الفصل الرابع

تحليل استهلاك الطاقة خلال التدريب

نوع التدريب ومصدر الطاقة للعضلة:

سبق وأن بيّنا بأن مصدر الطاقة في العضلة يمكن أن يكون هوائياً أو لاهوائياً وذلك حسب طرق إعادة بناء فوسفات الأدينوزين.

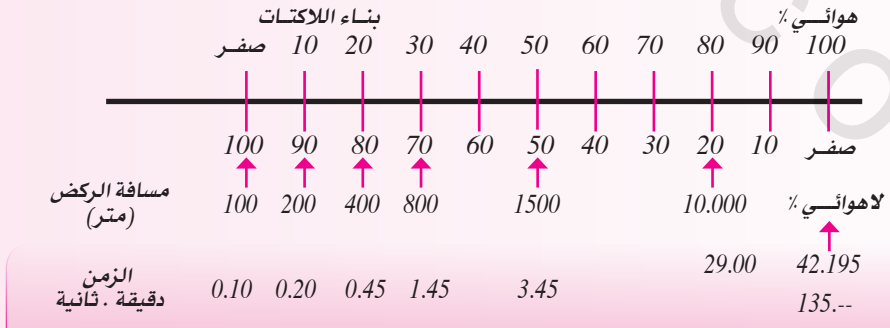
والسؤال الذي يمكن أن يُطرح هو: بأي من الطريقتين تحصل العضلة على الطاقة؟ ..

متى يحصل الطريق اللاهوائي .. ومتى يحصل الطريق الهوائي؟

إن الجواب على هذا السؤال يتوقف على معرفة نوع الإجهاد (شدته ومدة مطاولته).

تستطيع أن تكون فكرة واضحة عن علاقة الإجهاد بمصدر الطاقة، (الشكل رقم ٢٣). عند أول حركة للعضلة ستظهر الحاجة إلى كمية من ثلاثي فوسفات الأدينوزين.

الشكل (٢٣) المعطيات هي عند الركض بأسرع ما يمكن حسب ماهو واضح من المسافة والمدة الزمنية



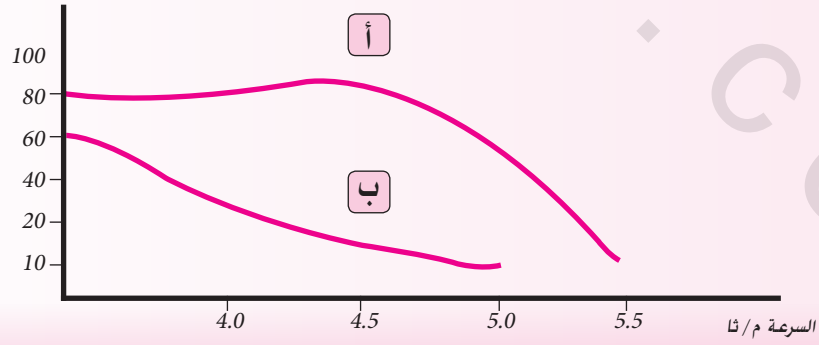
في الثواني الأولى، تكون الحاجة كبيرة لثلاثي فوسفات الأدينوزين، وسوف يتم تعويض هذه الحاجة بطريق لاهوائي (انظر الشكل ٢٣ – الجهة اليسرى) حيث تحصل عملية تحلل كلايكولي سريعة بطريق لاهوائي لغرض بناء ثلاثي فوسفات الأدينوزين.

تستمر هذه العملية في البداية وتكون هي الطاغية. ثم تبرز تدريجياً الطرق الهوائية، أي طرق الأكسدة المصحوبة بالفسفرة، ومن ثم تطغي هذه الطرق التأكسدية وتقوم بتغطية حاجة العضلة للطاقة وذلك عند استمرار الإجهاد، بحيث تحصل حالة من التوازن – أي توازن بين مقدار ما يستهلك وما يعاد بناؤه من ثلاثي فوسفات الأدينوزين بالطريق الهوائي –. وفي هذا الطور ستحصل أكسدة للاكتات التي تكونت في بداية الإجهاد نتيجة للتحلل الكلايكولي اللاهوائي. وعلى هذا فسوف يتناقص مستوى اللاكتات في الدم من جديد.

إن المصدر الغذائي الأولى لعملية الأكسدة هذه هو الكلايكوجين، وعند الاستمرار في الإجهاد سوف لا يقتصر مصدر الطاقة على الكلايكوجين السهل الاستخدام، وإنما على ما يحويه الدم من الحوامض الشحمية الحرة والكلوكوز بعد أن تنتقل إلى خلية العضلة. أما البروتينات والحوامض الأمينية فلا تعتبر مصادر مباشرة رئيسة لطاقة.

والخط البياني التالي يمثل عملية أيض الشحوم لغرض الحصول على الطاقة لركض بسرعات مختلفة عند : أ- شخص مدرب تدريباً جيداً، ب - شخص غير مدرب. (الشكل ٢٤).

الشكل (٢٤) عملية أيض الشحوم لغرض الحصول على الطاقة للجري بسرعة مختلفة عند :
أ – شخص مدرب تدريباً جيداً ، ب – شخص غير مدرب



جدول رقم (٩)

يبين انتاج الطاقة عند الأشكال المختلفة من الإجهاد

نـــوع الاجهـــاد	الفترة الزمنية لاستمراره	حامل الطاقة	بناء اللاكتات
١ـ اجهاد القوة المميزة بالسرعة	١٥ – ٢٠ ثا ٥٠ ثا	ATP فوسفـات الكريـــاتين كاربوهيدرات (تحلل كلايكولي)	ـ ++
٢ـ اجهاد يستمر لفترة قصيرة	٥٠ ثا – ٢ د.	كاربوهيدرات (تحلل كلايكولي)	++
٣ـ اجهاد يستمر لفترة متوسطة	٢ – ١١ د.	الغـالـــب كاربـوهيـــــدرات	+
٤ـ اجهاد يستمر لفترة طويلة	١١ – ٦٠ د.	كاربـوهيـــدرات وشحـــــوم	ـ
٥ـ اجهاد يستمر لفترة طويلة جدا	٦٠ د.	الغالب شحوم مع أجسام كيتونية	ـ

يلاحظ أن في الثواني الأولى لإجهاد القوة المميزة بالسرعة لا يحصل بناء لاكتات على الرغم من طغيان الطريق اللاهوائي. حيث تحصل الطاقة، أو تمول على حساب ثلاثي فوسفات الأدينوزين المخزون في العضلة، ولكن عند استمرار الإجهاد تبرز الحاجة إلى مصدر جديد لبناء ثلاثي فوسفات الأدينوزين. ويكون عادة التحلل الكلايكولي اللاهوائي هو المصدر في البداية ، ولهذا نلاحظ ارتفاع مستوى اللاكتات في الدم.

ثم يبرز الطريق التأكسدي كلما طالت فترة الإجهاد، ويزداد الاعتماد على أيض الكاربوهيدرات ثم الشحوم بالطريق الهوائي وهذا بالطبع لا يكون مصحوباً بازدياد اللاكتات في الدم لأن هذه الأخيرة ستحرق بوجود الأوكسجين.

من كل هذا نستطيع أن نستنتج أن العمليات الكيميائية التي تحصل في العضلة عند نشاطها (من تحلل وإعادة بناء لثلاثي فوسفات الأدينوزين، إلى عمليات أيض ... الخ) تكون مرتبطة ارتباطاً وثيقاً بنوع الاجهاد ومدة مطاولته.

والواقع أن ليس مصدر الطاقة فقط يكون متعلقاً بنوع التدريبات ، وإنما كل التغيرات الكيميائية التي تحصل في الأعضاء تختلف بطبيعتها وشدتها بنوع التدريب وطبيعة التمرينات.

علاقة تغيرات استهلاك الطاقة باختلاف نوع التدريب :

لقد لاحظنا أن طبيعة مصدر الطاقة في الأعضاء تختلف باختلاف نوع التدريب ، وبالتالي تختلف باختلاف التمارين البدنية.

فالتمارين الرياضية تكون قليلة الشبه فيما بينها. وتختلف أو تتباين عن بعضها البعض من ناحية انتظام الوظائف الفسيولوجية تبايناً كبيراً.

فالعمل الذي يؤديه الراكض مثلاً يختلف عن ذلك الذي يؤديه المصارع أو الملاكم ، وحتى التمارين التي هي من نفس الصنف والتي تكون طبيعتها متقاربة، كالركض مثلا: فركض المسافات القصيرة يختلف عن الماراثون من حيث المطاولة والجهد المبذول.

ونتيجة لهذا الاختلاف في الجهد والمطاولة وانتظام الوظائف الفسيولوجية ستبرز اختلافات في تغيرات استهلاك الطاقة.

حيث نرى من الجدول أن هناك اختلافاً في التغيرات الكيميائية التي تحصل عند ممارسة التمارين ذات المطاولة والتي تستمر لمدة طويلة عن تلك التغيرات التي تحصل بسبب ممارسة التمارين العنيفة أو شبه العنيفة والتي تستمر لمدة قصيرة.

ففي الجدول رقم (١٠) مثلاً ترى أن النقص النسبي في الأوكسجين سيقل، وتزداد كمية الأوكسجين التي تحصل عليها الأعضاء كلما ازدادت فترة أداء التمرين ، وكذلك ارتفاع كمية حامض اللبنيك في الدم (غير واضح أو غير مبين في الجدول) تتناقص هي الأخرى كلما كانت الفترة طويلة. وهكذا نرى أنه كلما طالت الفترة كلما تحسنت الطرق الهوائية التأكسدية (خاصة بالنسبة للأشخاص المدربين) ، وكلما كانت عملية التحلل الكلايكولي (الطرق اللاهوائية) أقل.

جدول رقم (١٠)

يبين التغيرات البايوكيميائية في العضلة نتيجة تأثير الأنواع المختلفة والمنتظمة من التمارين

نـــوع التدريـــب	فوسفات الكلايكوجين الكرياتين	شـــدة عمليـــة التحـلل	المايوكلـوبين الكلايكـولي	أكتومايســين شـدة أخـذ	الأوكسجـين	
١- تدريب مع إجهاد مستمر لفترة طويلة	٥٦	١٥٣	٣٧	٦٠	٣	٤٤
٢- تدريب مع إجهاد عنيف لفترة قصيرة	١٦٨	٧٠	٨٢	٢٤	١٣	٤٠
٣- كما في رقم ٢ مع رفع ثقل ٥٠ غم من بداية التدريب وحتى ٣٣٠ غم في نهايته	١٥٠	١٥٠	٧٤	٤٠	٣٧	٢٠

الجدول يبين التبدلات البايوكيميائية في العضلة نتيجة تأثير الأنواع المختلفة والمنتظمة من التمارين (محسوبة على أساس النسبة المئوية في حيوانات غير مدربة) . كمثال على المجموعة الأولى : التزحلق على الجليد، ألعاب القوى، سباق الدراجات في الشوارع، وكل أنواع التمارين التي يستمر فيها الإجهاد لمدة طويلة.

علاقة تغيرات استهلاك الطاقة بمستوى التدريب :

لقد لاحظنا سابقاً أن هناك علاقة وثيقة بين تغيرات استهلاك الطاقة التي تحصل في الأعضاء وبين نوع التدريب.

كما أن الحقائق العلمية تشير وتؤكد وجود علاقة بين التغيرات البايوكيميائية وبين مستوى التدريب.

حيث إن التغيرات الكيميائية تكون أكثر ملاءمة عند تحسن ظروف التدريب ، وارتفاع درجة استعداد الرياضي.

فراكض المسافات القصيرة مثلاً يعاني من نقص شديد في كمية الأوكسجين التي تحتاجها الأعضاء المختلفة، وهو مضطر بالتالي إلى الاعتماد على الطريق اللاهوائي للحصول على الطاقة اللازمة (التحلل الكلايكولي في عملية إعادة بناء ثلاثي فوسفات الأدينوزين).

إن هذا الطريق (اللاهوائي ممكن تحسينه وتقويته عن طريق التدريب ، وهنا تبرز حقيقة مهمة: فعند الأشخاص غير المدربين تدريباً كافياً في الركض للمسافات القصيرة (١٠٠ م مثلا) ستزداد عندهم كمية حامض اللبنيك في الدم زيادة كبيرة في

obeikandl.com

بداية التدريب ، وخلال عملية التدريب أيضاً . ولكن ترى أن هذه الكمية تهبط عندما يصل التدريب إلى مستوى جيد وعال. (جدول رقم ١١) ، وهذا يمكن تفسيره بأن الإمكانيات أو الطرق اللاهوائية في إعادة بناء ثلاثي فوسفات الأدينوزين تتم أولا عن طريق التحلل الكلايكولي (تحت تأثير التدريب) ، وهذا سبب ارتفاع نسبة حامض اللبنيك العالي. وبعد ذلك - أي بعد التمرين الجيد - يأخذ طريقاً آخر إضافة إلى التحلل الكلايكولي ، حيث تتم إعادة بناء ثلاثي فوسفات الأدينوزين عند الرياضيين المدربين تدريباً جيداً على حساب التحلل الكلايكولي، وعلى حساب فوسفات الكرياتين، وهذا ما يفسر نقصان حامض اللبنيك *Lactic acid* عند ركض ١٠٠ متر (على الرغم من الارتفاع النسبي لنقص الأوكسجين) عند الأشخاص المدربين قياساً بالأشخاص غير المدربين (انظر جدول رقم ١١) .

جدول رقم (١١)

يبين تغير القيم النسبية لنقص الأوكسجين وكمية حامض اللبنيك في الدم بسبب التدريبات الرياضية المختلفة

كما يبين علاقة التغيرات الكيميائية من حيث شدتها وطبيعتها بدرجة الاستعداد لأداء تمرين أي بمستوى التدريب

نوع الرياضة	النقص النسبي لكمية الأوكسجين (محسوبة على أساس ٪ للحاجة من الأوكسجين)		ارتفاع نسبة اللبنيك ملغم ٪		
	في بداية التدريب	خلال التدريب	في بداية التدريب	خلال التدريب	عند الوصول إلى أعلى استعداد
١- ركض	٨٨	٨٩,٣	+ ١٢٣	+ ١٥٧	+ ٩١
٢- التزحلق للمسافات الطويلة - ١٥ كم	٣٨	٣٠	+ ٤٥	+ ٢٨	—
٣- سباق الزوارق للفرد الواحد ١٠٠٠ م	٥٠	٢٠	+ ٨٤	+ ٣٢	—

من كل ما تقدم نستطيع أن نستنتج أن التغيرات البايوكيميائية في الأعضاء تختلف باختلاف: أ- نوع التدريب . ب - مستوى التدريب .

هذا يعني أن التدريب يقود إلى نوع من التكيف أو الملائمة البايوكيميائية للأعضاء. ولكن ما هي طبيعة هذا التكيف؟

إن كل نوع من أنواع التدريب يقود إلى تغيرات بايوكيميائية في الأعضاء تختلف كماً ونوعاً عن التدريب الآخر.

فالتكيف إذن ليس مطلقاً وإنما موجهاً، ويحصل وفقاً لنوع ومستوى التدريب، إذا كان التدريب يهدف إلى زيادة سرعة الرياضي في ركض ١٠٠ م مثلاً، فعليه (أي على التدريب) ومن وجهة النظر الكيميائية أن يحقق تقوية واستعداد الأعضاء لاستخدام الطرق اللاهوائية في تجهيز الطاقة المطلوبة.

أما إذا كان هدف التدريب هو التحمل (كما في المارثون مثلا) فينبغي تدريب الأعضاء لكي تتكيف على تحقيق الموازنة البايوكيميائية ، والاستعانة بالطريق الهوائي التأكسدي لأجل تحقيق هذا الهدف. والسؤال الذي يمكن أن يبرز الآن هو: هل يمكن الوصول إلى هذه الأهداف أي تكييف وملائمة أعضاء الجسم لهذا الغرض أو ذاك - عن طريق التدريب ؟

لغرض الإجابة على هذا السؤال يكون من الأفضل الاستعانة ببعض التجارب التي أجريت على الحيوان وعلى الإنسان. وقبل مناقشة هذه التجارب يكون من الأفضل تقسيم أنواع التدريب بشكل عام إلى الأقسام الثلاثة التالية:

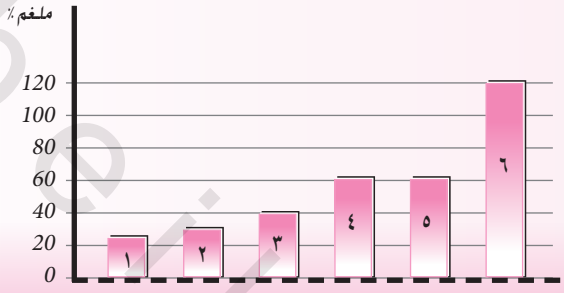
(١) التدريب على زيادة السرعة ويشمل عادة إجهادات عنيفة أو شبه عنيفة تستمر لفترة قصيرة، كما في ركض ١٠٠ م مثلا.

(٢) التدريب على التحمل المستمر ويشمل عادة إجهادات معتدلة (أقل عنفاً من السابقة) ولكنها تستمر لمدة طويلة كما في الماراثون مثلا .

(٣) تدريبات القوة. وهي التدريبات التي تهدف إلى زيادة قوة الرياضي لغرض التمكن من أداء تمارين القوة بسهولة.

إن التغيرات البايوكيميائية التي تحصل في أعضاء وأجهزة الرياضيين التي تمثل الأصناف الثلاثة السابقة تختلف من الواحد إلى الآخر ، إذا قاموا بأداء شغل ذي جهد قياسي متساوٍ ، ومن نفس النوع. (الشكل رقم ٢٥، الشكل رقم ٢٦) .

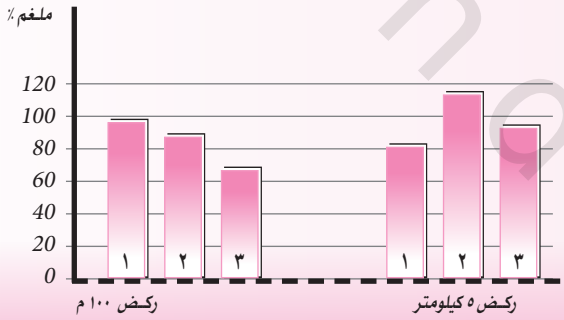
الشكل (٢٥) يمثل كمية اللاكتات فى الدم عند رياضيين يمثلون ألعاباً مختلفة بعد إجرائهم تدريب ذي إجهاد على الأجهزة المختبرية الخاصة (Erogomeier) .



حيث يظهر في الشكل :

١ – راكض للمسافات الطويلة
٢ – متسابق دراجات
٣ – راكض للمسافات المتوسطة
٤ –لاعب كرة سلة
٥ – لاعب كرة طائرة
٦ – شخص غير متدرب

الشكل (٢٦) في هذا الشكل يظهر تبدل كمية اللاكتات في الدم تحت تأثير ركض ١٠٠ م وركض ٥ كيلومترات من قبل رياضيين مدربين باتجاهات مختلفة .



١ – الأول مدرب على الطاولة المستمرة
٢ – الثاني مدرب على تمارين القوى
٣ – الثالث مدرب على زيادة السرعة

يلاحظ من الشكل، أن الشخص الثاني تكون نسبة اللاكتات عالية في دمه نسبياً في كل الأحوال. والسبب أن اتجاه تدريبه يختلف عن طبيعة التمرين المطلوب أداؤه (وهو الركض في هذه الحالة). كما نرى أيضاً من الشكل أن اللاكتات تكون على أقل ما يمكن في دم الرياضي المدرب على تمارين السرعة عند ركض ١٠٠ م ، بينما تكون على أكبر ما يمكن في دم الرياضي المدرب على التحمل المستمر.

إن هذه التجارب تؤكد الحقيقة السابقة التي ذكرناها التي تؤكد بأن هناك تكيفاً نوعياً وليس مطلقاً للأعضاء البدنية (نتيجة للتدريب) يسببها اختلاف هدف واتجاه التدريب.

obeikandi.com

وعلى أية حال فالتكيف (أي تكيف أعضاء الجسم) لكل نوع من أنواع التدريب يؤدي أيضاً – وبهذا الشكل أو ذاك – إلى زيادة استعداد الجسم أو الأعضاء للأنواع الأخرى من التدريب.

إن ظاهرة التكيف النوعي هذه لا تقتصر على الإنسان فقط وإنما تتعداه إلى عالم الحيوان. فقد أكدت التجارب التي أجريت على عضلات حيوانات مختلفة وعلى العضلات للحيوان الواحد التي تؤدي أعمالاً ذات صفات مختلفة، أكدت وجود تكيفات نوعية.

ومن الملاحظات المألوفة في عالم الحيوان هي التكيفات الحركية ، فهنالك تكيفات حركية في اتجاهات مختلفة عند هذا الصنف أو ذاك ، فبعضها عندها القابلية على الركض السريع، والأخرى على التحمل .. وهكذا .

إن هذه التكيفات اكتسبتها الحيوانات نتيجة لظروف حياتها ومعيشتها عبر الأجيال المختلفة حيث حصل نوع من التدريب أدى إلى التكيف النوعي الخاص، فخيول السباق مثلا تمتاز بالسرعة، بينما الخيول التي تستخدم لسحب العربات تمتاز بالقوة. وكمثال آخر كلاب الصيد وكلاب الحراسة.

عند إجراء فحص لعضلات حيوان يمتاز بسرعة الحركة وآخر بطئ، وجد أن كمية فوسفات الكرياتين أعلى في الأول ، كما أن شدة التحلل الكلايكولي في عضلات الأول هي الأخرى أكبر. ولكن عضلات الحيوان الثاني البطئ نسبياً والقادر على التحمل، تمتاز بارتفاع كمية الاحتياطي من الكلايكوجين والليبيدات.

كما أنه من المفيد أن نذكر هنا أن مورفولوجية العضلات تختلف تبعاً لوظيفتها ولنوع الإجهاد الذي تتعرض له ، فنفس العضلة يمكن أن تختلف في مورفولوجيتها من حيوان لآخر، إذا كان كل منهما يؤدي حركات تختلف عن الحركات التي يؤديها الآخر. إن هذه الاختلافات التشريحية لا تكون نتيجة للتطور فقط بسبب جنس الحيوان أو نوعه، وإنما أيضاً خلال الحياة الخاصة لذلك الحيوان ، ومن الأمثلة المعروفة في هذا المجال هو فقدان ذراع أو ساق عند الإنسان أو الحيوان ، فإن هذا الفقدان قد يؤدي إلى قوة عضلات الذراع أو الساق الأخرى، نظراً لأنها مضطرة للتعويض عن المفقودة ، وهذا يؤدي إلى تكيف جديد لعضلاتها لتأدية وظائف إضافية.

كذلك هي الحال بالنسبة للعضلات المختلفة للحيوان الواحد، فهي بصورة عامة لا تؤدي نفس العمل ، فهنالك من العضلات التي تعمل باستمرار وبدون توقف أو راحة ، ما دام الحيوان أو الإنسان على قيد الحياة ، فعضلة القلب مثلاً أو الحجاب الحاجز أو العضلات المشتركة في عملية التنفس : الشهيق والزفير (وهي العضلات التي تقع في الصدر والبطن وبين الضلوع وتساعد على عمليتي الشهيق والزفير) ، كل هذه العضلات تعمل بدون توقف و راحة ما دام الحيوان على قيد الحياة ، مثل هذه العضلات تتميز بأن لها القابلية الكبيرة على التحمل، وتمتاز بالثبات النسبي للتغيرات الكيميائية، حيث هناك حالة توازن عالية، تمتاز بها هذه العضلات.

كما أن عضلات الأطراف السفلى والعليا تمتاز بقابليتها الكبيرة للتحول من حالة السكون إلى أقصى حالات النشاط. كما تتميز عضلات الأطراف السفلى أو عضلات الظهر بأن لها قوة وتحمل أكبر من تلك التي تمتلكها عضلات الساعد، كما أن لهذه الأخيرة قابلية أكبر لأداء الحركة السريعة .. وهكذا .

إن هذا الاختلاف الوظيفي يصحبه خواص بايوكيميائية متميزة ، فالعضلات المسؤولة عن تأدية الوظائف تتطلب الانتقال السريع من حالات الهدوء النسبية إلى النشاط الفعال مثلا، تتميز بأن لها قابلية كبيرة على إعادة البناء بالطريق اللاهوائي لمركبات الفسفور الغنية بالطاقة ، كما تمتاز بأعلى فعالية وأعلى نشاط لأنزيمات الـ ATP ase ، وبكونها تمتلك خاصية تنظيم كبيرة للحامضية (BUFFER CAPACITY) ، أما العضلات التي تقوم بتأدية العمليات المستمرة التي تحتاج إلى تحمل ، فتتميز على عكس العضلات السابقة، بقابليتها الكبيرة على أخذ الأوكسجين ، كما تمتاز بنشاط عالٍ للأنزيمات المسؤولة عن عمليات الأيض (الميتابوليزم) المصحوبة بالأكسدة ، كما إن العضلات التي تؤدي أعمال القوة فتتميز باحتوائها على أكبر كمية من المايوسين وفعالية عالية.

كل هذه المعطيات تؤكد وتؤيد الفرضية السابقة والتي تتلخص بوجود تكيف نوعي Specific Adaptation للأعضاء ونظامها العضلي المسؤول عن الفعاليات الحركية، كما أنها تتيح لهذه العضلات أن تتميز بخاصيات بايوكيميائية معينة لتؤدي الوظائف المختلفة، كالسرعة والقوة والتحمل، انظر (الجدول رقم ١٢) .

جدول رقم (١٢)

يبين أعلى قيم للتغيرات البايوكيميائية في العضلات

(محسوبة على أساس النسبة المئوية ٪ عند الحيوانات غير المدربة)

تحت تأثير التدريبات المنتظمة المختلفة السمات

المقياس البايوكيميائي	تدريبات مختلفة من الأنواع التالية		
	اجهاد مستمر ذو شدة متوسطة	اجهاد سريع مع شدة كبيرة	اجهادات القوة السريعة
ATP	+ –	+ –	+ –
فوسفات الكرياتين	+ ١٢	+ ٥٨	+ ٧٠
كلايكوجين	+ ٨٠	+ ٧٠	+ ٨٠
شدة التحلل الكلايكولي	+ ١٠	+ ٥٦	+ ٥٠
شدة التنفس	+ ٥٣	+ ٤٥	+ ٤٨
مايكلوبين	+ ٤٠	+ ٥٨	+ ٧٠
مايوسين	+ –	+ ١٨	+ ٦٠
ATP ase	+ ٣	+ ١٨	+ ٦٠

عضلة القلب والمخ:

إن التغيرات البايوكيميائية التي تحصل في عضلة القلب بسبب إجراء تمرين عنيف ولمدة قصيرة (إجهاد عنيف يستمر لفترة قصيرة) وآخر معتدل مع تحمل (يستمر لفترة طويلة) ويمكن تلخيصها بما يلي:

عند أداء تمرين ذي تحمل، يزداد امتصاص عضلة القلب للكلوكوز من الدم بشكل واضح. بينما في حالة تدريب على إجهاد عنيف وسريع نلاحظ احتواء عضلة القلب على كمية عالية من الكلايكوجين، والمايوكلوبين. كما يزداد استهلاك عضلة القلب لحامض اللبنيك المأخوذ من الدم. أما فيما يتعلق بالتغيرات البايوكيميائية التي تحصل في المخ فيمكن تلخيصها بما يلي:

١) زيادة نشاط الأنزيمات التي تساعد وتساهم في العمليات الهوائية.

٢) اتساع خواص البفر (BUFFER capacity) في نسيج المخ تكون أعلى بشكل واضح عند إجراء تدريبات ذات إجهاد سريع، وأقل عند إجراء تدريبات التحمل.

إن هذا يبين أن التكيف البايوكيميائي هو ليس فقط للنظام العضلي، وإنما لبقية الأعضاء الأخرى أيضاً. وأن هذا التكيف للأعضاء بسبب التدريبات المختلفة هو ليس مطلقاً وليس واحداً لكل أنواع التدريب، وإنما ملاءمة وتكيفاً لنوع معين وخاص من التدريب. ويمكن القول أن هذه التغيرات البايوكيميائية هي نوعية وخاصة تعتمد على صفة وخاصية الإجهاد التدريبي.

أسس تحليل الطاقة للصفات البدنية:

إن أسس تحليل استهلاك الطاقة للقوة العضلية يكمن في تركيب بروتين العضلة بالدرجة الأولى، وخاصة ذلك الجزء من البروتين المسمى بالمايوسين Myosin ، وكذلك في فعالية الـ ATP ase ، وما يترتب على ذلك من ارتفاع في قابلية الأعضاء للتأهب السريع في تحويل الطاقة الكيميائية لثلاثي فوسفات الأدينوزين إلى طاقة ميكانيكية ضرورية لتقلص وتمدد العضلات.

إن قدرة العضلة على التقلص والتمدد وقابليتها على إخضاع وتطويع المقاومة تكون كبيرة كلما كانت كتلتها كبيرة ، وهذا يعني كلما تكون كمية البروتين في تركيبها كبيرة.

كما أن الأسس البايوكيميائية للسرعة مرتبطة هي الأخرى بفعالية الـ ATP ase للمايوسين. وهذا يعني أنها مرتبطة بسرعة التأهب لتحويل الطاقة الكيميائية إلى طاقة ميكانيكية. ولكن عند إجراء أغلب التمارين الرياضية لا يمكن التفكير بالسرعة فقط دون تحمل هذه السرعة ، وبالتالي لا يمكن فصلها عن قابلية العضلة لأداء عمليات التقلص

والتمدد السريعة والعنيفة في وقت مبكر (بدون تأخير). إن الأساس البايوكيميائي لهذه العملية مرتبطة بالقدرة الكامنة على أداء العمليات اللاهوائية كطريق لإعادة بناء المركبات الفوسفاتية الغنية بالطاقة، وبالتالي فالعملية تكون مرتبطة بمدى تكيف الأعضاء أو ملاءمة الأعضاء للعمل تحت ظروف نقص نسبي لكمية الأوكسجين اللازمة لأداء مثل هذا العمل، وهذا يعني العمل تحت ظروف لا هوائية نسبياً.

وأخيرًا .. فإن الأسس البايوكيميائية للتحمل في أداء عمل يستمر لفترة طويلة يتحقق من خلال القدرات الكامنة للأعضاء لإعادة بناء مركبات الفوسفات الغنية بالطاقة عن الطريق الهوائي والأكسدة (مشاركة الأوكسجين) ، وعن طريق القيمة الإجمالية للاحتياطي الذي تملكه الأعضاء من الطاقة (وبالدرجة الأولى كمية الاحتياطي من الكلايكوجين الموجود في الكبد وفي العضلة).

إن تطور خواص وصفات الفعاليات الحركية خلال عمليات التدريب تكون عادة مرتبطة بطبيعة التمارين البدنية. وهذه الواقعة تخضع إلى حقيقة أو موضوعية التكيف النوعي أو الملائمة البايوكيميائية النوعية للأعضاء.

فتمارين القوة مثلاً تُطَوِّرُ قبل كل شيء القدرة والقوة ، وتمارين السرعة تُطَوِّرُ القابلية على أداء الشغل بشكل سريع.

وتمارين التحمل هي الأخرى الغرض منها تطوير القدرة والقابلية على التحمل.

وعلى كل حال فإن التمارين المُوَجِّهة لغرض تطوير صفة معينة يمكن أن تؤدي حسب التصورات البايوكيميائية إلى تطوير صفات أخرى.

إن تطور خواص وصفات الفعالية الحركية مرتبط بتأثير عملية التدريب على تطوير النظام البايوكيميائي.

وفيما يلي نستعرض تأثير كل نوع من أنواع التدريب الثلاثة التي ذكرناها سابقاً على تطوير النظام البايوكيميائي للأعضاء.

أولاً: تدريبات الإجهادات العنيفة والسريعة

وهي كما ذكرنا سابقاً تدريبات تتميز بإجراء تمارين عنيفة تدوم لفترة قصيرة ، خلال هذه التدريبات تتم عادة إعادة بناء ثلاثي فوسفات الأدينوزين عن طريق لاهوائي بصورة رئيسة ، وخاصة في بداية التمرين ، وبناء على ذلك سيؤدي التدريب إلى تقوية هذا الطريق (الطريق اللاهوائي) ، كما سيحصل تكيف نوعي للأعضاء للعمل تحت ظروف نقص نسبي في كمية الأوكسجين.

openkanal.com

إن الطريق اللاهوائي في عمليات إعادة بناء ثلاثي فوسفات الأدينوزين يكون عادة أقل كفاءة من الطرق الهوائية التأكسدية، ولذلك فخلال هذا النوع من التدريب ستضعف عملية بناء البروتين ، حيث تكون كفة عملية هدم البروتين هي الراجحة ، أي أن كمية البروتين المستخدم تكون أكبر من تلك التي يعاد بناؤها، وبالتالي فستتناقص كميته في العضلة.

أما في طور الراحة فستزداد قوة عملية إعادة البناء .. إن ما يعاد بناؤه من البروتين في العضلة عند طور الراحة هو أكبر من الكمية التي استهلكت أثناء إجراء التمرين – حالة فرط التعويض – .

وبناء على ذلك فإن كمية البروتين في العضلة ستتجاوز المستوى الأصلي الذي كانت عليه قبل إجراء التمرين، وينتج عن ذلك كبر كتلة العضلة. إن زيادة البروتين في العضلة يعني زيادة المايوسين وبالتالي زيادة في فاعلية الـ ATP ase .

وواضح أن هذه التغيرات البايوكيميائية هي الأساس البايوكيميائي للقوة ؛ فالتدريب الموجه لغرض السرعة والتغلب على الإجهاد العنيف سيؤدي بشكل غير مباشر إلى زيادة القوة أيضاً. هذا من ناحية ، ومن ناحية أخرى فإن عملية إعادة بناء ثلاثي فوسفات الأدينوزين أثناء إجراء التمرين ستعوض بطرق هوائية تأكسدية في طور الراحة ، إن هذه الطرق الهوائية ستؤدي إلى الأكسدة المصحوبة بالفسفرة ، وكل هذا يؤدي إلى توسع في إمكانية الأعضاء على الاستفادة من الطريق الهوائي خلال عملية التدريب أيضاً ، الأمر الذي سيساعد على التحمل ؛ لأن هذا هو الأساس البايوكيميائي للتحمل.

وهكذا مرة أخرى .. نرى أن التدريب على تمارين السرعة يؤدي إلى تحسين الإمكانية على التحمل عند الرياضي إضافة للهدف الأصلي من التدريب.

فهذا التوافق يعني أن التمارين العنيفة والسريعة لا تؤدي إلى تطوير زيادة سرعة الرياضي فقط وإنما تطوير القوة والتحمل أيضاً.

تحليل استهلاك الطاقة لصفة القوة المميزة بالسرعة للرياضي وطرق تنميتها :

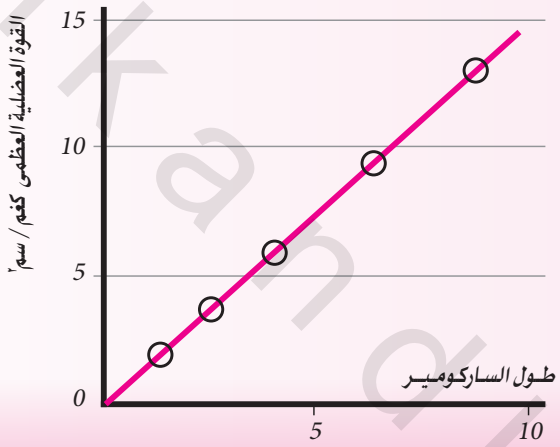
تعد القوة والسرعة أهم صفات « القوة المميزة بالسرعة » ويرتبط ظهورها بعدد من العوامل النفسية والفسلجية والبايوكيميائية والآلية الكيميائية.

يتم بلوغ القيم العظمى لمواصفات « القوة – السرعة » عندما تكون قوة الإرادة في أعلى درجاتها وهنا يتم بلوغ التهيج المثالي في المراكز الآلية والحفاظ على التردد الأعظم للزخم في المحركات الحسية التي يشارك من خلالها في العمل أكبر عدد من الوحدات الحركية ويعتمد ظهور مواصفات « القوة – السرعة » كثيراً على علاقة التقلص السريع أو البطئ للألياف في العضلات ومزايا التركيب وموقع الألياف العضلية بالنسبة لها، (ويعتمد هذا على مجموع القوة في نقاط ارتكاز نهايات الغضاريف العضلية بالعظام) وتنسيق الحركة.

إن ظهور القوة المميزة بالسرعة بمستوى وحدات حركية إنفرادية تتحدد من خلال الإيعازات على الغشاء الخارجي للألياف العضلية ، وسرعة إيصال الإيعاز الكهربائي من الغشاء الخارجي إلى الألياف العضلية.

إن العوامل الأساسية التي تحدد ظهور مواصفات القوة المميزة بالسرعة يمكن تحديدها من « العلاقات الأساسية » للعضلات ، وترسم أولى هذه العلاقات شروط ظهور القوة العضلية العظمى . (الشكل رقم ٢٧).

الشكل (٢٧) العلاقة بين القوة العضلية العظمى وطول الساركومير وكمية الزلال في الألياف العضلية



وتُظهر نتائج التجارب العملية التي أجريت لعضلات مختلفة في الإنسان والحيوان أن قيمة القوة العضلية العظمى تتناسب طردياً مع طول الساركومير أو طول الخيوط العضلية السميكة ، والتركيز الإجمالي للزلال الأكتيني الانقباضي في العضلات. وكما وردت الإشارة سابقاً ، فإن القوة التي تتنامى خلال عملية تفاعل الخيوط النشطة وخيوط المايوسين في الألياف العضلية تتناسب طردياً مع عدد الركائز العرضية المتكونة. وكلما كانت مساحة اتصال الألياف النشطة الرفيعة بألياف العضلين السميكة ضمن حدود الساركومير نفسه أكبر. كلما كانت القيمة العظمى للقوة التي تولدها العضلة أكبر ، وتتحدد المساحة القصوى الممكنة لالتصاق الخيوط من خلال طول خيوط المايوسين الغليظة، أو طول الساركومير الانفرادي. ولعل أطول ساركومير عثر عليه هو الساركومير الموجود في العضلات المادة (obturatorius).

obeikandi.com

إن بمقدور هذه العضلات أن تنمي قوة تتجاوز بمقدار ٦,٣ أضعاف القوة العضلية القصوى للإنسان، وتوجد أقصر الساركوميرات في عضلة الحشرات الطائرة.

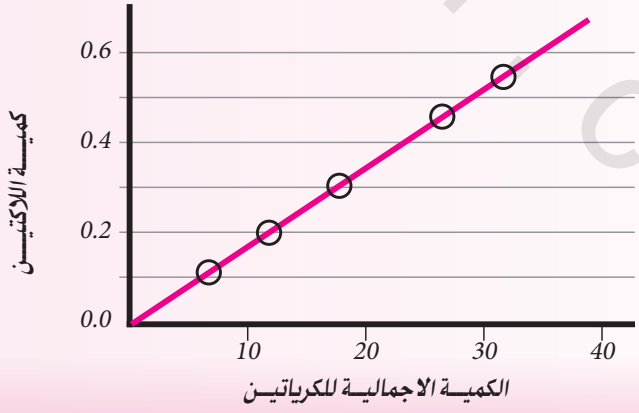
وتساوي القيمة النسبية العظمى لقوة هذه العضلات ثلاث مرات أقل مما هي عليه عند الإنسان ، ويساوي معدل طول الساركومير في العضلات الهيكلية للإنسان حوالي ١,٨ مايكرون ، أما طول خيوط المايوسين فيساوي مايكروناً واحداً تقريباً وتحتل عضلات الإنسان حسب قيمة القوة العظمى موقعاً متوسطاً .

إن طول الساركومير أو درجة بلمرة العضلين في الخيوط الغليظة للألياف العضلية أنه عامل وراثي، وهو يبقى دون تغير خلال عملية النمو الذاتي وكذلك في عملية التدريب.

إن الزلال الموجود في العضلات يتغير بصورة كبيرة في عملية النمو الذاتي تحت تأثير التدريب. إن طول الساركومير يمكن أن يجد اختلافاً واضحاً في الألياف العضلية من أنواع مختلفة ، وكذلك في العضلات ذات التوجه الوظيفي المختلف.

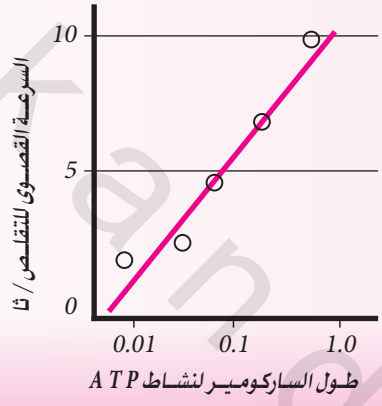
يوجد الأكتين في الألياف العضلية بعلاقة خطية مع الكمية الإجمالية للكرياتين (الشكل رقم ٢٨) ، إن كلا المؤشرين – كمية الأكتين والتركيز الإجمالي للكرياتين – يمكن أن يستخدم عند المراقبة لنمو القوة العضلية والتنبؤ بمستوى الإنجازات الرياضية في تمارين القوة المميزة بالسرعة.

الشكل (٢٨) العلاقة بين كمية زلال لاكتيني والكمية الإجمالية للكرياتين في العضلات الهيكلية

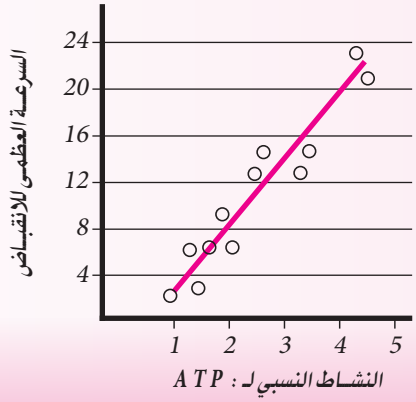


وترسم العلاقة الأساسية الثانية الصلة بين القيمة القصوى لسرعة تقلص العضلات وطول الساركومير وبين النشاط النسبي للعضلين ATP. ولعل أكبر سرعة للتقلص يمكن ملاحظتها في عضلات الحشرات الطائرة التي تضم في تركيبها أقصر ساركومير. (الشكل رقم ٢٩) ، أما أصغر سرعة فتلاحظ في العضلات المادة للحشرات إذ يلاحظ فيها أطول ساركومير، وتتناسب السرعة القصوى للتقلص طردياً مع النشاط النسبي لـ ATP (الشكل رقم ٣٠).

الشكل (٢٩) العلاقة بين السرعة العظمى لتقلص العضلة وطول الساركومير في نشاط ATP للألياف العضلية



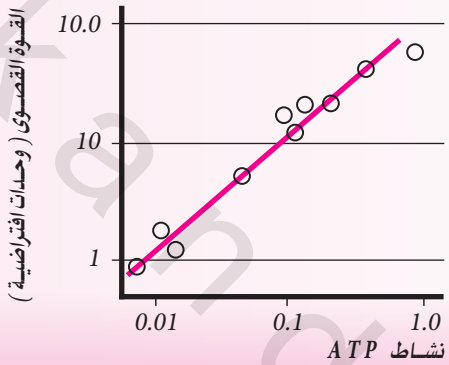
الشكل (٣٠) العلاقة بين السرعة القصوى لتقلص العضلات و نشاط ATP



وتختلف قيمة السرعة العظمى للتقلص بصورة كبيرة في الألياف العضلية للأنواع المختلفة، فهي مثلاً تكون في الألياف العضلية البيضاء ذات التقلص السريع أقل بحوالي أربع مرات مما هي عليه في الألياف الحمراء ذات التقلص البطئ وفي الحركات العفوية للإنسان.

المهم ليس هو ظهور القوة المعزولة أو سرعة التقلص وإنما التأثير المشترك لكليهما الذي يقوم حسب قيمة القدرة للقوة المتنامية ولما كانت القدرة تساوي حاصل ضرب القوة في السرعة، لذا فإنه يمكن الانطلاق من علاقات معروفة أصلاً للقوة وسرعة التقلص واستخراج العلاقة الأساسية الثالثة التي ترسم تغير القدرة عند تقلص العضلات (الشكل رقم ٣١).

الشكل (٣١) العلاقة بين القدرة القصوى التي تنميها العضلات وبين القيمة الإجمالية لنشاط ATP في العضلات



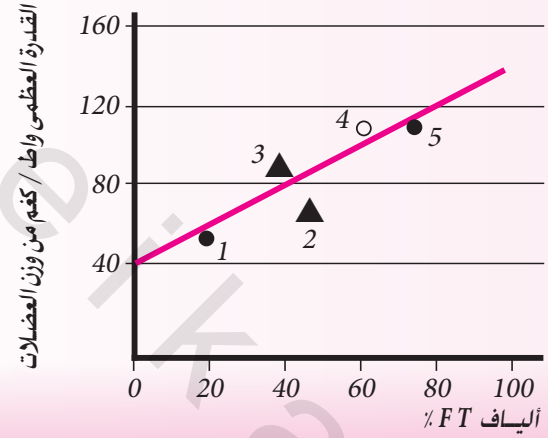
وتشكل القدرة التي تنميها العضلات حالة طردية للقيمة الإجمالية لنشاط ATP، أي السرعة الإجمالية لانشطار ATP.

إن قيمة القدرة العظمى، شأنها شأن السرعة العظمى للتقلص، تختلف كثيراً في الألياف العضلية المختلفة وتتغير بصورة كبيرة عند التكيف لنوع معين من النشاط الحركي، وتساوي القدرة في الألياف البيضاء سريعة التقلص ١٥٥ واطاً لكل كيلو غرام واحد من وزن العضلات وتساوي هذه القدرة في الألياف الحمراء بطيئة التقلص ٥٠ واطاً للكيلو غرام الواحد من وزن العضلات.

إن النشاط الإجمالي ATP يكون أكبر في الألياف البيضاء ذات التقلص الأسرع. وتبعاً لهذا (الشكل رقم ٣٢). فإن القدرة العظمى ستجد علاقة وثيقة مع نسبة وجودها في العضلات العاملة. إن عدائي الركض السريع تضم عضلات بطونهم (musculus gastrocnemins) أليافاً بيضاء سريعة التقلص ، نسبة مقدارها ٦٠ ٪ وبذلك يتجاوزون بصورة ملحوظة عدائي المسافات الطويلة في قيم القدرة العظمى (١٢٠ واط للكيلو غرام الواحد مقابل ٨٥ واط).

الشكل (٣٢) علاقة القدرة العظمى التى تنميها العضلات بالنسبة المئوية لوجود ألياف FT :

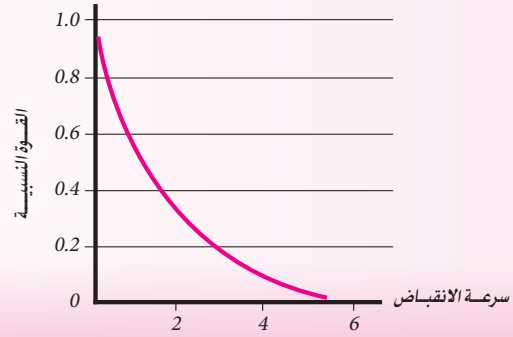
١ – هبوط الديناميكية
٢ – رقـابـــــة
٣ – جرى طويل
٤ – جرى قصيـر
٥ – قـفـــــز



إن نسبة الألياف البيضاء السريعة التقلص عند عدائي المسافات الطويلة تشكل في هذه العضلة نسبة مقدارها ٣٥ ٪.

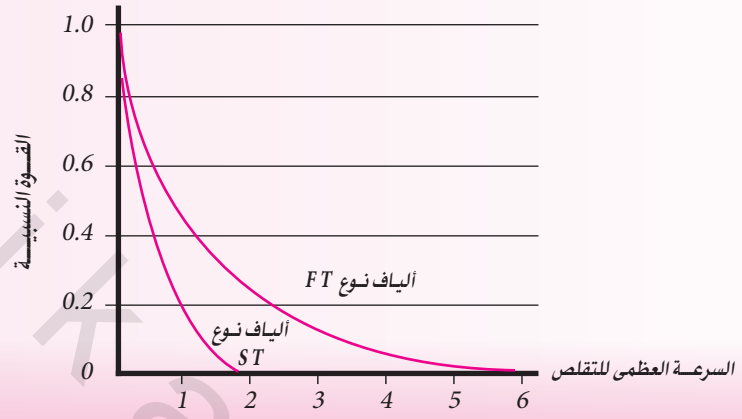
ويجب أن تستند إلى عدد من « العلاقات الأساسية » للعضلات علاقة يطلق عليها العلاقة الوصفية. وقد رسم (هيل) العلاقة بين قيمة القوة وسرعة التقلص (الشكل رقم ٣٣) وتشير هذه العلاقة إلى أن أكبر قيمة للسرعة تظهر في نظام متساوي القياس (isometric) حيث تساوي سرعة الانقباض.

الشكل (٣٣) العلاقة بين القوة وسرعة الانقباض فى الخلايا الهيكلية (علاقة هيل الوصفية)



openkanar.com

الشكل (٣٤) العلاقة بين القوة النسبية والسرعة العظمى للتقلص في العضلات التي تتكون من ألياف نوع FT ، ST (جون فولكلير وغيره ١٩٨٠)



أما أكبر سرعة للتقلص فإنها تتنامى عندما تساوي قيمة السرعة النسبية حوالي ٢,٠ من القيمة الذاتية العظمى للقوة المتساوية.

إن العلاقة الوصفية تصبح بدرجة متساوية للألياف سريعة التقلص، وكذلك الحمراء بطيئة التقلص (الشكل ٣٤).

وفي العضلات الهيكلية للإنسان تتراوح القيمة العظمى ضمن حدود ١٥ ولغاية ٣٠ نيوتن × ١٠م^{٢}، كما أن هذه القيمة لا يمكنها أن تجد اختلافات جوهرية في الألياف السريعة والبطيئة ، وفي الوقت نفسه فإن سرعة التقلص في الألياف البيضاء تكون بمقدار ٤ مرات أكبر من الحمراء. ولما كانت الألياف الحمراء والبيضاء في العضلات الهيكلية توجد بنسب معينة، فإن الصفات الانقباضية لهذه العضلات ستنسب إلى ذلك الجزء في منحنى العلاقة الوصفية المحصورة بين القيم الأخيرة للألياف الحمراء والبيضاء.

وانطلاقاً من العلاقة المرسومة بين قوة وسرعة التقلص العضلي تحدد المستلزمات الأساسية للتمارين الموجهة نحو تنمية مواصفات القوة المميزة بالسرعة.

فمثلاً عند تنمية إمكانيات القوة الذاتية (تحسين القوة العظمى للعضلات) فإن قيمة التغلب على المقاومة يجب أن تتراوح بين ٧٠ و ١٠٠٪ من القيمة العظمى وعند تنمية إمكانية تنفيذ التمرين بالسرعة العظمى للتقلص من ٢٠ لغاية ٤٠ ٪.

وعند استكمال الكفاءة لقوة وسرعة التقلص، أي لسرعة ٤٠ – ٧٠ ٪ فإن المستلزمات المطلوبة لتمارين ذات اتجاه القوة المميزة بالسرعة هي الأخرى تكمن في التوافق الأمثل لتشكيلة التمرين الأساسي وخلق ظروف مناسبة في تنفيذ تمارين بالقوة القصوى.

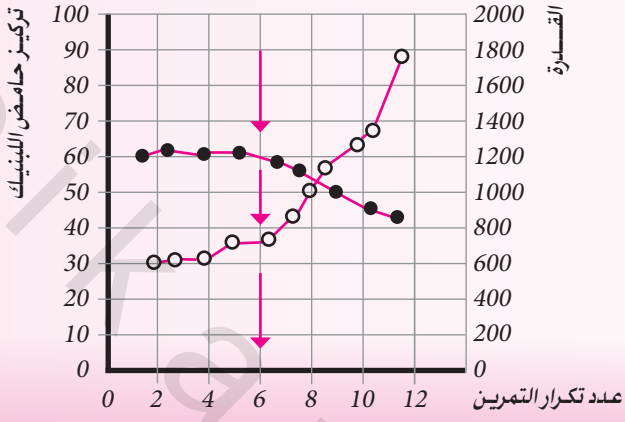
الأسس البايوكيميائية في انتخاب الوسائل والطرق الخاصة بالقوة المميزة بالسرعة في إعداد الرياضيين :

لما كانت العوامل التركيبية لإمكانيات القوة المميزة بالسرعة للإنسان (طول الساركومير في الألياف العضلية، وجود ألياف سريعة وبطيئة التقلص في العضلات) مشروطة وراثياً، لذا .. فإن الطرق الأساسية المنطقية لتحسين صفات القوة المميزة بالسرعة للرياضيين تكمن في انتخاب الوسائل والطرق التي بمقدورها أن تحسن نشاط ATP العضلين وتعزيز تكوين الزلال المتقلص في العضلات، ولإيجاد الحلول لهذه المسائل في أنواع الرياضة التي تتصف بالقوة المميزة بالسرعة، تستخدم في الوقت الحاضر وسيلتان منطقيتان أساسيتان: طريقة القوة العظمى وطريقة إعادة التمارين القصوى.

وتستخدم لتدريب صفة القوة المميزة بالسرعة تمارين قريبة من التركيبة الديناميكية الحيوية إزاء تمارين المنافسات أو تمارين أشد من المنافسات. وهي تنفذ بأقصى تجنيد لإظهار القوة العظمى مع عدد غير كبير للإعادات وباستراحات تكفي لاستعادة الشفاء (عادة ما تكون ١,٥ – ٢) دقيقة.

يتحدد الحجم الأقصى للتمارين التي تظهر القوة والسرعة أو القدرة بواسطة التركيز الحرج لفوسفات الكرياتين في العضلات يساوي ١/٣ الحجم اللاهوائي اللاأسيدي والذي لا يمكن بدونه المحافظة على السرعة العظمى لتكوين ATP ، وبفضل هذه الكمية لفوسفات الكرياتين يمكن تنفيذ ٣ – ٦ تكرارات لهذه التمارين يمكن في درس تدريبي واحد تكرار التمرين لـ ١٠ – ١٢ مرة دون حدوث هبوط في القدرة العظمى، وعند الإعادات المتكررة يتزايد التعب الموضعي الذي يقود بدوره لخرق التناسق في الحركة وتخفيض القدرة. إن هبوط تركيز فوسفات الكرياتين في العضلات العاملة إلى قيم أقل من القيم الحرجة يصاحب بتقوية تحلل السكر، وتراكم حامض اللبنيك وينخفض بشدة PH داخل الخلية وتحت تأثير هذه التغيرات يحدث في وسط داخل الخلية هبوط في ATP العضلين وكنتيجة لذلك تهبط القدرة العظمى للتمرين ، لذلك لابد من إيقاف العملية التدريبية حال ملاحظة هبوط في القدرة العظمى. أو تغير حاد في كمية حامض اللبنيك ومؤشرات التوازن الحامض – القلوي في الدم (الشكل رقم ٣٥) ، وتوجه طريقة تكرار التمارين القصوى نحو تكوين الزلال ومضاعفة الكتلة العضلية ، ولإيجاد حل لهذه المسألة يمكن استخدام حمل واسع من التمارين لتحمل المجموعة المنتخبة من العضلات .. إن قيمة المقاومة التي يتم التغلب عليها عادة ما لا تتجاوز ٧٠ ٪ من القوة العظمى ، وعند تنفيذ التمارين بعدد كبير من الإعادة.

الشكل (٣٥) تغير قدرة العمل وكمية حامض اللبنيك في الدم عند تكرار تنفيذ تمارين قصيرة بشدة قصوى ، يمثل السهم في الشكل عدد التكرار الذي يمكن فيه الحفاظ على القدرة القصوى دون زيادة التكوين في حامض اللبنيك الناتج عن تحلل السكر



وعندما تكون قيمة المقاومة أكثر من ٥٠٪ من القوة العظمى، ينخفض جريان الدم عبر العضلة بصورة حادة ويصاحبه ظهور هبوط موضعي في كمية الأوكسجين. وفي هذه الظروف (عجز هوائي في مواد الطاقة) يختفي بصورة حادة الاحتياطي اللاهوائي اللاأسيدي، وتتجمع في العضلات كميات كبيرة من الكرياتين الطليق، ويتعزز بصورة ملحوظة تكوين حامض اللبنيك نتيجة تحلل السكر.

وبسبب العجز في بعض مركبات الطاقة عند تنفيذ حجم كبير من العمل يحدث خرق لزلال العضلات وتتراكم نواتج انحلاله، وتصبح نواتج انشطار الزلال إضافة للكرياتين الطليق مؤشرات لتكوين الزلال خلال فترة الراحة بعد تنفيذ عمل ذي طبيعة القوة المميزة بالسرعة.

حيث يستعاد تزويد الأنسجة بالأوكسجين بصورة طبيعية وتقوى عملية إيصال الغذاء لها.

إن تراكم حامض اللبنيك أثناء العمل الأقصى وما ينتج عن ذلك من تغير في الضغط داخل العضلات يساعد في تأخر السائل ما بين الخلايا في العضلات والذي يكون غنيًا بالمواد الغذائية، وبانتظام تكرار تنفيذ هذه التمارين يتضاعف في العضلات وبصورة حادة وجود الألياف العضلية الانقباضية ويزداد الحجم الإجمالي للكتلة العضلية.

إن التماذج المعقول والاستخدام التتابعي للطريقتين في عملية التدريب يمكن أن يؤمن مستوى عالي لتنمية مواصفات القوة المميزة بالسرعة للرياضي.

تحليل استهلاك الطاقة للتحمل :

التحمل: أهم الصفات البدنية التي تحدد مستوى كفاءة الأداء البدني للرياضي وهي يمكن أن تظهر بشكل عمل متواصل بالمستوى المعين من القدرة لغاية العلاقات الأولى التي تشير إلى ظهور التعب، إضافة إلى الانخفاض في كفاءة الأداء بحلول التعب، الذي يؤدى في نهاية المطاف إلى إيقاف العمل ، ويقاس التحمل بزمن العمل الذي ينفذ إلى النهاية.

يحدد التحمل من وجهة النظر البايوكيميائية كنسبة بين سرعة احتياطي الطاقة الذي يمكن استخدامه وبين سرعة استهلاك الطاقة عند تنفيذ التمرين المعين.

$$\text{التحمل} = \frac{\text{احتياطي الطاقة (جول)}}{\text{سرعة استهلاك الطاقة (جول / دقيقة)}}$$

أي أن التحمل يتحدد بالزمن الذي يبدأ من التوظيف بالشدة المعينة وينتهي عند النفاذ الكامل لمصادر الطاقة المتوفرة.

إن إظهار التحمل بصورة محددة دائماً يحمل طابعاً تخصصياً، يعتمد على استخدام عمليات ميتابولية مختلفة كمصادر، وانطلاقاً من وجود ثلاثة مصادر مختلفة من الطاقة في الجسم فإن الظهور العام للتحمل يمكن تصوره كنتيجة لتماذج مختلف عوامل الطاقة، والحجم، والفاعلية لهذه المصادر.

وفي التمارين القصيرة ذات القدرة العظمى حيث يقدر الزمن الأقصى للعمل ببضع ثوانٍ لا تستطيع عمليات تحلل السكر الهوائي واللاهوائي في تكوين الطاقة أن تصل قيمتها العظمى. وفي هذه التمارين يعتمد ظهور التحمل بصورة رئيسة على عوامل العمليات الهوائية واللاهوائية. أما في التمارين الطويلة ذات القدرة المعتدلة حيث تحدد مشاركة العمليات اللاهوائية في تأمين العمل بالطاقة من خلال العمليات الهوائية. فإن ظهور التحمل يتحدد بالدرجة الأساسية بعوامل العملية الهوائية. وتؤكد القياسات المباشرة لعوامل القدرة والحجم والفاعلية لمصادر الطاقة الهوائية واللاهوائية لممثلي أنواع رياضية مختلفة، ولما كانت مؤشرات التحمل تعتمد على الإمكانيات الهوائية واللاهوائية للرياضيين، لذا فمن الطبيعي يجب أن يكون التدريب موجهاً قبل كل شيء نحو مضاعفة هذه المواصفات للطاقة البايولوجية في الجسم.

طرق التدريب التي تساعد في تنمية التحمل :

إن وسائل التدريب التي تستخدم في تنمية التحمل تبدي تأثيراً انتخابياً واضحاً على وظائف الطاقة البايولوجية، ولعل أكثر الوسائل فاعلية لتنمية التحمل هو طريق العمل الطويل المستمر (منتظم أو متغير) وكذلك طريق التكرار والتدريب المتقطع. وعادة ما تقسم

obeikandi.com

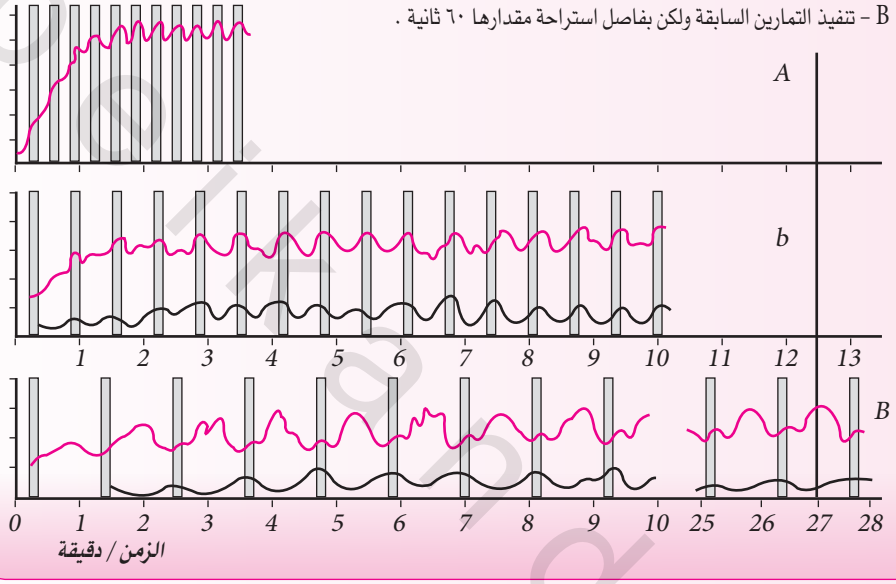
وفق الاتجاه إلى التطور الهوائي واللاهوائي لهذا العنصر أو ذاك من عناصر التحمل. وفي ذلك النوع من التدريب الموجه نحو تنمية عنصر التحمل اللاهوائي واللاأسيدي، غالباً ما يستخدم طريق العمل التكراري والركض السريع المتقطع، ويكمن الهدف الأساسي في هذا النوع من التدريب الحصول على نفاذ أكبر ما يمكن من المصادر اللاأسيدية اللاهوائية في العضلات العاملة ومضاعفة ثبات الأنزيمات الأساسية للمنظومة اللاأسيدية اللاهوائية (ATP المايوسين وفوسفات الكرياتين السركوبلازم) في ظروف تجمع نواتج الانحلال اللاهوائي (ADP ، H3po4 ، حامض اللبنيك) ويمكن إيجاد حل لهذه المسألة يمكن أن يتم فقط بالاستعانة بعدد كبير من تكرار تمارين قصيرة (لا تتجاوز مدتها ١٠ – ١٥ ث ذات شدة عالية ٩٠ – ٩٥ ٪ من الطاقة العظمى).

وباستخدام طريق التكرار للتدريب على التحمل، حيث تستخدم تمارين بقدرة عظمى، ينبغي أن تكون الفاصلة الزمنية للراحة كافية لتأمين الاستعادة الكاملة للاحتياطي اللاأسيدي اللاهوائي الذي استهلك خلال أداء العمل بمعنى آخر ينبغي أن تنسجم مع زمن تعويض للدين الأوكسجيني ولا تقل عن ٢,٥– ٣ دقائق.

يؤدي شطر بعض المركبات الفسفورية (فوسفات الكرياتين، وثلاثي فوسفات الأدينوزين) عند تنفيذ تمارين ذات القدرة العظمى إلى زيادة حادة في سرعة استهلاك O_2 في اللحظات الأولى التي تعقب العمل حيث تجري عملية أكسدة إعادة تكوين فوسفات الكرياتين في العضلات العاملة. وتتناغم أكبر سرعة لهذه العملية مع القيمة العظمى المتأخرة في منحنى استهلاك O_2 ، الذي يلاحظ في الدقيقة الأولى للاستعادة بعد انتهاء التمرين وفي هذه المرحلة تنخفض بشدة سرعة تحرر فائض CO_2 غير الميتابولزم. إن قيمة استهلاك O_2 وتجمع حامض اللبنيك في الدم تتضاعف بصورة مستمرة لغاية التكرار الخامس – السادس للتمرين مما يدل على النفاذ التدريجي لحجم الاحتياطي اللاأسيدي اللاهوائي. وما أن يتم بلوغ القيمة الحرجة لنفاذ احتياطي فوسفات الكرياتين في العضلات العاملة ستنخفض مباشرة القدرة العظمى. إن بلوغ هذه الحالة يتم عادة عند التكرار الثامن – العاشر للتمرين. ولابد هنا من الاعتراف بأن هذا العدد من التكرار يعد مثالياً لهذه الطريقة في التدريب لعنصر التحمل اللأسيدي وبخلاف طريقة تكرار التدريب، حيث لا تحدد فيه الفاصلة الزمنية للراحة، فإن الطريقة المتقطعة تستوجب انتخاب فترة زمنية لفاصلة الراحة بطريقة تؤمن التأثير الأكثر تعبيراً على الدالة التدريبية، ويؤثر تغير هذه القيمة عند تكرار تنفيذ التمرين بالقدرة العظمى على ديناميكية الإزاحات البايوكيميائية في الجسم (شكل رقم ٣٦) وعند تقلص فواصل الراحة بين التمارين إلى دقيقة واحدة تستمر ملاحظة القيمة العظمى الموضوعة للأوكسجين، مما يدل على تنشيط عمليات إكمال الاحتياطي اللاأسيدي اللاهوائي، مع تكرار لاحق بالقوة العظمى ولكن عندما تنخفض فترة الفاصلة الزمنية للراحة إلى ٣٠ ثانية وعوضاً عن ذلك سيظهر منحنياً بسرعة

الشكل (٣٦)

A – تنفيذ تمارين يبلغ طولها ١٥ ثانية بقدرة عظمى وباستراحة مقدارها ١٥ ثانية .
b – تنفيذ التمارين السابقة نفسها ولكن بفواصل استراحة مقدارها٣٠ ثانية .
B – تنفيذ التمارين السابقة ولكن بفاصل استراحة مقدارها ٦٠ ثانية .

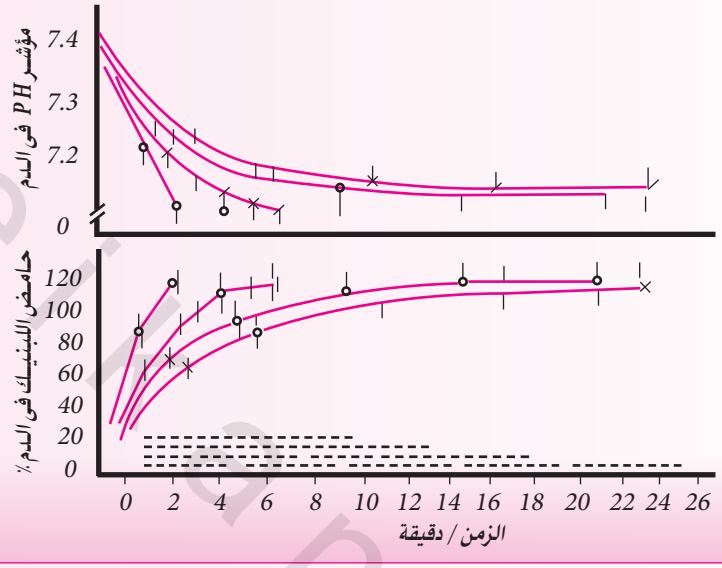


كبيرة جدًا لاستهلاك الأوكسجين O_2 عند نهاية كل تكرار بالقوة القصوى مع هبوط طفيف في فترات الراحة. إن هذا المنحنى يتضاعف بسرعة عند التكرارات الخمسة أو الستة الأولى للتمارين ومن ثم لا يطرأ تغير، حيث يتوقف عند مستوى محدد يتناسب مع ثقل العمل المتقطع المنفذ وهو يعني أنه يعتمد في هذه الظروف على مقدار الفواصل المختارة للراحة.

وإذا تم تقليص فاصلة الراحة لغاية ١٥ ثانية فإن مستوى «قمة» استهلاك O_2 عند تنفيذ التمرين يمكن أن تقارن بقيمة الحد الأقصى لاستهلاك الأوكسجين، ويصاحب تقليص الفاصلة الزمنية في هذه الظروف وفي الإعادات الخمس أو الست الأولى تعزيز تحرر الفائض، وتراكم سريع لحامض اللبنيك وهبوط مؤشر PH في الدم (شكل رقم ٣٧).

إن الأكسدة الشديدة لأوساط الجسم الداخلية نتيجة تراكم حامض اللبنيك في الدم بكميات تتجاوز ١٠٠ ٪ مل إلى هبوط في حركة التفاعل الفسفوكرياتين وفي القدرة العظمى. وتقود الزيادة اللاحقة في عدد التكرارات لتغير العامل التدريبي للعمل المتقطع إذ يكتسب طبيعة مختلطة هوائية – لا هوائية ، لذا فاذا كانت تستخدم في الطريقة المتقطعة شدة قصوى قصيرة الأمد تتعاقب مع فواصل قصيرة للراحة (أقل ٣٠ ث).

الشكل (٣٧) تغير حامض اللبنيك ومؤشر PH فى الدم عند التدريب فى السباق السريع المتقطع

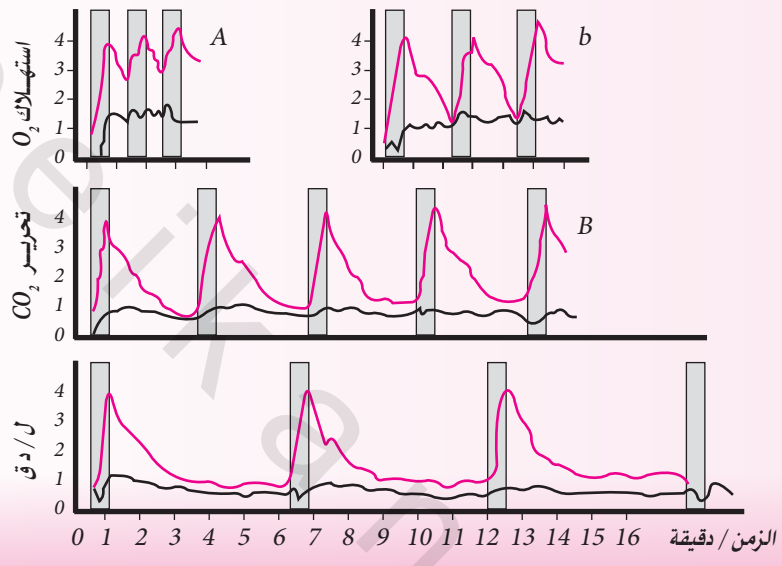


لذا ينبغي خلق مؤثر لا أسيدي لا هوائي في التدريب لتنفيذ مجاميع تتكون من ٥ – ٦ تكرارات لكل مجموعة مع فاصلة بين المجاميع تستغرق ٣ دقائق عند تنمية عنصر التحمل اللاهوائي في تحلل السكر، يمكن استخدام طرق العمل الآتية: لمرة واحدة، القصوى، التكراري والتقطع، وينبغي أن تؤمن المواصفات المختارة للقوة القصوى للتحول اللاهوائي للسكر في العضلات العاملة، ويتناسب مع هذه الشروط تنفيذ قوة قصوى بفواصل تتراوح بين ٣٠ ث ، ٢,٥ دقيقة.

وتساعد إعادة تنفيذ التمرين ذات الطبيعة تحلل السكر اللاهوائي من خلال فواصل راحة كبيرة وعفوية لتوليد مؤثر تدريبي مبرمج مع كل إعادة لاحقة، إن العدد الأقصى للتكرار في هذه الحالة يعتمد على خفض احتياطي النشا الحيواني في العضلات العاملة وبلوغ القيم القصوى للأكسدة (عادة في التكرار السادس – الثامن بالقوة القصوى).

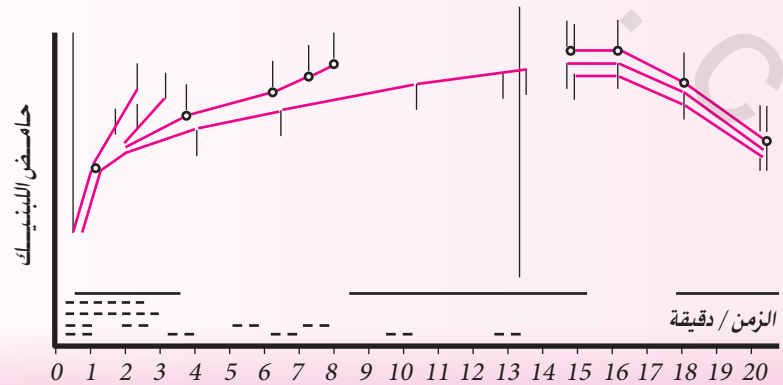
إن تقليص طول فترة الراحة في العمل المتقطع ذات الطابع في تحلل السكر اللاهوائي لا تغير مستوى « قمة » استهلاك O_2 فهو في هذا التمرين يبلغ القيمة العظمى ولكن يؤدي إلى زيادة سريعة لاستعادة فائض استعمال O_2 وزيادة سرعة تراكم حامض اللبنيك في الدم وتنمية التعب. إذا كان مقدار فاصلة الاستراحة يتناسب مع طول الفترات العاملة كنسبة ١ : أو ١ : ١,٥ ، أي أنه لا يتجاوز ١,٥ – ٢ دقيقة، فإن عدد تكرار التمارين سيتقلص بسبب سرعة تنامي التعب لغاية ٣ – ٤ مرات (الشكل رقم ٣٨ B ، A).

الشكل (٣٨) ديناميكية التغيرات البايوكيميائية عند الرياضيين في حالة تكرار التمارين القصوى ذات اتجاه تحليل السكر اللاهوائي



وهذا يعني بلوغ أكبر سرعة تحلل السكر اللاهوائي في العضلات العاملة وأكبر قيمة لتراكم حامض اللبنيك في الدم (الشكل رقم ٣٩).

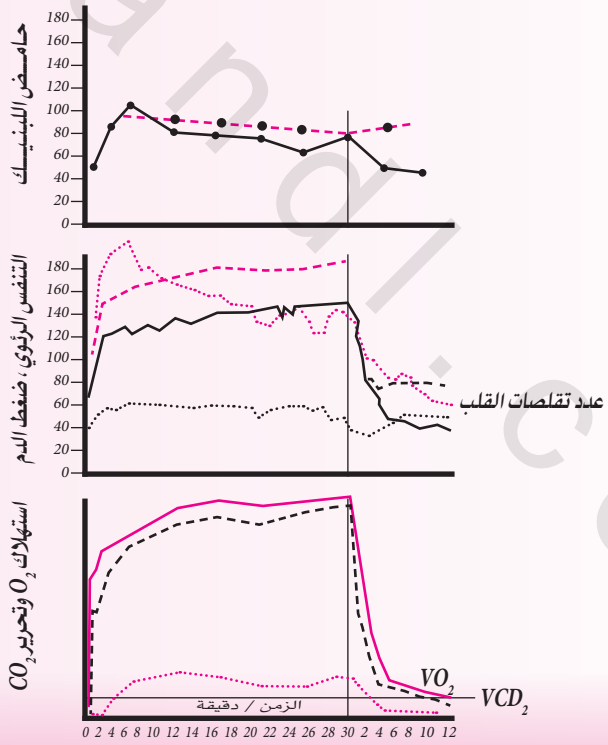
الشكل (٣٩) تغير حامض اللبنيك في الدم عند الرياضيين



ومن أجل تنفيذ حجم العمل المطلوب فإن العمل المتقطع المصحوب بفواصل راحة قصيرة ينفذ عادة مجموعة من التكرار (٣ – ٤) تفصل بينها فترة راحة مقدارها ١٠ – ١٥ دقيقة، وهي ضرورية لاستعادة كفاءة الأداء بعد تنفيذ عمل لاهوائي، ويساعد هذا العمل على تقوية المؤثر التدريبي.

وفي التدريب الموجه نحو تنمية العمل الهوائي للتحمل تستخدم الطرق الآتية لمرة واحدة. والمستمرة والإعادة، إضافة لطرق مختلفة للعمل المتقطع ومن أجل تأمين التأثير الكافي في التبادل الهوائي عند استخدام الطرق الآتية للعمل المتقطع. للعمل لمرة واحدة والعمل المستمر وطريقة الإعادة فإن الفترة الاجمالية للتمرين ينبغي أن تشكل ما لا يقل عن ثلاثة دقائق كافية لبلوغ مستوى مستقر في استهلاك O_2. وفي العمل لمرة واحدة فإن حجم الحمولة، التي تسبب إعادة التكيف في الجسم، تشكل ما لا يقل عن ٣٠ دقيقة، وكمثال لتفاعل بايوكيميائي في استجابة الجسم إزاء هذا النوع من العمل نورد (الشكل رقم ٤٠).

الشكل (٤٠) ديناميكية التغير البايوكيميائي عند الرياضيين أثناء عمل طويل متصل



ينبغي أن تؤمن شدة التمرين المنفذ أثناء العمل المستمر شدة كبيرة لتحولات هوائية في الأنسجة. وكما يبدو من المنحنيات المشار إليها فإن مستوى استهلاك O_2 بعد الفترة الأولية للإعداد، يتحدد بالقرب من قيمته العظمى. ويتطلب تنفيذ هذا العمل توتراً شديداً لمنظومة التنفس القلبية، المسؤولة عن إيصال O_2 إلى العضلات العاملة خلال العمل يزداد مؤشر التنفس الرئوي وتردد التقلصات القلبية بصورة مستمرة كما أن تغير ضغط الدم يكون كبيراً جداً.

ولما كان مستوى الحمولة أكبر من عتبة التبادل اللاهوائي فعندئذ سيتعزز خلال تنفيذ التمرين تحرر فائض CO_2 اللاميتابولي وتراكم حامض اللبنيك في الدم بصورة كبيرة، ويكون الرياضيون المصنفون قادرين لتنفيذ هذا النوع من العمل المستمر خلال فترة ٢,٥ – ٣ ساعات. إن توتر استجابة أنظمة التبادل الهوائي، كرد على عمل طويل مستمر، يزداد بصورة ملحوظة عند النظام المتغير للتمارين ويمكن بسهولة تفهم سبب ذلك تحليل ديناميكية التغيرات البايوكيميائية خلال إعادة تنفيذ التمرين، الذي يسبب زيادة قصوى للميتابول الهوائي في الأنسجة.

وعند كل تكرار للتمرين الذي تتجاوز فترة تنفيذه فترة الإعداد، فإن مستوى استهلاك O_2 يتزايد في بداية التمرين، ومن ثم يحافظ على القيمة العظمى لغاية نهاية العمل.

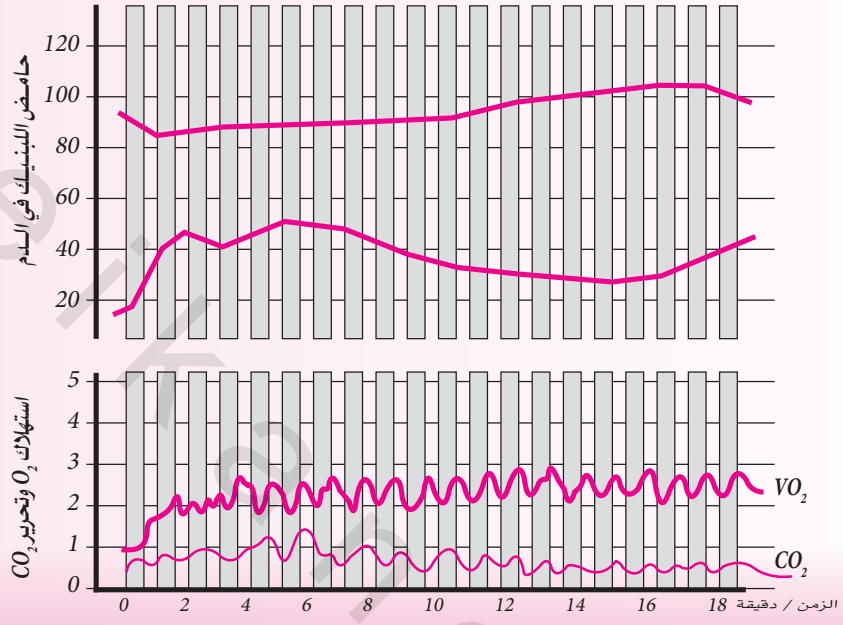
ويجب أن تنسجم الفترة الإجمالية للتمرين مع زمن الحفاظ على القيمة القصوى لاستهلاك O_2 وهو عادة ما يساوي ٣ – ٦ دقائق ، إن تكرار مثل هذه المجموعة من التمارين ترغم الجسم أن يعمل بثبات وبصورة تدريجية إما للإعداد (في بداية تنفيذ التمرين)، وإما للاستعادة (في فواصل الراحة) ، إن مثل هذا التغير الحاد في مستوى الميتابول الهوائي يصلح أن يكون محفزاً جديداً، وعليه فإنه سواء كان العمل تكرارياً أو متغيراً في هذا النظام المحدد فإنه من الأفضل المساعدة في محافظة القدرة الهوائية والفاعلية الهوائية.

وهناك أنظمة خاصة للعمل المتقطع تؤثر بصورة معبرة على التبادل الهوائي ولعل أحد هذه الأنظمة التدريبية يحمل تسمية « التدريب المتقطع حسب قاعدة فرايبورغ » .

ويتلخص هذا النظام بتتابع مراحل قصيرة نسبياً للتمرين (يتراوح زمنها بين ٣٠ ثانية ولغاية ٩٠ ثانية) مع فواصل استراحة متساوية، ويعطي مثل هذا العمل تحفيزاً كافياً لانتشار العمليات الهوائية في الأنسجة.

لهذا السبب يطلق على هذا النوع من النظام للعمل المتقطع « بالتدريب المتقطع » (يوضح الشكل رقم ٤١). طبيعة ديناميكية المؤشرات البايوكيميائية وفق قاعدة (فرايبورغ) ويبين تذبذب غير كبير في مستوى استهلاك O_2 في تنفيذ عمل تنعدم فيه التغيرات الواضحة من جانب الميتابول اللاهوائي. إن التعزيز البسيط لعملية تحلل السكر اللاهوائي في العضلات العاملة تحددها المرحلة الابتدائية، التي تضم ٥ – ٦ تكرارات للتمرين. ومن ثم يلاحظ أن وجود حامض اللبنيك في الدم يتجه نحو الانخفاض.

الشكل (٤١) التغير البايوكيميائي عند تنفيذ تدريب متقطع باتجاه



ويصلح التدريب المتقطع لمسافات قصيرة أن يكون واسطة جيدة لمضاعفة مؤشر القدرة الهوائية ولعل الأساس البايوكيميائي لهذا النظام في العمل المتقطع قد تم وضعه عند التحليل الذي تم لإعادة تنفيذ التمارين القصيرة بالقدرة العظمى. وفواصل استراحة قصيرة وهنالك تحوير للتدريب المتقطع لمسافات قصيرة يطلق عليها « التدريب المتقطع الجلوبيني العضلي» ويستخدم فيه فترات قصيرة جداً (لا تتجاوز ١٠-١٥ث) لتمارين متعاقبة مصحوبة بفترات استراحة قصيرة أيضاً ، إن شدة التمرين عالية جداً ولكنها لا تصل إلى القيمة العظمى (ينفذ التمرين بحرية وبدون ضغط). ويستهلك في المراحل القصيرة من العمل احتياطي O_2 الداخلي الذي يرتبط مع الجلوبين العضلي ، ولكن هذا الاحتياطي سرعان ما يكمل في فواصل الراحة القصيرة. ويمكن أن ينفذ هذا العمل بحجم كبير مع الاحتفاظ بمستوى عال لاستهلاك O_2 وهو كثيراً ما يساعد على تنمية الفاعلية الهوائية.

إن المستوى العالي لنمو التحمل يمكن أن يتم بلوغه عند استكمال جميع عناصره الأساسية في آن واحد ، بمساعدة مجموعة من الوسائل المختلفة والطرق التي تؤمن تأثيراً اختيارياً على مواصفات الرياضي ، إن استخدام جميع الوسائل والطرق يجب أن يرتكز على معرفة القوانين الأساسية للتكيف البايوكيميائي في عملية التدريب.

ثانيًا: تدريبات التحمل

أما ما يتعلق بإجراء التمارين التي تهدف إلى التدريب على التحمل، فإن الطريق اللاهوائي في إعادة بناء ثلاثي فوسفات الأدنوزين يسود عند بداية التمرين فقط. وفي الواقع فإنه يجري لفترة قصيرة ، وليس له تأثير يذكر على التغيرات البايوكيميائية الحاصلة في الأعضاء نتيجة لهذا النوع من التدريب. وعند استمرار عملية التدريب (استمرار أداء التمرين) تبدأ سيطرة الطرق الهوائية في عملية إعادة بناء ثلاثي فوسفات الأدنوزين.

وعلى هذا فكلايكوجين الكبد سيستهلك استهلاكاً كبيراً (على عكس تدريبات السرعة حيث لا يحصل تغير ملحوظ في احتياطي الكلايكوجين في الكبد، عند إجرائها).

أما عملية هدم البروتين وإعادة بنائه فتكون في حالة توازن، خلال عملية التدريب، سوف لا تتغير كمية البروتين في العضلة تغيراً مذكوراً .

وعلى هذا الأساس فتدريبات التحمل تهدف بالدرجة الأولى إلى تطوير وتحسين إمكانيات العمليات أو الطرق الهوائية في عملية إعادة بناء ثلاثي فوسفات الأدينوزين كما تهدف إلى زيادة الاحتياطي من الكلايكوجين في الكبد (نظراً لحاجة الجسم لاستهلاكه خلال أداء تمارين التحمل).

هذا يعني أن عملية التدريب على التحمل تهدف إلى تهيئة الأسس البايوكيميائية للتحمل على أداء الإجهادات المستديمة ، وبالطبع فمثل هذا التدريب لا يؤثر تأثيراً كبيراً في تطوير الأسس البايوكيميائية لزيادة القوة أو زيادة السرعة ، لا بل أن تدريبات التحمل ربما تؤدي إلى تأثيرات سلبية في هذه الجوانب.

وخلاصة القول .. أنه يجب التمييز بين التدريب الذي يستعين بتمارين تؤدي إلى القوة أو إلى السرعة وبين التدريب الذي يهدف إلى تطوير القابلية على التحمل، حيث أن الأسس البايوكيميائية لكل من هاتين العمليتين تختلف عن الأخرى.

تدريبات القوة :

وهي كما ذكرنا سابقا تؤدي، عند ممارستها إلى حصول تبدل كبير في بروتين العضلة.

إن تمارين القوة تقود إلى عملية بناء شديدة لبروتين العضلة وبالتالي إلى زيادة كبيرة في كتلة العضلة ونشاط عالٍ لعمليات الـ ATP ase ، أي تهدف إلى تحسين الأسس البايوكيميائية للقوة. بجانب هذا، فإنّ تمارين القوة هذه تكون مصحوبة وبشكل ملحوظ بطرق لاهوائية في عمليات إعادة بناء ثلاثي فوسفات الأدنوزين (ولكن ليس بمستوى ما يحصل عند تمارين السرعة). وعلى هذا الأساس فهذه التدريبات تؤدي إلى تطوير الطرق اللاهوائية في إعادة بناء

obeikandl.com

ثلاثي فوسفات الأدينوزين ، وبالتالي تؤدي بالضرورة إلى تطوير خاصية السرعة (أي تهيئ الإمكانيات أو الأسس البايوكيميائية التي تساعد الرياضي على زيادة السرعة).

أما دور هذه التدريبات في تحسين وتقوية الطرق الهوائية التأكسدية في عملية إعادة بناء ثلاثي الأدينوزين، فهي محدودة وغير ذات أهمية.

إن تدريبات القوى تؤدي أحياناً الى تأثيرات سلبية على التحمل لأسباب لم تفسر بشكل واضح لحد الآن.

من كل ما تقدم يتضح أن التدريب الذي يهدف إلى تطوير صفة أو خاصية معينة قد يؤدي إلى تطوير الأسس البايوكيميائية لصفة أو خاصية أخرى، ولكن هذه الظواهر الجانبية لا تكفي للوصول إلى نتائج رياضية عالية.

فلكي يكون التدريب ناجحاً في أي نوع من أنواع الألعاب الرياضية، ينبغي على المدرب أن يأخذ بالحسبان كافة خواص الفعاليات الحركية، ويطورها، ولا يكتفي بالوصول إلى تحقيق خاصية دون الأخرى. فمثلاً ينبغي أن لا يفكر بالوصول إلى القوة لوحدها بل أيضاً السرعة والتحمل أو بالعكس.

إذ لا يمكن أن يكون التدريب ناجحاً في ركض المسافات القصيرة مثلاً، إذا كان الرياضي لا يتمتع بالقوة الكافية. ولا يمكن نجاح هذا الرياضي إذا لم يستطع الاستمرار على الركض بالسرعة القصوى لكل المسافة. أي لا يستطيع النجاح إذا لم يمتلك الإمكانية والقابلية على التحمل الكافي.

كما أنه لا يمكن للمجدف أو راكض المسافات الطويلة، ولأسباب تكتيكية أن يزيد من سرعته، عند هذا المقطع من مسافة الركض (أو التجديف) أو ذاك، أو عند قرب الوصول إلى الهدف، إذا لم يكن مدربا تدريباً كافياً على تمارين السرعة. وهكذا هي الحال بالنسبة للجمناستك أو رافع الأثقال مثلاً، فعلى الرياضي أن يمتلك القابلية على التحمل، لغرض إجراء العدد اللازم من التمارين وإعادتها.

هذا يعني أن استعدادات الرياضي يجب أن تكون في جوانب عديدة لكي تنمي لديه الأسس البايوكيميائية لكل الخواص الحركية المهمة. فمن وجهة النظر البايوكيميائية مثلاً، يكون الاستعداد أو القابلية على استخدام الطرق الهوائية في إعادة بناء ثلاثي فوسفات الأدنوزين، عند راكض المسافات الطويلة مهماً جداً. ولكن في نفس الوقت ينبغي تنمية إمكانيات العمليات اللاهوائية في إعادة بناء ثلاثي فوسفات الأدينوزين، قياساً بشخص غير رياضي، لكي يستطيع زيادة سرعته بنجاح إذا اقتضى الأمر.

أما بالنسبة لراكض المسافات القصيرة، فتعتبر الطرق اللاهوائية في عملية إعادة بناء المركبات الفوسفاتية الغنية بالطاقة، ذات أهمية كبيرة، وأن تكيف أعضائه ينبغي أن يكون

ملائماً لظروف نقص الأوكسجين النسبي، ولكنه إذا لم يكن مدرباً بصورة جيدة على استخدام الطرق الهوائية التأكسدية، أكثر من الشخص غير الرياضي، فستكون فترة إعادة البناء في فترة الاستراحة طويلة وضعيفة.

إن هذه الحقائق تظهر بصورة أقوى في ألعاب رياضية مثل كرة القدم، حيث خلال مجمل سير هذه اللعبة قد يركض اللاعب ما مجموعه بضعة كيلومترات ، يتعرض خلالها إلى مختلف الظروف ، ومنها ظروف راكض المسافات القصيرة والقفز ، والتقدم ، والسرعة والبطء ، مما يتطلب قوة كبيرة لأدائها، وبالتالي فلاعب كرة القدم ينبغي أن يكون مدرباً تدريباً جيداً على كل الحالات التي ذكرناها سابقا.

وهكذا فهناك العديد من مثل هذه الأمثلة التي تبين أن التدريب في نوع من أنواع الرياضة البدنية ينبغي أن تكون له قاعدة واسعة نسبياً من الاستعدادات البدنية العامة والمتعددة الجوانب ، والتي يمكن أن تؤخذ كأساس لتطوير جانب من الجوانب أو صفة من الصفات التي تلعب دوراً كبيراً في ذلك النوع من الرياضة البدنية الذي أجرى التدريب من أجله.

obeikandl.com