الفصل الخامس

تأثير الحمل البدني
في التكيفات الوظيفية

المقدمة

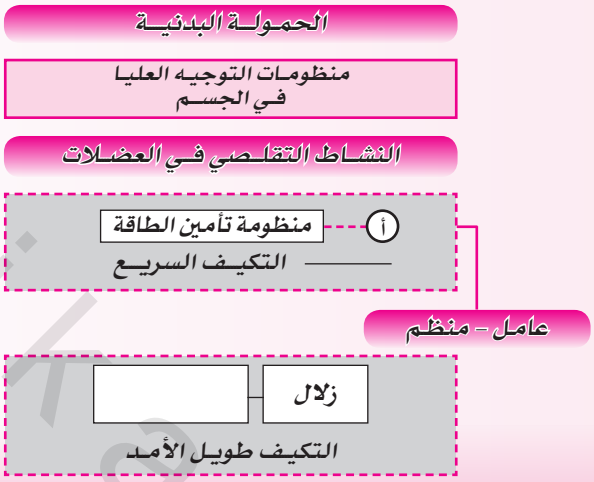
ينبغي النظر إلى التدريب الرياضي ، من وجهة النظر البايوكيميائية على أنه عملية ذات توجه تكيفي للجسم إزاء تأثير الحمل البدني ويلعب الحمل البدني الذي يستخدم في عملية التدريب دوراً مؤثراً أساسياً من شأنه أن يحدث تغيرات تكيفية في الجسم، إن اتجاه وقيمة المؤثرات البايوكيميائية التي تحدث كرد للحمل البدني المستخدم يحددان المؤثر التدريبي.

وتعتمد درجة تأثير الحمل البدني على شدة التمرين، وطول فترة تنفيذ التمرين، وعدد تكرار التمرين المنفذ وقيمة فاصلة الراحة بين التمارين، وطبيعة الراحة، ونوع التمرين المنفذ. إن تغير كل من المواصفات المذكورة للحمل البدني يسبب التغيرات البايوكيميائية في الجسم، أما مجموع التأثيرات فيقود إلى إعادة تنظيم جوهرية في تبادل المواد.

إن تكيف الجسم إزاء تأثير الحمل البدني، شأنه شأن المؤثرات الأخرى، يحمل تسمية الطبيعة الطورية، واعتماداً على زمن وطبيعة التغيرات التكيفية في الجسم وفي تبادل المواد يمكن إفراد مرحلتين من التكيف هما: مرحلة التكيف السريع ومرحلة التكيف الطويل الأمد. إن التكيف السريع – هو عبارة عن استجابة مباشرة للجسم اتجاه تأثير الحمل البدني وهو ينفذ من خلال آلية ميكانيكية بايوكيميائية معدة مسبقاً وتقود لتغيرات في تبادل الطاقة كما أنه يتنامى تدريجيّاً (على أساس تحقيق تكيف سريع) كنتيجة لتجميع آثار الحمل المتكرر، ويرتبط بالتغيرات الوظيفية والتركيبية التي تحصل في الجسم والتي من شأنها أن تحسن الإمكانيات التكيفية بصورة ملحوظة ، وتشكل التكيفات التركيبية والوظيفية طويلة الأمد بفضل نشاط الجهاز الوراثي في الخلايا الموجهة وتعزيز تكوين زلال متخصص فيها ويبين (الشكل رقم ٤٢) نمطاً للعلاقات المتبادلة بين حلقات انفرادية للتكيف السريع والتكيف طويل الأمد.

obeikandl.com

الشكل (٤٢) العلاقة المتبادلة بين حلقات انفرادية للتكيف السريع والتكيف طويل الأمد



ويؤدي النشاط الانقباضي للعضلات خلال تنفيذ الحمل البدني إلى تغيرات ملحوظة في أنظمة تأمين الطاقة فهي: تغير توازن مصادر الطاقة الفوسفاتية في الخلية ويصاحب ذلك تعزيز العمليات التي تقود إلى تكوين ATP وإعادة توازن مصادر الطاقة الذي تم خرقه وتكون هذه العمليات الحلقة الابتدائية للتكيف السريع، إضافة إلى ذلك فإن الخرق الذي يصيب توازن مركبات مصادر الطاقة لحظة تأثير الحمل البدني ينشط دورة أخرى ، فهنالك مثلا مراقبة عبر حلقة وسطية سميت « عامل منظم » لنشاط الجهاز الوراثي والذي يحدد بموجبها سرعة تكوين بعض الحوامض وبعض الزلال ، وينشط من خلال هذا الطريق التكيف طويل الأمد تحت تأثير الحمل البدني تكوين الزلال ، ويقود هذا بدوره إلى مضاعفة التراكيب الهيكلية في العضلات ويزيد الفاعلية الوظيفية ويضاعف في عملية تأمين الطاقة .

وجرت العادة في تحديد ثلاثة أنواع من المؤثر التدريبي تبعاً لطبيعة طور حدوث عمليات التكيف إزاء الحمل البدني للنظرية والتطبيق في الرياضية : مستعجل (سريع) ، متأخر، تراكمي، التي تحدث مباشرة أثناء تأثير الحمل البدني، وفي فترة الاستعادة السريعة خلال ٠,٥ – ١ ساعة بعد انتهاء الحمل ، إذ يجري تجاوز الدين الأوكسجيني المتكون خلال العمل أما المؤثر التدريبي المتأخر فيلاحظ في الأطوار المتأخرة للاستعادة التي تعقب تنفيذ حمل بدني ، وتشكل قدرة هذا المؤثر من العمليات المرنة الموجهة لنمو استكمال مصادر الطاقة في الجسم والإنتاج السريع للتراكيب الهيكلية التي تهشمت خلال العمل ومن ثم تكونت مجددًا .

obeikandl.com

ويظهر العامل التراكمي نتيجة الجمع المتتالي لآثار أحمال عديدة أو عدد كبير من المؤثرات التدريبية السريعة والمتأخرة. ويتم خلال العمل التدريبي التراكمي تعويض التغيرات البايوكيميائية التي ترتبط بتكوين الحوامض في الزلال والتي تلاحظ خلال الفترة الطويلة للتدريب. ويعبر عن المؤثر التراكمي بزيادة مؤشر كفاءة الأداء وتحسين الإنجازات الرياضية.

الأساس البايولوجي للتدريب :

نتيجة دراسات بايوكيميائية امتدت عبر سنوات عديدة فلقد تم حتى هذا الوقت وضع أسس وضوابط لتنمية التكيف تجاه الأحمال البدنية في عملية التدريب الرياضي، وعادة ما توضع هذه الضوابط بشكل مبادئ بايولوجية وأهم هذه المبادئ البايولوجية هي:

- مبدأ مافوق الحمل.
- المبدأ التخصصي.
- مبدأ التفاعل المتبادل الإيجابي.
- مبدأ التكيف التتابعي.
- المبدأ الدوري.

وحسب المبدأ الأول :

فإن التعبير عن التغيرات التكيفية في الجسم يمكن بلوغها في تلك الحالة فقط إذا كانت الأحمال البدنية المستخدمة في عملية التدريب كافية لإرهاق الأجهزة الوظيفية وتؤدي في الوقت نفسه لتحفيز تطورها .

إن مضاعفة كثافة التوظيف في المنظومات أو الأجهزة القيادية تشكل خلال تنفيذ الحمل محفزاً لتقوية تكوين الزلال والحوامض، التي تشكل هذه الأجهزة والمنظومات وتؤدي إلى تطوير التراكيب الضرورية وإعادة التشكيل الوظيفي للجسم.

إن قيمة الأحمال البدنية التي تسبب التكيف لا تبقى ثابتة. وهي تتزايد بصورة ملحوظة أثناء التدريب ، لذلك ومن أجل تأثير المحفز الضروري لتحسين كفاءة الأداء بصورة مستمرة، فإن قيمة الأحمال المقبولة يجب أن تتزايد تدريجيّاً مع زيادة تدريب الرياضي.

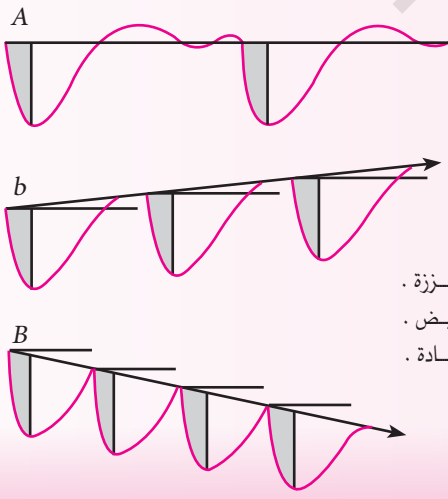
المبدأ التخصصي:

يؤكد هذا المبدأ على التغيرات التكيفية التي تحدث تحت تأثير التدريب بوضوح أكثر، يمكن ملاحظتها في تلك الأعضاء والأنظمة الوظيفية، التي يقع عليها العبء الأساسي في الأحمال البدنية. وتبعاً لطبيعة وقيمة الأحمال المختارة، ستتكون في الجسم منظومة، وستكون مضاعفة الشدة الوظيفية فيها مسؤولة عن نمو التكيف. ولقد حظت هذه المنظومة، الأكثر حمولة بأرجحية معينة في تأمين الطاقة إزاء الأعضاء والمنظومات الأخرى التي لا ترتبط

مباشرة بتنفيذ هذه الأحمال. وفي عملية التدريب يكون التكيف إزاء أحمال محددة قادراً في لحظة زمنية محددة أن يسبب استهلاك الاحتياطي الوظيفي للمنظومة السائدة ويضعف وظائف أنظمة أخرى في تلك التي لا ترتبط مباشرة برد الفعل اتجاه الأحمال (تعرف هذه الحالة بإعادة التدريب) وعليه فمن الضروري إضافة إلى تأثير التدريب المنتخب على الوظيفة القيادية، تأمين تغير منتظم في الاتجاه من أجل الوصول إلى تكيف مؤثر وشامل في الجسم إزاء جميع العوامل التي تظهر تأثيراتها في ظروف هذا النوع من الرياضة أو ذاك.

إن التغيرات التكيفية في الجسم التي تسببها العملية التدريبية، هي تغيرات عابرة ، فبعد أن يتوقف تأثير الحمل، عند الراحة، فإن التغيرات الوظيفية الإيجابية في الوظائف أو التغيرات التركيبية الإيجابية التي تحدث أثناء التدريب في المنظومة السائدة تتناقص تدريجياً حتى تختفي بالمرة. ويظهر هذا المبدأ بصورة أكثر وضوحاً في التأثير التدريب المتأخر، الذي يلاحظ بعد انتهاء تأثير الأحمال البدنية. فمثلا أن التغير الذي يحدث بموجب هذا المبدأ في مجال تبادل الطاقة سيعود بصورة سريعة إلى المستوى الأولى، بل وحتى أنه يتجاوزه في لحظة زمنية معينة (طور فوق التعويض) وبانتهاء طور فوق التعويض تبدأ مؤشرات تبادل الطاقة، بعد أن تعاني من التذبذب إلى الحالة الطبيعية تدريجياً. وفي ضوء هذه الحقائق لعمليات الاستعداد ظهر أن تطوير التكيف في عملية التدريب يشترط أن تكون الأحمال المكررة في طور فوق التعويض (الشكل رقم ٤٣).

الشكل (٤٣) جميع المؤثرات التدريبية عند تكرار الحمولة لفترات زمنية مختلفة



A - في طور الحالة المعززة .
b - في طور فوق التعويض .
B - في طور الاستعادة .

obeikandi.com

وتنخفض كفاءة الأداء العالية، التي يتم بلوغها خلال فترة التدريب الطويلة، بعد توقف التدريب أو تقليص الشدة. وتنعكس في مبدأ التفاعل الإيجابي تلك الحالة، التي يكون فيها المؤثر الذي يحدث بعد تكرار الأحمال لعدة مرات.

وتبدي كل أحمال متعاقبة تأثيراً محدداً في المؤثر التكيفي للأحمال السابقة، ويمكن أن تغير شكله أيضاً وإذا قادت نتيجة هذا الجمع للمؤشرات التدريبية الناجحة عن تعاقب الأحمال المنفذة إلى تعزيز التغيرات التكيفية في الجسم، فعندئذ سيكون هناك مجال للتفاعل الإيجابي، وإذا انخفضت كل الأحمال اللاحقة للمؤثر الناجم عن الحالة السابقة فإن التفاعل سيؤخذ على أنه سالب، وإذا لم تؤثر الأحمال اللاحقة بطريقة ملحوظة في العامل التدريبي الناجم عن الحالة السابقة، فعندئذ سيكون التعامل حيادياً.

ويمكن لكفاءة التكيف خلال فترة طويلة من التدريب أن تكون قد تم بلوغها فقط عند التعامل الموجب بين الأحمال الإنفرادية ويمكن أن تظهر بعض عوامل التدريب غير التخصصية تأثيراً في المؤثر التدريبي للأحمال البدنية ومنها: التغذية، وسائل التطيب الطبيعية، واستخدام العقاقير المختلفة، عوامل المناخ الحيوي... الخ ، إن استخدام عوامل إضافية بقصد تعزيز التكيف إزاء الأحمال البدنية يمكن أن يكون ناجحاً فقط في تلك الحالة التي تتعامل فيها المؤثرات التخصصية لهذه العوامل تعاملاً إيجابياً مع الحمولات التدريبية المؤثرة.

مبدأ التكيف التتابعي:

من عوامل الاختلاف الزمني للتغيرات البايولوجية في الجسم التي تنشأ خلال التدريب، والتي درست بصورة جيدة فخلال المؤثر التدريبي السريع وبعد تأثير واحد للأحمال البدنية يتم العثور على التغيرات التكيفية ضمن مجال تبادل الطاقة قبل كل شيء من جانب المنظومة اللاأسيدية اللاهوائية، ومن ثم تحلل السكر اللاهوائي وفي مرحلة الاستعادة التي تعقب نهاية تأثير الأحمال البدنية يتم بلوغ فوق التعويض وجود فوسفات الكرياتين في العضلات بسرعة، ومن ثم وجود النشا الحيواني.

وأخيرًا الليبيد والزلال التي تكون التشكيلات تحت الخلية، إن أول شيء يتغير في عملية التكيف طويل الأمد هو مؤشر قدرة عمليات الطاقة، ويعقب ذلك الحجم في حين يأتي تغير مؤشر فاعلية الطاقة بالمرتبة الأخيرة.

المبدأ الدوري:

إن التغيرات التكيفية في الجسم يحمل أثناء التدريب طبيعة طورية، أما هذا التذبذب في سرعة نمو التكيف من جانب الوظائف القيادية فيمتلك طولاً موجهاً وسعة موجهة مختلفين، ولكي يتكون المؤثر المطلوب لتطوير التكيف، ينبغي أن تكون المؤثرات التدريبية (أو الوحدات التدريبية) قد جمعت وفق قواعد محددة وتمثل نهاية معينة لدورة التأثير على الوظيفة القيادية، ومن أجل التكيف الشامل إزاء هذه الدورة من التأثيرات التدريبية ينبغي إعادته

لعدد من المرات خلال مرحلة معينة من التدريب، يجري خلاله إيجاد حل لمسألة محددة في إعداد الرياضيين ومن هذه الدورات التدريبية، التي تستبدل بالتتابع إحداهما الأخرى ومن مرحلة لأخرى تبعاً لضوابط تنمية التكيف.

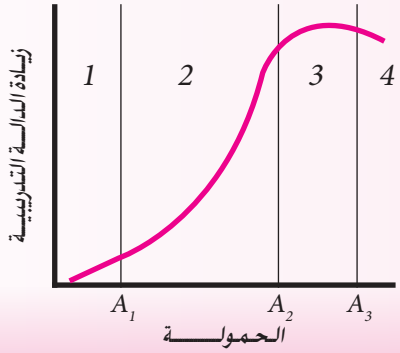
تحليل علاقة الجرعة - المؤثر :

يرسم التكيف المتنامي تحت تأثير التدريب بكل الأحمال البدنية المتزايدة بعلاقة معروفة جداً في البايولوجيا وهي علاقة « الجرعة – المؤثر » (الشكل رقم ٤٤) ، إن الأحمال البدنية غير الكبيرة بقيمتها والتي لا يمكن بلوغ عتبة قيمة المؤثر أي بما يكفي لتحفيز التغيرات التكيفية في الجسم، غير قادرة على تحفيز نمو الوظيفة التدريبية، لذا فإن مثل هذه الأحمال تنتمي عادة إلى صنف غير مؤثر، ولكي يعم تأمين زيادة الدالة التدريبية تحت تأثير أحمال محددة، فإن قيمته ينبغي أن تتجاوز قيمة العتبة ، ومن هنا نشأ مصطلح « فوق الحمل » وهو لا يعني أحمالاً بدنية كبيرة للغاية، وإنما يشير فقط لظهور مؤثر تدريبي واضح، وأن الوظيفة التدريبية ينبغي أن تكون محملة بأحمال بدنية تتجاوز بقيمتها القيمة المحددة.

إن وجود العتبة للأحمال وكذلك ظاهرة فوق الحمل نفسها يعود إلى تلك الحقيقة التي مفادها يشير إلى أن تنمية التغيرات التكيفية في الجسم يجب أن تكون تحت تأثير جديد وقوي لحد ما ، ويمكن تأمين ذلك بمساعدة منظومتين وظيفيتين مختلفتين:

الأولى: منظومة تبادل الطاقة داخل الخلية وما يرتبط بها من دالة التي تستجيب بصورة خاصة على النوع المعين والذي يتناسب طردياً مع القوة.

الشكل (٤٤) علاقة زيادة مؤثر الوظيفة التدريبية بقيمة الحمولة التدريبية المنفذة (علاقة الجرعة – المؤثر)



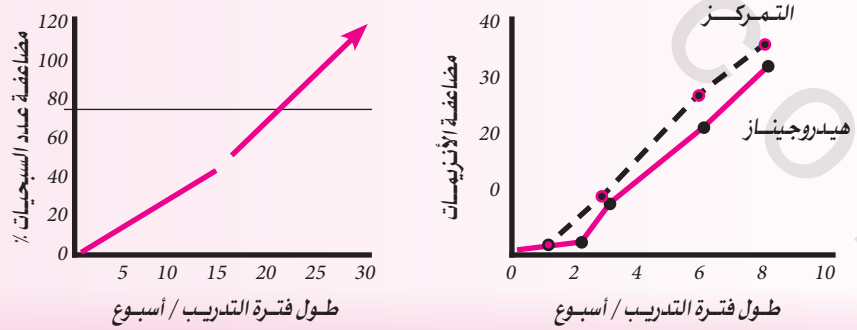
A_1 - قيمة العتبة للحمولات .
A_2 - القيمة الحرجة للحمولات .
A_3 - القيمة القصوى للحمولات .
١- حمولة غير مؤثرة .
٢- حمولة مؤثرة .
٣- حمولة قصوى .
٤- حمولة تتجاوز القيمة القصوى .

obeikandi.com

والثانية: هي منظومة الكظرين – التي تنظم بصورة لا تخصصية كرد على مؤثرات مختلفة وتشارك في العمل في تلك الحالة فقط، عندما تكون قوة المؤثرات قد تجاوزت مستوى عتبة معينة، وقد اتخذت هذه الاستجابة غير المتخصصة، لمؤثر قوي نسميه «الإجهاد المتلازم» أما المؤثر الذي سبب هذه الاستجابة « عوامل الإجهاد » ويمكن أن يقوم بدور الإجهاد في العملية التدريبية ليس فقط الأحمال البدنية وإنما أيضاً عوامل أخرى متنوعة منها: – المناخ الحيوي، الأعشاب الطبية، الحالة النفسية، والاجتماعية، إن ظهور التكيف التلازمي الشامل كرد للأحمال البدنية التي تستخدم في التدريب يقود إلى تحفيز مراكز مهمة، وكنتيجة لذلك تحفز منظومة الكظرين وعليه فإن تعزيزاً من هذا القبيل لهرمون التنشيط في الدم سيقود إلى مضاعفة الكاتيكولمان والجلوكورتيكويد وكل من هذين العاملين الهرمونيين يمتلك مجالاً واسعاً في التأثير وهو في الأخص يساعد في تحسين مصادر الطاقة والمصادر المرنة في الجسم ، وهكذا فإن الأحمال البدنية التي تصل إلى مستوى الإجهاد ستسبب في الجسم تفاعلاً مُركزاً من شأنه أن يخفف في ظهور التغيرات التكيفية المطلوبة في الوظائف التدريبية، وكما تشير نتائج الدراسات إن تكرار قيمة الأحمال البدنية الكافية لتنشيط منظومة الملازمة السمبثاوية تشكل ٥٠ – ٦٠٪ من القيمة الذاتية للحد الأقصى لاستهلاك الأوكسجين.

وعندما تتجاوز قيمة الأحمال المستخدمة قيمة العتبة فإن أي تغير في مجال واسع سيصاحبه زيادة طردية في الوظيفة التدريبية وهذا هو مجال الأحمال الفعالة وكمثال لهذه العلاقة التي تعكس تأثير عدد الأحمال التدريبية المنفذة على المؤشرات التركيبية والأنزيمية للتنفس النسيجي كما في (الشكل رقم ٤٥).

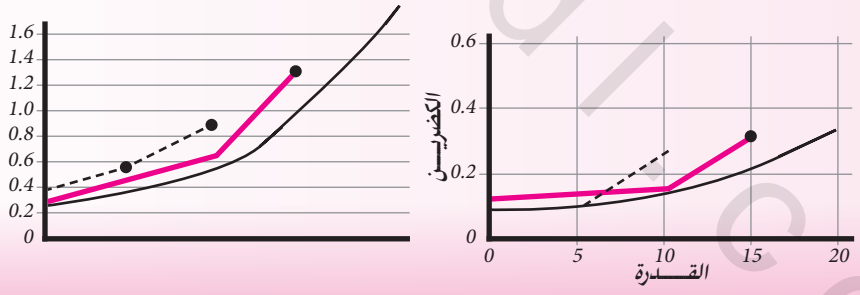
الشكل (٤٥) تحسين مؤشرات التبادل الهوائي في العضلات الهيكلية وعلاقته بحجم العمل التدريبي المنفذ



ولكن إمكانية التزايد المستمر للوظيفة التدريبية مع مضاعفة الحجم الشامل للحمولة المنفذة لا يمكن أن تكون بلا حدود وفي كل حالة توجد غاية ذاتية للتكيف بالنسبة لهذه الوظيفة أو العضو ومع الاقتراب من هذه الغاية فإن وتيرة زيادة الوظيفة التدريبية تتباطأ تدريجياً وعند قيمة معينة للأحمال (الأحمال القصوى) ستصبح مساوية صفراً وإذا تجاوزت الأحمال المستوى الأقصى سينشأ تفاعل تناقصي بزيادة قوة المؤثر تنخفض استجابة الجسم وتتسم هذه الصورة بقطع التكيف (تنمية ما فوق التدريب) وتستخدم الحمولة القصوى في المنافسات وفي التدريب للفحص ولكن لا ينبغي استخدامها باستمرار وذلك لأنها ستعود وبسرعة إلى إنضاب المنظومة السائدة المسؤولة عن التكيف، إن التحميل الذاتي للأحمال القصوى يتحدد بدرجة كبيرة في ضوء الاحتياطي التكيفي لمنظومة التلازم السمبثاوي.

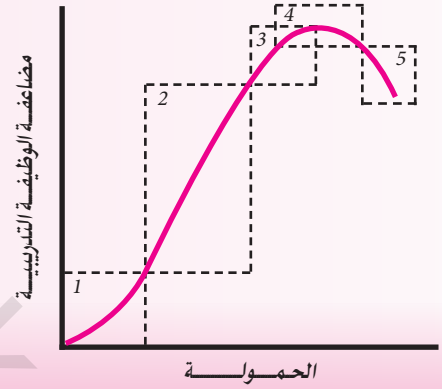
إن الرياضيين المدربين بصورة عالية يتميزون باستجابتهم الأكثر كفاءة من جانب منظومة التلازم السمبثاوي، ولكن سيكون عندهم تركيز عالٍ لكاتيهولامين في الدم (الشكل رقم ٤٦).

الشكل (٤٦) تغير تركيز كايتهولامين في الدم أثناء الحمولة البدنية عند الأشخاص من ذوي المستويات المختلفة في التدريب ، الخط المنقط غير الرياضيين ، الخط الرقيق رياضيون مصنفون ، الخط الغليظ أبطال رياضة .



إن علاقة (المؤثر – الجرعة) التي تحدد العلاقة بين حجم العمل التدريبي المنفذ وزيادة الوظيفة التدريبية يمكن أن تستخدم للتقويم العددي للتكيف اتجاه الأحمال البدنية ، إن ما وضحه الشكل السابق من منحنى لا يمكن ملاحظته بهذه الصورة إلا نادراً ، ففي أغلب الأحيان يمكن ملاحظة فقط أجزاء انفرادية منه ومن الجانب النظري هنالك خمسة أنواع أساسية للتعامل المتبادل بين تغير الوظيفة التدريبية وبين حجم الأحمال المنفذة (الشكل رقم ٤٧).

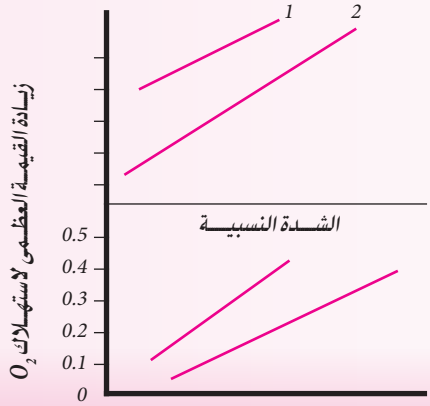
الشكل (٤٧) الاحتمالات الأساسية التي يمكن ملاحظتها عند نمو التكيف في العملية التدريبية



وفي بداية مرحلة تنامي التكيف (العنصر ١) تمثل العلاقة (المؤثر – الجرعة) بمنحنى أسي متزايد وفي الظروف الاعتيادية للتدريب يعبر عن هذه العلاقة بخط مستقيم (العنصر ٢) الذي كما هي الحال في المنحنى الأسي المتصاعد، يشير إلى أن غاية التكيف لم يتم بلوغها بعد لذا يمكن الاستمرار بمضاعفة الحجم المنفرد، ولقد أشارت الدراسات التي تمت في مجال واسع من الأحمال إلى مضاعفة المؤثر الحد الأقصى لاستهلاك الأوكسجين الذي يرتبط خطياً مع شدة وحجم العمل المتقطع (الشكل رقم ٤٨).

الشكل (٤٨) تحسين مؤشرات القدرة الهوائية العظمى اعتمادا على شدة وحجم الحمولة التدريبية

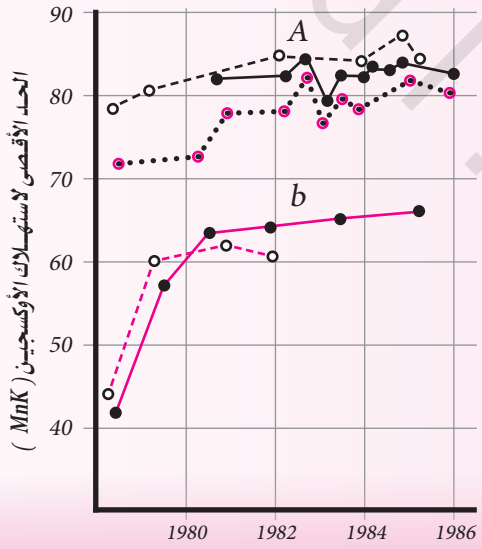
١ – النساء
٢ – الرجال



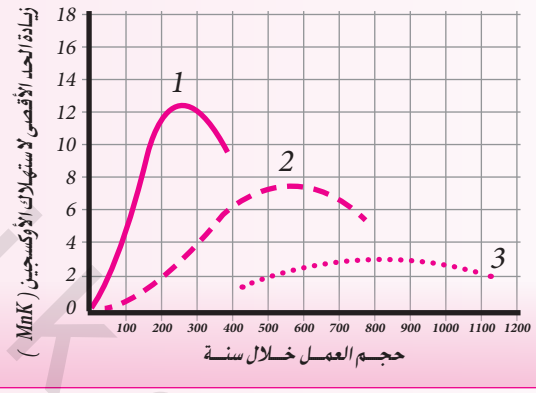
إذا استخدمت في التدريب أحمال قريبة من قيمتها القصوى فإن العلاقة (المؤثر – الجرعة) ستتحول من علاقة خطية إلى أسية « إشباع » (العنصر ٣).

ويتطلب هذا إظهار الحذر من الاستمرار بمضاعفة القدرة بسبب خطورة فرط الإجهاد، وهناك حذر كبير آخر ينبغي أن يؤخذ بالحسبان ضمن دائرة الأحمال القصوى (العنصر ٤) حين تكون العلاقة « المؤثر – الجرعة » قد اتخذت شكلاً قوسياً وضمن هذه الدائرة تتوقف زيادة الكفاءات التدريبية، أما إذا استمر حجم الأحمال بالزيادة فعندئذ سيعثر على هبوط متواصل أسي يتعلق ببلوغ المؤثر (العنصر ٥) ويمكن إظهار هذه الحقيقة بصورة معبرة عن تغيرات المؤثر الحد الأقصى لاستهلاك الأوكسجين في عملية التدريب لسنوات عديدة عند ثلاثة من الرياضيين الأبطال من السويد، واثنين من الرياضيين المبتدئين (الشكل رقم ٤٩) ولم يلاحظ عند الرياضيين الدوليين الذين تم تدريبهم باستخدام أحمال قصوى ذات شدة عالية على مدى بضع سنوات، قدّم هؤلاء الرياضيون خلالها بلوغ نتائج رياضية عالية، ولم يلاحظ تغير ملحوظ في قيمة الحد الأقصى لاستهلاك الأوكسجين، ويلاحظ عند الرياضيين المبتدئين في السنتين أو الثلاث الأولى للتدريب، إذ يبدأ حجم الأحمال وشدتها تنمو تدريجياً وتتحسن سريعاً في مؤشر القدرة الهوائية، ولكن ما إن يبلغ الرياضيون قيمة الأحمال القصوى بالنسبة لكل منهم حتى تتوقف زيادة الكفاءة الهوائية (يبين الشكل رقم ٥٠).

الشكل (٤٩) ديناميكية مؤشرات MnK في عملية التدريب لسنوات طويلة عند ٣ من المتزحلقين على الثلج بمستوى دولي (A)، و٢ من المبتدئين (b) الذين بدءوا التدريب

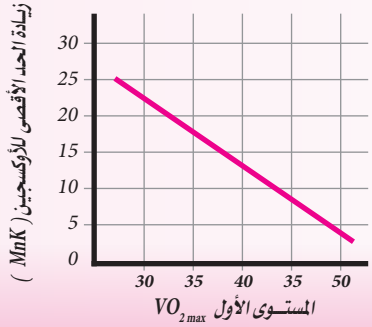


الشكل (٥٠) تغير قيمة زيادة المؤثر MnK ضمن حجم الحمولات التدريبية عند إعداد رياضيين بمهارات مختلفة : ١- الشباب ٢- متقدمين ٣- أبطال



يبين الشكل أعلاه تغير وتيرة زيادة المؤشر الحد الأقصى لاستهلاك الأوكسجين ضمن حدود حجم العمل في عملية تدريب الرياضيين من مختلف المستويات، أن الحجم الأقصى للأحمال عند الرياضيين بمهارات معتدلة يقل كثيراً عما هو عليه عند أولئك الرياضيين الذين ينتمون إلى المنتخب، وعند تطابق العلاقة (المؤثر – الجرعة) عند رياضيين من مهارات مختلفة فإن أكبر وتيرة وأكبر زيادة مطلقة للقدرة الهوائية القصوى عند مضاعفة حجم العمل التدريبي قد لوحظ عند رياضيين من ذوي المستوى الضعيف في الإعداد، أما التغيرات لهذا العامل الأقل تعبيراً فقد لوحظ عند الرياضيين الروس من الأبطال تَناسُب هذه البيانات بالكامل مع الحقيقة المعروفة لتباطؤ وتيرة زيادة المؤشر (الحد الأقصى لاستهلاك الأوكسجين) بالاعتماد على المستوى في بداية التدريب (الشكل رقم ٥١).

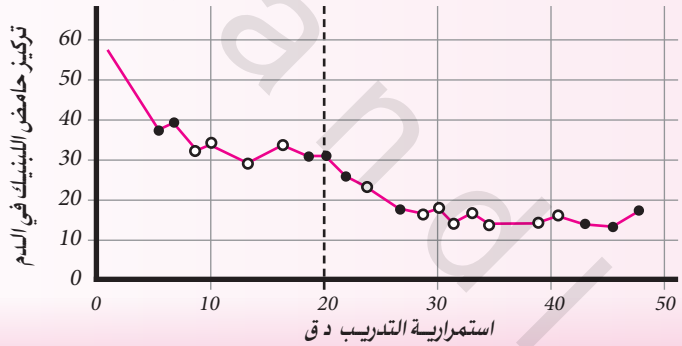
الشكل (٥١) تغير قيمة زيادة MnK بالاعتماد على المستوى الأول للقدرة الهوائية في بداية التدريب



إن زيادة مؤشر (الحد الأقصى لاستهلاك الأوكسجين) وبغض النظر عن البرنامج المستخدم للإعداد ، يكون المستوى الأول لنمو الكفاءة الهوائية عند الرياضيين قبل بداية التدريب أوطأ .

إن انخفاض وتيرة تنمية التكيف يمكن بزيادة العملية التدريبية أن تقام بمساعدة تغير قيمة وطبيعة الأحمال التدريبية (الشكل رقم ٥٢) أو من خلال استخدام عوامل إضافية تحفز الإزاحات التكيفية في الجسم أثناء التدريب ، فمثلاً إن استخدام العداء للمسافات القصيرة وجبات غذائية خاصة من شأنها أن تُظهر تأثيراً على العملية اللاهوائية في العضلات العاملة تصعد بصورة كبيرة العامل التدريبي وتساعد في إظهار نتائج عالية بحجوم أقل للأعمال التدريبية .

الشكل (٥٢) انخفاض تركيز حامض اللبنيك في الدم كرد على الحمولة التقيسية في عملية تدريب العدائين



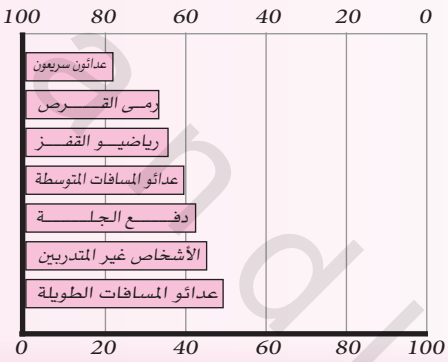
التكيف الخاص:

إن التغيرات التكيفية الخاصة في الجسم التي تتنامى تحت تأثير التدريب تظهر بوضوح في المؤثر التدريبي التراكمي والسريع ، وتتتابع في جميع المستويات بدءاً من الخلية وانتهاء بعموم الجسم.

وحسب طبيعة الوسائل والطرق المستخدمة في التدريب تلعب الخصائص الوظيفية والمواصفات الجسمية دوراً حاسماً في تحديد مستوى الإنجاز في هذا النوع من الرياضة، وتعطي أرجحية في النمو.

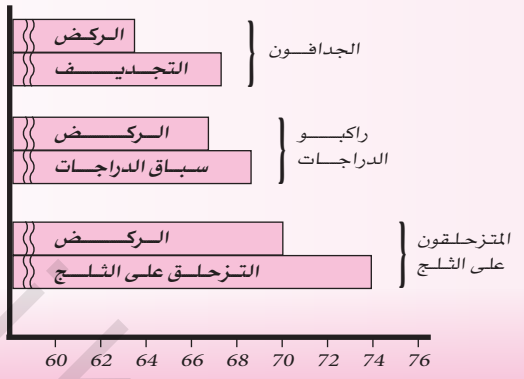
فمثلاً عند عدائي المسافات القصيرة مقارنة بعدائي المسافات الطويلة، يتضاعف بصورة كبيرة حجم منظومة (الفسفوكرياتين وثلاثي فوسفات الأدينوزين) اللاهوائية اللاأسيدية، إضافة إلى تحسين القابلية اللاهوائية لتحلل السكر، بمعنى آخر القابلية لمواجهة تراكم الكميات القصوى لحامض اللبنيك أثناء العمل ، وفي الوقت نفسه تتضاعف عند عدائي المسافات الطويلة مؤشرات القدرة الهوائية والفاعلية الهوائية، أي كلما كان استخدام تمارين « القوة – السرعة » أكبر كلما كانت الظروف التي تُخلق لنمو التغيرات البايولوجية والتضخم وسرعة تقلص الألياف البيضاء أفضل ، إن استخدم حجم كبير للتمارين الطويلة ذات الطبيعة الهوائية تشكل ظروفاً مواتية لنمو التغيرات البايولوجية وتحسن قدرة الألياف الحمراء ذات التقلص البطئ (الشكل رقم ٥٣).

الشكل (٥٣) تضخم مختار للألياف العضلية سريعة وبطيئة التقلص عند ممثلين لأنواع الرياضة المختلفة



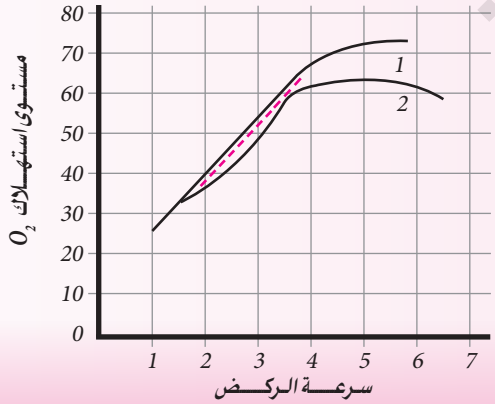
إن الشكل رقم (٥٦) يمثل التغير النسبي لتضخم الألياف العضلية سريعة التقلص وبطيئة التقلص ، وعند ممثلين لأنواع رياضية مختلفة تظهر الطبيعة التخصصية للتكيف البايوكيميائي ، ليس فقط في القيم المطلقة لمستوى تطور الوظائف السائدة وإنما أيضاً في الاستخدام الأكثر للكفاءات المكتسبة في النوع المختار من التمارين (الشكل رقم ٥٤).

الشكل (٥٤) خصوصية ظهور التكيف في أشكال تخصصية من النشاط الرياضي



لقد تحددت القيمة العظمى لاستهلاك O_2 للرياضيين المتخصصين في واحد من الأنواع الرياضية الثلاثة: التجديف، ركوب الدراجات، والتزحلق على الجليد، وفي الركض على الحزام المتحرك، وذلك في خصوصيات كل نوع من أنواع الرياضة ويؤكد المخطط الذي ورد في (الشكل رقم ٥٤) بصورة قاطعة أن أعلى المؤشرات للحد الأقصى لاستهلاك الأوكسجين يمكن أن يبلغها الرياضي في تلك التمارين التي تعد متخصصة في ذلك النوع المختار من الرياضة، إن تنامى التكيف أثناء عملية التدريب يعد خصوصية أيضاً بالنسبة لقيمة الأحمال التي تكون أكثر استخداماً وكذلك لنظام التدريب المختار (الشكل رقم ٥٥).

الشكل (٥٥) تغير مستوى استهلاك O_2 عند رياضيين بمهارات عالية لركض المسافات :
الطويلة (١) ، والقصيرة (٢)



openkenali.com

وعادة ما تتخذ علاقة مستوى استهلاك O_2 بقدرة التمرين المحدد ضمن مجال واسع لسرعة الركض، خطاً مستقيماً، وعندما تبدأ القيم لإيصال O_2 بالمساهمة تتخذ هذه العلاقة شكلاً أُسيّاً متصاعداً ، وتبلغ القيمة العظمى للزيادة عند الاستهلاك الأقصى للأوكسجين، ويعكس ميل الخط المستقيم فاعلية صرف الطاقة الهوائية في زمن الركض.

وتقابل قيمة هذه الميل يُصَرِّف من O_2 مقاساً بالمليمترات لكل كغم واحد من كتلة الجسم ولكل متر واحد يقطعه الجسم ، وكما يلاحظ من الشكل المذكور أن البيانات المتعلقة بتغير مستوى استهلاك O_2 المدونة عند مجموعة الرياضيين من ذوي المهارات العالية في ركض المسافات الطويلة في ذلك الجزء من المنحنى الذي ينتمي إلى تلك السرعة التي تستخدم بكثرة في ذلك السباق ، وهي أي البيانات تنحرف بشدة عن العلاقة الخطية التي تعبر عن هبوط في الطاقة المصروفة عند عملية تدريب هؤلاء الرياضيين تتفق تماماً مع البيانات المتوفرة عن تنامي التراكيب الهوائية والتغيرات البايوكيميائية في الألياف العضلية والتي من شأنها أن تساعد في مضاعفة فاعلية استخدام طاقة العمليات الهوائية عند النشاط العضلي وينبغي أن تنسب هذه النوع من التكيف تطور الورم الشبكي نوع (ST) في الألياف والذي يخفف إيصال الطاقة إلى داخل الخلايا وظهور المحرك الأساسي لنقل الطاقة بمساهمة الأنزيمات المتشابهة لفوسفات الكرياتين ومضاعفة النماذج بين عمليات الأكسدة والفسفرة وزيادة كمية التبادل الهوائي وكمية الأنزيمات ونشاطها النسبي.

ولما كانت ألياف (ST) تكتسب أفضلية في النمو في عمليات التدريب لركض المسافات الطويلة. إن اختيار النظام المحدد يُظهر – كما هو شأن شدة الأحمال المستخدمة – تأثيراً في قيمة وطبيعة التكيف البايوكيميائي في العضلات الهيكلية، فبعد ١٦ اسبوعاً من التدريب العملي في نظام العمل الطويل المتواصل والمتقطع يزداد نشاط الأنزيمات القيادية بصورة ملحوظة في تلك العضلات التي تتحمل العبء الأساسي حيث تكون هذه الزيادة متناسبة مع عدد الأحمال المنفذة ، (الجدول رقم ١٣) يبين النتائج الإجمالية لدراسات نُفِّذت على مدى سنوات عديدة تعلقت بخصوصيات التغير الذي يحدث في الخلايا الهيكلية كرد فعل على التدريب المنتظم باستخدام تمارين من أنواع مختلفة ، وكما يظهر من الجدول المذكور أن التدريب باستخدام تمارين متنوعة يقود إلى تغيرات متباينة في العضلات وتحت تأثير تمارين التحمل تزداد بصورة طفيفة الكتلة العضلية.

في حين لا يتغير سمك الألياف العضلية وكذلك كمية العضلين والسترومين العضلي.

ولكن بالمقابل تزداد بصورة ملحوظة كمية زلال الساركوبلازم والنشا الحيواني ، إضافة إلى كمية السبحيات في الألياف العضلية مما يدل على مضاعفة الإمكانيات الكامنة لإعادة التكوين الهوائي لـ ATP ، و إضافة إلى ذلك فإن المؤشرات التي ترتبط بإعادة التكوين اللاهوائي لـ ATP (كمية فوسفات الكرياتين وأنزيمات تحلل السكر). تتغير بصورة طفيفة أو قد لا تتغير على الإطلاق.

تتضاعف كتلة العضلات وسمك الألياف بصورة كبيرة تحت تأثير تمارين السرعة، وتتضاعف في هذه الحالة كمية زلال الليفات العضلية بما في ذلك العضلين وزلال السيركوبلازم والجيولوبين العضلي ، وتجدر الإشارة هنا إلى أن كمية السترومين العضلي هي فقط لا تتغير ويزداد عدد السبحيات وكثافتها في الألياف العضلية ، ولكن بصورة أقل من الزيادة التي تحدث بتأثير تمارين التحمل ، ويزداد بصورة ملحوظة جداً زلال SR ، كما يزداد إضافة لما ذكر نشاط العضلين ATP وامتصاص أيونات CA^{++} وتتضاعف بصورة كبيرة إمكانية إعادة تكوين اللاهوائي لـ ATP أما إمكانية إعادة التكوين الهوائي لـ ATP فعلى الرغم من زيادتها ولكن بصورة أقل مما عليه الحال في تدريب التحمل ، يحدث الشيء المقارب نفسه بالنسبة لطبيعة التغير تحت تأثير تمارين القوة ، ويؤشر بين هذين النوعين من التدريب تباين عددي فقط، ففي التدريب باستخدام تمارين القوة تكون مضاعفة الكتلة العضلية وسمك الألياف ، وكذلك وجود زلال الليفات العضلية والسترومين العضلي واضحة بدرجة كبيرة، وتزداد كمية الجلوبين العضلي بالمقدار نفسه تقريباً ، أما مستوى النشا الحيواني وزلال الساركوبلازم فأقل كثيراً ، ويزداد بصورة ملحوظة زلال SR وكذلك نشاط عضلين ATP وامتصاص لأيونات الكالسيوم CA^{++} ويكون هذا جميعه ظروفاً أفضل للنمو السريع في انقباض العضلات أثناء تهيجها ولظهور قوة عضلية كبيرة عند الانقباض والارتخاء السريع للعضلات بعد توقف المؤثر ، ويزداد تحت تأثير تمارين القوة بصورة كبيرة السترومينات العضلية المرنة مسبباً بذلك سرعة واكتمال ارتخائها بعد التقلص، وعند التدريب باستخدام تمارين القوة تزداد إمكانية تكوين ATP الهوائية واللاهوائية بصورة متساوية تقريباً ولكن بدرجة أقل مما هي عليه الحال عند التأثير بتمارين السرعة.

إن خصوصية التكيف البايوكيميائي المتنامي أثناء عملية التدريب المنتظم يستند إضافة لما ذكر سابقاً إلى واجبات لكل من القيم المحددة لمواصفات الأحمال البدنية واعتماداً على التمازج المختار في المواصفات الأساسية للأحمال البدنية والتي تشكل مؤثراً تدريبياً سريعاً يحدد قيمة واتجاه التغيرات البايوكيميائية في الجسم ، ويظهر في الجسم عند التكرار الكافي للأحمال المصحوبة بمؤثر تدريبي سريع ، تلك التغيرات التكيفية التخصصية التي من شأنها أن تقود إلى مؤثرات تدريبية تراكمية مختلفة تم وصفها سابقاً.

انعكاس التكيف:

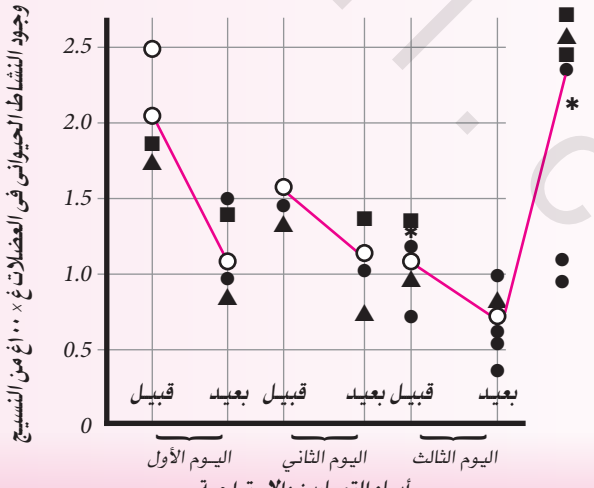
إن طبيعة الانعكاس للتغيرات التكيفية التي تحدث في الجسم كاستجابة على الأحمال المستخدمة تظهر بوضوح في فترة الاستعادة السريعة والمتأخرة، وتعد المؤشرات البايوكيميائية المتغيرة تحت تأثير الأحمال التي تنفذ لمرة واحدة إلى المستوى الأول وتمر عبر طور فوق التعويض، ويمكن بلوغ المؤثر التدريبي الإيجابي إذا تواجدت الأحمال في هذا الطور نفسه، وعند الفواصل القصيرة بين تكرار الأحمال التي لا تكفي لظهور فوق التعويض، وهو نفس

الحالة عندما تكون الفواصل طويلة جداً، حيث تستطيع المؤشرات الكيميائية أن تعود إلى القيمة الطبيعية. لا يمكن بلوغ زيادة متنامية من مرة لأخرى للإزاحات التكيفية، وعلى هذا الأساس فإن خصوصية الانعكاس للإزاحات التكيفية التي تظهر في عوامل التدريب السريعة والمتأخرة، غالباً ما يعبر عنها بمبدأ الإعادة أو مبدأ العلاقة الصحيحة للحمل والراحة.

ولابد من الإشارة هنا بدرجة عالية إلى أن واجب تكرار الأحمال في طور فوق التعويض يكون مقبولاً فقط في دورات التدريب الطويلة (أسابيع ، أشهر).

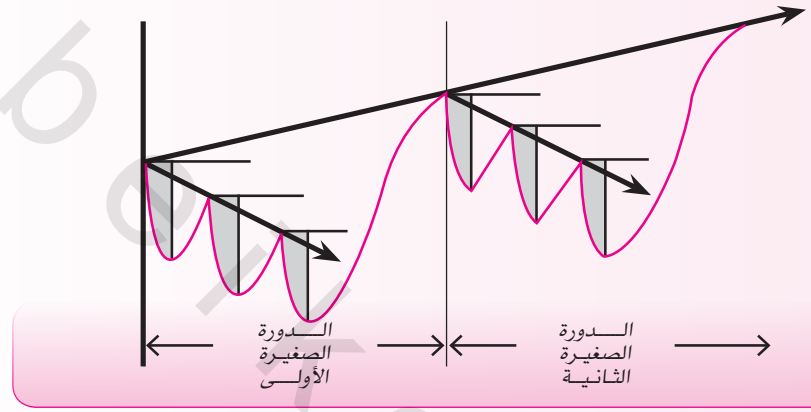
وهو لا يعد ضمن حدود دروس تدريبية إنفرادية أو دورات تدريبية قصيرة إلزامياً، ففي مثل هذه الظروف يكمن الواجب الأساسي في السعي لتحميل الوظيفة السائدة بصورة أكمل، ومن خلال ذلك يمكن توجيه التأثير للانتشار اللاحق لعمليات التكيف في الجسم مصحوبًا بطور أكثر تعبيراً لفوق التعويض، ولذلك يلاحظ في دروس تدريبية إنفرادية أو في دورات تدريبية قصيرة، حيث تعطي الحمولة في طور الاستعادة غير الكاملة زيادة متقدمة لإزاحة الوظيفة التدريبية ، كما في (الشكل رقم ٥٦). وفي حالات مشابهة فإن البناء الصحيح للتدريب ينبغي أن يتلاءم بالمخطط الآتي: تنفذ في كل دورة تدريبية قصيرة دروس لاستعادة غير كاملة، مما يؤدي إلى هبوط واضح لمؤشرات الوظيفة القيادية ، وتؤمن الاستراحة التي تفصل بين دورات قصيرة انفرادية بلوغ فوق التعويض في الوظيفة القيادية، لذا فمع كل إعادة دورية للدورة القصيرة يلاحظ وجود مكان لزيادة المؤثر التدريبي، أنظر المخطط في (الشكل رقم ٥٧).

الشكل (٥٦) تغير النشاط الحيواني داخل العضلة تحت تأثير تدريبات لمدة ٣ أيام في الركض الطويل



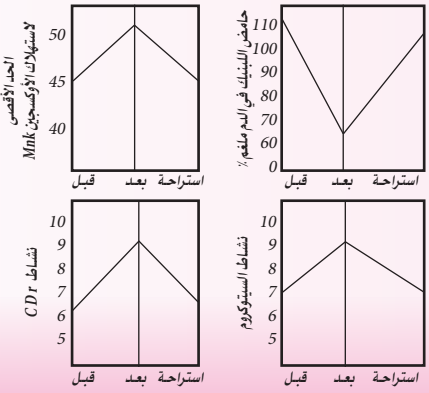
الشكل (٥٧) واحد من الاحتمالات الصحيحة لتتابع العمل والاستراحة والذي يقود إلى مؤشر تدريبي إيجابي

(فاسيلبن ب - س وغيره)

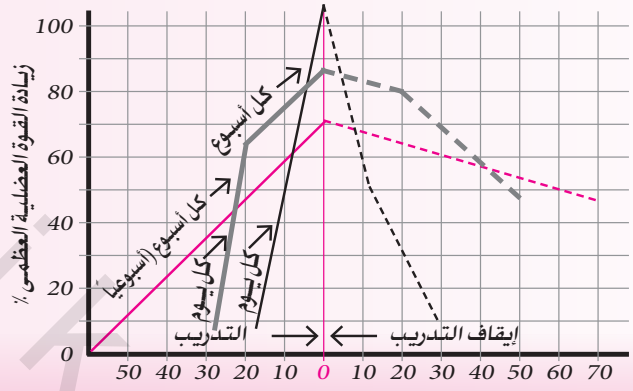


وتظهر خاصية الانعكاس بصورة أكثر وضوحًا للتغيرات التكيفية التي تحدث في الجسم كاستجابة للاستخدام المنتظم للحمولات البدنية في العمل التدريبي التراكمي. ويفقد التحسن الملحوظ في المؤشرات البايوكيميائية التي يتم بلوغها خلال العملية التدريبية بعد توقفها بالسرعة نفسها التي تم بها بلوغ التحسن في فترة الإعداد النشط للأحمال (الشكل رقم ٥٨) ومن أجل بلوغ تحسن معبر لغالبية المؤشرات البايوكيميائية ، يتطلب الأمر لفترة زمنية تتراوح بين ٤ - ٨ أسابيع، ويحدث هبوط في القيمة حتى تصل إلى المستوى الابتدائي بعد توقف التدريب ضمن الفترة الزمنية نفسها تقريباً . يعكس النمو العكسي للتكيف « إبطال التدريب » قابلية أنظمة التدريب المستخدمة (الشكل رقم ٥٩).

الشكل (٥٨) تغير المؤشرات البايوكيميائية في فترة التدريب وبعد انتهائها



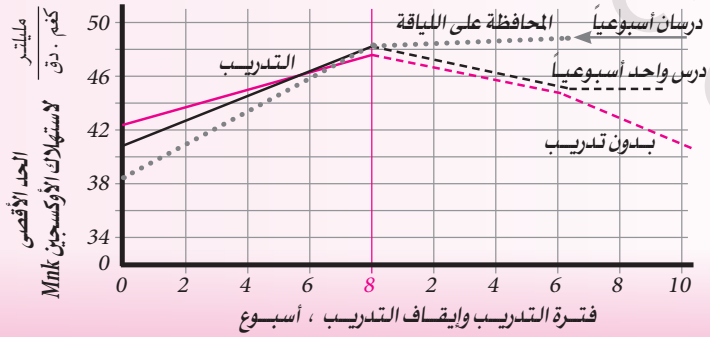
الشكل (٥٩) تنامي التكيف واللاتكيف عند التدريب الأيزومتري للقوة العضلية لتردد مختلف في التدريب ، ووتيرة تعمل على تصعيد الحمولة



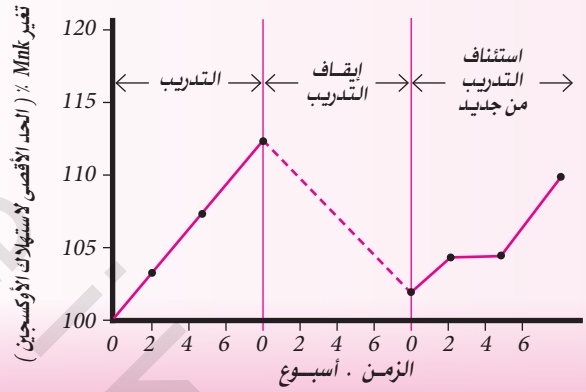
وفي التدريبات الخاصة التي يصاحبها تصعيد كبير في الأحمال من وحدة لأخرى تحدث زيادة سريعة في القوة العضلية في زمن التدريب ، ولكن بالسرعة نفسها تفقد هذه الزيادة بعد انتهاء التدريب ، وبعد التصعيد التدريجي والطويل في زيادة القوة فإن هبوطها يحدث بصورة طبيعية.

ومن أجل المحافظة على مستوى الوظائف القيادية التي يتم التوصل إليها نتيجة التدريب العنيف ، بعد تغيرٍ مواصفاتها يكفي المحافظة على هذا النوع من التدريب بمعدل وحدة أو وحدتين أسبوعياً (الشكل رقم ٦٠).

الشكل (٦٠) المحافظة على قيمة Mnk التي تم بلوغها نتيجة تدريب عنيف (تدريب متقطع بمعدل ٣ مرات في الأسبوع) لدروس مختلفة التردد ذات اتجاه الهوائي في مرحلة تغير طبيعة الإعداد



الشكل (٦١) العلاقة بين تغير قيمة Mnk وعملية التدريب بعد إيقافه لفترة طويلة ثم استئنافه من جديد

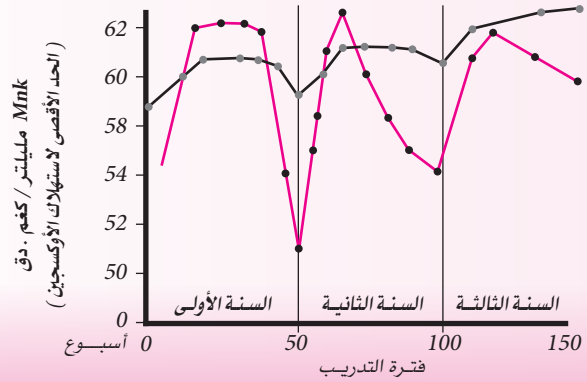


ويقود استئناف التدريب من جديد بعد فترة انقطاع طويلة لاستعادة مستوى الوظيفة التدريبية بالسرعة نفسها تقريباً، التي كانت عليها في فترة التدريب السابقة (الشكل رقم ٦١).

ولكن إذا كان الهبوط في مرحلة التكيف كبيراً جداً وتحتاج عملية الاستعادة إلى مناورة في الأحمال فعندئذ سيحل نضوب احتياطي الجسم التكيفي بصورة سريعة جداً. الأمر الذي سيؤدي إلى هبوط في كفاءة الأداء وانخفاض الإنجازات الرياضية.

فمثلاً لقد تم بصورة دورية قياس قيمة الحد الأقصى لاستهلاك الأوكسجين ثلاث مرات أسبوعياً لاثنين من عدائي المسافات المتوسطة خلال فترة ٣ سنوات في مراحل إعداد موسمية مختلفة (الشكل رقم ٦٢).

الشكل (٦٢) ديناميكية Mnk عند اثنين من عدائي المسافات المتوسطة على مدى ثلاثة مواسم متتالية في الإعداد



ولقد كان أحد الرياضيين في السنة الأولى من التدريب مضطراً وبسبب الإصابات الناجمة عن أعراض النزلات الصدرية أن ينهي دروسه في نهاية الموسم قبل ثلاثة أشهر، مما سبب انخفاضاً في قيمة الحد الأقصى لاستهلاك الأوكسجين بمقدار ١٤,٣ مليلتر / كغم. دق ، ثم سعى للتعويض عن الاستراحة الاضطرارية فناور في بداية الموسم الثاني الأحمال وسرعان ما بلغ المستوى المفقود (الحد الأقصى لاستهلاك الأوكسجين). ولكن مؤثر التدريب العنيف لم يكن مستقراً، لذا فطيلة الموسم التالي كانت مؤشرات كفاءة الأداء الهوائية للرياضي تنخفض باستمرار ، وتكررت مناورة التدريب التي رافقها هبوط في كفاءة الأداء في الموسم الثالث ، ولم يقتنع الرياضي بنتائج مشاركته.

أما الرياضي الثاني.. فلم يكن في إعداده أي هبوط حاد في مستوى الحد الأقصى لاستهلاك الأوكسجين ، كما لم يلاحظ عنده مناورة في الأحمال المتصاعدة، وبقي محافظاً على مؤشرات القدرة الهوائية بمستوىً عالٍ مستقر. وكانت مساهمة هذا الرياضي في المنافسات الدولية ناجحة.

يبين المثال السابق أن التكرار المتعدد لإزالة التكيف وإعادة التكيف تتخذ قيمة وظيفية عالية، ويعد التدريب المصحوب باستخدام أحمال غير كبيرة ولكنها دائمة الاستعمال على الوظيفة السائدة ، الطريق الأكثر فاعلية بمساعدة التكيف، مما يساعد على المحافظة على هذه الوظيفة في مستوى عالٍ.

تتابع التغيرات التكيفية في عملية التدريب الرياضي :

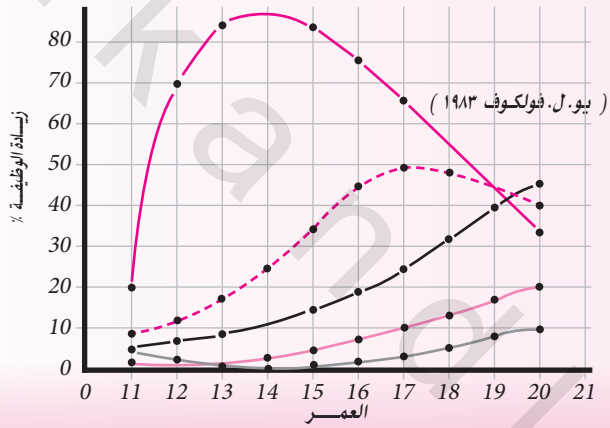
إن التغيرات التكيفية في أعضاء ووظائف انفرادية، التي تلاحظ كرد فعل اتجاه الأحمال البدنية، لاتحدث في آن واحد، وبسرعة مختلفة وتظهر في درجات متباينة. إن ظهور اختلاف الزمن في العمليات التكيفية هذه تتبع بصورة جيدة في أمثلة مؤشر التدريب السريع والمتأخر والتراكمي، وكما ذكر سابقاً في دائرة تفاعل تبادل الطاقة، فإن التغير السريع والأكثر تعبيراً سيلاحظ في العملية اللاأسيدية اللاأوكسجينية ، ومن ثم من جانب تحلل السكر ، وأخيراً من جانب عملية التنفس داخل الخلية.

إن أول ما يتم بلوغه في مرحلة الاستعداد الذي يعقب الأحمال البدنية، هو فوق التعويض لكرياتين الفسفور بسرعة داخل العضلة ثم النشا الحيواني. وأخيراً الزلاليات التي تؤدي وظائف مساعدة وتكوين تراكيب الخلية للألياف العضلية، وعند أخذ ذلك بنظر الاعتبار فإنه يصبح بالإمكان وبمساعدة الانتخاب المنطقي لعلاقة محددة لعامل الأحمال والاستراحة، اختيار التأثير المناسب على هذا الجانب أو ذلك في تنمية هذه الصفات البدنية للرياضي.

وتظهر هذه الظاهرة بصورة أكثر وضوحاً في حالة المؤثر التدريبي التراكمي ففي (الشكل رقم ٦٣) تظهر ديناميكية زيادة مؤشر الوظائف البايولوجية الطاقية المختلفة في عملية السباحين

الفتيان لسنوات عديدة ، كما أن أكثر الإزاحات سعة وسرعة في الزيادة خلال عملية التدريب تلك التي تظهر في مؤشر الحد الأقصى لاستهلاك الأوكسجين. إن قيمة الزيادة التي تصل إلى ٧٠ – ٩٠ ٪ من القيمة الابتدائية تلاحظ عند السنة الثانية أو الثالثة للتدريب، ومن ثم تبدأ بالانخفاض بصورة ملحوظة، أما الإزاحات الأقل وضوحاً والتي لا تتجاوز ٥٠ ٪ من القيمة الابتدائية فيعثر عليها في مؤشرات القدرة اللاأوكسجينية العظمى ، إن أكبر قيمة للإزاحة في هذه المؤشرات يتم بلوغها عند السنوات ٦ – ٩ من التدريب ، وأن أطول فترة لتنمية التكيف لمؤشر الميلان الأعظم لحامض اللبنيك في الدم ولعتبة التبادل اللاأوكسجيني.

الشكل (٦٣) ديناميكية زيادة مؤشرات الوظيفة البايولوجية في عملية التدريب لسنوات طويلة للشباب



إن الصورة المبينة لتغير المؤشرات البايولوجية الطاقية في عملية التدريب لسنوات طويلة تعكس المنطق العام لنمو التكيف طويل الأمد: تتحقق المراحل الأولية لنمو التغيرات التكيفية نتيجة تحسين مؤشرات القدرة للعمليات البايولوجية الطاقية وفي المرحلة الختامية، نتيجة الفاعلية البايولوجية.

وفي التطبيق الرياضي يكون تتبع ظهور هذه القواعد لتتابع التكييف واضحاً في خصوصيات بناء الإعداد الموسمي، ففي الإعداد خلال فترة التدريب وخاصة في مراحله الأولى، فإن الحجم الأساسي تشكله الحمولات الموجهة نحو نمو الإمكانيات الهوائية للرياضي.

وبعد بلوغ المستوى المطلوب لتنمية الصفات الهوائية (يصرف من أجل هذا فترة زمنية لا تقل عن ١,٥ شهر ولا تتجاوز ٣ – ٤ أشهر) ينخفض حجم هذه الحمولات إلى أقل مستوى يستطيع أن يؤمن المحافظة على القابلية الأوكسجينية التي تم بلوغها (عادة ما

لا يتجاوز تدريباً واحداً أو تدريبين باتجاه أوكسجيني أسبوعياً) ، ولكن في الوقت نفسه يتضاعف بصورة ملحوظة حجم الوسائل التدريبية الموجه نحو تنمية صفات القوة المميزة بالسرعة والعناصر اللاأوكسجينية (تحلل السكر والأسيدي) للتحمل الخاص.

أما بالنسبة لأنظمة الطاقة البايولوجية الانفرادية فإن تتابع نمو التكييف أثناء التدريب سيبدو على النحو التالي: إن أكثر سرعة في الزيادة تكون في إمكانية العمليات الأوكسجينية وكمية النشا الحيواني في العضلات العاملة ومن ثم الخيوط العضلية للزلال (الاكتين والعضلين) وشدة تحلل السكر، وأخيراً.. وجود فوسفات الكرياتين في العضلات ، ولعل أول ما يعود بعد انتهاء التدريب كمية فوسفات الكرياتين إلى المستوى الابتدائي وفي المرحلة الأخيرة ، إمكانية إعادة تكوين ثلاثي فوسفات الأدينوزين.

وهكذا فإن أكثر وتيرة في النمو وأطول فترة للحفاظ على المستوى العالي هما من صفات المؤشر البايولوجي الطاقي للتحمل إزاء العمل الطويل، أي الكفاءة الأوكسجينية للرياضي، أما الصفات التي تعكس التنامي الاكثر بطأ والبقاء في المستوى العالي فترة أقصر في المؤشر البايولوجي الطاقي فتكمن في صفات القوة – السرعة (القوة المميزة بالسرعة ، وتحمل السرعة).

تعاقب التغيرات التي تحدث في استهلاك الطاقة عند التدريب وعند التوقف عن التدريب :

إن التجارب التي أجريت على الحيوانات، وكذلك مراقبة الرياضيين خلال عمليات التدريب ، أظهرت أن التغيرات الخاصة بعضلات الأعضاء المدربة لا تجري أو لا تتم بنفس الوقت ، وإنما بالتعاقب .

ويكون تعاقب هذه التغيرات، حسب سرعته ، كما يلي :

أولاً – أسرع هذه التغيرات هو تطور إمكانيات العمليات الهوائية التأكسدية.

ثانياً – تليها مايحصل من ارتفاع بنسبة الكلايكوجين.

ثالثاً – ارتفاع كمية المايوسين (أي إعادة بناء البروتين للعضلة).

رابعاً – شدة التحلل الكلايكولي.

خامساً – نمو أو زيادة فوسفات الكرياتين في العضلة.

هذه هي التغيرات التي تحصل عند عملية التدريب. أما عند قطع التدريب أو التوقف عنه فيحصل العكس حيث تجري العمليات السابقة بتعاقب معكوس، كما يلي:

أولاً – قبل كل شيء تعود كمية فوسفات الكرياتين إلى مستواها الطبيعي الأصلي في فترة التوقف عن التدريب.

ثانياً – التحلل الكلايكولي (شدة التحلل الكلايكولي).

ثالثـــاً – كمية الكلايكوجين.

رابعـــاً – كمية المايوسين، ويأتي متأخراً نسبياً.

خامساً – شدة عمليات الأكسدة.

ولكن ماذا تعني هذه التعاقبات ، وما أهميتها بالنسبة لكل نوع من أنواع التدريب ؟ .. إن تعاقب هذه التغيرات الكيميائية – وبالشكل الذي ذكرناه سابقاً – عند التدريب وعند إيقاف التدريب تترتب عليها النتائج التالية:

١) بسبب القابلية على سلوك الطرق الهوائية التأكسدية ستتهيأ الأسس البايوكيميائية لعملية التحمل أي إمكانية أداء شغل يستمر لفترة طويلة. إن تطوير الأسس البايوكيميائية للتحمل سيكون سريعاً خلال عملية التدريب ، وخسران هذه القابلية عند إيقاف التدريب سيكون بطيئاً؛ وذلك لأن تطور الطرق الهوائية هو أسرع التغيرات البايوكيميائية التي تحصل عند التدريب ، هذا من ناحية ومن الناحية الثانية فإن فقدان هذه القابلية يكون أبطأ عند إيقاف التدريب ، وهذا يوضح في التعاقب السابق حيث كان آخر التغيرات التي تحصل عند إيقاف التدريب.

٢) أما الأسس البايوكيميائية للسرعة « زيادة السرعة » ، فتتطور بشكل بطئ وهذا واضح من التعاقب السابق ، حيث يأتي تطور شدة التحلل الكلايكولي وعند زيادة فوسفات الكرياتين في النهاية (رابعاً وخامساً) ، ومعلوم أن هذه التغيرات هي الأساس في تقوية الطرق اللاهوائية الضرورية لتمارين وتدريبات السرعة ، كما أنها تزول بشكل سريع عند إيقاف التدريب (لاحظ التعاقب السابق) .

٣) أما الأسس البايوكيميائية اللازمة لتطوير القوة من خلال عملية التدريب فتتطور بسرعة وسطية بين التحمل والسرعة وكذلك مدى استمراريتها بعد التوقف عن التدريب.

وكل هذا يتفق مع الواقع العملي للألعاب الرياضية، فالتدريب على السرعة يحتاج إلى وقت أكبر من التدريب على التحمل ، أما عند التوقف عن التدريب فيحصل العكس، حيث يفقد الرياضي في هذه الحالة إمكانيته وقابليته في السرعة – بشكل أسرع – قبل فقده للقابلية على التحمل ، وهنا أيضاً تأخذ تدريبات القوة موضعاً وسَطيّاً.

تغيرات استهلاك الطاقة التي تحصل بسبب التدريب المجهد :

إن تغيرات استهلاك الطاقة التي تظهر عند الاستمرار في التدريب لحد الإعياء ، تختلف مبدئياً عن تلك التغيرات التي ذكرناها سابقاً؛ فالرجوع إلى الحالة البايوكيميائية الأصلية للأعضاء بعد إيقاف التدريب يجري وفق تتابع يعاكس تتابع التطورات البايوكيميائية التي حصلت عند التدريب (كما بيّنا سابقا) ، أما في حالات التدريب المجهد فتحصل حالة اختلال للتعاقبات السابقة ، حيث تظهر هنا – في حالة التدريب المجهد – أولاً حالة تشويش لعمليات

الأكسدة ، يتبعها انخفاض في شدة التحلل الكلايكولي، وأخيراً إذا استمر التدريب بهذا الاتجاه فسيحصل انخفاض لكمية الكلايكوجين في العضلة.

إن تأثير رداءة عمليات الأكسدة سيقود حتماً إلى تشويه لكيميائية الفعاليات العضلية، كما أن إعادة بناء ثلاثي فوسفات الأدينوزين ستصبح هي الأخرى رديئة ، كما ستزداد كمية الأمونيا في العضلة ، أما استهلاك مصادر الطاقة فسيكون أقل اقتصادياً بسبب تشويش عمليات الأكسدة ، ويصاحب كل هذا نقص واضح في وزن الجسم.

كما أنه من المعلوم أن هناك استهلاكًا لحامض الاسكوربيك « فيتامين C » من قبل الأعضاء عند حصول عمليات الأكسدة.

وقد تبين – من مراقبة الرياضيين – أن هذه الحاجة تزداد كثيراً عند عمليات التدريب المجهد، وتتناقص كميتها في الدم بصورة كبيرة.

كذلك تظهر – من مراقبة الرياضيين أيضاً – أن أكبر وأسرع تأثير لهذه التشويشات يظهر في تدريبات التحمل ، وهذا يؤيد ويؤكد أن أول عملية بايوكيميائية تسود نتيجة للتدريب المجهد هي عملية الأكسدة ، وبالتالي ضعف أو تقليل تأثير عمليات الهدم التأكسدية.

ومن البديهي فهنالك – عدا ما ذكرناه سابقاً – تأثير سيىء جداً على النظام العصبي المركزي.

لقد ثبت حصول انزعاج كبير في النظام العصبي المركزي نتيجة للتدريب المجهد ، ولكن طبيعة التشويشات البايوكيميائية التي تحصل في هذا الجهاز نتيجة لهذا الأسلوب من التدريب لا تزال غير معروفة إلى الآن.