمض اللاكتيك في الدم في الارتفاع بشكل بسيط، ولكن الجسم ما يزال قادرًا على التخلص منه بفعالية.

تحدث عادةً عند ٧٠-٧٥% من الحد الأقصى لمعدل ضربات القلب أو عند ٤٥-٥٥% من استهلاك الأوكسجين الأقصى (VO2max) كيف يمكن قياسها عبر اختبار تحليل الغازات أثناء التمرين، حيث يُراقب استهلاك الأوكسجين، وفي هذه المرحلة يبدأ الاستهلاك يزداد بشكل غير متناسب مع شدة التمرين. اختبار اللعاب أو الدم: يتم قياس مستويات حمض اللاكتيك في الدم أو اللعاب، حيث تبدأ الزيادة الطفيفة في مستويات حمض اللاكتيك، لكنها لا تزال ضمن الحدود التي يستطيع الجسم التعامل معها.

العتبة الفارقة اللاهوائية:

تعني العتبة الفارقة اللاهوائية بأنها مستوى الحمل البدني الذي يزيد عندها معدل انتقال حامض اللاكتيك من العضلات إلى الدم بدرجة تزيد عن معدل التخلص منه .أي بمعنى أنها نقطة الانتقال من مرحلة الحصول على مصادر الطاقة من العمليات الأيضية الهوائية إلى مرحلة الحصول على مصادر الطاقة من العمليات الأيضية اللاهوائية ويقصد بالعتبة الفارقة الهوائية: هي مستوى الشدة التي يجب العمل بها لتحسين القابلية الأوكسيجينية وتتراوح بين (٧٠-٧٥%) من المعدل الأقصى لضربات القلب ومصدر الطاقة هو الدهون. بينما العتبة الفارقة اللاهوائية تمثل الحد الأقصى

للحمل البدني لتطوير القدرة الأوكسجينية، وبذلك فان مستوى ٤ مللي مول هو المستوى الذي يؤدي عنده حمل التدريب، تظهر عندما تزداد شدة التمرين بشكل كبير، وتتجاوز قدرة الجسم على استخدام الأوكسجين بشكل كافٍ لإنتاج الطاقة. هنا، يبدأ الجسم في الاعتماد على الأنظمة اللاهوائية بشكل كبير لإنتاج .ATP عندما يبدأ تراكم حمض اللاكتيك في الدم بشكل سريع ومستمر، ويصعب على الجسم التخلص منه. تحدث عادةً عند ٨٠-٩٠% من الحد الأقصى لمعدل ضربات القلب أو ٧٠-٨٥% من .VO2max ان تحسين العتبة الفارقة يعني تأخير زيادة اللاكتيك الى هذا المستوى في الدم، ويرتبط ذلك بالعوامل التي تساعد على تقليل حامض اللاكتيك بالدم وتشمل:

_ زيادة فاعلية التمثيل الغذائي الأوكسجيني للعضلات مما يقلل من الحاجة الى التمثيل الغذائي الهوائي

_ التمثيل الغذائي لحامض اللاكتيك في العضلات العاملة

_ انتشار حامض اللاكتيك خلال الألياف للعضلات غير العاملة

- سرعة التخلص من حامض اللاكتيك بوساطة القلب والكبد والعضلات الأخرى لمواجهة سرعة تكوينه

العتبة الفارقة اللاهوائية والحد الأقصى لاستهلاك الأكسجين:

تعتبر العتبة الفارقة اللاهوائية العامل الذي يميز بين لاعبي التحمل في حال كانت كفاءتهم متساوية في مقدار الحد الأقصى لاستهلاك الأوكسجين ، لان اللاعب لا يستطيع ان يؤدي العمل العضلي باستخدام الحد الأقصى لاستهلاك الأوكسجين بنسبة ١٠٠ % ولكن غالب ما يكون بنسبة ٩٠ – ٩٥ % ، كما انه لا يستطيع ان يستمر في الأداء المرتفع لا كثر من ١٠– ١٥ دقيقة . فإذا كان لدينا سباحان لديهم نفس الحد الأقصى لاستهلاك الأوكسجين ٥ لتر/دقيقة وقاما بالسباحة بسرعة ٨٥ % من أقصى حد لاستهلاك الأوكسجين ،فإننا نلاحظ ان السباح الذي تزيد لديه العتبة الفارقة اللاهوائية يستطيع المحافظة على مستوى سرعة سباحته لوقت أطول نظر

لقلة تجمع حامض اللاكتيك ، بينما تزيد الحمضـــية لدى الســـباح الآخر الذي يقل مســـتوى العتبة الفارقة اللاهوائية لدية ، لأنه ينتج حامض لاكتيك بصـــورة اكبر من كفاءة عمليات التخلص منه ، ومن هذا المنطلق فان تنمية العتبة الفارقة اللاهوائية تعد أكثر أهمية من تنمية الحد الأقصـــى لاســـتهلاك الأوكســـجين وقد لوحظت هذه الحقيقة لدى عدد كبير من اللاعبين مثل (ديرك كلايتون) لاعب الماراثون الذي لوحظ انخفاض مستوى الحد الأقصى لاستهلاك الأوكسجين لديه عن منافسيه ، إلا ان العتبة الفارقة اللاهوائية لديه تزيد عنهم حيث تبلغ ٩٠ % من الحد الأقصـــى لاستهلاك الأوكسجين ولذلك فانه تفوق على منافسيه حيث يجرى عن مستوى عال من الحد الأقصى لاستهلاك الأوكسجين دون زيادة في تجمع حامض اللاكتيك.

أهمية العتبة الفارقة اللاهوائية:

١ – إن العلاقة الارتباطية بين العتبة اللاهوائية والأداء البدني التحملي تُعد أعلى من تلك التي

بين الاستهلاك الأقصى للأكسجين والأداء البدني.

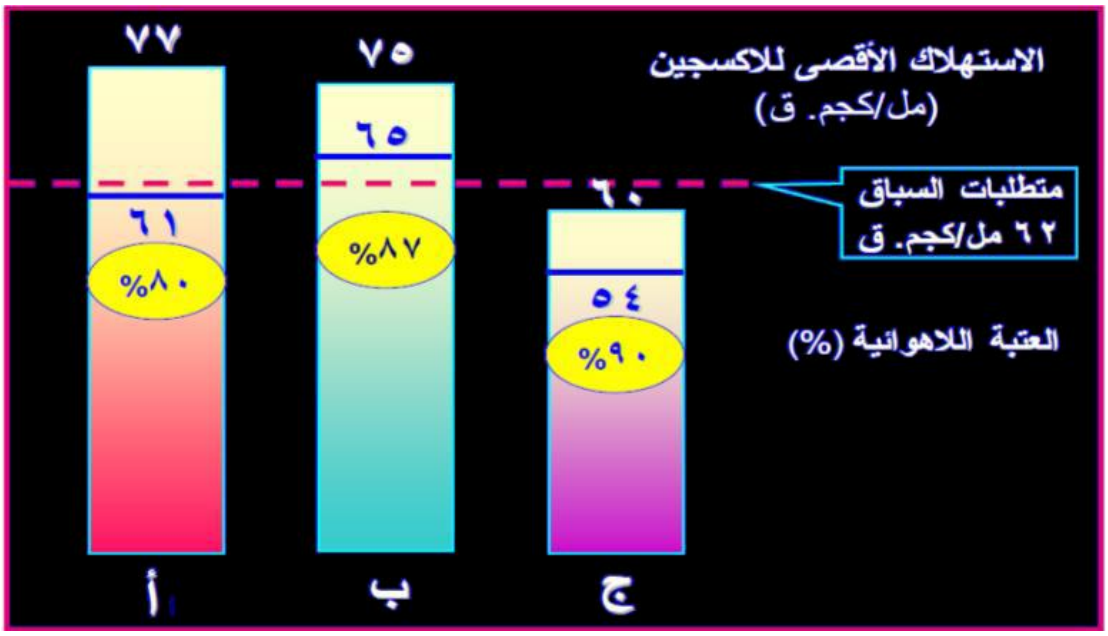
٢ – إن العتبة اللاهوائية قابلة للتحســـن من جراء التدريب البدني بصـــورة أكبر من التحســـن الحاصـــل للاســـتهلاك الأقصـــى للأكســـجين، وهذه النقطة مهمة على وجه الخصوص للرياضيين الذين يكون الاستهلاك الأقصى للأكسجين لديهم قد وصل إلى مستوى عال جدا

٣ – أن العتبة اللاهوائية ذات فائدة كبيرة في وصـــفة التدريب البدني الملائم للرياضـــي. حيث يمكن عند معرفتها وبالتالي معرفة السرعة المقابلة لها، أو ضـربات القلب المقابلة لها، مثلا أن يتم وصـــف التدريب البدني عند الشـــدة التي تســـبق قبل الوصول مباشرة إلى العتبة اللاهوائية وبالتالي الاستفادة القصوى من التدريب البدني بدون الدخول في التدريب اللاهوائي لدى رياضي التحمل

مثال على أهمية العتبة اللاهوائية لرياضي التحمل:

للدلالة على أهمية العتبة اللاوكسجينية ودورها في الأداء البدني التحملي، نضرب للقارئ المثال التالي لنفترض أن لدينا ثلاثة عدائين يرغبون
المشاركة في سباق تحملي، يبلغ الاستهلاك الأقصى للأكسجين للأول(أ)منهم ٧٧ ملي لتر/كجم في الدقيقة، وللثاني(ب)مقدار ٧٥ ملي لتر /كجم في الدقيقة، وللثالث(ج)مقدار ٦٠ ملي لتر/كجم في الدقيقة .أما العتبة اللاهوائية للمتسابق(أ) فتبلغ ٨٠ % من استهلاكه الأقصى للأكسجين(أي ٦١ ملي لتر /كجم في الدقيقة)، وللمتسابق(ب)٨٧ % من استهلاكه الأقصى للأكسجين(أي ٦٥ ملي لتر/ كجم في الدقيقة)، وللمتسابق(ج)٩٠ % من استهلاكه الأقصى للأكسجين(أي ٥٤ ملي لتر /كجم في الدقيقة .)ولنفترض أن الفوز بالسباق يتطلب المحافظة على سرعة من الجري تتطلب ٦٢ ملي لتر من الأكسجين لكل كجم من وزن الجسم في الدقيقة، فيا ترى من منهم يتوقع له الفوز بهذا السباق؟. لقد نجد كما يتضح من الشكل أنه على الرغم من ارتفاع العتبة اللاهوائية للمتسابق(ج) فلن يتمكن من مجاراة المتسابقين الآخرين، لأن متطلبات السباق ليست أعلى من معدل عتبته اللاوكسجينية فحسب بل هي أعلى حتى من مستوى استهلاكه الأقصى للأكسجين، وبالتالي فلن يصمد في المحافظة على السرعة المطلوبة أكثر من بضع دقائق فقط .أما المتسابقين (أ) و(ب) فكلا استهلاكيهما الأقصى من الأكسجين يعد مرتفع، لكن المتسابق(ب)يمتلك عتبة لا هوائية أعلى من الآخر، مما يجعله يجري طوال فترة السباق وهو عند مستوى دون مستوى عتبته اللاهوائية وبالتالي فلن يلجأ إلى الطاقة اللاهوائية بشكل كبير، مما يعني عدم ارتفاع تركيز حمض اللبنيك لديه بشكل مطرد، مقارنة مع المتسابق(أ .)وعليه فإن المتسابق(ب)هو المتوقع له الفوز بالسباق

الاستهلاك الأقصى للأكسجين والعتبة اللاهوائية لدى ثلاثة من المتسابقين وتأثير ذلك على الأداء البدني



يمكن ان نوضح استخدام الطاقة في المجال الرياضي بالتالي :

اولاً : في برامج التدريب – تعد الطاقة ذات أهمية كبيرة اثناء ممارسة النشاط او الجهد البدني والرياضي اذ ان التدريب ومن خلال العملية التدريبية يسعى الى تحسين وتطوير الأداء من خلال تحسين وتطوير النواحي الفسيولوجية والكيميائية بطرق دقيقة ومميزة فضلاً عن تطوير المهارات الحركية من اجل ذلك لابد من ان يزود الجهاز العضلي العضلات بالطاقة اللازمة خلال العمل فالرياضي يحتاج الى الطاقة بصورة متفاوتة حسب خصوصية الفعالية الرياضية من جهة ونوع الالياف من جهة أخرى فالالياف السريعة يتم الأداء بها بصورة سريعة بينما الالياف البطيئة يتم الأداء بصورة بطيئة فضلاً عن احتياج الجسم الى الطاقة تختلف باختلاف مراحل التعلم اذ يزداد انتاج

الطاقة في المراحل الأولية للتعلم ويقل في المراحل الجيدة او المتقدمة فبرامج التدريب تعمل على تحسين وتطوير الأداء الرياضي فضلاً عن تحسين وتطوير عمليات امداد الجسم بالطاقة اللازمة اثناء الأداء

ثانياً : تأخر ظهور التعب – ان المعرفة والالمام في كيفية انتاج الطاقة في جسم الرياضي ذات أهمية من قبل المدرب والرياضي والطبيب وذلك من خلال نوجيه برامج التدريب لتطوير هذا النظام او ذاك وحسب خصوصية الفعالية الرياضية وخصوصاً الفعاليات ذات النظام الاوكسجيني طويل الزمن او في القدرة صفة مطاولة السرعة ومطاولة القوة ان معرفة لماذا يشعر الرياضي بالتعب بوقت مبكر ومحاولة تجنب ذلك خلال المناقسات والتدريب من خلال الاستخدام الأمثل للطاقة فالرياضي اذا استطاع ان يأخر ظهور ما يسمى بالتعب الناتج عن تجميع حامض اللاكتيك في العضلات والدم على حد سواء سوف يحسن من الإنجاز دون ادنى شك وهذا لا يأتي الا من خلال عمليات الانسجام ما بين مكونات الحمل الخارجي والحمل الداخلي وفق نظم انتاج الطاقة فضلاً عن انسجام ودقة أداء الحركة من خلال المنافسات وبالتالي سوف يتحسن الإنجاز

ثالثاً : من حيث الغذاء والأداء – ان نوعية وكمية الغذاء المتناول وخصوصاً الفعاليات التي تمتاز بالاداء السريع والقصير لزمن ذا الشدة العالية يتطلب نوع من الغذاء يختلف تماماً عن الفعاليات التي تمتاز بالاداء الطويل والمعتدل الشدة لقد ثبت من خلال التجارب العلمية ان احتواء الغذاء على نسب معينة من المواد الغذائية الأساسية فضلاً عن استخدام مكملات الغذاء سواء الطبيعية او المخلقة كيميائياً سوف تسهم مساهمة فعالة في تحسين وتطوير الإنجاز فمعرفة كل من الرياضي والمدرب والمختص لهذه المعلومات تعد مستلزماً اساسياً ومكملاً للعملية التدريبية حيث يمكن ان تكون المعرفة بالاحياجات من الغذاء مثل الكربوهيدرات بروتين دهون ... الخ مثلاً خلال الأداء

العنيف وأيضا ماذا حول الفائض او الزيادة من الاملاح او الحديد او الفيتامينات ... الخ في الجسم وهل هي ضارة ام نافعة وما هو تاثير الطاقة الزائدة الناتجة من الطعام وهل هناك اساسيات لاجل العمل الرياضي الجيد وهذا كله يعمل على مساعدة الرياضي في تحقيق الإنجاز

رابعاً : المحافظة على وزن الجسم – ان توازن الطاقة في جسم الانسان ذا أهمية بالغة من حيث كمية السعرات المستخلصة من الطعام والمصروفة المستهلكة خلال الاعمال اليومية والجهد البدني والرياضي ، ان المحافظة على وزن الجسم لدى الرياضي شي ضروري ومهم لان الزيادة وخصوصاً اثناء المنافسات تعد عائقاً للانجاز والأداء مما تسببه من أعباء إضافية وقد يعد وزن الجسم مقياساً الى عملية التقدم او التراجع في تحسين الأداء اذ ان الطاقة ومراقبة الوزن ضرورة تستلزم اتباع مبادئ وتركيبة ونوعية العمل وقد يوصي في بعض الأحيان بوزن الرياضي قبل وبعد العملية التدريبية للاطمئنان على عملية التدريب وانسجامها مع التواحي الفسيولوجية للرياضي اما في حالة نقصان الوزن فان ذلك يدل على هدم واتلاف لبعض خلايا الجسم وخصوصاً الجهاز العضلي مما يؤدي الى هبوط المستوى

خامساً : المحافظة على درجة حرارة الجسم – تعد درجة حرارة الانسان درجة ثابتة تقريباً كما وان ثبات درجة حرارة الجسم تتطلب انتاج كمية من الحرارة (الطاقة) عن طريق الجسم نفسه فهي تتناسب مع نوع الغذاء المتناول لذا فأن درجة الحرارة الناتجة في جسم الرياضي تزداد (تتناسب) مع مقدار العمل المنجز اذ ان حرارة الجسم ترتفع بشكل عام اثناء أداء التمرينات الرياضية ولكنها لا تسبب اضراراً للرياضي وذلك من خلال عوامل التبخر التعرق ... الخ علماً بأن درجة حرارة الجسم تؤثر على ميكانيكية العمل وعلى المدرب ان يعرف اثر فقدان الحرارة على الية عمل الانسان كما ويجب الانتباه الى عدم كثرة ارتداء الملابس وخاصة خلال الجو الحار مما يسبب التعرق

الكثير او عدم السماح للرياضي بشرب الماء او العصائر اثناء الأداء او خلال فترات الراحة بين التكرارات والمجاميع اثناء التدريب ... ومن هنا يمكن ان يتم الاستفادة من دراسة أنظمة الطاقة بالتالي –

_ تصنيف الفعاليات حسب نوع النظام المسيطر خلال أداء الفعالية الرياضية من خلال زمن أداء الفعالية وسرعة وقوة أدائها

_ خصوصية الفعالية وما يناسبها من النظام المسيطر خلال الأداء

_ لاستفادة من خلال تقسيم الجهد خلال الأداء

_ يجب الاخذ بنظر الاعتبار ما بين الغذاء ومصادر الطاقة عند وضع البرامج التدريبية مع عدم اهمال خصوصية الفعالية