

موفق
المولى



تطور أنظمة الطاقة ؟

الدكتور موفق مجيد المولى

تيسير البحث العلمي الرياضي



من مكنتي

تطوير الفكر البحثي الرياضي للباحث العلمي

موفق المولى



مفاهيم علمية تدعم البحث العلمي الرياضي د. موفق مجيد المولى
يستخدم الكثير من طلبية البحث العلمي برامج تدريبية أما للمقارنة مع برامج تدريبية أخرى أو
عند تصميمها لتطوير فعالية أو لعبة رياضة معينة ولكن هل يعرف الباحث بأن التدريب خلال
هذه البرنامج يجري بطريقة صحيحة ووفق متطلبات الطاقة التي يتطلبها جهاز الطاقة الذي
يظهر خلال تنفيذ ذلك التدريب؟ وهذا هو السؤال البحثي المهم وإن الإجابة على مثل تلك
الأسئلة ستيسر مهمة الباحث العلمي الرياضي ممن يسعى لبحث علمي رصين وهنا سأكتب
مقدمة لما يجب معرفته قبل الإجابة عن السؤال وسأضع في الجزء الثاني من تقريري إجابة
كاملة للسؤال المعني فلا يمكن الإجابة على أي سؤال في هذا الحقل الفسيولوجي من دون أن
يمتلك الباحث خلفية رصينة عن ظاهرتين مهمتين سأكتب عنهما من دون إسهاب لتوفر أدلتها
في مفردات المناهج الفسيولوجية وهما:
أولاً/ معرفة كاملة بآلية العمل العضلي.
ثانياً/ أنظمة الطاقة المستخدمة.

تعريف مبسط لأنظمة الطاقة في الجسم البشري من خلال ادبيات الثقافة الرياضية والتي تقول
بلن هناك في جسم الانسان ثلاثة أنظمة للطاقة تعمل وحسب الجهد الذي تبذله العضلات حيث
يوجد نظامين يعملان بطريقة لاهوائية وهو ما مخزون في داخل جسم الانسان والثالث بطريقة
هوائية.

نظام الفوسفاجين: يعمل في عدم وجود الاكسجين وللحصول على هذه الطاقة اللازمة يجب
اعادة تركيب مركب فوسفات الكرياتين ويرمز له pc والذي يخزن في خلايا العضلات
بكميات ضئيلة حيث انه ينتج من تفاعل الكرياتين والفوسفات غير العضوي ونظراً لقلّة الكمية
الموجودة داخل العضلة من هذا الوقود فانه يقدر بوقت انتاجها من 5 الى 8 ثوان ثم وتنفذ كم
هو الحال في سباق 100م وان اهمية هذا النظام تركز بالنسبة الى الرياضي في بعض
الحركات مثل الانطلاق السريع او القفز والتهديف.

نظام حامض اللاكتيك: يعمل هذا النظام بعد نفاذ الوقود من العضلة حيث يعتمد على تحلل غير
كامل للكاربوهدرات (السكر) بتحويله الى حامض ال لاكتيك وينتج عن ذلك طاقة تعمل على
تحويل ثنائي ادينوسين الفوسفات الى ثلاثي ادينوسين الفوسفات حيث تتحول الكاربوهيدرات
الى سكر الكلوز والذي يمكن استخدامه على الفوز او يخزن في الكبد والعضلات في صورة
كلايوجين لاستخدامه فيما بعد. ويعمل هذا النظام عندما يقوم اللاعب بأداء بدني يتطلب أقصى
معدل للاداء ويستمر لفترة تزيد على 30 ثانية وتقل 90 ثانية عندئذ يبدأ هذا النظام في العمل
لتلبية حاجة العضلات من الطاقة. حيث ان هذا النظام يعمل على تراكم حامض اللاكتيك في
العضلة ما يؤدي الى التعب وتتجلى اهمية هذا النظام في انواع الرياضات التي تتطلب بذل جهد
بأقصى شدة لزمان يتراوح بين 30 ثانية الى 90 ثانية ومن امثلتها جري 400م وجري
800م.

النظام الهوائي: ويطلق عليه نظام التمثيل الغذائي او اكسدة الكاربوهيدرات وهو نظام يعمل في
ظل وجود الأوكسجين وآلية عمله يحول الكلايوجين الى ثاني اكسيد الكربون والماء وتحرر
خلال ذلك طاقة وتكون الطاقة المنتجة اكثر فاعلية من النظامين الاولين ويبدأ العمل به في جسم
الانسان بعد مرور اكثر من 90 ثانية وتكون كمية الطاقة المنتجة اكثر بكثير من النظام
اللاهوائي حيث ينتج النظام الهوائي 38 وحدة بينما النظام اللاهوائي ينتج وحدتين فقط وهو
يدخل الى جسم الانسان عن طريق الجهاز التنفسي وبعد ذلك تحدث التفاعلات الكيميائية لانتاج
الطاقة.

الألياف العضلية في الجسم البشري

هناك اتفاق على وجود نوعين من الألياف العضلية وهما النوع الأول (Type I) بطيء الانقباض والنوع الثاني (Type II) سريع الانقباض ومن خلال هذا التصنيف يمكن استخدام تصنيف ابعده للألياف العضلية سريعة الانقباض وهما النوع الثاني (أ) والنوع الثاني (ب) ففي النوع الأول هناك صفة التقلص البطيء والسرعة البطيئة والمقطع العرضي الأصغر والقابلية على التأكسد الأعلى (الهوائي) فهذه الألياف تتقلص ببطء وتستطيع المحافظة على سرعة تقلص ثابتة لفترات زمنية من دون حدوث التعب وهي بالحقيقة بوابة فعاليات التحمل كما في ركض المسافات الطويلة أو في السباحة والدراجات حيث تستخدم الألياف من النوع (1) .

أما النوع الثاني من الألياف العضلية

النوع الثاني (ب) يتصف بسرعة التقلص العضلي وكبير المقطع العرضي وبالقابلية القليلة على التأكسد وهي مثالية لفعاليات قصيرة الانفجار للقدرة وتستخدم هذه الألياف العضلية في فعالية الركض السريع ورفع القدرة وبناء الأجسام.

النوع الثاني (أ) من الألياف العضلية وتقع أولوياته بين النوع الأول والنوع الثاني (ب) ولكن كيف يختلف النوع الأول عن النوع الثاني من الألياف العضلية يث أن هناك اختلاف يُعزى لعدة أسباب متعاكسين في التفسير

النوع الأول يرتبط بفعاليات التحمل الطويل بينما النوع الثاني للفعاليات السريعة القصيرة. النوع الأول يُجهز أو كسجين أكثر خلال الدم ولا يبدو ومرتبطا بكبير الحجم بشكل كبير وعلى العكس يكون النوع الثاني فهو مُجهز أو كسجين قليل ويظهر تأثيره بكبير الحجم مقارنة بالنوع الأول.

كيف يُجند الجسم الألياف العضلية؟ من المعلوم بأن حتى العضلات الصغيرة تمتلك أكثر من 100.000 ليفة عضلية وأن الأعصاب الحركية (الخلية العصبية) هي التي تُحفز عضلات الجسم لكي تتقلص فهي تحمل محفزات (رسائل) من الدماغ وال حبل الشوكي إلى العضلات فالخلية العصبية الحركية تسيطر على 2 إلى 200 ليفة عضلية وكل واحدة من هذه الخلايا العصبية الحركية والألياف العضلية تدعى بالوحدة الحركية والتي تحتوي على عضلات من نوعها نفسه كذلك تعمل الوحدات الحركية العصبية (motor unit) ترددات متكررة تكون السبب في تحفيز الألياف العضلية فالتردد البطيء للوحدات الحركية العصبية تسبب تقلص العضلات البطيء بينما وحدة التقلص السريع ستطلق الترددات بشكل سريع فكلما كان إطلاق التردد سريعاً كلما كان إنتاج القدرة أكبر أما في حالة النشاطات الخفيفة فأن سيحفز بشكل رئيسي الألياف العضلية من النوع الأول وعندما يصبح النشاط أكثر فالمسألة حينئذ سترتبط بالألياف العضلية من النوع الثاني (أ) وأخيراً وبالنسبة للحركات العالية الشدة فإن الظاهرة سترتبط بالألياف العضلية من النوع الثاني (ب) وهذا هو السبب الذي يجعل تسمية الألياف من النوع الأول بالألياف بطيئة العتبة الاستهلاكية بينما تدعى الألياف السريعة من النوع الثاني (ب) بالألياف عالية العتبة الاستهلاكية فسبب العتبة الاستهلاكية البطيئة هو أن تلك الألياف العضلية هي المجددة لذلك العمل بينما يكون سبب العتبة الاستهلاكية العالية أنها تُجند تحت الظروف عالية الكثافة وهذا هو السلوك الذي يستخدمه الجسم لتنشيط الفرد.

استخدام التمارين المنخفضة

يُجهز العمل بتكرار منخفض بمدى (1-5) تكرار تطبع وتكيف فريد النوع فعلى الجسم تجنيد كلما ما أمكنه من الوحدات الحركية العصبية لأجل التغلب على الثقل وهذا سيجعل الجهاز العصبي أكثر كفاءة خلال هذه العملية وخلال الوقت سيتعلم الرياضي كيف يرفع الثقل الأكبر بكل الوحدات الحركية العصبية في تكرار واحد وهذا هو السبب الذي يجعل رافعي القدرة أقوى بشكل واضح فبإمكان هؤلاء جعل وحداتهم الحركية العصبية تطلق التردد مرة واحدة.

كيف يؤثر مدى التكرار بالألياف العضلية وباكتساب القوة؟ الجدول أدناه يعطيك فكرة واضحة جدا وإجابة متفقا عليها علميا للسؤال الوارد أعلاه!!!!

المجممل العام	النمو في الألياف العضلية			
	القوة المكتسبة	النوع الثاني ب	النوع الثاني أ	النوع الأول
مدى التكرار				
2-1	ممتاز	واظئ	واظئ	واظئ جدا
5-3	ممتاز	قريب للجيد	واظئ	واظئ جدا
8-6	جيد	ممتاز	جيد	واظئ جدا
12-9	جيد مع التكرار	جيد جدا	ممتاز	واظئ
15-13	التحمل	قريب للجيد	جيد جدا	منخفض
25-16	التحمل	واظئ	القليل	جيد جدا
50-25	التحمل	واظئ جدا	واظئ	ممتاز

الجدول (1) تأثير التكرار بنمو الألياف العضلية وباكتساب القوة

لنتذكر مرة ثانية أنظمة الطاقة التي مر ذكرها في بداية التقرير ونضيف بأن لأي عمل هناك حاجة للطاقة ولمزاولة أي نوع من الرياضة من الخفيفة إلى القوية هناك حاجة للطاقة التي تُجهز للعضلات من الطعام الذي يتناوله الفرد فيحلل الجسم الطعام لكتل من الطاقة الصالحة للاستعمال والتي تدعى ثلاثي أيدونوسين الفوسفات (Adenosine Triphosphate) ويعطى مختصر (ATP) وهو المصدر المباشر لطاقة التقلص العضلي الجسم يوفر (ATP) للتقلص العضلي من خلال ثلاث أنظمة للطاقة والتي تقع ضمن الألياف العضلية علما بأن استخدام نظام الطاقة يرتبط بشدو وزمن النشاط أو الفعالية.

نظام الطاقة (ATP-PC) الذي لا يتطلب الأوكسجين لإنتاج الطاقة و يظهر في الفعاليات بالحد الأقصى أو فوق الحد الأقصى من الشدة والتي تنتهي حتى (20-30) ثانية وكلما حدث يقدم في الفعالية فإن نظام الطاقة يقدم نسبة صغيرة من الطاقة الكلية ويستخدم هذا النظام أثناء الانتقال من فترة الراحة لفترة ممارسة الفعالية وأيضا أثناء الانتقال من شدة تمرين واحد لكثافة تمرين آخر عالي الشدة وإن فترة 30 ثانية إلى 3 دقيقة هي ما يحتاجه هذا النظام لإعادة إنعاشه بالطاقة وعلى أي حال وخلال التمارين الهوائية يمكن إعادة خزن احتياطي (ATP-PC) نظام الطاقة (Anaerobic Glycolysis) الذي يستخدم مخزون الكلوكوز لإنتاج الطاقة من دون الأوكسجين وحالما يبدأ النظام الأول بالتغذية بعد 10 ثواني فإن عملية أخرى تبدأ وتدعى (Anaerobic Glycolysis) وهي المصدر الأولي للفعاليات التي تبدأ ب (30) ثانية إلى (3) دقيقة ويستمر هذا النظام على تجهيز الطاقة خلال الأداء الذي ينتهي حتى 10 دقيقة

فيقوم النظام بتحليل مخزون كلايوجين الكبد والعضلات من دون حاجة لظهور الأوكسجين فيكون من نتاج هذا النظام ما يعرف بالحمض اللبني. نظام الطاقة (Aerobic Glycolysis) الذي يستخدم كلايوجين العضلة لإنتاج الطاقة بحضور الأوكسجين فبعد ثلاث دقائق من النشاط أو التمرين يكون نظام الطاقة (Aerobic Glycolysis) المسيطر فينتج الطاقة عن طريق تحليل مخزون الكلايوجين في العضلات والكبد ولكن هذه المرة بحضور الأوكسجين وبسبب حضور الأوكسجين عند عمل هذا النظام فلا يكون هناك بناء للحمض اللبني علما بأن هذا النظام لا ينتج طاقة بسرعة عالية مقارنة بالنظام الأول (ATP-PC) أو الثاني (Anaerobic Glycolysis) ولهذا فإن شدة التمارين لا تكون عالية فتكون للنظام القدرة على إنتاج الطاقة لساعة أخرى أو أكثر.

وقت الفعالية	شدة الفعالية	نظام الطاقة الأولي
0-6 ثانية	شديد جدا	Phosphagen
6-30 ثانية	شديد	Phosphagen & Anaerobic Glycolysis
30 ثا- 2 دقيقة	ثقل	Anaerobic Glycolysis
2-3 دقيقة	متوسط	Anaerobic Glycolysis
3 دقيقة	خفيف	Oxidative System

نظام الطاقة (Oxidative Phosphorylation) الذي يستخدم مخزون الدهون في الجسم لإنتاج الطاقة وبحضور الأوكسجين ويظهر خلال الفعاليات طويلة الزمن وذات الشدة المتوسطة إلى الواطنة فهذا النظام يحل محل مخزون الجسم من الدهون لتجهيز العضلات العملة بالطاقة وحال ما تقل شدة التمارين فإن الجسم يبدأ بالاعتماد بشكل أكبر على هذا النظام الذي يمكن أن يثدم عمليا تجهيزات غير محدودة من الطاقة ففعاليات مثل الركض عبر الحقول أو السباحة أو كرة القدم أو تعتمد كثيرا على هذا النظام ومع أن السرعة والقدرة تعتبر من الحقائق المحددة لتحقيق الفوز والخسارة فإنه يجب الانتباه لتحسين كلا جهازي الطاقة للوصول للإنجاز المطلوب.

الشدة هي التي تقرر نوع النظام يوضح الجدول أدناه بأن الأنظمة الثلاثة نشطة في أي وقت معين ولكن طبقا لشدة وزمن الفعالية مما يجعل مختلف الأنظمة مما يجعل الأنظمة الأولية تحت الضغط ففعاليات الشدة العالي والفترة الزمنية القصيرة تضغط جهاز الطاقة الأول (ATP-PC) وحال هبوط الشدة قليلا وزيادة الزمن يظهر نظام الطاقة الثاني (Glycolysis) ومن ثم وحال استمرار الشدة

على الهبوط والاستمرار على زيادة الزمن يتدخل نظام الطاقة الثالث (Aerobic System) من المهم جدا عند استخدام الجدول أدناه الإشارة إلى المصدر الذي أُستل منه وهو كتاب سجل السرعة الحاسمة ومؤلفه السيد (مارك ستراسر) المدرب المحترف للقوة واللياقة البدنية لمنحه استحقاله الفكري علما بأن الكتاب موضوع تحت الطلب لأنه نسخة الكترونية.

الفعالية	Phosphagen system	Anaerobic glycolysis	Aerobic metabolism
رمي السهام	عالي	واطئ	
كرة القاعدة	عالي	واطئ	
كرة السلة	عالي	معتدل-متوسط	واطئ
القفز للماء	عالي	واطئ	
المبارزة	عالي	متوسط	
العاب الساحة	عالي		
الهوكي	عالي	متوسط	متوسط
كرة القدم الأمريكية	عالي	متوسط	واطئ
الجمناستيك	عالي	متوسط	
هوكي الجليد	عالي	متوسط	متوسط
Lacrosse	عالي	متوسط	متوسط
الكرة الناعمة	عالي	واطئ	
كرة القدم	عالي	متوسط	عالي
سباحة وركض سريع	عالي	متوسط	
السباحة / مسافة	عالي	متوسط-عالي	متوسط-عالي
التنس	عالي	واطئ	

ساحة/ سرعة	عالي	متوسط عالي	
ساحة/ مسافة		متوسط	عالي
كرة الطائرة	عالي	متوسط	

الجدول (2) المتطلبات الأيضية الأولية لمختلف الفعاليات الرياضية