

الجزء الثاني

الحمل البدني والمتغيرات الفيزيائية والبيوفسيولوجية والجغرافية لتكيف الرياضيين

تأليف

ريسان خريط

الطبعة الأولى

١٤٣٨هـ - ٢٠١٧م

دار الفكر العربي

للطباعة والنشر والتوزيع

٩٤ شارع عباس العقاد - مدينة نصر - القاهرة

ت: ٢٢٧٥٢٧٩٤ - فاكس: ٢٢٧٥٢٧٣٥

٦ شارع جواد حسني - ت: ٢٣٩٣٠١٦٧

www.darelfikrelarabi.com

info@darelfikrelarabi.com

الفهرس

الصفحة

الموضوع

الفصل الأول حمل التدريب

حمل التدريب

متطلبات الحمل والمجهود المبذول ونتائج القيام بالمجهود المطلوب

عوامل الحمل: حجم وشدة المجهود

عوامل الحمل - أنواع التمارين البدنية

الحمل التدريبي والتكيف وتطور مستوى الإنجاز

مبادئ خاصة لتحديد متطلبات الحمل

مبدأ زيادة متطلبات الحمل

مبدأ استمرارية التدريب

مبدأ تنظيم الحمل التدريبي بشكل دوري

الاحمال التدريبية للمنافسات

ردود أفعال (استجابة) جسم الرياضي لحمولات المسابقات

طرق تقويم الحمل البدني في المنافسات

الحمولات التدريبية والتنافسية وتأثيرها على تكوين ردود أفعال التكيف

ردود الأفعال الخاصة لتكيف جسم الرياضي مع الحمولات

تأثير الحمولات على جسم رياضيين ذوي مختلف الإعداد والمؤهلات المختلفة

الفصل الثاني

التكيف وإعداد الرياضيين

استجابات التكيف في أثناء النشاط العضلي



- تشكل الأنظمة الوظيفية واستجابات التكيف
- التكيف السريع
- التكيف الطويل
- ظاهرة فقدان تكيف وإعادة تكيف وفرط تكيف عند الرياضيين
- تكيف الأنسجة العضلية والعظمية والضامة
- الخصائص البنيوية الوظيفية لوحدات العضلات الحركية
- التخصص الرياضي وبنية النسيج العضلي
- التغيرات في الألياف العضلية تحت تأثير أحمال بتوجهات مختلفة

الفصل الثالث

- توافق نشاط الوحدات الحركية
- تكيف الأنسجة العظمية والضامة
- آلية تكيف الأحمال التدريبية والتنافسية
- تشكل التكيف حسب تخصص الرياضي وجنسه

الفصل الرابع

- تأثير التدريب في المرتفعات على الأداء الرياضي.
- التأثيرات الفلسجية الحادة في الضغط الجوي المنخفض.
- وظائف التنفس.
- وظائف الدورة الدموية.
- التأقلم الجبلي (تكيف الارتفاع).
- تعزيز التنفس الرئوي.
- مضاعفة الكفاءة التنافسية للرياضيين.



التغير في منظومة دورة الدم.

التكيف النسيجي.

تغير الاستهلاك الأعظم للأكسجين.

كفاءة الأداء الرياضية.

كفاءة الأداء الرياضية عند تنفيذ تمارين القوة المميزة بالسرعة (اللاأكسجينية).

كفاءة الأداء الرياضية عند تنفيذ تمارين في أجل المقاومة.

تأثير التدريب في ظروف المرتفعات المتوسطة على كفاءة الأداء في ظروف المرتفعات عند مستوى سطح البحر.

المرتفعات الجبلية العالية والمتوسطة ونقص الأكسجين الاصطناعي في نظام إعداد الرياضيين.

المرتفعات الجبلية العالية والمتوسطة ونقص الأكسجين الاصطناعي في نظام الإعداد.

المناخ الجبلي وخصائصه.

تكيف الإنسان مع نقص الأكسجة في المرتفعات.

أشكال تدريبات نقص الأكسجة.

الارتفاع الأمثل للإعداد الجبلي.

الإقامة في ظروف الأكسجة الاصطناعية والتدريب على مستوى البحر.

تأقلم الرياضيين السريع مع المناخ الجبلي.

إعادة الأكلمة والآخر المتراكم وإعادة التكيف بعد العودة من الجبال.

المدة المثالية في التدريب على المرتفعات وبرمجتها للحفاظ على الأثر التدريبي.

التدريب في الجبال ضمن نظام الإعداد السنوي.

التدريب على الجبال في نظام الإعداد المباشر للمسابقات.



الفصل الخامس

تأثير درجة حرارة ورطوبة الهواء على مفاءة الأداء الرياضية

الآليات الفسلجية لتقوية الانتقال الحراري في ظروف ارتفاع درجة حرارة الهواء ورطوبة.

تيار الدم الجلدي ودرجة حرارة الجلد

تكوين العرق وتصبب العرق

توازن ماء - أملاح

جهاز الدورة الدموية

التكيف الحراري (التأقلمة)

التغيرات الفسلجية وميكانيكتها عند التكيف الحراري

التكيف الحراري عند الرياضيين

نظام الشرب

فقدان الماء واستعادته أثناء فترة المسابقات

فقدان الماء والأملاح في عملية التدريب في ظروف مناخية حارة

ردود أفعال الجسم في ظروف الحرارة العالية

تكيف الرياضي مع ظروف الحرارة العالية

التدريب في ظروف المناخ البارد

النشاط الرياضي في ظروف انخفاض درجة حرارة الهواء (البرودة)

الميكانيكية الفسلجية للتكيف إزاء البرودة

التأقلم في البرد

ردود أفعال جسم الرياضي في ظروف الحرارة المنخفضة

تكيف الرياضي مع ظروف البرودة



الإعداد والمسابقات في ظروف الحرارة العالية والمنخفضة

التدريب والمسابقات في مختلف الظروف المناخية

الحمولات التدريبية والتنافسية العالية التي يتحملها الرياضي في ظروف درجات الحرارة المرتفعة والمنخفضة

الفصل السادس

التغيرات اليومية لحالة جسم رياضي

التدريب والمسابقات في مختلف أوقات اليوم

فقدان تزامن الإيقاع الحيوي لجسم الرياضي بعد رحلة طويلة

الإيقاع الحيوي للرياضيين بعد الرحلات الطويلة

الفصل السابع

الأثر التدريبي التراكمي



حمل التدريب

- حمل التدريب
- متطلبات الحمل والمجهود المبذول ونتائج القيام بالمجهود المطلوب
- عوامل الحمل: حجم وشدة المجهود
- عوامل الحمل
- أنواع التمارين البدنية
- الحمل التدريبي والتكيف وتطور مستوى الإنجاز
- مبادئ خاصة لتحديد متطلبات الحمل
- مبدأ زيادة متطلبات الحمل
- مبدأ استمرارية التدريب
- مبدأ تنظيم الحمل التدريب بشكل دوري
- الأحمال التدريبية للمنافسات
- ردود أفعال (استجابة) جسم الرياضي لحمولات المسابقات
- طرق تقويم الحمل البدني في المنافسات
- الحمولات التدريبية والتنافسية وتأثيرها على تكوين ردود أفعال التكيف
- ردود الأفعال الخاصة لتكيف جسم الرياضي مع الحمولات
- تأثير الحمولات على جسم رياضيين ذوي مختلف المؤهلات والإعداد

حمل التدريب

تحدد شدة وقيمة واتجاه العمليات التكيفية في جسم الرياضي بواسطة صفة وقيمة واتجاه الحمولة، ويكون تقسيم الحمولات من حيث الصفة إلى حمولات تدريبية وتنافسية وتخصصية وغير تخصصية، ومن حيث القيمة فتقسم إلى حمولات صغرى، متوسطة، وكبيرة (القريبة من الحد الأقصى) وكبرى (القصى) ومن حيث الاتجاه فتقسم الحمولة إلى: تلك التي تساعد على تطوير الصفات الحركية الفردية (السرعة والقوة والرشاقة والتحمل والمرونة) أو التي تحدد عواملها: (الإمكانات اللا أسيدية والإمكانات الأسيدية اللاغازية والإمكانات الغازية والتي تساعد على اكتمال تركيب الحركات المتناسقة وعناصر الاستعداد النفسي أو المهاري التكتيكي، وتقسم الحمولة حسب الصعوبة التنسيقية إلى: تلك الحمولات التي تنفذ في ضوء التسجيلات الصوتية ولا تتطلب تجنيداً كبيراً للكفاءات والحمولات التنسيقية، المرتبطة بحركات ذات صعوبة تنسيقية عالية، وتقسم الحمولات من حيث الشدة النفسية، وهي الحمولات التي تقدم مستلزمات متباينة لإمكانات الرياضي النفسية.

وتباين الحمولات من حيث انتوائها إلى التكوين التركيبي للعملية التدريبية هذا أو ذاك فعلى سبيل المثال: تختلف حمولات التمارين الفردية التدريبية والتنافسية أو مجاميعها وكذلك حمولات الدروس التدريبية والأيام والحمولات الكلية للدورات الصغيرة والدورات المتوسطة.

ومن الممكن وصف قيمة الحمولات التدريبية والتنافسية من الناحيتين الخارجية والداخلية.

- ونستعرض في الناحية الخارجية للحمولات بصورة عامة مؤشرات الحجم الإجمالي للعمل، ويدخل من ضمنها الحجم العام للعمل بالساعات، وحجم العمل الدوري (الركض، والسباحة والتجديف) بالكيلومترات، وكمية الدروس التدريبية والانطلاقات في المسابقات.

- ولكن الوصف للحمولة من الناحية الداخلية يعتبر أكثر شمولية: أي من حيث رد فعل الجسم تجاه العمل المنجز - وبالإضافة إلى المؤشرات الحاصلة: معلومات حول التأثير



السريع للحمولة الذي يظهر نتيجة للتغيرات الحاصلة في حالة الأنظمة الوظيفية بصورة غير مباشرة خلال فترات العمل وبعد انتهاءه مباشرة - يمكن استخدام البيانات حول صفة واستمرارية فترة الاستعادة وعندئذ يمكن الحكم على قيمة الحملية حسب المؤشرات المتنوعة التي تصف درجة نشاط الأنظمة الوظيفية التي تتضمن أداء العمل بشكل أفضل وينتمي إلى هذه المؤشرات الآتي:

زمن رد الفعل الحركي، وزمن أداء الحركة الفردية وقيمة وصفة الجهود المتنامية ومعلومات حول النشاط الكهربائي الحيوي للعضلات وتردد التقلصات ومعلومات حول النشاط الكهربائي الحيوي للعضلات وتردد التقلصات القلبية وتردد التنفس ومؤشرات التهوية الرئوية وحجم الدورة الدموية بالدقائق والضربات ومستلزمات الأكسجين وكمية الأسيد المتجهة في الدم، وبجانب المؤشرات المذكورة توصف قيمة الحملية باستعادة كفاءة الأداء وخزين الجليكوجين ونشاط الإنزيمات المؤكسدة وتحرك العمليات العصبية.

ترتبط المواصفات الداخلية والخارجية للحمولة ارتباطاً متبادلاً وطيداً فتعود الزيادة في حجم وشدة العمل التدريبي إلى تقوية الإزاحات في الحالة الوظيفية لمختلف الأنظمة والأجهزة وإلى ظهور وتحقيق عمليات التعب ولكن ظهور هذه الصلة المتبادلة يتجلى في حدود معينة، فعلى سبيل المثال تؤثر تأثيراً متبايناً على حجم الرياضي عند الحجم الكلي للعمل نفسه وعند شدة حمولة واحدة فمثلاً: إن أداء برنامج تدريبي من نوع 10×50 م في السباحة وبسرعة 90-95٪ من الحد الأعظم يمكن أن يبدي مبدئياً تأثيراً متبايناً على جسم الرياضي وذلك حسب طول فاصلة الاستراحة:

- ففاصلة الاستراحة التي تستمر 10-15 ثانية ستؤدي إلى تراكم الإزاحات الوظيفية وانخفاض كفاءة الأداء.

- أما فاصلة الاستراحة التي تستمر 10-15 ثانية ستؤدي إلى تراكم الإزاحات الوظيفية وانخفاض كفاءة الأداء.

- أما فاصلة الاستراحة التي تستغرق 2-3 دقائق فتعطي إمكانية استعادة كفاءة الأداء واستبعاد الإزاحات التي تحدث بسبب التكرار السابق وبتأثير من المواصفات



الخارجية نفسها، تتغير قيمة الحمولة الداخلية التي تحدث تحت تأثير أسباب متباينة ولهذا فإن أداء نفس النوع من العمل في حالات وظيفية متباينة يقود إلى ردود أفعال متباينة من جهة أنظمة الجسم الوظيفية.

ويبدو أن التغيرات في ظروف أداء العمل (التدريب في ظروف متوسطة الارتفاع واستخدام الوسائل التقنية المكملة كالتنفس عبر الفضاء الميت) أو الطرق المنهجية (أداء تمارين مع حبس التنفس) لعوامل الحمولة الخارجية ذاتها يمكن أن تؤدي إلى توظيف رد فعل جسم الرياضي على العمل أيضاً.

يعتمد تناسب العوامل الداخلية والخارجية للحمولة على العمر والتخصص والاستعداد والحالة الوظيفية للرياضي وخواصه الشخصية وصفة تفاعل الوظائف الحركية، فعلى سبيل المثال العمل المتساوي من حيث الحجم والشدة ردود فعل متباينة عند الرياضيين.

وفيما عدا ذلك فإن الحمولة القصوى التي تفترض أحجاماً وشدة عمل متباينة تؤدي إلى رد فعل داخلي متباين ويتجلى ذلك كالمعتاد في حدوث عمليات الاستعادة بسرعة عند الرياضيين أكثر مهارة.

ويمكن أن تكون الحمولات ذات صفات اختيارية (بشكل أفضل) وجماعية وذلك من حيث اتجاه تأثير الحمولة، فترتبط الأولى مع تأثير أكبر في النظام الوظيفي الواحد الذي يمون مستوى ظهور هذه الصفة أو تلك، أو الكفاءة، والثانية تتحسب لتزويد العمل بنظامين وظيفتين أو عدة أنظمة.

ويمكن التحدث عن اتجاه الحمولة المنتخب والجماعي لوحدات تركيبية متباينة للعملية التدريبية والتمارين الفردية والدورات الصغيرة وبالطبع فإننا نجد استخداماً واسعاً للحمولات في تدريب الرياضيين الأكثر مهارة وفي تلك الحالة يتم التخطيط لتمرين فردية وجماعية وبرامج متكاملة في الدروس يتم استخدام الدورات الصغيرة ذات الاتجاه الانتخابي فقط، عند إعداد رياضيين فتيان ماهرين ورياضيين كبار من أكبر صنف، وعندما يدور الحديث حول حمولات المتوسطة، والمراحل وفترات التدريب، عندئذ سيكون من الأفضل بالنسبة للأطفال والأحداث التحدث عن الاتجاهات



الجماعية، أما بالنسبة للرياضيين الفتيان الماهرين فمن الأفضل التحدث عن الاتجاه الأفضل للحمولة.

وهنا يطرح هذا السؤال: كيف يجب التمييز بين الحملتين التخصصية وغير التخصصية؟

يتحدد تخصص الحمولة بتوافقها مع المؤشرات الأساسية لتركيب الحركات التنسيقية وخواص توصيف أجهزة الجسم الأساسية ومواصفات النشاط التنافسي ولقد أصبحت الحمولة التخصصية كحاصل استخدام التمارين المعدة بشكل خاص، حيثتد تقيم وكالمعتاد خصوصية التمارين وفقاً لتناسب العلاقات الخارجية للتمارين التنافسية والتدريبية: ولكن لا يجب الاعتماد على الشكل الخارجي للحركة فقط، وإنما على صفة التركيب المتناسق وخواص توصيف العضلات وردود الأفعال أيضاً.

وتجدر الإشارة إلى اعتماد مهارة الرياضي، فتلك الحمولة ١ المبتدأ، يمكن ألا تعد كذلك بالنسبة للرياضي الماهر الفتى، ويساعد تقسيم الحملات إلى تدريبية وتنافسية على تنظيمها بشكل أدق، ومن الضروري جداً أن تحسب كمية المسابقات والانطلاقات في الحملات وعدد الأيام التنافسية وذلك عند الحملات التنافسية.

وتكمن الخاصية الأساسية للحملات التنافسية في أنها تمنح الرياضي فرصة تجنيد الإمكانيات الوظيفية بدرجة أكبر، مما هي عليه في أثناء العمل التدريبي الشديد حيث إن التجنيد النفسي للقوي فقط من أجل المشاركة في المنافسات الرياضية يجعل الإنسان قادراً على أداء ذلك العمل، الذي لا يمكن أدائه إطلاقاً حتى في الظروف الاعتيادية للدروس التدريبية.

إن تلك الحقيقة: وهي أن أغلب الأرقام القياسية العالمية تتم في أكبر المنافسات العالمية، مثل الألعاب الأولمبية وبطولات العالم حيث يظهر الرياضيون أرقامهم القياسية الذاتية النهائية لأعظم المنافسات الرياضية أصبحت تأكيداً بارزاً للتجنيد الخاص للقوة في ظروف السباق، ومن مواصفات الحملات التدريبية الموجهة لمعالجة مسائل التدريب الرياضي يمكن ذكر الآتي:

أ- صفة التمارين



ب- شدة العمل خلال أدائها

ج- استمرارية العمل (طول الفواصل التدريبية أو المسافات)

د- استمرارية وصفة الفواصل الاستراحة بين التمارين الفردية وكمية تكرارها لطول

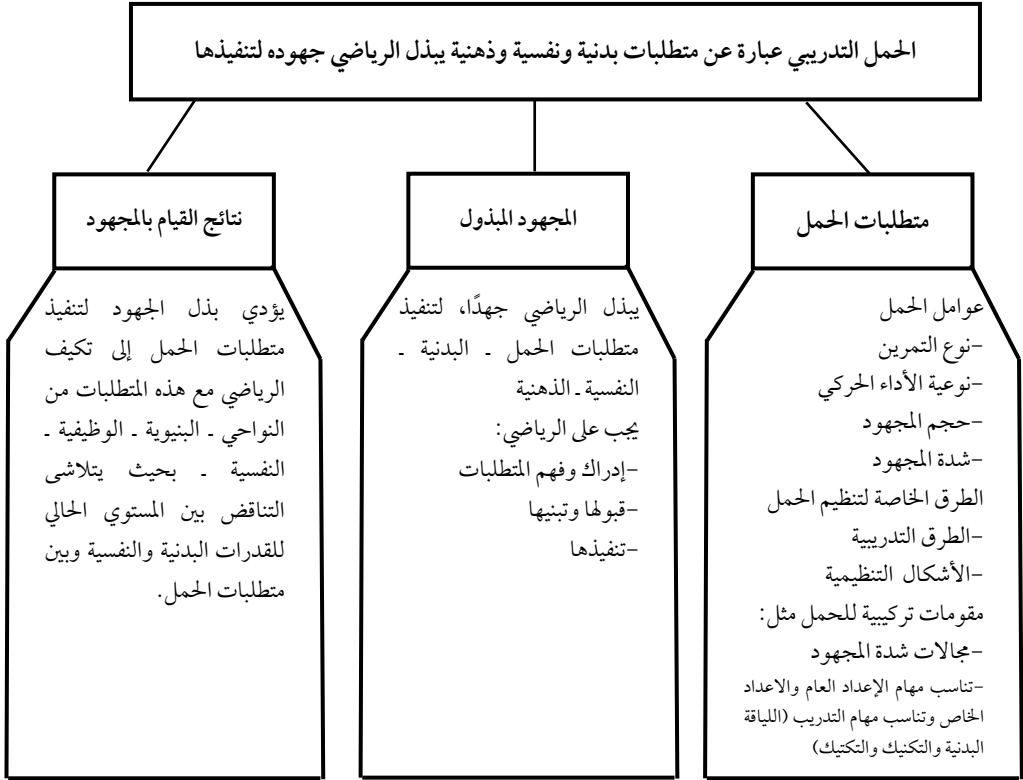
العمل. إن تناسق هذه العناصر في المحاولات التدريبية يحدد قيمة واتجاه تأثيرها في

جسم الرياضي.

الحمل التدريبي

متطلبات الحمل والمجهود المبذول ونتائج القيام بالمجهود المطلوب

جدول رقم ١



جدول رقم ٢

الطرق الخاصة لمعرفة فعالية الحمل

الدلالات على فعالية الحمل		
الطريقة	من الناحية الوظيفية	من الناحية النفسية
أخذ الدلالات الوظيفية	-أخذ واستهلاك الأكسجين -تكوين حامض اللبنيك وحله -حجم الهواء المتتنفس	
مراقبة أعراض التعب	-التعرق -التعرق -نوعية الأداء الحركي	-التركيز في تنفيذ المتطلبات -الاستعداد لتنفيذ المتطلبات -الثبات النفسي
قياس سرعة وتيرة استعادة الشفاء	قياس سرعة النبض بعد فترة العمل مباشرة ثم بعد الدقائق الأولى والثانية والثالثة	
استجواب الرياضي بصورة مباشرة	-أخذ رأي الرياضي حول قدر المجهود المبذول لتنفيذ متطلبات الحمل	-حالة الرياضي أثناء التقريب -حالته بعد التدريب -النوم والشهية



عوامل الحمل :حجم وشدة المجهود

جدول رقم ٣

شدة المجهود	المجهود المطلوب		حجم المجهود
-تمثيل جانب الكيف لمتطلبات الحمل -تحديد بالنسبة إلى كل من القدرة الإنجازية للرياضي والزمني -تحدد سرعة ونوع وثبات التكيف	-يمثل جانب الكم لمتطلبات الحمل -يخدم تنمية للقيام بمجهودات كبيرة -يعتبر العامل الحاسم لتثبيت مستوى الإنجاز		
كثافة التنبيهات	الجهد المبذول	الدوام	التكرار
-التناسب الزمني لفترات العمل مع فترات الراحة -عدد مرات التكرار أو عدد الحركات المنفذة في زمن معين -زمن العمل الفعلي بالنسبة إلى مدة دوام الحصّة التدريبية	-السرعة -الارتفاع أو المسافة -مقدار المقاومة -وتيرة اللعب -وتيرة الصراع/ النزال -صعوبة المهمة الحركية	-مدة دوام التنبيه المنفرد -مدة دوام مجموعة من التنبيهات في تدريب القوة -مدة دوام فترة العمل المتواصل في حركات دورية (متر، كم) -مدة دوام الحصّة النسبية التدريبية -مدة دوام التدريب السنوي (ساعات)	-عدد مرات التكرار بشكل عام -عدد مرات التكرار في كل دور -عدد الأدوار -عدد الحصص التدريبية -مجموع المقاومات المتغلب عليها (كغ، طن)
مثال: السباحة			
فترات متناقصة للراحة: ١٥-٢٠-٢٥-٣٠ ثانية	٨٥٪	٢٠٠م	(٤) أدوار بممرتين (٢) تكرار



عوامل الحمل – أنواع التمارين البدنية

يتحقق تطور مستوى الإنجاز من الناحيتين البدنية والنفسية أساسًا من خلال تأدية التمارين البدنية المختلفة الأنواع، "اللعبة أو المسابقة التخصصية ذاتها كتمرين والتمارين الخاصة والتمارين العامة" ولا يمكن خلال عملية بناء القدرة الإنجازية الاستغناء عن نوع من أنواع التمارين البدنية هذه: إلا أن نصبها تختلف من رياضة لأخرى وتتغير حسب أهداف المرحلة التدريبية وأهداف التدريب السنوي والعمر والبيولوجي و "العمر التدريبي" وتختلف التمارين الخاصة والتمارين العامة عن الحركات التي يؤديها الرياضي في لعبته أو مسابقته التخصصية من حيث البنية الحركية وهيكل مقومات الحمل، وبين الجدول رقم ٤ أنواع التمارين البدنية ومميزاتها ووظائفها:

جدول رقم ٤

نوع التمرين	اللعبة أو المسابقة التخصصية كتمرين	التمارين الخاصة	التمارين العامة
المميزات	يطابق هذا النوع من التمارين الحركات التي يؤديها الرياضي في لعبته أو مسابقته التخصصية من حيث البنية الحركية وهيكل مقومات الحمل	يشابه هذا النوع من التمارين الحركات التي يؤديها الرياضي في لعبته أو مسابقته التخصصية من حيث مراحل أو عناصر حركية معينة أو حالات معينة من اللعبة أو النزاع	لا يشابه هذا النوع من التمارين الحركات التي يؤديها الرياضي في لعبته أو مسابقته من حيث البنية الحركية أو هيكل مقومات الحمل
الوظائف	تخدم اللعبة أو المسابقة التخصصية كتمرين تنمية جميع مقومات القدرة الإنجازية بصورة متكاملة بصورة بما يناسب شروط المنافسة	تخدم التمارين الخاصة تنمية مقومات القدرة الإنجازية المنفردة بصورة هادفة مع التركيز في جوانب تقنية أو قدرات بدنية معينة	تخدم التمارين العامة الأغراض التالية: - تنمية القدرات البدنية والتوافقية والمرونة. - رفع القابلية للقيام بمجهودات كبيرة - توسيع الخبرة الحركية - اكتشاف الموهوبين - تحقيق الراحة الإيجابية - منع حدوث الرتابة - التعويض عن متاعب التدريبات الخاصة



الحمل التدريبي والتكيف وتطور مستوى الإنجاز:

يتكيف الرياضي خلال التدريب مع متطلبات الحمل عبر مراحل، التعب - الشفا.

-التعويض الزائد، وصولاً إلى مستوى أعلى من القدرة الإنجازية.

-التعب عبارة عن انخفاض مؤقت للقدرة الإنجازية نتيجة القيام بالمجهود المطلوب.

-التعب عبارة عن العودة من حالة التعب إلى الحالة الوظيفية والنفسية الطبيعية.

-التعويض الزائد عبارة عن زيادة القدرة الإنجازية عن مستواها السابق كرد فعل جسم الرياضي على المجهود المتعب.

التكيف عبارة عن ارتفاع المستوى الوظيفي، بما في ذلك التغيرات البنيوية والنفسية فيما يتعلق بتطور صفات نفسية معينة - للجسم نتيجة تنفيذ متطلبات الحمل وتحدد الاستفادة من الإمكانيات البدنية بمستوى تطور الصفات النفسية.

وتتحدد العلاقة بين الحمل التدريبي والتكيف وتطور القدرة الإنجازية بقوانين يجب أن يراعيها المدرب عند تنظيم عملية التدريب.

تشرط عملية التكيف أن تكون متطلبات الحمل كافية لإجبار الرياضي على بذل مجهود واضح من أجل تنفيذها.

يجب ألا يتضمن الحمل التدريبي متطلبات بدنية فقط وإنما متطلبات نفسية كذلك لتطور القدرة الإنجازية بصورة كاملة، على أن تكون هذه المتطلبات النفسية كذلك مجبرة على التكيف معها، ولكي تتطور القدرة الإنجابية بوتيرة عالية وثابتة يجب أن تكون عوامل الحمل "حجم وشدة المجهود" مناسبة لقدرة الرياضي الإنجازية الحالية أي ليست عالية جداً - بحيث قد تنخفض القدرة الإنجازية بدلاً من أن ترتفع، ولا منخفضة كثيراً بحيث لا يوجد تقدم يذكر.

أن يختبر مستوى كل من القدرة الإنجازية والقابلية للقيام بمجهودات كبيرة بين حين وآخر:

-أن يحدد متطلبات الحمل بما يناسب خصائص الرياضي وإمكانياته الحالية.



تؤدي عملية التكيف إلى مستوى أعلى من القدرة الإنجازية والقابلية للقيام بمجهودات كبيرة، كلما ارتفع مستوى القدرة الإنجازية يصبح تنفيذ متطلبات الحمل البدنية والنفسية أسهل فأسهل وأقل تعباً بل ينعدم التعب، نتيجة تكيف الرياضي مع هذه المتطلبات، الأمر الذي يقلل تدريجياً من فعالية التدريب ولكي لا يحدث ذلك يجب رفع متطلبات الحمل بصورة منتظمة.

هذا ويتعلق تحسين كل من المستوى الوظيفي لجسم الرياضي وقدرته الإنجازية بالتعويض الزائد كرد فعل للجسم على المجهود المبذول المتعب على شكل تعبئة مخازن الطاقة في الجسم أكثر مما كان عليه قبل القيام بالمجهود المتعب استعداد المتطلبات أعلى أما إذا لم تتغير متطلبات الحمل فلا يمكن أن يتحسن المستوى الوظيفي والقوة الإنجازية.

ويعني ذلك بالنسبة إلى المدرب أن يحدد التناقض بين المستوى الحالي للقدرة الإنجازية البدنية والنفسية ومتطلبات الحمل بصورة منتظمة.

وتشترط عملية التكيف برمجة وتنظيم فترات العمل وفترات الراحة بالتالي الصحيح.

ويتحقق التكيف مع متطلبات الحمل أساساً في خلال فترات الراحة كرد فعل للجسم على نفاذ مصادر الطاقة وغيرها من الشروط الوظيفية في أثناء فترة العمل، وليست حالة التعب إلا عبارة عن نفاذ هذه القدرات والإمكانات ويعني ذلك أن وصول الرياضي إلى حالة التعب شيء لا بد منه لتحقيق التكيف المنشود، إلا أن فترات العمل المتعب يجب أن تتم بفترات كافية للراحة في الوقت المناسب لكي لا يؤدي التدريب - خاصة التدريب اليومي - إلى حالة الإرهاق السلبية التي تسبب انخفاضاً كثيراً لمستوى الإنجاز.

وعند تدريب الأبطال يمكن إعطاء فترات عمل متتالية يتراكم خلالها التعب إلى حد ما ثم يسمح للرياضي بفترة للراحة.

إن عملية ارتداد التكيف شاملة لجميع مقومات القدرة الإنجازية:

-القدرات البدنية

-المهارات التكنيكية والقدرات التكنيكية

-الصفات النفسية



هذا ويجب أن تنظم فترات الراحة بصورة إيجابية أي أن يؤدي الرياضي حركات "تعويضية" معينة تختلف عن الحركات التي يؤديها خلال فترات العمل الأساسية من حيث بنيتها وانخفاض شدة المجهود المبذول.

ويعني ذلك بالنسبة إلى المدرب أن يراعي مقتضيات الراحة الإيجابية بأشكالها المختلفة عند برمجة التدريب.

- لا يمكن الحفاظ على ظواهر التكيف دون مواصلة التدريب.

- تتلاشى ظواهر التكيف مع متطلبات التدريب في الحالات التالية:

- قلة الحصص التدريبية.

- تخفيض متطلبات الحمل كثيرًا.

- التوقف عن التدريب لمدة معينة.

إلا أن وتيرة هذه العملية مختلفة من مقوم لآخر وبالتالي يجب على المدرب أن يعمل على ما يلي:

- استمرارية التدريب لعدة سنوات متتالية.

- إبقاء مدة المرحلة الانتقالية في التدريب السنوي قصيرة.

- إدخال التدريب اليومي حتى مع الناشئين من أجل الاستفادة من التكيف الناتج من كل حصة تدريبية لبناء مستوى الإنجاز.

ويتعلق نوع وسرعة التكيف بكل من طبيعة متطلبات الحمل ومستوى الإنجاز الحالي للرياضي.

وعلى سبيل المثال إذا كانت متطلبات الحمل مميزة بحجم كبير وشدة متوسطة أو منخفضة وتكون ردود فعل جسم الرياضي الوظيفية والنفسية مناسبة لتنمية قدرة التحمل خلافاً لما هو الحال إذا كان حجم المجهود المبذول منخفضاً لكنني المراد أن تكون شدته عالية كما هو الحال في تدريبات السرعة.



هكذا تبدو الأمور مع المتقدمين في التدريب أما المبتدئون فلا تفيد المجهودات المنخفضة والمتوسطة الشدة للرياضي لتنمية قابليته للقيام بمجهودات كبيرة فقط وإنما إلى حد ما لتنمية القوة العضلية وكذلك السرعة.

يتكيف المبتدئون بالتدريب مع متطلبات الحمل بسرعة بينما يحتاج المتقدمون في التدريب إلى زمن طويل نسبياً - مع استخدام وسائل تدريبية ذات شدة عالية لفترات قصيرة - حتى يتحقق التكيف المنشود بتقدم ملحوظ في مستوى الإنجاز وهذا الأمر الذي يصعب للمدرب معرفة فعالية متطلبات التدريب باستمرار.

وبشكل عام يجب على المدرب:

- أن يحدد متطلبات الحمل بما يناسب أهداف التدريب وقدرة الرياضي الإنجازية الحالية .
- أن يتأكد من فعالية التدريب بواسطة اختبارات ملائمة.
- عند تدريب مجموعة من الرياضيين (أ-د، كما في الجدول رقم ٥ على سبيل المثال) يمكن أن يختلف تأثير متطلبات الحمل من رياضي لآخر بشكل واضح

جدول رقم (٥)

الرياضي	التعب	فعالية التدريب	تقيم متطلبات الحمل
أ	قليل	كافية لتثبيت القدرة الإنجازية	متطلبات الحمل
ب	معدوم	معدومة	
ج	شديد	مقيدة لتنمية القدرة الإنجازية	
د	شديد جداً (الإرهاق)	مضرة لتنمية القدرة الإنجازية	



مبادئ خاصة لتحديد متطلبات الحمل:

مبدأ زيادة متطلبات الحمل:

يشترط تطور مستوى الإنجاز الرياضي زيادة الحمل كماً ونوعاً إلى حد يجبر الرياضي على التكيف معها من الناحيتين البدنية والنفسية للتغلب على التناقض بين متطلبات الحمل والقدرة الإنجازية الحالية.

ويجب على المدرب بهذا الخصوص أن يراعي القواعد العامة التالية:

- يجب أن تكون متطلبات الحمل قريبة - وليست أبعد - من حدود القدرة الإنجازية الحالية كي لا يتعرض الرياضي لأضرار عند محاولة تنفيذ متطلبات عالية جداً.

- يجب الاستفادة من جميع مقومات الحمل أي "عوامل الحمل" و"الطرق الخاصة لتنظيم الحمل" و "المقومات التركيبية للحمل" لتحقيق الزيادة الضرورية لمتطلبات الحمل، علماً بأن نوعية وسرعة تطور القدرة الإنجازية ومقوماتها يتحدد بمقومات الحمل المختارة لغرض تطوير القدرة الإنجازية.

- لا يغير إلا مقوم واحد من هذه المقومات في آن واحد وذلك بما يناسب الهدف وهيكل مقومات الإنجاز والقدرة الإنجازية الحالية والعمر الحقيقي والعمر التدريبي.

- لا ترفع متطلبات الحمل لجميع مهام التدريب في آن واحد وإنما يجب التركيز في مهام معينة في وقت معين، وتتضمن هذه القاعدة ضرورة تغيير طبيعة متطلبات الحمل من فترة تدريبية لأخرى.

- يجب رفع متطلبات الحمل بصورة مبرمجة بدءاً بزيادة حجم المجهود لوضع الأسس الوظيفية لرفع شدة المجهود ولتحسين القابلية للقيام بالمجهودات الكبيرة.

- يجب التأكد من فعالية الإجراءات المتخذة لزيادة متطلبات الحمل من خلال :

- تسجيل متطلبات الحمل
- مراقبة الرياضي في أثناء التدريب



- إجراء اختبارات منتظمة لمعرفة تطور مستوى الإنجاز بشكل عام وتطور مقومات معينة للقدرة الإنجازية بشكل خاص

- يجب أن يكون حجم المجهود كبيرًا نسبيًا إذا كان الهدف تنمية القدرات وشروطها، بينما يجب أن يكون شدة المجهود عالية نسبيًا إذا كان الهدف صقل هذه القدرات.
- يجب على المدرب أن يسعى باستمرار لتحسين أسلوب التدريب لما يخدم تمكين الرياضي من تنفيذ متطلبات الحمل المتزايدة كماً ونوعاً.

جدول رقم ٦

مقومات الحمل	أمثلة لزيادة متطلبات الحمل
حجم المجهود	- زيادة المسافة المقطوعة (كم) أو الأوزان المرفوعة (طن) - مدد زمن التدريب - زيادة عدد مرات التكرار
شدة المجهود	- زيادة السرعة - زيادة وتيرة اللعب أو النزال - تقصير فترات الراحة - زيادة صعوبة مهام التدريب من حيث التوافق الحركي والتكتيك والتكتيك
نوعية الأداء الحركي	- تحسين دقة وفعالية تنفيذ المهام الحركية
أنواع التمارين البدنية	- تغيير نصب التمارين العامة والتمارين الخاصة واللعبة المسابقة ذاتها كتمرين
عدد المنافسات	- زيادة عدد المنافسات في السنة
صعوبة المنافسات	- تنظيم منافسات مع خصوم أقوى
الطرق التدريبية والأشكال التنظيمية	- استخدام الطريقة الفترية بدلا من الطريقة المستمرة - التدريب الفردي فالتدريب الجماعي فالتدريب مع الفريق كله - استخدام أدوات عديدة في التدريب



مبدأ استمرارية التدريب:

يتفاعل الإنسان مع البنية باستمرار تكيف أجهزة الجسم مع المقتضيات الوظيفية والنفسية لهذا التفاعل وفي الرياضة تتفاعل أجهزة جسم الرياضي مع متطلبات التدريب وإذا أهملت مهمة من مهام التدريب فإن ذلك ينعكس سلباً على تطور الإنجاز ذي العلاقة وإذا توقف الرياضي عن القيام بالمجهودات الكبيرة المعتادة من يوم لآخر ولا يعود إلى التدريب على الإطلاق يتلاشى التكيف الناتج عن التدريب بل يتعرض الرياضي لأضرار صحية ولكي لا يحدث ذلك يجب على المدرب أن يراعي القواعد العامة التالية:

- يجب منع حدوث انقطاع للتدريب قدر المستطاع.
- يجب ألا تتضمن برجة التدريب مهام التدريب الرئيسية في فترة التدريبية - كذلك للحفاظ على ظواهر التكيف المكتسب سابقاً.
- يجب ضمان فترات كافية للراحة لكي لا يرهق الرياضي فيجبر على التوقف عن التدريب لأسباب صحية.
- يجب مراعاة العمر التدريبي عند تقدير سرعة انخفاض مستوى القدرة الإنجازية بشكل عام ومستوى مقوم من مقوماتها بشكل خاص، علماً بأن ثبات مستوى الإنجاز يزداد مع سنوات التدريب.
- يجب مراعاة التفاوت في سرعة انخفاض مستوى القدرات البدنية والتوافقية والمهارات التكنيكية المختلفة.

مبدأ تنظيم الحمل التدريبي بشكل دوري:

هناك عدة أسباب لضرورة تنظيم التدريب بشكل دوري أهمها:

- لا يمكن للرياضي أن يحافظ على قدرة انجازيه عالية جداً باستمرار
- لا يمكن تنمية مستوى الإنجاز الفردي باطراد
- يمر الرياضي في أثناء عملية التدريب الطويلة الأمد بمراحل النمو المختلفة عن بعضها البعض من حيث القابلية لتنمية مقومات الإنجاز.



- لا يمكن تنفيذ جميع مهام التدريب في أن واحد
- توجد متطلبات معينة يجب أن يكرر الرياضي تنفيذها مرات متتالية كثيرة أو بصورة منتظمة إلى أن يتحقق التكيف المنشود

هذا ويميز في بناء مستوى انجاز مرحلي معين بين المراحل التالية:

١- تنمية أسس القدرة الإنجازية.

٢- صقل وتثبيت مستوى الإنجاز.

٣- تخفيض مستوى الإنجاز مؤقتاً.

تتكرر هذه المراحل خلال عملية التدريب الطويلة الأمد مرات كثيرة ويصل الرياضي كل مرة إلى مستوى مرحلي أعلى مما كان عليه في الحلقة التدريبية السابقة.

إن عملية بناء مستوى الإنجاز المرحلي الموصوفة سابقاً عبارة عن مرحلة تدريبية كبرى تنقسم إلى مراحل تدريبية متوسطة وتنقسم المراحل التدريبية المتوسطة إلى فترات تدريبية قصيرة.

وتتميز كل هذه المراحل والفترات التدريبية بأنها محددة من حيث الزمن والمهام والمحتويات التدريبية وتنظيم معين للتدريب بما يناسب تحقيق هذه المهام والمحتويات وتعتمد برمجة التدريب على ترتيب المراحل والفترات التدريبية بصورة متكاملة وهادفة مع مراعاة القواعد التالية:

- ليست الأهمية لفترات العمل فقط ولكن لفترات الراحة أيضاً وفترات الراحة ضرورية لاستعادة أجهزة الجسم قدرتها الوظيفية ولتحقيق ظواهر التكيف المنشودة.

- يجب برمجة عملية بناء القدرة الإنجازية على مراحل كبرى ومراحل متوسطة وفترات قصيرة مع توزيع متطلبات الحمل على هذه المراحل والفترات التدريبية بشكل دوري.

- يجب تغيير كل من مقدار الحمل والعلاقة بين حجم المجهود وشدته ومهام التدريب الرئيسية المرحلية.



- يتحدد عدد مرات وصول الرياضي إلى مستوى انجاز مرحلي عال خلال السنة التدريبية بعدة عوامل. أهمها:

- موعد المنافسة الرئيسية أو مواعيد المنافسات الرئيسية.
- هيكل مقومات الإنجاز في الرياضة التخصصية.

الأحمال التدريبية للمنافسات

إن مفهوم الأحمال التدريبية للمنافسات تعني مقدار أو كمية المؤشرات البدنية والفسيولوجية الناتجة عن تلك الأحمال، والتي يجب أن يتم اختيارها وتوزيعها بدقة عالية وهذا يتطلب فهم ومعرفة في استخدام الطرق التدريبية وأساليب تنفيذها ومقدار مؤشرات البدنية والوظيفية على أجهزة وأعضاء الجسم المختلفة للرياضي كما يجب أن يخطط لهذه الأحمال بحيث تتناسب تأثيراتها مع المتغيرات الفسيولوجية والكيميائية والبدنية التي تنسجم مع تسجيل رقم قياسي جديد، إن تحديد وتقويم المتغيرات البدنية والفلسجية في الفعاليات الرياضية الدورية ليس صعباً. ففي عدو المسافات القصيرة لمسافة ٢٠٠م وتتجاوز السرعة وتستخدم في بعض الفعاليات العلاقة بين قيمة الحمل الفلسجي والحمل البدني كمؤشر لتقويم تدريبات المنافسة فعلى سبيل المثال في فعالية الرماية بالقوس يسجل زمن تنفيذ التمرين وقيمة معدل ضربات القلب (منذ فترة سحب القوس لغاية اطلاقه) وتحسب هذه العلاقات والتي ينظر إليها كمؤشر لشدة الحمل البدني للسباق وتعتمد ديناميكية هذا المؤشر في أثناء تنفيذ تمرين السباق على الجهد العصبي أكثر من الجهد البدني وعليه فإن التدريبات الخاصة لمثل تلك الظروف تحسن تحمل الجهاز العضلي العصبي وتزيد من دقة الأداء والتركيز.

وفي بعض الفعاليات تكون هناك صعوبة في قياس بعض المتغيرات الفسيولوجية أثناء الأداء في المنافسات في فعاليات التجديف أجريت تجربة على (٣١٠) رياضي من الولايات المتحدة الأمريكية شاركوا في البطولات الدولية والأولمبية وكان ٣٠٪ من هؤلاء الرياضيين يحملون أوسمة دولية أولمبية وكان معدل أعمارهم ٢٣ سنة ومتوسطة طولهم ١٩٢ سم وزنهم ٨٨ كغم حيث نفذت التجربة على جهاز مشابه للمجداف وبعد ١٠ دقائق من الإحماء استطاع الرياضيون خلال ٦ دقائق الأولى من الجهد أن يجذبوا بشدة



السباق وكان تردد التجذيف في (٤٢-٤٥) مرة بالدقيقة وقد اتضح من هذه التجربة أن أفضل ثمانية جذافين وصلت قيم المتغيرات إلى حدوده القصوى كما في استهلاك الأكسجين وتركيز الحامض أما التنفس الرئوي وتردد التنفس تبين بأن كمية الهواء التي تستهلك خلال دورة تنفسية واحدة تساوي (٤-٥) لتر.

وفي تجربة أخرى على ٤٨ رياضي من رياضي التجذيف من منتخب ألمانيا الاتحادية يشكل الفتيان معظم أفرادها اتضح من التجربة أن استهلاك الأكسجين وصل لديهم في اختبار تمارين المنافسات إلى ٢٢,٦ مليلتر/ دقيقة أو ٦٧ مليلتر/ دقيقة/ كغم أما التهوية الرئوية فقد بلغت ١٥٦ لتر معدل ضربات القلب (١٨٤)ض/د.

وفي فعاليات الدراجات نفذت تجربة على ١٨ رياضي من المستويات العليا أجريت لهم ثلاثة أحمال تدريبية على جهاز للدراجة وفي خلال المنافسات وتوضح العلاقات بين الأحمال الفسلجية والبدنية حيث لوحظ أن هناك تبايناً واضحاً في مؤشر الحاجة للأكسجين من ٩٦, ١٠-١٨, ٥٠ لتر.

إن المؤشرات الفسيولوجية لتمرين المنافسات آنفه الذكر ينبغي أن ينظر إليها كنماذج من الضروري الاهتمام بها عند التخطيط للأحمال البدنية حيث إنها تحقق جواً فسيولوجياً ونفسياً بالمستوى الأقصى من الاستجابات الوظيفية التي تحقق أفضل مستوى.

ردود أفعال (استجابة) جسم الرياضي لحمولات المسابقات:

النشاط التنافسي المعاصر للرياضيين ذوي المستوى العالي شديد بشكل استثنائي، فعلى سبيل المثال: العداء لمسافات متوسطة يشارك خلال العام من ٥٠-٦٠ مرة، السباحون: ١٢٠-١٤٠ دراجي التريك أكثر من ١٦٠، ودراجي الطرق يبرمج لهم في خلال العام إلى حد ١٠٠-١٥٠ وأكثر أيام سباقه إلخ... ولا يرتبط هذا الحجم الكبير للنشاط التنافسي بضرورة المنافسة بنجاح في مختلف المسابقات فقط ولكن استخدامهم كطريقة تحفيز قوية جداً للاستجابة التكيفية والإعداد المتكامل الذي يسمح بتوحيد كل المهارات التكنيكية والتكتيكية والوظائف البدنية والخلفيات النفسية في نظام واحد موجه لبلوغ النتائج المخطط لها، وحتى في أثناء برمجة حمولات التدريب بشكل مثالي والتي تحاكي المباريات وغياب الحافز لدى الرياضي لتنفيذها بشكل فعال، فإن مستوى النشاط



الوظيفي للأعضاء المنظمة والمنفذة تكون أقل مما هي في المسابقات فقط في أثناء عملية المباريات بالإمكان الوصول إلى مستوى إظهار وتنفيذ مثل الجهد الذي يتضح في أثناء حصص التدريب مضمناً.

طرق تقويم الحمل البدني في المنافسات:

يفهم من الحمل البدني للمنافسات في عدد المنافسات أو المباريات التي يشارك فيها الرياضي في مرحلة معينة وأن تقويمها أصبح ذا أهمية خاصة لما لها من دور وتأثير كبير في تطوير مستوى الإنجاز حيث تعد المنافسات من أهم عناصر تطوير الأداء لذا فقد اتجهت الآراء في الوقت الحاضر إلى زيادة عدد المنافسات خلال السنة، فعلى سبيل المثال كان عدد المنافسات التي يخوضها عداءوا ١٠٠م من المستويات العليا حوالي ٣٥ منافسة في خلال الثمانينات أما في الوقت الحاضر فيشارك العداءون بأكثر من ٦٠ منافسة في خلال السنة وفي البعض يشارك العداء في أكثر من فعالية فعلى سبيل المثال (١٠٠، ٢٠٠م، ٤×١٠٠م) تتابع وبذلك تصبح عدد السباقات التي يخوضها خلال الموسم كثيرة وتقسم هذه المنافسات إلى المنافسات التدريبية وهي الاختبارات التي يضعها المدرب في البرنامج التدريبي في خلال مرحلة :

١- الإعداد العام والخاص للتعرف على مستوى الحالة التدريبية للرياضي ولتلافي النقص الحاصل فيها.

٢- المنافسات الثانوية وهي السباقات التي يخوضها الرياضي ولكن نتائجها ليست ذات أهمية كبيرة للرياضي ولكنها تقع ضمن التخطيط للعملية التدريبية لغرض تحسين مستوى كفاءة الأداء البدنية والنفسية وتشكل قاعدة أساسية للمنافسات الأخرى.

٣- المنافسات الرئيسية وهي السباقات التي يخوضها الرياضي في البطولات المهمة كالدورات الأولمبية والقارية والبطولات العالمية وتعتبر هذه السباقات هي الهدف الرئيسي والذي يجب أن يحقق فيه الرياضي الإنجازات الرائعة وإن جميع السباقات التي خاضها الرياضي في ذلك الموسم تعتبر أهدافاً ثانوية تخدم وتحقيق الهدف الرئيسي.

وفي المصارعة يجب الأخذ بنظر الاعتبار عدد المنافسات التي يخوضها المصارع في خلال السنة وكم التزلات التي خاضها في هذه المنافسات حيث تعتمد عدد التزلات



في كل منافسة على مستوى قدرة المصارعة فعلى سبيل المثال اثنان من الرياضيين (أ-ب) شاركوا في ٢٠ منافسة في خلال الموسم وكان الرياضي (أ) غالباً ما يخرج من المنافسة في الأدوار التمهيديّة في وكان الرياضي (ب) يصل إلى الأدوار النهائية لذا فإن مؤشّر تقويم حمل المنافسات لدى كل منهما يكون مختلفاً فالرياضي (أ) شارك خلال الموسم ب ٣٦ نزلاً ورياضي (ب) شارك في (٥٣) نزلاً.

وعند تقويم حمل المنافسات من الضروري الأخذ بنظر الاعتبار عدد المنافسات الرئيسية والثانوية فعلى سبيل المثال تعتبر المنافسات في الدورات الأولمبية والبطولات العالمية وبطولات القارات منافسات رئيسية.

إن المنافسات الرئيسية التي يخوضها في الرياضيون خلال البطولات تفرض على الرياضي صرف الطاقة عالية الجهد النفسي الكبير ومن أجل ذلك نلاحظ أن الرياضيين يستعدون بصورة خاصة لمثل تلك المنافسات ولا يخططون للأحمال التدريبية بما يتناسب مع تلك المنافسات من حيث كمية الطاقة المصروفة والجهد البدني والنفسي فقط بل يخططون للعملية التدريبية لظروف أصعب من ظروف المنافسات. وكما قال الباحث كوتس إذا كان الأمر صعباً في التدريب سيكون سهلاً في المنافسة فالمنافسات تتطلب قدرة بدنية ونفسية عالية يجب الإعداد لها مسبقاً قبل الخوض فيها حيث يكون في بعض الألعاب الرياضية عدد المنافسات الرئيسية كثيراً ففي كرة القدم والطائرة وغيرها من الألعاب الرياضية الرئيسية تتجاوز ٧٠٪ من مجمل المباريات في خلال العام حيث تعتبر جميع مباريات الدوري منافسات رئيسية لأنها تؤثر بشكل مباشر على نتيجة وترتيب الدوري، أما في الفعاليات الدورية كألعاب القوى والسباحة وغيرها- فإن عدد المنافسات الرئيسية لا تتجاوز ٣٠٪ من مجمل المنافسات في خلال العام وعليه فإن عدد المنافسات الرئيسية يجب أن تكون حصتها من مجمل العملية التدريبية ويجب أن يخطط لها بشكل علمي ومدرّوس وبما يتناسب مع ما تتطلبه المنافسة الرئيسية من حيث تأثيراتها البدنية والفسولوجية والنفسية وأن يؤخذ بعين الاعتبار عمليات استعادة الشفاء في خلال هذه الأحمال والمنافسات ليشترك الرياضي في تلك المنافسات بكفاءة وقدرة عالية تمكنه من تحقيق الإنجاز المخطط له في العملية التدريبية القصوي لعدائي المستويات العليا ٥, ١٢ م/ث ويتراكم حامض اللاكتيك في الدم بحوالي ٢٠٠ ملغم وفي عدو ٤٠٠ م تكون



السرعة القصوي ٩م/ث وتراكم اللاكتيك ٢٢٧ ملغم و ١٥٠٠م تكون معدل السرعة ٧م/ث وتراكم اللاكتيك ١٦٣ ملغم.

إن تحديد عناصر الأحمال البنية في الألعاب الرياضية غير الدورية يكون أكثر صعوبة ويحتاج ذلك إلى تدوين وتوثيق كل ما يفعله الرياضي في خلال المنافسة وعليه فإن عملية التقويم تكون فيها بعض الصعوبة وصعوبة الحصول على تقويم موحد فمثال ذلك أن عدد المرات التي يستلم فيها لاعب كرة القدم وكذلك المسافة التي يقطعها بالكرة لا تعتمد على مهارته وقدراته البدنية فقط لكي نقوم أداءه بل تعتمد على مستوى قدرة مهارة الخصم أيضًا والفريق ككل ومستوي هذا الفريق وموقعه في الدوري وموقع اللاعب عند استلامه الكرة وموقع زملائه وتحركاتهم.

إن المتغيرات البدنية للاعبي الكرة الطائرة - حيث تشير تحليل البيانات إلى أن طول فترة العمل النشطة للاعبي الكرة الطائرة في خلال فترة المباريات - تكون طويلة فهي على سبيل المثال في أحد الأشواط تتجاوز ١٠ دقائق وفي ثلاثة أشواط ٢٨ دقيقة وفي خمسة أشواط ٤٨ دقيقة، إن مثل هذه الأحمال البدنية الخاصة تعمل على تنشيط وتحسين وتطوير عمل أجهزة وأعضاء الجسم المختلفة.

وفي الملاكمة فإن المتغيرات البدنية الفسيولوجية التي يتعرض لها الملاكم تصل إلى قيمتها القصوي في النزلات.

وفي نوع آخر من أنواع النزلات وهي المبارزة حيث تختلف قيمة وطبيعة الأحمال البدنية بصورة كبيرة عن المتغيرات المناظرة في الملاكمة.

يظهر أن معدل ضربات القلب في مثل هذه النزلات غير كبير ولكنه يشير إلى أن نزالات المبارزة تؤمن جميع آليات نواتج الطاقة، إن الأحمال البدنية الخاصة بالمنافسات تستوجب اختبار التمارين والوسائل والأساليب التدريبية ذات اتجاهات مختلفة لتطوير آلية إنتاج الطاقة.



الحمولات التدريبية والتنافسية وتأثيرها على تكوين ردود أفعال التكيف:

يحدد مقدار وتوجه الحمولات بـمميزات استخدام وترتيب تناوب المكونات: مدة وأسلوب تمارين محددة، وشدة الجهد في أثناء تنفيذها، مدة ومميزات الفواصل التي تتخلل تكرار بعضها وكمية التمارين في التشكيلات البنوية لعملية التدريب (حصص معينة وأقسامها دوراتها القصيرة وغيرها...) لو تم في بعض الأحيان تنويع أي واحد من المكونات المذكورة وقد يؤدي ذلك إلى تغيير جذري في اتجاه عملية التدريب، على سبيل المثال: تنفيذ نسق تمارين كالنموذج 10×50 متر في السباحة بسرعة ٩٥٪ قصوى مدة فواصل الراحة، قد تؤثر تأثيراً مبدئياً متبايناً على جسم الرياضي وستؤدي الفواصل ١٠-١٥ ثانية إلى تراكم التغيرات الوظيفية والفواصل ٢-٣ دقائق تسمح للرياضي باستعادة الشفاء والتخلص من التغيرات التي حدثت بسبب التمرين السابق، في الحالة الأولى يساعد التمرين على تنمية التحمل الخاص وتطوير الثبات (رسوخ) النفسي للتغلب على التعب، وثبات التقنيات أمام تغيرات هامة في البيئة الداخلية للجسم، في الحالة الثانية يسمح بتنمية التقنيات في حالة الجسم المستقرة وتنمية قدرات السرعة لدي الرياضي وقوة أنظمة تأمين الطاقة اللا هوائية.

إن التمارين المنفذة بمدد مختلفة ونظام استراحة تُحدث طابعاً مغايراً على جسم الرياضي حتى في حالات تناسب مدد العمل مع فواصل الراحة ١ إلى ٢ نفذ الممتحنون حجم جهد موحد بقوة حمولة دائمة إلا أن ديناميكية تركيز لاكتات الدم كانت مختلفة تماماً في الحالات الثلاث جميعها وهذه الحالات لا علاقة لها بالحالتين، هذه الحالات الثلاثة مبنية في الرسم ٩, ١ وهذا يعود إلى التناسب غير المتساوي لجذب (مشاركة) أنظمة اللاكتات واللاكتات المؤمنة للطاقة في أثناء تنفيذ تمارين مختلفة بالمدة.

تُحدث التمارين بمدد وشدة واحدة، والمنفذة دائماً للجهد والراحة، ووفقاً لكمية التكرار ردود أفعال مختلفة لأنظمة التزود بالطاقة.

التمارين التي تُشرك مختلف حجوم الكتل العضلية تؤثر على جسم الرياضي بأشكال مختلفة على سبيل المثال عند تنفيذ تمارين مستديمة ذات طابع موضوعي والتي تشرك في العمل أقل ١/٣ من العضلات تتعلق قدرة عمل الرياضي قبل كل شيء بإمكانات أنظمة



انتعاش الأكسجين في نسيج العضلات وبسبب ذلك تؤدي مثل هذه التمارين إلى ظهور تغييرات مميزة في العضلات مرتبطة بازدياد كمية وكثافة الشعيرات الدموية الفاعلة وبازدياد كمية وكثافة الميتوكوندريون (المقدرات) قدرتها على استخدام الأكسجين أيضاً الذي يورده الدم من أجل مُركب الأدينوزين ثلاثي الفوسفات وتزداد فعالية التمارين ذات الطالع الموضوعي بالأخص إذا استخدمت أساليب منظمة أو وسائل تقنية تزيد الحمولات على مجاميع العضلات.

إن استخدام تمارين ذات طابع خاص الذي يشرك في الجهد ٤٠-٦٠٪ من كثافة العضلات، يؤمن تأثيراً أوسع على جسم الرياضي بدءاً من رفع قدرات أنظمة التزويد بالطاقة وإنهاءً ببلوغ توازن أمثل للوظائف الحركية واللاإرادية في ظروف تطبيق حمولات تدريبية وتنافسية.

أما التمارين ذات الطابع الشمولي التي تشرك في الجهد أكثر من ٦٠-٧٠٪ من الكتلة العضلية، فتحدث تأثيراً أكبر على جسم الرياضي، ومع ذلك ينبغي بعين بالاعتبار بأن إعادة بناء التكيف المركزي على سبيل المثال وازدياد حجم عضلة القلب وإثارة القلب والسعة الحيوية للرئتين والتهوية الرئوية القصوى وغيرها، تتعلق فقط بحجم العضلات العاملة وغير متعلقة بموضعها المعين.

ويعتبر تناسب التمارين المتبعة مع متطلبات النشاط التنافسي الناجح، العامل المهم لتأمين التكيف الفعال، إن عدم تناسب طابع التمارين مع الاتجاه المحدد لتكيف النسيج العضلي يؤدي إلى تغييرات لا تتلائم تخصيصاً مع أيضاً (تمثيلها الغذائي)، هذا ما أكدته معطيات الفحوصات المجهرية الإلكترونية والمناعية الكيميائية، وعلى الأخص لدى أولئك الذين يتصفون ببنية نسيج عضلي يتميز بها عداءوا والمسافات القصيرة ولكن أولئك الذين يتدربون ويخوضون المباريات كعدائي مسافات طويلة يلاحظ في أليافهم العضلية توسع مساحات الليفيات نتيجة تورم وتهتك بعض الأنسجة العضلية وتشققها الطولي ونفاذ مخزون الجليكوجين وتلف الميتوكوندريون، وإن نخر (تلف) الألياف العضلية يكون نتيجة لهذه التدريبات، الأشخاص الذين لديهم بنية عضلات عدائي المسافات الطويلة ولكن يتدربون ويتسابقون كعدائي مسافات قصيرة، يلاحظ في نسيجهم العضلي



تضخم زائد في بعض الألياف وبقع تالفة تغطي ١-٣ ساركومير (القسيم العضلي) من الألياف العضلية وبعض الألياف تكون في حالة انكماش واضحة وغيرها.

تتعلق سمات ردود الأفعال التكيفية السريعة أيضاً بدرجة إتقان التمارين المتبعة، وأن تكيف جسم الرياضي مع الحمولات التقليدية (النموزجية) متعلق بحل مهام حركية معروفة ومصحوبة بتغييرات أقل في نشاط أنظمة التأمين بالمقارنة مع تلك التي تحمل مهامها الحركية طابعاً احتمالياً، إن ردود الأفعال تكون أكثر حدة تجاه مثل هذه الحمولات بسبب زيادة المثيرات الحسية وتناسق "ضمن عضلي وعضلي داخلي" أقل فاعلية تناسق الوظائف الحركية والذاتية أيضاً.

وحيث تعالج شدة الجهد كدرجة ضغط لنشاط الأنظمة الوظيفية للجسم، والتي تؤمن فاعلية تنفيذ تمرين معين، تجب الإشارة إلى تأثيرها الاستثنائي الكبير على طابع تأمين الطاقة وحشد مختلف الوحدات الحركية للجهد وتشكيل البني التنسيقية للحركة الملائمة لمطلوبات النشاط التنافسي الفعال، على سبيل المثال: ففي السباحة، رفع سرعة التحرك من ٧٠ إلى ٧٥٪ لا يغير من طابع تأمين الطاقة للجهد وإنما يزيد قليلاً من الحمل على أنظمة النقل الأوكسيجيني التي تسمح بالسباحة لنقطة أو مسافة سباقية، وتبدو هناك صورة مختلفة تماماً حين تتزايد سرعة السباحة من ٩٠ إلى ٩٥٪ (القصى)، تأمين الطاقة للجهد يتم إلى حد كبير بواسطة الأنظمة اللاهوائية واللاكتائية وتنشط الوحدات الحركية التي تحتوي على الألياف سريعة الانقباض بنوعيتها.

يلاحظ الطابع الهام للعلاقة بين سرعة الحركة وتصريف الطاقة في ألعاب رياضية أخرى، نرى من خلال نتائج الدراسات التي أجريت بمشاركة دراجي الطرقات ذوي التأهيل العالي، (رسم ٤، ٩)، أن ازدياد سرعة التحرك من ١٠ إلى ٢٠ كم، سيؤدي إلى زيادة (ف. أو ٢ درجة تحمل الحمل) لمسافة ٨ م لتر/ كغ دقيقة، كما أن زيادة السرعة من ٣٠ إلى ٤٠ كم/ ساء، أي كذلك لمسافة ١٠ كم، يزداد (ف. أو ٢) بمقدار ١٧ م لتر/ كم دقيقة، هذا أمر عادي ليس للجهد ذي الطابع الديناميكي فحسب بل لطابع السكون أيضاً، وتم الاقرار بأن قوة الجهد ذي الطابع السكوني حتى درجة توتر معينة يتم تأمينه من مصادر طاقة هوائية، وتظهر أقصى كمية من اللاكتات والبيروفات في أثناء الجهد إلى



درجة الإعياء في حال إذا كانت مقادير التوتر تتراوح بين ٣٠-٦٠٪ من القوة السكونية القصوى.

لم يحدث ازدياد كمية اللاكتات والبيروفات، عند استخدام التوتر الذي يبلغ أقل من ١٥٪ من القوة السكونية القصوى، أي أن الجهد نفذ بالكامل على حساب المصادر الهوائية للطاقة.

يتعلق ازدياد الحجم والإمكانات الانقباضية لعضلات القلب إلى حد كبير بالاختيار المنطقي لشدة جهد التدريب الذي يؤمن الحجم الانقباضي الأقصى أو قريب من الأقصى. (رسم ٥، ٩)، تبين الدراسات بأن مثل هذه المقادير من الحجوم الانقباضية تتميز بها سرعة نبضات القلب التي تتراوح في نطاق ٧٠-٩٠٪ وتعد هذه سرعة قصوى لرياضي محدد.

رد فعل السياح على الحمل يتعلق بمدة التمارين وكميتها العامة في برامج بعض الجرعات أو سلسلة منها وفواصل الراحة بين التمارين، ويشهد على ضرورة التخطيط الصارم ومراقبة معطيات مكونات الحمولات للتوصل إلى فعالية التكيف المرجو منها، ما يلي:

رفع الإمكانات اللاهوائية اللاكتائية المرتبطة بازدياد مخزون مركبات الجزيئات البيولوجية الفوسفورية (التي تجمع وتعطي الطاقة) فإن أكثرها ملائمة هي الحمولات القصيرة (٥-١٠ ثانية) بشدة قصوى، وتسمح الفواصل الكبيرة (إلى حد ٢-٣ دقيقة) باستعادة جزيئات الفوسفات الكيميائية وتجنب اشتداد التحلل السكري في أثناء الجرعة اللاحقة من الجهد، لكن هنا يجب الأخذ بعين الاعتبار بأن مثل هذه الحمولات، حينها تقوم بتأمين النشاط الأقصى لمصادر الطاقة اللاهوائية غير قادرة على استفادة أكثر من ٥٠٪ من مخزون الطاقة اللاكتاني للعضلات، القيام بجهد بأقصى شدة خلال ٦٠-٩٠ ثانية يؤدي عمليا، لنفاذ المصادر اللاكتائية واللاهوائية بشكل كامل في أثناء الحمولات وبالتالي لزيادة مخزون الجزيئات البيولوجية الفوسفورية أي أن مثل هذا الجهد يعتبر ذا فعالية عالية من أجل تطوير عملية التحليل السكري.



باعتبار أن الحد الأقصى لشكل اللاكتات يحدث في خلال ٤٠-٥٠ ثانية ويستمر الجهد عادة خلال ٦٠-٩٠ دقيقة أغلبية على حساب التحلل السكري، فإن الجهد في مدة كهذه المدة يُستخدم في أثناء رفع قدرات التحلل السكري فواصل الراحة ويجب لا تكون طويلة لكي لا تنخفض بشكل كبير مقادير اللاكتات، وهذا سيساهم في رفع قوة عملية التحلل وزيادة سعته.

كمية اللاكتات في الدم في أثناء تنفيذ جهد بكثافة قصوى متعلق بشكل كبير بمدة الجهد، تظهر المقادير الكبرى للاكتات حينما تتراوح مدة الجهد بين ١,٥ - ٥ دقائق، وأن زيادة مدة الجهد اللاحقة متعلقة بالانخفاض الكبير لكثافة اللاكتات يجب أن يؤخذ هذا الأمر بعين الاعتبار عند اختيار مدة الجهد الموجه لزيادة اللاكتاتي اللاهوائي.

تتميز الحمولات القصيرة والمكثفة إلى حد ما باستهلاك سريع لجلوكوجين العضلات وإستهلاك قليل لجلوكوجين الكبد ولذلك تزداد في أثناء مثل هذه الحمولات المنتظمة كمية الجلوكوجين في العضلات ولا تتغير تقريبا بنفس الوقت كمية الجلوكوجين في الكبد، وزيادة مخزون الجلوكوجين في الكبد يرتبط باستخدام حمولات طويلة بشدة معتدلة أو تنفيذ عدد كبير من التمارين السريعة في برامج بعض حصص التدريب.

من الممكن تحسين مختلف مكونات الأداء الهوائي فقط عن تمارين لمرة واحدة طويلة أو عدد كبير من التمارين القصيرة، وخاصة أن التحمل الهوائي الموضوعي قد يتم زيادته تماما في أثناء تنفيذ حمولات طويلة تفوق بمدتها الحد المتاح بنسبة ٦٠٪ تحدث في العضلات نتيجة هذا التدريب تغيرات أيضية وتغيرات في الدورة الدموية المعقدة، تغيرات الدورة الدموية المعقدة تبين غالبا في تحسين الشعور الدموي وإعادة توزيع الدم داخل العضلات التغيرات الأيضية:

في ازدياد الجلوكوجين داخل العضلات والميوجلويين وازدياد كمية وحجم الميتوكوندريون (حبيبات خيطية) وازدياد فعالية الإنزيمات المؤكسدة والوزن النسبي لأكسدة الدهون مقارنة مع الكربوهيدرات.

الجهد الطويل لتوجه محدد في برامج بعض الحصص يؤدي إلى انخفاض فعالية أثرها التدريبي أو تغير كبير في اتجاه التأثير المفضل الجهد الطويل ذي الطابع الهوائي يتعلق



بالانخفاض التدريجي للحد الأقصى الممكن لمؤشرات إستهلاك الأكسجين الحمل الهوائي خلال ٧٠-٨٠٪ من تحمل الحمل يؤدي إلى انخفاض استهلاك الأكسجين بنسبة ٨٪ وسطياً، وانخفاض الحمل خلال ١٠٠ دقيقة - يؤدي إلى ١٤٪ انخفاض استهلاك الأكسجين يرافقه انخفاض الحجم الإنقباضي للدم بنسبة ١٠-١٥٪ وازدياد سرعة نبضات القلب بنسبة ١٥-٢٠٪ وانخفاض ضغط الشرياني المتوسط بنسبة ٥-١٠٪ وارتفاع الحجم الدائقي للتنفس بنسبة ١٠-١٥٪.

لكن يجب الأخذ في الحسبان بأنه حسب ما تنفذ جهود طويلة بمختلف الشدات تحدث تغيرات نوعية في نشاط الأعضاء وأنظمة الجسم ليست بالكثيرة، على سبيل المثال: عند تنفيذ جهد طويل مستمر أو فيه فواصل، يتدنى مخزون الجلوكوجين في ألياف م.س فقط في نهايتها في أثناء ازدياد التعب تتدنى في ألياف ب.س لدى الرياضيين المؤهلين الجهد ذوي الطابع الهوائي خلال ساعتين يؤدي إلى تدني الجلوكوجين في ألياف م.س عند زيادة مدة الجهد المنفذ يتدنى بالتدريج مخزون الجلوكوجين في ألياف ب.س أيضاً زيادة شدة تأثيرات التدريب الحاد (مثل، تكرار تمرين مدته ١٥-٣٠ ثانية مرات عديدة بشدة عالية وفواصل قصيرة) مرتبط بالتدني الأولى لمخزون الجلوكوجين في ألياف ب.س فقط بعد عدد كبير من التكرار بتدني مخزون الجلوكوجين في ألياف م.س.

ردود الأفعال الخاصة لتكيف جسم الرياضي مع الحمولات:

طبقاً لمختلف الحمولات البدنية المستخدمة في التدريب المعاصر، تظهر ردود أفعال تكيفية خاصة متعلقة بخصائص التنظيم العصبي الهرموني ودرجة نشاط مختلف الأعضاء والآليات الوظيفية.

عند التكيف الفعال مع الحمولات المعطاة التي لها ميزات محددة فإن المراكز العصبية وبعض الأعضاء والآليات الوظيفية المتممة لمختلف بني الجسم التشريحية تتحد في مركب هو الأساس الذي تتشكل منه ردود أفعال التكيف السريعة وطويلة الأمد.

خاصية التكيف السريع وطويل الأمد يظهر حتى في الحمولات التي تتصف باتجاهها المفضل ذاته، ومدته وشدته تختلف فقط في طابع التمارين في أثناء الحمولات الخاصة في حالة تمكنهم من إظهار قدرات ووظائف أعلى بالمقارنة مع الحمولات غير الخاصة مثال



ذلك: يثبت هذه الحقيقة هو أن في الرسم رقم ٩,٧ توضح المقادير الفردية ل(ف أو القصوى) للدراجين ذوي المؤهلات العالية في أثناء الاختبارات على أجهزة "بايسكل الكروني ثابت" وجهاز الركض الثابت".

رفع قدرات النظام العصبي اللاإرادي في أثناء تنفيذ الحمولات الخاصة تُحفز إلى حد كبير بتشكيل الحالات النفسية المناسبة رداً على وسائل تدريب محددة. والمعروف أن الحالة النفسية مثلها مثل التأثير الديناميكي للعمليات النفسية تعتبر نظاماً متقلباً يتشكل حسب متطلبات يملئها نشاط محدد، في ظروف النشاط البدني المتوتر تظهر غالباً متطلبات تخص العمليات النفسية، رداً على ظهور مثيرات شديدة محددة تتشكل المقاومة النفسية ضد الإجهاد الذي يبرز في إعادة توزيع القدرات الوظيفية، رفع القدرات النفسية الأكثرها أهمية لبلوغ الأهداف المرجوة مع خفض القدرات أقلها أهمية. وهنا تحدث متلازمة ما فوق الظهور النفسي باتجاه العمليات البحثية المعلوماتية والمحرضات والتحكم الكيفي بالتصرفات.

ويشيدون أيضاً إلى جانب التطورات في المقادير العالية أكثر والقصوى في نشاط الأنظمة الوظيفية، التي تجلب الحمولات الرئيسية في أثناء الحمولات الخاصة بالمقارنة مع الحمولات غير الخاصة، يشيدون إلى الانتشار الضروري لدرجة النشاط الوظيفي، أي شدة التفعيل في أثناء استخدام حمولات عادية (وعلى سبيل المثال: التكيف السريع لقلب الرياضي العالي المستوى المتخصص بالترحل على الثلج مع الحمولات التنافسية) وفعالية نشاط القلب الاستثنائية العالية قبل السباق وفي أثناء عملية قطع المسافة.

يشيدون إلى قيم نبضات القلب قبل السباق والبلوغ السريع للقيم القصوى ومستواها الأكبر بالمقارنة مع جهد بشدة قصوى على الأجهزة (بايسكل) الإلكترونية.

تأثير الحمولات بالإمكان عرضها بشكل مقنع من نتائج التجربة التي نفذ فيها המתحنون خلال ٦ أسابيع جهد هوائي طويل على الجهاز الإلكتروني مستخدمين رجل واحدة، بعد انتهاء التمرين بمساعدة قسطة وريديّة وشريانية وخزانات عضلية.

تم دراسة أيضاً الطاقة في أثناء تنفيذ حمولات على الدراجة الإلكترونية بشدة ٧٠٪ هو اختيار درجة تحمل الإنسان للحمل التدريب) في الرجل المدربة، بالمقارنة مع غير المدربة



ولوحظت إفرازات قليلة إلى حد ما من اللاكتات وأيضاً نسبة إنتاج الطاقة أكثر بكثير على حساب حرق الدهون.

هذه المعطيات يجب أخذها في الحسبان عند السعي لاستخدام مفعول التكيف المتبادل في أثناء إعداد الرياضيين ذوي المؤهلات العالية.

في المراجع المختصة أُلقي الضوء بشكل واسع على الجوانب العملية لظاهرة التكيف المتبادلة المرتبطة بنقل ردود الأفعال المكتسبة نتيجة فعل أحد المثيرات إلى فعل المثيرات الأخرى، التكيف مع النشاط العضلي قدر يرافقه تطوير التكيف مع المثيرات الأخرى أيضاً كالمرونة والإنعاش والسخونة.

في جوهر التكيف المتبادل تكمن وحدة متطلباتها المطلوبة من الجسم من مختلف المؤثرات على الأخص التكيف مع المرونة - هذا قبل كل شيء "الصراع على الأكسجين" واستهلاكه بفعالية أكثر، والتكيف مع النشاط العالي للعضلات يؤدي أيضاً إلى زيادة إمكانية نقل الأكسجين والآليات المؤكسدة، وهذا لا ينطبق فقط على إعادة التخليق التنفسي واللاهوائي لأدينوزين ثلاثي الفوسفات عند التكيف مع البرد في أثناء الجهد العضلي تزداد القدرات الممكنة للأكسدة الهوائية والتحليلية للكربوهيدرات وأيضاً استقلال الدهون وأكسدة الحموض الدهنية عند التكيف مع السخونة فإن ما تم التوصل إليه في أثناء النشاط العضلي المنتظم له أهمية كبرى في ازدياد قدرات الميتوكوندريا أمام درجات كبيرة لتشتت التنفس والفسفرة وأمام درجات أكبر من تصرفها..

ظواهر التكيف التبادلي التي تلعب دوراً مهماً للأشخاص الذين يتدربون بهدف تقوية صحتهم وتحسين إعدادهم البدني لا يمكن عرضها كعامل حدي يؤمن نمو التدريب لدى الرياضيين ذوي المؤهلات العالية، وكذلك لدى الأشخاص غير المدربين يمكن نمو الإمكانيات البدنية وعلى سبيل المثال القوة كنتيجة للتكيف التبادل غير كبير جداً بالمقارنة مع مستوى إعادة البناء التبادلي بفضل التدريب العادي.

حول القدرات المحدودة لظاهرة التكيف التبادلي وصلاحياتها لرياضة الإنجازات العالية تشهد على ذلك معطيات تجريبية أخرى.



الدراسات التي أجريت فيها التدريبات برجل واحدة كشفت أن التكيف الموضعي ظهر فقط على مستولي الرجل الخاضعة للتمرين، هناك مجموعتان من الممتحنين تم تدريبها على الدراجات الإلكترونية خلال ٤ أسابيع من ٤-٥ جرعات منفذين الجهد برجل واحدة، كان تدريب الممتحنين موجهًا لتطوير التحمل ذي الطابع الهوائي، وبنتيجة التدريب لدى الممتحنين للمجموعتين ازداد (ف، أو ٢ اختبار درجة تحمل الإنسان للحمل التدريب) وانخفضت نبضات القلب ولوحظت درجة اللاكتات أكثر انخفاضاً في أثناء الحملات التقليدية الأقل بالقصوى، وهذه التغيرات كانت واضحة أكثر لدى الأشخاص المتدربين على التحمل وفي نفس الوقت لدى الأشخاص في المجموعة الثانية ازدادت بدرجة أكبر بالمقارنة مع الممتحنين في المجموعة الأولى نشاط السسينات النازعة واقتصاد في صرف الجلوكوجين وكل هذه التغيرات الإيجابية مست غالباً الرجل المدربة وخاصة طرح اللاكتات في أثناء شدة الجهد العالي الفرعي لوحظ فقط في الرجل غير المدربة، الاختلافات فسرهما أصحاب الدراسة قبل كل شيء بارتفاع نشاط الإنزيمات الهوائية وتحسن شعير العضلات التدريبية.

خاصة التكيف مع حمولات بدنية محددة مشترطة إلى كبير بخصائص نشاط العضلات التقلصية وبالأخص تغيرات البيئة الهرمونية وهذا واضح لأن التكيف الميتوكوندروني ينحصر في عضلات الأطراف السفلي، إذا تدرب طرف واحد فالتكيف محصور (محدود) خارجه وأيضاً بأن تغيرات التكيف لمحتوى الميتوكوندري قد يكون سببه التمارين رغم غياب هرمونات الغدد النخامية والدرقية.

التكيف الخاص يظهر في العلاقة مع مختلف المهارات البدنية وتشهد على ذلك المعطيات التي تؤكد بأن الرشاقة تزداد بشكل أساسي بالنسبة إلى مؤشرات تلك اليد التي خضعت للتدريب ومن الملفت أن التأثير الأقصى يلاحظ فقط في أثناء جهد محدود وفي حال رفعه سيؤثر سلباً على سير ردود أفعال التكيف، نتائج متشابهة توصل إليها ف. أي لياخ الذي درس البنية والعلاقة المتبادلة بين مختلف أشكال القدرات التكيفية للإنسان والذي أظهر استقلاليتها النسبية بعضها البعض.



تأثير الحملات على جسم رياضيين ذوي مختلف المؤهلات والإعداد:

يتغير تكيف الرياضيين العاجل والطويل إلى حد كبير تحت تأثير درجة مؤهلاتهم وإعدادهم والحالة الوظيفية، أثناء ذلك الجهد بالحجم والشدة ذاتها يخلق ردود أفعال مختلفة، إذا كانت ردود الأفعال في أثناء جهد عادي لدي ذوي المهارات ليست بكبيرة التعب أو نمو في نشاط الأنظمة الوظيفية التي تؤدي الحمل الأساسي واستعادة الشفاء تمر بسرعة فإن لدي الرياضيين الأقل كفاءة ينشئ مثل هذا الجهد ردود أفعال شديدة بقدر ما تكون مؤهلات الرياضي منخفضة بقدر ما يتوضح بدرجة أكبر التعب وتطور في حالة الأنظمة الوظيفية التي تشارك بفعالية في تأمين الجهد ومرحلة الاستشفاء أطول..

عند الحملات القصوى للرياضيين المؤهلين تلاحظ ردود أفعال أكثر وبالأخص رفع مؤهلات السباحين متعلق بانخفاض الطاقة المهدورة في أثناء تنفيذ حملات نموذجية ورفعها في نفس الوقت في أثناء الحملات القصوى.

في أثناء الحملات القصوى استهلاك الأكسجين لدي الشخص المدرب قد تفوق ٦ لتر - دقيقة ومتوسط الطرح ٤٤-٤٧ لتر - دقيقة وحجم الدم الإنقباضي ٢٠٠-٢٢٠ ملمتر، أي بمعنى أعلى ب ١,٥-٢ من ما هو لدي الأشخاص غير المدربين لدى الأشخاص المدربين بالمقارنة مع غير المدربين تظهر ردود الأفعال الأنظمة السمبتاوية أكثر وضوحاً، وكل هذا يؤمن للإنسان المتكيف مع الحملات البدنية قدرة نشاط أكثر تظهر في زيادة شدة وطول الجهد.

لدى الرياضيين المدربين بجهد متوتر ذي طابع هوائي يلاحظ زيادة أكبر لتكون الأوعية للعضلات على حساب زيادة كمية الشعيرات في نسيج العضلات وانفتاح الأوعية الرادفة الكامنة مما يؤدي إلى زيادة تدفق الدم في أثناء جهد قيس في نفس الوقت، في أثناء الحملات النموذجية لدي الأشخاص المدربين بالمقارنة مع غير المدربين يلاحظ انخفاض أقل لتدفق الدم إلى العضلات التي لا تعمل والكبد وغيرها من الأعضاء الداخلية وهذا مرتبط بتحسين الآليات المركزية التنظيم التمايزي لتدفق الدم وازدياد تكون الأوعية في ألياف العضلات وازدياد قدرات النسيج العضلي على استعادة الأكسجين من الدم... لدى الرياضي ذي المستوى العالي حين تكون ردود الأفعال أكثر وضوحاً اتجاه



الحمولات القصوى تحدث عمليات استعادة الشفاء بسرعة أكبر، إذا كانت لدى السباحين ذي المؤهلات غير العالية إستشفاء القدرات بعد الحصص التدريبية بحمولات كبيرة وذات طابع هوائي ولا هوائي مختلط قد يستمر ٣-٤ أيام فإن استعادة الشفاء لدى ذوي المهارات الرياضية أقصر بمرتين وهذا بشرط أن يكون الحجم التراكمي للسباحة في حصص تدريبية لديهم أكبر ٥, ٢-٣, ٥ مرة بالمقارنة الرياضيين ذوي الكفاءات غير العالية ومهم أيضاً أن لدى الرياضيين ذوي الكفاءات العالية تطور أكبر نشاطاً من الجهاز العصبي اللاإرادي في أثناء الحمولات القصوى يرافقه جهد أكثر فعالية التي تظهر في تقنياتها وفعالية التناسق ضمن العضل وداخله هذا بالمفعول يلاحظ حتى في تلك الحالات حين تكون الفوارق في تصنيف الرياضيين ليست بكبيرة.

تنشأ الحمولات النموذجية والقصوى ردود أفعال غير متشابه بحجمها وطابعها على مختلف مراحل الدورات التدريبية الطويلة وأيضاً إذا تم تخطيطه في أثناء عدم استشفاء مستوى القدرات الوظيفية للجسم بعد الحمولات السابقة ففي بداية المرحلة الأولى من الإعداد، رد فعل جسم الرياضي على الحمولات النموذجية الخاصة تتوضح بشكل كبير بالمقارنة مع المؤشرات التي تم تسجيلها في المرحلة الثانية من فترة التحضير والمسابقات إذن نمو التدريب الخاص يؤدي تقنين ملموس للوظائف في أثناء تنفيذ جهد نموذجي الحمولات القصوى بالعكس متعلقة بردود أفعال أوضح على قدر نمو تدريب الرياضي لدى السباح عالي التأهيل في أثناء قطع المسافة السباقية (١٠٠ م حرة) بسرعة قصوى في الجزء الثاني من فترة الإعداد وفترة المسابقات تلاحظ ردود أفعال أكثر وضوحاً بالمقارنة مع المؤشرات التي سجلت في المرحلة الأولى من مراحل الإعداد في نفس الوقت سباحة مسافة ١٠٠ م بنتيجة نموذجية بقدر نمو التدريب بخلق ردود أفعال أقل وضوحاً.

تنفيذ نفس الجهد في مختلف الحالات الوظيفية يؤدي إلى ردود الأفعال مختلفة من جانب الأنظمة الوظيفية للجسم، والمثال على ذلك نتائج دراسة تم التوصل إليها في أثناء محاكاة ظروف سباق المطاردة (على التريك) للدراجات: تنفيذ جهد متشابه بالقوة والدة في ظروف التعب تؤدي إلى ازدياد حاد في تطورات نشاط الأنظمة الوظيفية.



جدول رقم ٧ فعل أنظمة وظائف الجسم لدي الدراجتين في بداية ونهاية السباق

مؤشرات								
	معدل التنفس دورة/ دقيقة		تهوية الرئتين		معدل نبض القلب ضربة/ دقيقة		حاجة الأكسجين ملتر/ دقيقة	
	٢٥٥-٢٤٠	٧٥-٦٠	٢٥٥-٢٤٠	٧٥-٦٠	٢٥٥-٢٤٠	٧٥-٦٠	٢٥٥-٢٤٠	٧٥-٦٠
الأول	٦٠	٤٨	١٣٢	١١٥	٢٠٠	١٨٤	١١٨٠٠	٥٧٩٢
الثاني	٩٠	٦٤	١٤٦	١١٨	٢٠٢	١٨٧	١٢٠٦٨	٤٥٩٢
الثالث	٦٦	٤٨	١٥٢	١٣٧	١٨٠	١٧٧	١١٤٠٠	٥٠٠٠
الرابع	٧٤	٦٤	١٢٥	١١٣	٢١٠	٢٠٥	١٢٠٨٠	٤٣٧٠

يجب بشكل خاص مراقبة الحالة الوظيفية بصرامة في أثناء تنظيم الجهود الموجهة لرفع قدرات السرعة والتنسيق الجهد الموجه لرفع هذه المهارات (القدرات) يجب القيام بها فقط عند الاستشفاء الكامل للقدرات الوظيفية للجسم التي تحدد درجة ظهور هذه المهارات، في حال إذا كانت حمولات السرعة أو الحمولات الموجهة لرفع القدرات التناسقية تُنفذ في أثناء قدرات وظيفية منخفضة بالنسبة إلى الظهور الأقصى لهذه القدرات فإن التكيف الفعال لا يحدث بالإضافة إلى ذلك قد تشكل نماذج حركية قاسية تقيد نمو قدرات السرعة والتنسيق.

تؤدي الحمولات التي تتصف بها الرياضة المعاصرة إلى نتائج رياضية استثنائية عالية تمر بسرعة وتصل إلى حجوم في التكيف طويل الأمد من الصعب التنبؤ بها، مع الأسف هذه الحمولات غالبا تعتبر سبباً لإجهاد القدرات التكيفية وتوقف تطور النتائج وتقليل مشاركات الرياضي على مستويات رياضة الإنجازات وظهور تغيرات ما قبل الباثولوجية وباثولوجية في الجسم تكيف جسم الرياضيين الفعال مع الحمولات يلاحظ بالجزء الثاني والأول في المنطقة الثالثة لتفاعل حافز واستجابة الجسم على حدود المنطقة الثالثة والرابعة يباطيء تطور وظائف مع تشغيل الآليات الدفاعية التعويضية .. الانتقال إلى المنطقة الرابعة انتظام انخفاض القدرات الوظيفية للرياضيين وحدوث متلازمة التدريب المفرط.



في بداية التدريب الممنهج تجري عملية التكيف بفعالية لاحقاً، وحسب زيادة مستوى تطور المهارات الحركية وقدرات مختلف الأعضاء والأنظمة وتيرة تشكل استجابات التكيف طويل الأمد تتباطئ بشكل جوهري هذه الانتظام يظهر في بعض مراحل الإعداد في نطاق دورات تدريبية طويلة وخلال الإعداد لسنوات طويلة.

توسع مناطق الاحتياطي الوظيفي للأعضاء وأنظمة الجسم لدى الرياضيين المؤهلين والمتدربين متعلق بتقلص المناطق التي تُحفز التكيف اللاحق، كلما كان مؤهل الرياضي عالياً، تقلص نطاق النشاط الوظيفي القادر على تحفيز الجريان اللاحق لعمليات التكيف.

في المراحل المبكرة لسنوات طويلة من الإعداد وبداية الإعداد والإعداد الأولى الأساسي ينبغي على نطاق أوسع استخدام للوسائل الواقعة في النصف الأسفل للمنطقة والتي تُحفز التكيف الطويل وهذا يعتبر ضمانه لتوسيع هذه المنطقة في المراحل المقبلة الاستخدام الواسع في المراحل المبكرة للإعداد طويل الأمد الوسائل الموجودة في النصف العلوي من المنطقة قد يقلصها بشكل حاد في المراحل القادمة وبهذا الشكل سيوصل إلى الحد الأدنى مخزون الطرق والوسائل القادرة على تحفيز التكيف طويل الأمد في المراحل النهائية والمراحل الأكثر أهمية لدورات الإعداد لسنوات طويلة.

كمثال على ذلك نورد معطيات تم الحصول عليها لدى رياضيين ذوي المستوى العالي في أثناء تنفيذ حمولات لمرة واحدة يساعد تهيئة جو المسابقات في أثناء تنفيذ مجموعة جرعات تمارين وبرامج حصص على تطوير قدرات العمل عند الرياضيين وحشد عميق للاحتياجات الوظيفية لأجسامهم ويشهد على ذلك مستوى قدرات الرياضيين ذوي المؤهل العالي في أثناء سباحة المسافات السباقية في ظروف التدريب والمسابقات بمختلف مستوياتها.

ويساعد أيضاً على تهيئة جو المسابقات تنفيذ تمارين قوة موجهة لتطوير تحمل القوة بتنفيذ جهود قوة عدد ١٠ مرات على جهاز تدريب عضلات طوق الكتف خلال دقيقة مع إيقال ٦٠٪ من الحد الأقصى المسموح به وفواصل ٢٠ ثانية.



جدول رقم ٨

قدرات الرياضيين واستجابة الأنظمة الوظيفية للجسم

المؤشر				شروط تنفيذ الجهد
عدد مرات التكرار	تحمل القوة (بالوحدات)	معدل نبض القلب في نهاية التمرين (معطيات وسطية) ضربة . دقيقة	ناقص أوكسجين باللتر	
٤٣٠	١٢٩٠٠	١٨٢	٧,٥	فردى
٤٩٥	١٤٨٥٠	١٩٠	٩,٠	جماعى

دراسة أخرى تثبت أن جو المسابقات يساعد على استخدام كامل لإحتياطي وظائف الجسم بالمقارنة مع جو التدريب فعلى سبيل المثال: الركض التجريبي لمسافة ٣٠٠ و ٦٠٠ متر يؤدي إلى تراكم اللاكتات الأقل بكثير بالمقارنة مع التغيرات التي لوحظت في أثناء الركض لنفس المسافات في جو المباريات كما تري في (الرسم ٩, ٢٢) مقادير اللاكتات القصوى في جو المباراة يتأرجح بين ٢٠-٢٤ مول ومقدار بس إتش (مؤشر هيدروجيني) يهبط إلى أقل من ٩, ٦ وحدة في جو الاختبار التجريبي المقدار الأقصى للاكتات لا يفوق ١٨ مول وبى أتش لا يهبط إلى أقل من ٧, ٠ وحدة .

الحمل التنافسي في سياق الماراثون ورياضة الدراجات (طرقات) قادر على إحداث اضطرابات باثولوجية (مرضية) في العضلات التي يقع على عاتقها الحمل الأساسي وهذا لا نلاحظه أثناء التمارين .



نظرية التكيف وتأثيرها على رياضة الأرقام القياسية

- التكيف وإعداد الرياضيين
- استجابات التكيف أثناء النشاط العضلي
- تشكل الأنظمة الوظيفية واستجابات التكيف
- التكيف السريع
- التكيف الطويل
- ظاهرة فقدان تكيف وإعادة تكيف وفرط تكيف عند الرياضيين
- تكيف الأنسجة العضلية والعظمية والضامة
- الخصائص البنوية الوظيفية لوحدة العضلات الحركية
- التخصص الرياضي وبنية النسيج العضلي
- التغيرات في الألياف العضلية تحت تأثير أحمال بتوجهات مختلفة.

نظرية التكيف وتأثيرها على رياضة الأرقام القياسية

إن نظرية التكيف تُحدث تأثيراً كبيراً على تطوير نظرية ومناهج رياضة الأرقام القياسية وطرق إعداد الرياضيين تحدثه التكيف التي تتطور بسرعة هائلة - والنظرية هي جملة معارف موثوقة حول تكيف جسم الإنسان مع ظروف البيئة المحيطة وخاصة ذلك القسم المتعلق بما يسمي الحالات القاسية (الصعبة) تأثير التكيف على الرياضة المعاصرة كبير وذلك لأن الرياضة هي مجال نشاط الإنسان الذي تنشط فيه مختلف الأنظمة الوظيفية في حالات كثرة الاستجابات القصوى مما يخلق ظروفًا جيدة لدراسة ظاهرة التكيف للحالات الصعبة في مجال الرياضة بالذات تراكم كم واسع من المعلومات تعكس مختلف قواعد نظرية التكيف.

التكيف بالمعنى العام هو قدرة كل الأحياء على التأقلم مع البيئة المحيطة، هناك نوعان من التكيف نمطي جيني ونمطي ظاهري.

تكيف جيني: وهو من جوهر الاصطفاء الطبيعي وهو عملية تكيف مع ظروف الوسط البيئي التكاثري (جملة مواصفات من نوع واحد) عن طريق تغيرات وراثية التكيف الجيني هو من جوهر تعاليم الاصطفاء - وهو جملة تصورات عن آليات وقوانين التغيرات التاريخية في الطبيعة الحية.

تكيف ظاهري: وهو عملية تكيف تتطور في الكائن الحي في خلال الحياة ردًا على تأثير مختلف عوامل البيئة الخارجية هذا النوع من التكيف بالذات يخضع لدراسات عديدة في الأعوام الأخيرة في مختلف مجالات النشاط العملي والعلمي للإنسان.

مفهوم "التكيف" تم تناوله في البداية على أنه بيولوجي وطبي لكن التقدم العلمي العاصف وتبدل وتعدد علاقة الإنسان بالبيئة الخارجية لفت انتباه خبراء من مختلف الاختصاصات إلى مسألة التكيف: منهم علماء الاجتماع والنفس والمهندسون والتربويون تحول مفهوم "التكيف" إلى مفهوم علمي عام يستخدم من ممثلي مختلف العلوم ويساهم في تركيب وتوحيد المعرفة المتعلقة بمختلف المواضيع.



انتشر هذا المفهوم بشكل واسع في مجال الإعداداد الرياضي والنشاط التنافسي ويستخدم من جانب نظرية ومناهج الرياضة والفلسفة والمورفولوجيا والبيوكيمياء والبيوميكانيك وعلم النفس.

عند تعريف التكيف يجب أن نأخذ بالاعتبار بأنه قد يفهم منه على أنه عملية ونتيجة أيضاً:

- يستخدم التكيف للإشارة إلى العملية التي يتكيف فيها الجسم مع عوامل البيئة الخارجية والداخلية.

- يستخدم التكيف للإشارة إلى التوازن النسبي الذي يثبت بين الجسم والبيئة.

- يفهم من التكيف على أنه نتيجة عملية تكيفيه.

التكيف وإعداداد الرياضيين:

هناك أبحاث خاصة أجريت في مختلف مختبرات العالم كشفت أنه لا يوجد شكل من أشكال النشاط المهني يمكن مقارنته من جهة فعاليته التدريبية مع الحملات التدريبية للرياضة المعاصرة، العمل البدني الشاق المعقد بالظروف المناخية القاسية غير قادر على أن يحدث في جسم الإنسان تبدلات تكيفيه مثلما نلاحظه لدى الرياضيين المؤهلين عالياً وهذا ينطبق على العمال الزراعيين على ارتفاع ٣٠٠٠-٤٠٠٠ م عن سطح البحر، مثل شعب الشيريا في الهيمالايا والريكش في آسيا الوسطى لا أحد من الأشخاص ممن يمارسون النشاطات المهنية لها خصائص تبدلات تكيفيه للقلب والأوعية والتنفس يمكن مقارنته مع عدائي المسافات الطويلة والدراجتين وغيرهم من الألعاب الرياضية التي تتطلب التحمل.

والسبب بسيط، وهو أن شدة العمل البدني اليومي القاسي ولو تعمق بظروف بيئة قاسية (حرارة عالية، ارتفاعات عالية) سيظل قليلاً بالمقارنة مع الجهد التدريبي الشديد وأما الظروف القاسية للنشاط التنافسي فليس لها شبيه في النشاط المهني وغيرها من النشاطات عدا بعض الحالات المتعلقة بصراع من أجل الحياة.



إظهار التكيف في الرياضة متنوع جدا في التدريبات نضطر إلى الاحتكاك بالتكيف مع حمولات بدنية متنوعة التوجهات وصعوبات تأزرية شدة وطول استخدام مخزون واسع جدا من التمارين موجهة لتنمية المهارات البدنية وتحسين المهارات الفنية التكنيكية والوظائف النفسية.

تتصف المسابقات -خاصة- الرئيسية بطولة العالم والأولمبياد والبطولات القارية الكبرى بحمولات بدنية متنوعة وأيضاً تتوفر ظروف قاسية (منافسة قوية، خصوصيات التحكيم، تصرف الجمهور) التي تحدد تشكل الاستجابات التكيفية، الخصائص المميزة للتكيف في ألعاب رياضية كثيرة متعلقة أيضاً بأن يضطر الإنسان إلى التعاون مع الزملاء والخصوم في أثناء التدريب والمسابقات باستخدام أدوات رياضية خاصة (كرة، سيف، مضرب، قفازات وغيرها) مما ينشأ مشاكل إضافية لتكيف الجسم مع الظروف المحيطة.

خصوصية التكيف في الرياضة - بخلاف نشاطات الإنسان الكثيرة الأخرى التي تتميز بضرورة الأقلية مع الظروف القاسية- تعتبر تكيفاً متعدد المراحل مع ظروف البيئة التي تنعقد أكثر فأكثر في الحقيقة كل مرحلة قادمة من التطور الرياضي طويل الأمد وكل عام تدريبي أو دورة كبرى محدودة وكل مسابقة كبيرة عالية المستوى تمل على الرياضي أحداث طفرة تكيفيه أخرى ونفي جدلي للمستوى المتحقق من الاستجابات التكيفية وهذا بفرض احتياجات خاصة على جسم الإنسان.

يلاحظ في خلال المسيرة الرياضية عدد كبير من هذه المراحل، يكفي القول أن في بنية الإعداد طويل الأمد هناك خمس مراحل تغطي فترة بحسب اللعبة الرياضية من ٦-٨ إلى ٢٠-٢٥ سنة وأكثر وكل عام يحتوي من واحد إلى ٣-٤ أو أكثر من الدورات الكبرى المستقلة وتنتهي كل واحدة منها بمسابقات مهمة تتطلب إعداداً خاصاً لخوضها وبطبيعة الحال مستوى أعلى من التكيف (بالنسبة للمسابقات الماضية).

في نشاطات الإنسان الأخرى المتعلقة بالأقلية مع الظروف القاسية (تكيف مع انعدام الوزن في رحلات فضائية طويلة والعيش في مناطق قاسية) فإن إنهاء الاستجابات التكيفية الأساسية متعلق بتثبيت نظام جديد لعمل أنظمة الجسم الأساسية وانتهاء تشكل التوازن الذي يبقى وقتاً طويلاً بغياب محفزات قوية، وهنا ينتهي التكيف، إما أن يتحول



إلى فقدان تكيف (نظرا للعودة إلى الأرض بعد رحلة فضائية طويلة أو الانتقال إلى منطقة جغرافية مناسبة والخ....).

الحفاظ الطويل على المستوى العالي للاستجابات التكيفية في الرياضة الحديثة هو من مميزات المرحلة للإعداد طويل الأمد وذلك للحفاظ على الإنجازات في أقصى المستويات وله خاصية معقدة المستوى العالي جداً لأقلمة وظائف الجسم ردًا على المحفزات الشديدة الطويلة والمتنوعة ومن الممكن الحفاظ عليه فقط بتوفر محولات شديدة مساعدة وهنا تظهر مشكلة البحث عن نظام محولات قادر على تأمين الحفاظ على مستوى تكيف متحقق في نفس الوقت لم يحدث إنهاك واستهلاك لبني الجسم المسئولة عن التكيف.

الخصائص الجينية لبعض الأفراد لا تسمح دائما بحل هذه المهمة فقط عن طريق الحفاظ على مستوى التكيف المتحقق وتظهر مشكلة صعبة جداً في البحث عن حلول منهجية تسمح بالحفاظ على نتائج نهائية عالية في أثناء ذبول بعض مكونات التكيف على حساب الاحتياطات المحتفظ بها لتطوير غيرها.

تطوير استجابات أقلمة مقبولة في ظروف نشاط تنافسي متغير جداً وخاصة في الرياضات الجماعية والفردية هي مشكلة تكيف خاصة في الرياضة فهنا نخدم الاستجابات التكيفية الطويلة المتشكلة فقط كقاعدة يتشكل عليها التكيف السريع العاجل لجسم الرياضي في مباراة معينة أو منافسة أو لقاء، وهذا يحدد الشكل الطويل الذي يوفر إلى جانب استقرار الاستجابات التكيفية الأساسية التي تؤمن نشاط الأنظمة الوظيفية، خيارات واسعة من استجابات التكيف العاجل السريع في أثناء بلوغ النتيجة المطلوبة، هذه المشكلة وإنما في سياق آخر موجودة في ألعاب رياضية بمواصفات حركية مستقرة وعلى سبيل المثال السباحة والركض لمسافات متوسطة وطويلة والتزحلق والدراجات وغيرها... ضرورة الحفاظ على نتائج النشاط (الحفاظ على السرعة المقررة في مسافة السباق) أثناء تطور متصاعد للتعب، الذي يصل غالبا إلى أشكال عميقة خطيرة في أثناء اختلالات كبيرة في توازن جسم الرياضي متعلق بتشكيل استجابات تكيفيه حركية فقط وخاصة التي تظهر في التآرجحات واضحة لأبعاد هيكلية الحركة الأساسية والمظاهر النفسية التي تؤمن في نهاية المطاف حل فعال للمهام الحركية.



واحدة من توجهات الرياضة المعاصرة للأرقام القياسية هي تعاضد دور الخصائص الفردية البارزة الموهوبة كعامل محدد لأهلية الرياضي وقدرات بلوغ نتائج مرموقة حقيقية. الخصائص الجينية لأغلب الرياضيين تعتبر مثالا غير عادي وفعال إلى درجة عالية جداً لتكيف الفرد مع النشاط التنافسي والتدريبي الأكثر شدة وإثارة وتعقيداً وهذا لا يخص فقط الألعاب الرياضية ذات التأزيرية المعقدة (الجمباز، الترحلق وغيرها...) أو الألعاب الفردية حيث خاصية اللعب تتطلب نماذج تكيف عاجل وطويل يؤمن نشاط تنافسي وتدريبي فعال. حتى في رياضات ذات هيكلية نمطية للحركة ونشاط تنافسي محتواه على وتيرة واحدة فقط (كما في سباق الفرق بالدراجات لمسافة ١٠٠ كم (طرق) أو ٤ كم تريك) حين ينفذ الرياضيون جهداً موحداً بنتيجة نهائية مطابقة تلاحظ فروقاً كبيرة في الاستجابات التكيفية الطويلة والعاجلة للأنظمة الوظيفية التي تحمل الحمولات الأساسية.

تدرس في مختلف مختبرات العالم مسائل تكيف الجسم مع الأحمال البدنية وتجري أبحاث عديدة ليس على البشر فقط، بل على الحيوانات أيضاً وهنا الجزء الأكبر للأبحاث المورفولوجية والبيوكيميائية في هذه المشكلة أجريت على الحيوانات وخاصة الجرذان لكن في أثناء تحديد النتائج النظرية لم يتخل من العلماء عن محاولة تعميمها على هذا الأساس على الإنسان، وحتى إلى تقديم اقتراحات عملية للرياضة المعاصرة وعدم صحة مثل هذا الطرح أكدته أبحاث عديدة قورنت فيها نتائج أبحاث مماثلة أجريت على الإنسان وعلى الحيوان، حسب رأي "هولوزي، وسويل (١٩٨٤) فإن المعلومات التي تم التوصل إليها عن الحيوانات لا يجوز نقلها إلى البشر، برغم أن تكيف بعض أعضاء الجسم وأنظمة القوارض والإنسان يجري على مبدأ موحّد ولها آثار مشابهة، وعلى سبيل المثال لدى الجرذان القدرة على أكسدة الأحماض الدهنية والبيروفيك ومستوى أغلب أنزيمات الميتوكوندريون (أو المتقدرات أو المصورات الحيوية أو الحبيبات الخيطية هي عضيات داخل الخلايا الحيوانية والنباتية طولها بضع ميكرومترات وعرضها نصف ميكرومتر إلى ١ ميكرو، يحيط بها غشاءان متراكبان مسؤولة عن توليد الطاقة داخل الخلية عدا المشاركة منها في التمثيل الغذائي (الاستقلاب، الايض) الكيتوني (الكيتون هو مركب عضوي يحتوي مجموعة وظيفية كربونيلية ترتبط بدورها مع ذرتي كربون أو مركبات عضوية تحوي



رموزًا وظيفية أخرى والمؤلفة أعلى بكثير في الألياف العضلية السريعة القابضة بالمقارنة مع البطيئة وبالعكس لدى الإنسان العضلات الحمراء البطيئة (نموذج ١) لها أعلى مستوى من محتوى الميتوكوندريون ومستوي انزيماتها بمرتين تقريباً أعلى مما في الألياف السريعة (نموذج ٢) والأكثر من ذلك الفروق بين الحمراء السريعة والبيضاء السريعة أقل بكثير لدى الإنسان بالمقارنة مع الجرذان.

وهناك اختلاف آخر في أن لدى الجرذان، مختلف نماذج الألياف تقع في مختلف العضلات أو في مختلف أجزاء العضلات ذاتها، في حين أن أغلبية عضلات الإنسان تعتبر مختلطة وتحتوي على جميع نماذج الألياف (هينركسون ١٩٩٢) لدى الجرذان الركض على جهاز المشي لا يؤدي إلى تحول الألياف البيضاء السريعة إلى حمراء سريعة لأن نشاط أنزيمات الميتوكوندريون في الألياف في حالة التدريب تختلف بأربعة إلى ثمانية مرات (ويندر ١٩٧٤) وبالعكس لدى الناس المكيفين مع جهود طويلة وشديدة عادة من الصعب تحديد الألياف السريعة والجهد الطويل لتطوير التحمل يؤدي إلى إعادة تحول كاملة لهذه الألياف إلى سريعة (جينسون، كايزر ١٩٧٧، ويلمور كوستيل ١٩٩٤) مثل هذه النتائج التي تدل على عدم صلاحية استخدام نتائج الأبحاث على الحيوانات في رياضة الأرقام القياسية التي تم التوصل إليها أيضاً في أثناء دراسة أعضاء وأنظمة جسم الإنسان الأخرى والحيوانات في ظروف الأحمال البدنية.

العلاقة المتبادلة للمبادئ الأساسية لنظرية التكيف ونظرية ومنهج الرياضة تظهر في التالي: من جهة فإن النظرية والمنهج المعاصر للرياضة في أثناء تشكل أكثر الوسائل والطرق فعالية والمبادئ الأساسية والمنهجية لتكون مختلف جوانب التدريب والهيكلية المثالية للنشاط التنافسي، تعتمد بشدة على القوانين التي وضعت في إطار نظرية التكيف من جهة ثانية الأبحاث العديدة لظاهرة التكيف المنفذة على أساس الرياضة المعاصرة توسع وتعمق باستمرار الأساس التجريبي لنظرية التكيف وتؤدي إلى اكتشاف قوانين جديدة وتشكل الأفكار والفرضيات الواعدة.

استجابات التكيف أثناء النشاط العضلي!

مفهوم "التكيف" له علاقة وثيقة بمفهوم "الكرب" (الكرب، تفاعل لا نوعي للجسم تجاه تأثيرات جسمية أو نفسية تخل بحالة الاستتباب وهي حالة نفسية شائعة جداً



في عصرنا حيث تكثر المؤثرات والضغوط بجميع أشكالها الاقتصادية والاجتماعية والبيئية والغذائية أنه مجهود يتكيف به الجسم المؤلف وتعني حالة توتر الجسم العام الحاصلة أثناء تأثير مؤثر قوي جداً مصطلح "الكرب" استعمله لأول مرة العالم الكندي "سيلي" عام ١٩٣٦ الذي كشف بأنه في أثناء المؤثر الـ "كربي" على الجسم يحدث تنشيط الغدد النخامية الذي يزيد إفراز الهرمون الموجه لقشر الكظر (أو الموجهة القشرية - هذا الهرمون هو المنظم الأساسي للغدة الكظرية وإفرازاتها) والذي يُحفز قبل كل شيء نشاط قشرة الكظر هرمونات قشرة الكظر تُحفز الآليات التكيفية التي بفضلها يتكيف الجسم مع تأثيرات المحفزات آليات مثل هذا التكيف السريع العاجل هي عامة لمختلف مؤثرات الكرب البدنية منها والكيميائية والنفسية، وهذا سمح بتكوين مفهوم حول متلازمة التكيف العامة كحلقة أساسية لآلية التكيف (سيلي، ١٩٨٢).

التبريد أو ارتفاع درجة الحرارة الزائدة والحمولات بدنية مفرطة والمرض تؤدي لدى الإنسان إلى تطور استجابة غير خاصة مركبة (متلازمة كرب) مع ضمور واضح للغدة الزعترية - تيموس المشاركة في تكوين الدم وتشكل المناعة مع ازدياد نشاط الغدد الصماء وغلبة عمليات الاضمحلال في عملية التمثيل الغذائي (الأبيض) الاستجابات الممكنة على نوعين (١) إذا كان المؤثر قوياً جداً أو مفعولة طويلة تحل المرحلة الختامية لمتلازمة الكرب، (٢) إذا لم يتفوق المؤثر على الاحتياطات التكيفية للجسم، يجرب تعبئة وإعادة توزيع موارد الطاقة والموارد البنوية للجسم وتنشيط عمليات التكيف الخاص إلخ.

تطور استجابات النوع الأول يُلاحظ بالتدريبات الرياضية والنشاط التنافسي في أثناء برمجة حمولات مفرطة لا تتلائم مع قدرات الرياضي والمشاركة في مسابقات شديدة تتميز بطولها الكبير (مدتها) ومنافساتها الحادة جداً تُلاحظ مثل هذه الاستجابات غالباً لدى المشاركين في سباقات الدراجات التي تستمر أيام عديدة والمشاركين في نزالات الملاكمة المتصاعدة وعدائي الماراثون ومستلقي الجبال وغيرهم..

استجابات النوع الثاني تعتبر الأساسية والمحفزة لتشكيل التكيف يظهر دورها في حشد موارد الطاقة والموارد البنوية للجسم وزيادة تركيز الجلوكوز في الدم والأحماض الدهنية والأحماض الأمينية والنورية وازدياد نشاط القلب والأوعية والنظام التنفسي التي



تؤمن وصول المغذيات والأكسجين إلى الأعضاء والأنسجة التي تحمل أعلى الحمولات نقل الموارد المحشودة من الأنظمة غير الفعالة إلى النظام الوظيفي الذي يحدث استجابات تكيفيه يتم تأمينه بتضييق أوعية المراكز العصبية غير الفعالة والمجموعات العضلية والأعضاء والأنسجة التي تحمل أعلى الحمولات. نقل الموارد المحشودة من الأنظمة غير الفعالة إلى النظام والأعضاء الوظيفي الذي يُحدث استجابات تكيفيه يتم تأمينه بتضييق أوعية المراكز العصبية غير الفعالة والمجموعات العضلية والأعضاء الداخلية وفي نفس الوقت بتوسيع أوعية تلك الأعضاء التي تدخل ضمن النظام الوظيفي المسئول عن التكيف فعلى سبيل المثال إذا استهلكت العضلات في وضعية السكون ٣٠٪ من الأكسجين والدماغ ٢٠٪ والكليتين ٧٪ فإنه في أثناء الحمولات القصوى تستهلك العضلات ٨٧٪ من الأكسجين والدماغ ٢٪ والكليتين ١٪ (وايد بيتوب ١٩٦٢ دي فريس هاوش ١٩٩٤).

استجابات تكيف جسم الإنسان (استجابات تكيف) يمكن تقسيمها إلى عاجلة (سريعة) وطويلة وخلقية مكتسبة، اشتداد التنفس أو إعادة توزيع الدم رداً على الأحمال البدنية وارتفاع عتبة الإدراك السمعي في أثناء الضجيج وارتفاع عدد نبضات القلب في أثناء الإثارة النفسية وإلى غير ذلك - هذه كلها استجابات خلقية سريعة بمساعدة التدريب يمكن فقط تغييرها في الوقت الذي يعود فيه وجود الاستجابات السريعة المكتسبة (وعلى سبيل المثال المهارات الفنية المعقدة) إلى التعليم والتدريب يتشكل التكيف الطويل بالتدريج نتيجة تأثير طويل ومتكرر على الجسم من قبل مؤثرات معينة عملياً يتطور التكيف الطويل على قاعدة تحقيق متكرر للتكيف العاجل ويتميز بأنه بنتيجة تراكم تدريجي كمي لتبدلات معينة يكتسب الجسم صفة جديدة - أي يتحول من غير متكيف إلى متكيف.

حين ندرس العلاقة المتبادلة للتكيف العاجل والطويل يجب أن نشير إلى أن الانتقال من مرحلة التكيف العاجل غير المنتهية كلياً إلى مرحلة طويلة هو اللحظة الأساسية لعملية التكيف لأنها تعتبر شاهداً على التكيف الفعال مع العوامل المناسبة للبيئة الخارجية، من أجل انتقال التكيف العاجل إلى طويل مضمون داخل النظام الوظيفي الناشئ يجب أن



تجري عملية مهمة متعلقة بمجموعة تغيرات هيكلية ووظيفية في الجسم تؤمن تطوير وترسيخ وزيادة قوة الأنظمة وفق الاحتياجات المطلوبة منها.

تشكل الأنظمة الوظيفية واستجابات التكيف!

تشابك قوانين تطور التكيف بشكل وثيق مع قوانين تشكل الأنظمة الوظيفية حسب الرؤيا التي تلمسها في أعمال "ب.ك.أنوخين".

أعمال "أنوخين" حول نظرية الأنظمة الوظيفية تعتمد على نتائج أبحاث "أ" أوخومسكي (١٨٧٦-١٩٤٢) الموضحة في تعاليمه حول الفكرة الأساسية (المسيطرة) الخارجية الواضحة هي جهد معين أو الوضعية العلمية للجسم المعززة في هذه اللحظة بمختلف المؤثرات التي تلغي في هذه اللحظة الجهود الوضعية الأخرى.

نظام الفكرة الأساسية (المسيطرة) وفق تصورات "أوخومسكي" تختلف كلياً عن التصورات النمطية حول الأنظمة التشريحية الفيزيولوجية التي تنتمي إليها أنظمة الدورة الدموية والتنفس والهضم الخ... ويُفهم منها كل المكونات العصبية الهرمونية والتنفيذية المنتمية إلى مختلف الأنظمة التشريحية الفيزيولوجية والموحدة في نظام شبكة كاملة تعمل كآلية بتأثير محدد.

أشار "لوجين" مطوراً هذا المفهوم إلى أن: يفهم بالنظام الوظيفي بأنه آلية تنظيم بني وعمليات الجسم التي تشرك هذه المكونات بغض النظر إلى صفتها الفيزيولوجية والنسجية والتشريحية. المقياس الوحيد لاشراك هذه المكونات أو تلك في النظام هي قدرتها في المساهمة في الحصول على النتيجة التكيفية الختامية التي يتميز به النظام الفيزيولوجي هذا. حدد (أنوخين ١٩٧٥) وطور الآليات الرئيسية للأنظمة التالية التي يقوم عملها المنسق بتشكيلها ويجعلها فعالة:

• مركب انطباعات الذاكرة

• اتخاذ القرار



- تشكل نموذج عصب وارد (وهو الخلايا العصبية الحسية أو مستقبلات - تحمل النبضات العصبية من مستقبلات الحواس أو نحو الجهاز العصبي المركزي) للنتائج الآتية لتأثير النظام (قبول التأثير).

- تشكل مثيرات عصب وارد مستقبلات متكاملة الحصول على نتائج مفيدة من النظام.

- تشكل عصب وارد عكسي والذي شفرت فيه أبعاد النتائج الحاصلة.

- مقارنة أبعاد نماذج المستقبلات للنتائج المتوقعة (قبول المؤثرات) مع أبعاد النتائج الحقيقية الحاصلة التي أوصلتها المستقبلات العكسية.

تصورات انوخين حول النظام الوظيفي برأي عدد من العلماء شفيركوف ١٩٧٨ أزال العوائق الأساسية من طريق تركيبة المعارف الفيزيولوجية والنفسية التي تلخصت في أن الباحث كان يحتك عادة في التجارب الفيزيولوجية التحليلية بعمليات خصوصية محددة في الوقت الذي يكون السلوك والعمليات النفسية المرتبطة بعمل المخ وبالجسم ككل.

الخاصية المبدئية للنظام الوظيفي هي أن نتيجة مفعولة تؤثر عضويا على مسار تشكله وأيضاً على كل حالات إعادة تنظيمه. تركيز النظام على تحقيق نتيجة معينة ختامية يجعل غير كاف مفهوم تفاعل المكونات الذي يتخذ طابعا تفاعلهم الموجه لتحقيق نتيجة معينة. يتم التوصل إلى تفاعل مكونات النظام بأنه كل مكون تحت تأثير مستقبلات أو مستقبلات عكسية يتخلص من درجة الحرية المفرطة ويتحد مع المكونات الأخرى فقط على قاعدة درجات الحرية تلك التي تساهم معا بالحصول على النتيجة النهائية (أنوخين ١٩٧٥).

أبحاث ميرسون ١٩٨٦ ساهمت في ربط التصورات عن الفكرة المسيطرة والنظام الوظيفي مع قوانين تطور التكيف الطويل وحدد منهج العلاقة المتبادلة للوظائف والجهاز الجيني لخلايا الجسم المتباينة التي تتمكن وفقها وظيفة النظام المسيطر بأحداث تنشيط لمركبات الأحماض النووية والبروتينات في الخلايا. في نفس الوقت تتطور الوظائف المانعة للأنظمة الأخرى مما يؤدي إلى انخفاض مركبات الأحماض النووية والبروتينات في

خلاياها. أي يظهر تأمين بنيوي غالب للأنظمة المسيطرة على حساب أنظمة الجسم الأخرى التي لم تتعرض لتأثير فعال لعوامل البيئة الخارجية. العلاقة المتبادلة بين الوظائف والنظام الوراثي للخلايا هي الحلقة الأساسية لتكون جميع الاستجابات التكيفية الطويلة. كل التغيرات الهيكلية في الأعضاء والأنسجة والتي تعتبر حصيلة التكيف الطويل مع الحمولات البدنية من تضخم الخلايا العصبية الحركية وحتى تضخم عضلة القلب والعضلات تجرى على نفس المبدأ

يحدث هذا عن طريق تنشيط تركيب الأحماض النووية والبروتينات في خلايا النظام المسئول عن التكيف. حصيلة التكيف هي استعداد الجسم للحمولات البدنية المناسبة وبهذا الشكل أيضاً يتشكل التكيف مع عوامل البيئة الخارجية الأخرى، فعلى سبيل المثال مع الحرارة العالية والبرد ونقص الأكسجة.

النظام الوظيفي المتشكل رداً على أي حمل بدني كان يشمل ٣ حلقات: حلقة مستقبلات (وارد عصبي)، وحلقة مركزية منظمة، وحلقة مستجيبة (أنوخين ١٩٧٥، ميرسون ١٩٨٦، بشينيكوفا ١٩٨٦).

حلقة المستقبلات (الحسية الواردة التي تحول الوارد العصبي إلى دافع عصبي) للنظام الوظيفي تجمع المستجيبات والخلايا العصبية وخلايا عصبية مستقبلية في الجهاز المركزي العصبي. كل هذه التشكيلات تدرك المثيرات من البيئة الخارجية واستجابات الجسم نفسه وتعالج المعلومات أي ما معناه تقدم ما يسمى بالمستقبلات والتي تعتبر حافزاً وعنصراً مشغلاً للتكيف.

وفق الطبيعة والمقادير والتوجه والصعوبات التأزرية فإن المستقبلات المستندة إلى التفاعل المعقد المتبادل للحوافز والذاكرة والمعلومات التشغيلية والوضعية تجرى ببساطة إلى حد كاف مما يسهل تشكل النظام الوظيفي أو يكون صعباً إلى حد ما مما يصعب تشكل مثل هذا النظام، إن النشاط البدني الرتيب نسبياً والتقليدي أو المتوقع بسهولة والذي يميز الألعاب الرياضية الدورية وتعتمد على السرعة المصحوبة بالقوة لا تنشأ صعوبات ما حلقة المستقبلات في النظام الوظيفي وإجراء المستقبلات واتخاذ القرار. إن النشاط البدني



الذي يتطلب تأزر معقد وخاصة في أثناء توفر مواقف متباعدة، بالعكس، تصعب أكثر هذه العملية.

يحدث الوارد العصبي (مستقبلات حسية عصبية) قبل بدء النشاط الحركي وأثناء تنفيذ الحركة ذاتها، في هذا الوارد، في أثناء عملية الحركة، تلعب التصحيحات الحسية دورا هاما والتي تتم بفضل المعلومات الآتية من العضلات والأعضاء الداخلية. الدوافع الواردة من حواس الأنظمة اللاإرادية

والحيوية تعتبر الشرط الأساسي لتشكيل النظام الوظيفي التكيفي الشرط الثاني لتشكيل مثل هذا النظام هو التأثير اللمسي الحسي الخارجي الذي ينبئ عن وضعية أقسام الجسم والتغيرات في الوسط الخارجي. بهذه الصورة حلقة المستقبلات للنظام الوظيفي هو شرط ضروري للتكيف مع الحمولات البدنية.

الحلقة المركزية التنظيمية للنظام الوظيفي وهي على كل شكل عمليات عصبية مرضية سائلة في توجيه الاستجابات التكيفية جوابا على الإشارات الاستقبلية، القسم العصبي للحلقة يشرك الاستجابة الحركية ويحشد الأنظمة اللاإرادية على قاعدة المبدأ الانعكاسي لتنظيم الوظائف. الدوافع الحسية تحدث في قشرة المخ عمليات إيجابية (مثيرة) وسلبية (كابحة) والتي تشكل النظام الوظيفي التكيفي. في الجسم المكيف، يستجيب القسم العصبي من الحلقة بسرعة ودقة للدوافع المستقبلية التي تلائم النشاط الحركي وحشد الوظائف اللاإرادية ولا يوجد مثل هذا في الأجسام غير المكيفة، فالحركة العضلية ستنفذ تقريبا وأما التأمين اللاإرادي فيكون غير كاف.

في أثناء وصول الإشارة حول الحمل البدني في نفس وقت التغيرات التي تحدثنا عنها آنفا، يحدث تفعيل عصبي للقسم السائي (الخلطي) للحلقة المركزية التنظيمية المسؤولة عن قيادة (توجيه) عمليات التكيف الأهمية الوظيفية للاستجابات السائلة (أي اشتداد تحرر الهرمونات والإنزيمات والادريالين) تحدد عن طريق التأثير على التمثيل الغذائي للأعضاء. والأنسجة تؤمن حشداً أكثر تكاملا للأنظمة الوظيفية وقدرتها على العمل الطويل على مستوى عالي، والنتيجة المحددة لتأثير السائل هي تفعيل نشاط الأنظمة العضلية واللاإرادية وحشد الكربوهيدرات والدهون من المخزون وأكسدها الفعالة



وإعادة توزيع موارد الطاقة في أعضاء الجسم والأنسجة وزيادة تكوين الأحماض النووية والبروتينات....الخ.

الحلقة المستجيبة نظام التكيف الوظيفي يشمل العضلات الهيكلية وأعضاء التنفس والدورة الدموية وغيرها... وتأثير الأحمال البدنية على مستوى العضلات الهيكلية يتميز بكمية الوحدات الحركية الفعالة، ومستوى وطابع العضلات البيوكيميائية في خلايا العضلات، وخصائص تغذية العضلات بالدم والتي تؤمن تدفق الأكسجين والعناصر الغذائية وإزالة الأيض (تمثل غذائي) بهذا الشكل، فإن زيادة قوة وسرعة ودقة الحركة والقدرة على العمل أثناء تكرار تنفيذها كثيرا في عملية التكيف الطويل: تشكل في الجهاز العصبي المركزي آلية توجيه الحركات والتغيرات المورفوفيزيائية في العضلات وضمور العضلات وزيادة قوة الأنظمة الهوائية واللاهوائية المزودة بالطاقة وزيادة كمية الميوغلوبين وتدني تكون وتراكم غاز الامونيا (النشادر) وإعادة توزيع الدم والخ....

تشكل النظام الوظيفي مع إشراك مختلف البنى المورفوفيزيائية للجسم في هذه العملية تعتبر القاعدة المبدئية للتكيف الطويل مع الأحمال البدنية وتحقق بزيادة فعالية نشاط مختلف الأعضاء والأنظمة الجسم بشكل عام أيضاً... ونحن نعرف قوانين تشكل الأنظمة الوظيفية، بالمكان عن طريق وسائلها مختلفة التأثير بفعالية على حلقات معينة فيها وذلك لتعجيل الأقلية مع الحمولات التدريبية وزيادة "التدريب" أي توجيه العمليات التكيفية.

كان المفعول الأول لأي مثير يتطلب رفع أكثر لقدرات الإنسان الوظيفية ويتلخص في إثارة المراكز الاستقبالية والحركية وحشد الجهاز الحركي والقلب والأوعية والنظام التنفسي وآليات التزويد بالطاقة الخ، والتي تشكل بمجموعها نظام وظيفي موحد مسئول بشكل خاص لتنفيذ شكل الجهد المطلوب لكن فعالية هذا النظام غير كبيرة: إنه لا يمتلك القوة المناسبة ولا التقنين وأن بعض حلقاتها تستنفذ قدراتها حتى في أثناء جهد غير شديد نسبيا وغير طويل. استخدام متكرر للمثيرات المؤدية إلى حشد الأنظمة، تؤدي بالتدرج إلى تطور التكيف الطويل، وهنا فإن العامل الذي يكونه ويشكله هو نتيجة تأثير النظام، المعلومات الدائمة حول المفعول التكيفي المتحقق على قاعدة ردود الأفعال تصل



إلى المراكز العصبية التي بدورها تؤمن تنظيم نشاط الأعضاء التنفيذية باتجاه تحقيق تكيف فعال وطويل. (بشينيكوفا ١٩٨٦).

وعموماً، فإن آلية استجابات الإنسان في أثناء تنفيذ الحمل البدني قد تكون على الشكل الآتي: نتيجة تأثيرات الإشارات التي تدركها حاسة الاستقبال فإن الدوافع المستقبلية تدخل في قشرة المخ حيث تحدث عمليات الإثارة والكبح والتي تكون النظام الوظيفي المناسب والذي يوحد بني معينة للدماغ، هذا النظام الموجه يحشد انتقائياً مجموعة العضلات اللازمة أثناء اشتراك هيكليات كافة مستويات الدماغ الحركية: المستوى الحركي القشري (القشرة الحركية) تحت المستوى الحركي القشري (نظام العقل القديم) والمستوى الحركي الجذعي الذي يشمل المراكز الحركية للمخيخ والبصلة والسيائية وأيضاً المستوى الحركي القطعي الذي يوحد المراكز الحركية في النخاع الشوكي والحلقة النهائية ألا وهي: العصبونات الحركية، وفي الوقت نفسه، مع حشد العضلات الحلقة العصبونية للتوجيه، تؤثر على مراكز الدورة الدموية والتنفس وبقية الوظائف اللاإرادية وبالنتيجة ينشط التنفس والدورة الدموية وتُكبح وظائف الهضم والكليتين الخ. (يشينيكوفا ١٩٨٦).

لكن في الجسم غير المكيف، يعمل النظام "الموجه" المركزي يعمل من دون فعالية: ويعتبر تآزر الحركة غير تام وشدة وطول الجهد غير كاف، وهذا يتعلق كل شيء بعدم كمال الروابط المركزية وعدم كفاية كميتها، في هذه الحالة يُلاحظ نبض غير فعال لتحفيز العضلات التي عليها يقع عبء المشاركة في الجهد والعضلات المقاومة الأخرى ويُلاحظ في ذات الوقت فقدان تآزر في نشاط التنفس والدورة الدموية والعضلات (مارشاك ١٩٧٣، كوسيلوف ١٩٨٣).

إن التدريب المنتظم يؤدي إلى توسع الروابط المركزية في كل مستويات الدماغ الحركية وتشكل سلوك ديناميكي كنظام متوازن ومتناسك للعمليات العصبية التي تشكل حسب آلية ردود أفعال مكيفة، وهنا يمتد تكون السلوك إلى الوظائف اللاإرادية، أي يتشكل نظام فاعل لتنظيم متكامل من أجل تنفيذ الجهد العضلي المناسب (فينوغرادوف ١٩٨٣).



ويظهر تكيف النظام الموجه المركزي في إتمامه الحركات وعندئذ تُنفذ المهارات المثبتة جيداً دون مراقبة المراكز العصبية مما يعنى ظهور التقنين تراكم مخزون ردود الأفعال التكيفية في أثناء عملية التدريب يساهم في توسيع قدرات الإنسان على الاستقراء في أثناء عملية تنفيذ جهود حركية معقدة أي إلى توسع قدرات النظام العصبي المركزي لإنشاء حسابات الأفعال الحركية الضرورية لحل فعال للمهام الحركية المفاجئة (زيمكين ١٩٨٤، بشينيكوف ١٩٨٦).

مفهوم "التكيف" في علاقة وثيقة بتصورات تخص الاحتياطات الوظيفية أي قدرت جسم الإنسان المخفية التي قد تُستخدم في الظروف الصعبة.

وقد تُقسم احتياطات التكيف البيولوجية إلى خلوية ونسجية وعضوية وتنظيمية واحتياطات الجسم بالكامل، وعلى مستوى الخلايا ترتبط احتياطات التكيف باختلاف إعداد البني الوظيفية العاملة بنشاط المجموع العام الموجود وزيادة عدد بني المستوى المناسب المطلوب من عضو الإجهاد الوظيفي. في المستويات الأكثر ارتفاعاً تظهر الاحتياطات الوظيفية تدني صرف الطاقة على كل وحدة جهد وزيادة شدة وفعالية عمل مختلف الأعضاء وأنظمة الجسم وعلى مستوى الجسم بشكل عام تظهر الاحتياطات في القدرات على إحداث استجابات متكاملة تؤمن توسع المهام الحركية متنوعة الصعوبة والتكيف مع الظروف الصعبة للبيئة المحيطة (موزوجوخين، دافيدنكو ١٩٨٤).

للدلالة الكمية للاحتياطات الوظيفية يحددون الفرق بين المستوى الأقصى الممكن لنشاط بعض الأعضاء والأنظمة التي تتميز بها حالات السكون النسبي، وفي الجدول رقم (٩) سنورد بيانات حول الاحتياطات الوظيفية لمختلف الأعضاء وأنظمة الإنسان لأشخاص لم يمارسوا الرياضة ورياضيين ذوي المؤهلات العليا مختصين برياضات متعلقة بإظهار التحمل هذه البيانات تدل على قدرات الإنسان التكيفية (العاجلة والطويلة) العالية جداً..



الجدول (٩) الاحتياطي الوظيفي لأشخاص رجال غير ممارسين للرياضة ورياضيين
مؤهلين عاليا (بلاتونوف ١٩٩١)

رياضيون مؤهلين عاليا			غير ممارسين للرياضة			مؤشرات
التبدلات (عدد المرات)	أثناء حمولات قصوى ممكنة	في السكون	التبدلات (عدد المرات)	أثناء حمولات قصوى ممكنة	في السكون	
—	—	٦٥٠٠	—	—	٤٠٠٠	سعة الرئتين الحويية BTPS (عداد الضغط التفاعلي)
—	—	١١٥٠	—	—	٧٠٠	حجم القلب، سم/ مكعب
٣٠	٧٦	٣,٨	١٠	٤٥,٠	٤,٥	استهلاك الأكسجين مل/ كغ/ دقيقة
—	٢٢٠٠٠	—	—	٥٦٠٠	—	الدين الأكسجيني الأقصى مل
١٠	٤٢	٤,٢	٤,٢	٢٤,٥	٥,٨	حجم الدورة الدموية الدقاتي/ ل
١٢	١٢٠	—	—	١٠	—	مدة الجهد على مستوى ٩٠٪ من الحد الأقصى لاستهلاك الأكسجين دقيقة

التكيف السريع:

حول التكيف العاجل على سبيل المثال بالإمكان أن نورد استجابات أجسام أشخاص متدربين وغير متدربين في تنفيذ أحمال تدريبية لمرة واحدة، كالركض بأقصى سرعة لمسافة ٤٠٠ م بعد بدء الجهد فوراً تلاحظ تبدلات حادة في نشاط الأنظمة الوظيفية والآليات التي تبلغ في نهاية الجهد مقادير عالية جدول رقم ١٠ هذه التبدلات لدى الأشخاص غير



المتدربين تكون في أثناء تنفيذ جهد مشابه أقل بكثير مما لدي الرياضيين المؤهلين ولكن قد تبلغ مقادير كبيرة أيضًا، ومثال على التكيف العاجل يمكن أن نخدمنا بيانات حول إعادة توزيع الدم في أثناء الأحمال التدريبية رقم ١٠.

الجدول (١٠) رد فعل جسم إنسان رجال في عمر ١٨-٢٠ سنة على عدو بأقصى سرعة لمسافة ٤٠٠ م أموسوف بينديت ١٩٨٩

مؤشرات	غير متدربين		رياضيون مدربون	
	في السكون	بعد الأحمال	في السكون	بعد الأحمال
نبض القلب في الدقيقة	٧٠	١٨٠	٥٥	٢١٠
تهوية الرئتين / لتر	١٠	٧٥	٨	١٤٠
حجم الدورة الدموية دقيقة ليدر	٦	٢٠	٤,٥	٣٠
استهلاك الأكسجين، مل / د	٤	٤٥	٤	٧٠

الجدول ١١ توزيع تدفق الدم في السكون وفي أثناء أحمال تدريبية مختلفة الشدة (أموسوف، بينديت ١٩٨٩)

دورة دموية	السكون		أحمال تدريبية					
	مل / دقيقة	%	خفيفة		متوسطة		قصوى	
			مل / دقيقة	%	مل / دقيقة	%	مل / دقيقة	%
أعضاء البطن	١٤٠٠	٢٤	١١٠٠	١٢	٦٠٠	٣	٣٠٠	١
الكليتين	١١٠٠	١٩	٩٠٠	١٠	٦٠٠	٣	٢٥٠	١
الأوعية التاجية	٢٥٠	٤	٣٥٠	٤	٧٥٠	٤	١١٠٠	٤
العضلات	١٢٠٠	٢١	٤٥٠٠	٤٧	١٢٥٠٠	٧١	٢٢٠٠٠	٨٨
الأعضاء الأخرى	١٨٥٠	٣٢	٥٦٥٠	٢٧	٣٠٥٠	١٩	١٤٥٠	٦
المجموع	٥٨٠٠	١٠٠	٩٥٠٠	١٠٠	١٧٥٠٠	١٠٠	٢٥١٠٠	١٠٠



تتعلق الاستجابات التكيفية العاجلة بمقادير المثيرات وتدريب الرياضي واستعداده لتنفيذ جهد محدد وقدرة الأنظمة الوظيفية لجسم الرياضي للاستشفاء الفعال وغيرها.. وعموماً تمضي بسرعة كافية وعلى سبيل المثال استقرار المؤشرات بعد تمارين قصيرة قد تحدث خلال جزء العشر من الثانية وقد تبلغ (على سبيل المثال، بعد ركض الماراثون) ٩-١٢ يوماً.

يجب الأخذ في الاعتبار أن تشكيل التكيف السريع بالنسبة لأفعال حركية معينة والمتبين في العلاقة المتبادلة المفيدة بمقاديرها وخصائصها بين مختلف خيارات الأنظمة الوظيفية، لا يعني أبداً توفر تكيف ثابت فعلاً. إن التأثير الأولي لكل حمل شديد يتلخص في إثارة مراكز الاستقبال والمراكز الحركية المناسبة وحشد نشاط العضلات وأعضاء الدورة الدموية والتنفس التي بمجاميعها تكون النظام الوظيفي المسئول عن تنفيذ جهد عضلي معين، لكن فعالية هذا النظام تتطابق تماماً مع الموارد الوظيفية الموجودة في تلك اللحظة والتي تُفيد حجم وشدة الجهد المنفذ وزيادة هذه الموارد يتطلب ظهور متكرر لقدرات الأنظمة الوظيفية القصوى أو قريبة من القصوى وبنتيجة ذلك يتشكل التكيف الطويل.

قد تُقسم الاستجابات العاجلة التكيفية إلى ثلاث مراحل، وتظهر هذه المراحل بشكل واضح في أثناء جهد طويل والمرحلة الأولى، مرتبطة بتفعيل نشاط مختلف مكونات النظام الوظيفي الذي يؤمن تنفيذ الجهد المطلوب، يتبين ذلك في زيادة حادة لنبضات القلب ومستويات تهوية الرئتين واستهلاك الأكسجين وتراكم اللاكتات في الدم الخ...

المرحلة الثانية، وتأتي حين يجري نشاط النظام الوظيفي في أثناء صفات ثابتة للخيارات الأساسية لتأمينها فيما يسمى بالحالة المستقرة.

السباحون الموقون، بخلاف غير المؤهلين جيداً، ليس لديهم مؤهلات أعلى للسرعة القصوى فقط بل يبدون القدرة على الحفاظ عليها في نهاية السباق ويتم التوصل إلى ذلك بتنوع فعال لصفات الحركة الديناميكية والحركية المجردة وفقاً لتبدل القدرات الوظيفية في مختلف مراحل السباق.



إن طابع استجابات التكيف السريع قد يكون مبيناً أيضاً على قاعدة خيارات الحركة الديناميكية للتقنية الرياضية في مختلف ظروف النشاط التدريبي والتنافسي حتى في الألعاب الرياضية الدورية ذات الهيكلية الحركية الرتيبة والمحددة جداً، تُلاحظ تأرجحات كبيرة لمختلف الخيارات المرتبطة بتبدل كبير لمختلف الخيارات المرتبطة بتبدل شدة الجهد والحالة الوظيفية لجسم الرياضي في لحظة معينة من قطع المسافة وعلى سبيل المثال آلية مؤشرات معلومات التقنيات الرياضية تتعرض إلى تأرجحات وفق ظروف قطع مسافة السباق ١٠٠ م.

المرحلة الثالثة، وتتميز باختلال التوازن المثبت بين الطلب وبين تلبيةه بسبب تعب المراكز العصبية التي تؤمن تنظيم الحركة ونفاذ موارد كربوهيدرات الجسم، فرض احتياجات مستمرة زائدة على جسم الرياضي متعلقة بالانتقال المرحلة الثالثة من التكيف السريع قد يؤثر سلباً على تأثر تشكل التكيف الطويل وأيضاً يؤدي إلى تبدلات سلبية في حالة مختلف الأعضاء.

كل واحدة من المراحل المذكورة للتكيف العاجل مرتبطة بإشراك الاحتياطات الوظيفية للنسق المناسب الأول منها تحتشد في أثناء الانتقال من حالة السكون النسبي إلى النشاط العضلي ويؤمن الجهد حتى ظهور التعب التعويضي والثاني في أثناء استمرار الجهد في ظروف التعب المتصاعد استخدام احتياطي النسق الثاني مرتبط بالتخلي الإرادي عن الجهد المطلوب نظراً لاستنفاد الموارد النفسية والبدنية المناسبة في ظروف الحملات البدنية التي يتميز بها النشاط التدريبي والتنافسي فإن كل الاحتياطات لا تُستخدم مما يوفر قاعدة لتمييز النسق الثالث للاحتياطات التي تحتشد من قبل الجسم فقط في الظروف القاسية جداً. (موزوجوخين ١٩٨٢، دافيدنكو ١٩٨٤).

من الضروري الإشارة إلى أنه في الظروف التي تميز المسابقات الرئيسية (الألعاب الأولمبية وبطولات العالم وأوروبا وغيرها) التي تتصف بمنافسات شديدة جداً وتغير أحياناً بسبب الظروف المناخية والحمل النفسي الشديد يتمكن رياضيون المستويات العالية غالباً من حشد الاحتياطات الوظيفية المتواجدة بعيداً خلف حدود التصورات عن قدرات النسق الثاني التي ظهرت في ظروف التدريب والمشاركة في المسابقات الثانوية.



تجب الإشارة بشكل خاص إلى أن خصائص الأنظمة الوظيفية المكيفة جيداً هي مرونتها الاستثنائية وطواعيتها في بلوغ النتيجة ذاتها في أثناء مختلف حالات ظروف البيئة الخارجية والداخلية، بالإمكان توضيح ذلك على مستوى الصفات العامة للظهور الفني التكنيكي المعطيات المقدمة تدل على تعدد خيارات إيقاع الحركة وخطوة التجديف في أثناء السباحة لمسافة ٢٠٠م في مختلف مراحلها عموماً حققت الرياضة نفسها النتيجة على حساب تأزر متنوع لهيكلية الحركة مما يشير إلى الحركية الاستثنائية للنظام الوظيفي المعقد الموجه لبلوغ نتيجة نهائية عالية.

وعند ذلك، تلاحظ فروقاً كبيرة ليست فقط في أثناء مقارنة معطيات قطع سباحة ١٠٠م الأخيرة من سباق ٤٠٠م تتابع بل أثناء مقارنة معطيات المسجلة في بداية ونهاية هذه المرحلة.

التكيف الطويل:

يمر تشكيل الاستجابات التكيفية بأربعة مراحل:

المرحلة الأولى مرتبطة بالحشد المنتظم للموارد الوظيفية لجسم الرياضي في أثناء عملية تنفيذ برامج تدريبية بتوجه معين بهدف تحفيز آليات التكيف الطويل على قاعدة جمع مؤثرات التكيف السريع المتكرر مرات عديدة.

في المرحلة الثانية وعلى خلفية الحمولات المتصاعدة والمتكررة بانتظام يحدث جريان شديد للتحويلات البنوية والوظيفية في أعضاء وأنسجة النظام الوظيفي المناسب في نهاية هذه المرحلة يُلاحظ تضخم لازم للأعضاء وتناسق نشاط مختلف الحلقات والآليات التي تؤمن نشاط فعال للنظام في الظروف الجديدة.

المرحلة الثالثة تتميز بتكثيف طويل مستقر وذلك بتوفر الاحتياطي اللازم لتأمين مستوى جديد للنظام الوظيفي واستقرار البني الوظيفية العلاقة الوثيقة المتبادلة للأعضاء المنظمة والتنفيذية.

المرحلة الرابعة وتأتي في أثناء بناء غير عقلاني وعادة بتوتر زائد للتدريب والتغذية غير الكاملة والاستشفاء غير التام وتتميز بإنهاك زائد لبعض مكونات النظام الوظيفي. يفترض البناء العقلاني للعملية التدريبية للمراحل الثلاث الأولى للتكيف. عند



ذلك، يجب الإشارة إلى أن جريان الاستجابات التكيفية في إطار المراحل المذكورة قد ينتمي إلى مختلف مكونات بنية التدريب الرياضي والنشاط التنافسي بشكل عام. ويجري بالأخص على هذه الطريقة تكيف بعض الأعضاء (القلب على سبيل المثال) والأنظمة الوظيفية (أنظمة تأمين مستوى الإنتاج الهوائي على سبيل المثال) يتشكل تدريب بشكل عام أيضاً والذي يظهر في قدرته على تحقيق نتائج رياضية برمجت لهذه المرحلة من التطوير الرياضي. مسألة آلية التكيف الفردي (المظهري) تلخص في كيفية تحول قدرات الجسم الجينية المجردة الممكنة إلى قدرات حقيقية ردًا على متطلبات البيئة. متطلبات البيئة المتزايدة تؤدي بسرعة نسبياً إلى تشكل الأنظمة التي تؤمن إلى حد ما استجابة تكيفية مناسبة للجسم للمثيرات الجديدة. لكن من أجل تشكل تكيف كامل فإن ظهور مثل هذا النظام الوظيفي بحد ذاته يبدو غير كافٍ. ومن الضروري أن تحدث تغيرات بنوية في الخلايا والأنسجة والأعضاء التي تكون مثل هذا النظام، لترفع من قوتها والتأثير المتبادل بين مختلف المكونات. التنمية الفعالة للتكيف الطويل متعلقة باستخدام حمولات منتظمة تتطلب احتياجات عالية من النظام المتكيف. شدة تنمية الاستجابات التكيفية الطويلة تحدد بمقادير الحمولات لمرة واحدة وتواتر استخدامها ومدة التدريب العامة. بتطور التكيف الطويل الأكثر فعالية في أثناء استخدام متكرر لحمولات قصوى وكبيرة تتطلب احتياجات عالية من أنظمة الجسم الوظيفية. إن التبدلات البنوية والوظيفية في عضلة القلب (تضخمها، ازدياد كمية الألياف على كل وحدة كتلة وازدياد قوة مضخة الألياف الكالسيومية الغنية بالهيولة العضلية والتي تنتمي إلى النظام المصاحب للقلب (يشار إليها أحياناً كعضلة خاصة به)، وارتفاع تركيز الهيموجلوبين ونشاط الإنزيمات المسؤولة عن نقل مغذيات الطاقة إلى الميتوكوندريون وزيادة كمية الشغيرات الدموية التاجية وكتلة الميتوكوندريون وغيرها)، تعتبر أساسية لزيادة قدرات القلب والحشد العاجل وزيادة سرعة وعمق الانبساط ومقاومة التعب (استراند، رودهال ١٩٨٦، هارتلي ١٩٩٢). مثل هذا الطابع للتكيف الطويل لا يختص فقط بالقلب وإنما يظهر حتماً على مستوى أنسجة العضلات وأعضاء المنظمات العصبية والغدد الصماء وغيرها... على سبيل المثال، على المستوى التنظيم العصبي يرتبط تكيف النظام الوظيفي بتضخيم العصبونات الحركية وزيادة نشاط إنزيمات التنفس فيها؛ على مستوى الأنسجة العضلية يزداد اتساع شبكة



الشعيرات الدموية وتزداد كمية الميتوكوندريون في العضلات.زيادة كمية الميتوكوندريون في الأنسجة العضلية بالتوازي مع نمو القوة الهوائية يساهم في تصاعد قدرة العضلات على استهلاك البيروفيك مما يقيد تراكم اللاكتات ويؤمن حشداً ويؤمن استخدام الأحماض الدهنية وبالنتيجة، يساهم في تنفيذ أكثر شدة وأطول للجهد (ميرسون ١٩٨١، ١٩٨٦).

عملية تشكل تكيف طويل وفعال للنظام العصبي في الجسم مرتبطة بارتفاع مؤشرات القوة والتقنين. ازدياد القوة متعلق بالدرجة الأولى بتضخم نخاع الغدة الكظرية وزيادة احتياطي الكاتيكولامين فيها (الكاتيكولامين هي هرمونات الهروب والقتال يتم إفرازها بواسطة الغدة الكظرية كرد فعل للتوتر والضغط وهي جزء من الجهاز العصبي الودي) وتضخم قشرة الكظر من ضمنها القسم الكلوي الذي يضع جليكوسترويد (هرمونات من مركبات عضوية) مما يرافقها تغيرات البنى الفوقية لجليكوسترويدات التي تؤدي إلى ارتفاع القدرة على توليفها (ضبطها). يؤدي ازدياد احتياطي الكاتيكولامين إلى حشدها بشكل أكبر في أثناء حمولات متقطعة ذات طابع انفجاري ويحذر من استنفادها في أثناء الحمولات الطويلة. إن ارتفاع قدرة قشرة الكظر على توليف "الكورتيكوستيرويدات" (منها الكورتيزول والكاتيكولامين وغيرها) يؤمن مستواها العالي في الدم في أثناء حمولات مطولة ويرفع بهذا الشكل قدرة الرياضيين على العمل (غوروجوف ١٩٧٠، فيرو وغيره ١٩٩٣). ويظهر ازدياد تقنين النظام العصبي الهرموني في تحرر الكاتيكولامين بشكل أقل جواباً على حمولات نموذجية. على سبيل المثال، تدريب الناس لمدة ٣ أسابيع على التحمل يؤدي إلى انخفاض مؤكد لتكثف الكاتيكولامين في الدم في أثناء تنفيذ حمولات نموذجية (عادية) بالمقارنة مع البيانات الأولية وبعد تمارين لمدة ٨ أسابيع لا تلاحظ زيادة في الكاتيكولامين أبداً. (ويندر وغيره ١٩٧٣). ارتفاع القدرات الوظيفية للكظر يحدد إلى حد كبير فعالية تزويد الجهد العضلي بالطاقة. ينشط الكاتيكولامين الإنزيمات الرئيسية لتحلل الجليكوجين والسكر وتزيد نتيجة لذلك هذه العمليات ذاتها في العضلات الهيكلية والقلب والكبد من تدفق الجلوكوز من الكبد إلى الدم ونقله إلى خلايا عضلة القلب والعضلات (فيرو ١٩٨٤، بشينيكوف ١٩٨٦). ويساعد تنشيط التنظيم على تبدل شديد في الأحماض النووية والبروتينات. الوظيفة العليا لأعضاء



وأنسجة النظام الوظيفي المحفزة بالنشاط الهرموني وتسبب إلى حد كبير في تكون القاعدة الهيكلية للتكيف الطويل مع الحمل البدني، نمو تقنين نشاط النظام العصبي في أثناء التدريب يربطونه بزيادة نشاط الأنسجة الأدرينالين (أسيكو وغيره ١٩٧٥). وتحسين آلية التنظيم الذاتي للأعضاء والنظام الوظيفي المسئولة عن التكيف (بشنيكوف ١٩٨٦)، التقنين في الجسم المكيف بالمقارنة مع الجسم غير المكيف يظهر على الشكل التالي:

في حالة السكون في انخفاض نبض القلب - من ٦٥-٧٥ إلى ٣٠-٥٠ في الدقيقة وتردد النفس من ١٦-٢٠ لغاية ٦-١٠ دورة / د. انخفاض حجم التنفس بنسبة ١٠-١٢٪ وانخفاض استهلاك الأكسجين بنسبة ٢٠٪. في أثناء الحملات العادية - في انخفاض استهلاك الأكسجين في عضلة القلب بمرة ونصف إلى مرتين (عيب وغيره ١٩٧٥)، وزيادة أقل في نبضات القلب وتردد التنفس وبمرتين ونصف في زيادة أقل لمستوى اللاكتات في الدم واستجابة أقل وضوحاً للنظام السمبثاوي العصبي (القلب، الرئتين، الأوعية، المثانة) ويقابله زيادة أقل في مستوى الكاتيكولامين (بشنيكوف ١٩٨٦). العنصر المهم في التكيف الطويل هو تشكل أنظمة تقنينية ومستقرة متبادلة التفاعل التزامني والمرحلي في قشرة المخ والتي تعتبر جزءاً من الأنظمة الوظيفية وتوجيه الحركات ولديها مقاومة تشويش عالية. لدى الأشخاص المكيفين جيداً مع مثل هذه الحملات، بالمقارنة مع غير المتكيفين، هذه الأنظمة لا تنهدم أمام تأثير مختلف العوامل المعوقة (توتر نفسي شديد، تشويش خارجي، وتطور التعب). انهيار الأنظمة القشرية للنظام المتبادل يرافقه خلل داخل وبين الأنظمة الوظيفية وسوء الصحة وعدم القدرة على المحافظة على الإيقاع المطلوب وتدهور الهيكلية الخارجية للمهارات الحركية ورفض سريع لبذل الجهود. التكيف الطويل مع حملات قصوى ممكنة ليس مرتبطاً فقط بتوسيع القدرات الوظيفية لقشرة المخ، بل ويرتبط أيضاً بزيادة القدرة على حشد الاحتياطات الوظيفية في ظروف التغلب على التعب، لفهم الآليات المركزية لمثل هذا الحشد من المهم جداً البيانات حول تقوية العلاقة المتبادلة لمخزون القشرة المخية (هي القشرة المخية التي تغطي القسم الأمامي من الفص الجبهي ولها صلة مع شخصية الإنسان الفرد، لها دور في عملية التخطيط والتعبير عن الشخصية واتخاذ القرار والسلوك الاجتماعي - النشاط الأساسي لهذه المنطقة من الدماغ هو التنسيق والتناغم بين الأفكار



والأفعال فيما يتوافق مع الأهداف الداخلية المبطنة- الامؤلف) مع المناطق الحركية لدى المكيفين في مرحلة التعب التعويضي والحفاظ على هذا النظام أيضاً (إلى حد مرحلة الكف عن الجهد) برغم انهيار التزامن المكاني لكل مناطق القشرة في مرحلة التعب اللا تعويضي (سولوغوب، ١٩٨٤). يتميز التكيف الطويل بزيادة الاحتياطات الوظيفية التي تعتبر نتيجة إعادة هيكلة جديدة للأعضاء والأنسجة وتقنين كبير في الوظائف وزيادة الحركة والثبات في نشاط الأنظمة الوظيفية بتوثيق العلاقات المتبادلة العقلانية والمرنة للوظائف الحركية واللاإرادية . والأكثر من ذلك، ظهور إعادة تكيف غير مرتبط بتضخم واضح للأعضاء يعتبر الأكثر عقلانية لأنه أكثر ثباتاً أما عمليات فقدان التكيف فتتطلب جهوداً أقل للحفاظ على المستوى المتحقق والأهم من كل هذا أنها غير مرتبطة بهذا الاستغلال العميق للقدرات التكيفية المحددة جينياً بالمقارنة مع التكيف المنجز بشكل أساسي على حساب تغيرات الأعضاء الهيكلية وخاصة ازدياد كتلتها. لكن تقنين النظام المتكيف يظهر تحديداً على مستوى الخلايا والأعضاء حيث إنها مرتبطة بتناسب البنى الخلوية ؛ على مستوى النظام بشكل عام، حيث إنها تحدد بتناسب الأعضاء ؛ وأخيراً على مستوى التنظيم العصبي، حيث يكون التقنين نتيجة لارتفاع استجابات الأعضاء المكيفة للهرمونات والنواقل العصبية (ميرسون ١٩٧٥ وغيره)، وهذا مرتبط بتغيرات تناسب البنى الخلوية التي تؤمن زيادة فعالية وإعادة تشكل الطاقة على مستوى الخلايا. على مستوى التنظيم العصبي المسؤول عن تكيف الأنظمة فإن التقنين الوظيفي يتبين من خلال زيادة (ارتفاع) استجابات الأعضاء التي تشكل هذا النظام مع الإشارات الموجهة -وهي الهرمونات والنواقل العصبية . هذا التبدل يوفر ظرفاً يمكن خلاله حشد النظام في أثناء تأثير عوامل الوسط الخارجي على الأعضاء بأقل إفرازات الأيض وأقل مثيرات من الآليات المنظمة (ميرسون ١٩٨٦). انخفاض انحلال بنى الجسم في أثناء حمولات كبيرة يعتبر أيضاً أحد مؤشرات تقنين وظيفي لنظام التكيف. ومعروف أن تدني ثلاثي ادينوزين الفوسفات في الأنسجة يعتبر عامل تضرر وتفكك البنى، ارتفاع قوة نظام مركبات الروابط الفوسفورية الغنية بالكافة يقي من قلة ثلاث ادينوزين الفوسفات. بالنتيجة، يتمكن الجسم من تفادي تعاقب عمليات انحلال وتجديد أعضائه وأنظمته وذلك عن طريق صرف مقنن لموارد الجسم البيولوجية. على سبيل المثال، ثبت أنه نتيجة حمولات بدنية طويلة يزداد بشكل كبير



احتياطي القلب النبوي على حساب تضخم الألياف العضلية ويلاحظ في الوقت ذاته تبدلات معاكسة في الكليتين والكظر والكبد. كشفت الأبحاث على الحيوانات (بلور وغيره ١٩٨٦) أن كمية الوحدات الوظيفية للكليتين (الوحدة الانبوية الكلوية أو الكليون وهي لحظة فاعلة أساسية في الكلية وهي مصفاة الكلية) ودورها تنظيم كمية الماء وتركيز المواد الذائبة والصوديوم بالجسم - المؤلف)، قد تنخفض بنسبة ٢٥٪ وكمية الخلايا في الكظر بنسبة ٢٠٪ والكبد بنسبة ٣٠٪ مما يؤدي إلى تدني واضح للاحتياطي الوظيفي لهذه الأعضاء المهمة جدا... التمثل الفعال للتكيف الطويل الأمد لا يمكن تأمينه دون حساب المواصفات الجينية المخفية في جوهر تقسيم الناس إلى نماذج تكوينية لأجسامهم. ليس فقط في الرياضة، حيث إن ضرورة مثل هذا التقسيم واضحة، بل في المجالات الأخرى للنشاط الإنساني المتعلق بمشاكل التكيف. يجب تمييز الأشخاص بمختلف مؤشرات تكوين أجسادهم. على سبيل المثال، المسائل المتعلقة بتكيف مجموعة كبيرة من الناس مع ظروف الحياة والعمل في بيئة قاسية كالقطب الشمالي والجنوبي والصحراء تطلبت تميز الأجساد داخل المجتمع الذي يعيش فيه في تلك الأماكن. النموذج الأول (سيرينتر-متعلق بمسافات قصيرة) قادر على إظهار استجابات فيزيولوجية قوية بدرجة عالية من الأمان ردا على التأرجحات الكبيرة ولكن القصيرة من العوامل الخارجية. لكن مستوى الأمان العالي قد يتم الحفاظ عليه لمدة قصيرة نسبيا. الخصائص الجينية لـ "السيرينتر" تأقلمهم متدنب لتحمل حمولات طويلة بشدة عالية. النموذج الثاني (ستاير-متعلق بالمسافات الطويلة) جينيا أقل تأقلمًا لتحمل حمولات قوية وقصيرة لكن بعد مرحلة قصيرة نسبيا من التكيف قادراً على تحمل حمولات متوازنة خلال مدة طويلة في ظروف غير عادية. كل واحد من هذه النماذج يتميز بفروق جسدية وعضوية. هناك كمية معينة من الفروق البيئية بين هذين النموذجين للتكوين الجسدي تسمى مهجنة (أو مخلطة). وتساعد المعارف الطبية البيولوجية حول قدرات "السيرينتر" و"الستاير" والمهجن على تنظيم تأمين الحياة للناس في الظروف القاسية في بعض الأماكن الجغرافية (كازانتشيف ١٩٤٨). والاستجابات الطويلة التكيفية لمختلف العوامل المؤثرة جدا للوسط الخارجي من ضمنها حمولات بدنية، تتركز على قاعدة بنيوية قوية. وتشارك في النشاط، بحسب طابع الحملات، مختلف أنظمة الجسم وتقوي الأنسجة والعناصر



الخلوية عملها وتتولد المواد الفعالة بيولوجيا. ولكن في خلال تنوع طرق تكيف الأنظمة الوظيفية المشكلة استجابة لمؤثرات مختلفة وتوسع مواردها التكيفية، تكمن في جوهرها عمليات غير خصوصية موحدة: تبدل عدد البنى الفاعلة النشطة من احتياطاتها الموجودة والاشتراك في العمل وتلك التي تتناسب حتما مع المتطلبات التي يفرضها مستوى الحمولات ؛ وزيادة قوة البنى الفاعلة، في حال الموارد الموجودة غير كافية؛ الأثر التكيفي المتراكم والمتغير بالنسبة لمختلفي المفعول التكيفي استجابة للحمولات المحققة؛ توسيع حركية بنى النظام المكيف فيما يخص إعادة تأقلم فعال للاستجابات التعويضية وتنفيذ وظائف مشابهة. والمميز أيضاً هو أن عملية من عمليات التأمين البنوي للتكيف الطويل لا تعتبر صفة لإحدى مستويات التنظيم، فكلها شاملة -أى بشكل متساوٍ وبدقة يمكن متابعتها على المستويات الجزئية والنسيجية والخلوية والتنظيمية (ساركيسوف، فتورينا، ١٩٦٩).

ظاهرة فقدان تكيف وإعادة تكيف وفرط تكيف عند الرياضيين

يؤدي البناء العقلائي للتدريب إلى نمو حاد للقدرات الوظيفية لأعضاء وأنظمة الجسم على حساب تحسين كل الآليات المسؤولة عن التكيف. استخدام حمولات زائدة تفوق قدرات الإنسان التكيفية الفردية وتتطلب تعبئة كبيرة جدا لموارد أعضاء الجسم وأنظمتها البنوية والوظيفية تؤدي في نهاية المطاف إلى فرط تكيف يلاحظ في إنهاك وإرهاق الأنظمة الوظيفية التي تحمل الحمل الأساسي للتوقف عن التدريبات أو اتباع حمولات متدنية غير قادرة على تأمين المحافظة على المستوى المتحقق لتغيرات الأقلمة وتؤدي إلى فقدان تكيف -إلى العملية العكسية للتكيف. أي أن العمليات التكيفية في جسم الإنسان تتطور بتطابق كامل مع طابع ومقادير تأثير العوامل البيئية الخارجية، أشرت آنفا إلى أنه فيما يخص تكيف القلب، حمولات مبرجة عقلايا وتؤدي إلى تضخم مقبول لعضلة القلب وزيادة قوة العصب. ادرينالين (تموين الأعضاء والأنسجة بالأعصاب لتأمين ربطها بالجهاز العصبي المركزي - المؤلف) وتتناسب الشعيرات الدموية التاجية والألياف العضلية وزيادة تكثف ميوغلوبين ونشاط الإنزيمات المسؤولة عن نقل المغذيات إلى الميتوكوندريوس (المقدرات) وإلى ما غير ذلك... في أثناء الحملات المفرطة على القلب والتي تتطلب فوق وظيفية تعويضية طويلة زائدة، يحدث تكيف غير متوازن تزداد في أثناءه



كتلة القلب إلى حد أكبر من قدرات البنى الوظيفية المسؤولة عن التنظيم العصبي وتأمين الطاقة. انخفاض قدرات القلب عضلة القلب الذي يحدث في أثناء ذلك بالإمكان تعويضه لفترة معينة بزيادة كتلته ولكن ثمة، عادة، تصبح سببا في فشل القلب ويجب أن تعتبره فرط تكيف، إذا كان جريان تكيف القلب مناسبا ولكن من ثم توقفت التدريبات أو ثم خفض الحمولات جدا أقل من المستوى القادر على تأمين الحفاظ على المؤشرات المنخفضة للقدرة الوظيفية، فإنه يحدث بالتدريج عملية فقدان تكيف: يقل تكوين البروتين وكتلة بطين القلب ويضعف التنظيم العصبي وينخفض التزويد بالطاقة وإلى غير ذلك. بالنتيجة يختل النظام الأمثل للتكوين البيولوجي وعمل البنى الرئيسية للقلب التي تؤمن تصريف ثلاثي اديوسين الفوسفات في الألياف العضلية وإعادة تكوينها في المتقدرات (الميتوكوندريون).. الألياف المذكورة للتكيف وفرط تكيف وفقدان تتصف بأنها الأعضاء والأنظمة الأخرى (ميرسون، ١٩٨١). الحمولات المفرطة بتوجه محدد تحفي خطرين:

(١) إمكانية استنفاد وظيفي للنظام المسيكر في الاستجابات التكيفية.

(٢) انخفاض العمل البنيوي والاحتياطي الوظيفي للملائم للأنظمة الأخرى التي لا تشارك مباشرة في الاستجابات التكيفية (ميرسون ١٩٨٦). التنبيه إلى هذه الظواهر السلبية ممكن بالبرمجة العقلانية للحمولات في الدورات الصغيرة والمتوسطة وأيضاً في التشكيلات البنيوية الكبرى للعملية التدريبية. الاتجاه نحو تطوير مجموعة صفات وقدرات تحدد بنجاح في لعبة رياضية معينة في أثناء التناسب العقلاني والتعاقب للحمولات بمختلف أفضليات التوجه يؤمن أكثر المؤشرات فعالية لخيار التكيف لبلوغ نتائج رياضية عالية ويسمح بتجنب الآثار، السلبية للحمولات العالية على بعض الأعضاء والأنظمة.

ويعتبر فقدان التكيف دليلاً على قدرات الجسم الجيدة على إزالة البنى غير المستخدمة وفضلها ممكن استخدام الموارد المحفزة البنيوية في أنظمة الجسم الأخرى وبهذا الشكل لا تزال تحت تأثير البيئة الخارجية من تكيف إلى آخر (ويرسون ١٩٨٦). الكف عن التدريبات يستدعي جريان شديد لعمليات فقدان تكيف، على سبيل المثال، لدى طلاب



الجامعات المتدربين جيدا تؤدي الاستراحة المطلقة في السكن لمدة تسعة أيام إلى انخفاض الحد الأقصى لاستهلاك الأكسجين بنسبة ٢١٪ وانخفاض حجم القلب بنسبة ١٠٪ وزيادة كبيرة في نبضات القلب، والحجم التنفسي الدقائقي ومستوى الاكتئاب في أثناء حمولات عادية، وتنظم العشرة أيام اللاحقة من الحياة الطبيعية إلى حد معين حالة الجسم ولكنها تبقى متدنية حتما بالمقارنة مع الحالة الأصلية. وفي أثناء الاستراحة المطلقة لمدة ٤-٦ أسابيع يحدث ضمور العضلات السريعة والبطيئة الانقباض في أثناء التخفيض المتزامن للمبوغلوين وانخفاض الإنزيمات المؤكسدة والجليكوجينية ومحتوى الجليكوجين وانخفاض كمية ومقادير المتقدرات (هولمان، هيجنز ١٩٨٩). لكن هذه البيانات تعكس جريان فقدان التكيف في ظروف نادرة ما تصدف عمليا وعادة في أثناء الإصابات الجديدة أو الأمراض التي تتطلب معالجة طويلة في حالات الراحة المطلقة. لنرى ماذا يحدث إذا جرت عملية التكيف بشكل حسن ومن ثم توقف التدريب أو أصبحت تستخدم حمولات بسمتوى أقل مما هو قادر على تأمين الحفاظ على تبدلات الأقملة المنخفضة. في هذه الحالات يكون توجه عملية فقدان التكيف مشابه لكن كلما كانت وتيرة استبعاد التبدلات المنخفضة أعلى كان متدنيا مستوى النشاط الحركي. عملية فقدان التكيف تجري بشدة في أثناء توقف كامل عن التدريبات. في الوقت ذاته استمرار التدريب حتى في أثناء حجم منخفض بشكل حاد (٢٥-٣٠٪) قادر على الحفاظ على الأثر التدريبي المتحقق سابقا خلال فترة طويلة - ليس أقل من ٢-٣ أشهر (ويلمور، كوستيل، ١٩٩٤). تجري عملية فقدان تكيف بتوازن بالنسبة لإعادة الضبط التكيفي لمختلف الأنظمة الوظيفية على سبيل المثال، تظهر التغيرات التكيفية الأكثر استقرارًا في قشرة المخ بالمقارنة مع آثار الاستجابات الأكثر بساطة، تظهر في البدن في أثناء عملية فقدان التكيف بعد التوقف الكامل عن حمولات بدنية تخمد بسرعة قدرات الجسم الهوائية وتمثل جهود طويلة ترتبط بها. المهارات الحركية الخاصة تبقى فترة طويلة ومن الممكن إظهارها بنجاح في شخص فقد تدريبه. المقادير المرتفعة من استهلاك الأكسجين نتيجة التدريبات تنخفض ببطء أكثر بالمقارنة مع نشاط الإنزيمات المؤكسدة التي قد تنخفض خلال ١-٢ أسابيع بعد التوقف عن التدريبات إما خلال عدة أسابيع فتعود إلى وضعها الأصلي (ناثر وغيره ١٩٨٣) بدورها هذه الإنزيمات قادرة على الاستشفاء السريع في أثناء معاودة التدريبات (بتي



١٩٤٨) وهذا يعود إلى أن الإنزيمات كغيرها من البروتينات تتميز بمدة بقاء محددة. إنها تتشكل وتتوسع في دورة مستمرة حيث تكون مرحلة نصف انحلال البيولوجي لمعظم الإنزيمات المتقدرة (الميتوكوندريان) تقارب الأسبوع وأما الجليكوجينية فمن يوم إلى عدة أيام. ولذلك المحتوى الخليوي لأنزيم معين يعتبر نتيجة النشاط المتبادل لعمليات إعادة التحقيق والانحلال (هنريكسون، ١٩٩٢). رفع وتخفيض التشعير (من الشعيرات الدموية) في عملية كالتكيف أو فقدان تكيف؛ يتطلب وقتاً أكثر بكثير بالمقارنة مع التكيف الأيضي (التمثيل الغذائي). كما كشفت الأبحاث الخاصة أن التغيرات الواضحة جداً في شبكة الشعيرات التي جاءت نتيجة التدريب تلاحظ في خلال عدة أشهر بعد التوقف عنها (هنريكسون ١٩٩٢)، في الوقت ذاته التحمل الموضوعي للعضلات الهيكلية التي تعتمد قدراتها المتقدرة فقط تفقد خلال ٢-٣ أسابيع بعد التوقف عن التدريب المتواصل (سفيدنهاج ١٩٨٢). عملية فقدان تكيف بعد توقف التدريبات أو في أثناء تخفيض حاد للحمولات تجري بسرعة إلى حد كبير وتشير الأبحاث بأن مستوى التكيف المكتسب نتيجة تدريبات لمدة خمس سنوات على التحمل قد يتم فقده خلال ٦-٨ أسابيع من مرحلة غير تدريبية (كوستل وغيره ١٩٨٥، ويلمور وكوستيل ١٩٩٤). ففي الأسابيع الأولى بعد التوقف عن التدريبات يلاحظ ظهور واضح لفقدان تكيف النظام الوظيفي الذي يحدده مستوى التحمل: خلال ٦-٢٤ الأيام الأولى تنخفض بنسبة ١٤-٢٥٪ كمية الشعيرات العاملة المتواجدة حول الألياف العضلية (سالتين، روابل ١٩٨٦)، كلاوسين (١٩٨١)، بعد راحة سلبية من ١٢ يوماً، تنخفض بنسبة ١١٪ مؤشرات القذف القلبي القصوى و ٧٪ من الاستهلاك الأقصى للأكسجين (كويل وغيره ١٩٨٣). والمهم أيضاً جريان فقدان التكيف بشكل غير متوازن: في الأسابيع الأولى بعد التوقف عن التدريبات، يلاحظ انخفاض كبير للاحتياطي الوظيفي للنظام ومن ثم تتباطأ لاحقاً عملية فقدان التكيف، وتظل الاستجابات التكيفية فترة طويلة بالمقارنة مع الوقت المنفق لتشكيل التكيف الأولى (بشينيكونف ١٩٨٦). على سبيل المثال، يهتفي سوء تغذية للأنسجة العضلية الحاصل نتيجة تدريبات القوة بشكل أبطأ بمرتين أو ثلاث مرات من نشوئه (غولدسيك ١٩٧٤، دي فريس، هاوش، ١٩٩٤). من المهم الأخذ في الحسبان بأنه كلما كان تشكل التكيف سريعاً، كان الحفاظ على المستوى أصعب وكلما كان فقده أسرع



بعد التوقف عن التدريبات .على سبيل المثال، مرحلة خمود القوة بعد تدريبها متعلقة مباشرة بطول تشكل التكيف كلما كان التدريب الموجه لتطوير القوة أشد وأقصر، كانت مرحلة خمودها أقصر في أثناء التوقف عن الوحدات التدريبية المنتظمة.

يظهر هذا القانون أثناء دراسة فعالية منهج تطوير مختلف الصفات البدنية وقدرات أنظمة الجسم الوظيفية بالإضافة إلى تدريب الرياضي عموما وقد تكون متعلقة بمختلف عناصر هيكلية العملية التدريبية: بمراحل الإعداد طويل الأمد والدورات الكبرى وغيرها...الحقائق التي تثبت هذا القانون بالنسبة للإعداد طويل الأمد يبيء كثيرا من الحالات حين تنمو الحمولات لطفرات (مرتين أو ثلاث خلال العام) يحققه رياضيون المستوى العاليي ساعدهم في فترة قصيرة تحقيق إعادة تكيف عالي جدا وتحقيق نتائج عالية في مسابقات ضخمة وفي نفس الوقت لم تسمح بالحفاظ على المستوى المتحقق من التكيف لفترة طويلة وتقلص بشكل حاد مشاركتهم على مستوى الأرقام القياسية، في الوقت ذاته، لوحظ لدى الرياضيين الذين رفعوا بانتظام خلال سنوات طويلة الحمولات تصاعد منتظم للقدرات الوظيفية .يتطلب لتحقيق مستوى تكيف ضروري لنشاط تنافسي واضح في مسابقات ضخمة وقت أطول بكثير لكن هؤلاء الرياضيين بالذات أصبحوا قادرين على المشاركة على مستوى الأرقام القياسية فترة طويلة. التعاقب المتكرر لعمليات التكيف وفقدان التكيف يؤدي إلى استغلال كبير للقدرات المحددة جينيا لتكوين تبدلات أقلمة فعالة في الجسم، يجب أن نتذكر أن الحفاظ على الأسس الهيكلية للتكيف عن طريق حمولات بدنية معتدلة، مناسب بشكل لا محدود أكثر من تكرار دورات "فقدان تكيف-إعادة تكيف" مرات عديدة. تفعيل التركيب البيولوجي مرات عديدة اللازم لاستشفاء متكرر لمستوى التكيف (ميدسون ١٩٨٦). يجب الاعتراف بأن وجهة النظر هذه تستند إلى قاعدة صحيحة بالرغم من توفر خيرات تجريبية كثيرة تشهد على الاستشفاء السريع بشكل كاف للمستوى المفقود من التكيف بعد معاودة التدريب الفعال لكن نصادف غالبا وجهة نظر أخرى متناقضة تماما وهي: متابعة تمارين طويلة وشديدة في أثناء بلوغ الرياضي حدود فردية قصوى مطلوبة من التكيف مع مؤثرات تدريبية من نوع معين. ويظهر ذلك خاصة في البرمجة السنوية لإحجام جهود قصوى ذات توجه هوائي وهوائي- ولاهوائي في تدريبات الرياضيين الذين بلغوا المؤشرات القصوى الممكنة والقريبة منها من القدرات الهوائية. وعندئذ تحتل فيها عمليات التركيب البيولوجي



المنظمة جينيا ويحدث ضمور البنى الأساسية المقيدة لوظائف خلايا عضلة القلب. وبذلك، تكمن أسباب الرفض في حالة الجهاز العصبي المركزي وغيره... غالباً الحمولات البدنية المفركة قد تترك أثراً سلبياً على الجسم ويظهر ذلك أولاً: في إنهاك مباشر للنظام الوظيفي وخاصة حلقاته التي تحمل الحمل الأساسي؛ ثانياً: في ظواهر التكيف المتقطع السلبي أى في اختلال الأنظمة الوظيفية للاستجابات التكيفية غير المرتبطة بالحمل البدني (ميرسون، بشينيكوف ١٩٨٨)، شىغولكوف وغيره ١٩٩٣). من المعروف أنه في أثناء تأثير نفسي لمرة واحدة ومحدث بالزمن بعد المرحلة التفويضية تطبق معاكسة أخرى - المرحلة البنائية التي تظهر تنشيطاً شاملاً لتخليق البروتينات. هذا التنشيط يقوي تشكل تكيف فعال طويل الأمد في أثناء حدوث استجابات انفعالية متكررة متعلقة باستخدام حمولات تفوق قدرات الإنسان التكيفية الفردية، قد لا يتم تشكل تكيف طويل. تعبئة زائدة لموارد الجسم البنيوية والطاقة أثناء غياب مستوى مناسب للنظام الوظيفي حيث هذه الموارد قد تستخدم ويؤدي إلى فقدان هذه الموارد والإنهاك الذي يتصف به التوتر لفترات طويلة. الحمولات البدنية المبرجة غير العقلانية والمفرطة قظ تصبح سبباً في ظهور نخز في ألياف العضلات في عضلة القلب أيضاً ولوحظ في أثناء حمولات مفرطة سماكة وتصلب الألياف العضلية وميلها إلى حدوث تشققات في الأماكن المتغيرة وحدوث استسقاء داخل وبين الخلايا داخل الخ...، الحمولات المفرطة قد تؤدي إلى تضخم عضلة القلب المرضي وتطور التغيرات التصليبية والضمورية فيها واختلال الأيض والتطعيم العصبي (بودتشيكو ١٩٧٤). التوتر البدني المفرط والحاد قد يؤدي أيضاً إلى نزيف في عضلات القلب وخاصة يؤدي إلى احتشاء عضلة القلب الحاد مع تطور فشل حاد في القلب وضمور خاد في عضلته (ديمبو ١٩٨١). وهناك بيانات عديدة تشهد على ان الرياضي من المستوى العالي المطبق مع حمولات التحمل يتعرض لخطر الموت المفاجئ لتوقف القلب في أثناء وفورا بعد حمولات بظنية قصوى ممكنة إلى حد كبير بخلاف الأشخاص الذين لا يمارسون الرياضة (كيرين، شوينفيلد، ١٩٨١).

النظام الوظيفي الذي يتعرض فترة طويلة لحمولات تحفز تشكل استجابات تكيفية قد يتعرض للإنهاك نتيجة استنفاد القدرات المحددة لتغيرات الأقلمة والهزم الموضعي للخلقات المتعبة للنظام. سبب إنهاك النزان هو اختلال قوانين تشمل التكيف الطويل تجب الإشارة هنا الى ان الحمولات المفرطة والمتكررة ذات التوجه الواحد وغالباً والتي تدل



على ثقل نفسي مؤثر دائم؛ تعاقب متكرر لظاهرة التكيف وفقدان التكيف المرتبك بتعاقب غير العقلاني لمرحلة الحمولات ومرحلة غيابها استخدام مفرط للحمولات المؤدية إلى تكيف النظام الوظيفي وأغلبه على حساب تضخم الأعضاء وليس على حساب فعالية عملها في أثناء التضخم المعتدل. ومن بين أسباب إفراط التكيف يجب الإشارة إلى أنه في أثناء عملية وحدات تدريبية معينة أو أيام تطورات قصيرة يختل التناسب اللازم بين حجم وطبيعة المؤثرات التدريبية - من جهة بين مخزون طاقة الجسم أيضاً ومن جهة أخرى قدرات البنى البيولوجية المناسبة. يحدث في هذه الحالات إفراط تكيف الأعضاء والآليات الوظيفية التي تتحمل الحمل الأكبر (ويلمور، كزمنتيل ١٩٨٤). التطريب الطويل بتوجه واحد والذي يفرض بانتظام احتياجات عالية على نظام وظيفي معين، مرتبط غالباً بانخفاض القدرات الشكلية الوظيفية للأنظمة الأخرى. على سبيل المثال، لدى الأشخاص يوجد مستوى تطريب عالي أمام جهود ذات توجه سرعة مصحوبة بالقوى، غالباً التحمل متدني أمام جهد هوائي طويل وتنخفض لديهم كثافة الشعيرات ونشاط الإنزيمات الهوائية في العضلات وغيرها.. (مال ديغال وفيرع ١٩٨٤). إمداد العضلات بالدم التفضيلي على حساب الأعضاء الأخرى قد يؤدي إلى آثار سلبية جدية يجب التذكير أنه في أثناء تدريب الرياضيين المعاصرين المختصين بالعاب رياضية مرتبطة بالجهاز تحمل قد يبلغ حجم الجهد بتوجه هوائي في اليوم ٤-٦ ساعات الجهد في مثل هذا النظام كما هو معروف قد يستمر خلال أسابيع عديدة. وبهذا الشكل، وسطياً، حوالي ٢٠٪ من الوقت اليومي، الكثير من أعضاء جسم الرياضي تتعرض لفقر إمداد بالدم. مثل هذا التمرين المؤدي إلى نمو حاد في القدرات الهوائية للتزويد بالطاقة تؤدي غالباً في نفس الوقت إلى تقليص كتلة وكمية الخلايا في الكبد والكليتين والكظر وتؤثر سلباً على مظاهر النشاط النفسي العالي - إلى اختلال عمليات تنمية وتنمية وتثبيت قاعدة إنشاء الروابط الزمنية. ويلاحظ أيضاً حالة اختلال وظيفة الجهاز الهضمي على شكل تشنج المرئ والمعدة والأمعاء وإصابات قرحة والخ.... (بشنيكوف ١٩٨٦). ويصبح هذا مفهوماً جداً إذا درسنا إعادة توزيع القذف القلبي في حالة السكون وفي أثناء حمولات بقوى مختلفة (الجدول رقم ١٢) وعند ذلك في حالة السكون بلغ القذف القلبي لدى الذين تم فحصهم حوالي ٦ل. دقيقة حمولات خفيفة - ١٢ وفي أثناء حمولات كبيرة ٢٤ وعند الحمولات القصوى ٣٠ دقيقة.



الجدول رقم ١٢ توزع القذف القلبي إلى مختلف حقوق الأوعية الدموية للجسم في حالة السكون وفي أثناء أحمال متصاعدة إلى مستوى القوة الهوائية القصوى (فاندير وغيره ١٩٨٥).

حقل الأوعية الدموية	مقدار القذف القلبي، مل / دقيقة			
	حالة السكون	حمل خفيف (٣٠٪)	حمل كبير (٧٥٪)	حمل أقصى (١٠٠٪)
المخ	٧٢٠ (١٢٪)	٧٢٠ (٦٪)	٧٢٠ (٣٪)	٧٢٠ (٢٪)
عضلة القلب	٢٤٠ (٤٪)	٤٨٠ (٤٪)	٩٦٠ (٤٪)	١٢٠٠ (٤٪)
العضلات	١٢٦٠ (٢١٪)	٥٧٦٠ (٤٨٪)	١٧٢٨٠ (٧٢٪)	٢٦٤٠٠ (٨٨٪)
الكليتين	١٣٢٠ (٢٢٪)	١٢٠٠ (١٠٪)	٧٢٠ (٣٪)	٣٠٠ (١٪)
الكبد	١٥٦٠ (٢٦٪)	١٤٤٠ (١٢٪)	٩٦٠ (٤٪)	٣٠٠ (١٪)
الجلد	٥٤٠ (٩٪)	١٩٢٠ (١٦٪)	٢٦٤٠ (١١٪)	٩٠٠ (٣٪)
بقية الأعضاء	٣٦٠ (٦٪)	٤٨٠ (٤٪)	٧٢٠ (٣٪)	١٨٠ (١٪)

مبدأ هيمنة ليس التأمين الوظيفي فقط، بل البنيوي للأنظمة الغالية في عملية تكيف معينة يُلاحظ أيضاً في أثناء جهد القوة، تدريب قوة شديد وخاصة في ألعاب القوة "الرماء، كمال الجسم، ورفع الأثقال يؤدي إلى تراكم شديد للبروتينات المخفضة دون تخليق مناسب لبروتينات المتقدرات ونمو تشكيل توعي (من الأوعية الدموية) في الأنسجة العضلية نتيجة الكتلة العضلية ونمو القوة يرافقه انخفاض التكيف الخاص للمتقدرات في الأنسجة العضلية وانخفاض ترويتها بالأكسجين وزيادة إنتاج اللاكتات وبالنتيجة انخفاض التحمل (كارلسون ١٩٨٤).

التكيف الأعلى لجسم الرياضي مع حمولات بدنية قد تخفض المقاومة مع عوامل البيئة الأخرى، على سبيل المثال التدريب في ألعاب رياضية كثيرة يؤدي إلى تقليل كمية النسيج الدهني وانخفاض تأثير طاقة النوارينغرين (وهو هرمون تفرزه الكظرية يؤدي إلى استثارة الخلايا العصبية وخاصة المرتبطة بعمل العضلات الرخوة وتؤدي إلى انقباض الأوعية الدموية المؤلف) وتنخفض بهذه الطريقة قدرة إنتاج الحرارة في أثناء البرد ونظراً لذلك مفهوم جداً تعرض رياضيون مدربون جيداً لنزلات البرد وخاصة المختصين في



اللعاب تظهر فيها مشكلة التخلص من الوزن الزائد - كالملاكمة والمصارعة ورفع الأثقال في أغلب الأحيان يرتبط الاستنفاز الذهني الذي جاء نتيجة حمولات مفرطة باختلال إنتاج الهرمونات الجنسية وبالأخص تطور نقص هرمون الإندروجين (هو أسم عام لمجموعة ستيرويدات طبيعية واصطناعية تساعد في نمو وظيفة الأعضاء التناسلية الثانوية عند الذكر المؤلف وهرمون استروين (هرمون النساء) المرتبط بذلك قد يؤدي إلى اختلال النضوج الجنسي الدورة الشهرية لدى الرياضيات المختصات بالعباب تتطلب انخفاض الدهون في الجسم (بلتنبورغ ١٩٨٤، دي فير، هوش ١٩٩٤).

تعرض الرياضيين الذين يتحملون حمولات بدنية قصوى ممكنة للأمراض يمكن تفسير باختلال المناعة الخلوية الهولية أيضاً والخلل الهرموني أيضاً إذا كانت الحمولات المثالية ترفع من مناعة الجسم فإن الحمولات المفرطة تؤدي إلى تخفيض المناعة (ميرسون، بشينيكوف ١٩٨٨).

المؤثرات السلبية للتكيف بطبيعة الحال لا تعتبر حتمية وإنما تعتبر نتيجة البناء غير العقلاني لعملية الإعداد باستخدام حمولات مفرطة لا تتلائم وقدرات الرياضي؛ وبرمجة توجه العملية التدريبية دون الأخذ في الاعتبار مرحلة التطور العمري للرياضي.

تكيف الأنسجة العضلية والعظيمة والضامة

الخصائص البنوية الوظيفية لوحدات العضلات الحركية

العضلات هي أنسجة غير متجانسة مؤلفة في الأغلب من الألياف العضلية والعناصر الضامة والعصبية والعائية التي تؤمن مجتمعة وظيفتها الأساسية ألا وهي - الانقباض (تقلص) الفعال. هناك نموذجان للألياف العضلية في هيكليّة الأنسجة العضلية - بطيئة الانقباض وسريعة الانقباض. مثل هذا التقسيم يسهل كثيرا تنظيم العضلات النسيجي والتي توجد ضمنها مختلف أنواع العضلات ويعود ذلك قبل كل شيء إلى الخصائص الوظيفية البدنية لأليافها، لكن أنواع ألياف العضلات المذكورة هي مجرد وحدات وظيفية مستقلة نسبيا لها خصائصها البدنية والبيوكيميائية والانقباضية.

الألياف البطيئة لها الصفات التالية: سرعة انقباض بطيئة وكمية كبيرة من المتقدرات (مركز طاقة) الخلية - المؤلف ونشاط عالي للانزيمات المؤكسدة (تساهم البروتينات في تنشيط سريع لمصادر الطاقة)، وتكون أوعية دموية جيّداً (شعيرات كثيرة)، ومخزون عالٍ



لتراكم الجليكوجين. للألياف البطيئة شبكة وشعيرات أقل تطورا وأقل كمية من المتقدرات وقدرات تحليلية عالية ونشاط عالي للأنزيمات المؤكسدة وسرعة انقباضية أكبر (غولنيك، هودجسون ١٩٨٦، نوث، ١٩٩٢).

في العضلة ذاتها توجد ألياف بطيئة وسريعة. السريعة وتحوي انزيمات ثلاثي ادينوزين الفوسفات فعالة تفتت بقوة ثلاثي ادينوزين الفوسفات مع تكوين كميات طاقة كبيرة مما يؤمن انقباض ألياف سريعة، في الألياف البطيئة نشاط ثلاثي ادينوزين الفوسفات ضعيف ولهذا يكون تشكل الطاقة فيها بطيئا ويعتبر التفتت الإنزيمي لثلاثي ادينوزين الفوسفات أحد أهم العوامل المحددة لسرعة انقباض العضلات، الإنزيمات التي تفتت السكر والدهون نشطة في الألياف البطيئة مما يسمح بتفسير الفروق الواضحة جدا بين مختلف أنواع الألياف (ايفارتس ١٩٨٤، ويلمور، كوستيل ١٩٩٤).

هناك مجموعتان للألياف السريعة: سريعة الانقباض —أ— وسريعة الانقباض —ب— الألياف السريعة —أ— هي تلك الألياف المتحللة والمؤكسدة سريعة الانقباض. وتتميز بقدرات انقباضية عالية وفي نفس الوقت لديها القدرة على مقاومة التعب. هذه الألياف بالذات تخضع جيدا للتدريب على التحمل. السريعة —ب— وهي الألياف سريعة الانقباض من النموذج التقليدي ويرتبط عملها باستخدام مصادر طاقة لا هوائية. كل نوع من الألياف المذكورة بالإمكان رؤيتها تحت المجهر بعد تلون مناسب لأقسامها.

لقد تم اثبات أن مكونات عضلات الألياف والوحدات الحركية مزروعة جينيا. والجينات الموروثة منذ الطفولة المبكرة تحدد كمية وبنية العصبونات الحركية (العصبون الحركي هو خلايا عصبية في الجهاز العصبي المركزي - المؤلف)، التي تكون الوحدات الحركية وتعصب (التعصيب هو إمداد الأعضاء والأنسجة بالأعصاب لتأمين علاقتها بالجهاز العصبي المركزي) الألياف العضلية. بعد حدوث التعصيب، تتوضح أنواع الألياف العضلية.

يتغير في أثناء التقدم بالعمر تناسب الألياف العضلية: تقل كمية الألياف سريعة الانقباض مما يؤدي إلى زيادة نسبة البطيئة (ويلمور، كوستيل، ١٩٩٤).



تتحد الألياف العضلية بوحدات حركية (مجموعة ألياف عضلية معصبة بعصبون حركي واحد)، تتألف كل واحدة منها من ألياف عضلية من نوع واحد، بنية ووظائف العصبونات الحركية تتطابق مع بنية ووظائف الألياف العضلية التي وحدتها .. يجمع العصبون الحركي للوحدة الحركية المنقبضة ببطء مجموعة من ١٠-١٨٠ ليف بطيء ولها جسم خليوي غير كبير .. يعصب العصبون الحركي للوحدة الحركية المنقبضة بسرعة من ٣٠٠ إلى ٨٠٠ ليف سريع الانقباض ويتميز بحجم خليوي كبير وكمية كبيرة من العمليات العصبية.

في السنوات العشر الأخيرة ونظرا للتقدم في البوكيمياء وعلم الأحياء، برزت إمانية دراسة معمقة أكثر لبيئة ووظائف الألياف العضلية ووحدات العضلات الحركية وفي أثناء التصورات حول خصائص تكيفها مع الحمولات التدريبية والتنافسية. التصور الأكثر شمولية حول البنية والقدرات الوظيفية لأنواع الألياف العضلية يمكننا الحصول عليه في الجدول ١٣ .

الجدول ١٣ : المواصفات البنيوية والوظيفية لمختلف نماذج الألياف (ويلمور، كوستيل،

(١٩٩٤)

نوع الألياف			المواصفات
سريعة ب-	سريعة أ-	بطيئة	
٨٠٠-٣٠٠	٨٠٠-٣٠٠	١٨٠-١٠	كمية الألياف على العصبون الحركي
كبير	كبير	غير كبيرة	مقياس العصبون الحركي
كبيرة	كبيرة	غير كبيرة	سرعة قابلية النقل العصبي
عالية	عالية	منخفضة	سرعة الانقباض
سريع	سريع	بطيء	نموذج الميوزين - مرحلة ثلاثي ادينوزين الفوسفات
عالي	عالي	منخفض	تطور الشبكة الساركوبلازمية
كبيرة جدا	كبيرة	غير كبيرة	قوة الوحدات الحركية
منخفضة جدا	متوسطة	عالية	مقاومة التعب
منخفضة	متوسطة	عالية	القدرات الهوائية
عالية جدا	عالية	منخفضة	القدرات اللاهوائية



الزمن اللازم لتوتر أقصى للعضلات سريعة الانقباض عادة لا يزيد عن ٣, ٥ - ٠, ٥ ثانية، في الوقت الذي تتمكن فيه العضلات البطيئة من تطوير التوتر الأقصى خلال ٨, ٠ - ١, ١ ثانية فقط. نشاط الإنزيمات اللاهوائية للألياف السريعة قد تفوق بمرتين أو أكثر هذه الإنزيمات في الألياف البطيئة في الوقت ذاته نشاط الإنزيمات الهوائية في الألياف البطيئة تفوق تقريباً ما يشابهها من المؤشرات في الألياف السريعة. (إيسين وغيره ١٩٧٥، غولنيك، ماتوفا ١٩٨٤).

عند الحديث عن تناسب مختلف الألياف العضلية لدى الإنسان، تجب الإشارة إلى أن لدى الرجال والسيدات البطيئة أيضاً أكثر قليلاً (حسب بيانات مختلف الباحثين: من ٥٢ إى ٥٥٪)، ويتوضح هذا إلى حد كاف في نتائج الأبحاث التي اشتركت فيها ٤٥ فتاة و ٧٠ فتى في سن ١٦ سنة. بين الألياف السريعة الانقباض تتفوق الألياف نوع أ- (٣٠- ٣٥٪). الألياف السريعة نوع ب- أقل بكثير - ١٢- ١٥٪. وهنا تجب الإشارة إلى أنه تلاحظ نادراً في عضلات النساء هيمنة أحد أنواع الألياف التي نلاحظها في عضلات الرجال (غولنيك وغيره ١٩٧٢، تورتنيسون ١٩٧٧).

حين ندرس تكييف عضلات الإنسان في أثناء عملية التدريب يجب الأخذ في الحسبان خصوصية توزيع الألياف العضلية من مختلف الأنواع في عضلة واحدة وفي عضلات مختلفة أيضاً. كشفت الأبحاث الخاصة بأن التغيرات في محتوى مختلف أنواع الألياف غير موجودة في عضلة واحدة أو قد تكون طفيفة، فروق صغيرة (إلى حد ما ٥- ١٠٪) يمكن ملاحظتها أثناء مقارنة نتائج تجارب تخص الأقسام المركزية والمحيطية للعضلات: القسم المركزي للعضلات قد يحوي أليافاً بطيئة أكثر. (زيمكين ١٩٦٩، دي فريس، هاوش ١٩٩٤).

يلاحظ لدى شخص معين تناسب نسبي لبنية مختلف العضلات، لكن إلى جانب التشابه البنوي لبعض عضلات شخص معين فلقد لوحظ أيضاً فروق واضحة سببها الوظيفة التي تنفذها عادة العضلة والمتطلبات التي تملها هذه الوظيفة على ألياف عضلية من نوع معين، على سبيل المثال، العضلة ذات الرؤوس الأربعة وعضلة الساق للأطراف السفلية عضلات الكتف ذات الرأسين والعضلات الدالية (على شكل دلتا- المؤلف) لها



تقريباً هذا التناسب نفسه من الألياف السريعة والبطيئة، في الوقت ذاته تحوي العضلة النعلية (هي عضلة قوية من عضلات الأطراف السفلية - المؤلف) على ٢٥-٤٠٪ من الألياف البطيئة بالمقارنة مع بقية وعضلات القدم، أما عضلات الكتف ذات الرؤوس الثلاثة أكثر بـ ١٠-٣٠٪ من الألياف البطيئة بالمقارنة مع بقية عضلات الأطراف العليا (هانسون ١٩٧٤) يؤدي التمرين الخاص إلى سمك كل أنواع الألياف وخاصة السريعة - ب- والتي تكون قليلة النشاط في الحياة العادية وصعبة جداً في اشتراكها بالنشاط (ويلمور، كوستيل، ١٩٩٤).

التخصصي الرياضي وبنية النسيج العضلي

تلاحظ لدى رياضي المستوى العالي تناسب مختلفة للألياف العضلية في العضلات التي تحمل الأحمال الأساسية في اللعبة الرياضية. لدى عدائي السبرينتر (مسافات قصيرة) تلاحظ نسبة عالية من الألياف السريعة؛ لدى رياضي التزحلق وعدائي المسافات الطويلة الألياف البطيئة هي الغالبة؛ لدى عدائي المسافات المتوسطة والرماة يلاحظ توزيع متساو نسبياً للألياف السريعة والبطيئة، ويلاحظ ارتباط صارم بين كمية الألياف السريعة والبطيئة في الأنسجة العضلية والمنجزات الرياضية على المسافات القصيرة والطويلة، لا تلاحظ لدى الرياضيين المرموقين هيمنة الألياف السريعة والبطيئة فقط بل تلاحظ غالبية عظمى للألياف المناسبة. على سبيل المثال، عثر لدى سباح مسافات طويلة مرموق في العضلة الدالية على ٩٪ ألياف سريعة و ٩١٪ ألياف بطيئة (كاونسلمان ١٩٨٠)، ولوحظت لدى رياضي ألعاب القوى حالة بلغت فيها كمية الألياف السريعة في عضلة الساق لعداء السبرينتر ٩٢٪ ولدى عداء المسافات الطويلة تكونت هذه العضلة من ٩٣-٩٩٪ من الألياف السريعة (ويلمور، كوستيل ١٩٩٤).

لوحظ لدى الرياضيين الذين حققوا نتائج عالية في ألعاب تتطلب تحمل جهود طويلة، نسبة عالية كافية من الألياف السريعة - أ- ونسبة قليلة للألياف السريعة - ب- في العضلات التي تحمل الأحمال الأساسية في النشاط التدريبي والتنافسي. في الوقت ذاته تلاحظ في العضلات التي تحمل أحمال هذه اللعبة الرياضية، محتوى مقبول من الألياف السريعة - ب- على سبيل المثال، عثر في عضلة الساق لدى عداء مسافات طويلة على



١, ٦٧٪ من الألياف البطيئة، و ٢٨, ٠٪ من السريعة -أ- وفقط ٩, ١٪ من الألياف السريعة -ب- وعثر في العضلات الدالية (الدلتا) لهؤلاء الرياضيين أنفسهم وسطيا على ٣, ٦٨٪ بطيئة و ٣, ١٤٪ سريعة -أ- و ٣, ١٤٪ سريعة -أ- و ٤, ١٧٪ سريعة -ب- (جينسون كايزر ١٩٧٧). ويعد هذا سبب وجيه للاعتقاد بأن اختفاء الألياف السريعة -ب- هي جزء من استجابات الجسم التكيفية في أثناء تدريبات التحمل.

هناك علاقة وثيقة بين مستوى السرعة للرياضيين وكمية الألياف السريعة في العضلات الفاعلة (التي تحمل الأحمال) على سبيل المثال، هناك علاقة متبادلة وثيقة بين سرعة الركض في المسافة وكمية الألياف السريعة، زيادة طول المسافة متعلق بانخفاض هذه العلاقة. عند زيادة المسافة إلى ٢٠٠٠م، حيث زمن قطعها تجاوز لدى الذين شاركوا في الاختبار ٥ دقائق، تكتسب العلاقة طابعاً سلبياً، وذلك لأن وجود كمية من الألياف السريعة في العضلات المثقلة تؤثر سلباً على النتائج. بهذه الصورة، نجد أن كمية الألياف العضلية من نوع معين تحدد إلى حد كبير انجازات الرياضيين في ألعاب رياضية مختلفة، للألياف سريعة الانقباض دور هام في جهود السرعة والسرعة المصحوبة بالقوة (ركض ١٠٠م والتزلج على الجليد ٥٠٠م والسباحة ٥٠م وقفزات ألعاب القوى إلخ..). في الركض مسافة ٤٠٠م و ٨٠٠م وسباحة ١٠٠م و ٢٠٠م وغيرها للألياف السريعة دور هام جدا والتي تلبي صفاتها الوظيفية متطلبات فعالية النشاط التنافسي في هذه الألعاب. النجاح في الألعاب الرياضية للمسافات الطويلة تحدد إلى درجة كبيرة بكمية الألياف البطيئة.

بنية الأنسجة العضلية تتعلق بشكل كبير بمؤهلات الرياضي على سبيل المثال، لدى الرباعين بمختلف مؤهلاتهم تلاحظ نسباً مختلفة من الألياف السريعة. ولدى رياضيين من مستوى التأهيل المتدني عادة مثل هذه الألياف لا تتعدى نسبة ٤٥-٥٥٪ والرياضيون العالميون لديهم نسبة أكبر من الألياف ٦٠-٧٠٪ (فوكارت وغيره ١٩٨٤).



التغيرات في الألياف العضلية تحت تأثير أحمال بتوجهات مختلفة

لدى النوعين كليهما من الألياف العضلية صفات قد تتبدل في أثناء عملية التدريب. تزداد مقاييس وأحجام الألياف السريعة تحت تأثير تدريبات من النوع "الانفجاري" وفي الوقت ذاته ترتفع من قدراتها التحليلية، في أثناء تدريبات التحمل قد يزداد مخزون المؤكسدات في الألياف البطيئة ٢-٤ مرات.

الكمية الوسطية للشعيرات حول الألياف البطيئة والسريعة -أ- تقدر بـ ٤ أما حول الألياف السريعة -٣. لدى رياضيين من المستوى العالي والمشاركين في مسابقات طويلة، وجد "ى. نيغارد (١٩٧٦)" في العضلات الدالية للسباحين وعضلة الساق للعدائين ألياف بطيئة كات تغذي كل منها ٥-٦ شعيرات، أثر التدريبات الشديدة بطابع هوائي أو مختلط -هوائي- لا هوائي يتبين في زيادة كمية الشعيرات على الألياف العضلية أو على ملمتر مربع من الأنسجة العضلية. وهنا تظهر آليتان: زيادة كمية الشعيرات؛ وإذا كانت قدرات هذه الآلية مستنفذة أو غير كبيرة فسيحدث انخفاض في مقاسات الألياف العضلية (هوبيلير ١٩٩٠).

فيما يخص موضوع أن التدريب الطويل والشديد بتوجه هوائي يؤدي إلى تغير تناسب الألياف بمختلف أنواعها فإن ما يشهد على ذلك غير مباشر هي نتائج أبحاث كثيرة لتركيب الأنسجة العضلية التي تحمل الأحمال الأساسية في النشاط التدريبي والتنافسي بالمقارنة مع نسيج لم يتعرض للتمرين الفعال، عثر لدى الجدافين وسباحي المسافات لطويلة والمتوسطة في عضلاتهم الدالية على ٦٠-٧٠٪ من الألياف البطيئة وأما في عضلة الفخذ العريضة فإن مثل هذه الألياف لا تزيد عن ٤٥-٦٠٪ عند الدراجين (الطرق) والمتزحلقين وعدائي المسافات الطويلة والمتوسطة فالصورة معاكسة عُثرت في عضلات الساق إلى حد ٦٠-٨٠٪ وأكثر من الألياف البطيئة وأما في العضلات الدالية وذات الرؤوس الثلاثة للكثف فإن كمية الألياف البطيئة لدى هؤلاء لا تتعدى ٥٠-٦٠٪.

الألياف البطيئة قابلة لتدرب السرعة بشكل سيء جداً، هكذا، فإن الرياضيين الذين تحوي عضلاتهم كمية قليلة من الألياف السريعة يتأقلمون بشكل سيء مع جهود السرعة بعد تدريبات شديدة بطابع سرعة، على سبيل المثال، ارتفاع القفز إلى الأعلى لدى



السباحين لا يزيد عن ٤٥ - ٥٠ سم في الوقت الذي يكون نادرا ما تقل عن ٧٠٪ لدى الرياضيين ممن لديهم الألياف السريعة -أ- و-ب- كبيرة (كونسيلمان ١٩٨٠).

أبحاث مثيرة للاهتمام تعكس البنية والقدرات الوظيفية وخصائص تكيف الألياف العضلية بمختلف أنواعها، اجراها "شون وغيره ١٩٧٨". تحليل بنية وتوزيع المتقدرات وجسيمات الدهون المحايدة بمساعدة ميكروسكوب الكتروني كشف بأنه تلاحظ في الألياف السريعة -ب- أقل كمية من المتقدرات بالمقارنة مع السريعة -أ- وخاصة بالمقارنة مع الألياف البطيئة. جسيمات الدهون في الألياف السريعة -ب- تغيب تماما وفي السريعة -أ- قليلة واما في البطيئة فموجودة بكميات كبيرة جدا. لم تلاحظ لدى عدائي مسافات طويلة مدربين جيدا بالمقارنة مع طلاب معهد رياضي، لم تلاحظ في أليافهم السريعة -ب- فروقا ملحوظة للمكونات المذكورة آنفا. في الألياف السريعة -أ- لدى العدائين محتوى المتقدرات وجسيمات الدهون يكون أكبر، في الألياف البطيئة للعدائين حصة المتقدرات المركزية كانت أعلى بمرتين وحصة المتقدرات المحيطة أعلى بثلاث مرات مما لدى طلاب المعاهد الرياضية. وعثر لدى العدائين زيادة في كمية وحجم المتقدرات وأيضاً محتوى أكبر لجسيمات الدهون المحايدة بثلاث مرات. وثبت لديهم أيضاً ترابط إيجابي لكتلة المتقدرات مع مقادير الاستهلاك الأقصى للأكسجين وترابط سلبي مع مقدار اللاكتات في أثناء حمولات أعلى من القصوى، كل هذا يبرهن حقيقة تأثير طابع النشاط التنافسي والتدريبي الكبير على صفات الألياف العضلية المؤثرة جدا على قدراتها الوظيفية.

تجب الإشارة ونحن ندرس تضخم الألياف العضلية كواحد من أهم طرق تكيف العضلات، أن تضخم الألياف البطيئة المرتبط قبل كل شيء بازدياد مقاسات الليفيات العضلية وارتفاع كمية وكثافة المتقدرات يؤدي إلى زيادة الثقل النوعي في الكتلة العضلية للألياف البطيئة وبدوره يؤدي إلى زيادة التحمل وانخفاض قدرات العضلات السريعة. من جهة أخرى تضخم الألياف السريعة يؤدي زيادة ثقلها النوعي في العضلات بالمقارنة مع الألياف البطيئة وتساهم بزيادة مخزونها السريع (دي فيرس، هاوش، ١٩٩٤)، وعندئذ، طابع الحمولات يحدد أية ألياف عضلية ستعرض إلى تغيرات كبيرة. طول حمولات بشدة غير عالية نسبيا يؤدي غالبا إلى زيادة تكثف متقدرات الألياف البطيئة



والألياف السريعة -أ-. الجهد الشديد المتقطع يساعد بشكل أساسي على ظهور التغيرات في الألياف السريعة -ب- (دوولي وغيره ١٩٨٢، فيرو وغيره ١٩٩٣).

يرتبط تضخم العضلات بتغيرات عديدة تجب الإشارة منها إلى زيادة احتياطي الخيوط النشيطة وخاصة خيوط الميوسين (أو الميوزين أو الخيوط السمكية: وهي عبارة عن عائلة كبيرة من البروتينات المحركة الموجودة في أنسجة حقيقيات النوى ولها دور كبير في حركة العضلات)، وازدياد كمية الخلايا العضلية والشعيرات الدموية في الألياف.

تم الاعتقاد فترة طويلة بأن كمية الألياف العضلية في كل عضلة مغروسة جينيا ولا تتغير خلال كل مراحل الحياة، لكن في بعض الدراسات (غودز ١٩٧٥ - ١٩٧٧) تم شرح إمكانية فرط تنسج في العضلات (فرط تنسج: هو زيادة عدد الخلايا في عضو أو نسيج يؤدي إلى زيادة حجمه بسبب زيادة في حمل العمل الوظيفي على العضو أو النسيج، وتخفيف هرموني أو نقص كثافة النسيج ذاته) رداً على حمولات بدنية كبيرة. لكن وجود مثل هذه الظاهرة تم تجاهلها على أساس تجارب أجريت على الحيوانات (غولنيك وغيره ١٩٨١، يمسون وغيره ١٩٨٥) مع هذا، ظهرت في الأعوام الأخيرة براهين كثيرة حول حقيقة أن تدريبات القوة الشديدة الطويلة لا تؤدي فقط إلى تضخم الألياف العضلية بل تؤدي إلى زيادة كميتها (ويلمور، كوستيل ١٩٩٤). تدريبات القوة بأثقال كبيرة وعدد قليل من التكرار خلال عامين لم تؤدي فقط إلى زيادة القوة العضلية وتضخم العضلات وبل إلى زيادة مؤكدة (بنسبة ٩٪) من الكمية العامة للألياف العضلية (غونيا وغيره ١٩٨٦)، إمكانية عملية فرط تنسج لدى الأشخاص كانت مقنعة إلى حد كاف في أبحاث بمشاركة رياضيي كمال الأجسام (لارسون، تيتش ١٩٨٦، تيتش ١٩٩٢).

إمكانية تحول نمط العضلات الظاهري واستحالة ألياف أحد الأنواع إلى نوع آخر تعتبر مسألة مهمة للرياضة العملية.

البنية والقدرات الوظيفية للألياف العضلية من مختلف الأنواع مرتبطة بخصائص النبضات (الدفعات) العصبية التي تحدد فيها إذا كانت هذه الألياف لديها صفة انقباضية سريعة أو بطيئة، إذا حفزت الألياف السريعة على مبدأ النبض العصبي للألياف البطيئة



فإنه سيرتفع فيها نشاط البروتينات المؤكسدة. وبالعكس تحفيز الألياف البطيئة على مبدأ الألياف السريعة يؤدي إلى زيادة فعالية الإنزيمات التحليلية السكرية (نواث ١٩٩١).

كشفت الأبحاث على الحيوانات أن تعصيب الألياف السريعة عن طريق نقل نبضات كهربائية بمواصفات ترددية مناسبة لتعصيب الألياف البطيئة إلى الأعصاب (بمساعدة أقطاب كهربائية) يؤدي إلى تغير الصفات البنيوية والوظيفية للألياف (براون وغيره ١٩٨٣). تزداد كثافة الشعيرات في الألياف (هيدليكا ١٩٨٠)، ويرتفع محتوى الميوغلوبين (بيث ١٩٨٤) مما يؤدي إلى تغير لون الألياف الشاحبة التي تصبح ذات لون أحمر ناصع. قدرات الألياف التأكسدي ترتفع على حساب زيادة نشاط الإنزيمات التي تؤكسد المغذيات، بنفس الوقت، تنهك قدرات الألياف اللاهوائية نظرا لتدني نشاط الإنزيمات المشاركة في عملية تحليل للسكر (بوتشجيكر وغيره ١٩٨٤).

تلاحظ أيضا، نتيجة تدريبات شديدة وطويلة موجهة لتطوير، تغيرات كبيرة بنيوية ووظيفية للألياف السريعة. تذكرنا تغيرات نشاط الطرق الهوائية واللاهوائية للتبادل بالتحولات الأيضية (التمثيل الغذائي) التي لوحظت نتيجة تحفيز اصطناعي للعضلات. وتلاحظ تغيرات كبيرة في المتقدرات وتكتف شبكة الشعيرات في مكونات الميوسين (غلرين وغيره ١٩٨٣)، لكن إعادة الضبط التكيفي ملحوظ بشكل أقل مما هو في تلك الحالات حين يتم تأمين تحفيز دائم (هوالد ١٩٨٢، بيثي ١٩٨٤). ونظرا لذلك هناك رأي (هنريكسون ١٩٩٢) بأن قدرات الأكسدة للعضلات الممرنة لرياضيين من المستوى العالي مختصين بالعب تتطب مستوى عالٍ من القدرات الهوائية تقدر بـ ٥٠-٧٠٪ فقط من نسبة ما تحقق من المستوى نظريا.

من المعروف أن الألياف السريعة تستخدم في وحدة زمنية طاقة أكبر بكثير مما تستخدمه البطيئة، تأثير التدريبات الخاصة التي نشاهدها في تحول الألياف السريعة إلى بطيئة هي نوع محدد من التقنين الوظيفي لأنه ينشأ الظروف لتنفيذ جهد طويل بصرف طاقة أقل (سيرتير وغيره ١٩٨٢). لكن هذا التقنين مرتبط بتقليل كبير لسرعة الانقباض.

بهذه الصورة فإن تدريبات التحمل قادرة على زيادة كبيرة في قدرات الطريقة المؤكسدة لتأمين الطاقة ليس للألياف السريعة-أ-بل فقط للألياف السريعة-ب-.



والأكثر من هذا، الألياف السريعة المتدربة على التحمل بقدراتها المؤكسدة قد تفوق مؤشرات الألياف البطيئة التي تميز الإنسان غير المدرب (ايسين وغيره ١٩٧٥، يانسون، كايزر ١٩٧٧). أحجام جهد كبيرة على التحمل قد تؤدي إلى تحول في المقاطع العرضية للعضلات، ومن الطبيعي أن هذه التغيرات تؤدي إلى انخفاض شديد لقدرات العضلات السريعة ويعتقد الخبراء أن استشفاء العضلات السريعة ممكن عملياً لكن صعب وفي الوقت الحاضر من غير المعروف أية وسائل تعتبر أكثر فعالية (نو١ ١٩٩٢). إحدى المشاكل الأساسية لإعادة تحويل أنسجة العضلات سريعة الانقباض إلى بطيئة هي أن الألياف السريعة، بسبب السقف العالي للإثارة، تشارك نادراً جداً وبصعوبة في النشاط العضلي اليومي والتدريبي الخاص والتافسي (دوم وغيره ١٩٨٥).

ومع ذلك، لا يمتن لأي تدريب خاص متعلق بتطوير التحمل أن يحدث في الألياف تغيرات تتميز بها ألياف بطيئة مدربة جيداً وأن الرياضي الذي لديه كميات كبيرة من البطيئة في ظروف مشابهة سيتفوق في المسافات الطويلة على الرياضيين الذين تقل لديهم كمية البطيئة.



تكيف العضلات مع الأحمال البدنية

- توافق نشاط الوحدات الحركية
- تكيف الأنسجة العضمية والضامة
- آلية تكيف الأحمال التدريبية والتنافسية
- تشكل التكيف حسب تخصص الرياضي وجنسه

تكيف العضلات مع الأحمال البدنية

توافق نشاط الوحدات الحركية

الجهد الفعال الموجه لتطوير القدرات الوظيفية للعضلات الذي تمليه متطلبات النشاط التدريبي والتنافسي في مختلف الألعاب الرياضية من الممكن تحقيقه على قاعدة الفهم الدقيق لآليات التنظيم العصبي ونشاطه... تقوية فعالية جهد العضلات مرتبط بتجنيد الحجم اللازم للوحدات الحركية وتقوية تحفيز الألياف العضلية التي كانت تعمل.

في الوقت الحاضر من الممكن اعتبار نظرية التجنيد المتتالي للوحدات الحركية الذي يتوخى إشراك ضروري في جهد العصبونات الحركية الصغيرة، وحدات حركية مناسبة، نظرية مسلم بها (معترف بها) فمع ازدياد شدة الجهد يت تأمينها بإشراك وحدات حركية أكبر حجماً.

هناك فروق كبيرة بين الوحدات الصغيرة والكبيرة على سبيل المثال أكبر وحدة حركية في عضلة ساق الإنسان قادرة على تصعيد الجهد بـ ٢٠٠ مرة أكبر من أصغر الوحدات، ولتقوية جهد العضلات بشكل عام تنشيط الوحدات الحركية الأكبر مما يؤمن تصاعد في القوة أي حسب زيادة القوة العامة يتم تأمينها بكمية أقل من الوحدات بالطبع في أثناء جهود قاسية أو قريبة منها، تُشرك وحدات حركية لا التسلسل وإنما تُنشط في نفس الوقت عملياً. (إيفارتس ١٩٨٤)

تُفيد نتائج الأبحاث بأن العامل المحدد للكمية والأنواع اللازمة لاستخدام الألياف هي مقادير المقاومة الضرورية يُنظم الدماغ نشاط العضلات على مبدأ: ما هي القوة التي على العضلة تطويرها دون النظر إلى سرعة انقباضها، يمكن تفسير ذلك بأن الألياف البطيئة قادرة على تحريك الحلقات البيولوجية بسرعة كبيرة جداً (أكثر من ١٠٠٠ درجة في الثانية) ويكون فقط بشرط وجود ظواهر قوة غير كبيرة (كوستيل وغيره ١٩٨٠، هاوش ١٩٩٤).

بهذه الصورة يتم إشراك الوحدات الحركية بطيئة السرعة أولاً في الجهد - أي أصغر أنواع الوحدات الحركية إذا كانت غير قادرة على تطوير القوة اللازمة يقوم الدماغ بتجنيد الوحدات الحركية سريعة الانقباض على سبيل المثال، في أثناء السباحة البطيئة، القسم



الأكبر من القوة المتحركة تكونها الألياف البطيئة السرعة، مع نمو السرعة والمستوى اللازم لبدء القوة، يتم إشراك الألياف - ب - إلى جانب النوعين الأولين تحريك القدمين على دراجة كهربائية بسرعة عالية ولكن دون أثقال يتم غالباً على حساب الألياف البطيئة، والتحرك مع أثقال كبيرة تُشرك في الجهد كافة أنواع (الثلاثة) من الألياف في أثناء سرعة عالية.

اختلافات مقادير سقف إثارة الألياف العضلية بمختلف أنواعها تُحدد تسلسل إشراكها في النشاط العضلي الفعال، قد تؤمن مظاهر غير كبيرة للقوة بوحدات حركية لديها سقف متدني الإثارة. من أجل رفع إظهار القوة أو الحفاظ على القوة العضلية المطلوبة طويلاً يتطلب إشراك وحدات حركية بسقف (عتبات) إثارة أعلى (توماس وغيره ١٩٨٧، كيرنيل ١٩٩٠). تشهد على تعلق تجنيد مختلف أنواع الألياف العضلية بشدة الجهد، البيانات الخاصة بصرف الجليكوجين العضلي في الألياف العضلية. في أثناء قيادة الدراجة بشدة غير عالية نسبياً (٤٠-٦٠٪) من أقصى استهلاك للأكسجين كانت الألياف البطيئة أكثرها نشاطاً في أثناء جهد بشدة عالية (٩٠٪) فإن الحمل الأساسي تحمله الألياف البطيئة. جرت العادة على اعتبار أن البطيئة والسريعة -أ- تشرك بأعلى درجة في الجهد حين تبلغ شدته ٨٠٪-٨٥٪ من الاستهلاك الأقصى للأكسجين (ساتين، غولنيك ١٩٨٣). يتطلب لتنشيط وأقصى للألياف السريعة -ب- جهد ذو شدة أكبر (هنريكسون ١٩٩٢، دى فيرس، هاوش ١٩٩٤).

لكن هناك استثناءات في المبادئ العامة. في أثناء نشاط عضلي إرادي أو انعكاسي شديد وسريع جداً قد يلاحظ ترتيب عكسي: الوحدات الحركية بسقف إثارة عالي قد تنشط دون تفعيل الوحدات الصغيرة بسقف أثرة متدني (سميث وغيره ١٩٨٩). بالإضافة إلى ذلك قد يلاحظ إخماد طرح وحدات حركية بسقف متدني (ميلا وغيره ١٩٩٠).

قد تعصب من خلية عصبية حركية واحدة بضعة مئات من الألياف العضلية وفي الوقت ذاته. للألياف العضلية عادة نهايات عصبية خلوية خاصة بها ومختلطة أيضاً، لذلك النبض (الدافع) الذي يصل إلى الألياف ويشكل هذه الوحدة الحركية ويغطي أيضاً



الوحدات الحركية القريبة منها والتي قد تبلغ أعدادها في العضلات الكبيرة عدة آلاف (إيفارس ١٩٨٤). قدرة الإنسان على تمييز شدة انقباض العضلات عن طريق إشرارك أقل عدد ضروري من الوحدات الحركية تعتبر أهم استجابات تكيف العضلات وإلى حد كبير تحدد التآزر الفعال داخل العضلات.

الجهد العضلي الطويل في حال التكيف الفعال مرتبط بإشرارك متناوب لمختلف الوحدات الحركية، في أثناء تعب بعضها تنفذ الأخرى وظائفها إذا سمح طابع الجهد بمثل هذا التعويض، وأما عند انخفاض قدرات كافة الوحدات الحركية المشاركة في تنفيذ جهد معين فإن الحفاظ على قدرة العمل مرتبطة بتقوية النبضات العصبية (زيمكين ١٩٨٤) تطور التعب ونفاذ احتياطي الجليكوجين في الألياف البطيئة في أثناء عملية الجهد الطويل بشدة متدنية تتطلب من أجل الاستمرار في التمارين إشرارك فعال للألياف السريعة -أ- وفي قسمه الختامي الألياف السريعة -ب- أيضاً (ويلمور، كوستيل ١٩٩٤).

والمهم أيضاً، للنشاط التدريبي التنافسي في مختلف الألعاب الرياضية، استجابة التكيف المرتبطة برفع قدرات الجهاز العصبي المركزي على تعبئة الوحدات الحركية في العضلات.

في أثناء تنفيذ بأثقال عالية قياسية أو قريبة منها يتسنى إشرارك كمية قياسية من الوحدات الحركية في الجهد، ويعود ذلك قبل كل شيء إلى أنه في أثناء الانقباض الأارادي، فإن ظهور القدرة يتعلق بمكونات الألياف العضلية المشاركة في الجهد وتكرار تنشيط الوحدات الحركية. كلما كانت أكثر كمية الألياف العضلية بمختلف أنواعها مشاركة في الجهد كان أعلى تكرار شحنها وكلما ستكون مؤشرات القوة المتصاعدة أعلى (الوي وغيره ١٩٩٠، موريناي ١٩٩١).

مفعول التكيف الطويل على أحمال بدنية بطابع قوة يظهر في زيادة حادة لكمية الوحدات الحركية المشاركة في الجهد. فلدى الأشخاص غير المتدربين كمية الوحدات التدريبية التي يمكن تعبئتها في أثناء تمارين قوى قصوى عادة لا تتجاوز ٢٥-٣٠٪ أما لدى المتدربين جيداً على محولات القوة فإن نسبة الوحدات الحركية المشاركة في الجهد قد تزيد على ٨٠-٩٠ ويعتمد هذا على قاعدة تكيف الجهاز العصبي المركزي المؤدي إلى زيادة



قدرات المراكز الحركية وتعبئة عدد أكبر من العصبونات الحركية وتحسين التأزر بين العضلات (زيمكين ١٩٨٤).

تحسين التأزر بين العضلات هو التوجه الآخر لتكيف العضلات المرتبط بتحسين نشاط العضلات المتعارضة التي تؤمن تنفيذ حركة العضلات التأزرية المساعدة على تنفيذ حركة العضلات المناهضة أيضاً التي تعيق الحركة، التأزر العقلاي لنشاط هذه المجموعة من العضلات لا يؤمن فقط قوة عالية وسرعة انقباض ودقة تنفيذ الحركة بل وساهم في تقنين الجهد.

تقنين الجهد في ذلك القسم المتعلق بنشاط العضلات المتعارضة مرتبط بمرونة العضلات والحركة في المفاصل المطلوبة على سبيل المثال، مرونة قليلة للعضلات المناهضة تكبح كثيراً حركات التلويح (بسيط اليدين على سبيل المثال) في نهاية الحركة مما يُخفّض مداها والتقنين (غامبيتا ١٩٨٧). تؤدي التدريبات المنتظمة إلى إزالة التوتر الزائد للعضلات المناهضة في أثناء تنفيذ مختلف التمارين وفي نفس الوقت تأمين تأزر فعال لنشاط العضلات التأزرية والمتعارضة لبلوغ الأثر والمفعول النهائي المطلوب.

علاقة فاعلية التأزر - بين العضلات وداخلها مع التقنين الجهد ومستوى المهارة ممكن ملاحظته في الوشرات نشاط عضلات رياضيين من مختلف المؤهلات في أثناء تنفيذ أحمال عادية: لدى رياضيين مؤهلين عالية لوحظ نشاط عضلات كهربائي أقل بكثير بالمقارنة مع رياضيين أقل تأهيلاً. في الوقت ذاته، في أثناء تنفيذ أحمال قياسية تظهر لدى الرياضيين من المستوى العالي نشاطاً أعلى للعضلات المتعارضة والعضلات التأزرية بالمقارنة مع أشخاص لم يمارسوا الرياضة أو رياضيين من مؤهلات متدنية، فيما يخض العضلات المناهضة تظهر علاقة عكسية كلما كان تأهيل الرياضي أعلى كلما كان نشاط العضلات أقل.

نتيجة إعادة بناء شاملة للآليات التكوينية الجسدية والبيوكيميائية والفيزيولوجية المساهمة بفعالية في تأقلم جسم الإنسان مع جهد قوة، قد تزيد من قوة العضلات ب ٢-٤ مرات (زيمكين ١٩٨٤) تكيف الجس مع تدريبات القوة مشروط بالتغيرات في العضلات والجهاز العصبي والأنسجة العظمية. ازدياد القوة مرتبط بتضخم العضلات بزيادة كثافة



العناصر الانقباضية أيضًا داخل الخلية وبتغيرات تناسب الاكتين والميوزين (من عائلة البروتينات - المؤلف) (بينان ١٩٧٠) التبدلات الورفولوجية والوظيفية في النظام العصبي تتلخص بالدرجة الأولى بتغصن العصبونات الشبكية (العصبونات الشبكية في عين الإنسان تستقبل إشارات الرؤية الآتية من مستقبلات الضوء المؤلف) تغير النظام العظمي مرتبط بزيادة تكثف العظام ومرونتها وتضخم التئوات العظيمة في أماكن تثبت الأوتار العضلية هذه التغيرات تظهر بشكل خاص ووضوح لدى ممارسي الألعاب الرياضية المنصفة بالسرعة المصحوبة بالقوة رفع الأثقال، الرماة، عدائي السبريتر، في الوقت ذاته لدى السباحين تلاحظ تغيرات كبيرة للعظام بالمقارنة مع غير الممارسين للرياضة (ويستلين ١٩٧٠).

تزداد القوة نتيجة تدريبات خاصة بـ ١,٥-٢,٥ مرات وأكثر من كتلة العضلة (هولمان، هيتنجر ١٩٨٠) هناك آليتان مستقلتان نسبيًا لزيادة القوة، الآلية الأولى مرتبطة بالتغيرات المورفولوجية في الأنسجة العضلية - هي التضخم وربما فرط تنسج الألياف العضلية، والثانية مرتبطة بتطوير قدرات النظام العصبي على تعبئة كمية أكبر من الوحدات الحركية مما يؤدي إلى زيادة القوة دون زيادة حجم العضلات يحدث التضخم بتتالٍ مستمر في تدريبات القوة وبعملات تفتيت البروتينات وتخليق البروتينات مع تفوق التخليق تظهر تغيرات التنظيم العصبي في تحسن تزامن الوحدات الحركية (ميلز براون وغيره ١٩٧٥) وتبدل تعاقب تعبئتها وارتفاع المستوى الأقصى للتكامل الالكتروميوغرافي (الالكتروميوغرافي هي براون وغيره ١٩٧٥) وتبدل تعاقب تعبئتها وارتفاع المستوى الأقصى للتكامل الالكتروميوغرافي (الالكتروميوغرافي هي طريقة تستخدم لتسجيل التيارات الناتجة عن العضلات الجهود التي تظهر على مستوى العضلات يمكن الكشف عنها بواسطة الاقطاب السطحية أو داخل العضلات المؤلف) هذه الاستجابات العصبية للتكيف بالذات تؤمن زيادة ملموسة للقوة القصوى في أثناء زيادة غير كبيرة في الكتلة العضلية (سالي ١٩٩٢).

يجب الأخذ في الحسبان أن مختلف أنواع الألياف العضلية لها سقوف مختلفة للإثارة سقف الأثارة الأدنى هو ١٠-١٥ جيجاهرتز - موجود في اللياف البطيئة ويؤمن جهد على مستوى ٢٠-٢٥٪ من القوة الساكنة القصوى زيادة ٦٠٪ من القوة الساكنة القصوى



تُشارك في الجهد الألياف السريعة ومرتبطة بالتردد ٢٠-٤٥ جيجا هرتز، أما ظواهر القوة القياسية بحاجة إلى إشراك في الجهد الكتلة العضلية كلها وتتطلب تردد ٤٥-٦٠ جيجا هرتز - يتعلق سقف الإثارة بحجم الوحدات الحركية أيضاً: كلما قلت الوحدات الحركية كان سقف إثارتها أدنى (غرين وغيره ١٩٨٣)، ولذلك بالذات فإن التمارين مع الأثقال والتي تشكل ٢٠-٣٠٪ من مستوى القوة القصوى لا تساعد فقط على تطوير هذه الصفة، بل لا تسمح للرياضيين من مستويات مهارات القوة العالية في الحفاظ على المستوى الذي حققوه سابقاً. السقف المخرج للإثارة الذي يؤمن رفع القوة القصوى للأشخاص غير المتدربين تتراوح في نطاق ٥٠-٧٠٪ من القدرات الممكنة في تمارين مماثلة من الطبيعي جداً أن يرتفع بشكل ملموس السقف المخرج لدى الرياضيين من مستويات عالية.

مقدار وشكل القوة المطورة متعلق بتناسب وحجم الألياف السريعة والبطيئة في العضلات. الألياف السريعة تؤمن مستوى قوة سريعة، البطيئة تؤمن قوة سكونية. إذا كانت التناسب بين كمية الألياف السريعة والبطيئة مغروس والبطيئة مغروس جينيا وتعرض لتأثير ضعيف للتدريبات فإن تبدل حجم هذه أو تلك من الألياف ممكن تأمينه بسهولة بتدريبات ذات توجه مناسب (كوستيل وغيره ١٩٧٦).

التضخم الانقائي للألياف العضلية من مختلف الأنواع يؤدي إلى نمو وأشكال القوة المناسبة: تضخم البطيئة يؤدي قبل كل شيء إلى نمو القوة السكونية والألياف البطيئة إلى نمو القوة الانفجارية أو السرعة (كوستيل وغيره ١٩٨٠، كاونسيلمان ١٩٨٠).

يحدد تضخم مختلف أشكال الألياف العضلية بمنهج التدريب، الألياف العضلية السريعة تتضخم قبل كل شيء تحت تأثير تمارين تتطلب إظهار القوة السريعة. في أثناء الجهد السكوني فإن تضخمها يحدث فقط في حالة توجهات قصوى ممكنة بشدتها وطولها، خضعت لفحوصات مجهرية عضلات رياضي كمال الأجسام الذين استخدموا في التدريبات أثقالاً صغيرة مع الكثير من التكرار وسرعة حركة غير كبيرة. اكتشف أن الألياف البطيئة تضخمت في الوقت الذي لم يتغير حجم السريعة، وبالعكس، استخدام أثقال كبيرة مع تكرار قليل وسرعة عالية للحركات يؤدي إلى تضخم انتقائي للألياف



السريعة وأما حجم البطيئة فيبقى دون تغيرات ملموسة (كاوسيلمان ١٩٨٠، تيش ١٩٩٢).

تكيف العضلات الطويل في أثناء حمولات قوة قياسية أو قريب من قياسية، المؤدية إلى نمو القوة مرتبط بتضخم كبير للعضلات وخاصة الألياف السريعة مما يؤدي إلى زيادة واضحة في مساحتها في المقطع العرضي للأنسجة العضلية (تيش، كارلسون ١٩٨٤)، في أثناء هذه الأحوال، لا تلاحظ تغيرات ملموسة للتنوعية الدموية في العضلات ولا تتغير قوة أنظمة المتقدرات في العضلات. ويحدث في الوقت ذاته إعادة بناء أيض الطاقة (تمثيل غذائي لها) للألياف العضلية باتجاه زيادة قوة نظام إعادة تخليق تحلل السكر (هولمن وهيتنجر ١٩٨٠).

تساعد مختلف التمارين على تضخم الألياف السريعة: استخدام أثقال إضافية أو منفذة باستخدام أجهزة خاصة وتأثيرات هادفة في أثناء المصارعة والضربات (مضرب)، والاستخدام مرة أخرى للقدم والرميات في كرة اليد والماء ورمي المطرقة والكلّة والعدو السريع وبداية انطلاق السباحة.

من المهم الأخذ في الحسبان أن القوة المتسبة بمساعدة تمارين بسرعات حركية عالية (١٠٠٠ درجة) له تحول إلى سرعة أقل (كاونسيلمان ١٩٨٠) في الوقت الذي لا تملك فيه القوة المتطورة باستخدام تمارين بسرعة منخفضة تحول إلى نشاط حركي منفذ بسرعة عالية (بيس، ويلمور ١٩٧٦، بلانونوف، بولاتوفا ١٩٩٥). في الوقت ذاته، في أثناء تدريبات بحركات سريعة عالية يلاحظ انخفاض كبير بالأنسجة الدهنية بالمقارنة مع تدريبات بسرعات متدنية (فلاك ١٩٨٠).

واكتشف في أبحاث خاصة أن نمو صفات القوة خلال الأيام الأولى من التدريب مرتبط بتحسين التآزر - بين العضلات وداخلها- مما يستدعى إشراك كمية كبيرة من الوحدات الحركية في الجهد وأمثلة جهد العضلات التآزرية وإزالة تعصيب العضلات المناهضة، وهنا ومن بين العضلات التآزرية التي تحمل الحمل الأساسي هي تلك العضلات القادرة على تأمين تنفيذ الحركة المطلوبة بفعالية أكبر مع الأخذ في الحسبان توجه الحركة (كوزنيتسوف ١٩٧٠).



تكيف الأنسجة العظمية والضامة

تحدث أحمال الرياضة المعاصرة، إعادة بناء تكيفي كبير للأنسجة الضامة الليفية والظمية، الأبحاث المعمقة لإعادة البناء التكيفي للنسيج الضام تحت تأثير عوامل مختلفة بدأت تجري في الأعوام العشرة الأخيرة للاعتقاد بأن الأنسجة العظمية وخاصة الضامة الليفية غير قابلة للتكيف، لكن في الوقت الحاضر أثبت بأن العظام والأوتار والأربطة حساسة جداً أمام حمولات آلية (ميكانيكية) وتستجيب لها بتغيرات وظيفية بنوية مناسبة.

تميز في بنية النسيج العضلي مكونات سائلة وعضوية ومعدنية. المعدنية (بلورات، كالسيوم الهيدرواباتيت (الهيدرواباتيت هو فوسفات كالسيوم طبيعي يستخدم كمصدر للفوسفور وحمض الفوسفوريك) وتبلغ حوالي ٥٠٪ من حجم العظم العام ويؤمن صلبته، العضوية وتبلغ ٤٠٪ من حجم العظم (أغلبها كولاجين حوالي ٩٠٪) (كولاجين أي صمغ بالاغريقية هو البروتين الرئيسي في الأنسجة الضامة في العضلات والجلد والأربطة والغضاريف والعظام والأنسجة - المؤلف) وتؤمن مرونتها. الباقي ١٠٪ تكون من القنوات الوعائية والحيز الخليوي.

المحتوى المعدني يميز العظم عن الأنسجة الضامة الآخر وخاصة الأربطة والأوتار التي تعتبر أنسجة ليفية مكثفة مؤلفة بشكل أساسي من الكولاجين: الوتر - هو شريط كولاجيني أبيض يربط العضلات بالعظام وتقل خلاله قوة الانقباض العضلي إلى النظام العضلي. ومهم قدرة الروابط على تأمين إظهار قوة إضافية على حساب صفاتها المرونية التي تظهر في حالات الشد العضلي التمهيدي القياسي أو القريب منه (ستاون ١٩٩١) يجري ربط الوتر مع العظم عن طريق الانتقال التدريجي من الوتر إلى الغضروف المليف ومن ثم إلى الغضروف المعدن والعظم الألياف الكولاجينية للوتر قد تختلط أيضاً بشكل مباشر مع الألياف الكولاجينية لغشاء العظم. يتم دمج الوتر إلى العضلات عن طريق التشبيك وهو مكب معقد ذو عدة طبقات تشكل من خيوط الاكتين للسااركومير (القسم العضلي) (ويوجد في الليفة العضلية للعضلات الهيكلية المخططة والعضلات القلبية) والألياف الكولاجينية للوتر (أوفالية ١٩٨٧) ومثير للاهتمام أن الألياف البطيئة لها سطح تشابكي كبير جداً بالمقارنة مع الألياف السريعة (تيديال، وانيل ١٩٨٦).



الروابط التي هي حزمة الياف كولاجينية وتربط العظام القريبة وقد تكون خارجية وداخلية بالنسبة إلى الكبسولة المفصليّة.

في الوقت الحاضر لا يمكن الحديث بثقة عن الآليات المحددة لقدرات النظام والأنسجة المليفة الضامة لإعادة البناء تحت تأثير العوامل الخارجية والداخلية. لكن توفر مثل هذه الآليات ونتائجها على شكل تغيرات ملموسة في هيكليّة ووظائف العظام والروابط والأوتار لا شك فيها.

تكيف الأنسجة الضامة العظمية والليمفاوية قد يُحددها مختلف العوامل: غذائية وهرمونية ووظيفية على سبيل المثال المعادن والفتيامينات تساعد على ترسيب المعادن في العظام وترفع من كثافتها (ستاون ١٩٩١) التأثير الكبير على مكونات الأنسجة الضامة تُحدثها المنشطات (وود وغيره ١٩٨٨) لكن التأثير الرئيسي على تكيف الأنسجة العظمية والليمفاوية تحدثها الحملات البدنية ذات طابع وتوجه معين.

تعتبر الأحمال البدنية العامل الأساسي المحدد لزيادة الكتلة العظمية لدى الناس. درجة تكيف النسيج العظمي تتواجد بشكل طبيعي في نطاقات محددة جينيا ومتعلقة مباشرة بمقادير الحملات (لانيون ١٩٨٧) من مكونات الأحمال المساعدة على زيادة كثافة المعادن في العظام هي بشكل أساسي مقادير الأثقال. على سبيل المثال، أثبت عن طريق التجارب (كونري، وغيره ١٩٩٦) بأن تكيف الكتلة العظمية للرباعين الناشئين بنسبة ٣٠-٣٥٪ (حسب المقطع التشريحي وخصائص الرياضي الفردية) مرتبط بالقوة المطورة في أثناء تنفيذ التمارين، الحصة الباقية يمكن تفسيرها بعوامل عديدة ابتداءً من الخصائص الجينية وانتهاءً بعدم قدرة تمارين القوة المتبعة بالتأثير الفعال على أقسام معينة من العظام.

عُثر على فروق في المكون المعدني وكثافة وكتلة عظام الأطراف المهيمنة بالمقارنة مع غير المهيمنة (مونتيه وغيره ١٩٨٠) ويظهر ذلك في أن عظام الأطراف المهيمنة لها كتلة كبيرة وكثيفة المعادن (ويلياميس وغيره ١٩٨٤).

عموماً، تجب الإشارة إلى أن ارتفاع مستوى كثافة الأعضاء يلاحظ في تلك المقاطع من الهيكل العظمي التي تتعرض لتأثير ميكانيكي أكبر شدة.



إن كثافة العظام تُحدد إلى حد كبير بمؤهل الرياضيين وخاصة النشاط التدريبي والتنافسي في مختلف الألعاب الرياضية ويلاحظ لدى الرياضيين ذوي المستوى العالي ارتفاع تكثيف العظام بالمقارنة مع متوسطي التأهيل وخاصة الأشخاص الذين لم يمارسوا الرياضة، رياضيي القوة المصحوبة بالسرعة، المصارعة الحرة والرومانية لهم مؤشرات أعلى مؤكدة لكثافة العظام بالمقارنة مع رياضيين مختصين برياضات دورية وألعاب جماعية وتأزيرية معقدة.

يؤدي حجم جهد كبير على التحمل إلى انخفاض تكثيف العظام (ميشيل وغيره ١٩٨٩) ويلاحظ تكثيف متدنٍ خاصة لدى السباحين لمسافات طويلة وليس ذلك فقط حجم جهد كبير ذي طابع هوائي وخاصة انتقاء السباحين القادرين على تحقيق نتائج عالية على مسافات طويلة، بل لخاصية الوسط المائي الذي يُخفف بحدّة الحمولات على الجهاز الحركي.

ليس كل حمل يؤدي إلى بناء تكييفي للأنسجة العظمية والليمفاوية الضامة أحمال زائدة بمقدارها ومدتها قد تُحدث تشويهاً وظيفياً كبيراً جداً، قد يؤدي إلى إصابات تحدث نتيجة إرهاق لمرة واحدة أو بسبب تعب متطور (كارتر، كاليري ١٩٨٥) في أثناء حمولات غير كبيرة فإن التشويه الوظيفي غير كاف لتطور استجابات العظام التكيفية والأوتار والأربطة، ومن المهم أيضاً أن الأنسجة العظمية والليمفاوية الضامة تبدي لا حساسية لحمولات ساكنة التي تعتبر لا فائدة منها لرفع قدراتها الوظيفية (روبين، لانيون، زيرنيك، لويتس ١٩٩١) ومع ذلك يجب الأخذ في الحسبان أن مقدار الأثقال في أثناء تنفيذ مختلف التمارين وشدة جهد العضلات تعتبر من العوامل التي تؤمن توفر حافز كاف لتكيف العظام والروابط والأوتار، عند وجود مثيرات قوة فعالة فإن تبدلات الأقلمة للكتلة العظمية لا تزال تتطور ببطء أكثر مما هو عليه في العضلات الهيكلية، مع هذا فإن تدريبات قوة شديدة لعدة سنوات، التي تميز على سبيل المثال، إعداد الرباعين قادرة على إحداث تغيرات كبيرة في الأنسجة العظمية (ستاون ١٩٩٢).



تُبت أن لدى الناشئين المؤهلين في رفع الأثقال (أعمارهم وسطيًا ١٧ سنة) تكشف معادن العظام تفوق بكثير ليس فقط مؤشرات المختبرين من نفس السن وعظام غير ناضجة، بل ومؤشرات رجال كبار السن بكتلة عظام ناضجة جدول ١٤

(الجدول ١٤ مؤشرات كثافة المعادن في العمود الفقري القطني وعظام الورك (الفخذ). (كونروي وغيره١٩٩٦).

المقطع التشريحي	كثافة معادن العظم، جرام/سم ^٢		نسبة بالمائة بالمقارنة مع مؤشرات شخص متوسط العمر	نسبة بالمائة بالمقارنة مع مؤشرات المختبرين
	رياضيون	مختبرون		
العمود الفقري القطني	-١,٤١ ٠,٢٠+	-١,٠٦ ٠,٢١+	١١٣	١٣٣
مفصل عظمة الفخذ	-١,٣٠ ٠,١٥+	-١,٠٥ ٠,١٢+	١٣١	١٢٤
المدور الكبير لخط عظم الفخذ الحشن	-١,٠٥ ٠,١٣+	-٠,٨٩ ٠,١٢+	—	١١٨
مثلث العجز	-١,٢٦ ٠,٢٠+	-٠,٩٩ ٠,١٦+	—	١٢٧

مؤشرات: تتطابق مع بيانات المختبرين** تتطابق مع بيانات رجال بأعمار متوسطة

واكتشف أيضاً العلاقة المتبادلة الوثيقة بين قدرات قوة عضلات الورك والظهر والأطراف السفلية التي تنشأ قوة وكثافة المعادن في الجزء المركزي لعظام الورك والعمود الفقري القطني، وما يثير الاهتمام أن كتلة الجسم الصافية للرباعين الناشئين تُظهر علاقة وثيقة بكثافة معادن العظام (الجدول ١٥).



(الجدول ١٥ درجة العلاقة المتبادلة بين كثافة معادن العظم في مختلف المقاطع والمتغيرات
لدى الرباعين الناشئين (كونروي وغيره ١٩٩٦)

المتغيرات	كتلة الجسم	الكتلة الصافية للجسم	ارتكاز قرفصة	خطف	نتر	المجموع
العمود الفقري القطني	٠,٥٤	٠,٥٧	٠,٦٤	٠,٧٣	٠,٧٢	٠,٧٥
مفصل عظمة الفخذ	٠,٤٥	٠,٤٨	٠,٥٥	٠,٦٣	٠,٦٣	
المدور الكبير لخط عظم الفخذ الخشن	٠,٤٧	٠,٤٧	٠,٥٦	٠,٦٧	٠,٦٥	٠,٦٤
مثلث العجز	٠,٢٧	٠,٢٩	٠,٣٩	٠,٥٨	٠,٥٠	٠,٥٤

ويعتبر هذا إثباتاً غير مباشر للتعلق الشديد لإعادة البناء التكييفي للعظام بكتلة وقوة العضلات لأن هذه الصفات هي التي تحدد الكتلة العضلية على العظام عن طريق القوة التي تحدثها العضلات المنقبضة.

واكتشف أن أحمال القوة في سن الطفولة والمراهقة تُحدث تأثيراً كبيراً على كثافة العظام في سن النضوج (ماك كولاه وغيره ١٩٩٠) العظام الشابة حساسة أيضاً تجاه حمولات خارجية وتستجيب لها بزيادة شديدة لكثافة المعادن (لانيون ١٩٨٧) مما يدفع إلى اقتراح استخدام تمارين قوة بهدف تكيف الكتلة العظمية في سن المراهقة (كونروي وغيره ١٩٩٦).

لكن يجب أن نتذكر أن حجماً كبيراً لجهد قوة شديد قادر على إيقاف نمو عظام طويلة وتؤثر سلباً على آفاق الرياضيين الناشئين المستقبلية في أغلب الألعاب الرياضية (ماتسودا وغيره ١٩٨٦) وتؤثر سلباً على الصفات الديناميكية للعظام وأيضاً الأوتار والروابط (كارتر ١٩٨٤).



تكيف الأوتار والروابط مع حمولات بدنية يشمل كمية كبيرة لمختلف التغيرات ذات الطابع التكويني الجسدي والبيوكيميائي. جهد طويل على التحمل يساعد على تكثيف إعادة إنشاء الكولاجين في الأوتار (ستاون ١٩٩٢).

إن تدريبات القوة مع أثقال كبيرة تساعد على زيادة محتوى الكولاجين في الروابط ومحتواه العام في غشاء الأنسجة الضامة للعضلات التي تُحدد كثيراً قوة التقلص العضلي كونها هيكل لنقل القوة العضلية إلى الأوتار والروابط (فليك، فالكيل ١٩٨٦).

والنتيجة الهامة لاستخدام تمارين قوة هي أيضاً زيادة قوة التوتر في الأوتار وفي العناصر الانتقالية "عظام - أوتار"، "عظام - روابط" عضلات - أوتار" (ستاون ١٩٩٢) تمارين القوة المنفذة بمدى أقصى ومساعد على تطوير متزامن لصفات القوة والمرونة تعتبر فعالة لزيادة طول وتمدد الأوتار وتراكم وزيادة القوة على حساب استخدام الصفات المرنة للأوتار والنسيج الضام لغشاء العضلات.

آلية تكيف الأحمال التدريبية والتنافسية:

الجزيات الفعال لعمليات الأكلمة في جسم الرياضي وفق متطلبات لعبة رياضية معينة ممكن في حال إذا سمح تنظيم عملية التدريب، بتعقيد واضح لبرامج التدريب في كل مرحلة لاحقة للإعداد طويل الأمد وفي كل عام قادم أو دورة تدريبية كبرى، فهناك توجهات أساسية لتصعيب عملية الإعداد:

- ١-زيادة مجموع حجم الجهد التدريب والتنافسي المنفذ خلال العام أو الدورة الكبرى.
- ٢-زيادة شدة العملية التدريبية.
- ٣-تبدیل توجه عملية التدريب وزيادة حصة وسائل المؤثرات الخصوصية في الحجم العام للجهد التدريبي.
- ٤-استخدام عوامل خارج التدريب وخارج المنافسات تزيد من المتطلبات على جسم الرياضي.



تطبق إمكانيات التوجه الأول المشار إليه عن طريق زيادة الصفات الكمية العديدة لعملية التدريب: حجم الجهد المنفذ (بالساعات والكيلومترات) أيام الوحدات التدريبية والمسابقات والكمية العامة للوحدات التدريبية وعدد المشاركات التنافسية وغيرها.

التوجه الثاني يدعو إلى نمو حصة الجهد الشديد بحجمه العام وتغير تناسب الحمولات التدريبية والتنافسية باتجاه زيادة حصة الأخيرة وزيادة عدد الوحدات التدريبية السريعة (بأحجام حمولات كبيرة) ودورات قصيرة ومتوسطة وزيادة التوتر النفسي في العملية التدريبية وإنشاء جو تنافسي والمنافسة القاسية في كل وحدة وغيرها.

التوجه الثالث مرتبط بتغيرات توجه العملية التدريبية وفق قابلية جسم الرياضي على تطوير صفات بدنية معينة وتحسين قدرات مختلف الأعضاء والأنظمة في سن معينة وأيضاً نظراً لاستنفاد القدرات التكيفية المغروسة جينياً فيما يخص تطوير بعض الصفات والمهارات.

توجد في إطار هذا التوجه أيضاً زيادة في حصة وسائل التأثير الخصوصية من مرحلة إلى أخرى للإعداد طويل الأمد، من الحجم العام للجهد التدريبي عن طريق زيادة حجم التدريبات التحضيرية والتنافسية وازدياد حجم جهد موجه لتحسين مجموعة صفات تؤمن مستوى المنجزات الرياضية.

الأساس الموضوعي لتطبيق هذا التوجه هو القانون الذي نقل وفقه (مع نمو المهارات الرياضية) العلاقة بين مستوى الإنجاز الرياضي وقدرات جسم الرياضي الوظيفية غير الخصوصية للنشاط التنافسي في لعبة رياضية معينة في الوقت ذاته هذه العلاقة تزداد بالنسبة للقدرات الخاصة.

إمكانيات التوجه الرابع تطبق عن طريق خلق ظروف لتعبئة تامة للاحتياطات للجسم في أثناء عملية التدريب كعامل تحفيز للعمليات التكيفية، وتستخدم لهذا الغرض مختلف الأجهزة مع نظام إجباري لتعبئة قدرات أنظمة الجسم العضلية وغيرها والتدريب في ظروف المرتفعات المتوسطة والعالية وغيرها..



وتيرة نمو مهارات الرياضي والمستوى الأقصى لإنجازاتهم وطول مشاركتهم على مستوى عالٍ متعلق إلى حد أقصى بكيفية استخدام إمكانيات التوجهات المذكورة على مختلف مراحل إعداد طويل الأمد.

تعتقد إلى حد كبير برمجة الحمولات التدريبية والتنافسية في أثناء عملية التدريب طويل بسبب ضرورة الأخذ بالحسبان قابلية الرياضي القطرية لتشكيل مختلف جوانب المهارات الرياضية، لكن في غيرها من الحالات، فإن استخدام أقصى لطرق تصعيب العملية التدريبية في العمل مع رياضيين ناشئين لم يبلغوا بعد المنطقة العمرية المثالية لتحقيق أعلى النتائج يؤدي إلى فقدان كبير جدا للمواهب الرياضية.

تسريع العمليات التكيفية للناشئين باتباع أبعاد قصوى للحمولات التدريبية والتنافسية كما هو لدى رياضيين كبار السن نتائجهم مرموقة، يقطع الطريق أمام نمو المهارات الرياضية وتفتح كامل للقدرات الفردية، نجد هنا أسباباً عديدة: قبل كل شيء ازدياد شديد من خطر فرط التكيف وفرط توتر أنظمة الجسم الوظيفية الأساسية المؤدية إلى تغيرات ما قبل مرضية أو مرضية في مختلف الأعضاء والأنسجة (ديمبو ١٩٧٤، دوشانين ١٩٧٨، استراند ١٩٩٢، كوستيل وويلمور ١٩٩٤) وما لا يقل أهمية هو أن الموارد التكيفية لجسم الرياضي مغروسة جينيا وحتى أكثر الرياضيين موهبة قادرون على تحمل حمولات تدريبية وتنافسية متناهية والاستجابة لهذه الحمولات عن طريق إعادة بناء هيكلية ووظيفية مناسبة في الأعضاء والأنسجة، لمدة لا تزيد عن أكثر من ٢-٤ سنوات استخدام أكثر الحوافز التدريبية قوة في تدريبات الناشئين يؤدي إلى تكيف سريع ومعها استنفاد قدرات الجسم النامي التكيفية، من بين الأسباب التي تؤثر بشدة على مستقل الرياضيين الناشئين الذين تحملوا حمولات عالية في سن المراهقة، ارتفاع عدد الإصابات في الجهاز الحركي الذي لم ينم بشكل كافٍ وإخفاقات نفسية عصبية تعرضوا لها في مرحلة البلوغ الجنسي حتى من دون حمولات ضخمة (كولتشينسكايا ١٩٧٣، ساخنوفسكي ١٩٨٦).

لتشكل تكيف طويل فعال عن طريق برمجة عقلانية لتوجهات الحمولات التدريبية في مراحل الإعداد طويل الأمد كافة لتلبية المتطلبات الخصوصية للنشاط التنافسي الفعال



أهمية كبرى. إذا كان توجه عملية التدريب في المراحل الأساسية للإعداد طويل الأمد (المرحلة القاعدية التمهيدية والأساسية الخاصة) يُبنى دون الأخذ في الحسبان المتطلبات التي يفرضها النشاط التنافسي الفعال على مختلف الجسم الوظيفية، فإن هذا يصبح عائقاً أمام تحقيق مهارات رياضية عالية.

والدليل على ذلك، تلك الأفكار المعروفة الداعية إلى ضرورة تنفيذ أحجام جهد كبيرة بتوجه هوائي يُحفز تكيف أنظمة نقل الأكسجين وأنظمة استهلاك الأكسجين في السنوات الأولى من الإعداد طويل الأمد.

كشفت خبرة السنوات الأخيرة أنه إذا كانت القدرات الهوائية تحد من مستوى الإنجازات الرياضية في اللعبة الرياضية المطلوبة فإن هذا التوجه للحمولات في المراحل المبكرة للتطوير طويل الأمد يمكن تبريره، لأنه ينشئ القاعدة اللازمة للإعداد الخاص باللاحق.. وإذا لم يحد من ذلك (على سبيل المثال في رياضات السرعة المصحوبة بالقوة والمسافات القصيرة في الألعاب الدورية) فإن الجهد الكبير بتوجه هوائي، قادرة على تكيف غير طبيعي للجسم أوله الجهاز العصبي العضلي يُضيق إلى حد كبير من قدرات نمو المهارات الرياضية (فايتسوخوفسكي ١٩٨٥).

حمولات رياضي المستويات العالية وهم في مرحلة التحقيق الأقصى للقدرات الفردية الذين يستعدون لبلوغ النتائج العالية، تكون فقط عالية (الجدول) حين تأخذ بهذه المعطيات كتوجه عام، يجب الإشارة إلى أن الكثير من الرياضيين المعاصرين المرموقين حققوا انتصارات في بطولة العالم والأولمبياد بحمولات أقل بكثير، وسبب ذلك، عادة في استخدام عقلائي للقدرات الفردية وتقليص كبير لحجم الجهد في الاتجاه الذي لم يعد يؤدي إلى نمو ملحوظ للقدرات الوظيفية ولكن قد تكون سببا في فرط تكيف أنظمة الجسم الوظيفية. إن الكثير من الرياضيين المرموقين الذين يتميزون بمستوي عالٍ من الإنتاجية الهوائية توصلوا بفضل بنية الأنسجة العضلية إلى مقادير قصوى ممكنة لاستهلاك أقصى للأكسجين وأصبحوا ينفذون منذ السنوات الأولى للإعداد للإنجازات العالية أحجام جهد أقل ب ١,٥-٢ مرات مما ورد في الجدول رقم ١٦ فهم يركزون



بشكل أساسي في التمرينات على مكونات المهارات الآخرة - كإعداد السرعة المصحوبة بالقوة وتحسين التكنيك والتكتيك وغيرها..

(الجدول ١٦ - المقادير القصوى لجهد تدريبي لرياضي من مستوى عالي (رجال) في فترة التحقيق الأقصى للقدرات الفردية).

اللعبة الرياضية	الخيارات	أحمال تدريبية	
		خلال دورة قصيرة من أسبوع	خلال عام واحد
عدو (مسافات متوسطة)	زمن الجهد/ ساعة	٢٥-٣٠	١١٠٠-١٢٠٠
	حجم الجهد/ كم	٣٠٠-٣٤٠	٦٥٠٠-٧٥٠٠
	عدد أيام التدريب	٦-٧	٣٢٠-٣٤٠
	عدد الوحدات التدريبية	١٢-١٥	٥٠٠-٥٥٠
عدو (مسافات طويلة)	زمن الجهد/ ساعة	٣٠-٣٥	١٢٠٠-١٣٠٠
	حجم الجهد/ كم	٣٦٠-٤٢٠	٨٥٠٠-٩٥٠٠
	عدد أيام التدريب	٦-٧	٣٢٠-٣٤٠
	عدد الوحدات التدريبية	١٢-١٨	٥٥٠-٦٠٠
سباحة	زمن الجهد/ ساعة	٣٠-٣٥	١٣٠٠-١٤٠٠
	حجم الجهد/ كم	١١٠-١٢٠	٣٢٠٠-٣٦٠٠
	عدد أيام التدريب	٧	٣٠٠-٣٢٠
	عدد الوحدات التدريبية	١٥-٢٠	٥٥٠-٦٠٠
تجديف قوارب و كانوي	زمن الجهد/ ساعة	٣٠-٣٥	١١٠٠-١٢٠٠
	حجم الجهد/ كم	٢٢٠-٢٥٠	٥٥٠٠-٦٠٠
	عدد أيام التدريب	٧-٦	٢٩٠-٣١٠
	عدد الوحدات التدريبية	١٢-١٨	٥٠٠-٥٥٠
تجديف أكاديمي	زمن الجهد/ ساعة	٣٠-٣٥	١٢٠٠-١٣٠٠
	حجم الجهد/ كم	٣٠٠-٣٥٠	٩٠٠٠-١٠٠٠٠



أحمال تدريبية		الخيارات	اللعبة الرياضية
خلال عام واحد	خلال دورة قصيرة من أسبوع		
٣٠٠-٣٢٠	٧	عدد أيام التدريب	
٥٥٠-٦٠٠	١٥-٢٠	عدد الوحدات التدريبية	
١٣٠٠-١٤٠٠	٣٠-٤٠	زمن الجهد/ ساعة	دراجات (تريك)
٢٠٠٠-٢٥٠٠	٨٠٠-٩٠٠	حجم الجهد/ كم	
٣١٠-٣٣٠	٦-٧	عدد أيام التدريب	
٥٥٠-٦٠٠	١٢-١٨	عدد الوحدات التدريبية	
١٣٠٠-١٤٠٠	٣٠-٤٠	زمن الجهد/ ساعة	دراجات (طرق)
٤٠٠٠-٤٥٠٠	١٣٠٠-١٥٠٠	حجم الجهد/ كم	
٣٢٠-٣٤٠	٦-٧	عدد أيام التدريب	
٥٠٠-٥٥٠	١٢-١٨	عدد الوحدات التدريبية	
١٢٠٠-١٣٠٠	٣٠-٤٠	زمن الجهد/ ساعة	رياضة التزحلق
١١٠٠٠-١٢٠٠٠	٤٠٠-٤٥٠	حجم الجهد/ كم	
٣٠٠-٣٢٠	٦-٧	عدد أيام التدريب	
٥٠٠-٥٥٠	١٢-١٥	عدد الوحدات التدريبية	
١٢٠٠-١٣٠٠	١٢	زمن الجهد/ ساعة	رياضة التزلج السريع
٨٠٠٠-٩٠٠٠	٢٨٠-٣٢٠	حجم الجهد/ كم	
٣٠٠-٣٢٠	٦-٧	عدد أيام التدريب	
٥٠٠-٥٥٠	١٢-١٥	عدد الوحدات التدريبية	

مع ذلك، يعتبر استخدام مقادير حمولات تدريبية حمولات تدريبية وتنافسية قصوى ممكنة بشكل فردي، تتسم به الرياضة المعاصرة، في أثناء عملية الإعداد طويل الأمد، أخذ



أهم مبادئ التدريب الرياضي، إذا يؤمن تشكل فعال لتكيف طويل فهناك في الوقت الحاضر، منهجان لهذه المسألة يكملان بعضهما البعض عضويا والذين يستخدمان عمليا وفق تأهيل وتدريب الرياضيين في فترة الإعداد طويل الأمد ومرحلة الدورة التدريبية الكبرى.

المنهج الأول ويتلخص في زيادة منتظمة في حجم وشدة المؤثرات مما يؤدي إلى زيادة تدريجية للتأثير على الجسم رياضي وتشكل منتظم لتكيف طويل مع عوامل التأثير.

المنهج الثاني ويرتبط بزيادة حادة في مرحلة التحقيق الأقصى للقدرات الفردية وزيادة شدة الحمولات وتكلفتها العالي خلال الزمن المطلوب، هذا المنهج مرتبط بتعبئة عميقة لاحتياجات جسم الرياضي الوظيفية، لكنه ينشئ ظرفا لتشكيل عمليات التكيف على طفرات في الجسم ويستخدم هذا المنهج في الإعداد طويل الأمد بشكل واسع من قبل رياضيين في ألعاب رياضية مرتبطة بإظهار التحمل، عندئذ تزداد خلال سنوات عدة الحمولات بانتظام، إما في أثناء بلوغ الرياضي المنطقة العمرية لإظهار أعلى النتائج وتوفر المستوى الضروري من التدريب الأساسي، فتُبرمج زيادة على طفرات (٢-٥، ٢ مرات) للحمولات التدريبية والتنافسية (فايتسخورفسكي ١٩٩٣).

أصبحت تستخدم مثل هذه الآلية لأول مرة في النصف الثاني من السبعينات في أثناء إعداد بعض السباحين (أغلبهم سيدات) في منتخبات الاتحاد السوفيتي وألمانيا الديمقراطية، أودت التجارب الأولى لتحقيق هذا المنهج إلى نتائج مرموقة لعدد من الرياضيين بالإمكان شرح ذلك في أمثلة استخدمت بشكل فعال آلية الحمولات على طفرات في أثناء بلوغ المنطقة العمرية المثلى الرياضية.

لوحظت في السنوات اللاحقة مثل هذه الآلية والنتائج لدى العديد من السباحين المرموقين من دول عديدة على سبيل المثال، السباح البرازيلي "برادو" رفع في سن ١٦، من حجم السباحة خلال عام من ٢١١٠ ولغاية ٣٢٧٢ كم مع تحسين موازي للنتائج في سباق ٤٠٠م تتابع، من ٤ دقائق ٣١، ٨ ثانية إلى ٢٢، ٦٤ ث و استخدمت هذه الآلية من الحمولات على طفرات في تدريباتهم أيضًا وبنجاح من قبل السباح الأمريكي الشهير "نال" واللاوسترالي "بيركينز".



(الجدول ١٧ آلية الحملات في إعداد طويل الأمد لصاحب الأرقام القياسية لمسافة ٢٠٠ م
صدر "أ" نال "أمريكا)

الأعوام				المؤشرات
١٩٩٢	١٩٩١	١٩٩٠	١٩٨٩	
٢٢٠٠	٢٠١٠	١٨٦٠	١٠٥٠	حجم السباحة/ كم
٢٥٠	١٤٠	١٣٥	١١٠	حجم الجهد/ يابسة/ ساعة
٨٨٠	٨٤٠	٨٢٠	٥٥٠	حجم الجهد/ بالماء/ ساعة
٨٥	٦٠	٥٠	٤٢	عدد المشاركات التنافسية
٢,٢٥,٦٢	٢,٢٧,٠٨	٢,٣٠,٥٣	٢,٣٩,٥١	النتائج لمسافة ٢٠٠ م

(الجدول ١٨ آلية الحملات في إعداد طويل الأمد لصاحب الأرقام القياسية لمسافة ٤٠٠ م
و ٨٠٠ م و ١٥٠٠ م سباحة حرة بيركينز "أستراليا)

الأعوام					المؤشرات
١٩٩٢	١٩٩١	١٩٩٠	١٩٨٩	١٩٨٨	
٣٢٥٠	٣٢٠٠	٣١٢٠	٢٨٥٠	٢٠١٠	حجم السباحة/ كم
٢٦٠	٢٥٠	٢٥٠	٢٨٠	١٥٠	حجم الجهد/ يابسة/ ساعة
١٠٩٠	١٠٥٠	١٠٠٠	٩٦٠	٧٩٠	حجم الجهد/ بالماء/ ساعة
٨٠	٧٥	٧٠	٤٥	٣٠	عدد المشاركات التنافسية
١٤,٤٦,٠	١٤,٥٠,٥٨	١٤,٥٨,٠٨	١٥,١٩,١٧	١٦,٣٠,١٢	النتائج للمسافة الأساسية ١٥٠٠ م

انتشرت آلية الحملات على طفرات في الإعداد طويل الأمد في ألعاب رياضية أخرى
أيضاً، على سبيل المثال الدراجون السوفيت الذين اشتركوا في منافسات الفرق
والمجموعات (طرق) في الأولمبياد الـ ٢٢ خلال العام التدريبي الذي سبق الأولمبياد،
زادوا عملياً بمرتين حجم الحملات التدريبية وبالنتيجة لم يكتفوا فقط بالفوز بمكان لهم



ضمن تشكيلة المنتخب حيث كان الأمر صعبا في ذلك الوقت بل فازوا بالميدالية الذهبية في سباق الفرق (١٠٠ كم).

تجب الإشارة إلى أنه منذ عام ١٩٧٢، حيث لم تكن منتشرة بعد آلية الحمولات على طفرات عمليا، ذكر "ياكوفليف" (١٩٧٢) أنه في أثناء تدريب عالي إلى حد كاف فإن زيادة الحمولات التدريبية تكون أكثر فعالية إذا كانت على طفرات وليس بالتدريب، إذا كانت على طفرات وليس بالتدريب. إذا أنها تحدث تغيرات في الاستتباب (الاستتباب هي خاصية النظام المفتوح أو المغلق للكائن الحي، يُنظم فيها بيئته الداخلية وذلك للحفاظ على استقرارها وثباتها ويعتبر الحفاظ على مكونات الدم بنسبة طبيعية والحفاظ على خصائصه الديناميكية من أهم العوامل المؤثرة للحفاظ على الاستتباب المؤلف مُحفزة التطوير اللاحق للتغيرات البوكيميائية التكيفية، والدليل على كل ما قيل هي الحقائق التي نعلم من خلالها أنه خلال الشهر الأول من التدريب، فإن تراكم الجليكوجين في العضلات والفسفوكراياتين وزيادة محتوى بروتينات المتقدرات، يجري أكثر شدة مما سيكون عليه في الشهرين اللاحقين بهذه الصورة فإن تطور الأسس البيوكيميائية للتدريب لا تحمل طابعا طويلا وإنما يُشبه التعرج.

في الوقت ذاته، فإن الكثير من الرياضيين ممن رفعوا بانتظام حجم الجهد خلال الإعداد طويل المد، يحققون تكيف فعال مع متطلبات النشاط التنافسي، كمثال على مثل هذه الآلية للحمولات هناك معطيات عن بطل الدورات الأولمبية لثلاث مرات فلاديمير سالنيكوف والبطل الأولمبي للدراجات "سوخروتشينكوف" اللذين توصلا بنفس الطريقة إلى أعلى النتائج وأصبحا من أبطال العالم مرتين، وأيضاً الدراجون "بيكوس ورومانوف وكامينسكي وباكيموف" أما السباح الألماني الشهير للمسافات القصيرة "غروس" فقد أثبت فعالية مثل هذه الآلية للحمولات وأصبح بطلا للعالم مرات عديدة والأولمبياد وحطم أرقاما قياسية.

تُطبق في أثناء عملية التدريب طويل الأمد بنفس الوقت قدرات التوجهات المذكورة على تكثيف العملية التدريبية، بعض السنوات أو الدورات الكبرى تتميز بأفضلية استخدام واحد أو اثنين منها عند استقرار الخصائص في التوجهات الأخرى، رياضيو المستوى العالي المكيفين جيدا مع مختلف عوامل المؤثرات التدريبية، غالبا ما يربطون



التطور اللاحق للتكيف الطويل مع تخفيض دور أحد الحوافز عند زيادة حادة لحافز آخر، ويظهر ذلك بشكل خاص في التقليل الكبير لمجموع حجم الجهد (من ١٣٠٠-١٤٠٠ إلى ٧٠٠-٨٠٠ ساعة) وتخفيض المشاركة التنافسية والحمولات في بعض الوحدات التدريبية والدورات القصيرة يصاحبها زيادة حادة في نفس الوقت للصفات النوعية للعملية التدريبية، وهذا عادة يؤدي إلى الحفاظ أو إلى نمو لاحق للإنجازات على حساب تحسين التكنيك وزيادة فعالية استخدام المخزون الوظيفي في النشاط التنافسي وتطوير المهارات التكنيكية.

والاهتمام الأساسي يجب ألا يلفت إلى محاولة زيادة لاحقة لمؤشرات قوة مختلف الأنظمة الوظيفية التي تؤثر تأثيراً حاسماً لبلوغ نتائج عالية في لعبة رياضية معينة، وإنما إلى رفع فعالية استخدام المخزون الوظيفي المتحقق مسبقاً في ظروف التدريبات الخاصة لنشاط التنافسي، وهذا يتطلب جهداً متنوعاً تكنيكياً وتكتيكياً وتحسيناً خاصاً نفسياً.

فيما يخص الإعداد الوظيفي المرتبط برفع قوة الأنظمة الوظيفية فإنه ينفذ هنا حجم جهد كاف لتأمين الحفاظ على المؤشرات المتحققة سابقاً، اجتاز مثل هذا الطريق الذي يؤمن المحافظة لفترة طويلة على نتائج رياضية عالية يحدد في الرياضيين لمختلف الألعاب الرياضية الذين تميزوا بإنجازات لا مثيل لها وحافظوا عليها لسنوات طويلة.

طول مدة مشاركة الرياضيين على مستوى عالٍ متعلق بشكل حاسم بغياب عناصر تعجيل الإعداد في المراحل المبكرة من التطوير لأمد وبالإضافة إلى تعلقه بالبرمجة العقلانية للحمولات التدريبية والتنافسية في المرحلة ذاتها من مرحلة الحفاظ على الإنجازات. إضافة لذلك خبرة إعداد عدد كبير من الرياضيين من مستوى عالي في السنوات ١٠-١٥ الأخيرة في ألعاب رياضية تتميز خاصة بحمولات تدريبية وتنافسية كبيرة، لن تُقدم معلومات كثيرة لفرضيات بناء كافية حول العوامل المهمة الأخرى المحددة لمدة الحفاظ على المستوى العالي لتكيف الطويل. ويؤثر بالأخص على مدة المشاركات على مستوى عالٍ، خيار نمو الحمولات في بداية التحقيق الأقصى للقدرات الفردية. النمو المنتظم للحمولات مرتبط بالبلوغ الأبطأ لمستوى التكيف اللازم، لكن هذا التكيف لاحق في معظم الحالات يكون مستقراً ويؤمن مشاركة طويلة على مستوى عالٍ، وقد استخدم عدد كبير جداً من الرياضيين المشاركين طويلاً على مستوى عالٍ أو ممن مستواهم عالٍ، هذا الخيار من آلية الحمولات في التدريبات طويلة الأمد.



نمو الحملات على طفرات في أثناء مشاركة الرياضيين في المنطقة العمرية المثالية يؤدي إلى تشكل استثنائي سريع للتكيف اللازم لبلوغ نتائج عالية، فخلال موسم واحد تمكن الكثير من الرياضيين ذوي النتائج المتواضعة من الانتقال إلى الصفوف الأولى في العالم وتحطيم الأرقام القياسية والفوز ببطولة أوروبا والعالم والأولمبياد، غلا أن التكيف الطويل الذي تم بلوغه بهذه الطريقة غالبا جدا يكون غير مستقر ولا يسمح للرياضيين بالحفاظ على مستوى النتائج المتحققة حتى في أثناء تدريبات عنيفة جداً.

التكيف الطويل الذي جاء نتيجة نمو منتظم للحملات التدريبية والتنافسية له عدة أفضليات لا شك فيها بالمقارنة مع تكيف تم عن طريق نمو الحملات على طفرات مثل هذا التكيف يرافقه فقدان أقل من موارد الجسم وفي نفس الوقت يتميز بمقاومته الكبيرة لعوامل فقدان التكيف والضغط النفسي.

والجدير بالملاحظة والملفت للانتباه ارتباط طول المشاركة على مستوى عالٍ بقدرات التكيف الفردية لشخص معين وفعالية وتقنين الاستجابات التكيفية للحملات المتبعة، والدليل الواضح على ذلك هو الحقائق الكثيرة التي تثبت أن العديد من الرياضيين، من لهم نفس المعطيات الجسمانية والخاضعين لمنهج مناسب من الإعداد طويل الأمد يختلفون كثيرا بطول مشاركتهم على مستوى عالٍ: التقلبات تتراوح بين ١-٢ ولغاية ٨-١٠ سنوات وأكثر.

تشكل التكيف حسب تخصص الرياضي وجنسه:

بناء الإعداد طويل الأمد العقلاني الذي يؤمن بلوغ أعلى النتائج الرياضية في المنطقة العمرية المثالية متعلق بشكل حاسم بمبادئ تشكل المهارات الرياضية، وهيكلية النشاط التنافسي في لعبة رياضية معينة والعوامل المحددة لفعاليتها بمبادئ تكيف الأنظمة الوظيفية والآليات التي تتحمل الحمل الأساسي في أثناء عملية التدريب والمسابقات، تحدد وتيرة نمو الإنجازات الرياضية. لشرح ذلك من خلال معلومات عن السياحة.

تحليل مسيرة ٢٠٠ من أقوى سباحي العالم في العشر السنوات الأخيرة كشفت عن فروق كبيرة في عملية تكون مهاراتهم الرياضية وسمح بجمع عدد كبير من الخيارات الفردية لصعود المهارات إلى القمة وتلخيصها بأربعة خيارات أساسية.



الخيار الأول ويفترض بلوغ أعلى النتائج في المنطقة العمرية المثلي المحددة نتيجة خفض مجموعة كبيرة من الرياضيين المرموقين.

الخيار الثاني ويتميز ببلوغ أقصى النتائج خلال ١-٣ سنوات أبكر من الحدود الدنيا للمنطقة العمرية المثلي هذا الخيار طُبِّقَ بالأخص في إعداد أقوى سباحي العالم.

الخيار الثالث ويتميز ببلوغ أعلى النتائج في سن يفوق الحدود العليا للمنطقة المثالية وهو خاص بالسباحين بشكل أساسي في المسافات القصيرة والمتوسطة النموذج الأمثل لمثل هذا الخيار هو "ماركوفسكي" الذي نال لقب بطل أوروبا في سن ٢٤ و"غوديهو" الفائز في أولمبياد ال٢٢ في سن ٢٣ عامًا و"الينير" الذي تصدر قائمة أفضل عشرة رياضيين في العالم لمسافة ١٠٠م فراشة.

الخيار الرابع وهو يميز الرجال ممارسي المسافات القصيرة والذين بدءوا بشكل متأخر (من سن ١٤-١٦) التدريب في السباحة ولهم في كثير من الأحيان خبرة الإعداد التمهيدي في ألعاب أخرى والذين بلغوا قمة المهارات في السباحة في سن مثالي لمسابقات القصيرة خلال ٥-٦ سنوات من التدريب، هذا الخيار طبق على سبيل المثال في إعداد محطمي الأرقام القياسية في مسافة ١٠٠م حرة.

تطبيق هذا الخيار أو ذاك من هيكلية الإعداد طويل الأمد مرتبط بعدة أسباب، لكن بالدرجة الأولى مرتبط بجنس الرياضي وتخصصه والعمر الذي بدأ فيه بممارسة السباحة وطبيعة الإعداد في المراحل الأولى من التطوير طويل الأمد، وعلى الأغلب فإن هناك أهمية كبرى هنا للفروق في وتيرة النضوج البيولوجي أيضاً الذي يُحدد حسب أقوال العديد من الخبراء بالامتداد الكبير (النطاق) (إلى ٣-٤ سنوات) للتطور البيولوجي للأطفال من نفس العمر (موتيلوفسكايا ١٩٧٤، يوردانسكايا ١٩٨٤).

على هذا فإن الهيكلية التقليدية للإعداد طويل الأمد والتي يتحقق من خلالها بلوغ النتائج العالية خلال ٧-١٠ سنوات من التدريب (السيدات في سن ١٧-٢٠ والرجال في سن ١٨-٢٢) ويمكن اعتبارها هيكلية قاعدية فحسب وأما آفاق النمو اللاحق للانجازات فمتعلق بشكل كبير بتحقيق إحدى الاختيارات التقليدية بالمشار إليها هيكلية التدريبات طويلة الأمد، الملائمة إلى درجة كبيرة لخصوصيات سباح معين.



المعطيات التي تم ذكرها حول خصائص تشكل المهارات الرياضية عن طريق مختلف خيارات هيكليات التدريبات طويلة الأمد يجب أن تصبح واحدة من العلامات الرئيسية لتمييز وتفريد (شخصية) العملية طويلة الأمد لممارسة السباحة وهي تسمح بتقييم مستقبل رياضي معين وموضوعي أيضاً عن طريق مقارنة عن طريق مقارنة طريقة الشخصي لتشكل مهاراته مع قوانين الصعود إلى القمة الرياضية.

المعطيات التي توصل إليها "ساخنوفسكي" (١٩٨٦) بهذا الخصوص تلفت الانتباه فيما يتعلق بوتيرة تكون المهارات الرياضية العالية في مرحلة التحقيق الأقصى لقدرات الرياضيين الفردية وأشار إلى أنه لدى السيدات المختصات بالسباحة لمسافات قصيرة ١٠٠-٢٠٠م فإن العمر المناسب لبدء الإعداد الشديد للنتائج العالية هو ١٥-١٦ وفي السباقات المتنوع والسباحة الحرة لمسافة ٤٠٠-٨٠٠م هو سن ١٤-١٥ الرجال المختصون في سباحة المسافات القصيرة من المفيد البدء بالإعداد الهادف الشديد قبل بلوغ سن ١٧-١٨ أما المتخصصون في سباحة المتنوع والمسافات الطويلة فهو قبل ١٦ سنة.

وتيرة تشكل التكيف طويل الأمد التي تظهر كاملة في آلية نمو النتائج الرياضية تختلف جداً لدى الرجال والسيدات وأيضاً لدى رياضيين مختصين في سباقات مختلفة المسافات (الجدول ١٩)

(الجدول ١٩ تغير نتائج أقوى سباحي العالم قبل سنتين من بلوغ أعلى النتائج بالنسبة لمسافة ١٠٠م)

المسافة، متر	نمو النتائج، ثانية	
	رجال	سيدات
١٠٠	٠,٩٢	١,٩٠
٢٠٠	١,٧٦	٢,٥٤
٤٠٠	٢,١٢	٣,٢٠
٨٠٠	-	٤,٠٢
١٥٠٠	٢,٥٦	-

أن الطريق الأطول في مرحلة الإعداد لأعلى الإنجازات يجتازه الرجال المختصون بمسافة ١٠٠م صدر وفراشة وأقصر طريق تجتازه السيدات في سباحة الظهر لمسافة ٤٠٠م



و ٨٠٠م حرة، هذه الحقائق يجب بلا شك أخذها في الحسبان في أثناء برمجة إعداد طويل الأمد لسباحين من الجنسين ومن مختلف التخصصات.

ومن المهم أيضاً الأخذ في الحسبان وتيرة تشكل المهارات لدى رياضيين حسب جنسهم وتخصصهم وأثناء انتقاء المرشحين للإعداد الشديد في المراحل الختامية للمسابقات العالمية الضخمة كبطولة العالم والأولمبياد، كشف التحليل أنه خلال العام الذي يسبق مثل هذه المنافسات للسيدات المختصات في سباحة ٢٠٠م ظهر أو ٤٠٠م حرة، نتيجة التدريب الشديد، قدرات على تحسين حاد للنتائج الرياضية والانتقال من المراكز ٥٠-١٠٠ في لائحة أقوى سباحي العالم إلى مراكز الصدر وبلوغ مستوى الأرقام القياسية أو تجاوزها السباحون الرجال المختصون بمسافة ١٠٠م ليست لديهم قابلية نحو نمو النتائج على شكل ظفرات وقبل عام من المسابقات الضخمة يكون جميع أصحاب المراكز الأولى معروفين للعالم كله و يحتلون مراكز الصدارة عملياً (عادة ليس أقل من مركز ٦-٨) في قائمة أقوى رياضي العالم.

إن القوانين التي تعكس تشكل التكيف طويل الأمد للسباحين بحسب تخصصهم وجنسهم وخصائص بناء إعدادهم تتبين بقدر أكبر أو أقل في الألعاب الرياضية الأخرى أيضاً على سبيل المثال في منافسات العدو بألعاب القوى للسيدات نجد رياضيات حققن نتائج باهرة في سن ١٨-٢٠ و ٢٦-٣٥ ويصبح رياضيون بأعمار ١٨-٢٠ و ٢٦-٣٢ أبطالاً للعالم والأولمبياد النطاق العمري في السباقات الضخمة في الرمي يكون متعدد وبالعشرات.

وترتبط بهذه الأرقام قوانين حقيقة موجودة للتكيف الطويل عامة لجسم الرياضي مع أعلى النتائج في مختلف الألعاب لن يتم تطبيقها عملياً وهذه مهمة صعبة جداً ويمكن القيام بذلك فقط في أثناء الأخذ في الحسبان بشكل أكيد عدد كبير من العوامل ابتداءً من خصوصية اللعبة الرياضية ونوع المنافسة وانتهاءً بالقابلية الجينية لرياضي معين مع التكيف وتحمله الحمولات وإظهار أعلى القدرات في سن معينه الخ...

ففي حال تمكن رياضي موهوب، في أثناء نظام التطوير طويل الأمد، من تطبيق برنامج تدريبي يعتمد على قوانين عامة لتكيف الجسم وأيضاً الأخذ في الحسبان خصوصية اللعبة الرياضية وخصائص الرياضي الفردية مع استخدام كل مخزون الوسائل وطرق الإعداد، فهناك احتمال كبير جداً وهو أن يحقق الرياضي نتائج على مستوى العالم ويحافظ عليها سنوات طويلة.



المرتفعات

- تأثير التدريب في المرتفعات على الأداء الرياضي.
- التأثيرات الفسلجية الحادة في الضغط الجوي المنخفض.
- وظائف التنفس.
- وظائف الدورة الدموية.
- التأقلم الجبلي (تكيف الارتفاع).
- تعزيز التنفس الرئوي.
- مضاعفة الكفاءة التنافسية للرتتين.
- التغير في منظومة دورة الدم.
- التكيف النسيجي.
- تغير الاستهلاك الأعظم للأكسجين.
- كفاءة الأداء الرياضية.
- كفاءة الأداء الرياضية عند تنفيذ تمارين القوة المميزة بالسرعة (اللاأوكسجينية).
- كفاءة الأداء الرياضية عند تنفيذ تمارين في أجل المقاومة.
- تأثير التدريب في ظروف المرتفعات المتوسطة على كفاءة الأداء في ظروف المرتفعات عند مستوى سطح البحر.
- المرتفعات الجبلية العالية والمتوسطة ونقص الأكسجين الاصطناعي في نظام إعداد الرياضيين.
- المرتفعات الجبلية العالية والمتوسطة ونقص الأكسجين الاصطناعي في نظام الإعداد.
- المناخ الجبلي وخصائصه.
- تكيف الإنسان مع نقص الأكسجة في المرتفعات.

- الارتفاع الأمثل للإعداد الجبلي.
- الإقامة في ظروف الأكسجة الاصطناعية والتدريب على مستوى البحر.
- تأقلم الرياضيين السريع مع المناخ الجبلي.
- إعادة الأكلمة والأثر المتراكم وإعادة التكيف بعد العودة من الجبال.
- المدة المثالية في التدريب على المرتفعات وبرمجتها للحفاظ على الأثر التدريبي.
- التدريب في الجبال ضمن نظام الإعداد السنوي.
- التدريب على الجبال في نظام الإعداد المباشر للمسابقات.

المرتفعات

تأثير التدريب في المرتفعات على الأداء الرياضي

يمتلك هواء الجوي وزناً ملحوظاً يحدد بموجبه الضغط الجوي وينضغط هذا الهواء تحت تأثير وزنه لذا فإن ضغطه وكثافته عند سطح الأرض (على مستوى سطح البحر) يتخذان أكبر قيمة لهما من أي مكان آخر أو تنخفض تلك القيمة من ارتفاع عمود الهواء (الجدول) ويشكل هبوط الضغط الجوي مع الارتفاع ظروفاً لهبوط الضغط فكلما زاد الارتفاع عن مستوى سطح البحر انخفض الضغط الجوي وينخفض معه الضغط الجزيئي للغازات التي تشكل الهواء الجوي ويتخذ هبوط الضغط الجزيئي للأكسجين وبالتالي انخفاض عدد جزيئاته في حجم الهواء المستنشق، أي ظروف هبوط الأكسجين أهمية كبرى بالنسبة للإنسان، ويخضع الإنسان في المرتفعات لظروف مضاعفة هبوط كمية الأكسجين ويمكن أن تبرز مثل هذه الظروف في الحجر الباومترية شديدة الإحكام من خلال انخفاض الضغط فيها ويمكن أحياناً بطريقة تنفس مزيج من الغازات التي تكون كمية الأكسجين فيها منخفضة بحيث يكون الضغط البارومتري للغازات اعتيادياً وبزيادة الارتفاع يؤدي النقص في كمية الأكسجين في الهواء الجوس إلى هبوط في الضغط الجزيئي للأكسجين في هواء الحويصلات وانخفاض كميته في الدم الشرياني وستسوء نتيجة لذلك عملية تأمين الأنسجة بالأكسجين، وعليه فإن عملية المكوث في الجبال تتطلب وسائل فسلجية متخصصة للمحافظة على تكيف عملية تزويد الجسم بالأكسجين، أما العامل الثاني في انخفاض كثافة الهواء الجوي في المرتفعات فيكمن في انخفاض المقاومة الخارجية للهواء إزاء الجسم المتحرك، لذلك فعند التحرك بسرعة واحدة سيكون الشغل الخارجي في المرتفعات أقل مما هو عليه في السهول ويظهر هذا بصورة خاصة في التمارين الرياضية ذات سرعة انتقال كبيرة ففي ركض المسافات القصيرة وكذلك في التزلج السريع على الجليد وفي سباق الدراجات لمسافات قصيرة في المرتفعات يمكن بلوغ نتائج رياضية أعلى مما هي عليه في السهول، وكلما كانت درجة الحرارة منخفضة كان الارتفاع عالياً فإذا كان معدل درجة الحرارة عند مستوى سطح البحر يساوي ١٥ درجة سيليزيوسية فإنه يمكن أن ينخفض هذا المعدل بمقدار ٦,٥ درجة سيليزيوسية لكل ١٠٠٠ متر ويستمر هذا الانخفاض حتى بلوغ علو بمقدار ١١٠٠٠ متر.



"ما يهم التطبيق الرياضي هو معرفة كيفية التأثير الفسلجي على ذلك الجزء في المرتفعات الذي يبدأ بـ ١٥٠٠ متر وينتهي عند ٣٠٠٠ متر".

الجدول (٢٠) الضغط الجوي والضغط الجزئي للأكسجين في الجو وفي هواء الحويصلات في ارتفاعات مختلفة

الارتفاع م	الضغط الجوي		الضغط الجزئي للأكسجين في الهواء الجوي ملغم زئبق ظروف الهدوء ملغم / زئبق	الضغط الجزئي للأكسجين في هواء الحويصلات
	ملغم زئبق	ضغط جوي		
صفر	٧٦٠	١,٠	١٤٩	١٠٥
١٠٠٠	٦٨٠	٠,٩	١٤٢	٩٤
٢٠٠٠	٦٠٠	٠,٨	١٢٥	٧٨
٣١٠٠	٥٣٠	٠,٧	١١١	٦٢
٤٣٠٠	٤٥٠	٠,٦	٩٤	٥١
٥٦٠٠	٣٨٠	٠,٥	٧٥	٤٢
٧٠٠٠	٣٠٥	٠,٤	٦٤	٣١
٩٠٠٠	٢٣٠	٠,٣	٤٨	١٩

التأثيرات الفسلجية الحادة في الضغط الجوي المنخفض

تظهر عدد من التغيرات الفسلجية في الجسم حال مكوثه في الحجرة البارومترية وتسبب هذه التغيرات تكوين ظروف مواتية لهبط كمية الأكسجين.

وظائف التنفس:

تبقى حاجة الجسم إلى الأكسجين في ظروف الهدوء أو عند تنفيذ حملات دون القصوى في المرتفعات كما هي عليه في المناطق المستوية، لذا فإن التأمين التكيفي للجسم بالأكسجين يتطلب أن يكون انخفاض عدد جزيئات الأوكسجين في وحدة الحجم في الهواء ذي الضغط المنخفض في المرتفعات قابلاً للتعويض من خلال زيادة حجم التنفس الرئوي، ومع الارتفاع عن مستوى سطح البحر تنخفض قيمة الرطوبة النسبية للهواء،



ولما كان الهواء في الجبال أكثر جفافاً لذا فإن فقدان الماء الذي يصاحب هواء الزفير سيكون أكبر في هذه الظروف مما هو عليه في مستوى سطح البحر وإذا ما نفذنا عملاً لفترة طويلة في المرتفعات فإن فقدان الكبير للماء يمكن أن يؤدي إلى نزع الماء.

إن الأشعة الشمسية والأشعة فوق البنفسجية تكون في الجبال أكثر كثافة مما هي عليه في المناطق المنبسطة مما يمكن أن يسبب صعوبات إضافية، ولما كانت قوة الجاذبية تتناقص كلما زاد الارتفاع لذا فإن الظروف في المرتفعات يمكن أن تهيب أساساً جيداً لبلوغ نتائج رياضية عالية في تلك الأنواع من الرياضة كالقفز والوثب، وينفذ التدريب والسباق في جميع الأنواع الرياضية باستثناء تسلق الجبال في مرتفعات يصل علوها إلى ٢٥٠٠ - ٣٠٠٠ متر لذا فإن هذا أكثر ميكانيكية وظائفية أساسية لتكيف الجسم السريع لظروف هبوط الأكسجين في المرتفعات وعند الارتفاعات التي تصل إلى ٣٠٠٠ - ٣٥٠٠ متر، وفي ظروف الهدوء يكون تعزز التنفس الرئوي في بداية الأمر غير ذي شأن يذكر لذا سرعان ما يلاحظ انخفاض كبير في الضغط الجزئي للأوكسجين في هواء الحويصلات، أما عند تنفيذ العمليات العضلية في المرتفعات فإن حجم التنفس الرئوي يكون منذ البداية أكبر كثيراً مما عليه في المناطق المنبسطة، ويلاحظ عند الفرد نفسه أن حجم التنفس الرئوي الذي يحتاجه وهو ينفذ حمولة مطلقة واحدة (تساوي كمية الأكسجين المستهلك) يزداد شدة كلما زاد الارتفاع.

إن هبوط كثافة الهواء في المرتفعات العالية تخفف عملية التنفس الخارجي من جانب، إلا أن الضغط البارومتري الواطئ يقلل كفاءة العضلات التنفسية في مضاعفة الضغط الصدري الداخلي من جانب آخر، ولكن على العموم تكون الإمكانية القصوى للجهاز التنفسي في المرتفعات أكبر مما هي عليه عند مستوى سطح البحر، ويمكن للتنفس الرئوي عند تنفيذ حمولة قصوى على ارتفاع عالٍ إلى أن يصل إلى قيمة مقدارها ٢٠٠ ل/ دقيقة.

يؤدي انخفاض الضغط البارومتري إلى هبوط الضغط الجزئي للأكسجين في جميع حلقات منظومة تقلل الأكسجين في الدم بالرغم من أن تعزيز التنفس الرئوي وغيرها من الآليات الفسلجية تعيق هبوط الأكسجين في الدم وفي أنسجة الجسم الأخرى.



ونتيجة لذلك يمكن لضغط الأكسجين أن يساوي بالقرب من الحبيبات ١٠ ملم زئبق عند مستوى سطح البحر وحوالي ٥ ملم زئبق على ارتفاع ٥٠٠٠ متر، إن مثل هذا الضغط لا يزال كبيراً بحيث يؤمن الظروف الدنيا لجريان عمليات الأكسدة الأنزيمية في خلايا الجسم.

يتحدد ضغط الأكسجين في هواء الحويصلات بواسطة ضغط الغاز في هواء الشهيق وكمية التنفس الرئوي، وكلما كانت الكمية الأخيرة أكبر، أي كلما كان تبادل الهواء في الرئتين أكبر كان تركيب هواء الحويصلات قريباً من الهواء الجوي، ولكن في جميع الحالات فإن الضغط الجزئي للأكسجين في هواء الحويصلات يستطيع فقط أن يتقرب من هواء الشهيق (في الهواء الجوي) ولا أن يساويه أما تجاوزه فذلك مستحيل وعليه فكلما زاد الارتفاع (انخفاض الضغط البارومتري).

هبوط الضغط الجزئي للأكسجين في الهواء الجوي وهبوط الضغط المذكور معه في هواء الحويصلات (انظر جدول ٣)، وينخفض طردياً مع هبوط الضغط الجزئي للأكسجين في الهواء الجوي وهواء الحويصلات التوتر الجزئي للأكسجين في الدم الشرياني (هبوط الأكسجين) وهذا هو أحد المنبهات الأساسية في تعزيز التنفس الرئوي في ظروف الهدوء ويسبب هبوط التنفس تعزيز تحرر ثاني أكسيد الكربون في الدم مع هواء الزفير ونتيجة لذلك فإن توتر ثاني أكسيد الكربون في الدم الشرياني ينخفض مع الصعود إلى المرتفعات أي تقوي عملية هبوط ثاني أكسيد الكربون في الدم والتي يمكن بدورها أن تعزز النسيج العضلي وانقباض الأوعية بصورة كبيرة وتعتبر نتائج عملية تضيق أوعية الدماغ مزعجة جداً للجسم.

عند تعزيز عملية طرد ثاني أكسيد الكربون من الدم مع هواء الزفير فإن تركيز ثاني أكسيد الكربون المذاب في الدم سينخفض بصورة أكبر من انخفاض البيكربونات، لذلك فإن المؤثر الآخر.

لهبط التنفس العالي هو إزاحة استجابة الدم بالاتجاه القلوي أي مضاعفة PH، أن هبوط التوتر الجزئي لثاني أكسيد الكربون ومضاعفة PH في الدم الشرياني يسبب تأثيراً لإعاقة المركز التنفسي، وينبغي أن ينظر إلى مستوى التنفس في المرتفعات كفسلجة موفقة



بين التكيف المطلوب في تزويد الجسم بالأكسجين في ظروف هبوط الأكسجين وضرورة المحافظة على التوازن الحامضي - القلوي - في قيمته الطبيعية.

يؤدي هبوط التوتر الجزئي للأكسجين في الدم الشرياني في ظروف هبوط الأكسجين العالي إلى انخفاض التشبع النسبي للهيموجلوبين بالأكسجين وبالتالي إلى انخفاض تركيز الأكسجين في الدم، فعلى ارتفاعات تتراوح بين ٢٠٠٠ - ٣٠٠٠ متر يساوي الضغط الجزئي للأكسجين من هواء الحويصلات ٦٠-٨٠ ملم زئبق تقريباً، أي إنه يكون ضمن حدود السطح العلوي لقسم منحني تفكك الهيموجلوبين المؤكسد (الشكل ١) ويضمن ذلك ارتفاعاً نسبياً لتشبع الدم بالأكسجين في الشعيرات الرئوية، يزيد عن ٩٠٪ من الهيموجلوبين في هيئة هيموجلوبين مؤكسد، وفي المرتفعات العالية ينخفض ضغط الأكسجين في الحويصلات في القسم الوسطي لمنحني تفكك الهيموجلوبين المؤكسد لذلك فإن كفاءة ارتباط الأكسجين في الدم ونقله في المرتفعات العالية ستنخفض بصورة حادة أن هبوط تشبع الدم الشرياني بالأكسجين لغاية ٨٠٪ من القيمة الطبيعية يولد جملة من أعراض هبوط الأكسجين الثقيلة والتي تعرف (بالمريض الجبلي) كوجع الرأس والشعور بالتعب واضطراب النوم واضطراب الجهاز الهضمي وغير ذلك.

وأثناء العمل العضلي وفي ظروف هبوط الأكسجين العالي ينخفض الضغط الجزئي للأكسجين في الدم الوريدي، فيكون كما هو عليه في الظروف الاعتيادية. لذا فإن تباين منظومة الشريان الوريدي فيما يتعلق بكمية الأكسجين في الظروف الجبلية تكون أقل مما هي عليه في المناطق المستوية عند تنفيذ العمل نفسه وكلما كان الارتفاع (حيث درجة هبوط الأكسجين أكبر) والحمولة أكثر شدة انخفض توتر الأكسجين وتشبع الدم الشرياني به بصورة أكثر وضوحاً.

عند تنفيذ عمل عضلي في المرتفعات فإن مضاعفة تركيز الحامض اللبني في العضلات والدم يحدث عند تنفيذ حمولات أوطأ مما ينبغي تنفيذها في مستوى سطح البحر "انخفاض العتبة اللاأكسجينية" فتركيز الحامض اللبني في العضلات والدم للحمولة الواحدة عند أداء العمل في المرتفعات يكون أكبر مما هو عليه في مستوى سطح البحر، لذلك فإن القدرة اللاأكسجينية القصوى وعلى الأقل ذلك الجزء منها والذي تحدده



منظومة وجود حامض اللبنيك في الدم لا تنخفض في المرتفعات. وتشهد على ذلك تلك الحقيقة التي تشير إلى أن الدين الأكسجيني الأعظم يكون في الأيام الأولى في المرتفعات كما هو عليه عند مستوى سطح البحر.

وظيفة الدورة الدموية:

يعوض عن هبوط تشبع الدم بالأكسجين عند أداء عمل أوكسجيني دون قيمته القصوى في المرتفعات من خلال زيادة الطرح القلبي أما الحجم الانقباضي في هذه الحالة سيكون كما هو أو أقل قليلاً مما هي عليه في الظروف الطبيعية. ولا تختلف مؤشرات ضغط الدم الشرياني بصورة ملحوظة عما عليه في المناطق المستوية على الرغم من ملاحظة بعض الانخفاض للضغط الانبساطي في المرتفعات ويرتبط ذلك بانخفاض مقاومة المحلية للأوعية. وتكون القيمة العظمى للطرح القلبي والحجم الانقباضي واحدة في المرتفعات وعند مستوى سطح البحر. عند تنفيذ حمولات أكسجينية قصوى. أما القيمة القصوى للطرح القلبي الأعظم فيتم الحصول عليها في ظروف هبوط الأكسجين عند تنفيذ حمولة بشدة أو طأً مما هي عليه عند مستوى سطح البحر ومع الصعود إلى المرتفعات ينخفض تيار الدم التاجي وتأمين الأكسجين واحتياج العضلة القلبية له في ظروف الهدوء.

ومن أجل تغطية استهلاك العضلة القلبية من الأكسجين في أثناء عمل عضلي متوتر فلا بد أن يكون تيار الدم التاجي في المرتفعات أكبر مما هو عليه في مستوى البحر (وتقدر هذه الزيادة بـ ١٠٪ في ارتفاع ٢٥٠٠ متر و ٣٠٪ في ارتفاع ٤٠٠٠ متر).

ومن الآليات المهمة لزيادة الطرح القلبي في أثناء العمل في المرتفعات يمكن اعتبار زيادة الحجم المركزي للدم والذي يؤدي إلى زيادة العودة الوريدية ويحدث ذلك استجابة لانخفاض توتر ثاني أكسيد الكربون في الدم الشرياني (هبوط ثاني أكسيد الكربون في الدم).

ومع مضاعفة الطرح القلبي فإن إمكانيات الجسم في الأكسجين في أثناء تنفيذ عمل عضلي في ظروف الهبوط البارومتري لنقص الأكسجين يتضاعف نتيجة تعزيز تركيز الدم القائم مما يؤدي إلى مضاعفة وجود الأكسجين في الدم الشرياني، لذا فإن الانخفاض



ضغط (وجود) الأكسجين في هواء الشهيق في أثناء تأدية العمل في المرتفعات يولد تقوية إضافية للتنفس الرئوي ويضاعف الطرح القلبي ودرجة تركيز الدم مقارنة بالظروف القائمة في مستوى سطح البحر.

ان هذه الآليات الإضافية تزيد نقل الأكسجين إلى العضلات العاملة وأنسجة الجسم الأخرى. ولكن حتى في ظروف المرتفعات المتوسطة فإن هذه الاستجابات التكيفية لا يمكن أن تعوض بالكامل هبوط الضغط الجزئي وتركيز الأكسجين في هواء الحويصلات والدم الشرياني. لذلك تنخفض القدرة الغازية القصوى في ظروف الهبوط البارومتري لنقص الأكسجين وتزداد قيمة توليد الطاقة الأكسجينية من أجل تأمين العمل العضلي الشديد.

تزداد سرعة استهلاك الأكسجين في بداية العمل بصورة أبطأ مما هي عليه في الظروف الاعتيادية. ويرتبط هذا لحد كبير مع تباطؤ إعداد منظومات الدورة الدموية، ولذلك فان العمل في الظروف الجبلية يتسم بزيادة نقص الأكسجين.

إن العمل الشديد للجهاز التنفسي والقلب وكذلك خرق الحركة التنفسية يؤدي إلى أن تكون القيمة الطاقية في مثل هذه الظروف أعلى مما عليه في ظروف مستوى سطح البحر فمثلاً يتجاوز عند تنفيذ العمل نفسه في المناطق المستوية بمقدار ٥٪ أما تقوية نشاط منظومات التنفس والدورة الدموية في تأمين العمل العضلي في المرتفعات يشكل منطلقات لتطوير الإرهاق بصورة أسرع مما هي عليه عند مستوى سطح البحر وفي أثناء المكوث في مرتفعات عالية تحدث تغيرات في الحالة الوظيفية للمنظومة العصبية والتي يخرق بنتيجتها التنظيم لوظيفة الجسم.

التألم الجبلي (تكيف الارتفاع):

يعني مصطلح التألم الجبلي "مجموعة الوسائل الفسلجية التكيفية المتخصصة التي تبرز في أثناء عملية المكوث الطويلة أو غير الطويلة في المرتفعات".

وينخفض هذا التكيف تأثير هبوط ضغط الأكسجين في هواء الشهيق (هبوط الأكسجين) على حجم الإنسان. ويضاعف كفاءة أدائه في هذه الظروف المتخصصة. ومن الممكن تقسيم ميكانيكية التكيف الطبيعي في ظروف المرتفعات الجوية إلى قسمين ويؤمن



القسم الاول تقوية نقل الأكسجين إلى أنسجة الجسم. في حين يؤثر القسم الثاني على المستوى النسيجي ويوجه لتقوية فاعلية استخدام الأكسجين من قبل الخلايا لتوليد الطاقة الأكسجينية. وكلما كانت فترات المكوث في المرتفعات أطول زاد احتمال التكيف نحوها وبالتالي تصاعدت كفاءة الأداء في ذلك المرتفع. إن اقصر فترة لازمة للتكيف إزاء المرتفعات تعتمد قبل كل شئ على الارتفاع نفسه. إذ تساوي هذه الفترة ٧-١٠ أيام إذا كان الارتفاع ينحصر بين ٢٠٠٠-٢٥٠٠ متر وتزداد الي ١٥-٢١ يومًا. عند زيادة علو المرتفع إلى ٣٦٠٠م وأخيرًا فإن هذه الفترة تساوي ٢١-٢٥ يوم إذا كان علو المرتفع ٤٥٠٠ وما هذه سوي فترات تقريبية لأن الجزء الأساسي في هذا المجال يعتمد على المزايا الذاتية للشخص إضافة لذلك فإن أي تواجد في هذا الجبال لا يمكن أن يقود إلى مستوى كفاءة الأداء التي يتمتع بها الفرد عند مستوى سطح البحر مهما كان تواجد ذلك الشخص في المرتفعات طويلًا. ولا يمكن أن يكون عند سكان المناطق المنبسطة الذين يتواجدون في المرتفعات ذلك المستوى من الاقتصاد في نقل الأكسجين وطرحه الذي يتم به سكان المناطق الجبلية. فبعض الناس لا يمكنهم إطلاقًا التكيف في المرتفعات ويعانون من شدة المرض الجبلي ويلاحظ ذلك أحيانًا عند الأشخاص الذين يولدون في الجبال. ويمكن تقسيم المكوث في الجبال بالنسبة للطول إلى أربعة درجات من التألم هي:

١- حادة لغاية ٣٠ دقيقة.

٢- قصيرة بضعة أسابيع.

٣- طويلة يضعه أشهر.

٤- ثابتة العيش الدائم في المرتفعات.

تضم الميكانيكية الأساسية في التكيف إزاء ظروف الهبوط البارومتري لهبوط الأكسجين الآتي:

١- مضاعفة التنفس الرئوي وما يصاحبه من تغيرات في توازن الحامض القلوي في الدم وأنسجه أخرى.

٢- تقوية انتشار كفاءة الرئتين.



٣- مضاعفة تركيز الكريات الحمراء والهيموجلوبين.

٤- التغير في المستوى النسيجي.

تعزيز التنفس الرئوي:

يرى هبوط التنفس التكيفي في الساعات الأولى من الوصول إلى المرتفعات ويحدث على مدار عدد من الأيام مضاعفة مستمرة للتنفس الرئوي عند تنفيذ الحمولة نفسها. وبعد مضي أسبوع من المكوث في المرتفع المعين يستقر المستوى المرتفع في التنفس الرئوي (الشكل ٢) ويقلل التألم الطويل إزاء ظروف الهبوط البارومتري لهبوط الأكسجين حساسية ميكانيكية المستقبل الكيمياوي لتنظيم التنفس اذ تضعف تأثير الانعكاسات على المركز التنفسي واستجابته إزاء مؤثرات هبوط الأكسجين وهبوط ثاني أكسيد الكربون.

وتشير الدراسات بأنه على مدى ٢٢ يوم من المكوث في مرتفعات تعلو ٤٣٠٠ م ويساوي استهلاك الأكسجين في أثناء تأدية العمل كمية تراوحت بين ٢,٦ - ٢,٧ لتر/دقيقة.

وتعاقبت التجارب بعد مضي يوم من التنفس بالهواء الجوي والأكسجين التنفسي وعند العودة إلى ظروف المناطق المنبسطة ينبغي مرور بضعة أسابيع كي يمكن للتنفس الرئوي ان يبلغ مستواه الطبيعي.

مضاعفة الكفاءة التنافذية للرئتين:

تتغير الكفاءة التنافذية للرئتين في أثناء التألم الجلي ببطء شديد وهكذا فبعد مضي ستة أشهر من الإقامة في مرتفع يبلغ علوه ٥٨٠٠ م لا تلاحظ تغيرات ملحوظة في الكفاءة التنافذية للرئتين. وبالإضافة لذلك فان الكفاءة التنافذية عند السكان الثابتين والذين يعيشون في المرتفعات العالية في فترة طويلة تكون أكثر وضوحا من سكان المناطق المنبسطة. ويمكن للسطح العام للرئتين من أجل تنافذ الغازات عند الأشخاص الذين يعيشون فترة طويلة في المرتفعات أن يتضاعف بعض الشيء من خلال مضاعفة مساحة الحويصلات وحجم (سطح) الحويصلات الرئوية يفضل تمددها الدائم أي التوسع. ويؤدي هذا إلى جعل غشاء الحويصلات الشعرية أكثر رقة وهذا الأمر الذي يسهل تنافذ



جزيئات الأكسجين من خلاله كما أن تباطؤ جريان الدم خلال الأوعية الرئوية الموسعة يحسن الظروف لانتشار الأكسجين.

يتسم السكان الدائمون في مناطق المرتفعات العالية بأن جميع الساعات الرئوية (العامة والحيوية والمتبقية الوظيفية) وكذلك الحجم المتبقي للرئتين مضاعفة مقارنة بسكان المناطق المنبسطة.

التغير في منظومة الدورة الدموية:

توجه التغيرات التكيفية الأساسية في منظومة الدم نحو مضاعفة إمكانياتها لنقل الأكسجين. ويعتبر التألم إزاء المرتفعات كتكيف إزاء التوتر الجزئي المنخفض للأكسجين وثنائي أكسيد الكربون في الدم وفي الأنسجة الأخرى ويعيق هبوط التنفس الكبير هبوط الضغط الجزئي للأكسجين في هواء الحويصلات وبالتالي في الدم الشرياني. ولكن درجة انخفاض التوتر الجزئي للأكسجين في الدم الشرياني يلاحظ مباشرة عند الوصول إلى المرتفعات. وتبقى ثابتة لمدة أسابيع عديدة من التألم. أما عند المكوث القصير في المرتفعات فيستمر هبوط التوتر الجزئي لثنائي أكسيد الكربون في الدم إضافة لمضاعفة التنفس الرئوي. ولكن نتيجة التألم الطويل المستمر فإنه يتضاعف، وهو ما يظهر سواء كان ذلك في ظروف الهدوء أو في زمن الأداء العضلي.

تجري استعادة التوازن الحامضي - القلوي في الدم وغيره في سوائل الجسم خلال بضعة أيام من وصول الفرد إلى المرتفعات بصورة تدريجية يفضل تعزيز إبراز القلويات (البكربونات) من الدم من خلال الكليتين مع البول وتنتهي عملية تنشيط إبراز البكربونات من الدم، عندما يستعيد المؤشر pH قيمته الطبيعية (7,40). ويؤدي انخفاض القلاء إلى مواصلة تنشيط التنفس الرئوي.

إن انخفاض تركيز القاعدة الموزن (الاحتياطي القلوي) في دم الأشخاص الذين تأقلموا في المرتفعات الكبيرة يتخذ مؤشراً سلبياً. إذ تنخفض الكفاءة لمقاومة الأحماض التي تظهر في أثناء العمل العضلي نتيجة تكوين (حامض اللبنيك) في الدم وخروجها منه. ويمكن أن يكون ذلك أحد الأسس في هبوط كفاءة الأداء.



وينخفض تركيز الأسيد في الدم الشرياني عند تنفيذ حمولة غازية دون القصوى مع زيادة التأقلم إزاء الارتفاع. كما أن تركيز الأسيد الأقصى في الدم للشخص المعين هو الآخر ينخفض بعض الشيء في عملية التأقلم في المرتفعات لفترة طويلة.

ويكون حجم البلازما في الدم في الأيام الأول للوصول في المرتفعات قد انخفض مقارنة بالحجم في المناطق المنبسطة لذا يزداد مؤشر هبوط الكريات الحمراء ويتضاعف كلما كان الارتفاع أعلى كان فقدان البلازما أشد على سبيل المثال بعد أسبوع من المكوث في مرتفع يبلغ علوه ٢٣٠٠م سينخفض حجم البلازما بمقدار يبلغ معدل ٨٪ في حين سيزداد هذا الانخفاض إلى ١٦٪ عند زيادة الارتفاع إلى ٤٣٠٠م ويزداد هبوط الكريات الحمراء في الحالة الأولى بنسبة مقدارها ٤٪ وتركيز الهيموجلوبين هي ٦٪، ٢٠٪ على التوالي.

تعتبر بداية انخفاض حجم البلازما شاهدا على نزع الماء نتيجة هبوط التنفس وتنشيط إفرازات العرق. إن عدم شرب الماء بكميات كافية في الأيام الأول للمعيشة في الجبال يمكن أن ينشط نزع الماء خلال هذه المرحلة لا يوجد إحساس للعطش الشديد.

وينبغي تناول السوائل حتى في حالة انعدام الحاجة الذاتية للسوائل . وتجري في أثناء الوجود المستمر في المرتفعات عملية استعادة حجم البلازما المدورة إلى القيمة الأولية (في وجود المناطق المنبسطة). ويتطلب ذلك في ظروف الجبال متوسطة الارتفاع بضعة أشهر.

ويتضاعف تركيز الكريات الحمراء والهيموجلوبين في الدم الأيام الأولى للمكوث في المرتفعات نتيجة التركيز الدموي الذي يسببه فقدان جزء من البلازما المجارية في أوعية خاصة. ويؤمن التركيز الدموي الحفاظ على التركيز الطبيعي للأكسجين في الدم الشرياني لذلك فهو يلعب دورًا أساسيًا في تكيف الجسم السريع لظروف هبوط الأكسجين. وفي الأيام الأول من الوصول إلى الجبال تنشط عملية تكون الكريات الحمراء التي تقود إلى زيادة حقيقية في أعداد الكريات الحمراء في الدم. ويصبح هذا العدد ملحوظًا بعد مضي ٣-٤ أيام من المكوث في المرتفعات يزيد علوها عن ٣٠٠٠م ويزداد عدد الكريات الحمراء الشبكية والكريات الحمراء ذات الأبعاد الكبيرة التي تدور في الدم. إن درجة مضاعفة العدد الإجمالي وبالتالي تركيز الكريات الحمراء في ارتفاع لا يتجاوز ٤٨٠٠ متر



ترتبط بعلاقة خطية مع الارتفاع وطول فترة المكوث في الجبال. وعند زيادة الارتفاع إلى ٦٠٠٠ م تنخفض عملية تكوين الكريات الحمراء عند مستلقي الجبال بعد مضي بضعة أيام على مكوثهم في مرتفعات يزيد علوها عن ٧٠٠٠ م يصل إلى ٨, ٥ مليون ملم ٣. أما عند السكان الدائمين في الجبال فإن هذا العدد يكون أكبر كلما كانت منطقة العيش علوًا.

الارتفاع (م) صفر ١٠٠٠ ١٥٠٠ ٢٥٠٠ ٣٥٠٠ ٤٥٠٠ ٥٥٠٠ ٦٥٠٠

تركيز الكريات الحمراء (مليون / ملم ٣) ٣, ٥, ٥, ٨, ٢, ٦, ٦, ٣, ٧, ٨, ٢
وتضاعف حجم الدم المدور نتيجة زيادة العدد الإجمالي.

إن التركيز الدموي الذي يحدث في بداية التأقلم في المرتفعات والزيادة الحقيقية لعدد الكريات الحمراء في الدم والتي تحل مؤخرًا وتؤدي إلى مضاعفة (هبوط الكريات الحمراء) ولزوجة الدم والذي يؤدي بدوره إلى مضاعفة مقاومة الأوعية المحلية ويؤثر في الوقت نفسه على ديناميكية الدم. إن التغير الطفيف في عدد الكريات الحمراء لا يعطى تأثيراً ملحوظاً في لزوجة الدم. إن الزيادة الكبيرة فقط في عدد الكريات الحمراء التي يمكن ملاحظتها على سبيل المثال عند سكان المناطق الجبلية المرتفعة جداً يمكن أن تظهر تأثيراً سلبياً محدداً في دور المدور.

إن تكوين كمية إضافية من الهيموجلوبين في البداية يتأخر بعض الشيء مقارنة بمضاعفة عدد الكريات الحمراء ولكن في أثناء عملية التأقلم يتشرد ويزداد تركيز الهيموجلوبين في الدم وعليه تتضاعف السعة الأكسجينية في الدم وعليه تتضاعف السعة الأوكسجينية في الدم (الجدول ٢١).



الجدول (٢١) مؤشرات الدم في حالة الهدوء عن الأفراد المتأقلين في ارتفاعات مختلفة

الارتفاع متر	OUR ملم/ كغم وزن الجسم	تركيز الهيموجلوبين غ/٪	السعة الأكسجينية للد.٪	٪ تشبع الدم بالأكسجين	تركيز الأكسجين في الدم الشرياني.٪
صفر مستوى سطح البحر	٧٩,٦	١٥,٣	٢٠,٠	٩٧	٢٠,٠
٣١٠٠	٨٣,٠	١٦,٨	٢٢,٥	٩١	٢٠,٥
٣٦٠٠	٩٦,٠	١٨,٨	٢٥,٢	٨٧	٢١,٩
٤٦٠٠	١٠٤,٠	٢٠,٧	٢٧,٨	٨١	٢٢,٤
٦٥٠٠	-	٢٤,٨	٣٣,٣	٦٥	٢١,٧

أما معدل تركيز الهيموجلوبين وعدد الكريات الحمراء لا يتغير في هذه الحالة كما تساعد مضاعفة تركيز الهيموجلوبين في الاحتفاظ بالتركيز الطبيعي وربما كان أكثر بعض الشيء بالنسبة للأكسجين .

تحدث زيادة عدد الكريات الحمراء وتركيز الهيموجلوبين في ظروف الجبال ذات الارتفاع المتوسط بصورة بطيئة جدا ويكون هذا العدد أكبر كلما كان الارتفاع أعلى وفترة المكوث منه أطول أما تركيز الهيموجلوبين في المرتفعات الشاهقة في الدم فتزداد بسرعة وبصورة ملحوظة. وتشكل عند السكان الدائمين كمية تتجاوز ٢٠ غ/ل. ولكل ٣٠٠ م زيادة في الارتفاع يتضاعف مقابلها تركيز الهيموجلوبين في الدم بمعدل ٢,٠ ٪ عند الرجال و ١,٨ ٪ عند النساء.

ينحرف منحني أكسدة الهيموجلوبين المتفكك في أثناء عملية التأقلم الجلي نحو اليمين مما يفسح المجال لتأمين تروية الأنسجة بالأكسجين وتتجلى أهمية ذلك خصوصا في العضلات العاملة . ولعل إحدى ميكانيكية هذا الانحراف يمكن أن تكون مضاعفة التركيز في كريات الدم الحمراء وهو ما يلاحظ عند الأفراد الذين يعيشون بصورة دائمية



في المناطق الجبلية ولكن حتى بعد التأقلم التام في المرتفعات تبقي عملية تموين الأنسجة بالأكسجين في الدم الشرياني (الجدول ٢٢).

الجدول (٢٢) مؤشرات الدم في حالة الهدوء في ارتفاعات مختلفة

الارتفاع (م) والضغط البارومتري ملم زئبق	الظروف ٪	تركيز الهيموكلوبين للأكسجين الشرياني	الضغط الجزئي للأكسجين الشرياني ملم زئبق	التشبع ٪ للدم الشرياني بالأكسجين	تركيز الأكسجين في الدم الشرياني ٪
صفر (٧٦٠)	الهدوء	١٥, ١	١٠٥	٩٧	١٩, ٦
	القصى القائمة		٩٨	٩٦	١٩, ٤
٢٣٠ (٥٨٠)	الهدوء	١٦, ٦	٧٥	٩٣	٢٠, ٦
	القصى القائمة		٦٧	٨٠	٢٠, ٧
٤٣٠ (٤٢٠)	الهدوء	١٨, ٢	٤٦	٧٠	٧, ١
	القصى القائمة				

يكون الطرح القلبي عند أداء عمل غازي قريب من حدوده العظمي في الأيام الأولى من الوصول إلى الجبال أكبر مما عليه عند مستوى سطح البحر. ومن ثم يبدأ بالانخفاض التدريجي خلال بضعة أسابيع إلى أن يبلغ تلك القيمة التي تتسم بها ظروف المناطق المنبسطة. ويحدث انخفاض الطرح القلبي متزامنا مع مضاعفة السعة الأكسجينية للدم (تركيز الهيموجلوبين) ويكون خلال الحملات الصغيرة نسبيا مرتفعة بعض الشيء في الفترة الأولى من الإقامة في الجبال ولكن في المراحل المتأخرة للتأقلم تصبح كما هي عليه في ظروف مستوى سطح البحر. أما عند تنفيذ أعمال ذات قدرة كبيرة جدا فإن هذه القيمة يمكن ان تكون عند الأشخاص المتأقلمين اقل مما هي عليه في المناطق المنبسطة.



ولا يتغير الطرح القلبي الأعظم في ظروف المرتفعات المتوسطة في البداية ولكن مع مضي الوقت قي الجبال يأخذ في الانخفاض لبعض الشيء وهذا الأمر الذي يعد كنتيجة لانخفاض الحجم الانقباضي لان القصوى تبقى عادة بلا تغيير وفي الوقت نفسه فان الطرح القلبي الأعظم في المرتفعات العالية ينخفض بصورة ملحوظة.

وتكون المقاومة المحلية للأوعية عند سكان المناطق المنبسطة الذين تأقلموا للعيش في المرتفعات منخفضة بعض الشيء ويعتبر هبوط الأوكسجين مؤثرا لتوسيع الأوعية التاجية في الدماغ وغبرها من الأوعية الأخرى. وإذا لم يكن هناك توسع تعويضي لزيادة حجم الدم فان مضاعفة لزوجيته وانخفاض تشبعه بالأوكسجين سيشكلان حمولة كبيرة جدًا في عمل القلب ويكون الضغط الشرياني عند سكان الجبال المرتفعة الدائمين أوطأ بعض الشيء مما هو عليه عند سكان المناطق المنبسطة فعند الأشخاص الذين يعيشون في مناطق يتجاوز ارتفاعها ٣٠٠٠م يحدث ارتفاع في ضغط الدورة الدموية الصغرى بمقاومة كبيرة في أوعيتها وتوسع في البطين الأيمن. إن هذا يؤمن علاقة أكثر انتظاما بين التنفس ونفاذ السوائل في الرئتين مما يقلل التباين في ضغط الأوكسجين بين هواء الحويصلات والدم الشرياني أن التغيرات المشار إليها تختفي تدريجيًا حال العودة إلى المناطق المنبسطة.

التكيف النسيجي:

توجه التغيرات الأساسية في الأنسجة التي تحدث في ظروف هبوط التوتر الجزئي للأوكسجين نحو مضاعفة فاعلية الحصول على الأوكسجين واستنفاذه لتكوين الطاقة الغازية وتخلص هذه التغيرات بالآتي:

تعزير الشعيرات النسجية (مضاعفة عدد كثافة الشعيرات) مضاعفة تركيز الهيموجلوبين في العضلات الهيكلية.

بمضاعفة تركيز الحبيبات الفتيلية (mitochondrion) مضاعفة تركيز ونشاط الإنزيمات المؤكسدة.

وتتطلب هذه التغيرات على عكس الميكانيكية تكيفية الفسلجية المنوه عنها وقتًا طويلاً لذلك فهي يعثر عليها فقط عند السكان الذين يمكثون طويلا في مرتفعات شاهقة.

إن الزمن الأمثل للتأقلم منسوباً إلى المعيشة الطويلة في الجبال - هي مرحلة نمو وتطور الطفل.



تغير (الاستهلاك الأعظم للأكسجين):

مع مرور الزمن في الأقلمة عادة ما يتصف (س ع ك) بحيث انه عندما تمضي بضعة أسابيع على البقاء في المرتفعات حتى يصبح أكبر مما كان عليه في الأيام الدول وتبدو هذه الزيادة أكثر وضوحاً في المرتفعات المتوسطة مما هي عليه في المرتفعات الشاهقة. فبعد مضي فترة ٣-٥ أسابيع من المكوث في المرتفعات المتوسطة يشكل انخفاض (س ع ك) نسبة لا تتجاوز ٦-١٦٪ مقارنة بقيمته في المناطق المنبسطة ان انخفاض قيمة (س ع ك) لدرجة واحدة من هبوط الأكسجين يكون عند سكان الجبال أقل مما هو عليه عند الأشخاص الذين يسكنون في الجبال وهم سكان المناطق المنبسطة. كما أن التدريب في المرتفعات وعملية التأقلم في الجبال تزيد من (س ع ك) عند الأفراد المتدربين في الجبال أكبر من الأفراد غير المتدربين ولكن حتي في حالة التأقلم النشاط المتواصل تبقي قيمة (س ع ك) في الجبال أوطأ مقارنة بالقيمة الأولية لهذه المؤشر في المناطق المنبسطة عند مستوى سطح البحر. وتجدر الإشارة إلى أن الرياضيين من ذوي المهارات العالية انخفضت قيمة (س ع ك) بنسبة ١٤٪ عند وصولهم مدينة المكسيك (على ارتفاع ٢٣٠٠ متر) وبعد مضي ١٩ يوماً يكون شكل الانخفاض في القيمة ٦٪ مقارنة بالقيمة الأولية (س ع ك) وبلغ معدل انخفاض (س ع ك) عند ثمانية رياضيين يحملون لقباً دولياً ١٦٪ (تراوح الانخفاض الشخصي بين ٦, ١٦٪) وحتى الأشخاص الذين يقطنون الجبال بصورة دائمة من الرياضيين المتدربين الذين يحتفظون بقيمة منخفضة (س ع ك) في ذلك الارتفاع مقارنة عند مستوى سطح البحر فعلى سبيل المثال لقد كانت قيمة (س ع ك) عند الرياضيين من سكان المرتفعات ذات علو ٣١٠٠ م بصورة دائمة أقل بنسبة ٢٧٪ من قيمته عند مستوى سطح البحر.

ويساعد في ارتفاع قيمته (استعادة) (س ع ك) في المرتفعات آليات متنوعة لتكييف تعويضي في ظروف هبوط الأكسجين: تنشيط التنفس الرئوي مضاعفة الكفاءة التنافذية للرتين زيادة السعة الأكسجينية في الدم والحجم الإجمالي للدم المدور والطرح القلبي وتقوية الخاصية الشعرية للعضلات الهيكلية والحبيبات في الخلايا العضلية وزيادة نشاط الإنزيمات المؤكسدة. وعندما يعود الإنسان إلى المناطق المنبسطة فهو يفقد على مدى بعض الأسابيع تدريجياً ذلك التكيف في ظروف الهبوط البارومتري لنقص الأكسجين.



كفاءة الأداء الرياضية:

في المرتفعات المتوسطة وبعد العودة إلى مستوى سطح البحر ينخفض الأداء البدني للإنسان عند صعود الإنسان عند صعود المرتفعات ويشمل هذا بصورة أساسية كفاءة الغازية (المطاولة) إذ يؤثر انخفاضها بدءاً من علو ١٢٠٠ م. ولا يوجد في هذا المجال فرق بين الأشخاص المتدربين وغير المتدربين حيث تنخفض كفاءة الأداء عند هؤلاء لحظة وصولهم الجبال بكمية متساوية تقريباً مقارنة بمستوي المناطق المنبسطة كما يلاحظ تأثير المرض الجبلي بدرجة أكثر وضوحاً عند الرياضيين.

كفاءة الأداء الرياضية عند تنفيذ تمارين القوة المميزة بالسرعة (اللاأو كسجينية):

إن القوة العضلية وكذلك الحركة التنسيقية خلال الجهود القصوي لا تتغير عملياً عند الصعود إلى المرتفعات أو عند استنشاق مزيج من الغاز يحتوي تركيز واطئ من الأكسجين. لذا ففي التمارين الرياضية غير الطويلة لا تتجاوز الواحدة (القوة المميزة بالسرعة) لا يُلاحظ انخفاضاً واضحاً في النتائج مقارنة بالمناسبات المنبسطة وبالإضافة لذلك ففي المرتفعات وبسبب هبوط كثافة الهواء فيمكن أن يكون التناقص للمسافات القصيرة (وخاصة في ركوب الدراجات) أعلى مما عليه في مستوى سطح البحر ولكن ينبغي الأخذ بعين الاعتبار أن عملية الاستعادة في الجسم تجري المرتفعات بصورة بطيئة لذلك فإن إعادة تنفيذ التمارين حتى وإن كانت قصيرة في هذه الظروف تسبب حصول إرهاق سريع وهبوط في كفاءة الأداء مما عليه في السباق التي تنفذ في المرتفعات في هذا الارتفاع حاجة لتأقلم أولى منخفض يقوم به الرياضي في هذا الارتفاع وإذا لم يعالج الرياضي من المرض الجبلي فعندئذ يمكن انتخاب زمن مكوثه من أجل المنافسات اختياريًا.

كفاءة الأداء الرياضية عند تنفيذ التمارين من أجل المطاولة:

إن كفاءة الأداء البدنية للرياضيين المتخصصين في المطاولة التي تزيد عن دقيقة كاملة بأنها في المرتفعات أوطأ مما هي عليه في مستوى سطح البحر. ويستثني من ذلك التمارين القصيرة نسبياً حيث يؤثر على نتائجها التأثير الكبير لقيمة مقاومة (كثافة الهبوط إن هبوط



الإمكانات الفلسفية للرياضيين في هذه التمارين يعوض عنه من خلال تحسين ميكانيكية ظروف تنفيذها.

وفي بعض الحدود يكون انخفاض النتائج أكثر شدة وكلما كانت مسافة السباق أطول كان الارتفاع عاليا وكلما كان هبوط كفاءة الأداء البدنية الغازية التي تجري بصورة موازية مع انخفاض أشد ويعتبر انخفاض النتائج الغازية السبب الأساسي في انخفاض المطاولة في المرتفعات واستناداً لهبوط كفاءة الأداء فإن تحمل الحمولات التدريبية المكثفة تنخفض في المرتفعات. ومع تطور آليات تكيف جسم الإنسان إزاء هبوط الأكسجين في المرتفعات تتحسن كفاءة الأداء البدنية بصورة طفيفة لذلك المرتفع. وهنا يتطلب التكيف لتنفيذ تمارين استمرارية أطول في المرتفعات تأقلاً أطول ومن أجل بلوغ نتيجة جيدة في ارتفاع ٢٠٠٠م وأكثر في تمارين ذات قدرة قصوى وقريبة من القصوى يجب أن تكون فترة التأقلم أقصر ما يمكن (٢-٣ أسابيع) أما المكوث اللاحق في ظروف المرتفعات المتوسطة فإنه سيجسّن قليلاً جداً كفاءة الأداء الغازية لذا فهو غير مجدٍ إن الأشخاص المتدربين بصورة جيدة لا يتأقلمون إزاء المرتفعات العالية بصورة أسرع وأشد كفاءة من الأشخاص الذين لم يتدربوا ويؤثر الارتفاع على كفاءة أداء سكان الجبال الدائمين كما يؤثر على كفاءة أداء سكان المناطق المنبسطة إن النتائج الرياضية التي يظهرها السكان الدائمين في المناطق الجبلية شأنها شأن النتائج الرياضية عند سكان المناطق المنبسطة فهي تنخفض في المرتفعات كلما زادت مسافة السباق (زمن الأداء) مقارنة بالنتائج في المناطق المنبسطة.

تأثير التدريب في ظروف المرتفعات المتوسطة على كفاءة الأداء في ظروف المرتفعات عند مستوى سطح البحر:

يتضح مما تقدم ان التكيف إزاء هبوط الأكسجين في المرتفعات يسبب تغيراً فسلجياً ينسجم في الكثير من العلاقات مع ما يحدث في أثناء عملية التدريبات من أجل المطاولة عند مستوى سطح البحر وفي جميع الحالات تتضاعف الإمكانات الغازية للجسم التي ترتبط بإمكانية في نقل الأكسجين وكفاءة النسيج (في العضلات العاملة) في إنفاق الأكسجين لنواتج الطاقة الغازية وهنا يتبع التساؤل الآتي: هل يمكن للتدريب في



المرتفعات أن يسبب تغيرات فسلجية إضافة من شأنها أن تعزز التاجية الغازية وكفاءة الأداء الغازية البدنية (المطاولة) عند الرياضيين في المناطق المنبسطة؟ وبضعة أخرى هل تتضاعف كفاءة الأداء في مستوى سطح البحر بعد الوصول إلى المرتفعات وهل يكون التدريب في المرتفعات أكثر كفاءة من التدريب نفسه عند مستوى سطح البحر؟

فاليانات العملية المتعلقة بتأثير العيش والتدريب في المرتفعات تهدف إلى مضاعفة المطاولة في ظروف المناطق المنبسطة متناقضة كثيرًا. وليس هناك أدنى شك بأن السكان الدائمين في الظروف الجبلية يمتلكون ميزة في سباق المطاولة إذا هو جرى في تلك الظروف نفسها مقارنة بالرياضيين الذين يسكنون بصورة دائمة في مستوى سطح البحر. في أثناء تنفيذ العمل الغازي الأعظم في مرتفعات متوسطة فان سكان الجبال الدائمين يتصفون بسعة أكسجينية كبيرة جدًا في الدم وبطرح قلبي أكبر مما عليه عند السكان في المناطق المنبسطة الذين هم بمستوى التدريب نفسه ومن جهة أخرى فإن السكن الدائم أو لفترة طويلة في المرتفعات العالية لا يعطي مزية بالنسبة للمطاولة الغازية التي تظهر في المناطق المنبسطة فالسكن والتدريب المكثف للرياضيين المتدربين وبصورة جيدة في المرتفعات المتوسطة خلال بضعة أسابيع لا يعطي دائما تأثيرا إضافيًا وحتى إن البقاء المستمر في المرتفعات الشاهقة لا يظهر تأثيرا مضمونًا في مستوى كفاءة الأداء الغازية لمناطق المستوية.

عند تحليل تأثير الاستعداد في المناطق متوسطة الارتفاع في نتائج المشاركة في ظروف المناطق متوسطة الارتفاع في نتائج المشاركة في ظروف المناطق المنبسطة لابد من الأخذ بعين الاعتبار المتغيرات الذاتية الجوهرية ويؤدي هذا الإعداد عند الفريق الأول من الرياضيين إلى مضاعفة النتائج وعند آخرين إلى هبوط النتائج وعند الفريق ثالث لا يؤدي إلى تأثير ملحوظة إضافة لذلك فمن المهم الأخذ بالحسبان أن الحالة الوظيفية وكفاءة الأداء الرياضية في مرحلة إعادة التأقلم تحمل طابعا طورياً واضحاً مضاعفة كفاءة الأداء الرياضية تتناوب مع هبوطها المؤقت وفيما يبدو أن التنظيم المتخصص للعملية التدريبية في الظروف الجبلية وكذلك فترة إعادة التأقلم تلعب دورا هاما في مضاعفة كفاءة أداء المناطق المنبسطة تظهر في الجسم خلال عملية المكوث الطويل في الظروف الجبلية تغيرات تكيفية تساعد في مضاعفة كفاءة الأداء في هذه الظروف البدنية المتخصصة وإضافة لذلك فان



هذه التغيرات لا تعطي أفضلية ملحوظة عند أداء هذه الأعمال في الظروف البدنية المتخصصة الأخرى وفي الأخص عند مستوى سطح البحر.

المرتفعات الجبلية العليا والمتوسطة ونقص الأكسجة الاصطناعية في نظام إعداد الرياضيين:

تكون العملية التدريبية ذات فعالية فقط في حال ارتباطها عضويا بمختلف أشكال العوامل التي تضاف إليها عن طريق مؤثرات مرافقة تسمح في إحداث تغير ايجابي وعلى تحفيز وجريان الاستجابات التكيفية ونظام العمل والراحة والوقاية من مظاهر التعب المفرط والتوتر الزائد للأنظمة الوظيفية. ولذلك فإن تقسيم المرحلة التدريبية إلى مراحل وبناء ومحتوي مختلف المكونات يجب أن ينظر إليه كعامل موحد يجمعه ما يسمى بالعوامل غير التنافسية - كظروف المرتفعات المتوسطة والعالية ونقص الأكسجة الاصطناعية والأسفار الطويلة إلى أماكن الإعداد والمنافسات وما يرافق ذلك تغير في المزاج: "تعب الطريق" وفقدان توازن "الساعة البيولوجية" ووسائل تحفيز القدرة على العمل والعمليات الإستشفائية في أثناء تنفيذ برامج التدريبية والدورات القصيرة والتغذية والإضافات الغذائية بمختلف أنواعها الدوائية.

المرتفعات الجبلية العالية والمتوسطة ونقص الأكسجة الاصطناعي في نظام الإعداد:

مسألة إعداد الرياضيين والمسابقات في ظروف الجبال لفت انتباه مجموعة واسعة من الخبراء في مجال الرياضة أعوام الستينات بعد الألعاب الأولمبية في مدينة مكسيكو، المدينة التي تقع على ارتفاع ٢٢٤٠م فوق سطح البحر. في البداية انحصرت الأبحاث في مسألة الأقلية مع ظروف الارتفاعات الجبلية المتوسطة لأن الانخفاض الكبير للضغط الجزئي الأكسجين في الهواء المستنشق يؤثر على قدرة الرياضيين على العمل وتحملهم للأعمال ونشاط أهم أنظمة الجسم الوظيفية.

سرعان ما أظهرت هذه النتائج التجريبية التي تم التوصل إليها في أثناء الدراسة تأثير التدريبات في الجبال على جسم الرياضي وفي أثناء إيجاد نقص أكسجة اصطناعية في المخبر أيضاً، أظهرت ضرورة كهذه إعداداً ليس لرفع فعالية النشاط التنافسي فقط ظروف الارتفاعات الجبلية المتوسطة بالإضافة إلى فائدتها لرفع قدرات جسم الرياضي الوظيفية



ورفع نتائج مشاركتهم في المسابقات التي تقام في السهول. كل هذا حفز علماء الرياضة بالإضافة إلى الخبراء العالمين في الرياضة البحث عن طرق الإعداد في المرتفعات المتوسطة والعليا لرفع فعالية عملية إعداد الرياضيين المختصين في ألعاب تتطلب إظهار التحمل. ولكن يجب أن نشير إلى أسس دراسة هذه المسألة من كل جوانبها ظهرت قبل ذلك بوقت بعيد. (ما تفييف، ١٩٥٢، ياكوفليف ١٩٥٩).

أصبح التدريب في الجبال عاملاً ناجحاً للإعداد للمسابقات المقامة في الأماكن الجبلية وأيضاً وسيلة حشد فعالة أيضاً للاحتياطات الوظيفية ونقل تكيف جسم رياضيين مؤهلين عالياً إلى مستوى جديد وأعلى للمشاركة في المسابقات في ظروف السهل وهذه الأبحاث أصبحت تجرى في بلدان عديدة منها "الاتحاد السوفيتي وألمانيا الديمقراطية".

والدافع لدراسة مسألة الإنسان مع ظروف الجبال، نظراً للمهام العملية لرياضة الأرقام القياسية، أصبح نجاح مشاركات العدائين الأفارقة للمسابقات الطويلة الذين يعيشون بشكل دائم ويتدربون في الظروف الجبلية المتوسطة والعليا. إن المفاجأة الأولى من هذا النوع كانت عام ١٩٦٠ في الألعاب الأولمبية حينما فاز العداء الأثيوبي "أبيي بيكيلا" بفارق كبير ورقم قياسي عالمي جديد في سباق الماراثون. واعتبر ذلك في البداية فوزاً بالصدفة لكن "بيكيلا" في اولمبياد عام ١٩٦٤ حقق أيضاً رقماً عالمياً جديداً متفوقاً على صاحب المركز الثاني بأربعة دقائق. ومن ثم تلاها فوز عدد كبير من العدائين الأفارقة الذين يعيشون ويتدربون في المرتفعات الجبلية.

في النصف الثاني من الستينات وبداية السبعينات صدر عدد كبير من الأعمال أثبت فيها بشكل مقنع فعالية التدريب في الجبال لرفع القدرات الهوائية والتحمل لدى الرياضيين بعد العودة من الجبل. العديد من الرياضيين المختصين بالركض لمسافات متوسطة طويلة أصبحوا يصعدون إلى المرتفعات الجبلية المتوسطة والعالية إلى معسكرات التدريب وتمكنهم بعد ذلك من إظهار نتائج تثبت فعالية مثل هذا الإعداد. أدخل في بداية السبعينات التدريب في الظروف الجبلية المتوسطة إلى الإستراتيجية العامة لإعداد رياضيين من مستويات عليا في ألمانيا الديمقراطية من أهم العوامل المسببة للنتائج العليا للرياضيين في الألعاب الرياضية المرتبطة بإظهار التحمل. منذ ذلك الوقت رياضيو هذه



الدولة من مختلف الألعاب الرياضية وبشكل منتظم يتوجهون لمدة ثلاثة أو أربعة أسابيع إلى معسكرات المرتفعات الجبلية المتوسطة في (٢٠٠٠م) فوق سطح البحر مخصصة لإعداد رياضي ألمانيا الديمقراطية وبلغاريا ومن ثم إلى معسكرات مرتفعة عن سطح البحر في دول أخرى. كان العمل على إعداد الرياضيين في ظروف المرتفعات المتوسطة يرافقه أبحاث واسعة وعلمية في هذا المجال.

إن إخفاق الرياضيين السوفيت في أولمبياد ١٩٦٨ في المكسيك سببه على الأغلب الإعداد المباشر غير الفعال للمنافسات وإهمال ضرورة التكيف مع ظروف المرتفعات المتوسطة، مما دفع الاتحاد الرياضي السوفيتي إلى إيجاد ظروف لدراسة فعالية التدريب في الجبال والبحث عن طرق استخدامها كواحدة من أهم العوامل لرفع فعالية العملية التدريبية. تم تدشين قاعدة حديثة في المرتفعات الجبلية في أرمينيا اسمها "تساخكادزور" (١٩٧٠م عن سطح البحر) وافتتحت مختبرات علمية وتم دعوة تابعة لأكاديمية العلوم ووضعت البرامج المناسبة للأبحاث وطرق تطبيق نتائجها عمليا. وتم إرساء علاقات التعاون في هذا المجال مع خبراء ألمانيا الديمقراطية أيضاً.

وبالنتيجة في مدة قصيرة جداً تم وضع نظام معرفي وعلمي ومتكامل خالٍ من التناقضات في هذا المجال. تطبيق هذا النظام جلب نجاحاً، وقام بالتأثير على نجاح رياضي بألمانيا الديمقراطية والاتحاد السوفيتي في مسابقات ضخمة ابتداءً من منتصف السبعينات. ومع الأسف لأسباب كثيرة، هذه المعارف والخبرات لم يتمكن خبراء الدول الغربية التعرف عليها بالقدر اللازم. ولذلك حينما نتعرف على ما يكتب اليوم استناداً إلى نتائج أبحاث الأعوام الأخيرة نضطر إلى الإقرار بأنها تكرر نفس المعلومات التي كانت موجودة منذ ٢٠ و ٣٠ سنة الماضية ويطرحون بعض المسائل التي أصبحت من زمن بعيد محلولة، على إنها غير محلولة وقابلة للنقاش.

الغالبية العظمى من المدربين المرموقين يعيرون انتباهاً شديداً للتمارين في الجبال كجزء لا يتجزأ من إعداد الرياضيين من المستوى العالي في مختلف الألعاب الرياضية التي تتطلب التحمل. على سبيل المثال، المدرب الشهير الكندي "سيسيل كولفين" صاحب عدة كتب في مجال مناهج إعداد السباحين من المستوى العالي يشير إلى أن العدد الأكبر من الرياضيين



الذين يستخدمون هذا الإعداد يرفعون من نتائجهم في المسابقات التي تقام على مستوى سطح البحر في المسافات كافة ابتداء من ١٠٠ م. من الناحية العملية المدربون الأمريكيان وكافة الذين يدرّبون سباحي المسافات المتوسطة والطويلة يقيمون بشكل منتظم معسكرات تدريبية في الجبال. على سبيل المثال، "جون اوربانتشيك" مرتين في العام (كل مرة لمدة ثلاثة أسابيع) يدرّب تلاميذه في الارتفاعات المتوسطة (اوربانتشيك ١٩٩٨). وأيضاً، "مارك شوبرت"، يقيم من ٢-٣ معسكرات تدريبية في الجبال كل عام والذي يعتقد بضرورة العيش على ارتفاع ١٧٠٠ م مما يساعد حسب قوله السباحين على تحمل الحمولات التدريبية بسهولة ويساعد على تكيف فعال أكبر. "جون سكيز" المدرب الذي ترتبط باسمه نجاح عدد كبير من السباحين الأمريكيان في العشرين سنة الأخيرة يعتبر من أنصار تدريب السباحين في ظروف المرتفعات الجبلية المتوسطة خلال جزء كبير من العام. (ويلبر ٢٠٠٤).

ويقيم -أيضاً- عداءو المسافات المتوسطة والطويلة والبياتون والتزحلق على الثلج والجليد بالإضافة إلى ألعاب رياضية أخرى تدريباتهم في ظروف المرتفعات الجبلية. خلال الأعوام التي تلت الأولمبياد في المكسيك افتتحت في مختلف البلدان العشرات من القواعد التدريبية الحديثة في المرتفعات الجبلية العالية والمتوسطة وتستخدم بفعالية من قبل رياضيين من مستويات عالية.

المناخ الجبلي وخصائصه:

تختلف الظروف المناخية في الجبال كثيراً منها في السهول بتقلباتها الحادة في الرطوبة والحرارة وانخفاض الضغط الجوي والضغط الجزئي للأكسجين في الهواء وارتفاع تأيين الهواء (أوزون).

تصادفنا في الأبيات الرياضية تسميات عديدة لمستوى الارتفاعات الجبلية المناخية - منها "مرتفعات جبلية عالية، متوسطة، منخفضة" ارتفاعات كبرى وصغرى ومعتدلة"، و"جبلية ونصف جبلية وجبلية عالية وغيرها، مما يؤدي هذا التنوع في المصطلحات إلى تناقضات كبيرة في فهمها. البعض من الكتاب يعتبر المناخ الجبلي المتوسط هو على علو ١٠٠٠ - ١٢٠٠ م وآخرون إلى ٢٠٠٠ - ٢٥٠٠ م أعلى، لكن في كل الحالات حين نصف



الظروف الجبلية نستند إلى المؤشر الذي يؤثر جذريا على جسم الإنسان أي نقص الأكسجين دون أن ينكر أحد تأثير عوامل طبيعية أخرى بالطبع.

لقد أجريت أبحاث كثيرة لمسألة تكيف الإنسان مع ظروف الجبال في السنوات الأخيرة وخاصة في مجال رياضة الأرقام القياسية ساعدت في التقليل من التناقضات في تحديد المستويات الجبلية أغلب الخبراء يستندون إلى تحليل الجبلية المنخفضة ٨٠٠-١٠٠٠ م عن سطح البحر. على هذا الارتفاع في ظروف الراحة وفي أثناء حمولات معتدلة لا يظهر بعد تأثير كبير لقلة الأكسجين على الوظائف الفيزيولوجية. وتلاحظ تغيرات وظيفية في أثناء حمولات قصوى فقط.

الجبلية المتوسطة ١٠٠٠-١٥٥٠ م عن سطح البحر. يميز هذه المنطقة ظهور تغيرات وظيفية في أثناء حمولات معتدلة على الرغم من أن الإنسان في حالة السكون عادة لا يشعر بتأثير سلبي لقلة الأكسجين.

الجبلية العالية، أعلى من ٢٥٠٠ م عن سطح البحر، في هذه المنطقة تلاحظ في حالة السكون تغيرات وظيفية في الجسم تدل على نقص الأكسجة.

الضغط الجوي. على مستوى البحر، خط عرض ٤٥ درجة في أثناء حرارة الجو صفر وضغط الكتلة الهوائية يساوي (١٣ باسكال على كل ١ سم كربع) من السطح، أنه يوازن العمود الزئبقي بارتفاع ٧٦٠ مم، على ارتفاع ١٠٠٠ م ينخفض الضغط إلى ١٢، وفي ارتفاع ٢٠٠٠ م إلى ٢٢ وفي ارتفاع ٣٠٠٠ م إلى ٣١ وارتفاع ٥٠٠٠ م إلى ٥٠٪، يجري انخفاض الضغط على ارتفاعات مختلفة بشكل غير منتظم، على سبيل المثال، في أثناء تغير الارتفاع من صفر إلى ٥ م عن سطح البحر ينخفض الضغط إلى ٤٤ مم من العمود الزئبقي وأثناء تغير الارتفاع من ٤٥٠٠ م إلى ٥٠٠٠ م إلى ٢٦ مم.

مكونات الهواء. الغاز الموجود في الهواء (أزوت، أوكسجين، أرجون وثاني أكسيد الكربون وغيره) يؤثر بحسب كميته حصته من الضغط الجزئي في أثناء التناسب الدائم لمختلف الغازات على ارتفاعات متنوعة. بهذه الصورة، إذا أخذنا في الحسبان أن حصة الأكسجين في الهواء تساوي ٢٠,٩٣ ٪ (١٥٩ مم من العمود الزئبقي)، حين يكون الضغط البارومتري ٧٦٠ مم من العمود الزئبقي)، من السهل تحديد الضغط الجزئي



الأكسجيني على أي ارتفاع كان. على سبيل المثال، على ارتفاع ٢٠٠٠م في أثناء حين يكون الضغط الجوي ٥٩٦مم من العمود الزئبقي، فإن الضغط الجزئي للأكسجين يساوي ٥٩٦، ٢٠٩٣، ٠، ١٢٥مم عمود زئبقي.

إن التعلق المباشر للضغط الجزئي مع الضغط الجزئي للأكسجين يسمح بتقييم مستوى "الارتفاع" عن طريق هذه المؤشرات كافة.

إن الإشعاع الشمسي وحالة الكهرباء في الجو. نظرًا لأن الجو لا يعتبر بيئة شفافة مطلقة، قسم من الإشعاع الشمسي (أمواج قصيرة، وما فوق بنفسجية) يتعرض للامتصاص. امتصاص الطاقة الإشعاعية يكون كبيرًا بالأخص في الطبقات الدنيا من الجو التي تكون مشبعة بالبخار المائي إلى حد أكبر.

تقل كثافة الجو بحسب زيادة الارتفاع وتنخفض بشكل حاد كثافة البخار المائي. ويؤدي هذا إلى ارتفاع الإشعاع الشمسي الذي يزداد بنسبة ١٠٪ لكل ١٠٠٠م. يلاحظ أكبر قدر ممكن من التغيرات من جانب الإشعاع ما فوق البنفسجي والذي تزداد شدته بنسبة ٣-٤٪ لكل ١٠٠م. مع ارتفاع العلو تتغير حالة الكهرباء في الجو. اليونات السلبية السائدة على الارتفاعات الصغرى تنخفض في وسط الارتفاعات الجبلية العالية. تتسدد اليونات الإيجابية التي تؤثر سلبيًا على تكييف الجسم مع المناخ الجبلي.

رطوبة الجو. الطبقات السفلى من الجو تحتوي على كمية محددة من الأبخرة المائية. وارتفاع الحرارة يساعد على زيادة الرطوبة وبالعكس في الجبال ينخفض محتوى الأبخرة المائية على ارتفاع ٢٠٠٠م أيضاً وهي أقل بمرتين من على مستوى البحر. وتجب الإشارة إلى أن المناخ الجبلي يتميز بتقلبات حادة للرطوبة.

تكييف الإنسان مع نقص الأكسجة في المرتفعات:

إن تكييف الإنسان مع نقص الأكسجة في المرتفعات يعتبر استجابة متكاملة معقدة والتي تشارك فيها مختلف أنظمة الجسم. وأكثرها ظهورًا التغيرات من جانب أنظمة القلب والأوعية الدموية وجهاز دوران الدم والتنفس الخارجي وتبادل الغاز مما يزيد من اهتمام خبراء الرياضة بنقص الأكسجة. لا شك أن ضبط الوظائف المتكامل على مستوى تحت خلوي وخلوي والأعضاء والأنظمة والمستوى العضوي يمكن فقط بفضل إعادة



ضبط وظائف الأنظمة التي تنظم الردود الفيزيولوجية الموحدة. من هنا، يصبح واضحاً أن التكيف لا يحدث دون إعادة ضبط وظائف الأنظمة العصبية والغدد الصماء المؤمنة لتنظيم دقيق للتسمات الفيزيولوجية لمختلف الأنظمة (ميرسون ١٩٩٨).

الاستجابات التكيفية الأساسية التي سببتها الإقامة في الظروف الجبلية هي:

- ازدياد التهوية الرئوية.
- ازدياد القذف القلبي.
- ازدياد مستوى الهيموجلوبين.
- ازدياد كمية الكريات الحمراء.
- ارتفاع ثنائي وثلاثي حمض الفوسفوجلوسيرين (المسؤول عن الطاقة) في الكريات الحمراء مما يساعد على إخراج الأكسجين من الهيموجلوبين.
- ازدياد كمية الميوجلوبين الذي يخفف من استهلاك الأكسجين.
- ازدياد مقاسات وكمية الميتوكوندريات (الحبيبات الخيطية).
- ازدياد كمية الإنزيمات المؤكسدة (كولب ٢٠٠٣، شमित، بروبير ٢٠٠٨).

من بين العوامل المؤثرة على جسم الإنسان في الظروف الجبلية، أهمها انخفاض الضغط الجوي وكثافة الهواء الجوي وانخفاض الضغط الجزئي للأكسجين. العوامل الأخرى (انخفاض رطوبة الجو)، وقوى الجاذبية وازدياد الإشعاع الشمسي وانخفاض الحرارة وغيرها)، المؤثرة على الاستجابات الوظيفية لجسم الإنسان، تلعب دوراً ثانوياً، لكن يجب الأخذ في الحسبان أن حرارة الجو تنقص درجتين كل ٣٠٠ م من الارتفاع ويزداد الإشعاع الشمسي ما فوق البنفسجي المباشر بنسبة ٣٥٪ على ارتفاع ١٠٠٠ م (ساتون، هيت، ويليامز ١٩٨٣).

انخفاض الضغط الجزئي للأكسجين مع ازدياد الارتفاع وما يتعلق بذلك من تصاعد ظاهرة نقص الأكسجة يؤدي إلى انخفاض كمية الأكسجين في الهواء الرئوي وبالطبع إلى سوء تغذية الأنسجة بالأكسجين.



وحسب درجة نقص الأكسجة ينخفض الضغط الجزئي للأكسجين في الدم وتكثف الهيموجلوبين بالأكسجين. ولهذا ينخفض انحدار ضغط الأكسجين بين أوعية الدم الشعرية والأنسجة ويسوء انتقال الأكسجين إلى الأنسجة. على ارتفاع ٢٠٠٠-٢٥٠٠ م فوق سطح البحر ينخفض الحد الأقصى لاستهلاك الأكسجين بنسبة ١٢-١٥٪ وشبه قبل كل شيء انخفاض الضغط الجزئي للأكسجين في الهواء المستنشق. شدة تنقل الأكسجين من شريان الدم إلى الأنسجة متعلق بالفروق أو تحدرات ضغط الأكسجين في الدم والأنسجة. في الظروف العادية للضغط الجزئي للأكسجين يبلغ شريان الدم ٩٤ مم زئبقي والضغط الجزئي الأكسجيني للأنسجة ٢٠ مم زئبقي والفرق ٧٤ مم زئبقي على ارتفاع ٢٤٠٠ م عن سطح البحر الضغط الجزئي الأكسجيني للأنسجة يبقى كما هو ٢٠ مم زئبقي أما الضغط الجزئي الأوكسجيني لشريان الدم فينخفض إلى ٦٠ مم زئبقي. هذا يؤدي إلى انخفاض تحدرات الضغط تقريباً بمرتين (فليمور ٢٠٠٩).

في ظروف المرتفعات المتوسطة وخاصة الجبلية العالية تنخفض جداً مقادير ضربات القلب القصوى والحجم الانقباضي الأقصى والقذف القلبي وسرعة تنقل الأكسجين شريان الدم والحد الأقصى لاستهلاك الأكسجين (ديمبسي ١٩٨٨، شيندوين ٢٠٠٠)، من جملة العوامل التي تؤدي إلى هذه الاستجابات بالإضافة إلى انخفاض الضغط الجزئي الأكسجيني المؤدي إلى انخفاض قدرات انقباض عضلة القلب، ومن الضروري الإشارة إلى تغير التوازن السائلي الذي يؤدي إلى لزوجة الدم (فيرميتي وغيره ١٩٩٠، ويلبير ٢٠٠٤).

بعد الانتقال إلى الجبال فوراً تحتشد في جسم الإنسان في ظروف نقص الأكسجة الآليات التعويضية للحماية من نقص الأكسجين. تغيرات واضحة في نشاط مختلف الجسم تلاحظ منذ الارتفاعات ١٠٠٠-١٢٠٠ م فوق سطح البحر. فعلى ارتفاع ١٠٠٠ م استهلاك الأقصى للأكسجين يبلغ ٩٦-٩٨٪ من المستوى الأقصى المسجل في بيئة السهل. مع ازدياد الارتفاع ينخفض الاستهلاك الأقصى للأكسجين بانتظام بنسبة ٠,٧-٠,١٪ خلال كل ١٠٠ م. (روبرجس وروبرت ٢٠٠٢).



وهذا على ارتفاع ٢٥٠٠م القوة الهوائية تنخفض بنسبة ١٠-١٢٪ وعلى علو ٣٥٠٠م - بنسبة ١٨-٢٠٪ وأما على قمة "أفريست" فإن مستوى الحد الأقصى لاستهلاك الأكسجين فيبلغ ٧-١٠٪ فقط.

وتقر تقريبا عن نفس العلاقة بين علو ومستوى استهلاك الأكسجين تتحدث مصادر أخرى. كما نرى، ابتداءً من علو ١٥٠٠م، الصعود إلى كل ألف متر يؤدي إلى انخفاض استهلاك الأكسجين بنسبة ٢, ٩٪.

إن الأشخاص غير المكيفين مع الظروف الجبلية قد ترتفع لديهم نبضات القلب في حالة السكون وبالأخص في أثناء تنفيذ حمولات تقليدية على علو ١٠٠٠م تقريباً فوق سطح البحر، وتظهر بشكل خاص الاستجابات التعويضية على نحو أوضح في أثناء تنفيذ حمولات تقليدية، بالإمكان التأكد من ذلك بسهولة بالنظر إلى آلية زيادة تكثف اللاكتات في الدم في أثناء تنفيذ حمولات تقليدية على ارتفاعات مختلفة، إذا أدى تنفيذ مثل هذه الحمولات على علو ١٥٠٠م إلى زيادة تكثف اللاكتات بنسبة ٣٠٪ فقط بالمقارنة مع معطيات سجلت في السهول فإنه على علو ٣٠٠٠-٣٥٠٠م قد تبلغ ١٧٠-٢٤٠٪.

إن الانخفاض الحاد في تدفق الأكسجين إلى جسم الرياضي في أثناء عملية التنفيذ الذي سببه انخفاض الضغط الجزئي الأكسجيني في الهواء يؤدي إلى النتائج في النشاط التدريبي وأيضاً التنافسي الذي ترتفع احتياجاته من الأنظمة الهوائية المزودة بالطاقة. انخفاض القدرة على العمل سببه علاقتها الوثيقة بمستوى الاستهلاك الأقصى للأكسجين والذي يظهر بوضوح على ارتفاع ١٥٠٠-٢٠٠٠م.

لنشرح طابع الاستجابات التكيفية لنقص الأكسجة في المرتفعات على مختلف مراحل عملية التكيف. سنتوقف على الاستجابات التكيفية السريعة منها والمطولة للأنظمة الوظيفية التي لها أهمية كبرى في رياضة السباحة.

المرحلة الأولى (التكيف الحاد) في هذه المرحلة تؤدي ظروف نقص الأكسجة إلى ظهور عوز اوكسجيني مما يخل بشدة توازن الجسم مستدعياً عدة عمليات متعلقة بعضها ببعض. أولاً، تشط وظائف الأنشطة المسؤولة عن نقل الأكسجين من البيئة المحيطة إلى الجسم وتوزيعه داخل الجسم: فرط تهوية الرئتين، ارتفاع القذف القلبي، اتساع أوعية



الدماغ والقلب وتضييق أوعية البطن والعضلات وغيرها. (سالتين ١٩٨٨، ساوتون وغيره ١٩٩٢).

إحدى أولى استجابات الدورة الدموية في أثناء الصعود إلى المرتفعات هي ازدياد ضربات القلب وارتفاع الضغط الرئوي الشرياني نتيجة تشنج الشريان الرئوي مما يؤمن إعادة توزيع موضعي للدم وانخفاض نقص الأكسجة الشرياني (مليك، كيد ١٩٧٣).

إلى جانب ارتفاع الضغط الرئوي الشرياني يلاحظ ازدياد كبير لضربات القلب وقذف القلب في حالة السكون وبشكل خاص في الأيام الأولى من التواجد في الجبال. على ارتفاع ٢٠٠٠-٢٥٠٠ م، ضربات القلب ترتفع إلى ٤-٦ ضربات في الدقيقة وقذف قلب ٣,٨-٠,٨ ل / د (بيرليك وغيره ١٩٨٤).

خلال عدة أيام مقدار قذف القلب يعود إلى مستوى السهل مما يعتبر نتيجة لارتفاع قدرات العضلات على استشفاء الأكسجين من الدم والتي تظهر في زيادة الفروق الشريانية بالنسبة للأكسجين (ويلمور، كوستيل ٢٠٠١) ويزداد حجم الدورة الدموية: في الأيام الأولى للتواجد في الجبال - نتيجة الطرد اللارادي من المصدر وإعادة توزيع الدم (ميرسون ١٩٨٦)، ونتيجة تشكل الدم لاحقاً (تاريكوف ١٩٧٠، شميت، برومير ٢٠٠٨).

بالتزامن مع استجابات الدورة الدموية لدى الإنسان المتواجد في ظروف نقص الأكسجة تحدث تغيرات واضحة للتنفس الخارجي وتبادل الغازات. ازدياد التهوية الرئوية تلاحظ على ارتفاع ١٠٠٠ م تقريباً، بشكل أساسي على حساب زيادة عمق التنفس. الحمولات البدنية تجعل هذه الاستجابات أكثر وضوحاً: زيادة مؤكدة، وبالمقارنة مع ظروف السهل، للتهوية الرئوية على حساب عمق التنفس من جهة ومن جهة أخرى عدد مرات التنفس. زيادة التهوية الرئوية تؤدي إلى ارتفاع الضغط الجزئي الأكسجيني مما يساعد على زيادة تكثف الدم الشرياني بالأكسجين.

مع زيادة الارتفاع تكتسب الاستجابات طابعاً واضحاً حتى لدى الرجال المتدربين والمتكيفين مع الظروف الجبلية.



(الجدول ٢٣) مؤشرات أنظمة نقل الأكسجين للرياضيين المؤهلين في ألعاب رياضية
تحتاج لانظمة التزويد بالطاقة الهوائية في أثناء جهد هوائي أقصى على مستوى البحر وبعد
أسبوعين من الإقامة على المرتفعات.

مؤشرات	الارتفاع / م		سطح البحر حتى ٥٠٠ م
	٢٣٠٠	٤٠٠٠	
الضغط الجزئي للأكسجين في الهواء المستنشق	١١٢	٧٨	١٤٤
في الهواء الساخن	٩٥	٧٢	١٢٠
في شريان الدم	٨٠	٥٥	١٠٧
الاختلاف بين هواء السنخ والهواء الشرياني	١٥	١٧	١٣
التنفس الخارجي تهوية رئوية	١٧٥	٢٠٠	١٦٥
معدل التهوية	٣٩	٥٧	٣٣
الدم: حجم الدم في الدورة	٦,١٩	٥,٧٧	٦,٤٢
حجم مستوى الأكسجين في الدم الشرياني	١٦,٨	١٣,٥	١٥,٥
حجم محتوى الأكسجين في الدم الممزوج بالوريد	١,٨	١,٨	١,٨
الدورة الدموية القذف القلبي، نبضة / دقيقة	٣١,٥	٢٧,٥	٣٤,٢
الحجم الانقباضي	١٨٠	١٧٠	١٩٠
	١٧٢	١٦٢	١٨٠
النبض الأكسجيني، مل أكسجين / ضربة	٢٤	١٨	٢٧



القوة الهوائية القصوى بعد الإقامة في ظروف المرتفعات الجبلية المتوسطة والعالية تنخفض كثيراً وتبقى متدنية رغم الزيادة السريعة الكبيرة للهيموجلوبين. غياب زيادة في أقصى استهلاك للأكسجين سببة عاملين اثنين: ١- ازدياد كثافة الهيموجلوبين (الدم) يرافقة انخفاض الحجم العام للدورة الدموية يعود إلى انخفاض نبضات القلب في الظروف الجبلية لا يسمح بزيادة مستوى الاستهلاك الأقصى للأكسجين رغم امكانية تسوية حجم بلازما الدم خلال ٣-٤ أسابيع من الإقامة في الجبال (سالتين ١٩٩٦) يحدد أيضاً مستوى الحدود القصوى لاستهلاك الأكسجين إلى حد كبير بتطور نقص أكسجة عضلة القلب التي تعتبر السبب الأساسي لانخفاض القذف القلبي وزيادة الحمولات على العضلات التنفسية مما يتطلب أوكسجين إضافي (ريفيس وغيره ١٩٩٢)

إحدى أكبر الاستجابات حدة والتي تجرى في جسم الإنسان خلال الساعات الأولى من الإقامة في الجبال هي " (زيادة الكريات الحمراء والهيموجلوبين) شدة هذه الاستجابة تحدد بارتفاع وسرعة الصعود إلى الجبل.

والخصائص الفردية للإنسان (ديميسي ١٩٨٨) فخلال عدة ساعات بعد الصعود إلى الجبال ينخفض حجم بلازما الدم نتيجة زيادة فقدان السوائل التي سببها جفاف الجو. هذا يؤدي إلى زيادة كثافة الكريات الحمراء وقدرات الدم في نقل الأكسجين.

تبدأ بتكوين الخلايا الشبكية (خلايا دم حمراء غير مكتملة النمو - المؤلف) في اليوم التالي من الصعود إلى الجبل وهذا يعكس النشاط المتزايد للنخاع العظمي. في اليوم التالي من الإقامة يجري انحلال الكريات الحمراء التي خرجت من مخزن الدم إلى الدورة الدموية مع تشكل مكونات الكريات الحمراء - وهو الهرمون الذي يحفز تشكل الهيموجلوبين وإنتاج مكونات الكريات الحمراء. لكن، عدم كفاية الأكسجين بذاته يحفز فرز مكونة الكريات الحمراء والذي يظهر خلال ٣ ساعات بعد الإقامة في المرتفعات (ويلمور وكوستيل ٢٠٠١) الإفراز الأقصى لمكونة الكريات الحمراء يحدث خلال ٢٤-٢٨ ساعة (اوليفيل وغيره ١٩٩١) مع الوقت في أثناء التكيف مع الظروف الجبلية وحين تزداد بشكل حاد كمية الكريات الحمراء وتستقر على مستوى جديد يتوقف تكون الخلايا



الشبكية (فان لير، ستيكي ١٩٦٣) في المرتفعات العالية جدا، الازدياد الكبير في كتلة الكريات الحمراء قد ترتفع من لزوجة الدم إلى درجة تجعلها تقيّد الدم (بريك ١٩٨٢)

ثانيا: يتطور تفعيل الأنظمة الادرينالية النخامية. هذا المكون غير الخصوصي للتكيف يلعب دورا في حشد جهاز الدورة الدموية والتنفس الخارجي ولكن ومع ذلك يظهر على شكل تقويضي (مخرب) حاد، أي رصيد ازورني سلبي وفقدان كتلة الجسم وضومور الأنسجة الدهنية. (هوتادو وغيره ١٩٤٥، وهوتادو وكلاارك ١٩٦٠، سالتين ١٩٩٦)

ثالثا: نقص الأكسجة الحاد حين يقيد إعادة تخليق ثلاثي ادينوزين الفوسفات في الميتوكوندريا، فإنه يحدث خلل في وظائف بعض أجهزة الجسم وأولها الأقسام العليا مع الدماغ ويظهر ذلك اختلال النشاط العقلي والحركي (فان ليز، ستيكيدي ١٩٦٣)

في الأيام الأولى من الإقامة في المرتفعات الجبلية المتوسطة وفي أثناء تنفيذ حمولات بدنية عادية تلاحظ التحلل الهوائي وارتفاع مستوى اللاكتات في الدم. بعد ٢-٣ أسابيع من الإقامة في الجبال شدة التحلل وتكون اللاكتات في أثناء مثل هذه الحمولات ذاتها تنخفض وتصبح قريبة مما هي عليه في ظروف السهل. وفي نفس الوقت يلاحظ زيادة محتوى الاحماض الدهنية الحرة في الأنسجة العضلية (جرين ١٩٩٢) ويتحسن تنظيم التمثيل الغذائي لعمليات التزويد بالطاقة (روبرجس وروبرتس ٢٠٠٢)

هذا التمازج في حشد الأنظمة يشكل ظاهرة تميز المرحلة من التكيف السريع وغير المستقر دائما مع نقص الأكسجة (ميرسون ١٩٨٦) المرحلة الثانية (تكيف انتقالي) هذه المرحلة متعلقة بتشكيل التغيرات الواضحة والهيكليات المستقرة والوظيفية لجسم الإنسان وبالأخص يتطور ازدياد الكريات الحمراء والهيموجلوبين التكيفي ويحدث ارتفاع السعة الأكسجينية للدم، وتلاحظ زيادة واضحة في السطح التنفسي للرئتين وترتفع قوة التنظيم الادرينالي للقلب وترتفع كثافة الهيموجلوبين (خصاب الفضل - المؤلف) وترتفع القدرة على دفع الدم في الشريان التاجي وغيرها.....

المرحلة الثالثة (تكيف مستقر) يتكون في هذه المرحلة تكيف مستقر بظاهرة مجددة وهي زيادة قوة، في نفس الوقت تقنين لأجهزة التنفس الخارجي العاملة والدورة الدموية



ونمو السطح التنفسي للرتتين وقوة العضلات التنفسية ومعدل صرف الأكسجين من الهواء المستنشق.

ويحدث أيضاً زيادة كتلة القلب وسعة الشريان التاجي وازدياد كثافة الهيموجلوبين وكمية الميتوكوندريا في عضلة القلب وزيادة قوة أجهزة التزويد بالطاقة عموماً.

ان الدراسات سمحت بتحديد الاستجابات الأساسية التي تميز التكيف المستقر للأنسجة العضلية. ففي الأسابيع ٤-٥ تؤدي الإقامة في المرتفعات العالية إلى تغيرات واضحة في العضلات: تقل مساحة العضلات ومساحة الألياف السريعة والبطيئة الانقباض ويزداد عدد الأوعية الشعرية لحد ١ ميليمتر مربع للأنسجة العضلية وغيرها (ويلمور ٢٠٠٩) مما يساهم في إخراج الأكسجين من الدم بالعضلات العاملة. هذه الاستجابة التكيفية تظهر أيضاً خلال فترة زمنية طويلة كافية بعد العودة من الجبل مسهلة بذلك نقل الأكسجين إلى الأنسجة العضلية. الرياضيون المختصون في ألعاب رياضية ذات طابع سرعة وقوة عليهم معرفة ان في ظروف الجبال هناك درجة معينة من المخاطره لانخفاض الكتلة العضلية التي من الممكن طبعاً إلى حد كاف منعها عن طريق إعداد قوة عقلائي (سالتين ١٩٩٦).

يعتبر التقنين الكبير الوظائف في الجسم هو الظهور الأهم للتكيف المستقر. هنا نشاهد توجهين مستقلين:

الأول: يتعلق بالتقنين المرتبط بزيادة الاحتياطي الوظيفي للقلب وزيادة السعه الأكسجينية للدم وقدرة الأنسجة لصرف الأكسجين.

الثاني: متعلق بمحتوي التبادل الأساسي واستخدام الأنسجة للأكسجين بالإضافة إلى انخفاض استهلاك القلب للأكسجين والذي يظهر واضحاً جداً لدى سكان الجبال، لكن موجودة لدى سكان السهول أيضاً المتكيفين مع نقص الاوكسجة الجبلية.

في المرحلة الثانية الانتقالية والسادسة المستقرة من التكيف استجابات في جهاز الدورة الدموية مع نقص الأكسجة حسب نمو الآليات التكيفيه الأخرى: تزداد الكريات الحمراء وانزياح تعرجات تفكك الهيموجلوبين إلى اليمين وارتفاع مركب ثالث ادينوزين الفوسفات وازدياد فعالية الإنزيمات التنفسية في الأنسجة وزيادة الاوعية الدموية وازدياد



نفاذية الشعيرات الدموية المحيطية وازدياد كثافة الشعيرات الميتوكوندريالية في العضلات الهيكلية.

تجدر الإشارة إلى أن إقامة سكان السهل في ظروف المرتفعات المتوسطة والعالية يؤدي بسرعة إلى زيادة كمية الكريات الحمراء وتكثف الهيموجلوبين وهذا هو الأساس في تحسين تمويل الأنسجة بالأكسجين. والسعة الأكسجينية للدم تتوسع في أثناء ازدياد الارتفاع يتحرر الأكسجين من الأوكسي هيموجلوبين بشكل أسهل رغم تدني تعرج في الأكسجين بين الدم الشرياني والأنسجة ويرتفع محتوى الاوكسجين في الأنسجة.(فيريني وغيره ١٩٩٠) الإقامة عده أسابيع على علو ٤٠٠٠-٤٥٠٠م قادرة على إحداث زيادة في هذه المؤشرات إلى مستوى يميز السكان الأصليين المقيمين على علو ٢٥٠٠-٣٠٠٠ متر فوق سطح البحر (بيرنشتين ١٩٧٧)

من العوامل المؤمّنه لزيادة القدرة على العمل والاستهلاك الأقصى للأكسجين نتيجة الإقامة والتدريب في الجبل، عامل تكون الأوعية الدموية وما يتعلق بها من زيادة تدفق الشعيرات الدموية في العضلات وهو من أهم العوامل.

مثل هذه التغيرات تحدث أيضاً في الدماغ الذي يتميز بحساسيته الكبيرة تجاه نقص الأكسجين. الإقامة الطويلة في الجبال تؤدي لزيادة كبيرة في عدد وطول شعيرات الدماغ الدموية التي تساعد على زيادة تغذية بالدم.

الاستجابات التكيفية من طرف وظائف التنفس وتبادل الغازات في المراحل الثانية والثالثة تؤدي إلى ما يلي:

-التنفس أقل تكراراً وأكثر عمقاً بالمقارنة مع الاستجابات الملحوظة في المرحلة الأولى من التكيف. ينخفض إلى حد ما حجم التنفس في الدقيقة أيضاً ولكن لا يزيد عن معدلات السهل، ويتعادل القلاء التنفسي (القلاء التنفسي ينتج عن فرط التهوية وهو مرض القاعدية التنفسية - المؤلف) ويحدث زيادة انحرافات القفص الصدري وتبدأ زيادة ثابتة للحجوم والسعات الرئوية كافة بالإضافة إلى حصة التهوية السنخية في حجم التنفس بالدقيقة (روبيرجس وروبيرتس ٢٠٠٢)



التكيف المستقر مع نقص الأكسجة متعلق أيضاً بالتغيرات الكبيرة لإمكانات الجهاز العصبي المركزي والمحيطي على مستوى الأقسام العليا للجهاز العصبي ويظهر ذلك في زيادة استقرار الدماغ أمام المثيرات المفرطة ومواقف النزاعات وزيادة ثبات ردود الأفعال الشرطية وتسارع انتقال الذاكرة الوقتية إلى ذاكرة طويلة. على مستوى التنظيم اللارادي يظهر التكيف بزيادة قوة التنظيم الإدرينالي لعمل القلب والذي يتبين في تضخم الخلايا العصبية الحاسة في عضلة القلب بالإضافة إلى شدة وانخفاض نشاط استجابات تقلصية القلب لنورايبينجرين.

مثل هذه التغيرات للتنظيم الإدرينالي القلبي والأوعية لازم يؤمن وضعا يزداد خلاله القذف القلبي في أثناء الاستجابات السلوكية:

اولا: تتحقق بسرعة وتنتهي.

ثانيا: ترافقها زيادة أقل في الضغط الشرياني.

أي تعتبر أكثر تقنياً للتدريب في الظروف الجبلية يساعد على زيادة تقنين الجهد. ففي الساعات ٥-٨ من الجهد الفعال خلال الثلاثة الأيام الأولى من الإقامة على ارتفاع ٢٥٠٠م يؤدي إلى زيادة السعة الأكسجينية للدم بالإضافة إلى انتشار الأكسجين في الأنسجة العضلية (هاكلير وغيره ١٩٨٤، كولب ٢٠٠٣) تماريت من ١٢ اسبوعيا لعدائي الماراثون في ظروف الجبال تؤدي إلى تخفيض أكيد للتكلفة الأكسجينية للركض بسرعة عادية.

ساعد تحليل نتائج دراسات عديدة أجريت لمسألة تكيف الإنسان مع نقص الأكسجة في المرتفعات، ساعد " ميرسون " على تميز عده آليات لاستجابات متازرة فيما بينهما:

١- آليات قد يؤمن حشدها تدفق كاف للأكسجين إلى الجسم رغم شحته في البيئة: فرط تهوية، فرط وظيفي للقلب الذي يؤمن حركة الكمية المرتفعة للدم من الرئتين إلى الأنسجة.

٢- بوليتيسيميا وزيادة مشابهه للسعة الأكسجينية للدم.



٣- الآليات التي تجعل من الممكن للأكسجين إلى الدماغ والقلب وبقية الأعضاء الحيوية المهمة رغم نقص الأكسجة وبالذات توسيع الشرايين وشعيرات الدماغ والقلب وغيرها.

٤- تخفيض المسافات المنشرة للأكسجين بين الجدار الشعيري وميتوكوندريا الخلايا على حساب تشكل شعيرات جديدة وتغير خصائص الأغشية الخلوية.

٥- زيادة قدرة الخلايا على صرف الأكسجين من الدم وتكوين ثلاثي ادينوزين الفوسفات رغم شح الأكسجين.

٦- زيادة إعادة تخليق ثلاثي ادينوزين الفوسفات على حساب تفعيل التحلل الذي يقيمة أغلبية الباحثين كآلية كبرى للتكيف.

بناء التدريب بشكل غير صحيح في ظروف المرتفعات المتوسطة والعالية (حمولات كبيرة جدا، تتالي غير عقلائي للجهد والراحة وما إلى ذلك قد يؤدي إلى إجهاد زائد تكون فيه خلاصة تأثير نقص الأكسجة ونقص الأكسجة للحمولات قادرة على ان تؤدي إلى استجابات يتصف بها مرض الجبال المزمّن وتزداد بالأخص مخاطر المرض الجبلي في أثناء حمولات بدنية زائدة في ظروف المرتفعات الجبلية العالية ٢٥٠٠ - ٣٠٠٠ م وأكثر (كليريك ١٩٨٨، مونغومري وغيره ٢٠٠٢)

لا يجوز الظن أن المستوى العالي للتكيف للرياضيين مع الظروف الجبلية وتواجههم كثيرا في الجبال على أنه وسيلة وقاية قوية جدا ضد حدوث المرض الجبلي. قد يظهر المرض لدى الرياضيين المؤهلين عاليا أيضاً مع خبرة كبيرة في الإعداد في ظروف المرتفعات المتوسطة والعالية لأنهم عادة يبدءون الإعداد الشديد دون تكييف تمهيدي لازم. (شيفارد ١٩٩٢، كولب ٢٠٠٣) الوقاية من حدوث المرض الجبلي ممكنة عن طريق تدريبات نقص أكسجة اصطناعية والتواجد السلبي في حجرة الضغط والانتقال التدريجي إلى المرتفعات.

لإزالة عوارض مرض الجبل ممكن استخدام عقارات خصوصية (باستشارة الطبيب) أو الانتقال إلى مرتفعات أقل.



تجب الإشارة إلى أن الزمن اللازم لبلوغ التكيف المستقر يحدد بعوامل عديدة. في كافة الظروف المشابهة يحدث التكيف أسرع لدى أولئك الذين يتواجدون بانتظام في ظروف نقص الأكسجة الاصطناعية والطبيعية.

الرياضيون المكيفون مع حمولات التحمل يتأقلمون مع ظروف المرتفعات المتوسطة والعالية أسرع من الأشخاص الذين لا يمارسون الرياضة أو الرياضيين المتخصصين في ألعاب السرعة والقوة.

زيادة الارتفاع (إلى حدود معينة) تحفز الاستجابات التكيفية وتعجل عملية التكيف التي تجري أسرع بكثير لدى الأشخاص الذين يستخدمون بشكل واسع حمولات بدنية شديدة بالمقارنة مع اشخاص يتبعون حياة طبيعية. لبلوغ مقادير قصوى من حجم الدورة الدموية وكتل دوران الكريات الحمراء على ارتفاع ٢٥٠٠ - ٣٠٠٠ متر في ظروف نظام حياة عادية يلزم ٣٠ - ٤٠ يوم (سيروتين ١٩٤٩، ميراخيموف ١٩٦٩) لدى الرياضيين في حال بناء عقلائي للإعداد هذه المرحلة قد تختصر بمرة ونصف إلى مرتين.

الرياضيون المكيفون جيدا مع ظروف نقص الأكسجة قادرون في حالة نظام محدد للتمارين واتباع جرعات نقص أكسجة اصطناعية، للحفاظ على مسنوي الاستجابات المتحققة في جبال خلال ٣٠-٤٠ يوم وأكثر بعد العوده من الجبال إلى السهل. في أثناء برجة لمرة واحدة للإعداد في الجبال ، كمية الكريات الحمراء على سبيل المثال تعود إلى مستواها الأصلي بعد ٩-١٢ يوم وعندما تجري تمارين نقص أكسجة بانتظام فإن فعاليتها تلاحظ خلال ٤٠ يوما أيضاً بعد التوقف عن هذه التمارين. وهذا يخص مؤشرات الاستهلاك الأقصى للأكسجين أيضاً واستهلاك الأكسجين على مستوى العتبة الهوائية وغيرها (وولف وغيره ١٩٨٦)

أشكال تدريبات نقص الأكسجة

هناك مجموعتان لأشكال إعداد الرياضيين باستخدام عوامل نقص أو كسجة إضافية: تدريبات نقص أكسجة طبيعية (التدريب في ظروف الجبال) وتدريبات نقص أكسجة اصطناعية (تدريبات على مستوى البحر باستخدام منشآت خاصة وأجهزة أو خطط منهجية تؤمن وجود عامل نقص أكسجة إضافي).



الدراسات الخاصة بالإضافة إلى خبرة إعداد الرياضيين المرموقين في مختلف بلدان العالم كشفت بحق أن المكان الأساسي في نظام تدريبات نقص الأكسجة يجب أن تحتلته التمارين الطبيعية في الجبال التي تستدعي استجابة أكثر وضوحا وجريان فعال للتكيف بالمقارنة مع تمارين نقص الأكسجة في ظروف أعدت اصطناعيا (ميرسون ١٩٨٦، بلاتونوف ١٩٩٥) مع ذلك تدريبات نقص الأكسجة الاصطناعية في أثناء برمجتها بعقلانية تسمح في جعلها إضافة ناجحة لتدريبات الجبال وللقضاء على عيوب الأخيرة التنظيمية والمنهجية (فوس وريب ١٩٩٠، ويلير ٢٠٠٤).

في الوقت الحاضر في مختلف العالم تعمل مراكز رياضية تدريبية موجودة على الارتفاعات المتوسطة أكبرها وأكثرها غني بالأجهزة موجودة على ارتفاعات ١٦٠٠-١٧٠٠ م إلى ٢٣٠٠-٢٦٠٠ م ومنها: "ستيريا" إيطاليا ٢٠٣٥ م، و"بيلميكن بلغاريا ٢٠٠٠ م"، و"تسخكادزور أرمينيا ١٩٧٠ م"، و"كون مينج الصين ١٩٩٥ م"، و"كلورادو سبرينج أمريكا ١٠٦٨ م"، و"مكسيكو المكسيك ٢٢٤٠ م"، و"فون ريمو فرنسا ١٨٥٠ م"، و"سيرا - نيفادا إسبانيا ٢٣٣٠ م"، و"بوجوتا كولومبيا ٢٦٠٠ م وغيرها.

تسمح ظروف الكثير من المراكز باستخدام التدريبات والإقامة على نطاق واسع من الارتفاعات:

يمكن للرياضيين العيش في أماكن عليا ارتفاع ١٨٠٠ - ٢٥٠٠ م والتدريب في أماكن عليا ارتفاع ٢٧٠٠ - ٣٥٠٠ م أو العكس، العيش على ارتفاع ٢٢٠٠ - ٣٠٠٠ م والتدريب على ارتفاع ١٠٠٠ - ١٢٠٠ م وغيره. على سبيل المثال، المركز المحبب إلى قلوب الرياضيين من المستويات العالية، مركز "سيرا - نيفادا" الإسباني على الارتفاعات المتوسطة يسمح بالعيش على ارتفاع ٢٣٢٠ م والتدريب في غرناطة على ارتفاع ٦٩٠ م، على بعد ٤٠ دقيقة بالسيارة من سيرا - نيفادا.

الرياضيون المدربون على ارتفاعات متوسطة في مركز كولارادو أمريكا لديهم الإمكانية للتدريب على علو ١٨٦٠ م والعيش في المرتفعات العالية ٢٧٥٠ م.



في السنوات الأخيرة أُعير اهتمام كبير لمسألة إدخال تدريبات في ظروف نقص الأكسجين الاصطناعية إلى عملية تدريب الرياضيين. مثل هذه التدريبات تتطلب منشآت ومعدات خاصة، وتستخدم لهذا الهدف الحجرات البارومترية (حجرات الضغط) التي تتغير فيها الضغط العام للهواء وبطبيعة الحال يتغير الضغط الأكسجيني الجزئي، والحجرات المناخية والتي تُضخ فيها مزيج من نقص الأكسجة، على سبيل المثال، في القاعده الاولية في " كولورادو سيرينغ " تعمل حجرة ضغط بداخلها قناة ضغط لتدريب السباحين في مختلف المراكز هناك منشآت مشابهه. لتدريب العدائين والدراجين والتزحلق والجدافين ومن ألعاب رياضية أخرى.

تستخدم أنظمة ثابتة مختلفة تعطى الرياضيين مزيجًا من نقص الاوكسجة عبر أقنعة. وهذه الأقنعة تسمح باستنشاق مزيج تصف أكسجة في الظروف الواقعية للتدريب. أقنعه وأنابيب بسيطة جدا أيضًا تؤمن ظروف نقص أكسجة على حساب تواجد ما يسمى ب " الفضاء الميت "

تستخدم طريقة التنفس المسترجع باستعمال أنابيب بفضاء ميت كبير من أكثر الوسائل بساطة.

في هذه الحالة تخفيض الضغط الجزئي الأكسجيني مع الهواء المستنشق يؤمن زفيرًا متكررًا للهواء المستنشق الذي يمتزج مع الهواء النقي.

إيجابيات هذه الطريقة هي البساطة وتوافرها بشكل واسع وغيوبها الضغط الجزئي لغاز أكسيد الكربون العالي وزيادة الرطوبة وحرارة الهواء المستنشق. (دورزو ١٩٨٦)

كل شكل من تدريبات نقص الأكسجة الاصطناعية المستخدمة عمليا (الإقامة والتدريب في الحجرات المناخية واستخدام الأقنعة الخ) لها جوانب قوية وضعيفه وبالطبع لا يمكن أن تكون بديلا للتدريبات في الظروف الجبلية الطبيعية ، لكن التدريب في ظروف نقص الأكسجة الاصطناعية يعتبر إضافة فعالة إلى الإعداد الجلي الطبيعي يسمح بتأمين جريان فعال في عملية أقلمة الرياضيين في الظروف الجبلية بالإضافة إلى الحفاظ على المستوى المتحقق في الجبال للتكيف خلال مرحلة الأعوام القادمة في ظروف السهل.



فعالة إلى حد كاف وهناك طرق بسيطة أيضاً لاستنشاق الغازات المختلفة على فواصل بمحتوي متدني للأكسجين: ٥ د. - استنشاق خليط غاز فيه نسبة ١٠-١٢ ٪ من الأكسجين، ٥ د. - تنفس بهواء عادي الخ.....

استخدام هذه الطريقة خلال ٣٠-٦٠ د. يعد كافياً وفعالاً للتكيف التمهيدي مع الظروف نقص الأكسجة في الجبال وأيضاً للحفاظ على المستوى المتحقق للتكيف. تشير الأبحاث (كوتشينسكايا ١٩٩٣)، إلى أن التأثير المناسب لهذه الطريقة يتحدد بآليات شاملة يوجه نشاطها لتأمين إيصال الأكسجين إلى الأنسجة وتقوية التنفس النسيجي. التنفس بفواصل خلط الغازات له أفضليات بالمقارنة مع تأثير نقص الأكسجة المتواصل بفضل الحد لمرات عديدة للآليات المركزية والمحيطية لتأمين الأكسجين للأنسجة. تدريب نقص الأكسجة الاصطناعي يعتبر وسيلة تسريع عملية الأقامة وخاصة في حالات وذلك حين لا يمكن للتدريب في الجبال ان يستمر وقتاً طويلاً. اتباع برامج تدريبية شديدة خلال عدة أيام قبل الانتقال إلى الجبال في ظروف نقص الأكسجة الاصطناعية يسمح بتسريع أفضل لعملية تكيف الرياضيين مع الأجواء الجبلية وفي اليوم ٣ و ٤ من الإقامة تبرز لهم برامج تدريبية شديدة.

أظهرت العديد من متابعات إعداد رياضيي من المستوى العالي في مختلف بلدان العالم أن التدريبات التمهيدية في ظروف نقص الأكسجة الاصطناعية تسمح بتسريع عملية أقامة الرياضيين بمرتين ومرتين ونصف وسطياً.

الرياضيون الذين يتبعون خلال ٥-١٠ أيام. دون مثل هذا الإعداد التمهيدي عليهم أن يعملوا فإن التدريب في الجبال بحمولات كبيرة قد تبدأ فقط خلال ٥-٧ أيام بعد الانتقال إلى الجبل (ويلير ٢٠٠٤).

إن حجم تدريبات نقص الأكسجة الاصطناعية الأدنى للتكيف الجلي الفعال اللاحق يتعلق بعوامل كثيرة (تخصص الرياضي ، خبرة الإعداد في الجبال، طبيعة التدريب السابقة واللاحقة وغيرها...)

يلاحظ التأثير في حال استخدام تدريب نقص الأكسجة الاصطناعي خلال ١٠ أيام حين يكون حجم الجهد العام في ظروف نقص الأكسجة ١٢-١٥ ساعة.



اتباع تدريبات نقص الأكسجة اصطناعية لتكيف تمهيدي فعال مع ظروف الجبال يعتبر فعالاً أكثر في حالة برمجة إقامة المعسكرات في الجبال على ارتفاع يتعدى ٢٠٠٠ م. يجب برمجة علو مكان التدريبات في ظروف نقص الأكسجة.

وفق ارتفاع الإعدادات الجبلية اللاحق. الفترة الفاصلة بين الوحدات اللاحقة في ظروف نقص الأكسجة الاصطناعي والوحدات الأولى في الجبال يجب ألا تتعدى ٣ أيام (فوني وريب ١٩٩٠)

عند ضرورة المشاركة في سلسلة طويلة من المسابقات فإن الحفاظ على مستوى التدريب يسهم في إدخال وحدات إلى برامج الدورات القصيرة المقامة في ظروف نقص الأكسجة الاصطناعية وتساهم في الحفاظ على المستوى المتحقق من القدرات الجليكو جينية الهوائية واللاهوائية. تتالي مثل هذه الوحدات مع وحدات سرعة مصحوبة بالقوة بتوجهات تآزرية وفنية تكنيكية مقامة في الظروف العادية تسمح في الحفاظ على مستوى تدريب الرياضيين للمسابقات زمنياً طويلاً.

في مرحلة بين انتهاء إعدادات الجبال والمنافسات في المسابقات الرئيسية قد تدخل دورات قصيرة جداً من ٣-٦ أيام مع حجم عالٍ لتدريبات نقص الأكسجة في ظروف اصطناعية بما يسمح بالحفاظ على مستوى التكيف المتحقق بالتدريب في الجبال.

النقطة المهمة في أثناء إدخال وحدات مع ظروف نقص الأكسجة اصطناعية هي إمكانية تتالي الجهد لتطوير القدرات الجليكو جينية الهوائية واللاهوائية في ظروف نقص الأكسجة مع تدريبات في ظروف طبيعية تساعد على تحسين جوانب التدريب الأخرى والتي يكون العمل عليها في ظروف نقص الأكسجة مضرًا.

الارتفاع الأمثل للإعدادات الجبلية

لا تعتبر مسألة الارتفاع الأمثل للتدريب اللازم مسألة لا لبس فيها. إن الأغلبية الساحقة للأبحاث والمقترحات العملية بالإضافة إلى خبرة إعداد الرياضيين في مختلف الألعاب متعلقة بارتفاع ١٧٠٠ - ٢٢٠٠ م ويتطلب الإعداد في المرتفعات العالية ٢٥٠٠ - ٣٠٠٠ م اهتماماً لا شك فيه. عدا ذلك ، الاحتياطات الكبيرة لرفع فعالية الإعدادات التي تكمن في استخدام واسع لتدريبات على المرتفعات المتدنية ١٠٠٠ - ١٥٠٠ م. معظم



الخبراء يؤكدون على أن الارتفاع الأمثل يكون في نطاق ٢٠٠٠ - ٢٥٠٠ م (فريدمان - بيتي ٢٠٠٨)

على ارتفاعات ٣٠٠ م وأكثر حتى لدى رياضيين مكيفين لظروف المرتفعات الجبلية يحدث خلل في بنية الحركة الآلية والزمنية الفراغية والجهد في هذه الظروف قادر على أن يؤدي إلى خلل عميق في الفنيات الرياضية وخرق هيكلية الحركة التازرية المفيدة وتغيرات العلاقة المتبادلة العقلانية للوظائف الحركية واللا ارادية. لذلك ، لا يجوز إهمال مقترحات الاتحاد الدولي للطب الرياضي الذي وقف مع منع إقامة مسابقات في ألعاب رياضية تتطلب إظهار التحمل على ارتفاع يزيد عن ٣٠٠٠ م بسبب خطرها على صحة الرياضيين.

الحفاظ على مستوى قدرات السرعة مصحوبة بالقوة والحفاظ على تقنيات السرعة في ظروف تدريبات الجبال يتطلب برمجة دورية لبرامج وحدات بجهد عالية الشدة. يساهم في ذلك إلى حد كبير تبديل الارتفاع في ظروف التدريبات الجبلية حين تتم زيادة قدرات قوة وسعة الأنظمة الهوائية واللاهوائية المزودة بالطاقة على ارتفاع ١٨٠٠ - ٢٥٠٠ م وأما التطوير أو الحفاظ على مستوى الصفات الأخرى المتحقق في الارتفاعات الأكثر انخفاضا.

هناك آراء راسخة إلى حد كبير بأن ظروف الارتفاعات المنخفضة (١٠٠٠ - ١٥٠٠ م فوق سطح البحر) الفعالة للاستشفاء والراحة النشطة لا تعتبر حافزا في الوقت ذاته كافيا لنقل جسم الإنسان إلى مستوى جديد أعلى من التكيف.

هذا صحيح حقاً إذا استندنا إلى معطيات الاختبارات حول الإقامة السلبية للإنسان في ظروف الارتفاعات الجبلية المنخفضة. إذا حللنا ردود الأفعال التي تظهر في أثناء التأثيرات المشتركة لعوامل نقص الأكسجة التي تعتبر نتيجة التواجد في الجبال واستخدام برامج تدريبية خاصة ذات طابع نقص أكسجة (حمولات نقص الأكسجة) فإن فعالية الإعداد في المرتفعات المنخفضة قد تكون عالية كفاية وخاصة للرياضيين الشباب الذين ليست لديهم خبرة الإعداد في ظروف مرتفعات المتوسطة والعالية. على سبيل المثال، الرياضيون المؤهلون الشباب وهم في مرحلة الإعداد للإنجازات العالية والذين تم



إعدادهم بشكل منتظم في الظروف الجبلية المنخفضة ٣-٤ أسابيع من المعسكرات على ارتفاع ١٢٠٠ م خلال العام بحمولات بتوجهات هوائية وهوائية - لا هوائية) استطاعوا تحقيق ارتفاع في القدرات الوظيفية والنتائج الرياضية والتي رأي الخبراء أنهم لن يتمكنوا من تحقيقها في ظروف إعداد السهل. وفيما يتعلق برياضيين مؤهلين عاليا وهم في المراحل اللاحقة للتطوير طويل الأمد فإن الأمل بالمثل بالنسبة لهم التدريب على ارتفاع ٢٠٠٠ م تقريبا (جور وغيره ١٩٩٧، ويلير ٢٠٠٤).

حين نتحدث عن الارتفاع المفيد الذي يجب أن يجري الإعداد فيه للرياضيين من الضروري أن نذكر التناقضات بين ظروف المرتفعات المتوسطة والعالية بالنسبة لتأثير التدريبات على أنظمة التنفس والدورة الدم وبشكل عام على قدرات الجسم لتزويد جهود ذات طابع هوائي ولا هوائي بالطافه. وبين ظروف التطوير الفعال لمكونات التدريب الأخرى.

تستخدم عمليا مختلف الطرق لاختيار الارتفاعات المثالية للإقامة والتدريب.

الطريقة الأولى: أي الإقامة والتدريب في ظروف المرتفعات المتوسطة (عادة على ارتفاع ١٨٠٠ - ٢٣٠٠ م)، أكثرهم انتشارا تأكدت مرات عديدة فعاليتها بدراسات علمية والأهم من ذلك الخبرة الإيجابية لأجيال عدة من الرياضيين المرموقين استخدموها خلال ٤٠ عاما.

الطريقة الثانية: التي اكتسبت شهرة واسعة في السنوات الاخيرة تقترح الإقامة على ارتفاع ٢٥٠٠ - ٢٠٠٠ م عن مستوى البحر والتدريب في ظروف المرتفعات المتوسطة. من الصعب تقييم تفوقها على الطريقة الأولى. تعتبر الإقامة في المرتفعات الجبلية من جهة حافزا محددًا لتكيف الأنظمة الأكسجينية ومن جهة ثانية قد تصعب جريان العمليات الاستشفائية بعد برامج وحدات بحمولات قصوى أجريت في المرتفعات المتوسطة.

الطريقة الثالثة: التي تروج لها بنشاط جد كبير في السنوات الأخيرة الأدبيات الرياضية كطريقة فعالة هي الإقامة في ظروف المرتفعات المتوسطة ٢٠٠٠ - ٢٥٠٠ م والتدريب على ارتفاع ١٠٠٠ - ١٢٥٠ م.



تلاحظ افضليتها في إزالة المشاكل التي تقيد حجم الجهد التدريبي ونوعيته بسبب تطور التعب في أثناء التدريب في ظروف الارتفاعات المتوسطة وهذا من جهة أمر صحيح ومن جهة أخرى يدعو إلى قلق شديد بالنسبة إلى تكيف فعال للأنظمة الهوائية واللاهوائية اللاكتاتية للتزويد بالطاقة التي تجرى من أجلها بشكل أساسي التدريبات في الجبال. لا شك في ان الإقامة فقط في ظروف المرتفعات المتوسطة غير المدعومه بمزج نقص الأكسجة الجبلية ونقص أكسجة الحمولات التدريبية بالنسبة لرياضيين مؤهلين عاليا قد تكون غير فعالة إلى حد كاف. تحليل نتائج الأبحاث الموجهه لكشف فعالية هذه الطريقة جعل " برنيتي وهوبكينز " يستنتجون أن مثل هذا الشكل من الإعداد قد يكون فعالا لرفع قوة وسعه الأنظمة الهوائية واللاهوائية اللاكتاتية المزودة بالطاقة لدى الرياضيين المؤهلين عاليا ، لكنه غير كاف لتحفيز العمليات التكيفية لدى رياضي النخبة في الألعاب الرياضية التي تتطلب إظهار التحمل بالنسبة للجهد الهوائي - اللاهوائي .

ويلفت هذا الأمر انتباه أنصار الطريقة الرابعة الذين يعتقدون أنه من الأصلح دمج الإقامة في المرتفعات المتوسطة مع التدريبات في المرتفعات العالية استخدمها بنجاح عداءوا مسافات متوسطة وطويلة من مختلف البلدان عاشوا في مكسيكو وتدربوا بمركز " تولوكا " (٢٧٠٠ م) البعيد عنها ٦٠ كم. ومثل هذا البرنامج من الإعداد الجبلي استخدمه بشكل واسع العديد من رياضي ألمانيا الديمقراطية واستندت إلى تفسيرات علمية. (فوتش، ريب ١٩٩٠) واكتشف أيضاً بأنه لرفع قوة وسعه الأنظمة اللاهوائية واللاكتاتية يعتبر الإعداد الأكثر فعالية هو حين يقيم الرياضيون على ارتفاع ١٧٠٠ - ٢٠٠٠ م ويتدربون على ارتفاع ٢٧٠٠ - ٣٠٠٠ م. رياضيين من مستوى عالي الذين يتدربون في مركز "ساخكادزور" (ارمينيا) يعيشون ويجرون وحداتهم التدريبية الأساسية في المرتفعات المتوسطة ١٩٧٠ م ، ووحدات بتوجهات ركض على المرتفعات العالية. يعتبر التمرين على المرتفعات العالية حافزا اضافيا لتنمية الاستجابات التكيفية اما العيش في ظروف المرتفعات المتوسطة فيسهل، بالمقارنة مع المرتفعات العالية، جريان عمليات الاستشفاء.

قد تستخدم بهذا الشكل في إعداد الرياضيين مختلف الخيارات اختيار أحد الخيارات ويجب أن يكون مرتبطا بمحتوي مرحلة معينة من الدورة الكبرى وتوجه العملية



التدريبية في وحدة تدريبية معينة وباليوم التدريبي أو الدورة القصيرة. الكثير في هذه المسألة يتعلق بالقدرات الفردية للرياضي وعمره ومؤهلاته وخبرة الإعداد في الجبل ومستوى التكيف مع نقص الأكسجة والقدرة على الاستشفاء الفعال. محاولة تميز واحد فقط من الخيارات الممكنة على أنها الأكثر إنتاجية كما يعتقد بعض الخبراء ويقيد استخدام المناخ الجبلي كواحد من أقوى عوامل زيادة قدرات الرياضي الوظيفية.

الإقامة في ظروف نقص الأكسجة الاصطناعية، والتدريب على مستوى البحر.

يروج في الأدبيات الرياضية بشكل كبير في السنوات الأخيرة شكل من أشكال إعداد نقص الأكسجة والتي يقضي فيها الرياضي القسم الأكبر من اليوم (١٢-١٨ ساعة) في ظروف نقص الأكسجة الاصطناعية (بيوت نقص أكسجة، شقق منقوصة الأكسجة وخيم...) تعادل ارتفاع ٢٠٠٠ - ٣٠٠٠ م والتدريب في الظروف العادية.

يعتقد أن التواجد في منشأة يتطابق فيها الضغط الجزئي للأكسجين مع ظروف المرتفعات المتوسطة والعالية ترافقة تدريبات على السهل تؤمن تطوير رياضي متعدد الجوانب وفعال ويحفز وظائف إنتاج الدم ورفع قدرات الأنظمة الهوائية بشكل عام على حساب عامل نقص الأكسجة (ليفين، ستراي ١٩٩٧، رودريجس وغيره ٢٠٠٤)

يعتبر الخبراء الأمريكيان والدول الاسكندنافية عن خطأ من رواد تطوير هذا الاتجاه في إعداد نقص الأكسجة. اذ أنهم في التسعينات اصبحوا يستخدمون التواجد في ظروف نقص الأكسجة الاصطناعية كعامل تحفيز استجابات التكيفية لأنظمة نقل الأكسجين (ميليت وغيره ٢٠١٠). في الحقيقة، هذا الشكل للإعداد مدعوم بحجم كبير من الأبحاث العلمية. أجريت بشكل سري وأصبحت تستخدم عمليا في إعداد أقوى رياضي من ألمانيا الديمقراطية في ألعاب رياضية تتطلب إظهار التحمل منذ نهاية أعوام السبعينات. من أجل هذا، بنيت منشاه سريه ضخمة خصيصا لذلك قرب برلين في " كينباوم " - حجرة ضغط يتمكن فيها في نفس الوقت العيش والتدريب إلى حد ٤٠ شخصا. كانت في حجرة الضغط غرف راحة وغرف تدليك ومختلف التدابير العلاجية وغرف التغذية وغيرها... إلا أن الخاصية الأساسية لهذه المنشأة كانت وجود قنوات تجديد لكل أشكال ألعاب التجديف وأجهزة متعددة للعدائين والسباحين والتزحلق



والدراجين ومعدات لإعداد القوة في منشأتين مساحتهما العامه ٥٠٠ م تقريبا. ارتفاع الصعود في حجرات الضغط كان من الممكن أن يصل إلى ٤٠٠٠ م.

أكثر من عشر سنوات استخدم رياضيون ألمانيا الديمقراطية هذه الحجره الضغطية مزوجه مع التدريب في السهل والتدريب في المرتفعات المتوسطة والعالية أيضًا في "بيلمكين" وغيرها من القواعد الأجنبية. كانت توضع لمختلف الألعاب الرياضية ومختلف الرياضيين برامج فريده مناسبة. كما أثبتت الخبرة العملية ومعطيات الأبحاث العلمية فإن إجراء وحدتين تدريبيتين يوميا واحدة منها تجرى في حجرة الضغط والأخرى في الظروف الطبيعية ساعدت على زيادة قدرات أنظمة نقل الأكسجين دون أن تحل بعملية تحسين جوانب التدريب الأخرى. واختبر الخبراء الألمان فعالية التواجد الطويل أيضًا في الحجر الضغطية مع التدريب في الظروف العادية وفعالية الإقامة الدائمة (أسبوعين) والتدريب في حجرة الضغط. إلا أن الخيار الأول من هذه الخيارات يختلف بفعالية عن بقية البرامج والثاني تبين أنه غير مجدٍ لتأثيره السلبي على نفسية السباحين ومحدودة إمكانيات استخدام دائرة واسعة من الوسائل التدريبية (سوسلوف ١٩٩٩) ومن في الأدبيات الرياضية في الأعوام الأخيرة أن تعج بمعطيات حول الفاعلية الاستشفائية لأشكال الإعداد التي يتواجد فيها الرياضيون خلال قسم كبير من اليوم إلى ١٨ ساعة في ظروف نقص الأكسجة المصطنعه والتدريب في الظروف العادية. وتورد معلومات تشهد على تغيرات كبيرة لمكونات الدم، نمو القدرات الهوائية واللاهوائية للرياضيين ترافقها معلومات لا تصدق حول نمو النتائج الرياضية. فعلا، فكيف نثق بنتائج أبحاث الخبراء الفنلنديين التي يؤكد فيها أن إقامة دراجين من مستوى عالٍ لمدة ١١ يوما في ظروف نقص الأكسجة الاصطناعية ٢٥٠٠ - ٣٠٠٠ م كل يوم خلال ١٧-١٨ ساعة ترافقها وحدات تدريبية لمرتتين. أدت بعد انتهاء التدريبات الاختبارية إلى زيادة السرعة في سباق ٤٠ كم بنسبة ٤٪ (روسكو ١٩٩٩، ١٩٩٥) إذا عممنا هذه المعطيات على سباق دراجات الطرق الفردية (اطلاق منفرد) في أولمبياد لندن (مسافة ٤٤ كم) فإن المشارك الذي اتبع هذه التدابير، يجب عليه ان يسبق منافسيه بمسافه كيلو متر واحد و ٧٦٠ م أي بأكثر من ٢ دقيقه، المعطيات الواردة في هذه الأبحاث نقلها إلى الألعاب الرياضية الأخرى القريبه منها من حيث جهود التزويد بالطاقة. على سبيل المثال، إذا



أخذنا السباحة مسافة ١٥٠٠م فإن من المعقول جدا إذا أخذنا في الحسبان الطابع الهوائي تزويد الجهود بالطاقة في كلتا الحالتين فإننا سنحصل على النتائج التالية:

إذا اقترحنا على مجموعة من السباحين لهم نتيجة نقدرها وسطيا (١٦:٠٠) ومثل هذه التدريبات فإنهم في خلال أقل من أسبوع أو أسبوعين سيحسنون النتائج الرياضية بنسبة ٤٠ ثانية وسطيا. وبالطبع فإن هذا غير معقول. مع الأسف مثل هذه المعطيات ليست الوحيدة إذ إنها تميز أدبيات كثيرة صدرت في الأعوام الأخيرة (ويلير ٢٠٠٤، ميات ٢٠١٠).

من الصعب جدا تفسير مثل هذه المقترحات إلا إذا اعتبرنا ان هناك علاقة مباشرة بين صناعة معدات نقص الأكسجة لحجرات وغرف وبيوت مختلف حجرات نقص الأكسجة والسعي إلى طرحه في الأسواق وبين نتائج مثل هذه الأبحاث العلمية التي تشرح فيها فعالية هذا الشكل من إعداد نقص الأكسجة البعيدة جدا عن الواقع. تستدعي الثقة معطيات أوردتها مختصون متعلقة فعلا بالدعم العلمي لإعداد رياضيي من المستوى العالي. على سبيل المثال، الأبحاث التي أجراها معهد الرياضة الاسترالي المعروف بمسؤولية عن الدعم العلمي والمنهجي لإعداد رياضي المنتخب، لم تتمكن من إيجاد فعالية جدية لهذه التدريبات. الإقامة يوميا ١٠ ساعات في ظروف نقص الأكسجة (٣٠٠٠م) ترافقها تدريبات في السهل لم تؤد إلى تغيرات حقيقية. لوحظت زيادة بسيطة للكريات الحمراء فقط بعد ٤٦ ليلة إقامة في ظروف نقص الأكسجة (ميليت وغيره ٢٠١٠)

من هذه الناحية يجب الاستشهاد بخبرة الاستخدام الطويل (سنوات طويلة) من قبل خبراء المانيا الديمقراطية لحجرات الضغط في " كينباوم" التي جري إعداد ٣ الاف رياضي مؤهلين عاليا خلالها (سوسلوف ١٩٩٩)

من بين البرامج الفعالة لاستخدام تدريبات نقص أكسجة لم يجد له مكانا وهذا الخيار الذي بموجبة تكون الإقامة السلبية في حجرات الضغط وقد مزجت مع تدريبات في ظروف عادية. كل الخيارات المستخدمة في المانيا الديمقراطية كانت تعتبر التدريبات في ظروف نقص الأكسجة من العوامل الأساسية للخيار. الخبراء الذين يروجون بنشاط



لتدريبات تقتضي أن يعيش الرياضي في غرف بنقص أكسجين مصطنع ويتدربون في الظروف العادية يعتبرون البرامج التالية أكثر فعالية:

- يجب أن تكون مدة تدريبات نقص الأكسجة من ١٢-١٥ إلى ٢٨ يوما.
 - الضغط الجزئي للأكسجين في الهواء المستنشق يجب ان يتطابق مع ارتفاع ٢٥٠٠م - ٣٠٠٠م.
 - التواجد اليومي في ظروف نقص الأكسجة ١٤-١٨ ساعة.
 - الكمية المثالية للوحدات التدريبية اليومية المقامه في الظروف العادية: ١-٢ في أثناء مدة ٢-٤ ساعات (روسكو ١٩٩٥، ويلير، ميليت ٢٠١٠). مع الأسف الشديد في أثناء تقييم فعالية هذا الشكل من الإعداد وتقييم فعاليتها ، تركز عمليا انتباه كل الخبراء الذين تناولوا هذه المساله على دراسة استجابة أنظمة الدم والدورة الدموية والتنفسية، وبقي دون اهتمام تأثير مثل هذا النظام من التدريب على نفسية الرياضيين. لكن دون تحليل جدي لهذا الجانب من المسألة ، واضح جدا بأن مثل هذا الشكل من التدريب يمكن تطبيقه على أسس طوية في اختبارات اصطناعية من منطلق علمي بحث ولكن دون استخدام واسع في رياضة الأرقام القياسية لخطر استثنائي على نفسية الرياضيين. ما يثير الدهشة أن أنصار النشاط للاستخدام الواسع جدا للغرف والحجرات والخيم الضخمية لا يرون المناهج المقترحه المثيرة للريبة لرفع قدرات أنظمة.
- الطاقة كما ولا يرون أيضاً خطرهما على الصحة النفسية للرياضيين ذلك الخطر الذي أشار إليه خبراء ألمانيا الديمقراطية قبل سنوات عديدة.

استخدام الإقامة الاصطناعية في ظروف الأكسجة (غرف، حجرات، خيام الخ...) ممكن باحجام قليلة (النوم بشكل أساسي) ولوقت قصير (عدة أيام) لإعداد الرياضيين التمهيدي للتدريبات في الظروف الجبلية ولكن ليس بأي حال من الاحوال كواحد من الوسائل الأساسية للرفع من ثبات الرياضيين أمام ظروف نقص الأكسجة ورفع قدرات أنظمة التزويد بالطاقة والنتائج الرياضييه.



تأقلم الرياضيين السريع مع المناخ الجبلي.

يؤثر انتقال الرياضيين إلى الجبال بشكل حاد على القدرة على العمل ويؤدي إلى استجابات أكثر وضوحاً لأهم المؤشرات على الحمولات العادية. على سبيل المثال، الاستجابات ذاتها لنبضات القلب وكثافة اللاكتات في الدم لدى رياضيين مؤهلين عالياً تلاحظ في أثناء تخفيض قوة الجهد على أجهزة الدراجات - وسطياً بنسبة ٢٨٪. تلاحظ ذات الاستجابات أيضاً في أثناء الجهد على جهاز الركض مع زاوية متغيرة لخط السير في أثناء تنفيذ برامج الاختبارات الخاصة.

مدة وفعالية أقلمة الرياضيين مع ظروف الجبال متعلقة بعوامل عديدة وموجوده في نطاقات واسعة كما نرى، مرحلة الأقلمة في الجبال قد تتراوح في نطاقات واسعة - من ٣- ٥ أيام و ١٠-١٢ ساعة من الحمولات الفعالة إلى ١٠-١٢ يوم و ٣٥-٤٥ ساعة من الحمولات.

تحدد مدد الأقلمة إلى حد كبير حسب عمر ومؤهلات الرياضي. الرياضيون الناشئون، وخاصة من انتقل لأول مرة إلى الجبال، يتأقلمون مع الظروف الجديدة أبطأ من الكبار. رياضيون مؤهلون عالياً يجتازون مرحلة الأقلمة بشكل أسهل بكثير بالمقارنة مع الذين يتخلفون بمهارتهم وخبرتهم التدريبية والتنافسية (الجدول) لدى الرياضيين الذين ينتقلون بانتظام إلى الجبال، مرحلة الأقلمة تجري أسرع بكثير (أحياناً مرتين أو ثلاث) بالمقارنة مع من كان في ظروف المرتفعات المتوسطة والعالية لأول مرة (سويلوف، شيبيا ١٩٩٩).

الجدول: رد فعل جسم الرياضي على حمل عادي في مرحلة الأقلمة.

مجموعة رياضيين		محتوى اللاكتات بعد الحمولات ، مول / ل
سهل	ارتفاع متوسط	
٠,٣١+٠,١٦	٠,٣١+٠,١٦	رياضيون كبار في السن مكيفين مع ظروف الجبل
٠,٤٣+٠,٣٥	٠,٣٧+٠,٥٣	رياضيون كبار في السن غير مكيفين مع ظروف الجبل
٠,٣٦+٠,٢٤	٠,٤٣+٠,١٠	ناشئون (١٦-١٧ سنة) غير مكيفين مع ظروف الجبل



إن عمليات الاستشفاء لدى الرياضيين غير المكيفين مع إعداد الجبال تجرى بشكل أبطأ بكثير بالمقارنة مع الرياضيين الكبار بالسن المؤهلين عالياً، ينتقلون بانتظام إلى الجبال للتدريب. بعد حمولات عادية مدة الاستجابات الاستشفائية حسب معطيات نبضات القلب، استهلاك الأكسجين، وتعويض الدين الأكسجيني لدى الرياضيين الكبار مكيفين مع الجبال يكون اقصر بنسبة ٢٥-٣٥٪ بالمقارنة مع الرياضيين الناشئين.

مثل هذه الفروق الكبيرة سببها إلى حد كبير الاستجابة غير الموحدة للرياضيين من المجموعات المذكورة للحمولات التقليدية المقترحة في الجدول. لكن حتى في حالة إذا اقترح على الرياضيين حمولات متشابهة تماماً باستجاباتها في الوسط الداخلي للجسم (رفع كثافة اللاكتات في الدم إلى ٦,٥ مول ل. في كافة المجموعات) يستشفي الرياضيون الكبار في السن المكيفين لقدراتهم بنسبة ١٥-٢٠ و ٢٥-٣٥٪ أسرع من الرياضيين الكبار غير المكيفين والرياضيين الناشئين (بولاتوفا ١٩٩٥).

تأثير مؤهلات وتدريب الرياضيين على التكيف مع تدريبات الجبال تتبين بوضوح في نتائج الأبحاث النفسية أيضاً.

الرياضيون المدربون جيداً والمؤهلين عالياً الذين يتبعون تمارين في الجبال بانتظام في أغلب الأحيان في الأيام ٣ و ٤.

يبلغون مستوى عالياً من القدرة على العمل في أثناء حالة نفسية مثالية. - نشاط عالى لتنفيذ برامج تدريبية معقدة ومستوى

العالي من المراقبة والتوجيه لصفات الحركة الزمكانية والآلية. لدى الرياضيين الأقل كفاءة وتدريباً للتدريبات الجبلية تجرى الأقلمة أبطأ بكثير (من ٦-٨ إلى ١٠-١٢) يوم ويرافقها انخفاض النشاط وعدم الرغبة في تنفيذ برامج تدريبية معقدة وانخفاض القدرة على السيطرة على الصفات الحركية الأساسية الخ... (ماتيس ١٩٩٤)

من أجل أقلمة فعالة للراحة الكاملة التمهيدية أهمية قصوى: يجب أن تبدأ التمارين في الجبال في حالى الاستشفاء التام للقدرات البدنية والنفسية للرياضي بعد الحمولات التنافسية التريبيه السابقة. في حال إذا بدأ الإعداد في الجبال في ظروف عدم الاستشفاء



التام للجسم في عملية التكيف مع نقص الأكسجة تصبح بطيئة تماما. لذلك ، عادة ، قبل الانتقال إلى الجبال ، تبرمج دورات قصيرة استشفائية من ٣-٥ أيام.

وتتباطأ عملية الأقلمة أيضاً في حال إذا اختلف إعداد الجبال بطابع التباين وتوجه المؤثرات والية الحمولات كثيراً عن السابقة في السهل. لذلك ، يجب أن تكون برامج الوحدات التدريبية ونظام تتاليها أمراً اعتيادياً للرياضيين وخاصة في الأيام الأولى من الإعداد الجبلي. تعجيل عملية الأقلمة تساهم فيه تمارين مختلفة هوائية من ضمنها غير تقليدية: كالركض والمشي المجهد وغيرها.

عملية الأقلمة مع ظروف الجبال تمضي أسهل واسرع إذا اتخذت اجراءات بالأقلمة التمهيدية قبل ٥-٧ أيام من الانتقال إلى الجبل. ولهذا الهدف يجب استخدام النوم في الخيام أو غرف نقص الأكسجة بمحتوى أكسجين مطابق لارتفاع ٢٥٠٠-٣٠٠٠م وتنفس خليط غازات بمحتوي متدنٍ للأكسجين في أثناء عملية تنفيذ حمولات بدنية (سافوري ١٩٩٨ ، جايزر ٢٠٠١) وتدريبات نقص أكسجة مع فواصل.

تساهم في تسهيل وتسريع عملية الأقلمة المبرمجة العقلانية للحمولات التدريبية. الحمولات المفرطة في الأيام الأولى من الإقامة في الجبال قادرة على تصعيب عملية الأقلمة (روكسو ٢٠٠٤) والحمولات غير الكافية لن تساعد بالشكل المطلوب على حل مهام الإعداد. يتفق أغلب الخبراء على أن الحمولات ستكون مثالية في الأيام ٣-٥ الأولى من الإعداد الجبلي التي تبلغ ٦٥-٧٠٪ من نسبة ما تم اتباعه في السهل (كولين ١٩٩٢)

في الأيام الأولى من الإقامة في الجبال يجب أن تتغير جذريا بناء برامج الوحدات التدريبية. حصة التمارين المنفذة بشدة عالية يجب أن تنخفض كثيراً (نسبة ٢٠-٤٠٪) اما حجم التمارين ذات الطابع الاستشفائي فيزداد. الفواصل بين التمارين المنفذة بشدة عالية ، يجب ان تزداد ٣, ١, ٥ مرات.

تساعد في تسهيل عملية الأقلمة التغذية العقلانية أيضاً والتي يجب أن تؤخذ فيها في الحسبان زيادة كمية الكربوهيدرات وذلك بسبب زيادة صرفها في المرحلة الأولى من الأقلمة (بدلير ٢٠٠٥) ، وزيادة استهلاك السوائل أيضاً بسبب زيادة جفاف الجسم في أثناء الإقامة في الجبال.



إعادة الأكلمة والاثار المتراكم واعاده التكيف بعد العودة من الجبال.

التأثير الايجابي لتدريبات الجبل على القدرات الوظيفية والنتائج الرياضية يظهر في الحالات العادية فوراً بعد العودة من الجبال ويتطلب مرحلة معينة لإعادة الأكلمة واعادة ضبط وظيفي وبنوي. الحقيقة ان ٥٠-٦٠٪ من الرياضيين قادرون في بضعة أيام أولى من (٣-٤ أيام لا أكثر) على إظهار نتائج عالية وقدرة عالية على العمل في التجارب الخاصة. لكن بعد ذلك، تليها مرحلة طويلة إلى حد كاف ٣-٦ أيام) من انخفاض في القدرات الوظيفية للجسم. لدى بقية الرياضيين (٤٠-٥٠٪).

هذه المرحلة تاتي فوراً بعد الهبوط من الجبل وقد تمتد إلى ٦ - ٨ أيام وأكثر (سوسلوف، شيبيل ١٩٩٩).

وخلال هذا الوقت لا ينصح بالمشاركة في المسابقات المهمة وبرمجة وحدات بحمولات قصوى ممكنة وتمارين ذات طابع تحضيرى تفرض على الجسم احتياجات كبيرة.

بعد انتهاء مرحلة انخفاض القدرات الوظيفية يظهر الأثر المتراكم من الإعداد الجبلي الذى قد يتطور لاهم مكونات التدريب الوظيفية خلال ٨-١٢ بعد العودة من الجبل.

معطيات تعكس الطابع الملائم لجريان الاستجابات التكيفية بعد عودة سباحين مؤهلين عالياً إلى ظروف السهل. في الأيام الأولى من التواجد في هذه الظروف بعد ٢٠ يوماً من التدريبات الشديدة في الجبال (١٩٧٠م فوق سطح البحر).

يلاحظ زيادة في قيم اللاكتات في أثناء التخفيض في نفس سرعة السباحة. ومن ثم يلاحظ تحسن منتظم للاستجابات التكيفية:

-تزداد السرعة قليلاً في أثناء انخفاض اللاكتات في نفس الوقت.

وتلاحظ افضل الاستجابات بعد ٢٠ يوماً تقريباً من العودة من الجبال.

معطيات تعكس الية قدرات الأنظمة الهوائية المزودة بالطاقة بعد انتهاء الإعداد الشديد من ثلاث أسابيع في ظروف المرتفعات المتوسطة. في الأيام ٢-٤ الأولى بعد العودة من الجبال في ظروف التدريبات ذات الطابع الاستشفائي يلاحظ ارتفاع في القدرات



الوظيفية لأنظمة التزويد بالطاقة الهوائية في هذا الوقت يبدو الرياضيون قادرون على إظهار قدرة عالية على العمل وتحقيق نتائج عالية في أثناء الاشتراك في المسابقات.

ومن ثم يتبعه تدنٍ واضح في قدرات أنظمة التزويد بالطاقة الهوائية سببها صعوبات في عملية إعادة الأكلمة. خلال ١٢-١٤ يوم بعد العودة من الجبال يظهر الأثر التدريبي المتراكم بالنسبة لقدرات الأنظمة الهوائية المزودة بالطاقة التي تتطور بانتظام خلال الأسبوعين اللاحقين وتبلغ اقصاها تقريبا خلال ٢٤-٢٦ يوم.

خلال عده أيام يلاحظ أقصى مستوى لقدرات أنظمة التزويد بالطاقة الهوائية ومن ثم تبدأ بعدها بالتطور عملية إعادة التكيف.

تجدر الإشارة إلى أن الآلية المذكورة لتغير القدرات الوظيفية للرياضيين خلال الإعداد في الجبال والإعداد اللاحق قد تتغير كثيرًا تحت تأثير عوامل كثيرة: تخصص الرياضيين، مرحلة الإعداد طويل الأمد، وخبرة الإعداد في الجبال ومحتوي العملية التدريبية والخصائص الفردية للرياضيين.

على سبيل المثال: لدى العدائين من المسابقات الطويلة والمراثون المتكيفين جيدا مع ظروف المرتفعات المتوسطة والعالية الجبلية قدج تنتهي عملية إعادة الأكلمة خلال ٣-٥ أيام اما الأثر التدريبي المتراكم الأقصى فيظهر خلال ١٢-١٥ يوم.

وبالعكس لدى الرياضيين من المسافات ٤٠٠-٨٠٠م قد يمتد تشكل الأثر لمدة ٢٠-٢٥ يوم وأكثر.

خلال ٣٠-٣٥ يوم بعد العودة من الجبل تلاحظ عادة أولى علامات إعادة التكيف التي تمس بالدرجة الأولى وظائف الدورة الدموية والتنفس والدم ونظام صرف الأكسجين بالأنسجة وغيرها. كلما كان تأثير الإعداد الجبلي أكثر وضوحا، ظهرت أوضح وأبكر علامات إعادة التكيف (شميت، برومير ٢٠٠٨).

اتباع كمية كبيرة من التمارين التدريبية بعد العودة من الجبال ذات طابع نقص أكسجة قادرة بشكل كبير تأخير عملية إعادة أكلمة جسم الرياضي. وتؤدي إلى نفس التأثير أيضاً إدراج وسائل نقص أكسجة تدريبية إلى العملية التدريبية.

المدة المثالية في التدريب على المرتفعات وبرمجتها للحفاظ على الأثر التدريبي .

مدة التدريبات في الجبال عادة تقدر ب ٣-٤ أسابيع . وتشهد خبرة السنوات الطويلة من إعداد رياضيي من مستوى عالٍ لدول عديدة ومعطيات الأبحاث العلمية على ان هذه المدة بالذات من الإعداد الجبلي تسمح إلى حد كاف باستخدام أفضليتها بالنسبة لرفع إمكانات الأنظمة الهوائية واللاهوائية اللاكتاتية المزودة بالطاقة، وتطوير التحمل الخاص وبنفس الوقت دون أن تتناقض مع قوانين تشكل جوانب التدريب الأخرى وتقويم المسابقات.

لكن، تجب الإشارة إلى أنه من الناحية العملية يستخدم كثيرًا إعداد جبلي من أسبوعين ومن ٥-٦ أسابيع أيضاً.

بغض النظر عن مدة الإعداد الجبلي عليه ان يكون على شكل دورة متوسطة مستقلة بطول ٢-٦ أسابيع.

راي الخبراء موحد بأن في هيكلية الدورة المتوسطة ، دورة قصيرة إعدادية (تأقلمية)، دورة أو دورتين قصيرتين سريعتين ودورة قصيره واحدة استشفائية قصيرة جدا.

طول الدورة القصيرة الإعدادية يتعلق بتدرب الرياضي وخبرته في الإعداد الجبلي والقدرات التكيفية الفردية وطول الدورة المتوسطة قد يبلغ ٧-١٠ أيام (ملييت ٢٠١٠) الرياضيون المؤهلون عاليا ولديهم خبره الإعداد في الجبال بإمكانهم الاكتفاء بدورة قصيرة من ٣-٤ أيام. بعد الدورة القصيرة الإعدادية تأتي تدريبات شديدة على شكل واحدة أو عدة دورات قصيرة. وتنتهي الدورة المتوسطة في الإعداد الجبلي بدورة قصيرة غير طويلة عادة (٢-٣) أيام استشفائية.

وتكون بهذه الصورة ، هيكلية الدورة المتوسطة من ٣ أسابيع على الشكل الآتي أثناء إعداد رياضيي مؤهلين عاليا يتدربون بانتظام في الجبال:

- دورة قصيره إعدادية (٣-٤) أيام الحجم اليومي للجهد إلى ٦٠ - ٧٠ ٪ مما يميز المرحلة السابقة من الإعداد الشديد والجهد معظمه استشفائي (منطقة الشدة ١) وطابع هوائي (منطقة الشدة ٢).



- دورة قصيرة سريعة (٦-٧) أيام الحجم اليومي للجهد إلى ٨٠ - ٩٠ ٪ مما يميز المرحلة السابقة من الإعداد الشديد وجهد أغلبية هوائي، ممزوج هوائي - لا هوائي (منطقة الشدة ٢-٣-٤).

- دورة قصيره إعدادية (٧-٨) أيام الحجم اليومي للجهد إلى ٩٠ - ١٠٠ ٪ مما يميز المرحلة السابقة من الإعداد الشديد والجهد اغلبة هوائي، (منطقة الشدة ٢-٣) وممزوج (منطقة الشدة ٤-٥) ولا هوائي ذوطابع جليكو جيني (منطقة الشدة ٤).

- دورة قصيره إعدادية (٢-٣) أيام الحجم اليومي للجهد إلى ٥٠ ٪ مما يميز الدورات القصيرة السريعة. وجهد اغلبة استشفائي (منطقة الشدة ١) وطابع هوائي (منطقة الشدة ٢).

الدورات القصيرة ٤ أسابيع تبني على نفس الطريقة بفرق هو أنه ترمج ليس ٢ وإنما ٣ دورات قصيرة سريعة.

حجم الجهد ومجموع الحملات في الدورات القصيرة السريعة يزداد باستمرار: في الأولى ٧٥ - ٨٠ ٪ وفي الثانية ٨٥ - ٩٠ ٪ وفي الثالثة ٩٥ - ١٠٠ ٪ مما يميز الأكثر بالنسبة لمراحل الإعداد شدة في ظروف السهل.

في بعض الحالات من الممكن استخدام دورات متوسطة من ١٢-١٥ يوم للإعداد في الظروف الجبلية. مثل هذه الدورات المتوسطة من الأصلح برمجتها للحفاظ على التأثير التدريبي المتحقق الذي كانت نتيجة لدورة متوسطة من الإعداد الجلي أكثر طولاً. عادة دورة متوسطة من ١٢-١٥ يوماً تدخل خلال ٦-٨ أسابيع بعد التي سبقتها.

في هيكليتها تميز ٣ دورات قصيرة - إعدادية (٢ - ٣ أيام) سريعة (٧ - ١٠ أيام) واستشفائية (٢ - ٣ أيام).

خلال الأسبوع الذي يسبق هذه الدورة المتوسطة يجب إدخال وسائل إعداد نقص أكسجة اصطناعية إلى برنامج الإعداد.

في أثناء برمجة دورات متوسطة طويلة الإعداد الجلي يمكن الاسترشاد بمقترحات " جو فيجيلا ١٩٩٥ " أحد أنجح مدربي أمريكا الذي أعد عددًا كبيرًا من العدائين

المعروفين لمسافات ٥٠٠٠ - ١٠٠٠٠ م ، و ٤٢١٩٥ م بالإضافة إلى مساعدته في تنظيم أعداد في المرتفعات المتوسطة عدد كبير من الرياضيين الأجانب المرموقين بينهم " لاسي فيرن (فنلندا) " الفائز في الاولمبياد عام ١٩٧٢ - ١٩٧٩ م لمسافة ٥٠٠٠ - ١٠٠٠٠ م ، وجيليندو بورديني (إيطاليا) بطل أولمبياد ١٩٨٨ في الماراثون.

وتجب الإشارة إلى ان " فيجيلا " يفضل في أثناء إعداد عدائي المسافات الطويلة والماراثون دورات متوسطة من ٦ أسابيع للإعداد في المرتفعات المتوسطة (٢٣٠٠ - ٢٤٠٠ م). الهيكلية العامة للدورة المتوسطة ٦ أسابيع ومحتواها الأساسي الدورة القصيرة الاسبوعية الأولى يجب أن تؤمن أقلمة مع ظروف الجبل. حجم الجهد يزداد بالتدريج والشدة غير كبيرة وتستخدم بشكل واسع تمارين ذات طابع قاعدي موجه لتطوير القوة والمرونة، من ثم تليها ٤ دورات قصيرة اسبوعية بحمولات عالية وتوجهات تتغير بالتدريج. من أفضلية هوائية إلى ممزوجة هوائية - لا هوائية وسرعة.

تنتهي الدورة المتوسطة بدورة قصيرة أسبوعية استشفائية. يعبر " فيجيلا " انتباها خاصا لضرورة برمجة عقلانية للدورة المتوسطة الإعدادية التي يجب ألا يتم فيها تعجيل زيادة الحمولات وحجم الجهد - من غير كبير إلى مقبول، الوسائل - متنوعة جدا (ركض، سباحة دراجات تمارين تساعد على تطوير القوة والمرونة والخ....)

على الرياضيين الاهتمام بشكل خاص بنظام الشرب وعدم السماح للجفاف ان يصيب الجسم بسبب الإقامة على المرتفعات.

أحد أهم الخبراء في مجال تقسيم الإعداد الرياضي إلى مراحل وبرمجة تدريبات نقص الأكسجة " اورخان ميدسين " ذو الخبرة الطويلة في رياضة التزلج على الثلج والذي ساهم كثيرا في نجاح رياضي الترويج في الألعاب الشتوية في السنوات الاخيرة،

يلفت الانتباه إلى ضرورة الأخذ في الحسبان عدد كبير من العوامل المؤثرة على عملية الإعداد في الجبال، بينها مدة الإعداد في الجبال (ليس أقل من أسبوعين) والارتفاع (ليس أقل من ١٨٠٠ م) ومستوى تدريب الرياضيين وخبرته السابقة في الإعداد بالجبال والخصائص الفردية للرياضيين وعمره والاحتياطي للتكيف اللاحق ومرحلة الدورة الكبرى التدريبية (ميدسين ١٩٩٩).



كل هذه العوامل تؤخذ في الحسبان في أثناء برمجة دورة متوسطة تقليدية من ٢١ يومًا من الإعدادات الجبلي الدفع تقيدبة رياضيو التروبيج:

- ٢ يومان - تكيف مع ظروف الجبل.
- ٧ أيام - دورة قصيرة بتوجه أساسي (رفع القدرات الهوائية وإعداد القوى وتطوير المرونة وغيرها).
- ١٠ أيام - دورة قصيرة سريعة بتوجه خاص (زيادة القدرات الهوائية واللاهوائية وإعداد سرعة وتطوير التحمل الخاص وإعداد متكامل).
- ٢ يومان - استشفاء.

دورة متوسطة بهذا المحتوي يقترح برمجتها قبل مسابقات العام الرئيسية مع ترك ١٥ - ٢١ يومًا بعد انتهاءها للتدريبات الإعدادية.

من السهل الاقتناع بان مقترحات " ميدسين " طبقت بنجاح كبير من قبل الرياضيين النرويجيين في الاولمبياد الشتوية للاعوام الأخيرة. هذه المقترحات تتكرر بشك كامل خبرة الإعدادات في المرتفعات المتوسطة للرياضيين السوفييت والمانيا الديمقراطية في فترة السبعينات والثمانيات من القرن الماضي.

إقامة التدريبات في الجبال تترك اثرها الواضح على محتواها. الحجم اليومي للجهد في الدورات المتوسطة للإعدادات الجبلي قد تتراوح في نطاق من ٢ - ٣ ساعات: في أثناء عملية الأقلمة إلى حد ٤ - ٥ في الدورات القصيرة السريعة. خلال إعدادات الجبال من ٣ أسابيع و الحجم العام للجهد يبلغ ٧٠-٨٠ ساعة: في الدورة القصيرة الأولى ١٥-١٨ ساعة ، في الثانية من ٢٨-٣٢، في الثالثة ٢٦-٣٠.

تحفز ظروف الإعدادات الجبلي قبل كل شئ الاستجابات التكيفية، نفس النموذج الذي في التدريبات بنظام هوائي ومزوج هوائي - لاهوائي. لكن يحدث هذا فقط إذا غطت ظروف نقص الأكسجة في الجبال على مؤشرات نقص الأكسجة للحمولات. من أجل هذا من الضروري تامين نظام جهد في برامج الوحدات التدريبية ودورات قصيرة سريعة يتطابق ما تم اتباعه قبل ذلك في ظروف السهل. إذا تم تحقيق هذا في النصف الثاني من



مرحلة الإعداد في الارتفاعات المتوسطة في أثناء تنفيذ برامج الوحدات الأساسية بحمولات قصوى في أثناء تنفيذ برامج اختبارات خالصة أيضًا فإنه من الممكن ان نتوقع نمو على شكل طفرات القدرات الوظيفية للأنظمة الوظيفية الأساسية لجسم الرياضي وقدرة عمل عالية ونتائج رياضية في تلك المسابقات التي تؤثر فيها القدرات الهوائية واللاهوائية الجليكوجينية تأثيرا حاسما على مستوى المهارات. إذا لم يتمكن الرياضي في أثناء الإعداد الجلي الوصول إلى مستوى الحمولات التدريبية التي ميزت المرحلة السابقة من إعداد السهل فان تأثير إعداد الجبال يظهر بأقل درجة او قد يفوق تأثير إعداد السهل.

وتفسير ذلك هو أن الحوافز الإضافية لإعادة الضبط التكيفي في جسم الرياضيين يعود إلى الظروف الجبلية الخاصة التي يمكن تحييدها بتخفيض الاحتياجات من الجسم بسبب تخفيض حجم وشدة التدريبي (بلانونوف ٢٠٠٤)

تتطلب ظروف الجبال اهتماما استثنائيا ببرمجة شدة التمارين المنفذة والحجم الكلي للجهد التدريبي.

والنقطة المهمة في إعداد الارتفاعات المتوسطة تناسب صحيح بين حجم وشدة الجهد التدريبي الموجه لرفع الاحتياطي الهوائي. الشدة العالية جدا قادرة بسرعة على إزاحة الجهد إلى منطقة التبادل اللاهوائي وان تؤدي إلى تعب زائد وانخفاض حجم التأثيرات التدريبية.

الشدة المتدنية لا تؤمن حوافز كافية لرفع مستوى التكيف وعدا ذلك. قد تؤثر سلبا على ظهور قدرات سرعة والتقنيات وغيرها من مكونات التدريب الهامة.

من أجل اختيار الشدة العقلانية للجهد في ظروف الإعداد الجلي من الأصح الاهتمام بمؤشرات محتوى اللاكتات في الدم بعد تنفيذ تمارين قصيرة نسبيا إلى ٢-٣ دقائق في ظروف التدريبات الفترية قد يزداد محتوى اللاكتات إلى حد ٥ - ٦ مول / ل ، وأما في أثناء الجهد لمسافات طويلة ٣-٤ مول / ل ، أي يجب ألا يتعدى العتبة الهوائية.

الشدة العقلانية للجهد قد تعدل عن طريق نبضات القلب أيضاً. والشدة الزائدة للحمولات تؤدي إلى خروج معدل تقلصات القلب من المنطقة المثالية ورفض مبكر للجهد.



حجم الجهد الكلي المنفذ في الزمن نفسه يحدد إلى حد كبير بالارتفاع الذي ستجرى فيه التدريبات. ضرورة الحفاظ على الصفات النوعية للتمارين لا تتطلب فقط زيادة طول الفواصل بين التمارين .

بل تقليص معين لكمية التمارين بالمقارنة مع المعطيات التي تميز الإعداد في السهل. فعلي ارتفاع ١٢٠٠ - ١٥٠٠ م ينخفض الحجم الكلي للجهد حتماً مما يظهر بشكل واضح في أثناء تنفيذ تمارين لاهوائية وممزوجة هوائية - لاهوائية.

ووفقاً لذلك ينخفض حجم الجهد اللازم لتنفيذ برامج وحدات بحمولات قصوى. وأن اتخذت الاجراءات لتنفيذ حجومات متساوية للجهد في ظروف السهل والجبال فإنه تتباطأ العمليات الاستشفائية بعد تنفيذ الحمولات.

هذا يتعلق بحمولات وحدات تدريبية معينة والحمولات الكلية للأيام التدريبية والدورات القصيرة وتتعلق بالحمولات التنافسية أيضاً.

لكن في الثلث الأخير من مرحلة الإعداد الجبلي قد يسمح زيادة القدرات الوظيفية للسباحين بالوصول إلى تلك المؤشرات للحمولات الهوائية التي تتميز بها المراحل الأكثر شدة تسبق إعداد السهل.

إذا تطلب للتخلص من نفس المستوى من اللاكتات في الظروف العادية من ١٢ إلى ١٥ دقيقة فإنه على ارتفاع ٣٠٠٠ م تباطأت الاستجابات الاستشفائية إلى ٢٢ دقيقة ، وعلى ارتفاع ٤٠٠٠ م إلى ٣٧ دقيقة مما تطلب زيادة متوازنة للفواصل بين بعض التمارين.

إذا نفذت الجهود على الجبال في ظروف هوائية خالصة فإن الفواصل قد تزداد أو قد لا تزداد إذا حملت طابعاً ممزوجاً هوائياً - لا هوائياً. فإنه على ارتفاع ٢٠٠٠ - ٢٥٠٠ متر يجب أن تزداد الفواصل بنسبة ٢٠٪ وعلى ارتفاع ٣٠٠٠ متر بنسبة ٤٠٪ في أثناء تنفيذ تمارين بأغلبية لاهوائية فإن تأمين الطاقة للجهد وطول الفواصل يجب أن تزداد كل منها ٣٠ و ٦٠٪ (فوتش،ريب ١٩٩٠) يجب التذكر بأنه حتى في حالة عدم بناء مناسب للتدريبات في الظروف الجبلية لامفر من تخفيض حجم جهود مصحوبة بالقوة والتأزيرة المعقدة وتخفيض قليل للسرعة في أثناء تنفيذ الجهد اللاهوائي - هوائي واللاهوائي الجليكو جيني يجب الأخذ في الحسبان في الإعداد اللاحق على السهل والتي يجب أن يتم



الاهتمام بها اهتماما إضافيا لتطوير تلك الصفات وجوانب التدريب التي لم يتم الاهتمام بها بشكل كاف في ظروف الإعداد الجبلي.

ولذلك توجة العملية التدريبية وتناسب الوسائل وطرق تطوير مختلف الصفات والقدرات في المراحل المتعاقبة للإعداد الجبلي والسهل يجب أن تعرض على شكل عملية موحدة يكتمل فيها الإعداد في الجبال والسهل بعضهما البعض، هذا يسمح باستخدام الجوانب القوية في كل واحدة من الإعداد وفي نفس الوقت تزيل النواقص.

في أثناء عملية التدريب في الجبل وتدريبات نقص الأكسجة الاصطناعية أيضا يكون من المهم جدا برمجة برامج وحدات تدريبية والدورات القصيرة بشكل يؤمن حل مهام عدة تناقض بعضهما إلى حد ما:

- تأمين حجم كلي أقصى للجهد.
- استخدام واسع لوسائل بمختلف أفضليات التوجة.
- التطور التدريجي للاستجابات التكيفية وتعاقب عقلا في لعمليات التعب والاستشفاء والوقاية من ظاهرة التعب المفرط والتوتر الزائد للأنظمة الوظيفية.

التدريب في الجبال ضمن نظام الإعداد السنوي.

يعتبر التدريب في جبال واحداً فقط من العوامل الإضافية المساعدة على زيادة فعالية التدريب ولا يمكن أن تكون الجزء الأساسي الذي يتكون حولة نظام إعداد الرياضي. ولا بأي حال من الأحوال لذلك، يجب أن يرمج بتطابق صارم مع قوانين التطوير طويل الامد للرياضيين ومستوى تأهيلهم ونظام تقسيم الإعداد السنوي إلى مراحل ومكونات الوسائل والطرق المتبعة والخصائص الفردية وغيرها. في هذه الحالة فقط، الظروف المختلفة اصطناعيا وطبيعا لنقص الأكسجة تكمل عضويا عملية الإعداد وتجعله فعالا أكثر في نفس الوقت لا يخل بقوانين تشكل المهارات الفنية والتكتيكية وتطور مختلف الصفات الحركية وزيادة قدرات أنظمة الجسم الوظيفية المهمة جدا.

يجب برمجة إعداد شديد في الجبال فقط في المراحل الختامية للتطوير طويل الأمد، ابتداءً من مرحلة الإعداد للإنجازات العالية حينما تكون قدرات الوسائل التدريبية



الأخرى القادرة على تحفيز تطور لاحق للاستجابات التكيفية قد استنفذت. وهنا فعالية التدريب متعلقة بتأثير عاملين مترابطين: نقص الأكسجة المرتبطة بتخفيض الضغط الجزئي للأكسجين في الهواء المستنشق، ونقص الأكسجة المتشكل بتنفيذ جهد بشدة عالية. من المهم الإشارة إلى أن التأثير الأكبر لنقص أكسجة الحمولات يلاحظ في حال القيام بتمارين بطابع شمولي يحشد في الجهد أحجام عضلية كبيرة وتفعيل أقصى لكافة الأنظمة الهوائية واللاهوائية اللاكتات للتزويد بالطاقة إلى استنفاد أقصى ممكن لاحتياطي جليكوجين العضلات. (بلاتونوغ ٩٦، سوسلوف ٩٩).

محتوى كل دورة متوسطة من الإعداد في الجبال يجب أن يبنى طبقا للهيكلية العامة للإعداد السنوي للرياضيين ومحتوي توجة العملية التدريبية لمرحلة معينة من الدورة الكبرى والأكثر من ذلك، الإنزياج الحتمي للتركيز في العملية التدريبية * سببه ظروف الجبال وتعديل بسيط في خيارات الجهد التدريبي (تخفيض شدة، التقليل من تمارين السرعة المصحوبة بالقوة والتآزرية المعقدة وغيرها) يجب أن تعوض بإجراءات مشابهة في عملية الإعداد في الجبال ذاتها وفي أثناء التدريبات التي سبقتها أو تلتها في السهل. يجب بالأخص إدخال تمارين ذات طابع سرعة وقوة وتآزرية معقدة وتمارين تنافسية وتمارين تطوير التحمل الخاص وغيرها إلى وسائل وطرق الإعداد الجبلي. هذه التمارين لا تعتبر بطبيعة الحال أساسية في نظام الإعداد الجبلي لكن قد تحتل فيها مكانا كافيا (نسبة ٢٠-٣٠٪ من الوقت المخصص للجهد)

للحفاظ على مستوى تلك الجوانب من التدريب التي يتناقض تطويرها مع المهمة الأساسية للإعداد الجبلي ألا وهي تطوير القدرات الهوائية وإلى حد معين القدرات اللاهوائية الجليكوجينية.

ضرورة مثل هذا الربط لمحتوى الإعداد الجبلي مع هيكلية الإعداد السنوي تحد التآرجحات الموضحة لمحتوى مختلف الدورات المتوسطة للإعداد في الجبال. على سبيل المثال، إذا اشترط النصف الثاني من المرحلة التحضيرية لكل دورة كبرى في ظروف برمجة إعداد سنوي من ٣ دورات.



اشترط إعداد جبلي ، فإن محتوى كل واحدة من الدورات الثلاث المتوسطة للإعداد السنوي سيختلف لكي يناسب التوجه العام للتدريب في دورة كبرى محدده وبالأخص إذا كان على الإعداد الجبلي للدورة الكبرى الأولى أن يتضمن حجماً كبيراً من الجهد طابعه تحضيرى عام وكمية كبيرة من التمارين الطويلة المنفذة بنظام هوائي حين يكون محتوى اللاكتات لا يتجاوز ٣-٤ مول / ل فإنه في الدورة الكبرى الثالثة ينزاج، الحجم الأساسي للوسائل باتجاه تقريبها إلى التمارين الخصوصية. قد تستخدم وسائل تحضيرية عامه بأحجام صغيره فقط بهدف تعجيل الأفلمة والاستشفاء (التنزه جري بطى) شدة الوسائل المؤثرة تزداد وتتواجد مقادير اللاكتات في أثناء تنفيذ أغلبية التمارين في نطاق ٤ - ٦ مول / ل. وفي بعض الحالات تبلغ ٦ - ١٠ مول / ل. وأكثر. كل دورة متوسطة لاحقة من الإعداد الجبلي يجب أن تبدأ بمستوى مرتفع - بالنسبة لما سبقه - من قدرات جسم الرياضي الوظيفية الظاهرة في صفات أنظمة التنفس الأساسية والدورة الدموية والدم بالإضافة إلى ظهورها في مؤشرات القدرة على العمل والاستجابات للحمولات العادية والاستجابات الاستشفائية.

من الضروري الابتعاد عن تعاقب واضح جدا لمراحل التكيف الجبلي وفقدان التكيف اللاحق، وذلك لأنه في هذه الحالة تتباطأ عمليات زيادة تدريب الرياضي وان الاستغلال غير العقلاني أيضاً لاحتياطات الجسم التكيفية وراثيا واستغلالها الزائد قد تؤدي إلى استنفادها مبكرا.

الحفاظ على ما تحقق من مستوى التكيف نتيجة الإعداد الجبلي ينظم:

- بمدة عقلانية وتعاقب الإعداد الجبلي وإعداد السهل.
- بغير توجه العملية التدريبية في أثناء ظهور علامات فقدان تكيف جسم الرياضي.
- في إدخال دورات نقص أكسجة صناعية إلى التدريب.

في حال إجراء دورات متوسطة من ٣-٤ وأحيانا ٥-٦ أسابيع للإعداد الجبلي بانتظام يلاحظ تطور وبقاء الاستجابات التكيفية عادة خلال ٣٠-٤٠ يوم بعد العودة إلى ظروف السهل. قد يتم الإعداد بتطابق صارم مع مهام مرحلة معينة دون الخوف من فقدان تكيف



واضح لأجسامهم. بعد ذلك من الضروري اتخاذ إجراءات إضافية للحفاظ على المستوى المتحقق من قبل بالنسبة لقدرات أنظمة التزويد بالطاقة.

هذه الإجراءات تنحصر في تغير ملحوظ في توجه العملية التدريبية باتجاه زيادة حجم الجهد الهوائي والمختلط الهوائي - اللاهوائي واللاهوائي وإدخال مراحل غير طويلة من نقص أكسجة الاصطناعية إلى التدريب. كل واحد من الإجراءات أو اتباعها كمجموعه تصبح فعالة بشكل كاف لاستقرار مستوى التكيف المتحقق نتيجة الإعداد الجلي ومن ثم الحفاظ عليه عدة أسابيع (عادة ٢-٣ أسابيع).

نتائج عدة أدبيات تجريبية وخبره عملية ضخمة متراكمة في السبعينات والثمانينات في الاتحاد السوفيتي وألمانيا الديمقراطية وبلغاريا والأعوام التي تلتها في امريكا والصين وإيطاليا واسبانيا واستراليا وغيرها من الدول كشف بحق بأن التدريب في ظروف نقص الأكسجة تظهر بشكل كامل إذا أقيمت التدريبات بنقص أكسجة طبيعية واصطناعية.

بانتظام ممزوجة بتدريبات في ظروف عادية بنظام صارم. وهنا، كل معسكر قادم مقام في ظروف الجبال أو كل دورة قادمة من تدريبات نقص الأكسجة الاصطناعية يجب ان تتوخي زيادة حجم وشدة التمارين التدريبية والتنافسية.

تكثيف تدريبات نقص أكسجة ممكن أيضاً ان يسير عن طريق زيادة مدة وارتفاع الصعود وتقليل الفواصل الزمنية بين دورات إعداد نقص الأكسجة فقط في هذه الحالة يحدث تطور تدريجي للاستجابات التكيفية. الخبره العلمية وأيضاً نتائج مجموعة من الأبحاث العلمية درست مختلف الألعاب الرياضيه تشهد بأن الرياضيين الذين أدخلوا في نظام إعدادهم تدريبات في الجبال عليهم القيام بذلك لاحقاً وبانتظام لأن الوسائل المتبعه في ظروف السهل تبدو غير كافية للحفاظ وتطوير لاحق لمستوى التكيف.

هذه المعطيات تعتبر أيضاً اثبات غير مباشر للمقترحات التي تفيد بأن التدريبات في المرتفعات المتوسطة والعالية والعوامل القوية الأخرى لتكثيف العملية التدريبية أيضاً يجب أن ترمج في إعداد رياضيين من مستوى عالٍ لديهم خبره كبيرة في التدريب والذين ضعفت ردود أفعاله تجاه المثيرات الأكثر بساطة. اتباع إعداد جبلي في تدريبات رياضيين ناشئين قد يكون فعالاً لنمو نتائجهم. لكن الإعداد الجلي يؤدي إلى استنفاد سابق لأوانه



لموارد اجسامهم التكيفية ولاحقا تصبح هذه الموارد غير كافية لرياضة الأرقام القياسية (بلاتونوف ١٩٩٧).

يجب أن تبلغ المدة العامة للإعداد في الجبال خلال العام من ٩-١٠ إلى ١٣-١٤ أسبوع. يكفي إدخال ثلاثة دورات متوسطة للإعداد في الجبال إلى البرنامج العام حين يكون لتقسيم الإعداد السنوي إلى مراحل مؤلف من ٢ أو ٣ دورات. وحين يكون ٤ أو ٥ دورات للتقسيم السنوي فمن الأفضل إدخال دورة متوسط رابعة. مدة كل دورة متوسطة تتعلق بفترة الإعداد طويل الأمد والتي يمر بها الرياضي. الرياضيون الشباب وهم في مرحلة الإعداد للإنجازات العالية بإمكانهم الاكتفاء بثلاث دورات متوسطة من ٣ أسابيع في أثناء إعداد رياضييهم وهم التحقيق الأقصى لقدراتهم الفردية ممن استنفذوا الكثير من مواردهم النكيفة قد تكون مدة بعض الدورات المتوسطة مطولة إلى حد ٤-٦ أسابيع. مثل هذه المدة من الإعداد في الجبال في أثناء بناء عقلائي للإعداد خلال العام ودمج مثالي للوسائل في عملية الإعداد في السهل والجبل يؤمن تكيف فعال لأنظمة التزويد بالطاقة وحفاظ مستقر كاف على مستوى استعداد الرياضيين للنشاط التنافسي والتدريبي ذي الفعالية العالية. بهذا الخصوص يجب الاستدلال بالمفهوم الذي أدخله خبراء ألمانيا الديمقراطية في الثمانينات ما يسمى ب "سلسلة نقص أكسجة" والتي تفسر كنظام دورات طبيعية (التمرين في ظروف الجبال) واصطناعية لإعداد نقص الأكسجة مندمج عضويا مع التمارين في الظروف العادية.

مخالفة مبادئ برمجة الإعداد الجبلي عقليا قد تؤدي إلى غياب أثر تدريبي إيجابي أو تؤدي حتى إلى انخفاض قدرات أنظمة جسم الرياضي الوظيفية. وبالذات في البرمجة غير العقلانية للإعداد الجبلي وغياب العلاقة المتبادلة اللازمه بين الإعداد الجبلي وإعداد السهل والبرمجة الخاطئة للحمولات في مرحلة تسبق الإعداد الجبلي بعد انتهائها أيضًا، نعثر على فشل العديد من الباحثين ممن لم يتمكنوا من إظهار التأثير الإيجابي للإعداد الجبلي على القدرات الوظيفية ونتائج اللاعبين المختصين في ألعاب رياضية مرتبطة باظهار التحمل. لا تقتصر الرسوم التوضيحية المشار إليها على استخدام تدريبات المرتفعات المتوسطة في نظام إعداد السباحين السنوي، على سبيل المثال "جونتي سكيلز" السباح الأمريكي البارز في النصف الثاني من السبعينيات وفي الوقت الحاضر مدرب مشهور



ومدير الدعم العلمي المنهجي للمنتخبات الأمريكية في مركز التدريب والتعليم بمدينة "كلورادو سبرينج" وضع برنامج إعداد سنوي لسباحين من مستوى عالي والذي يشترط تدريبات مستمرة في المرتفعات المتوسطة (المركز التدريبي لسباحي امريكا في كولورادو، على ارتفاع ١٨٦٠ متر) خلال ثمانية اشهر (ويلير ٢٠٠٤). وفق هذا البرنامج، يقسم الإعداد السنوي إلى ٣ مراحل. طول وبناء الإعداد في كل مرحلة يكون على الشكل التالي:

المرحلة الأولى: الإعداد في المرتفعات المتوسطة ويبدأ بعد المرحلة الانتقالية والتدريبات الإعدادية ٤ أسابيع في ظروف السهل. توجه الجهد - إعداد أساسي مع التركيز على رفع قوة وسعه أنظمة التزويد بالطاقة الهوائية ورفع صفات القوة. تدخل باحجام صغيره (٢٪ من الحجم الاسبوعي) تمارين ذات طابع سرعة (مسافات قصيرة).

المرحلة الثانية: إعداد في مرتفعات متوسطة. المدة أربعة أشهر. توجه الجهد رفع القدرات الهوائية واللاهوائية اللاكتاتية لانظمة التزويد بالطاقة. تطوير التحمل الخاص والقدرات الخاصة وقدرات السرعة المصحوبة بالقوة (٢٪ من الحجم الاسبوعي).

المرحلة الثالثة: إعداد في السهل خلال الاسبوع الأول تدريبات بحمولات كلية غير عالية موجهه للاستشفاء والتكيف مع ظروف السهل. ٢-٣ أسابيع اللاحقة - تطوير وتحسين قدرات السرعة اتقان جزئيات تقنيات السباحة والانطلاق والدوران وتطوير التحمل ومحاكاة النشاط التنافسي. الأسابيع ٢-٣ الختامي قبل مسابقات العام الرئيسية هي للإعداد المباشر للمنافسات مع تقليص كبير لحجم وشدة الجهد. خصوصيه إعداد المرتفعات المتوسطة المقترح من قبل "سكينر" هي تنفيذ سلسلة تمارين سرعة مصحوبة بالقوة غير طويلة بالوحدات من ضمنها ما هو موجه لتحسين الانطلاق والدوران. خلال التدريب من إعداد المرتفعات المتوسطة يشترك السباحون عدة مرات في مختلف المسابقات المقامة على السهل دون إعداد خاص لها.

يميز "سكينر" الأفضليات الأساسية التالية للإعداد في ظروف المرتفعات المتوسطة: ازدياد كتلة الكريات الحمراء وكثافة الهيموجلوبين وارتفاع قوة الأنظمة اللاهوائية المزودة بالطاقة والاستقرار أمام تراكم الحامض اللبني في العضلات وتحسن الاستقرار النفسي فيما يخص تحمل الآلام البدنية التي تميز التدريبات الشديدة والنشاط التنافسي. هذه



الأفضليات تم إثباتها بمشاركة السباحين الذين استعدوا للالعاب الأولمبية وبطولة العالم في هذا البرنامج.

التدريب على الجبال في نظام الإعداد المباشر للمسابقات الرئيسية.

الطريقة الهامة التي تزيد من احتمال بلوغ الرياضيين المؤهلين أعلى النتائج في مسابقات العام الرئيسية هي إدخال دورات متوسطة من ٣-٤ أسابيع مقامة في ظروف الجبال إلى هيكلية الإعداد السنوي في مراحلها الختامية ، حمولات هذه الدورات عالية فقط وبعد ٢-٣ أيام من الأقامة تزداد بالتدريج من ٧٥ - ٨٠ ٪ حتى ١٠٠ ٪ بالنسبة للقيم العليا التي تميز الإعداد في ظروف السهل. التوجه الأساسي للجهد - هو رفع قوة وسعه وحركة وتفنن أنظمة التزويد بالطاقة التي تؤمن تحمل الرياضيين في شكل معين من أشكال المسابقات في وحده موحده مع تحسين مختلف مكونات النشاط التنافسي والإعداد ذي الطابع المتكامل.

فعالية هذه الدورات المتوسطة متعلقة بشكل كبير بالفواصل الزمنية من انتهاء التمارين في الجبال ومدة المسابقات الرئيسية.

تراكمت لدى خبراء مختلف بلدان العالم خبرة ضخمة بخصوص هذه العملية. وتم إثبات أن الفترة بين انتهاء الإعداد الجبلي وبداية المسابقات الرئيسية يجب أن تؤمن ليس فقط إعادة أقلمة بل خلق الظروف لتطوير عملية إعادة ضبط البنية والوظيفية أيضاً في جسم الرياضي كاستجابته تكيف لتدريبات الجبال. وإذا كان يكفي عادة لإعادة الأقلمة عدة أيام فإنه يلزم وقت كبير أكثر بكثير لتشكيل مستوى تكيف جديد لأنظمة التزويد بالطاقة ورابطه العضوي بالصفات الحركية الأخرى ومع أهم المكونات الفنية والتكتيكية. توقع النجاح في المسابقات الرئيسية ممكن إذا شارك الرياضيون ليس أقل من ١٥-١٨ او ليس أكثر من ٣٠-٤٠ يوم. بلغ الفاصل بين نهاية الإعداد الجبلي إدخال دورات قصيرة إلى تدريبات نقص أكسجة اصطناعية يسمح بزيادة الفاصل بين انتهاء الإعداد الجبلي والمنافسات الرئيسية إلى حد ٤٠-٤٥ يوم.

يجب الأخذ في الحسبان أن الزمن بين انتهاء الإعداد الجبلي والمنافسات الرئيسية يتعلق بعوامل عديدة الأساسية بينها مدة الإعداد الجبلي وتخصص الرياضي وخصائصه الفردية.



كلما كانت مرحلة الإعداد في الجبال طويلة كان من الواجب أن تكون أطول في ظروف مشابهة أخرى مرحلة إعادة الأكلة وتشكل مستوى جديد أكثر ارتفاعا لتدريب الرياضي.

الفاصل الزمني بين انتهاء التدريبات في الجبال والمشاركة في المسابقات الطويلة والماراثون والركض والتزحلق والدراجات، من ١٢-١٤ إلى ١٦-١٨ يوم.

للرياضيين المختصين بالمسافات القصيرة والمتوسطة ومدة نشاط تنافسي من ٤٥-٦٠ ثانية إلى عدة دقائق ، يتطلب وقت أطول ٢٠-٢٨ يومًا. الرياضيون الذين يتدربون بانتظام في ظروف الجبال والمكيفون جيدا للإعداد الجبلي بإمكانهم تقليل الزمن بين انتهاء الإعداد والمشاركة في المسابقات مد ٢-٣ أيام:

متسابق المسافات المتوسطة والطويلة إلى ١٠-١٢ يومًا. وعداءو المسافات القصيرة إلى ١٨-٢٠ يوم.

التدريب في أثناء الإعداد في الجبال والمسابقات الرئيسية ينظم على شكل دورة متوسطة ما قبل تنافسية وتبني بتطابق صارم مع مهامها ومحتواها. مدة الدورة من ٢٢ - ٣٢ يومًا (دورة متوسطة) هدفها هو التخلص من تأثير التدريب للإعداد الجبلي وتكون على الشكل التالي:

- ٧-١٠ أيام - دورة قصيرة استشفائية (إعادة تأقلم).
- ٥-٧ أيام - دورة قصيره سريعة. إعداد متعدد الجوانب بالتركيز على تمارين تنفذ في نطاق الشدة ٢-٤ وحمولات ٧٠-٨٠٪/٥-٧ أيام - دورة قصيره سريعة. إعداد متعدد الجوانب بالتركيز على تمارين تنفذ في نطاق الشدة ٥-٧ وحمولات ٧٠-٨٠٪
- ٥-٧ أيام - دورة قصيرة استشفائية حمولات ٢٠-٣٠٪

مثل هذا البناء للدورة المتوسطة الختامية يسمح بربط تشكل الأثر التدريبي المتراكم للإعداد الجبلي مع المكونات الفنية والتكتيكية والوظيفية للنموذج المختار للنشاط التنافسي القادم.

يعتبر إعداد الرياضيين للمسابقات المقامة في الظروف الجبلية، على سبيل المثال ، " مكسيكو " (٢٢٤٠ م فوق سطح البحر) او " بوجوتا (٢٦٠٠ م) مساله مستقلة تتعلق باستخدام التريات في ظروف المرتفعات المتوسطة في نظام الإعداد المباشر للمنافسات الرئيسية.

المشاركة الناجحه في مثل هذه المسابقات تستوجب إعداد مباشر من ١٨ - ٢٠ يوم في أماكن اقامتها.

يجب برمجة حمولات عالية بتوجه خاص ليس خلال ١ - ٢ يوم وسط الدورة القصيرة وإنما خلال الأيام ٤ - ٧ أيام الأولى من هذه الدورة القصيرة مما يؤمن تكيف كامل للنشاط التنافسي القادم.

عند كتابة هذا الفصل استخدمت معارف ومعلومات كبيرة تخص تكيف المرتفعات وتعتبر نتيجة لدراسات مختبرات مشهورة جدا ومدارس علمية وخبراء مرموقين.

واستخدمت معارف تربويه مستخلصة من تجارب رياضة الأرقام القياسية الحديثة ومتعلقة بالإعداد المباشر للأولمبياد وبطولات العالم وغيرها من المسابقات الكبرى.



التدريب الرياضي في ظروف المناخ الحار والبارد

- تأثير درجة حرارة ورطوبة الهواء على مفاءة الأداء الرياضية
- الآليات الفسلجية لتقوية الانتقال الحراري في ظروف ارتفاع درجة حرارة الهواء والرطوبة.
- تيار الدم الجلدي ودرجة حرارة الجلد
- تكوين العرق وتصيب العرق
- توازن ماء - أملاح
- جمباز الدورة الدموية
- التكيف الحراري (التأقلم)
- التغيرات الفسلجية وميكانيكتها عند التكيف الحراري
- التكيف الحراري عند الرياضيين
- نظام الشرب
- فقدان الماء واستعادة في أثناء فترة المسابقات
- فقدان الماء والاملاح في عملية التدريب في ظروف مناخية حارة
- ردود أفعال الجسم في ظروف الحرارة العالية
- تكيف الرياضي مع ظروف الحرارة العالية
- التدريب في ظروف المناخ البارد
- النشاط الرياضي في ظروف انخفاض درجة حرارة الهواء (البرودة)
- الميكانيكية الفسلجية للتكيف ازاء البرودة
- التأقلم في البرد
- ردود أفعال جسم الرياضي في ظروف الحرارة المنخفضة
- تكيف الرياضي مع ظروف البرودة
- الإعداد والمسابقات في ظروف الحرارة العالية والمنخفضة
- التدريب والمسابقات في مختلف الظروف المناخية
- الحمولات التدريبية والتنافسية العالية التي يتحملها الرياضي في ظروف درجات الحرارة المرتفعة والمنخفضة

التدريب في ظروف المناخ الحار

تأثير درجة الحرارة ورطوبة الهواء على كفاءة الأداء الرياضية

في أثناء الحمولة الرياضية ذات الشدة المستمرة (كما في ركض الماراثون على سبيل المثال) تتجاوز النواتج الحرارية في العضلات العاملة بحوالي ١٥-٢٠ مرة النواتج الجرايرة في التبادل الحراري الأساسي. من الوجهة العملية فإن جميع الحرارة المتولدة في العضلات تعطي إلى الدم وتنتقل معه إلى نواة الجسم مسببة ارتفاعا في درجة جراته إلى ٣٩-٤٠ درجة سيليزيوسية فأكثر (درجة الحرارة العاملة) وتوجه حرارة الجسم في مثل هذه الحالات إلى تعزيز التبادل الحراري. تعطي الحرارة الزائدة لسطح الجسم من خلال تقوية الدورة الدموية في أوعية الجلد، حيث ترسل الحرارة إلى المحيط الخارجي (بمساعده تبخر العرق بالدرجة الأساسية).

إن ارتفاع درجة حرارة ورطوبة الهواء المحيط يسبب عملية الانتقال الحراري بصورة كبيرة، مسببا بذلك خطورة من جراء تسخين الجسم، فكلما كانت درجة الحرارة المحيطة عالية كان ارتفاع درجة حرارة الجسم أعلى ففي الجو الحار الرطب يمكن أن تبلغ درجة حرارة جسم عداء الماراثون ٤١ درجة سيليزيوسية إن تقوية تبخر العرق يسبب خرقا للتوازن في الجسم.

إن هبوط كفاءة الأداء الرياضية عند ارتفاع درجة حرارة ورطوبة الهواء تحددها العوامل الأساسية الثلاثة الآتية:

١- تسخين الجسم

٢- نزع الماء السريع

٣- هبوط امكانيات نقل الأكسجين في منظومة القلب الوعائي.

الآليات الميكانيكية للانتقال الحراري في ظروف ارتفاع درجة حرارة ورطوبة الهواء لا تعتبر الطرق المختلفة لإعطاء الحرارة من الجسم إلى الوسط الخارجي في ظروف الهدوء عند تنفيذ عمل عضلي واحدة وتتغير تبعا للعوامل الفيزيائية في المحيط الخارجي ففي ظروف الهدوء يتعزز دور التوصيل الحراري والحمل يتجاوز درجة الحرارة الدرجة المريحة (١٨ درجة سيليزيوسية تقريبا) أما تعزيز دور الانتقال الحراري من خلال تبخر العرق



فيبدأ فقط عندما تتجاوز درجة حرارة الهواء ٣٠ درجة سيليزيوسية ، بمعنى آخر عند اقترابها من درجة حرارة الجلد، وفي الأيام الحارة تكون عملية فقدان الحرارة من خلال الحمل ضعيفه جدا بسبب التفاوت البسيط في درجات الحرارة بين الوسط المحيط والجلد.

وعندما تتجاوز درجة الحرارة الخارجية درجة حرارة سطح الجسم. (حوالي ٣٠ درجة سيليزيوسية) يتغير اتجاه التبادل الحراري إلى الاتجاه المعاكس فيستلم النسيج السطحي للجسم الحرارة من المحيط الخارجي. كما يكون الاشعاع الشمسي حمولة حرارية اضافيه للجسم.

تعتبر الطريقة الأساسية لتخلص الجسم من الحرارة في ظروف العمل هي تبخر العرق من الجلد وكلما ارتفعت درجة الحرارة الخارجية تضاعف دور هذه الآلية للتخلص من الحرارة وتنمو سرعة تبخر العرق في ضوء سرعة تكون العرق وعدد من المواصفات الفيزيائية للمحيط الخارجي ومن أهمها الرطوبة النسبية للهواء. وتعتمد سرعة تبخر العرق على مقدار العرق بين رطوبة الجلد (p_k) ورطوبة الهواء (p_a) وتسبب زيادة سرعة تكون العرق زيادة p_k وبذلك تزداد سرعة عملية تبخر العرق للظروف الخارجية القائمة ولما كانت درجة الميل للرطوبة بين الجلد والهواء ($p_k - p_a$) لرطوبة الهواء الشديدة لذا تنخفض فإن عملية تبخر العرق تتباطأ وعندما يزيد ضغط الأبخرة المائية في الهواء عن ٤٠ ملم زئبق سيصبح تبخر العرق من سطح الجلد مساويا صفرا. وعليه فحتى في درجة الحرارة المرتفع جدا للهواء فإن الرياضي لا يعاني في تلك الصعوبات التي يعانيها في درجات الحرارة الواطئة والرطوبة النسبية العالية إذا كانت رطوبة الهواء النسبية منخفضة.

إن حوالي ٥٪ من نقل الحرارة في حالة الحمولات الغازية تحت الحرجة تحدث بسبب تبخر المياه في الأوعية المائية. وعند مضاعفة رطوبة الهواء فان هذه الالية في النقل الحراري ستضعف.

وهكذا فإن مضاعفه درجة حرارة المحيط الخارجي تخفض التمايز الحراري بين الهواء والجلد وكذلك بين الجلد ومركز الجسم مكونا بذلك صعوبة في انتقال الحرارة وتصبح هذه الصعوبات أكثر تعقيدا كلما اقتربت الدرجة الخارجية من درجة حرارة الجلد. ان

زيادة رطوبة الهواء المحيط يشكل بصورة مماثلة مما ذكر حاجزا في وجه فقدان الحرارة عن طريق التبخر. كما أن زيادة درجة حرارة الهواء ورطوبته في آن واحد يؤدي إلى مضاعفه كبيرة لدرجة حرارة الجسم في أثناء النشاط الرياضي المشدد والمستمر.

الآليات الفسلجية لتقوية الانتقال الحراري في ظروف ارتفاع درجة حرارة الهواء ورطوبته

إن تقوية الانتقال الحراري في ظروف ارتفاع درجة حرارة ورطوبة الهواء تتحقق من خلال آليتين فسلجيتين رئيسيتين هما:

١- تقوية جريان الدم الجلدي الأمر الذي يقود إلى نقل الحرارة من مركز الجسم إلى سطحه ليؤمن بذلك تغذية الغدد العرقية بالماء.

٢- تقوية تكوين العرق

تيار الدم الجلدي ودرجة حرارة الجلد

يشكل تيار الدم الجلدي عند الشخص البالغ في الظروف الملائمة في حالة الهدوء حوالي ١٦ ل / م ٢ / دق في حين ترتفع هذه الكمية إلى ١ / م ٢ / دق في أثناء العمل.

اما إذا كانت درجة الحرارة الخارجية مرتفعه جدا. فان هذه الكمية يمكن تبلغ ٢٦ ل / م ٢ / دق. ويعنى ذلك أنه في الظروف الحارة جدا فان ٢٠٪ من الطرح القلبي يمكن ان يتوجه إلى شبكة الأوعية الجلدية ليمنع تسخين الجسم. أما في الظروف الملائمة فإن الطرح القلبي في مثل هذا العمل لن يزيد عن ٥٪ فقط ولا يؤثر قدرة الحمولة على درجة حرارة الجلد.

وترتبط درجة حرارة الجلد خطيا مع قيمة تيار الدم الجلدي وتضاعف تقوية تيار الدم في الجلد درجة حرارته فإذا كانت درجة الحرارة الخارجية أقل من درجة حرارة الجلد فإن فقدان الحرارة سيتضاعف بواسطة الحمل والاشعاع ويسبب ارتفاع درجة حرارة الجلد هبوط تأثير الاشعاع الخارجي على الجسم أيضاً.

تعزز حركة الهواء تخلص الجسم من الحرارة عن طريق الحمل والتبخر. وينخفض نتيجة ذلك معدل درجة حرارة الجلد لذلك يتضاعف تمايز درجات الحرارة (المركز -



الجلد) و (الجلد - الوسط الخارجي) الأمر الذي يؤدي إلى تحسين افضل لظروف الفقدان الحراري عن طريق الحمل والاشعاع.

تكوين العرق وتصبب العرق

تعتمد سرعة تكوين العرق وإفرازه على عدد كبير من العوامل وأهمها سرعة النواتج الطاقية والظروف الفيزيائية للوسط الخارجي (درجة حرارة ورطوبة الهواء) فلو أن حمولة واحدة كانت قد نفذت في درجات حرارية خارجية متباينة (لا يؤخذ في الحسبان الدرجات الواطئة جدا والمرتفعة جدا فإن درجة حرارة الجسم الداخلية ستبقي واحدة.

في حين تتضاعف سرعة تكوين العرق كدالة خطية لمتوسط درجة حرارة الجلد وبالعكس فعندما تكون درجة الحرارة الخارجية ثابتة فإن معدل درجة حرارة الجلد ستكون سرعة إفراز العرق تمثل علاقة خطية مع درجة الحرارة الداخلية للجسم فكلما كانت قدرة الحمل المنفذ عالية كانت سرعة إفراز العرق المعدل درجة حرارة الجلد نفسها أعلى وهكذا فإن سرعة إفراز العرق تعتمد على درجة حرارة مركز الجسم وسطحه الخارجي.

تفقد رطوبة الهواء العالية، حتى وان كانت درجة الحرارة منخفضة مسببا تبخر العرق، حيث تتعزز عملية تكوين العرق دون حدوث عملية تبخر فعالة للعرق وفي ظروف الهدوء وعندما تكون درجة حرارة الهواء مساوية ٤٣ درجة سيليزيوسيه يتضاعف إفراز العرق بأكثر من ثلاث مرات. إذا كانت رطوبة الهواء تزداد من ٣٠٪ إلى ٨٤٪ في أثناء العمل ذي الشدة المنخفضة فان مضاعفة رطوبة الهواء من ٣٠ إلى ٥٧٪ تضاعف تقريبا سرعة تكوين العرق وأثناء النشاط الرياضي المكثف ستكون سرعة إفراز العرق كبيرة جدا على سبيل المثال عند ركض الماراثون في ظروف تكون رطوبة الهواء فيها غير عالية نسبيا ستبلغ سرعة إفراز العرق لرياضي متدرب ٢٠-٢٥ مل / دقيقة (١٢٠٠ / ١٥٠٠ مل / v) اما في ظروف أخرى متساوية فان مضاعفة عملية تبخر العرق وتهبط سرعة تكوين الرياح فيه ساكنة تتباطأ عملية تبخر العرق وتهبط سرعة تكوين العرق مما يؤدي إلى زيادة اضافية في درجة حرارة الجسم ويحدث عند التواجد في ظروف حارة هبوط سرعة (ارهاق) تكوين العرق ويلاحظ هذا حتى في تلك الحالات حيث يكون



فقدان الماء مع العرق قد تم تعويضة من خلال الشرب وتظهر سرعة انخفاض تكون العرق بصورة أكثر جلية في ظروف ارتفاع الرطوبة في الهواء مما عليه.

وتجدر الإشارة هنا إلى أن إفراز العرق عند النساء عند تنفيذ حمولات بدنية واحدة تحت درجة حرارية خارجية واحدة أقل مما هو عليه عند الرجال.

توازن ماء - املاح

إن إحدى النتائج في تقوية إفراز العرق خلال العمل العضلي الذي ينفذ في ظروف ارتفاع درجة حرارة ورطوبة الهواء هو الخرق الذي يحصل في التوازن (ماء - املاح) ويمكن هذا الخرق في فقدان السريع للماء في الجسم أي نحو عملية نزع الماء وكذلك في تغير وجود عدد من المحاليل (الأملاح) في الأجواء المائية للجسم.

ويمكن لعملية نزع الماء أن تحصل لأسباب مختلفة:

التواجد في وسط ذي حرارة مرتفعة (نزع الماء الحراري) / العمل العضلي الكثيف والمستمر (نزع الماء العملي) إضافة إلى كليهما، أي جراء عمل عضلي مكثف في درجات حرارية مرتفعة (نزع الماء الحراري العملي) / وتسبب عملية نزع الماء المختلفة تغيرات متباينة في وظائف بعض أنسجة ومنظومات الجسم ففي عملية نزع الماء العملي يلاحظ هبوط الكفاءة والأداء البدنية بصورة ملحوظة وتتنامي هذه العملية فقط عند تنفيذ تمارين مكثفة بما فيه الكفاية (ذات قدرة غازية دون القصوى) وطويلة (تزيد عن ٣٠ دقيقة) وخاصة إذا تمت عملية التنفيذ في ظروف ارتفاع درجة حرارة ورطوبة الهواء أما عند تنفيذ حمولة ثقيلة فإن نزع الماء في هذه العملية لن يحدث حتى في ظروف ارتفاع درجة حرارة ورطوبة الهواء شريطة أن تكون عملية التنفيذ قصيرة.

إن المحافظة على درجة حرارة الجسد ضمن الحدود المسموح بها للجسم أهم بكثير من المحافظة على الماء وفي أثناء العمل الثقيل المستمر الذي يصاحبه إفراز شديد للعرق يمكن أن يحدث نقصان كبير في مياه الجسم فعلى سبيل المثال إن بمقدور عدائي الماراثون أن يفقدوا في أثناء المنافسات في ظروف حارة كمية من الماء تصل إلى ٦ لترات مع العرق بل حتى في حالة التعويض عن بعض الماء المفقود بتناول السوائل في أثناء السباق فإن وزن عداء الماراثون ينخفض بنسبة يبلغ معدلها ٥٪ ويمكن أن تصل نسبة هذا الانخفاض إلى



٨٪ كحد أعلى وتكون نسبة الماء المفقود في هذه الحالة ١٣-١٤٪ من الكمية الإجمالية للماء ويمكن بسهولة تقويم الكمية الإجمالية للماء المفقود نتيجة العمل العضلي من خلال مقارنة وزن الجسم قبل العمل وبعده (مع الأخذ بعين الاعتبار كمية الماء المتناولة خلال تلك الفترة).

إن الإنسان الذي يفقد كمية كبيرة من الماء يكون غير مستقر اتجاه الحر وتنخفض كفاءة أدائية، وحتى عند انخفاض وزن الجسم بنسبة ١-٢٪ نتيجة فقدان الماء فإن كفاءة الأداء البدنية ستتناقص وخاصة إذا لم يكن ذلك الشخص متدرباً وفي ظروف نزع الماء تكون استجابة الجسم لدرجات الحرارة سيئة لذا فإن درجة حرارة الجسم عند الأشخاص ممن يكون عندهم انخفاض في كمية الماء (يتراوح فقدان وزن الجسم من ٣ و ٤) عند تنفيذ الحمولة نفسها وتحت درجة حرارية واحدة، تكون أعلى مما هي عليه عند الأشخاص الذين يتسمون بنزع الماء الاعتيادي وكلما كانت درجة نزع الماء أعلى مصحوبة بفقدان الوزن بنسبة مقدارها ٣٪ هبط نشاط الغدد الدرقية.

إن أهم النتائج السلبية لنزع الماء هو انخفاض بلازما الدم وينخفض حجم بلازما الدم في أثناء نزع الماء القائم المصحوب بفقدان الوزن بنسبة ٤٪ بنسبة مقدارها ١٦-١٨ وينخفض تبعاً لذلك الحجم الانبساطي، وللتعويض عن ذلك يتضاعف تردد التقلصات القلبية.

أما النتيجة الأخرى لانخفاض حجم بلازما الدم فيمكن اعتبار تركيز الدم ذي المؤشرات المضاعفة في لزوجة الدم هو أنه يمكن أن يقود إلى مضاعفة الحمل على القلب ويعمل على تقليص انتاجه.

إن أحد النتائج الثقيلة لفقدان الماء من الجسم يمكن اعتبار هبوط حجم السائل الموجود ما بين الخلايا (الأنسجة) والسائل الموجود داخل الخلايا أيضاً.

ويحدث في تلك الخلايا التي تتسم بهبوط كمية الماء فيها وتغير توازن محاليتها خرق للفعاليات الحياتية الطبيعية. ويتسبب ذلك بصورة خاصة إلى تأثر العضلات الهيكلية والقلبية التي يمكن أن تكون كفاءتها الانقباضية في ظروف نزع الماء واطئة بصورة كبيرة.



بصورة مستمرة بسبب خروج النواتج والأيونات الميثابولية للبتواسيوم ذات المولية الواطئة إلى الدم من الخلايا العضلية الفعالية. ونتيجة ذلك فإن جزءاً من السائل الموجود بين الخلايا (الأنسجة) يمتزج في الأوعية ليعوض عن فقدان البلازما ويمكن بفضل ذلك استعادته حجم البلازما وحسبة في مستوى ثابت تقريباً بعد مرحلة الهبوط التي تحصل في بداية العمل ومع تنامي نزع الماء الحراري (لتمييزه عن نزع الماء العامل) يتقلص حجم البلازما تدريجياً.

ويحدث عند درجة الحرارة الخارجية العالية نتيجة تعزيز تيار الدم الجلدي ترشيع مكثف للسوائل من المسارات الجلدية في الفسح خارج الأوعية في الجلد، ويقود هذا إلى غسل الزلال الذي يتواجد في هذه الفسح بكثرة نسبياً في التيار اللمفاوى ومنه يتجة نحو منظومة نقل الدم. إن انتقال الزلال إلى الدم يضاعف في الضغط الاحشائي فيه مسبباً تعزيز الماء في أوعية نقل الدم من الفسح المائية التي تتخلل الخلايا (خارج الأوعية ليساعد بذلك في الاحتفاظ بحجم البلازما) (الدم) المدورة إن غسل الزلال من الفسح النسيجية الجلدية في الدم يعوض بصورة آلية تعزيز فقدان الماء في زلال الدم الناتج عن التبخر النشط للعرق.

عند تنفيذ هذا العمل العضلي ينخفض تيار الدم الكلوي بحيث إن هذا الانخفاض يكون أكبر كلما كانت كثافة العمل أكبر، كما انه يعتمد ضمن حدود معينة على درجة حرارة ورطوبة الهواء.

كما أن سرعة ترشيع الماء في المجاميع الكلوية تهبط بصورة متوازية مع ما سبق ولو أن هذا يحدث بدرجة أقل. إن تنخفض سرعة تكوين البول فإن انخفاض تيار الدم الكلوي وسرعة تكوين البول عند العمل في الظروف الحارة يعزز حبس المياه في الكلي (ادرار البول).

إن أحد آليات هذا الحبس هو مضاعفة إفراز الهرمون المضاد لإدرار البول من الغدة النخامية كاستجابة لانخفاض حجم البلازما (نزع الماء ويضاعف تناضحهما ويشكل الماء مصدراً اضافياً هاماً لإفراز العرق في فترة العمل العضلي).



ويرتبط هذا المصدر بالماء الجليكو جيني الذي يتحرر عند انغلاق الجليكو جين ويرتبط بالغرام الواحد من الجليكو جين كمية من الماء مقدارها ٧, ٢ جرام.

وهكذا فإن التحليل الجليكو جيني لا يعتبر مصدرًا للطاقة فحسب بالنسبة للعضلات المتقلصة إنما هو مصدرًا إضافيًا للماء للجسم العامل.

ويلعب تناول السوائل وشرب الماء او المحاليل المائية في أثناء العمل وبعده دورا رئيسيا في التعويض عن فقدان الماء نتيجة تعزيز الإفرازات العرقية خلال العمل العضلي ذى الشدة وخاصة في الظروف الحارة.

يفقد الجسم عند فقدانه للماء مع العرق بعض المواد المعدنية (الأملاح) ويعتبر العرق مقارنة مع السوائل الأخرى محلولاً مائياً مخففاً جداً وتكون تراكيز أيونات الصوديوم والكلور فيه ٣/١ التركيز في البلازما و ٥/١ التركيز في العضلات. وعليه فإن العرق عباره عن محلول منخفض التركيز مقارنة مع بلازما الدم.

ويتغير التركيز الأيوني للعرق بصورة شديدة عند الأشخاص المختلفين ويعتمد كثيرا على سرعة إفراز العرق وحالة التأقلم الحرارية.

وبمضاعفة سرعة تكوين العرق يتضاعف تركيز أيونات الصوديوم والكلور في العرق وينخفض تركيز أيونات الكالسيوم اما أيونات البوتاسيوم والمنجنيز فلا تتغير لذلك ففي العمل ذى الشدة والذى يستمر طويلا (على سبيل المثال في أثناء الركض الماراثوني) يفقد الرياضي مع العرق بدرجة أساسية أيونات الصوديوم والكلور. إن تلك الأيونات التي تتواجد بصورة خاصة في سوائل الفسح خارج الخلايا في البلازما وفي السوائل النسيجية.

وهذه هي المحاليل الكهربائية التى تحدد أكثر من غيرها الضغط التناضحى للبلازما وللسوائل النسيجية أى بمعنى آخر حجم السائل خارج الخلايا في الجسم.

إن فقدان أيونات البوتاسيوم والمنجنيز الذى يهبط بالفسحة المائية الداخلية في الخلية يكون أقل كثيرا ولكن لابد من الإشارة إلى أن كمية كبيرة من الماء تتسرب مع العرق أكثر من تسرب المحاليل الكهربائية (الأملاح) وعليه فائناء الانخفاض الشامل في وجود



المحاليل الكهربائية يتضاعف تركيزها في السوائل. لذلك ف أثناء إفراز العرق الشديد المتواصل يكون احتياج الجسم إلى ماء للتعويض أكثر مما عليه في الاستعادة غير البطيئة للمحاليل الكهربائية.

إن فقدان المحاليل الكهربائية في أثناء العمل العضلي لا يكون كبيرا حيث تكوين التبول خلال هذه المرحلة ينخفض في حين إن الامتصاص الثاني للصوديوم في الكلية يكون قد عزز مما يؤمن حبس إبراز أيونات الصوديوم مع البول ويمكن لتزويد الكلي بكمية غير كافية في أثناء العمل في ظروف حارة إن تقوي هذه الآليات لحبس الصوديوم في الجسم. ويساعد هذا الحبس في الحفاظ على التوازن المائي في الجسم حيث إن حجم البلازما وكذلك السائل المتبقي ما بين الخلايا يتناسب طرديا مع وجود أيونات الصوديوم فيها.

إن انقباض الأوعية الكلوية ومضاعفة درجة حرارة الجسم في ظروف حارة تسبب التقوية الكلوية ونتيجة لذلك يمكن للزلال أن يظهر في البول (البول البروتيني)

جهاز الدورة الدموية

يتعزز عند الفرد، في حالة الهدوء وفي ظروف التسخين المباشر للجسم عندما تكون درجة حرارة الهواء مرتفعه (على سبيل المثال في يوم حار وتحت الشمس) تيار الدم الجلدي ويتضاعف الطرح القلبي بسبب زيادة ت. ت. ق تعنى تردد التقلصات القلبية. ولا يتغير في هذه الحالة الحجم الانقباض بصورة تذكر أما المقاومة الإجمالية للأوعية الموضعية والضغط الشرياني (الانقباضي في هذه فينخفض، ويسبب وجود الشخص في الحمام الفلندي (الساונה). حيث الهواء الجاف الحار، مضاعفة الطرح القلبي بمقدار ٧٠٪ وت ت ق بمقدار يزيد عن ٦٠٪.

فإن تيار الدم الجلدي يتضاعف بسبب إعادة التوزيع الاضافي للطرح القلبي حيث ينخفض تيار الدم خلال أعضاء التجويف وخلال العضلات (بدرجة أقل) وينخفض تيار الدم الجوفي والكلوي بصورة طردية مع ارتفاع درجة الحرارة وفي أثناء تادية العمل بمقدرة لاستهلاك الأكسجين وعند تنفيذ عمل خفيف في ظروف حارة. فإن استهلاك الأكسجين يمكن أن يكون أعلى بعض الشيء مما عليه في ظروف عادية.



لا تؤثر درجة حرارة الهواء المرتفعه بصورة ملحوظه في مؤشر نشاط منظومة القلب الوعائي عند أداء أعمالاً قصيرة (تقل عن ٤-٦ دقائق) وفي أثناء تادية عمل غازى كبير.

وفي أثناء تنفيذ عمل متواصل في ظروف حارة لابد لمنظومة القلب الوعائي أن تؤمن في آن واحد تكيفا لتزويد العضلات الفعالة بالدم بغية ايصال كمية كافية من الأكسجين إليها (الطلب الميتابولي) ويزيد تيار الدم الجلدي لمضاعفة انتقال الحرارة (طلب التنظيم الحراري).

ويكون ت ت ق والطرح القلبي في الظروف الحارة أكبر مما عليه عند تنفيذ هذا العمل ولكن في وسط ظروف اعتيادية ويؤثر في قيمة ت ت ق اضافة إلى درجة الحرارة زيادة رطوبة الهواء ونلاحظ زيادة قيمة ت ت ق في الظروف الحارة منذ بداية العمل. أما الطرح القلبي فيزداد تدريجياً في أثناء تنفيذ العمل في حين يتناقص الحجم الانبساطي بنشاط، إن زيادة الطرح القلبي تؤمن تياراً إضافياً من الدم يمر عبر الأوعية الجلدية لتعزيز الانتقال الحراري.

ومع مضاعفة العمل المنجز تنخفض الزيادة " الحرارية " للطرح القلبي كما أن الطرح القلبي، عند تنفيذ حمولات غازية ذات قدرات دون القيمة القصوى أو قريبة منها، يكون في وسط ذي ظروف حارة كما هو في الحجم الانبساطي الذي يعوض عنه بزيادة اضافية في قيمة ت ت ق. ولما كان الطرح القلبي لا يمكن أن يتضاعف أكثر لذا فإن التعزيز اللاحق لتيار الدم الجلدي يتم تامينه من خلال إعادة التوزيع في الطرح القلبي.

ويطراً نتيجة هبوط تيار الدم المار عبر العضلات العاملة، عجز في تزويدها بكمية الأكسجين كما تزداد النسبة اللاغازية للنواتج الطاقية في العضلات لذا فعند تنفيذ حمولة غازية قيمتها تزيد عن القيمة العظمى أو تكون قريبة منها. فإن التركيز الأسيدي في **** الظروف الحارة أعلى مما هو عليه في الظروف الطبيعية.

ويعتبر ضعف عملية تزويد العضلات العاملة بالدم أحد الأسباب الأساسية في هبوط كفاءة الأداء في الظروف الحارة وبناء على ما تقدم فإن ضعف تيار الدم العضلي يعتبر نتيجة منطقية لسببين رئيسيين هما:

أولاً: زيادة نسبة الطرح القلبي الموجه في الأوعية الجلدية لتعزيز عملية الانتقال الحراري.

ثانيًا: انخفاض الطرح القلبي عند نحو النزح المائي نتيجة انخفاض الحجم الانقباضي الذي يسبب هبوط العودة الوريدية من جراء انخفاض الحجم العامة والمركزية للدم المدور.

وتساوي السرعة الحجمية القصوى الممكنة لتيار الدم الجلدية ٧-٨ ل / د ق ومع ذلك فإن تيار الدم الجلدي لن يتجاوز على الأرجح ٣-٤ ل / د ق في أثناء العمل حتى عندما تكون درجة حرارة الهواء مرتفعة جدا لذلك فإن الأوعية الجلدية ستقلص بعض الشيء حتى في هذه الظروف ومع استمرار تنفيذ العمل تتوسع الأوعية الجلدية تدريجيا من جراء انخفاض الإيقاع الوعائي ونتيجة لذلك توجه كمية أكبر من الدم في شبكة الأوعية الجلدية وفي حين يزداد العضلات العاملة بالدم سوءًا.

وبتوسع الأوعية الجلدية تنخفض المقاومة المحلية الوعائية الشاملة. وعند الطرح القلبي الثابت يؤدي ذلك إلى هبوط الضغط الشرياني الذي ينخفض تدريجيا حتى يصل إلى ذلك المستوى الذي يستدعي الانهيار الوعائي (الإغماء).

التكيف الحراري (التأقلم)

إن الوجود المستمر أو المتكرر في ظروف ارتفاع درجات الحرارة والرطوبة في الهواء يتطلب تكيف تدريجي لهذه الظروف الخاصة في المحيط الخارجي، مما يؤدي إلى نحو ثبوتية الجسم ضد التوتر الحراري. فالإنسان بمقدوره أن يتحمل الحرارة بطريقة أخف، حيث يضمن تنفيذ العمل أقل صعوبة، سواءًا كان ذلك موضوعيا وتنخفض الأواحات الفسلجية إزاء التأثيرات الحرارية أو ذاتيا وتحل حالة التكيف الحراري - أي التأقلم.

التغيرات الفسلجية وميكانيكيته عند التكيف الحراري

يستند التكيف الحراري بجملة تغيرات فسلجية متخصصة (الجدول ١) وتعتبر عملية تعزيز إفراز العرق وهبوط درجة حرارة مركز الجسم وسطحة الخارجي وانخفاض ت ق التغيرات الأساسية المشار إليها عند تنفيذ الحمولة في وقت التواجد في ظروف الحرارة المرتفعة.



إن الآلية الأساسية للتكيف الحراري توجه لتعزيز نقل الحرارة من الجسم إلى الوسط الخارجي. ومع التكيف الحراري تحدث تقوية لإفرازات العرق منها مضاعفة عدد الغدد العرقية العاملة وكذلك كمية الإفرازات المستقيمة للعرق عند تنفيذ حمولة بدنية واحدة.

كما تخفض العتبة الحرارية لنقل الحرارة حيث تبدأ هذه العتبة عند درجات حرارية واطئة في جلد الجسم ومركزه. وتتضاعف بسرعة مع ازدياد درجة حرارة الجسم وينضج العرق من جسم الإنسان الذي يتكيف للحرارة بصورة طفيفة على شكل قطرات دون ان تتبخر هذه القطرات.

حيث إن العرق يكون قد توزع بصورة أكثر انتظاما في سطح الجسم مقارنة بجسم الإنسان الذي لم يتكيف للحرارة.

جدول (١) التغيرات الفسلجية التكيفية في ظروف درجات الحرارة المرتفعة في المحيط

الخارجي

الآلية	التغيرات التكيفية
افراز العرق	بداية سريعة في إفراز العرق (أثناء العمل) هبوط درجة حرارة عتبة الإفراز مضاعفة سرعة افراز العرق
الدم في الدورة الدموية	توزيعا أكثر انتظاما للعرق في سطح الجسم انخفاض تركيز الأملاح في العرق (*) هبوطات ق مضاعفة الحجم الانقباضي تقوية تيار الدم الجلدي مضاعفة حجم الدم المدور هبوط درجة تركيز الدم القائم

(*) مختصر للحروف ت ق = تردد التقلصات القلبية.



الآلية	التغيرات التكيفية
	إعادة التوزيع السريع للدم (في منظومة الأوعية الجلدية. اقتراب تيار الدم إلى سطح الجسم وتوزيع الأكثر فاعلية في سطح الجسم. انخفاض هبوط تيارات الدم الجوفية والكلوية (في أثناء تنفيذ العمل).
الميتابولية	انخفاض الحجم الأساسي انخفاض القيمة الأكسجينية في العمل
التنظيم الحراري	انخفاض درجة حرارة مركز الجسم وسطحة في حالة الهدوء وفي أثناء تنفيذ العمل العضلي زيادة ثبوتية الجسم إزاء ارتفاع درجة حرارة الجسم.
التنفيسي	انخفاض صعوبة التنفس (تكرار التنفس والتنفس السطحي)

تتزايد نتيجة لذلك مساحة سطح الجسم لتقوية انتقال الحرارة عن طريق تبخر العرق وتؤدي عملية توية تبخر العرق إلى خفض درجة حرارة الجلد وبفضل هذا فإن الدم الذي يجري في المجاري الجلدية يبرد بصورة أسرع وعليه سيزداد التمايز الحراري " مركز الجسم " وعندئذ ستعزز نقل الحرارة البدني من الأجزاء العميقة في الجسم إلى سطحه كما تنخفض الحاجة إلى التقوية الإضافية لتعزيز جريان الدم الجلدي.

ولعل إبرز تأثير في تقوية التكيف الأولى لنقل الحرارة يبدو في انخفاض درجة حرارة الجسم وهنا ستخفض حرارة الجسم في ظروف الهدوء وكذلك في زيادتها في أثناء تأدية العمل العضلي.

ونتيجة التكيف الحراري يحدث انخفاض في التركيز الملحي في العرق اذ يضحى العرق أكثر تخفيفا وتفقد كميات كبيرة من الماء مع العرق أكثر مما تفقد من كمية الأملاح.

لذا فإن تركيز المحاليل الكهربائية في الدم تزداد. وعليه يتضاعف النضوج في الدم مسببا شعورا شديدا بالعطش والذي يمكن اعتباره إليه موجهة للتعويض عن فقدان السوائل في الجسم دائما من الكفاية بحيث يؤمن طلب الجسم إلى الماء. كما أن بمقدور



الإنسان المكيف للحر أن يحفظ بالتوازن المائي بصورة افضل وتخفض نفادية الأوعية الجلدية في أثناء عملية التكيف الحراري مما يؤدي إلى تقليل خروج جزيئات البروتين من هذه الأوعية.

ويمكن لتركيز البروتين في السوائل النسيجية للجلد أن تخفض عند التأثيرات الحرارية ينتقل هذا البروتين عبر الشبكة المفاوية للجلد في الدم المدور.

يصاحب التكيف الحراري انخفاض حمولة جهاز القلب الوعائي. كما يهبط تدريجياً على مدى التكيف للحر تيار الدم الجلدي في أثناء تنفيذ الحمولة على الرغم من أن تيار الدم الجلدي عند الإنسان الذي تكيف تماماً أكبر عند أداء العمل في مناخ حار من العمل في مناخ محايد وبالإضافة لذلك تزايد إمكانات التعزيز الفعال لتيار الدم الجلدي من جراء الانتقال السريع للدم في منظومه الأوعية الجلدية واقترب تيار الدم في السطح وأوزيعه الفعال هنالك.

وتنخفض درجة انقباض الأوعية (تضييق المجاري) في المجالات الجوفية والكلوية على مدى عملية التكيف الحراري مما يؤدي إلى تحسين تأمين أعضاء التجويف البطني بالدم في أثناء تادية العمل في الظروف المناخية الحارة.

إن معظم التغيرات التي ترتبط بالتأقلم الحراري تحصل بسرعة وخصوصاً طوال الأيام من ٤-٧ الأولى من التواجد في الظروف المناخية الحارة فعملية التأقلم الحراري تنتهي من وجهه النظر العملية عند اليوم ١٢-١٤. ولكن التكيف الأعظم إزاء ارتفاع درجة حرارة الهواء ورطوبة يلاحظ فقط عند سكان مناطق تلك الظروف المناخية.

لا يتناقص التكيف الحراري فقط عند التعايش لفترة أيام متعددة في الظروف المناخية الحارة وإنما التواجد المتكرر القصير لبضعة ساعات في اليوم أيضاً.

وتبدو إمكانية تحمل الجسم لارتفاع درجة الحرارة يتقدم عمر الإنسان. إذ تبدأ عملية إفرازات العرق عند الأشخاص من الشيوخ والمسنين في درجات الحرارة العالية بصورة متأخرة مما هي عليه عند الشباب.

وتجدر الإشارة إلى أن تيار الدم الجلدي يتضاعف عند الشيوخ بصورة أكبر كثيرًا كاستجابة للحمولة الحرارية ولكن الإمكانية. القصوى لهذه المضاعفة عندهم هي أقل مما عليه عند الشباب وأثناء التواجد في الظروف المناخية الحارة فإن درجة حرارة الجسم عند الشيوخ والمسنين تعود إلى حالتها الطبيعية بصورة بطيئة.

التكيف الحراري عند الرياضيين

تتطلب الحملات التدريبية وحملات المنافسات في تلك الأنواع من الألعاب الرياضية التي تحتاج لإظهار المطاولة ارتفاعا ملحوظا لدرجة حرارة مركز الجسم. أي لغاية ٤٠ درجة سيليزية حتى في ظروف مناخية محايدة ويشكل هذا عاملا مهما لنمو تكيف الاستجابة اتجاه حمولة حرارية (داخلية).

إن مثل هذه الاستجابة ستكون من جانب جهاز القلب الوعائي والغدد العرقية من جانب جهاز القلب وغيرهما من الأعضاء والمنظومات المتشابهة كثيرا للاستجابات عند الأشخاص الذين يتأقلمون للحملات الحرارية الخارجية (درجة حرارة مرتفعة للهواء ورطوبة عالية).

ويكتمل عند الرياضيين الذين يتدربون للمطاولة نتيجة التمارين الدورية التوجية الحراري إذ تنخفض النواتج الحرارية، وتحسن القابلية إزاء فقدان الحرارة بمساعدة مضاعفة تكون العرق فعلى سبيل المثال من مواصفات الرياضيين المتدربين ذوي الإحساس العالي في استجابة إفراز العرق إزاء المؤثرات الحرارية والتوزيع المنتظم لهذه الإفرازات في سطح الجسم وتبعاً فإن درجة الحرارة الداخلية ودرجة حرارة الجلد عند الرياضيين تكون أوطأ في أثناء تأدية العمل في درجة حرارة اعتيادية أو مرتفعة مما هي عليه عند الأفراد من غير المتدربين من الذين يؤدون هذه الحمولة المطلقة نفسها.

وتجدر الإشارة إلى أن تركيز الأملاح في العرق عند الرياضيين يكون أيضاً أقل مما هو عليه عند إفرازاتهم من غير الرياضيين.

وفي عملية التدريب من أجل المطاولة في ظروف محايدة يتضاعف حجم الدم المدور وتكتمل استجابة إعادة توزيع تيار الدم وانخفاضه خلال الشبكة الجلدية مسببا انخفاضاً في درجة الحرارة الجلدية ويضاعف إيصال الحرارة من مركز الجسم إلى سطحه الخارجي.



وهكذا ستكتمل عند الرياضيين من الذين يمارسون تمارين رياضية منتظمة من أجل المطاولة حتى في الظروف الحرارية المحايدة، ميكانيكية فلسجية محددة يمكن أن يتسم بها التكيف الحراري أيضاً.

لذا فإن الرياضيين الذين تمرنوا بصورة جيدة للمطاولة عادة ما يتكيفون للعمل في ظروف حرارية مرتفعه بصورة أفضل مما هو عليه عند الأفراد من الذين لم يتمنوا ، كما انهم يتأقلمون بصورة أسرع على الأقل في تنفيذ أعمال بقدرات غير كبيرة في ظروف حارة وبالإضافة لذلك فمن الواضح ضمناً أنه حتى التريب الرياضي العالي أو أي تدريب لايه طبيعة كانت في ظروف مناخية محايدة لا يستطيع ان يستبدل بصورة كاملة التكيف الحراري المتخصص الذي يحتاجه الرياضي إذا كان عليه أن يساهم في مباريات تحت ارتفاع درجة حرارة الجو ورطوبته.

إن وسائل التكيف التي يسببها التدريب في ظروف محايدة (أو بارده) لا تكفي للتنفيذ الفعال لعمل مكثف في ظروف مناخية حارة وعند الإعداد للمباريات التي ستقام في ظروف ارتفاع درجة الحرارة ورطوبة الهواء.

فإن على الرياضي أن يبدأ تدريباته في مثل هذه الظروف لفترة لا تقل عن ٧-١٢ يوماً قبل المباريات وإذا لم تكن هناك إمكانية للتدريب في مثل هذه الظروف فلا بد من استعمال ملابس خاصة تستطيع أن تمنع إيصال الحرارة والحد من تبخر العرق.

ويسبب التدريب في مثل هذه الملابس آثاراً في مضاعفة الثبوتية الحرارية، وإن كان ذلك أقل مما عليه في حالة التدريب تحت الظروف المناخية الحارة في الوسط الخارجي.



نظام الشرب

إن السرعة الكبيرة لإفراز العرق كما ذكر في أثناء تنفيذ عمل ذى شدة في ظروف حارة تؤدي إلى فقدان الجسم المملح (نزع الماء) وكذلك فقدان الأملاح ونتيجة لذلك ستخفض كفاءة الأداء والثبوتية الحرارية (امكانية تحمل الحرارة).

فقدان الماء

استعادته في أثناء فترة المباريات

تدور في أوساط المدربين والرياضيين فكرة حول تأثير الماء عن الحمولة (الإضافية) التي سيتعرض لها القلب بسبب الماء "الفائض" ويعتقد أنه من الضروري التخفيض من كمية شرب الماء كي تقلص الكمية المفقودة منها.

أضف لذلك فإن الدراسات الفسلجية تبرهن أن فقدان الماء نتيجة العمل الطويل ذى الشدة وخاصة إذا نفذت ظروف مناخية حارة يجب أن يعوض بسرعة قدر الإمكان. ويفضل أن يكون بالمقدار نفسه أيضاً.

وإذا لم يشرب الرياضيون الماء خلال السباق الكمية الكافية من الماء لكي يمكن التعويض عن الماء المفقودة فستنمو (بهذه الدرجة أو تلك) عملية نزع الماء إذا تساوت كمية الماء المستهلكة والمفقودة مع العرق التوازن المائي فإن درجة حرارة الجسم ستكون أوطأ مما هي عليه في فترة تنفيذ هذا العمل باستهلاك كمية أقل من الماء أو بدون شرب الماء على الإطلاق وهكذا فإن تناول السوائل في أثناء مباريات في ظروف حارة يقلل من خطر تسخين الجسم.

إن الشرب الجزئي للماء في أثناء العمل على جهاز مشابة للدرجات تحت ظروف مناخية حارة يؤخر فقدان بلازما الدم وبذلك يساعد أن يكون حجم الدم المدور طبيعياً ونتيجة لذلك يستبعد تقلص الحجم الانبساطي ومضاعفات تترتب على ذلك المستوى الذي لا يكون فيه تعويض عن الماء المفقود في أثناء تنفيذ العمل.

ويؤدي شرب السوائل في أثناء العمل لمضاعفة استمراره الأقصى (كفاءة الأداء) وتساعد السوائل التي تكون من محاليل الكربوهيدرات ليس في التعويض عن الماء فقط



المفقودة وإنما في المحافظة على التركيز الطبيعي للكليكوز أيضاً في دم مما له أهمية كبيرة جداً في الاحتفاظ بكفاءة أداء عالية في أثناء حمولة ذات استمرارية طويلة.

يتحدد تركيب السوائل "البديلة" التي تستعمل للتعويض عن فقدان الماء في أثناء تأدية العمل العضلي في ضوء عدد من المستلزمات.

ولا يجرى امتصاص السائل المتناول من المعدة إلى الدم. كما أن الماء الممتص يحدث تقريباً في الإمعاء فقط.

لذا فإن مما يعوض عن فقدان الماء بصورة أساسية هو سرعة إخلاء حجم السائل في الأمعاء ويؤثر على سرعة تفريغ المعدة وحجم درجة حرارة وتضوح السوائل الموجودة فيها أما العمل العضلي بحد ذاته فتأثيره قليل على سرعة تفريغ المعدة.

ويخرج الحجم الكبير من السائل (٥٠٠ - ٦٠٠ ل) من المعدة بصورة أسرع من خروج الحجم الصغير.

ولكن شرب كمية كبيرة من السائل لمرة واحدة في الطريق تسبب إحساساً غير مريح إلى المعدة وتسبب تنفساً ثقیلاً. لذا يفضل تناول السوائل بكميات كبيرة نسبياً ١٥٠ - ٢٥٠ مل وبفواصل زمنية تتراوح بين ١٠ - ١٥ دقيقة. وتفرغ السوائل الباردة من المعدة بصورة أسرع من السوائل الساخنة. فالماء البارد (٨ - ١٣ درجة سيليزيوسية).

ويفرز نشاط العضلات الملساء في جدران المعدة ليعجل سرعة انتقال السائل إلى الأمعاء. بالإضافة لذلك فإن تسخين الماء البارد في المعدة حتى وإن كان بدرجة صغيرة، فإنه سيعتود على تعزيز فقدان الحرارة للجسم لذا فإن شرب الماء البارد في أثناء السباق في الظروف الحارة يكون أفضل من الماء الدافئ.

إن سرعة حركة المعدة وتفريغها تتمدد جزئياً في ضوء خصوصية محتوياتها فالماء يغادر المعدة بسهولة. كما أن المحلول المتساوي التركيز من ملح الطعام الذي يشكل محلول كلوريد الصوديوم فيه نسبة مقدارها ٨٥٪ أسرع من الماء. إن وجود الكلوكوز في المحلول حتى وإن كان بكميات صغيرة (أقل من ٥٪) تسبب تباطؤاً ملحوظاً في تفريغ المعدة. أما إضافة الأملاح إلى سوائل الشرب (محلول كهربائي) فإنه سيسبب زيادة في



نضوجها ولعل السائل ذا التركيز المنخفض ذو نضوج مقدارها ٢٠٠ مول نض/ ل
تقريبا يعتبر الامثل إن مثل هذه المحاليل التي تضم قليلا من السكر أقل من ٥, ٢٪ تغادر
المعدة بسرعة لذا فإن الممكن امتصاصها بسهولة من الامعاء إلى الدم ويؤمن بذلك
تعويض الماء المفقود وبسرعة كبيرة عند تحديد الكمية الإجمالية لتناول السوائل لابد من
الأخذ بعين الاعتبار أن السرعة القصوى لامتصاص الماء لا تتجاوز بأي حال من
الأحوال ٨. ل / ٧.

لذا لابد من تناول محاليل ذات تراكيز منخفضة باردة تحتوي على السكر
(كاربوهيدرات) لغاية ٥, ٢٪ و ٥٠٠ مل ماء لا يحتوي على كاربوهيدرات) ينبغي شربة
قبل نصف ساعة من الانطلاق في أثناء تنفيذ عمل ثقيل متواصل في ظروف مناخية حارة
مصحوبة بإفرازات عرق كبيرة لتكوين احتياطي مائي معتدل. وينبغي شرب كمية
مقدارها ١٥٠ - ٢٠٠ مل من محلول ذى تركيز منخفض بفترات تفصل بينهما فترة زمنية
طولها ١٠ - ١٥ دقيقة.

وإذا جرت المنافسات في ظروف محايدة أو باردة أو (مطاردة على الجليد) حيث لا
توجد خطورة التسخين أو نزع فان نظام الشرب يجب أن يقلص بصورة ملحوظة في حين
يجب زيادة نسبة الكربوهيدرات فيه (لغاية ٢٥٪) وفي هذه الحالة سيكون انتقال المحلول
بهما بطيئا من المعدة إلى الامعاء قد أمن الكربوهيدرات للدم.

إن التعويض غير البطئ عن المحاليل الكهربائية المفقودة في أثناء تأدية العمل الذي
يصاحبه إفراز شديد للعرق لا يلعب ذلك الدور كالتعويض عن الماء المفقود لأن الجسم
يفقد إلى العرق كميات كبيرة نسبيا من الماء مقارنة بفقد الأملح بالإضافة إلى ذلك فإن
وجود الأملح في العرق عند الأفراد الرياضيين المتدربين او الذين تأقلموا في الجو الحار
تكون منخفضة مقارنة بالأفراد ممن لم يتدربوا لذلك فإن فقدان الأملح في أثناء المباريات
عند الرياضيين لا تكون كبيرة نسبيا حتى في الظروف المناخية الحارة بالإضافة إلى ذلك
فإن إفرازات العرق تسبب مضاعفة تركيز الأملح (ملح الطعام) قبل كل شئ في الدم
وفي غيره من سوائل الجسم واستنادا لهذا فإن تناول كمية إضافية كبيرة من الأملح في
أثناء العمل العضلي يمكن أن يكون ضارا للجسم.



وإن الشرب الكثير للسوائل والمصحوبة بالأملاح بتركيز مهما كان طفيفا سيكون كافيا للتعويض من الكميات المفقودة منه ولقد ظهر في حالة تكرار الحمولة المصحوبة بإفراز شديد للعرق (على مدى بضعة أيام متواصلة) واستعمال كمية إضافية من الأملاح ولكن ذلك لم يتم أثناء تأدية العمل العضلي.

فقدان الماء والأملاح في عملية التدريب في ظروف مناخية حارة

في أثناء الأيام التدريبية المتواصلة، وخاصة في ظروف مناخية حارة، يفقد الرياضي مع العرق كمية كبيرة من الماء التي يصاحبها خروج كميات معينة من الأملاح من الجسم فمثلا يفقد راكض الماراثون خلال يوم تدريبي حافل وفي ظروف مناخية حارة كمية من الماء يمكن أن تصل قيمتها ٩ ألتار. لذا فإن عدم التعويض عن هذه الكمية المفقودة من الماء يمكن ان يؤدي إلى خرق جدي في التوازن المائي بصورة عامة والملحي بصورة خاصة مع انخفاض في كفاءة الأداء.

لذلك ينبغي على الرياضي ان يتناول كمية كبيرة من السوائل في أيام التدريب في الظروف المناخية أو بعدها للتعويض قبل كل شئ عن الماء المفقود الجدول (٢) وفي الظروف المناخية وخاصة عند الإنسان الذي يتأقلم يكون الإحساس الذاتي بالعطش أقل مما هو عليه.

فذلك فإن حجم ماء الشرب في الأيام الأولى من التدريب يكون أكبر مما يجدد الإحساس بالعطش.

ويمكن ان تكون محدودة من الماء كوقاية الجسم من خلال وزن الرياضي قبل وحدات التدريب وبعدها.

إن تناول السوائل بكميات قليلة زائدة لا تؤثر سلبيا على كفاءة أداء الرياضي لأن



الجدول (٢) حجم فقدان الأملاح نتيجة إفراز العرق والتعويض عنها

عند الرياضيين المتأقلين وغير المتأقلين

الملاح		الماء	
الاستعاضة غ / ل من ماء الشرب	الفقدان غ	التعويض	الفقدان
وجبة غذاء عادية	١,٥	١	١
	٣,٠	٢	٢
	٤,٥	٣	٣
التأقلم	غير متأقلم	٤	٤
٥ر.	١,٨	٥	٥
٢,٣	٢,٧	٦	٦

الماء الفائض يسهل خروجه من خلال الكليتين وأضف لذلك ضرورة الأخذ بعين الاعتبار ان تناول ماء زائد يمكن أن يقود إلى هبوط نضوجية الدم والسوائل الأخرى في الجسم. وهذا يؤدي بدوره إلى بعض الأعراض غير المرغوب فيها في ذلك التشنج. لذا فإن شرب الماء في فواصل ما بين التمارين يجب أن تكون بكميات غير كبيرة ولكن بمرات عديدة.

ومع أن هنالك بعض الآليات التي تبدأ بالأشغال في عملية تنفيذ الواجب، والتي توجه فهو حبس المحاليل الكهربائية (الصوديوم والكلور والبوتاسيوم، في الجسم فإنه ونتيجة التدريب اليومي المستمر في الظروف المناخية الحارة يمكن أن يكون هنالك فقدان كبير في الأملاح وإذا كان معدل كمية العرق التي يفقدها الجسم خلال يوم واحد يساوي ٣ لتر فإن تعويض الأملاح بالكامل يمكن أن يتم تناول وجبة طعام عادية (انظر جدول (٢).



وهنا فإن الرياضي سيتناول بعض الكميات الإضافية في الأملاح مع السوائل التعويضية) كالمياه المعدنية على سبيل المثال والتي يمكن أن تضم كمية قليلة من الأملاح الطبيعية الأساسية (حوالي ٢٠٠ ملغم من الصوديوم ومثلها في البوتاسيوم في اللتر الواحد من المحلول او لا تحتوي عليها إطلاقاً ويمكن أن تبرز في حالات فقدان العرق اليومي حاجة لنظام خاص بتناول الأملاح على أساس أن كل ٤ ألتار من العرق تستوجب كمية من الأملاح تتراوح قيمتها بين ٣-٤ جرام في اليوم.

وإذا كانت كمية العرق تساوي خمسة ألتار ستصبح كمية الأملاح ١٠ جرامات وعند زيادة كمية العرق إلى ستة ألتار فستصبح كمية الأملاح ١٥ جراماً وفي هذه الحالة لابد من تناول الحبوب الملحية بصورة إلزامية مع كمية مكيفة للسائل التعويضي " انظر الجدول ٢ " ومن الممكن بعد تدريب مكثف لبضعة أيام في ظروف مناخية حارة ملاحظة نقص في أيونات البوتاسيوم في الجسد إن النتيجة المحتملة لهذا النقص ستمثل في انخفاض كفاءة أداء الهيكل العضلي والقلب وتقلص نواتج العرق وزيادة فقدان الماء والصوديوم مع البول. وكذلك حرق إعادة تخليق الكيوكوجين في العضلات بعد تنفيذ العمل العضلي. لذلك ينبغي ان تشمل الوجبة الغذائية في أثناء التدريب المكثف في ظروف مناخية حارة كميات كافية من البوتاسيوم.

إضافة لذلك فان عملية تناول المواد التي تضم البوتاسيوم. الذي يذوب بسهولة ويمتص في المعدى بسرعة مخوفه بالمخاطر، لأنها يمكن ان تعزز طرح بوتاسيوم الدم.

ردود أفعال الجسم في ظروف الحرارة العالية

إن الحمل الحراري أثناء تنفيذ جهد في ظروف الحرارة العالية، تسببه شدة الجهد وحرارة البيئة المحيطة ومخزون التبخر، ويؤثر تأثيراً واضحاً على مقادير الحمل الحراري سرعة الحركة والاشعاع الحراري أيضاً. إن مقادير الحمل الحراري قد تتسم برفع الحرارة الداخلية والحرارة المتوسطة للجلد وردود أفعال اجهزة نقل الأكسجين وغيرها.

وهناك أيضاً مفهوم الإجهاد الحراري وتتصف درجته بعمق التعب الناجم عن جهد في أثناء الحر. والإجهاد الحراري قد يكون سببه سخونة الجسم المفرط والجفاف أو كلا السببين معاً.



ويمكن الحديث عن أن مقاومة ظروف الحر مرتبطة إلى حد كبير بظروف البيئة المحيطة وطريقة حياة الفرد طوال سنوات العمر. على سبيل المثال ثبت أن كمية الغدد العرقية النشطة تتشكل في سن مبكرة من الطفولة:

كما تعرض الإنسان في هذه السنين إلى تأثيرات الحرارة أكثر كانت لدى الغدد العرقية النشطة (كارلييف ١٩٨٦). والتواجد المتكرر والتدريب في ظروف الحرارة العالية واستخدام حمامات الهواء الجافة والرطوبة وبنفس القدر حجم جهد كبير يستدعي التعرق، تعد من العوامل الهامة لرفع الاستقرار الحراري لجسم الإنسان.

إن جهداً شديداً في ظروف الحرارة العالية مرتبط بتراكم الحرارة في الجسم على حساب التكثف الايضى وعلى حساب مؤثرات الحرارة البيئية المحيطة العالية أيضاً وغيرها من العوامل . وبالتالي، مستوى الحرارة إلى حد كبير يحدد بشدة الجهد العضلي. في حالة بلوغ حرارة البيئة المحيطة حد الحرارة الجسم، وقد يحدث عندئذ فقدان الحرارة عن طريق التحميل الحراري والإشعاع. وارتفاع حرارة البيئة المحيطة اللاحق يغير توجه التحميل الحراري والإشعاع إلى جانب عكسي مما يساعد على حصول الجسم لحرارة إضافية.

عند تأثير الحرارة العالية على الجسم يحدث توزيع تدفق الدم - أي ازدياد تدفق الدم إلى الجلد وانخفاضه في الأعضاء الداخلية. إن ازدياد تدفق الدم الجلدي يرفع من التوصيل الحراري للجلد. وإن حجم تدفق الدم الجلدي تحت تأثير الحرارة الخارجية قد يرتفع ٦-٧ مرات ويبلغ ٠,٢ - ٠,٥ ل. مكعب / دقيقة عندما تكون الحرارة ٤٠-٥٠ درجة. مثل هذه الزيادة الحادة لتدفق الدم الجلدي يتطلب زيادة كبيرة في حجم جريان الدم من أجل الحفاظ على مستوى طبيعي للضغط الشرياني. وزيادة تدفق الدم في حالة السكون وخاصة خلال حمل بدني يؤدي إلى انخفاض كبير لتدفق الدم إلى الأعضاء الداخلية. على سبيل المثال تنفيذ جهد بدني خلال حرارة تفوق ٤٠ درجة قد يؤدي إلى انخفاض تدفق الدم في الكليتين بنسبة ٤٠ - ٥٠ ٪ وفي الكبد بنسبة ٤٠ ٪ (رويل وآخرون ١٩٧١، كارلييف ١٩٨٦).



إن إعادة توزيع تدفق الدم يعني إعادة توزيع وتوصيل الأكسجين: تزداد بحده كمية الأكسجين الواردة إلى الجلد، والتي تنصف بمستوي متدنٍ لعمليات التبادل وتنخفض كمية الأكسجين في الأعضاء الداخلية – أي ذات المستوى العالي لعمليات التبادل.

إن سرعة عمليات التبادل أعلى في الكبد ب ٤ مرات وفي الكليتين ب ١٠ مرات مما في الجلد. وإن نصيب الكبد وحده في التبادل الأساسي يفوق نصيب الجلد ب ٤, ١ مرات.

إن انخفاض سرعة استهلاك الأكسجين في أثناء تأثير الحرارة العالية يحفز في الكبد على تنشيط التحلل السكري وتفرق عمليات الأكسدة والفسفرة مما يخفض بحدة سرعة عملية التنفس في متقدرات العضلات الهيكلية وإن ازدياد استهلاك الأكسجين يقوي تحلل وحدات الطاقة. وبهذه الصورة يحدث انزياح التزويد بالطاقة باتجاه العمليات غير المقننة وذلك بسبب ازدياد كبير لتوليد الحرارة (كارلييف ١٩٨٦) وتتطور بهذه الصورة ردود الأفعال الانفعالية التي تساعد على توليد إضافي للحرارة.

إن ارتفاع الحرارة ورطوبة الجو بمستوي مريح نسبيا (الجدول ٢٤) مرتبط بانخفاض المستوى المطلق لاستهلاك الأكسجين الذي تبقي خلاله حرارة جسم الإنسان مستقره. والجهد في ظروف حرارة عالية جدا دون ارتفاع حرارة الجسم يتطلب انخفاضا حاداً في شدته ويظهر ذلك في انخفاض مستوى استهلاك الأكسجين بالمقارنة مع الظروف المريحة.

(الجدول ٢٤) السمات الأساسية للظروف الحرارية الاعتيادية والعالية والحر الشديد

(زاييسيفا وآخرون ١٩٨٦)

حالة الحرارة	الحرارة / درجة		
	جافة	رطوبة	فعالة
اعتيادية	٢٧	٢٢	٢٤, ٤
عالية	٣٧	٢٩	٣١, ٤
عالية جدا	٤٠	٣٢, ٥	٣٣, ٩



ويتم في أثناء جهد في ظروف الحرارة العالية تأمين فقدان الحرارة عن طريق تبخر العرق. إن ازديادًا كبيرًا لتدفق الدم في الجلد والأنسجة تحت الجلدية يساعد على نقل توصيل الحرارة إلى سطح التبخر. ومن الطبيعي جدا أن ذلك يؤدي إلى تقليل تورم الاوردة وانخفاض حجم القلب الانقباضي. لذلك فإن من الضروري من أجل الحفاظ على الحرارة الداخلية المثالية رفع معدل نبضات القلب من أجل الحفاظ على مقادير القذف القلبي. بهذه الصورة حتى في ظروف الهواء الجاف تكون الحرارة العالية للوسط المحيط مرتبطة بازدياد الحمولات على نظام القلب والأوعية.

إن تنفيذ جهد في ظروف الحرارة العالية يؤدي إلى انخفاض حاد في تقنين الجهد. والحمل في ظروف الحرارة متعلق بارتفاع صرف جليكوجين العضلات وتراكم اللاكتات. وطبيعي أن يؤدي إلى تطور أكثر بركا للتعب وانخفاض شدة وطول الجهد.

إن بنية الجسم وتناسب الأنسجة العضلية والدهنية تحدد إلى حد كبير قدرة الجسم على تحمل حرارة عالية ومتدنية.

والأشخاص النحيفون بأطراف طويلة ورفيقة وقليل من الدهون ينشرون الحرارة بشكل أفضل وتحملهم للحرارة أسهل.

وهم في الوقت ذاته حساسون تجاه البرد. وبالعكس فإن الأشخاص الذين تتميز أجسادهم بوجود كبيرة من الأنسجة الدهنية لديهم القدرة على تحمل البرد بشكل أفضل ولكن يتأثرون جدا بالحرارة العالية.

إن القدرة على تحمل الحرارة مرتبطة بعمر وجنس الرياضي أيضاً. ويتحمل الأطفال والمراهقون بشكل خاص الحرارة بصعوبة.

ويعود ذلك بالدرجة الأولى إلى عدم استقرار نظام القلب والأوعية غير المتشكل بعد. وقد ثبت أن السيدات يتحملن بشكل أفضل الحرارة العالية والرطوبة، والرجال يتحملون - الحرارة الجافة. وسبب ذلك أن لدى السيدات تناسب سطح الجسد مع الوزن أعلى مما يعطيهم أفضلية في ظروف الرطوبة العالية ويعتبر صفة ضعيفة في المناخ الجاف.



كما أن توليد الحرارة متعلق بشكل أساسي بوزن الجسم، ونشرها متعلق بمساحة سطح الجلد. ففي ظروف المناخ الحار الجاف، يعتبر تناسب سطح الجسم مع الوزن غير كاف لأنه لا يسمح بتلقي حرارة أكثر عن طريق التوصيل والاشعاع.

إن ارتفاع توليد الحرارة في ظروف الحرارة يؤدي إلى زيادة سرعة التعرق وتطور الجفاف في الجسم. وفي المناخ الدافئ والحار قد تبلغ شدة التعرق ١,٥ - ٢,٥ ل / سا.

أما الشدة القصوى اليومية قد تفوق ١٠ ل. ومن الطبيعي أن يؤدي هذا إلى انخفاض الحجم العام لجريان الدم وارتفاع لزوجة وانخفاض القذف القلبي.

إن انخفاض حجم الدم فقط بنسبة ٣٪ يؤدي إلى انخفاض القدرة على العمل وسوء الحالة الصحية للرياضي وظهور أعراض كآلم الرأس والحمول وتعرق مفرط أو عدم تعرق. ومن جانب تطور الجفاف يؤدي إلى ارتفاع متصاعد لحرارة الجسم. وزيادة الحمولات على أنظمة الجسم الوظيفية ويظهر ذلك بوضوح على سبيل المثال في ردد معدل ضربات القلب والحرارة الشرجية على الجفاف.

إن أحد أهم الآثار السلبية للجفاف هو انخفاض حجم بلازما الدم (بلازما: مادة شفافة سائله من مكونات الدم صفراء اللون وهي داخل الأوعية للسائل خارج الخلوي - المؤلف). وبالتوازي مع ازدياد معدل ضربات القلب، يقل القذف القلبي وحجم القلب الانقباضي وطول الجهد قبل حدوث التعب الواضح.

في أثناء الجفاف المعتاد مع فقدان ٤٪ من وزن الجسم، ينخفض حجم البلازما بنسبة ١٦ - ١٨٪. ومعها ينخفض حجم جريان الدم والحجم الانقباضي، ويلاحظ تكثف الدم مع ارتفاع مؤشرات حجم الكريات الحمراء المكدسة ولزوجة الدم مما يزيد من الحمل على القلب وقد يخفض من إنتاجيته. وتسوء التغذية بالدم في العضلات العاملة بسبب ازدياد نصيب القذف القلبي الموجه إلى أوعية الجلد لرفع الاشعاع الحراري. ومن آثار الجفاف أيضاً انخفاض حجم السوائل خارج وداخل الخلايا. ويختل عمل الخلايا الطبيعي مع انخفاض محتوى الماء وتغير توازن الشوارد. إذا لم يتم تخفيض الحمل أو عدم سد احتياطي السوائل في الجسم قد يؤدي مواصلة الجهد إلى فقدان الوعي.



إن فقدان الكثير من سوائل الجسم يؤدي إلى اختلافات وظيفية خطيرة. وإن الإنسان قادر على الجوع دون خطر الموت فاقدًا ٩٠٪ من الدهون وأكثر من ٥٠٪ من بروتينات الخلايا. وفي الوقت الذي يؤدي فقدان ١٠٪ من الماء إلى تغيرات خطيرة في الجسم من ضمنها خطر الموت. ويجب لفت الانتباه إلى حقيقة أن المستوى العالي لجفاف الجسم حين يفقد المياه بنسبة ٨ - ١٠ ٪ لا يحدث توقف كبير في التأثير على إفرازات العرق. بهذه الصورة فإن فقدان السوائل يستمر بشدة رغم المستوى الخطر لمستويات جفاف الجسم. والمخرج الوحيد الحقيقي من هذه الحالة هو استهلاك الماء بحجم يناسب فقدان الحقيقي للسوائل.

ويتشكل الوضع المخرج لجسم الرياضي بشكل خاص في حال جريان جفاف الجسم في نفس الوقت مع توليد مفرط للحرارة وفقدان السوائل والأنزيمات ونقص السكر في الدم. وفي أثناء حملات طويلة إلى حد (٣ - ٤ ساعات) قد ينخفض تكثف النترات (صوديوم) إلى مستوى ١١٢ مول / ل. (في حين الطبيعي ١٤٠) مما يعتبر نتيجة لفقدان النترات مع العرق. كل هذه العوامل وخاصة فقدان النترات وانخفاض السكر في الدم يخل بوظائف الجهاز العصبي المركزي.

وتحدث أيضاً ردود أفعال أخرى للدورة الدموية التي تؤدي بمجموعها إلى سوء الدورة الدموية للعضلات العاملة وتراكم الاكتات والذي بدوره يؤدي إلى انخفاض القدرة على العمل. ويتعمق تأثير الحرارة العالية السلبية بتدهور تدفق الدم للكلية وعدم التغذية بالدم للأعضاء الداخلية وقبل كل شيء الكليتين والكبد. وإن ازدياد نبض معدل القلب، كرد فعل تعويض تأثير جفاف الجسم، يصبح غير كاف في ظروف الحر الشديد والرطوبة تحتل عملية التبخر نتيجة ارتفاع تكثف الرطوبة في الجو. وبالتالي يصعب انتشار حرارة الأيض وترتفع حرارة الجسم وتزداد الحملات على أنظمة التنفس وجريان الدم وتبثاً العمليات الاستشفائية. ولذلك حرارة الجلد العالية جداً في حال رطوبة غير عالية نسبياً يتحملها الرياضي افضل من الحرارة المنخفضة مع رطوبة الجو العالية.



تكيف الرياضي مع ظروف الحرارة العالية

في أثناء عملية التدريب في ظروف الحرارة يتشكل نظام وظيفي مسؤول عن تكيف جسم الرياضي مع الحرارة العالية. النظام الذي يوجه كل نشاطه للحفاظ على الاتزان الحراري يشمل:

١- الحلقات العصبية الواردة (مستقبلات الجلد الحرارية والتنفسية العليا ، والمستقبلات الواردة).

٢- والحلقة المركزية - هيپوتلامس مركز تنظيم الحرارة.

٣- وحلقة الألياف الواردة - أعضاء الدورة وجهاز التبريد التبخيري. ان تكيف هذا النظام في الأيام الأولى من الإقامة في ظروف الحر مرتبط إلى أي مدى الآليات والأعضاء المشتركة وظيفيا في النظام التي تم تشغيلها في المرحلة السابقة.

فالأعضاء والآليات المتدربة مسبقا تكون حساسيتها أقل أمام ظروف الحرارة العالية. والمدرّبة بشكل سيئ ستكون تلك الحلقة المحدودة التي ستقيد قدرات كل النظام.

وسيستمر هذا إلى ان يتم الوصول إلى إعادة الضبط التكيفي المناسب للمستوي الجديد للحمولات الوظيفية.

تبدلات الأقلية في ظروف الحرارة العالية يتم تحقيقها في أربعة اتجاهات:

- تطوير آليات الاشعاع الحراري.
- تقنين تشكل الحرارة.
- زيادة مقاومة ارتفاع الحرارة.
- تكيف سلوكي.

إن التطوير المتوازن لتشكل الحرارة والإشعاع الحراري يلعب دورا في التكيف مع الحرارة العالية. وكلما كان النشاط الحركي أكثر شدة، كان مستوى التوليد الهوائي المسموح أعلى.



ويتم تأمين الإشعاع الحراري التبخري بنشاط متبادل لغدد التعرف وأعضاء جريان الدم. وارتفاع تدفق الدم الجلدي يؤمن نقل الحرارة وبهذا الشكل يحدد نشاط غدد التعرف. وبشكل موازٍ يرتفع معدل النبض وحجم جريان الدم ويقل تدفق الدم في الأعضاء الداخلية. وبقدر تطور التكيف في حالة السكون وفي حالة جرع حمولات مبرجه أيضًا، ينخفض كثيرا معدل ضربات القلب وتدفق الدم الجلدي. وفي الوقت ذاته يحسن جريان الدم للأعضاء الداخلية.

ويعود ذلك إلى ارتفاع فاعلية الاشعاع الحراري بالتبخر، ونتيجة لذلك يتم تأمين طرح الكمية اللازمة من الحرارة بحجم أقل من تدفق الدم.

إن التدريب الخاص يؤدي إلى زيادة كبيرة في كمية التعرف المفرز الذي قد يرتفع ٥, ١ - ٢ مرات خلال ٣-٤ أسابيع لدى اشخاص غير المكيفين مع تدريبات في ظروف الحرارة العالية. وزيادة فرز العرق يعتبر نتيجة تنامي نشاط غدد التعرف النشطة دون زيادة في عددها. وبالتوازي مع ازدياد التعرق يلاحظ انخفاض مستمر في كثف الشوارد في العرق. ويحدث التكيف في ظروف الحرارة بسرعة كافية. وبحسب ظروف الحرارة مستوى تدريب اللاعبين وخاصة اللعبة الرياضية وغيرها من العوامل فإن المرحلة الكافية للتكيف الحراري الفعال قد تحتاج إلى ١٠ - ١٥ وأحيانا ٥ - ٧ أيام.

ولكي تؤكد هذه المدة بالمكان ايراد نتائج مختلف الأبحاث: لدى غير المكيفين مع الحرارة العالية الذين تم اختبارهم، اقامتهم في مكان حرارة ٤٥ درجة خلال ٤ ساعات يؤدي إلى تقليل كبير في الجليكوجين في خلايا غدد التعرق. والإقامة اليومية للممارسين في هذه الظروف يؤدي إلى استتباب صرف الجليكوجين، وفي اليوم العاشر من التكيف الحراري لا يختلف محتواه عن مستوى الأولى الأصلي.

وخلال تأثيرات حرارية منتظمة تحدث في غدد التعرق عملية تحلل الجليكوجين. وبنفس الوقت تتحسن وظائف الغدد التي تؤخر النترات.

إن مسألة التكيف مع ظروف الحرارة تحدث أيضاً بالنسبة لإعداد الخيول في أثناء تحضيرها لمسابقات الفروسية.



الأبحاث التي أجريت على الخيول المتنافسة في ظروف الحر والرطوبة ونتائج الأبحاث الميدانية التي أجرتها المنظمة الدولية للفروسية في (اتلانتا) عام ١٩٩٤ أيضاً، بمناسبة الأولمبياد، كشفت حدة مسالته إعداد الخيول للمسابقات في ظروف الحرارة العالية والرطوبة. وثبت أن الخيول قادرة على التنافس في ظروف الرطوبة (٧٠ - ٩٠٪) في حال إذا كانت الحرارة في الوسط المحيط والإشعاع الشمسي لا يتعدي ٣٠ درجة. لكن من أجل هذا تحتاج الخيول على الأقل لدورة أقلمة من أسبوع وإعداد خاص من أسبوعين في ظروف مناخية قاسية. عدا ذلك يجب تأمين نظام خاص للتغذية السوائل والشوارد والتبريد الفعال.

لدى الإنسان الذي وجد نفسه لأول مره في ظروف الحرارة العالية تنخفض لديه كثيرا القدرة على العمل، وفي أثناء تنفيذ جهد بدني عادي يرتفع لديه النبض والحرارة الشرجية. وفي الأيام ٧ - ٩ يتطور التكيف الفردي مع الحرارة العالية:

استشفاء القدرة على العمل ويقترب النبض والحرارة من المقادير المسجلة في الظروف العادية. وفي نفس الوقت يرتفع كثيرا الإشعاع الحراري التبخري. وان انخفاض نبض القلب يرافقه زيادة الحجم الانقباضي واستقرار القذف القلبي واستهلاك الأكسجين وتقليل حرارة الجلد.

وينخفض مع درجة التأقلم تركيز "نوراينفرين" (وتفرزه الغدة الكظرية لاستشارة الخلايا العصبية وخاصة المرتبطة بالعضلات الرخوة كما يؤدي إلى انقباض الأوعية الدموية - المؤلف) في البول مما يدل على انخفاض نشاط الجزء الودي للجهاز العصبي المستقل (الارادي) الذي يرافقه انخفاض حرارة الجسم.

وبعد التأقلم وبفضل اشتداد التعرق ترتفع الفروق بين حرارة الجلد والشرح وذلك لانخفاض تروية الجلد بالدم.

كما أن ارتفاع مستوى تكيف الرياضي مع النشاط التدريبي والتنافسي في ظروف الحرارة العالية. يؤدي إلى انخفاض واضح لتركيز النترات في إفرازات العرق. ولذلك فإن الرياضيين المكيفين جيدا، يمكنهم الاكتفاء غالبا بحمية محتواها من كلور النترات عادي دون زيارتها.



ويتميز التكيف الطويل والمستمر مع الحرارة العالية، بارتفاع عتبة المستقبلات الحرارية الحساسة وتقليص مرحلة تشغيل الإشعاع الحراري التبخري وتوسيع ملحوظ لقدرات التعرق.

ويجري التكيف مع الحرارة، أسهل بكثير، لدى الأشخاص ذوي العين السوداء والعسلية. والأشخاص ذوي عيون ملونة في بداية مرحلة التكيف، تحدث لديهم إثارة مفرطة ويلاحظ لديهم غالباً الأرق وزيادة الحساسية وارتفاع حاد في الضغط الشرياني وتعمق صعوبة تأقلم ذوي العين الملونة إلى حد كبير بسبب تحملهم السيئ للاضواء المشعة نتيجة ارتفاع حاد لنشاط الدماغ الذي ترافقه العصبية والحساسية الانفعالية. والأشخاص ذوي العين الكالحة يتحملون الحرارة وأشعة الشمس بشكل أسهل لكن في ظروف الغيوم والأمطار يصبحون كسالى يغلبهم النعاس وتظهر لديهم أحاسيس الخمول. كل هذا يؤثر على النتائج الرياضية إلا إنها نادراً ما تؤخذ بعين الاعتبار في أثناء بناء الإعداد ونشاط الرياضيين التنافسي.

وتجب الإشارة إلى أن أكثر الطرق فعالية لتشكيل التكيف مع ظروف الحرارة هي تأثير شامل للحرارة العالية وحمولات بدنية طويلة تتطلب تعبئة كاملة وطويلة لأنظمة التوليد الحراري والإشعاع.

إن حمولات حرارية عالية وطويلة مع مزجها بنظام عقلائي لتعويض السوائل تعتبر وسيلة فعالة لتحفيز الاستجابات التكيفية الطويلة مع الحرارة العالية.

ويجب الأخذ بعين الاعتبار أن تأثير التكيف الحراري ذو ظروف خصوصية مميزة. إن تأقلم جسم الرياضي مع ظروف الحرارة الجافة لا يضمن تكيف فعال كافٍ مع الحرارة والرطوبة. والأكثر من هذا، التكيف مع جهد بشدة غير عالية (٢٥٪) من الاستهلاك الأقصى (للأكسجين) في ظروف الحرارة العالية، لا يضمن تكيفاً مع جهد أعلى شدة (٥٠ - ٧٠ ٪ من استهلاك أقصى للأكسجين وأكثر) في نفس هذه الظروف. في الوقت ذاته إعادة الضبط التكيفي الذي يعتبر نتيجة الإقامة والتدريب في ظروف ثابتاً إلى حد كاف ويستمر خلال ٣ - ٤ أسابيع. إلى جانب ارتفاع كبير في الإشعاع التبخري تعتبر سرعة نقل الحرارة على حساب زيادة سرعة الدم عنصراً تكيفياً مهماً.



وبالمناسبة، ان أحد عناصر النظام الأمثل لتعويض السوائل هو تناولها مسبقا وفي أغلب الأحيان بكميات كبيرة كافية (إلى حد ١ - ٢ ل) وهذا يؤدي إلى تعرق أكثر شدة في أثناء الجهد وتقنين أكبر لاستجابات أنظمة تروية الدم لتأثير الحرارة العالية.

وتحدث خاصية اللعبة الرياضية تأثيرا حاسما على درجة تكيف الرياضي مع ظروف الحرارة العالية. فرياضيو الماراثون والمسافات الطويلة والدراجات - طرق في أثناء تنفيذ حملات عادية في ظروف الحرارة العالية، تحدث لديهم استجابات قريبة مما يلاحظ لدى رياضيين مكيفين مع الحرارة العالية. في الوقت ذاته فإن السباحين المتدربين جيدا من المستوى العالي يستجيبون للإقامة وتنفيذ حملات في ظروف الحرارة العالية على مستوى أشخاص غير مكيفين مع ظروف الحرارة العالية.

بهذه الصورة تكون فعالية الإشعاع الحراري مرتبطة بظروف التدريب التي تساعد أو تعيق فرز وتبخر العرق.

كما أن فقدان الحرارة في أثناء التدريب في العدو او الدراجات مرتبط بالاشعاع التبخري وفي أثناء تدريبات السباحة بالاشعاع الحراري دون تنشيط الغدد العرقية.

إن قدرة أنظمة ضبط الحرارة على مقاومة ارتفاع الحرارة تكون أعلى بكثير لدى رياضيين مؤهلين عاليا بالمقارنة مع أشخاص لا يمارسون الرياضة أو المؤهلين قليلا. وهذه الفروق سببها قدرة المؤهلين على تنظيم الحملات في أثناء خطر فرط الحرارة واستقرار أنظمة ضبط الحرارة لكن هذا لا يعني أبدا أن إصابات ارتفاع الحرارة تكون أقل لدى المؤهلين بالمقارنة مع غير المؤهلين. بالعكس، الحملات المطلقة التدريبية والتنافسية المبرمجة في الغالب في ظروف مناخية قاسية وأيضاً القدرة على تنفيذ جهد شديد في ظروف التعب الشديد وانزياحات عميقة في الوسط الداخلي للجسم، تؤدي إلى حدوث حالات انهيار نتيجة إصابات الحرارة لدى رياضيين من المستوى العالي بالذات في أثناء المسابقات الهامة وأحيانا في أثناء الإعداد.

وهذا عادة يحدث في نهاية السباق أو بعده في العدو لمسابقات طويلة وسباقات الدراجات على الطرق. وأسباب الانهيار قد تكون متعددة:



منها فقدان أحجام كبيرة من السوائل، ونفاذ جليكوجين العضلات وجليكوجين الكبد، وانخفاض ورود الأكسجين إلى الدماغ نتيجة توسع الأوعية الدموية الطرفية بعد خط النهاية وانخفاض تدفق الدم الوريدي إلى القلب وانخفاض النترات في البلازما إلى أدنى حدود ممكنة.

التدريب في ظروف المناخ البارد

النشاط الرياضي في ظروف انخفاض درجة حرارة الهواء (البرودة)

عند هبوط درجة حرارة الوسط الخارجي يزداد العرق بينها وبين درجة حرارة سطح الجسم. ويؤدي ذلك إلى تعزيز فقدان الجسم للحرارة (على حساب الانتقال الحراري بالتوصيل والحمل والاشعاع) أن أهم آليه لوقاية الجسم من فقدان الحرارة في الظروف الباردة تكمن في تضيق الأوعية (الجلدية) وتعزيز نواتج الحرارة في الجسد.

الميكانيكية الفسلجية للتكيف ازاء البرودة

ينخفض نتيجة تضيق الأوعية الجلدية (انقباض الأوعية) عمل نقل الحرارة (مع الدم) من مركز الجسم إلى محيطه.

ولما كان الجلد وخاصة تلك الطبقة السفلي منه بحد ذاتها رديئة التوصيل للحرارة فإن انقباض الأوعية من شأنه أن يعزز كفاءة العزل الحراري " الغلاف " للجسد بحوالي ستة أضعاف وبتعبير آخر فإن سمك العازل الحراري لدرجة حرارة الجسم " الغلاف " يزداد في الظروف الباردة لذلك تتقلص أبعاد المركز الحراري للجسد.

ويمنع انخفاض نقل الحرارة من مركز الجسد إلى سطحه هبوط درجة حرارة مركز للجسد ولكن في الوقت نفسه يؤدي إلى انخفاض تدريجي لدرجة حرارة الجلد ويؤدي ذلك بدوره إلى تقليص الفرق في درجات الحرارة بين سطح الجسد والمحيط الخارجي وينخفض بذلك فقدان الحرارة من الجسم.

إن أكثر انقباض وعائي جلدي يحدث عادة في الأطراف وخاصة في أصابع اليد والرجل. على سبيل المثال لتيار الدم خلال الأصابع أن ينخفض بمائة مرة وأكثر (من ١٢٠ إلى ٢.٠ مل / دق / ١٠٠ جرام من النسيج) لذلك فإن درجة حرارة نسيج الأجزاء القصوى من الأطراف يمكن ان تنخفض حتى تصبح مساوية لدرجة حرارة الوسط



المحيط وهذا هو ما يفسر تلك الحقيقة التي تشير إلى أن أصابع اليد والأرجل وكذلك صوان الأذن تعتبر هي الأجزاء الأكثر عرضة للجرح أما الأوعية الراسية لنقل الدم فانها الأقل عرضة للتضييق في البرد.

لذا فإن جزءا كبيرا من الحرارة (لغاية ٢٥٪ من نواتج الحرارة للهدوء) تخرج إلى المحيط من الرأس المكشوف وإلى جانب انقباض الأوعية الجلدية تلعب تلك الحالة التي تشير إلى ان الدم يجري في الظروف الباردة بالدرجة الأساسية في الأوردة العميقة وليس السطحية دورا كبيرا في تقليص التوصيل الحراري الداخلي للجسم وبالتالي في الحفاظ على الحرارة.

ولما كانت الأوردة العميقة موجودة إلى جوار الشرايين لذا سيحدث بينها تبادل حراري اذ يتسخن الدم الوريدي العائد إلى المركز على حساب الدم الشرياني.

وكذلك يوجد عائقا يمنع تبريد مركز الجسم وبالعكس إذ يبرد الدم الشرياني القادم من القلب والذي يجري في شرايين الأطراف تدريجيا حتى يصل النهايات الجلدية القصوى فتصبح درجة حرارته أكثر انخفاضا على سبيل المثال عندما تكون درجة الحرارة الخارجية ٩ درجات سيلزيوسية فإن درجة حرارة الدم في الأوعية تنخفض إلى ٢١ درجة سيلزيوسية، وبالتالي ينخفض الانتقال الحراري إلى المحيط.

وهناك ميكانيكية أخرى مهمة في التكيف للظروف الباردة وهي تعزيز النواتج الحرارية جراء ظهور رعشان البرد أي تقلصات عضلية لا اختيارية.

وفي ظروف الهدوء لا يحدث عند الشخص العريان عند انخفاض درجة الحرارة الخارجية من المستوى (٢٩ درجة سيلزيوسية إلى ٢٢ درجة سيلزيوسية).

أما حرارة الجسم فتقاوم أي تغير من جراء تعزيز انقباض الأوعية الجلدية.

عند ظهور الرعشة البردية تستقطب مجاميع عضلية جديدة أكثر فأكثر ، بدءًا بعضلات الرقبة فالبطن، فالصدر وانتهاءً بعضلات الأطراف إن طبيعة ودرجة الرعشة البردية غير متساوية عند الأفراد المختلفين.



وتحمل رعشة البرد طابعا مختلفا فهي تارة تظهر وتارة تختفي بغض النظر عن ارتباطها بتغير درجة باطن الجسم وسطحة وعندما تكون درجة الحرارة منخفضة جدا فإن الرعشة تستمر عند الإنسان تستمر طويلا وكلما كانت رعشة البرد شديدة كانت نتائج الحرارة العضلية أكبر وبانخفاض درجة الحرارة الخارجية وكذلك سرعة حركة الهواء (الريح) تزداد حصيلة الرعشة البردية في وقاية الجسد من فقدان الحرارة.

ويكون التعبير عن رعشة البرد عند الأفراد المسنين والكهول أكثر وضوحا مما عليه عند الشبان. وتتضاعف النواتج الحرارية في الظروف الباردة قليلا كما تنخفض درجة حرارة الجسم بصورة أكبر وعلى العموم فإن الرجال المسنين يتحسسون قليلا أو لا يتحسسون للمؤثرات الموضعية الباردة.

ويمكن أن تتضاعف النواتج الحرارية أيضاً بسبب تقوية العمليات التي لا ترتبط بالرعشة الباردة.

إن استهلاك كميات الأكسجين في الظروف الباردة يتضاعف في حالة الهدوء وتعتمد قيمة هذه المضاعفة الشحمية أسفل الجلد) وطبيعة الملابس وكذلك على فترة المكوث في البرد وتتضاعف سرعة استهلاك الأكسجين طرديا مع زيادة الطرح القلبي. فعلى سبيل المثال سرعة استهلاك الأكسجين والطرح القلبي عند الإنسان العادي في درجة حرارة مقدارها خمس درجات سيلزيوسية تتضاعف بمرتين.

وكذلك عند التعرض للبرد يبقى ت ت ق بدون تغير لذا يتضاعف الطرح القلبي نتيجة مضاعفة الحجم الانبساطي فقط.

وفي هذا المجال تكون استجابة القلب اتجاه هذا البرد متميزه مما هو عليه في ظروف النشاط العضلي ويتضاعف في الحالة الأخيرة الطرح القلبي بسبب مضاعفة ت ت ق درجة أساسية.

كفاءة الأداء البدنية في الظروف المناخية الباردة.

ينخفض في أثناء العمل العضلي الذي يجري في ظروف حرارية باردة العازل الحراري للجسم بصورة ملحوظة ويتعزز حبس فقدان الحراري (بالتوصيل والحمل) ويعنى هذا أنه من أجل حبس التوازن الحراري لابد من توليد كبير للحرارة مما عليه في ظروف الهدوء



ومع هبوط درجة الحرارة الخارجية إن زيادة التمايز الحراري بين الجسم والمحيط الخارجي فإن على النواتج الحرارية ينبغي في أثناء النشاط العضلي أن يتضاعف فإذا كان النشاط العضلي بشدة غير كافية لكي يؤمن تكوين حرارة إضافية فإن درجة حرارة الجسد ستخفض إلى أوطأ من القيمة الطبيعية (هبوط الحرارة).

وفي أثناء الحمولات ذات القدرة المتواضعة (باستهلاك كمية من الأكسجين تصل إلى ١, ٢ - ٤ ل / دق) فإن سرعة استهلاك الأكسجين في ظروف انخفاض درجة حرارة الهواء أكبر مما عليه في درجات حرارة مريحة. وفي أثناء تنفيذ الحمولات الكبيرة (تزيد كمية استهلاك الأكسجين ٤, ١ ل / دق) فإن سرعة استهلاك الأكسجين لا تعتمد على درجة الحرارة الخارجية. وإذا كانت سرعة استهلاك الأكسجين واحدة فإن العمل في ظروف باردة يتطلب هبوط بعض الشئ ل ت ت ق وزيادة الحجم الانقباضي مقارنة مع العمل المماثل في ظروف حرارية محايدة.

إن مضاعفة صرفيات الطاقة (سرعة أكبر في استهلاك الأكسجين) في أثناء العمل بقدرة غير كبيرة نسبيا في ظروف مناخية باردة ترتبط بالعرشة الباردة، التي تختفي بمضاعفة الحمولة إلى كميات كبيرة.

وتنخفض درجة الحرارة المستقيمة عند تنفيذ حمولات خفيفة في حين تبقي بنفس مستواها عند تنفيذ حمولات ثقيلة، الذي كانت عليه في الظروف المناخية المريحة وهكذا وبدا من مستوى قدرة معينة للحمولة البدنية (تساوي سرعة استهلاك الأكسجين ٢ ل / دق تقريبا). حيث تبدأ عنده المستوى الحرج لنواتج الطاقة الذي يلائم فقدان الحرارة، تختفي الرعشة البردية ويستقر انتظام درجة حرارة الجسم.

وعندما تكون درجة حرارة الجسم طبيعية أو مرتفعة نتيجة النشاط العضلي فإن القيمة العظمى ل ت ت ق تبقي في الظروف المناخية الباردة دون تغير يذكر ولكن التنفس الرئوي يقوي بعض الشئ، أما الزمن الأقصى للركض فيقل ويؤدي هبوط الحرارة إلى انخفاض: إذ يبلغ مقدار الانخفاض عندما تكون درجة حرارة باطن الجسم ٣٧, ٥ درجة سيليزية فأقل، حوالي ٥ - ٦ ٪ لكل درجة سيليزية واحدة تنخفض عن درجة الجسم المشار إليه ويكمن في أساس هذا الانخفاض.



هبوط الطرح القلبي بسبب تقلص قيمته ت ت ق وتجدد الإشارة إلى أن مطاولة الإنسان تنخفض في ظروف الهبوط الحراري. إذ يتقلص الزمن الأقصى لتنفيذ العمل ذي القدرة الغازية الثابتة على الرغم من أن التقويم الذاتي للحمولة لا يعتمد على درجة حرارة الجسد.

إن القوى الديناميكية العظمى تتناسب طرديا ضمن حدود معينة مع درجة الحرارة العضلية.

لذا ففي تلك التمارين التي تتطلب إظهار قيمة ديناميكية عظمى (الألعاب القصيرة. الوثب) تنخفض النتائج في الظروف المناخية الباردة وتسبب انخفاضا في درجة الحرارة العضلية وكثيرا ما تجرى التمارين التدريبية وكذلك تمارين المباريات في عدد من الأنواع الرياضية (رياضة الجليد وغيرها) في ظروف مناخية باردة ولكن هذه الظروف المناخية الباردة باستثناء البرد القارص والرياح الباردة الشديدة لا تشكل معضلة جدية في تنظيم درجة حرارة الجسم وكفاءة أداء الرياضي ولعل ذلك يعود بالدرجة الأساسية إلى النشاط العضلي المكثف.

ويمكن لهذه الحرارة أن تسبب تسخيناً ملحوظاً للجسد للمحافظة على درجة حرارة حتى في الظروف المناخية الباردة. وإذا كان بمقدار رعشة البرد الاختيارية ان تضعاف التبادل الأساسي بمقدار ٢-٥ اضعاف فإن النشاط العضلي المكثف سيضعف ذلك بمقدار ٢٠ - ٣٠ مرة كما يحدث انتقال الحرارة إلى الخارج في الظروف المناخية الباردة بسهولة عن طريق التوصيل والحمل والإشعاع أما في حالات إفراز العرق فإن انتقال الحرارة يحدث في طريق تبخر العرق وبالإضافة لما تقدم فإن الظروف المخففة لإيصال الحرارة تشكل في حالات انخفاض (ولكن ليس لحد الانجماد) درجات الحرارة منطلقات لكفاءة أداء كبيرة في تمارين المطاولة أفضل مما هي عليه عند العمل في الظروف الحارة، فعلى سبيل المثال تكون درجة الحرارة عند الرياضي في ركض المارثون عند درجة حرارية لا تتجاوز ١٢ درجة سيليزوسية أقل مما كانت عليه الركض (٣٧ بعد الركض و ٣٧/٣ قبل الركض).



وتظهر معضلات معينة في بداية التواجد في الأماكن الباردة أوحينها تنفذ في هذه الظروف اعمالا مكررة تتعاقب معها أنشطة عضلية كبيرة واستراحات وفي هذه الحالة يكون للملابس الرياضية أهمية معينة. حيث تمنع تبريد الجسد بسبب فقدان السريع للحرارة وفي ظروف باردة جدا يمكن للحرارة التي يفقدها الجسد ان تتجاوز npogyapyemoe عند الفعالية العضلية التي تجرى نحو حالة هبوط الحرارة.

التأقلم في البرد

إن الوجود المتواصل لفترة طويلة في ظروف باردة يضاعف لدرجة ما كفاءة الشخص في تحمل البرودة، أي المحافظه على درجة الحرارة المطلوبة لباطن الجسم عند انخفاض درجة حرارة الوسط (التأقلم البارد) وتكمن في أساس التأقلم البارد انخفاض فقدان الحرارة.

وينخفض عند الأفراد المتكيفين في البرد وانقباض الأوعية بحيث تكون درجة حرارة الأطراف عندهم أعلى مما عليه عند الافراد الذين لم يتأقلموا، وتلعب هذه الآليه دورا دفاعيا أي تمنع الأضرار الناجمة عن البرد (لسعة الجلد) في الاجزاء الطرفية من الجسم وتمكن من تحقيق حركات تنسيقية في الأطراف في ظروف درجات الحرارة المنخفضة ،

أما الأشخاص الذين يضعون أرجلهم في الماء البارد بصورة دورية (التأقلم المحلي البارد) فانهم لا يتعرضون في أثناء ذلك إلى انخفاض كبير في الدورة الدموية الموضعية وينبغي بحث هذه الظاهرة أيضاً كإجراءات دفاعية ، وهكذا ستعرض الأطراف عند الأشخاص المتأقلمين إلى تبريد أقل.

وتزداد في أثناء عملية التأقلم البارد نواتج حرارة الجسد فيزداد التبادل الأساسي ويتضاعف الإيقاع العضلي وتتعزز رجفة البرد أي يحدث إعادة تركيب ميتابولي باطني وداخلي وبالإضافة لذلك فان العديد من الباحثين لم يعثرو على تأقلم في البرد ، وخاصة بالنسبة للنشاط العضلي في الظروف الباردة.

إلا أن الأشخاص المعدين بدنيا (المتمرنين) يحتملون الظروف الباردة أفضل من الأشخاص من غير المتدربين. ويسبب التدريب البدني عوامل متشابهة في بعض معانيها



مع التأقلم البارد إذ يستجيب الافراد المدربون على التعرض البارد بقوة كبيرة للنواتج الحرارية وبدرجة أقل في هبوط درجة حرارة الجلد من الأشخاص من غير المدربين.

ردود أفعال جسم الرياضي في ظروف الحرارة المنخفضة (الباردة)

إن كل استجابات الجسم لتأثير الحرارة المتدنية موجهه لزيادة توليد وتقليل الإشعاع الحراري. وردود أفعال الأعضاء نفسها والآليات بإمكانها توليد الحرارة الحفاظ عليها أيضًا. ويعتبر الأساس هنا هو أن زيادة قدرات الجلد العازلة. على حساب تشنج الأوعية الجلدية (ضيق الأوعية الجلدية) يؤدي إلى انخفاض حرارة الجلد وبالتالي فروق الحرارة بين سطح الجسم والبيئة المحيطة.

ويلاحظ أكثر ضيق بالأوعية في الأطراف وخاصة في أصابع اليد والقدمين. وقد يقل تدفق الدم خلال أصابع اليد بأكثر من ١٠٠ مرة وحرارة انسجة الأطراف القاصية (البعيدة ابعـد من جذر الطرف - المؤلف) قد تنخفض إلى حرارة البيئة المحيطة. ونتيجة لذلك القدرة العازلة للجهد قد ترتفع إلى ٥ - ٦ مرات.

إن نقصان جريان الدم الجلدي ترافقة زيادة في جريانه في الأعضاء الداخلية والعضلات الهيكلية وذلك لضرورة زيادة التوليد الحراري وتدفئة الأعضاء الحيوية المهمة.

وتلك الحقيقة تلعب دورًا هامًا للحفاظ على دفء الجسم وهي أن الدم لا ينتشر في ظروف الحرارة المتدنية على الأوردة السطحية العليا وإنما ينتشر في الأوعية العميقة. ويساعد تموضع الأوردة العميقة بجانب الأوعية الشريانية على تدفئة الدم الوريدي على حساب الشريانية.

وإن الدم الشرياني الجاري في نفس الوقت من القلب يتبرد بالتدرج ويصل إلى اطراف الجسم القاصية وله حرارة منخفضة أكثر مما يقلل من فقدان الدفء.

وتعتبر زيادة توليد الحرارة آلية مهمة للوقاية من فرط التبرد. ويزيد الإنسان من توليد الحرارة بفضل توليد الحرارة الانقباضي (توتر العضلة، الرجفان) وغير الانقباضي أو ضبط حراري كيميائي حقيقي. وتظهر الأخيرة في تحلل ثلاثي أدينوزين الفوسفات وتحرر الطاقة الحرارية التي تتطلب تشييطاً كبيراً للعمليات الإنزيمية وصرف العناصر المغذية.



إن الاستجابات الأيضية على البرد تؤدي إلى زيادة الأيض في العضلات الهيكلية والأعضاء الداخلية والأنسجة الدهنية البنية. وعند ذلك تشارك الدهون والكربوهيدرات الضرورية لاستجابات الأيض لإطلاق الحرارة. وفي أثناء تأثير حاد للبرد يرتفع في بلازما الدم تكثف الأحماض الدهنية الحرة (إلى ٣٠٠٪)، مما يعتبر نتيجة لتكثف أيض الدهون. إلى جانب ذلك يلاحظ مشاركة الكربوهيدرات.

وتجب الإشارة إلى أن انخفاض الحرارة الداخلية وحرارة العضلات إلى أقل من المستوى المثالي يؤدي إلى انخفاض كبير في استهلاك أقصى للأوكسجين والقذف القلبي ونبض القلب وتقنين الجهد وبالتالي القدرة على العمل. على سبيل المثال لدى الرجال المدربين جيداً في أثناء انخفاض الحرارة الداخلية لدرجة واحد، ينخفض استهلاك الأقصى للأوكسجين بنسبة ٥-٦٪ ونبض القلب إلى ٨ في الدقيقة والقدرة على العمل في أثناء تنفيذ طويل بطابع هوائي بنسبة ٢٠٪.

إن الانخفاض الكبير لحرارة العضلات بالمقارنة مع المستوى الأمثل القريب من حرارة الجسم الداخلية يؤدي إلى اختلال التوافق وبين العضلات ودخلها وانخفاض سرعة الانقباض العضلي ومستوى قوة العضلة وتقنين الجهد والقدرة على توجيه فعال للحركات.

وتجب الإشارة أيضاً إلى أن تنفيذ جهد طويل في ظروف الحرارة المتدنية يقيد استعمال الأحماض الدهنية. وهذا يكون نتيجة تضيق الأوعية الدموية للانسجة تحت الجلدية (وهو المكان الأساسي للاحتفاظ بالدهون) ويصعب تروية الأنسجة بالدم الذي تؤخذ منه الأحماض الدهنية الحرة.

إن التأثير المركب للريح والحرارة المتدنية يرفع كثيراً من خطر فرط التبرد. على سبيل المثال في أثناء حرارة من ٥ إلى ٢٠ هناك خطر لسعه الصقيع على أقسام الجسم غير المحمية.

إن كل الاستجابات التكيفية السريعة المذكورة للبرد يتميز بها الرياضيون المتواجدون في ظرف ساكن أو الذين ينفذون جهد بشدة غير عالية على مستوى استهلاك الأوكسجين



لا يتعدي ١٣ - ١٥ مل. كغ / دقيقة. وزيادة شدة الجهد (١٨-٢٠ مل. كغ/د. وأكثر) يؤدي إلى إزالة الفروق في استجابات الجسم المتواجد في ظروف الحرارة المريحة والباردة.

إن تأثير الحمل البدني على تأمين التناسب بين فقدان الحرارة والتوليد الحراري واستقرار الحرارة الشرجية المثالية يصبح مفهوما إذا اخذنا في الاعتبار بأنه على حساب نشاط عضلي شديد بالإمكان زيادة الحجم الأساسي ٨ - ١٠ مرات وأكثر مما هو على حساب رجفه البارد.

إن الجهد الشديد يعتبر وسيلة فعالة لتخفيض تأثير الحرارة المتدنية من ضمنها تأثير مركب للرياح والبرد. على سبيل المثال زيادة شدة الايض ١٠ مرات بالمقارنة مع مستوى السكون يسمح بالحفاظ على الاتزان الحراري في ظروف حرارة ٢٠ وقوة الرياح ١٠ م/ ثانية.

ومع هذا يجب الأخذ في الاعتبار أنه في ظروف البرد تنخفض كثيرا القدرة الفاعلة للجهد وذلك بسبب عاملين:

أولاً: في ظروف الحرارة المتدنية، يرافق الانقباض العضلي الارادي صرف كبير واضح للطاقة وذلك بشكل أساسي بسبب انخفاض مصاحبة التنفس للفسفرة المؤكسدة.

ثانياً: في أثناء انقباض إرادي للعضلات يخمد النشاط العضلي المنظم لحراره الذي يسببه تأثير الحرارة المتدنية (توتر العضلة والرجفان)

أما التعويض فيحدث على حساب زيادة توليد الحرارة عن طريق الجهد العضلي.

إن التكيف غير الكافي للجسم مع ظروف البرد واهمال وسائل وقاية الجسم من فقدان الحرارة وبرمجة غير عقلانية للنشاط التدريبي والتنافسي في جو بارد ورطب قد يؤدي إلى إصابات حرارية (انخفاض الحرارة).

ويحدث انخفاض الحرارة الداخلية إلى أقل من ٣٥ درجة. ويحدث ذلك بشكل خاص في أثناء السباحة لمسافات طويلة جداً، حين يضطر أغلب الرياضيين إلى ترك السباق بسبب انخفاض حرارة الجسم. مثل هذه الحوادث يتميز بها متسابقو الثرياتلون بالرغم من أن مسافة السباحة لا تتجاوز ٤ كم. وحراره الماء في الحالات لا تعلو عن ١٨



٢٠ - درجة. ويجب التذكر بأن فقدان الحرارة يكون في أثناء التواجد في الماء ٤ مرات أكثر تقريبا من التواجد خارجه على اليابسة بنفس الحرارة وذلك بسبب قابلية الماء العالية لنقل الحرارة، لذلك احتمال لسعه البرد في أثناء تواجد طويل في الماء يرتفع بشكل كبير. وهنا من المهم الإشارة إلى ان انخفاض حرارة الجسم إلى أقل من ٣٤,٥ درجة يفقد الهيوثالامس (حلقة الوصل بين الجهاز العصبي الذاتي والجهاز الافرازي من خلال الغدة النخامية) بالتدرج قدرات تنظم الحرارة التي تنتهي نهائيا في أثناء انخفاض الحرارة إلى ٣٠ درجة. وهذا يجب أخذه بالاعتبار في أثناء الإعداد وفي أثناء سباقات السباحين وعدائي الماراثون والترياتلون.

ويلاحظ لدى الكثير من الرياضيين في العدو لمسافات طويلة والدراجات - طرق والتزحلق، في النصف الثاني من السباق - نفاذ احتياطي الجليكوجين وانخفاض حجم الدم بسبب الجفاف. هذه العوامل وغيرها تجبر الرياضيين على تخفيض كبير لشدة الجهد. وإذا حدث هذا في ظروف حرارة باردة ورطبة، يلاحظ انخفاض كبير لتوليد الحرارة مع طرحه المستمر، مما يؤدي إلى انخفاض حرارة الجسم إلى أقل من الحدود المطلوبة الممكنة.

تكيف الرياضي مع ظروف البرودة

أثناء التكيف مع البرودة توليد الحرارة وينخفض الاشعاع الحراري مما يساعد على تسريع الدورة الدموية في الأنسجة الطرفية وانخفاض احتمال تضرر أقسام سطح الجسم. وترتفع قدرات الرياضي على إظهار قدرات توافقية في ظروف البرد وإظهار صفات القوة المميزه بالسرعة وحيوية المفاصل.

إن استقرار التكيف مع البرودة مرتبط بتنشيط مستقر لعمليات توليد الحرارة في الأعضاء الداخلية والأنسجة الدهنية البنية ومتقدرات العضلات وتحسين نقل الأكسجين واستهلاك عناصر الاكسدة المغذية. وهذا يؤمن الحفاظ على الاتزان الحراري ويقلص بحدته من دور الاتزان الحراري الانقباضي ويحد من الإشعاع الحراري.

إن تكثف التأثير الكاتيكيكولاميني (هرمونات الهروب والقتال نفرز بواسطه الغدد الكظرية كرد فعل على التوتر والضغط وهي جزء من الجهاز العصبي الودي - المؤلف



في ظروف البرودة قد يؤدي إلى انفصال التنفس والفسفرة. وفي المرحلة الحرجة للتكيف يؤدي هذا إلى نقصان ثلاثي أدينوزين الفوسفات وبالتالي يحفز تكون التكيف مع البرد. ويحدث بهذه الصورة رد فعل تكيف قريية من تلك التي يتصف بها التكيف مع الحمولات البدنية، حين يلي مرحلة النقصان النسبي لثلاثي أدينوزين الفوسفات، ارتفاع في القوة العامه للمتقدرات.

إن العامل المهم المحفز للتكيف مع البرد هو ارتفاع إفراز هرمونات الغدة الدرقية أيضاً، وتحت تأثير البرد يقوي الجهاز العصبي المركزي من وظيفة الغدة الدرقية. وإن ازدياد استهلاك الأنسجة لهرمون هذه الغدة - أي تلك الأنسجة المكيفة مع تأثير البرد- يساعد على زيادة قوة أكسدة المتقدرات الذي يعوض الفسفرة المختله. وبهذه الصورة، فإن النقصان النسبي لوحداث الطاقة التي تحد من قوة ردود أفعال الأكسدة في المتقدرات، يعوض بتأثير تحفيزي لهرمونات الغدة الدرقية. لا يؤثر على نمو وتقسيم المتقدرات فقط بل ويؤثر على تشكل متقدرات جديدة. ونتيجة تكيف طويل مع البرد الذي يؤدي إلى زيادة قدرة الجسم على الاحتفاظ وتوليد الحرارة، تعد ممكنة بفضل زيادة كمية المتقدرات لكل وحدة من وحدات وزن الجسم.

إن ارتفاع المخزون الوظيفي للأعضاء والآليات التي تؤمن التكيف مع البرد (تضخم في النظام الادريالي الودي والغدة الدرقية ونظام المتقدرات في العضلات والأنسجة الدهنية البنية وحلقات نقل الأكسجين)، قد يرافقه انخفاض وظائف تنقية الكبد من السموم وانخفاض المخزون الوظيفي لبقية الأنظمة غير المرتبطة بالتكيف مع البرد.

إن عملية التكيف مع البرد تتطور بفعالية بالأخص في أثناء مزج البرد مع جهد بدني شديد. وإن التدريب يزيد من عامل القدرات الفاعلة لنشاط منظمات الطاقة والنشاط الإرادي للعضلات. وفي نفس الوقت ترتفع أهمية تنظيم الحرارة للجهد العضلي ذاته أيضاً - إذ يرتفع جدا مستوى استعاضة أيض تنظيم الطاقة بجهد مولد للحرارة ويعود ذلك بالدرجة الأولى للتوافق العقلاني لنشاط العضلات الحركية. لكن بالنسبة لفاعلية طاقة توليد الحرارة العضلي، التكيف مع البرد والتدريب فإنها أمران متناقضان. فحين يتم التكيف مع البرد والتدريب العضلي بشكل منفصل فإن التكيف



المنفصل مع البرد والحمولات العضلية يزداد معمقا لهذا التناقض. كما أن التكيف الطويل مع البرد غير المرتبط بالنشاط العضلي الشديد، ينخفض عامل الفعالية للجهد العضلي. إن التكيف الفعال الذي يلي الاحتياجات الحقيقية، يجري حين يتم تأثير البرد أيضاً وفي نفس الوقت مع تأثير الجهد العضلي. في هذه الحالة يكون الجسم محتاجاً إلى تحديد الخيار الأكثر فعالية للتكيف والذي يلعب فيه الدور الأساسي التمايز (تفريق) الوظيفي للعضلات وإمكانية وجود علاقة تعويضية متبادلة بين أشكال توليد الحرارة عضليا (باجينيف ١٩٨١).

الإعدادات والمسابقات في ظروف الحرارة العالية والمنخفضة (الباردة)

إن معرفه الرياضيين والمدربين لحالات الجسم الأساسية التي قد تحدث في حالات انخفاض وارتفاع حرارة الجسم ووسائل الوقاية من هذه الظاهر والاهتمام الدائم باستقرار تنظيم الحرارة المثالية لجسم الرياضي في أثناء الإعدادات والمسابقات لا تحفّض فقط من خطر إصابات ارتفاع وانخفاض حرارة الجسم، بل تساعد على رفع واضح لفعالية عملية الإعداد والنشاط التنافسي.

إن الإجراءات الخاصة التي تؤمن إعداد فعال لجسم الرياضي لتنفيذ جهد بدني شديد في ظروف الحرارة العالية يجب أن تشمل:

- جرعة عقلانية لشدة وطول الجهد حسب مقادير وطابع الحمولات الحرارية.
- مراقبة الحرارة الداخلية وحراره الجلد وردود أفعال القلب والأوعية.
- تهيئة تدريجية للرياضي للحمولات في ظروف الحرارة العالية (إلى حد ٨ - ١٢ يوم).
- مراقبة جفاف الجسم واستهلاك السوائل.
- تعويض احتياطي الشوارد (وهي الكهرله - توازن كهربي بين الوسطين داخل وخارج الخلية، أي توازن بين الشحنات السالبة والموجبة).
- ارتداء ثبات مريحه للاشعاع الحراري.



حيث يضطر الرياضي للسفر إلى المسابقات من بلدان بمناخ بارد أو معتدل إلى دول حاره، يجب الأخذ في الاعتبار موضوع التأقلم المسبق واذا لم تتوفر إمكانية التدريب في ظروف الحرارة العالية فإنه يجب استخدام أطعم تمنع طرح الحرارة وتحد من تبخر العرق.

إن الرياضيين الناشئين بالمقارنة مع الكبار يتحملون بشكل أسوأ حرارة الجو العالية ويتأقلمون ببطء معها. ولقد تم وضع مقترحات خاصة للأطفال والمراهقين من قبل الأكاديمية الأمريكية لطب الأطفال وجمعية الطب الرياضي الأمريكي ووردت فيها القواعد الأساسية التالية:

١ - شدة الجهد المستمر ٣٠ دقيقة وأكثر، من الضروري تخفيضه إذا كانت نسبة الرطوبة وحراره الجو أعلى من المستوى الحرج.

٢ - بعد الوصول إلى المنطقة الأكثر حرارة، تقلص شدة وطول التمارين في البداية ومن ثم ترفع بالتدريج (في المرحلة من ١٠ الى ١٤ يوما).

٣ - لتنفيذ جهد بدني طويل يجب اشباع جسم الطفل بالمياه ويجب شرب الماء في أثناء الجهد (في حال وزن الجسم ٤٠ كغ - تقريبا ١٥٠ مل. ماء لكل ٣٠ دقيقة).

٤ - ثياب الطفل يجب ان تكون خفيفة بطبقة واحدة من القماش لتأمين تبخر الماء وابرار أكثر لسطح الجلد

هذه المقترحات مع تعديلات مناسبة بالإمكان استخدامها بنجاح من قبل رياضيين من المستوى العالي الذين يتحملون بشكل أسهل الحرارة العالية.

إن العامل المهم للوقاية من ارتفاع حرارة الجسم عند الرياضيين وخاصة المتخصصين في دراجات الطرق والماراثون هو تناول عقلائي للسوائل في أثناء التدريب والمسابقات ومهم هذا بالأخص في جو الحرارة العالية حين يساهم في تعميق جفاف الجسم تأثير التوليد الشديد للحراره والحراره العاليه للبيئة المحيطة.

في هذه الظروف الحرارة الداخلية قد تفوق ٤٠ - ٤١ درجة مما قد يؤدي إلى تدهور الصحة.



وحتى في أثناء تعويض جزئي للسوائل في حال إذا كان فقدانها يفوق ١,١ - ١,٣ ل. في أثناء جهد شديد بدني في ظروف الحرارة العالية، قادرة على تأثير ايجابي على حالة الرياضي النفسية والبدنية وقدرته على العمل.

ويجب الإشارة إلى أنه في الخمسينات والستينات لم تكن هناك قاعده علمية عملية جدية حول ضرورة تعويض احتياطي لسوائل في الجسم المفقودة في أثناء جهد طويل بشدة معتدلة. فالمره الأولى التي ذكر فيها نظام الشرب في أثناء العدو لمسافات طويلة. كانت التعليمات الواردة في المراس المخصص لسباق الماراثون عام ١٩٥٩ الذي أصدره الاتحاد الدولي لألعاب القوى في هذا الكراس أشير إلى أن على منظمي السباق تأمين المياه للعدائين بعد الكيلومتر ١٥ وفي السنوات اللاحقة ذكر الاتحاد الدولي قواعد استهلاك السوائل وفق الحاجة الحقيقية لجسم العداء.

الجدول ٢٥: تغيير قواعد الاتحاد الدولي في ألعاب القوى للهواء فيما يتعلق استهلاك السوائل في أثناء إقامة مسابقات الماراثون (دينيس واخرون ١٩٩٥).

السنة	المشروب	مرحلة استخدام المشروب / كم	الفاصل بين استهلاك المشروب / كم
١٩٥٣	ماء	١٥	٥
١٩٦٧	ماء	١١	٥
١٩٧٧	ماء	٥	٢,٥
١٩٩٠	ماء+هيدروكربونات وشوارد	٣	٣

إن احتلال التوازن المائي الملحي في أثناء التدريبات والمسابقات في ظروف المناخ الحار يقيد في الغالب قدرة العمل حتى لدى المتدربين والمكيفين جيدا مع الحرارة العالية من الرياضيين.

وإن فقدان الكهرله (بالدرجة الأولى النترات و البوتاسيوم والكلور أيضاً) يجب تعويضة.



وإذا كان فقدان السوائل اليومي لا يفوق ٣٪ من وزن الجسم فإن نقصان الشوارد بالإمكان تعويضها على حساب العناصر الغذائية الموجودة في الطعام. وازدياد فقدان السوائل نتيجة التعرق الذي قد يبلغ ٨٪ من وزن الجسم وأكثر في اليوم. يتطلب تناول عقارات خاصة وعصير يحوي النترات.

في هذه الحالة من المهم تناول كلور الصوديوم (نترات) (١ جرام) كوسيلة فعالة كافية للوقاية من إصابات ارتفاع الحرارة. لكن مساله تعويض الشوارد لا تحدث في أثناء الجهد فقط ولكن تحدث بعد انتهائه أيضاً.

فأثناء الجهد يكون فقدان الماء أكبر بكثير من فقدان الشوارد. وبالتالي، رغم أن الشوارد تفقد مع العرق فإن تكثفها يرتفع في المكونات السائلة للجسم.

في أثناء جهد طويل يكتسب تعويض احتياطات الجليكوجين أهمية كبيرة تجنباً لحدوث هيبوكليكميا (نقص السك في الدم). ويعتبر فعّالاً هنا التشبع منها مسبقاً واستهلاك مشروبات كربوهيدراتية خاصة أيضاً في أثناء التدريبات والمنافسات.

ونصادف في الأدبيات الرياضيه مقترحات كثيره حول نظام الشرب العقلاني في ظروف الحرارة الشديده. على سبيل المثال.

يقترح " كوستيل (١٩٧٧) مشروبات باردة قبل ٣٠ دقيقة من المسابقات أو جهد تدريبي شديد (إلى حد ٥٠٠ - ٦٠٠ مل) مع قليل من السكر (٢٠٥ غ لكل ١٠٠ مل) وشرب في أثناء المباريات ١٠٠ - ٢٠٠ مل. من هذا المشروب مع فاصل من ١٥ دقيقة. بعد المباريات والتدريب يقترح طعام مملح قليل وعصير البندوري والفواكه مما يسمح بتعويض فقدان الشوارد. ويوسع من هذه المقترحات إذ يقترح ما يلي:

يجب أن تحوي المشروبات كلور الصوديوم و ٦ - ٨ ٪ من الجلوكوز، قبل ٢ ساعة من التدريب أو المسابقة ويجب شرب ٤٠٠ - ٥٠٠ من السوائل وأما قبل ١٥ دقيقة - ٢٠٠ - ٢٥٠ مل. وخلال كل ١٥ - ٢٠ دقيقة من جهد التدريبات والمسابقات يجب شرب ٢٠٠ مل. من السوائل. ولا يجوز استهلاك المشروبات التي تحوي الكافين لأنها ترفع من إدرار البول وتزيد الجفاف.



مثل هذه المقترحات يقدمها خبراء آخرون أيضاً. يقترح " نيلسن ١٩٩٢) على سبيل المثال في أثناء الإعداد للمسابقات في ظروف الحر، إشباع جسم الرياضي بالسوائل عشية المسابقات: قبل ١,٥ ساعة يجب شرب حوالي ١ لتر من الحليب او العصير ٢٠٠-٤٠٠ مل. من الماء يجب شربها قبل الإحماء وفي أثناء الجهد ٢٠٠-٣٠٠ مل كل ١٥ دقيقة. بعد الجهد بدلا من الماء يقترح محلول الجلوكوز (٤, ٨٪) وهنا يجب ربط استهلاك السوائل مع سرعة التعرق المرتبطة بشدة الجهد وحرارة الجو المحيط ووزن الجسم الرياضي (جدول ٢٦)

(الجدول ٢٦): التعرق المتوقع (في الساعة) للعدائين حسب وزن الجسم وسرعة العدو وحرارة الوسط المحيط (نيلسون ١٩٩٢)

التعرق خلال ساعة مل (ميليتر)						وزن الجسم / كغ	السرعة / كم-ساعة
٣٥ درجة	٣٠ درجة	٢٥ درجة	٢٠ درجة	١٥ درجة	١٠ درجة		
١٣١٥	١٢٦٠	١٠٩٥	٩٣٠	٧٧٠	٧٧٠	٦٠	١٥
١٤٢٥	١٣٦٥	١١٩٠	١٠١٥	٨٤٠	٨٤٠	٦٥	١٥
١٥٣٠	١٤٧٠	١٢٩٥	١١٢٠	٩٤٥	٩٤٥	٧٠	١٥
١٦٠٥	١٥٤٥	١٣٧٠	١١٩٥	١٠٢٠	١٠٢٠	٦٠	١٨
١٧٤٠	١٦٧٥	١٤٨٥	١٣٠٠	١١١٥	١١١٥	٦٥	١٨
١٨٨٠	١٨١٥	١٦٢٥	١٤٤٠	١٢٥٠	١٢٥٠	٧٠	١٨

ويقترح أيضاً "نوكيس واخرون ١٩٩٥) هذه التوصيات في أثناء تنفيذ جهد طويل (إلى حد ٦ ساعات).

١ - قبل تنفيذ جهد بدني مباشره أو في أثناء الإحماء على الرياضي شرب إلى حد ٣٠٠ مل من المياه الباردة (١٠ درجات).



٢- في الدقائق ٦٠ - ٧٥ الأولى من تنفيذ الحمل التدريبي يقترح على الرياضي شرب ١٠٠ - ١٥٠ مل من محلول يحتوي على مكثور (مبلمر) الجلوكوز (٥.ر في كل ١٠٠ مل ماء) خلال فواصل متساوية من الوقت (١٠ - ١٥ د.).

لا يقترح استهلاك في هذه المرحلة أكثر من ٣ - جرام من الكربوهيدرات وذلك لأن ٢٠ جرام فقط تتأكسد في الساعة الأولى تنفيذ الحمل البدني بشدة متوسطة بغض النظر عن شكل الكربوهيدرات المستهلكة ونظام الشرب.

٣- خلال كل ٧٥ - ٩٠ د. بعد بداية تنفيذ الحمل البدني يجب زيادة كثافة المحلول الذي يحوي على مكثور الجلوكوز إلى حد ١٠ - ١٢ جرام في ١٠٠ مل. ماء وإضافة محلول نترات الصوديوم ٢٠ م. إن التكتف الأعلى لكلور الصوديوم على الرغم من أنه بإمكانه تأمين امتصاص المعدة للسوائل ، لا يعجب وغير محبذ من أغلبية الرياضيين.

بالإمكان إضافة إلى المشروبات قليل من كلور البوتاسيوم (٢ - ٤ ملغ) الذي يساعد على عملية تجفيف السوائل داخل الخلايا. في مسافة السباق المتبقية يجب على الرياضي شرب ١٠٠ - ١٥٠ مل من هذه المحلول خلال فواصل متساوية (١٠ - ١٥ دقيقة. من الزمن. مثل هذا النظام من الشرب يؤمن شدة مثالية لتوصيل السوائل ومغذيات الطاقة وبذلك يقيد من تقليل حجم البلازما نتيجة جفاف الجسم من الماء والحفاظ على شدة اكسدة الكربوهيدرات على مستوى ١ غ / د. في نهاية تنفيذ الحمل.

من المهم جدا خلال تنفيذ جهد شديد طويل لألعاب الماراثون والعدو مسافات طويلة والدراجات والتجديف وكرة القدم والطائرة والتنس وغيرها. وان تعويض السوائل في الجسم باستمرار بقدر فقدانها عن طريق التبخر تجنب الجفاف الكبير وتعوض حجم السوائل المفقودة .

إن التعويض المتأخر للمياه يؤدي إلى ازدياد كبير من حرارة الجسم وانخفاض قدرة الرياضي على العمل وسوء الحالة الصحية وتباطؤ شديد لعمليات الاستشفاء بعد الحمولات التدريبية والتنافسية.



إلا أنه تجب الإشارة إلى أن سرعة استهلاك السوائل حتى خلال نظام شرب شديد الارتفاع (٢٥٠ - ٣٠٠ مل. ماء كل ١٥ د) لا يضمن عدم تطوير تدريجي لجفاف الجسم. كما نرى الجفاف في الجسم في ظروف الجهد المتوتر ليس في أثناء الحرارة العالية فقط بل أثناء الحرارة العادية للوسط الخارجي يجري أشد من استهلاك السوائل. وإن محاولة الرياضي شرب كمية سوائل تفوق كثيرا القدرة على استهلاكها تؤدي إلى أحاسيس غير محبذة لفرط تراكمها في المعدة.

ويجب معرفه ثبات الرياضي قد تصعب إلى حد ما من الاشعاع الحراري وذلك لانخفاض مستحة الجسم التي يجري فيها التبخر وصعوبة بسبب ضيق الثبات.

وأثبتت الأبحاث بأن إصابات الحر تحدث في الاغلب لدى الرياضيين بتياب سمكية بالمقارنة مع أولئك الذين يرتدون خفيفة (فوكس وآخرون ١٩٦٦، دي فيرس، هاوش ١٩٩٤) وفي أثناء جهد شديد جدا قد يرتفع الإيض ٢٥ - ٣٠ مرة مما يؤدي إلى تعرق شديد حتى في جو الحرارة الباردة. لذلك يجب أن تكون التياب خفيفة ويمر منها العرق. وذلك لأن تراكمه يؤدي في ظروف الحرارة العالية إلى فرط السخونه وفي ظروف البرد الشديد إلى فرط تبريد الجسم.

في أثناء اختيار التياب للتدريب والمنافسات يجب الاهتمام أكثر بالأقمشة التي تمنع التبخر. وهذا مهم جدا للدراجين والتزلج الذين أصبحوا يستخدمون أطقم ملتصقة بالجسم تنفذ منها الحرارة.

للإعداد الفعّال والنشاط التنافسي في كثير من الألعاب الرياضية وخاصة ألعاب كالدرجات والمراثون والعدو مسافات طويلة ومتوسطة والتزلج والتجديف وكرة القدم وغيرها تلعب دورا هاما شدة حركة السوائل من المعدة إلى الأمعاء.

أثبتت الأبحاث بأن شدة تفريغ المعدة تحدد بحجم السوائل وحرارتها ومكوناتها.

هناك إمكانية رفع استهلاك السوائل بشكل أكبر إذا تم لفت الانتباه إلى عوامل كعدد مرات وكمية السوائل المستهلكة والحرارة وطعم المشروب وتوفر الشوارد أيضاً وخاصة كلور الصوديوم فيها. إن المشروب الذي يبلغ فيه الحجم ٤٠٠ - ٥٠٠ مل. يخرج من الأمعاء أسرع من الجرعات الصغيرة. والمشروب البارد أسرع من



الدافئ. والمشروبات بكمية أكبر من الجلوكوز يصعب كثيرا تفريغ المعدة في أثناء تنفيذ جهد شديد وطويل (على مستوى ٧٠ ٪ من استهلاك أقصى للأكسجين) قد يمنع التفريغ.

لذلك يجب الاهتمام جدا بمختلف أنواع المشروبات الرياضية التي تحوي كثيرا من الجلوكوز:

لأنها بالمقارنة مع الماء، تكون سرعة افرازها من الجسم أقل. في الوقت ذاته استهلاك مشروبات تحوي كمية لازمة من الشوارد والغلوكوز والسكريات، ولا تؤمن مصادر طاقة للعضلات العاملة فقط، بل وتحفز امتصاص المعدة ويجب أيضاً التذكر بأن الجهد الطويل بطابع هوائي لا يتطلب ليس فقط تعويضاً شديداً في السوائل بل استشفاءاً احتياطياً الطاقة الذي ينفذ إلى حد كبير خلال ١ - ١,٥ ساعات من الجهد الشديد. فالاستمرار بالجهد اللاحق يتطلب تعويضاً احتياطياً الجسم من الكربوهيدرات بشدة لا تقل عن ٤٠-٦٠ غ / ساعة.

لكن يجب هنا إيجاد تناسب مثالي بين حجم السوائل وكثافة الجلوكوز فيها لأن المحتوي من الجلوكوز يقلص سرعة تفريغ المعدة وامتصاص السوائل.

(الجدول ٢٧): كمية المياه والجلوكوز المارة خلال المعدة إلى الامعاء خلال ساعة، أثناء استهلاك ٢٠٠ جرام من محاليل بكثافة جلوكوز متنوعه في كل ١٢ دقيقة.

كثافة الجلوكوز، بالمائة						المؤشرات
٤٠	٢٠	١٠	٥	٢,٥	.	
١٠٠٠	١٠٠٠	١٠٠٠	١٠٠٠	١٠٠٠	١٠٠٠	الاستهلاك / مل
٢٠٠	٣٥٠	٦٠٠	٨٠٠	١٠٠٠	١٠٠٠	سرعة التفريغ، مل / ساعة
٨٠	٧٠	٦٠	٤٠	٢٥	.	الكمية المارة / جرام



إن فرط كمية الكربوهيدرات في المحلول، يخفض امتصاص السوائل في المعدة ، وإن استهلاك غير كاف للكربوهيدرات قد يؤثر سلباً على القدرة على العمل مقيداً أكسدة الكربوهيدرات في أثناء تنفيذ جهد طويل. لذلك اختيار مثالي لكثافة الكربوهيدرات في المحلول ونظام شرب عقلائي أيضاً. يعتبر عاملاً هاماً للوقاية من فرط السخونة وتأمين فعال للطاقة اللازمة للجهد. وهنا من الضروري الأخذ في الحسبان نقطة هامة: شدة أكسدة الكربوهيدرات الممتصة قد تقتصر على فرزها في دائرة كبيرة الدورة الدموية أو شدة امتصاص العضلات العاملة لها. أن الكمية الزائدة للكربوهيدرات في المحلول، لا يقيد امتصاص المعدة للسوائل فقط، بل يعتبر غير مفيد لاستخدامها كعنصر مغذي بالطاقة وذلك لأن شدة الأكسدة القصوى للكربوهيدرات من جانب العضلات تبلغ ١ غ / دقيقة.

ونظراً لانخفاض تشريب (امتصاص) السوائل من المحاليل التي تحوي الجلوكوز يجب اختيار لكل مشروب نظام شرب مثالي. على سبيل المثال إذا برمج خلال ساعة شرب أربع جرعات مياه كل منها ٢٥٠ مل. فإنه عند استهلاك ٥٪ من محلول الجلوكوز، يجب أن ينخفض حجم جرعه إلى ٢١٠ مل وإلى ١٠٪ فيكون خفضه إلى ١٧٥ مل.

إن زيادة سرعة تجديد الطاقة قد تتم إذا استخدمت محاليل الجلوكوز بدلاً من محلول مكثور (مبلمرات) الجلوكوز (مركب ذو وزن جزئي مرتفع مكون من وحدات جزئية مكررة - المؤلف). (أي سلسلة من ١٠ - ٢٠ وحدة من الجلوكوز)، إذ إنها تحوي طاقة أكثر. مثل هذه المحاليل تعبر أسرع من المعدة بالمقارنة مع محاليل الجلوكوز، وبعد تفككها إلى جلوكوز تمتصها المعدة أسرع، وعلي الرغم من انخفاض سرعة الامتصاص قليلاً في هذه الحالة. إلا أنه حتى أثناء ٨,٨٪ من محلول مبلمرات الجلوكوز فإن سرعة تفريغ المعدة متدنية قليلاً بالمقارنة مع استهلاك المياه النقية. وتبلغ سرعة تحمل الجلوكوز لدى الدراجين وعدائي الماراثون ٦٥ إلى ٨٥ غ / ساعة. إن إضافة كلور الصوديوم إلى المحلول يؤدي إلى زيادة قليلة في استهلاك السوائل و يحفز انخفاض التعرق أيضاً في المراحل القادمة من الجفاف.



في الوقت ذاته هناك رأي (دينيس واخرون ١٩٩٥) بان نوع الكربوهيدرات يؤثر قليلا على شدة تفريغ المعدة بعد امتصاص المحاليل ذات قيم طاقة واحدة. ولا توجد أيضاً فروق مهمة فيزيولوجيا في شدة أكسدة الكربوهيدرات التي تدخل الجسم على شكل مختلف السكر (الاحادية السكرية والقليلة السكرية أو من دونها) وهي مركبات الجلوكوز والفركتوز والغلاكتوز وهي مهمة للأيض (الاستقلاب - التمثيل الغذائي - المؤلف). كافة الكربوهيدرات الممتصة بشدة تبلغ ١ غ / د. تقريبا خلال ٧٠ - ٩٠ دقيقة بعد بدء الجهد.

يجب معرفته أنه، بغض النظر عن نظام استهلاك المشروبات وتكثف الكربوهيدرات فيها خلال الساعة الأولى من الجهد، لا يمكن أن تتأكسد فيها أكثر من ٢٠ جرام من الكربوهيدرات المستخدمة في الوقت الذي ترتفع فيها بحدده شدة أكسدتها في أثناء جهد لاحق وقد تصل إلى ٦٠ غ / ساعة. عدا ذلك شرب المشروبات بكربوهيدرات مرتفعه الكثافة خلال الدقائق ٦٠ - ٩٠ الأولى، تؤثر سلبا على أكسدة الدهون وتسرع من صرف الكربوهيدرات وتخفيض تقنين الجهد وتؤدي إلى تعب مبكر (دينيس واخرون ١٩٩٥). إن استهلاك مشروب الكربوهيدرات بعد هذا الوقت يسمح بالفاظ على مستوى امثل لتكثف الجلوكوز في الدم واستخدامها كعنصر غذائي للأكسدة مما يسمح بإطالة الجهد البدني دون تخفيض تكثف الجليكوجين في العضلات.

وعموما يجب الإشارة إلى انه في الأدبيات الرياضية رغم عدم تشابه معين في آراء الخبراء. وردت تعليمات متعددة الجوانب إلى حد كاف ومبررة حول أهم المسائل المتعلقة بتجديد احتياطات السوائل والكربوهيدرات والشوارد في أثناء التدريب والمسابقات في ظروف الحرارة العادية وفي ظروف الحر الشديد أيضاً. وتساعد زيادة الاستقرار أمام الحر الشديد أيضاً على تنظيم عقلائي للتغذية.

إلى جانب استهلاك مناسب للسوائل والشوارد في الطعام. يجب تخفيض كمية البروتينات لأن حرقها مرتبط بتكون كمية من الحرارة بالمقارنة مع حرق المواد الأخرى، ورفع تقبل الحرارة يساعد على استهلاك إضافي لحمض الاسكوربيك (فيتامين ج - المؤلف) بكمية ٢٥٠ - ٥٠٠ ملغ.



أثناء دراسة مسألة التكيف مع ظروف الحرارة العالية تجب الإشارة إلى ان التمارين في ظروف طبيعية مع همولات تؤدي إلى تشكل كمية كبيرة من الحرارة الايضيه وإلى زيادة التعرق، تساعد على تحسين إليه التعرق وارتفاع حجم البلازما وتراكم أقل للحراره قبل بدء الجهد في ظروف الحرارة العالية والحفاظ على حرارة أدنى في أثناء تأدية الجهد.

إن النظام الأكثر فعالية للتدريب في ظروف طبيعية هو جهد هوائي طويل بنظام مسافة ونظام الفواصل على مستوى العتبة اللاهوائية.

وتساهم في التكيف مع ظروف الحرارة العالية، الحمامات الهوائية الجافه والبخارية. إن الأشخاص الذين يستخدمون كثيرًا الحمامات يتميزون بقدره عالية على التعرق واستجابات مقننه أكثر للحرارة العالية من جانب القلب والأوعية. وتشكل أقل للحراره. وإن نظام شرب صحيح في أثناء استخدام الحمامات يساعد على تحسين عملية صرف السوائل المستهلكة.

وخلال استخدام الحمامات بهدف تأقلم مسبق مع ظروف الحرارة العالية لا يجب لفت الانتباه فقط إلى حرارة الجو، بل إلى رطوبته أيضاً. في حالة ترقب الانتقال إلى منطقة بمناخ حار وجاف، يجب أن يتم التكيف التمهيدي عن طريق استخدام حمامات هوائية جافه. وإذا كانت التدريبات والمسابقات ستقام في مناخ حار ورطب فيجب أن يجري التكيف في حمامات بخارية. لكن استخدام عادي للحمامات يعتبر فقط إضافة إلى التدريب الخاص وهو لا يساهم في الوصول إلى مستوى تكيف لازم.

إذا كانت المسابقات مبرمجه في ظروف الحرارة العالية بالإمكان التخفيف من تأثيرها السلبي على جسم الرياضي إلى حد كبير بالتدريب في ظروف الحرارة العالية الاصطناعيه. غرف مناخية خاصة وصلات رياضية منظمة مناخيا مزودة بأجهزة رياضية حسب الاختصاصات تسمح بتأمين تشكل تكيف الرياضي التمهيدي مع ظروف الحرارة العالية خلال الأسبوعين الختامين قبل الانتقال إلى منطقة الحرارة العالية قد تكون كافية لتخفيض كبير لتأثير الحرارة العالية على جسم الرياضي.

ورد في برنامج الوحدات التدريبية الذى طولها ساعتين. يقتضي برنامج الوحدات نظام تعاقب جهد على مستوى العتبة اللاهوائية وإقامة سلبيه في ظروف الحرارة العالية



والتوسطة. وإن حجم الجهد العام في أثناء حرارة ٤٠ درجة، يكون ٥٠ دقيقة (٤ جرعات - ٣٠ دقيقة - وجرعه ٢٠ دقيقة) وإقامة في حرارة ٢٠ درجة لمدة ٣٠ دقيقة.

ومهم جدا اختيار طابع التمرين بحيث يشارك في الجهد قسم كبير من الجهاز العضلي. وقد تكون فعالة بالأخص حمولات على أجهزة تدرج دراجات وعدو على جهاز المشي وتمارين قوة على أجهزة بأثقال متوسطة.

حتى وإن لم توجد ظروف خاصة للإعداد في ظروف الحرارة العالية يجب إقامة جزء من الوحدات التدريبية الأساسية في الأوقات الحارة من اليوم.

وللوقاية من إصابات الحرارة في أثناء المسابقات وخلال إعداد الرياضيين، أيضاً قد تستخدم مقترحات المدرسه الأمريكيه للطب الرياضي للرياضيين والمدربين والاطباء ومنظمي المسابقات في العدو لمسافات طويلة:

١- يجب أن يترأس فريق الخدمة الطبيه لمثل هذه المسابقات طبيب ذو خبره ومعرفه في مجال تأثير حمولات التدريب على الجسم والوقاية ومعالجة إصابات الحر الشديد. رئيس الخدمة الطبيه من واجبه تنفيذ نشاطه وخاصة الوقائي بتعاون وثيق مع منظمي المسابقه والحكام والمدربين.

ومن واجب رئيس الخدمة الطبيه تأمين اتفاق مع أقرب مشفى لتقديم إسعاف عاجل للمصابين بإصابات الحرارة. وعلى الطاقم الطبي الذي يخدم المسابقه أن يمتلك حق تقييم واستبعاد الرياضي من السباق في حالات اشتباه الإنهيار أو في حال كون الرياضي غير قادر نفسياً وبدنياً على توجيه أفعاله (تصرفاته)

ويجب أن يكون تحت تصرف الطاقم الطبي المهني بشكل خاص لتقديم العون في حالات الإصابات الحرارية وسائل ضرورية: سياره إسعاف أجهزة إنعاش وأكياس ثلج ومكيف تبريد الخ.....

٢- لا يجوز إقامة السباق في الأيام الحارة جدا من الشهور أو من السنة. وتعتبر خطوة أيام الربيع الحاره من الموسم خطيرة أيضاً لأن المشاركين في السباق لم يتأقلموا بعد مع الحرارة العالية. ونظرا للتقلبات الكبيرة في الظروف الجوية حسب المناطق، في أثناء



برمجة المسابقات يجب استخدام بيانات حول الظروف الجوية المناخية لتجنب إقامة المسابقات حين يكون هناك أضرار لتحمل مستوى عالٍ من الحمل الحراري.

توقع مقادير الحمل الحراري في يوم السباق يتم بشكل أدق عن طريق ميزان الحرارة الرطب (الرطوبة النسبية) إذا كانت الحرارة بهذا الميزان أعلى من ٢٨ درجة يجب تبديل موعد السباق. وإذا كانت الحرارة قريبه من ٢٨ درجة، يجب تنبيه المشاركين حول ازدياد خطر الإصابة الحرارية.

٣- في أثناء إقامة المسابقات في أيام الصيف يجب برمجة السباق في ساعات الصباح الأولى (يفضل قبل الساعة ٨) او ليلا (بعد الساعة ١٨) لتخفيض تأثير الاشعاع الشمسي إلى الحد الأدنى. وفي أثناء إقامة المسابقات في ظروف الحرارة العالية يجب تأمين كمية مياه كافية للمشاركين وتعيين نقاط للمياه خاصه لكل ٢ - كم. في كل نقطه يقترح استهلاك ١٠٠ - ٢٠٠ مل من السوائل.

على الحكام معرفه علامات ترقب انهيار الرياضي بشكل جيد وعليهم إيقاف الرياضي الذي يعاني من صعوبات جديه وتقديم الإسعاف الأولى له.

٤- ومهم أيضاً للوقايه من إصابات الحرارة العالية تعليم المشاركين بالسباق إذ عليهم معرفة أن الإصابات الحرارية تتعرض لها بالدرجة الأولى تلك المجموعة من الأشخاص: غير المتأقلمين بشكل كاف مع ظروف الحرارة العالية وأوزانهم كبيرة وقد أصيب متدربون بشكل سئ سابقا بإصابات حرارية أو يشاركون وهم في حاله مرض. والأطفال معرضون بشكل أكبر من الكبار للإصابات الحرارية.

في أثناء الإعداد المشاركه في المسابقات المقامة في ظروف الحرارة العالية من الضروري التقيد بما يلي:

- الإعداد العقلاني والحالة الجيده قبل السباقات تعتبر عامل مهم للوقاية من الاصابات الحرارية.
- التدريب التمهيدي في المناخ الحار يؤمن تأقلم حراري مما يخفض من خطر الاصابة الحرارية.

- استهلاك السوائل قبل وفي أثناء السباق يرفع بحدة من احتمال خطر الإصابة.
- الأعراض الأولى للإصابات الحرارية هي: تعرق مفرط أو توقفه، صداع الرأس والدوخان والحمول والإقياء واختلال التوازن واختلال في الوعي تدريجياً.
- اختيار سرعة عقلانية لاجتياز المسافة وخطة وتكتيك فعال يلعبان دوراً كبيراً في الوقاية من الإصابات الحرارية.

- يفضل العدو بجانب زميل ليكون هناك مجال عند الضرورة تقديم المساعدة المتبادلة.
- من الطبيعي جداً أن هذه المقترحات قد تكون إلى حد كبير معقدة على رياضات الدراجات وكره القدم والتنس وغيرها من الألعاب الرياضية التي تحتاج إلى تكيف مع ظروف الحر الشديد والوقاية من الإصابات الحرارية.

ومن المهم جداً معرفة أنواع وعلامات الإصابات الحرارية الأساسية والإجراءات الأولية الواجب اتباعها مع المصابين أيضاً. في أثناء رجفان العضلات يجب نقل الرياضي إلى مكان أكثر برودة وتعويض مخزون السوائل في جسمه. في حالات ارتفاع الحرارة المفرط المرتبط بضعف حاد للنشاط القلبي يجب تأمين راحة للمصاب في ظروف الحرارة المتدنية، ولتجنب الصدمة يجب أن ترفع قدم الرياضي أعلى من مستوى الرأس، وضروري تناول محلول مملح. إذا فقد الرياضي الوعي يجب أن يعطي المحلول بحقنه. والتباطؤ في هذه الإجراءات قد يؤدي إلى تحول فرط الارتفاع الحراري إلى ضربه شمس. وفي أثناء ضربة الشمس من الضروري اتخاذ الإجراءات السريعة التالية:

تبريد المصاب بسرعة بحمام بمياه بارده أو لفه بشرشف مبلل ومناشف. وإذا لم يتم اتخاذ هذه الإجراءات قد يتحول إلى ضربة شمس وتؤدي إلى غيبوبة وإلى الموت السريع.

إن إعداد الرياضي لنشاط تدريبي وتنافسي فعال في ظروف الحرارة المتدنية (البرد الشديد) يعتبر مسأله أقل صعوبة بالمقارنة مع الإعداد في ظروف الحر الشديد.

لكن هذا لا يعني غياب مقترحات خاصة تعتبر الأساسية منها المقترحات التالية:

- اتباع خيارات إحماء فعالة.



• استخدام ثياب تمنع فقدان الحرارة ومعهها لا تساهم في تراكم الرطوبة.

• برمجة عقلانية لجهد مختلف الشدة والمدته يمنع التشنج.

• مراقبة الحرارة الداخلية وحرارة الجلد واستجابات نظام القلب والاعوية.

في أثناء تناسب شدة ومدة الجهد مع خصائص الثياب والظروف المناخية بالإمكان بلوغ مستوى عالٍ لقدرة الرياضيين على العمل في أثناء التدريب والتنفس في ظروف الحرارة. وأثناء الصقيع والرياح الشديدة يجب استخدام ثياب تمنع فقدان الدفء. وفي ظروف الحرارة المتدنية (ولكن ليس الصقيع) ودون رياح فبالعكس يجب ارتداء ثياب خفيفة وذلك لأن الظروف المسهلة للإشعاع تساهم في إظهار التحمل.

ومن الضروري أيضاً التذكر بأن احتمال انخفاض حرارة الجسم والإصابات الحرارية يرتفع في أثناء التدريب والتنفس في ظروف المرتفعات الجبلية بسبب تدني الحرارة وازدياد الرياح. وفي أثناء الارتفاع إلى علو ١٥٠ م عن مستوى البحر

تنخفض الحرارة درجة واحدة. وبهذه الصورة تكون الحرارة على علو ٢٠٠٠ م عن سطح البحر ١٣ - ١٤ درجة أقل مما هو في السهل.

في أثناء إقامة المسابقات أيام المطر والبرد والرياح على الطاقم الطير والخدمي ان يمتلك بطانيات ومشروبات للوقاية وعلاج انخفاض حرارة الجسم.

التدريب والمسابقات في مختلف الظروف المناخية

تتعلق فعالية النشاط التدريبي والتنافسي للرياضيين إلى درجة معينة بتبدلات الطقس. التقلصات الحادة للطقس قادرة على التأثير السلبي على قدرة الرياضي لبذل الجهد وتحمله للتدريبات والاستجابات الاستشفائية والتكيفية والمزاج والحالة الصحية من بين العناصر الكثيرة المحددة للظروف المناخية وهناك عوامل تؤثر مباشرة على جسم الرياضي. منها بالدرجة الأولى حرارة ورطوبة الجو والضغط الجوي والأمواج الكهرطيسية والنشاط الشمسي. والتبدل الحاد غير الدوري لهذه العوامل يخل بالايقاع اليومي العادي للوظائف الحركية والارادية ويؤدي إلى ردود أفعال سلبية من جهة وظائف الجهاز العصبي المركزي والدورة الدموية والتنفس الخ....



وفي الوقت ذاته يعتبر الطقس المستقر من كل جوانبه مريحا للإعداد الفعّال والنشاط التنافسي.

هناك مختلف الوسائل التي قد تخفف من التأثير السلبي للظروف المناخية. منها اختيار مكان التدريب والمسابقات والفورما الرياضي ومحتوى الإحماء وتوجه الوحدات التدريبية واختيار التمارين ونظام الجهد والراحة والتغذية ونظام الشرب واستخدام وسائل الاستشفاء وغيرها الكثير.

وبهذه الصورة، يمكن الأخذ في الحسبان معلومات عن حالة الطقس الحقيقية وبيانات الأرصاد الجوية أيضاً، تسمح إلى حد كبير برفع جودة إعداد الرياضيين وإقامة المسابقات في ألعاب رياضية كثيرة ويساعد بشكل فعال في حل المهام التدريبية والتنافسية. إن برمجة عملية إعداد الرياضيين والمشاركة في المسابقات مع الأخذ بعين الاعتبار الظروف الجوية، يعتبر عاملاً مهماً لتأمين قدرة عالية على العمل لدى الرياضيين ونشاط فعال لمختلف أنظمة الجسم الوظيفية.

وهنا إلى جانب المعلومات حول أحوال الطقس الحقيقيه من المفيد استخدام بيانات توقعات الأرصاد الجوية قصيرة الأمد التي تتحقق بنسبة ٨٠ - ٩٠٪ ومتوسطة الأمد بنسبة ٧٠-٧٥٪ وطويلة الأمد بنسبة ٦٠-٦٥٪.

(الجدول ٢٧) استخدام نوعية المعلومات عن ظروف الطقس أثناء عملية التدريب والمسابقات (خاوستوف ١٩٨٧)

نوعيه المعلومات	استخدام المعلومات
معلومات عن حاله الطقس الحقيقية	بهدف تبديل مدة وطابع الاحماء، تصحيح مقادير وتوجهات الحمولات، تدقيق تكنيك وتكتيك النزال التنافسي، وفي أثناء تقييم نتائج المسابقات وغيرها أيضاً...
توقعات قصيره الامد (في حدود يومين) توقعات ومعلومات عن الظواهر الطارئة (امطار غريزة، رياح، حرارة متدنيه وغيرها)	أثناء اختيار وإعداد الاجهزة الرياضية، إعداد مكان المسابقة مراعاة اجراءات الأمان في أثناء التدريب والمسابقات.
توقعات متوسطة الامد (٣-٥ أيام) وطويلة الامد (شهر وأكثر)	في أثناء اختيار مكان الإعداد والمسابقات، برمجة قترات ومراحل الإعداد والدورات الطويلة.



وفي أثناء حالة الطقس الحار بالإمكان تقليص الإحماء وتخفيض شدتها قليلاً. وفي أثناء رياح شديدة يتطلب تصحيحاً كبيراً للتكنيك والتكتيك للنشاط التدريبي والتنافسي في ألعاب رياضية متعلقة بالطقس كالقوارب الشراعية وتزحلق الجبال والدراجات والتجديف وكره القدم وغيرها.

وفي أثناء الحرارة المتدنية تغيير برامج الوحدات التدريبية وقد يتطلب تبديل برامج المسابقات. وفي أثناء الأمطار تتأجل سباقات الدراجات إذا كانت صاله التريك مفتوحة ومباريات التنس أيضاً.

إن فعالية جهد مختلف الأنظمة الوظيفية في أثناء عملية النشاط التدريبي والتنافسي متعلقة بدرجة كبيرة بالأحوال الجوية أيضاً. على سبيل المثال تحسين ظروف التزلج وانخفاض الرياح يؤدي ليس فقط إلى سرعة الحركة بل ويخفض من صرف الطاقة.

وتحدد الاحوال الجوية إلى درجة كبيرة من مقادير الحمل الحراري على جسم الرياضي. على سبيل المثال حتى الغيوم الجزئية والرياح الضعيفة تخفف كثيراً من الحمل الحراري بالمقارنة مع حالات حينما تكون الوحدات التدريبية والتنافسية مقامة على نفس درجة الحرارة ولكن بدون رياح أو غيوم.

الحمولات التدريبية والتنافسية العالية التي يتحملها الرياضي في ظروف درجات الحرارة المرتفعة والمنخفضة

إن الحمولات التدريبية والتنافسية العالية التي يتحملها الرياضي في ظروف تقلبات حرارة الجو. جعلت مساله تكيف الجسم في أثناء جهد في مختلف درجات الحرارة من أهم المسائل في معظم الألعاب الرياضيه. وبالدرجة الأولى تلك الألعاب التي تتطلب جهداً طويلاً من التحمل – عدو مسافات طويلة ودراجات وثريلاتلون والتزحلق والسباحة لمسافات طويلة وغيرها، مما تتطلب معلومات دقيقه عن تأثير الحرارة العالية والبرد على جسم الرياضي وخاصة خلال ظروف الحمولات التدريبية والتنافسية بالإضافة إلى آليات وطرق تأمين تكيف فردي مع الحرارة العالية والمنخفضة. ومن المعروف ان ٦٠ إلى ٨٠٪ من الطاقه التي يولدها جسم الإنسان تصرف على شكل حرارة في الوسط الخارجي وتتحول فقط ٢٠ – ٤٠٪ إلى جهد مفيد.



وفي أجواء الظروف الطبيعية، لا يشكل الحفاظ على الاستقرار الحراري مشكلة لجسم الإنسان:

فالحرارة المفرطة المشكلة على حساب الأيض نتيجة التوصيل وحمل الحرارة (٢٠-٣٠٪) والاشعاع (٥٠-٦٠٪) والتبخر (التعرق) (٢٠-٢٥٪) وفي أثناء توصيل تنتقل عن طريق الاتصال الجزئي للانسجة الأكثر حرارة من الأقل حرارة، وأثناء الحمل الحراري نتيجة اتصال الجلد بالهواء المحيط بالجسم أو الماء وعند الاشعاع - عن طريق نقل الحرارة الزائدة على شكل أشعة تحت الحمراء وأثناء التعرق (التبخر) تفرز الحرارة أثناء تبخر العرق. وفي حال تنفيذ جهد شديد وخاصة في ظروف المناخ الشمسي الحار، الآلية الأساسية لفرز الحرارة تعتبر التبخر. على سبيل المثال، في أثناء جهد طويل وشدة على مستوى العتبة اللاهوائية يبلغ فقدان الحرارة على حساب التبخر ٨٠٪ تقريبا وفي أثناء التوصيل والحمل الحراري ١٥٪).

إن حرارة الجو المثالية لحياه الإنسان المناسبة في ظروف التبادل الغذائي تتراوح بين ١٨ - ٢٢ درجة، وإن النشاط البدني الشديد مرتبط بانخفاض الحرارة المثالية. وبالأخص في أثناء معدل ضربات القلب ١٤٠ - ١٥٠ دقيقة. ينفذ الجهد بنجاح أكبر في أثناء حرارة الجو ١٦-١٧ درجة. وزيادة معدل نبضات القلب إلى حد ١٧٠-١٨٠ بالدقيقة متعلقة بانزياح (تحول) المنطقة المريحة إلى حدود ١٣-١٤ درجة مئوية.

إن تغيرات حرارة الوسط الخارجي بالنسبة للمستوي المثالي، تؤدي إلى إزالة الفروق الفعالية فيزيواوجيا بين حرارة الجسم الداخلي والخارجية مما يتطلب من جسم الرياضي ردود أفعال مناسبة موجهة للحفاظ على الاتزان الحراري.

كما أن المعلومات عن تغيرات الحرارة الخارجية تصل إلى الجسم بصورة اساسية من خلال مستقبلات الجلد. وإن مستقبلات البرودة متموضعه على عمق ١٧.. ملم والحراره - على عمق ٣٠.. ملم.

إن عدد مرات التنبيهات (الاشارات) للمستقبلات الفرديه يتراوح في نطاق ٢-٥ إشارات في الثانية. وإن مركز التنظيم الحراري حيث ترد الاشارات من المستقبلات، يتواجد في الوطاء (هيبوثالامس - تحت المهاد - وهو حلقة الوصل بين الجهاز العصبي



الذاتي والجهاز الإفرازي من خلال الغدة النخامية ويؤدي وظائف حيوية تضبط عمليات الأيض وبعض الأفعال اللاارادية وإنتاج وافراز الهرمونات المحررة والخ.... - المؤلف) كما إن إثارة القسم الأمامي للهيپوثالامس ينشط عملية فرز الحرارة والقسم الخلفي على توليد الحرارة.

وعند تبدل ملحوظ للحرارة الخارجية توصل المستقبلات المعلومات إلى مركز الضبط الحراري الذي يشرك في الشغل آليات الضبط الحراري. وخلال ارتفاع الحرارة الخارجية يتكيف توليد حرارة الجسم. وتعتبر الآليات المذكورة فعالة إلى درجة عالية وتسمح بتأمين حرارة داخلية مستقره جدا (عادة التقلبات الوسطية اليومية تبلغ بضعة درجات جزئية) بالرغم من تبدل حرارة الوسط الخارجي.

وإذا كان التفاعل المتبادل للجسم مع الوسط الخارجي يجري بشكل يصل إلى توازن ضبط الحرارة، يبدي الرياضي قدرة عالية على العمل وتحمل جيد للحمولات. وأن الإخلال بهذا التوازن باتجاه تراكم مفرط للحرارة وباتجاه فقدانها المفرط أيضًا يؤدي فقط إلى انخفاض القدرة على العمل ومستوى اظهار الصفات الحركية واختلال للبنية العنقريه للأفعال الحركية وإلى غير ذلك بل يؤدي إلى خطر إصابات فرط الحرارة وانخفاض الحرارة. إن إصابات فرط الحرارة عادة تصيب العدائين من المسافات الطويلة والماراثون ودراجات الطرق، وانخفاض الحرارة - التزحلق وسباحي الماراثون ودراجات الطرق الذين يشاركون في ظروف المناخ الرطب والبارد. وإصابات فرط الحرارة قد تتميز بطابع معين:

١- تشنج العضلات

٢- تحميل مفرط للحرارة

٣- ضربه الشمس.

أقلها خطرا تشنج العضلات ويتميز بتشنج العضلات.

الهيكليته عادة والتي تحمل الأكبر في أثناء تنفيذ الجهد، ومرتبطة على الاغلب بفقدان العناصر الغذائية والجفاف في الجسم.



وفي أثناء تحميل مفرط للحراره قد يلاحظ تقيؤ ودوخان وصعوبة في التنفس وارتفاع حاد في ضربات النبض وانخفاض الضغط نتيجة انخفاض شديد لفعالية القلب والأوعية بسبب جفاف الجسم وفقدان العناصر الغذائية.

وتعتبر ضربة الحرارة إصابة فرط الحرارة خطيرة على حياة الإنسان، وتتميز بفقدان جزئي أو كلي للوعي وارتفاع النبض وتنفس مكثف سطحي وارتفاع الضغط وارتفاع الحرارة الداخلية للجسم إلى أعلى من ٤٠ درجة وسخونه وجفاف الجلد.

وإذا لم يتم الإسعاف السريع قد يؤدي إلى الموت. وضربة الحرارة تعتبر نتيجة لاختلال ضبط حرارة الجسم.

وهنا يجب الأخذ في الحسبان أن الرياضيين المدربين والكيفيين جيدا على التمارين والمسابقات في ظروف الحرارة قادرون على تحمل الارتفاع الملحوظ للحراره الداخلية التي قد تبلغ ٥, ٤٠ - ٤١ درجة وفي الوقت الذي تكون فيه الحدود المسموحه التي ترتفع بعدها بحده احتمالات ضربة الشمس هي درجة الحرارة ٣٩-٤٠.

وفي أثناء دراسة مساله ضبط الحرارة والتكيف مع تأثير الحرارة العاليه والمتدنيه. عادة تؤخذ حرارة الجسم الطبيعيه كمقياس لكن الحرارة الفيزيولوجية لمختلف الأنسجة وأعضاء جسم الإنسان تتقلب في نطاقات واسعة.

على سبيل المثال أثناء حرارة الغرفه المثاليه (٢١ درجة) تكون درجة حرارة سطح الجسم وسطيا ٣٣ درجة. وحراره سطح الأطراف أقل بكثير من الحرارة الوسطيه لسطح الجسم.

وقد أشار إلى ذلك العالم " بافلوف " إذ كتب: " يحق لنا أن نقسم أعضاء الحيوانات ذات الدم الحار إلى مجموعتين: أعضاء بحراره عاليه دائمة وأعضاء بحراره متغيره والتي تنخفض احيانا إلى أقل من مستوى الحرارة الداخليه بكثير.

ولا يمكن أن تكون هناك فروق فيزيولوجية بين أنسجة السطوح الداخليه بتقلبات حراريه يومية بدرجة واحده وأنسجة وأعضاء الجلد التي تتقلب حرارتها دون ضرر في



نطاق ١٠ - ٢٠ درجة وأكثر. وبالتالي فالحيوانات ذات الدم الحار يمكن تصورها على أنها مؤلفه من نصفين:

نصف ذات دم حار بالطبع ونصف ذات دم بارد. ولذلك فعلينا التوقع بأن ظروف عيش أخرى لهذين النصفين ستختلف أيضاً عن بعضها البعض".

وتلاحظ الفروق أيضاً في حرارة الأنسجة العميقة والكبد والكليتين والقلب والدماغ وبقية الأعضاء على سبيل المثال حرارة الكبد أعلى ب ١ - ٢ درجة تقريباً من الحرارة الشرجية. لكن هذه التقلبات غير كبيرة نسبياً والحرارة هنا بصورة واحدة دائمة نسبياً.

وهذا يبرر التقسيم التخطيطي لجسم الإنسان إلى "نواة" ذات حرارة دائمة ومنتظمة بصرامه، و "قشرة" الأنسجة المحيطية لجسم الإنسان التي قد تتقلب حرارتها في نطاقات واسعة حسب حرارة البيئة الخارجية ودرجة الوقاية من التبادل الحراري وخصائص النشاط.

وبهذه الصورة فإن مصطلح "حرارة الجسم" لا يمكن أن يستخدم دون الإشارة إلى ذلك القسم من الجسم الذي تم قياس حرارته.



الإيقاع الحيوي للرياضيين

- التغيرات اليومية لحالة جسم رياضي
- التدريب والمسابقات في مختلف أوقات اليوم
- فقدان تزامن الإيقاع الحيوي لجسم الرياضي بعد رحلة طويلة
- الإيقاع الحيوي للرياضيين بعد الرحلات الطويلة

الإيقاع الحيوي للرياضيين

يعتبر الإيقاع الحيوي (اليومي) ميزة طبيعية للكائنات الحية من ضمنها الإنسان. وسبب هذا الإيقاع بالدرجة الأولى هو الدورات الضوئية والحرارية للوسط المحيط ومتعلق بدوران الأرض يوميا حول محورها ويتبدى ذلك في مختلف عمليات النظام الحيوي.

أصبحت تدرس مسألة الإيقاع الحيوي في مجال رياضة الأرقام القياسية بجدية فقط في السنوات العشر الأخيرة نظرا لضرورة النشاط التدريبي والتنافسي في مختلف أوقات اليوم ابتداءً من الساعة ٦ صباحا وانتهاء بساعات الليل المتأخرة.

ويعود ذلك إلى إجراء عدة وحدات تدريبية (٢-٤) خلال اليوم التدريبي والتي قد ترمج في ساعات الصباح الأولى والساعات الأخيرة من الليل. إن برمجة المسابقات الرئيسية في دول ذات الحرارة العالية أجبرت المنظمين على إقامتها في الصباح الباكر والليل المتأخر.

وتفاقت مسألة اختلال الإيقاع الحيوي لجسم الرياضي بسبب توسع تقويم المسابقات الدولية الكبرى وإقامتها في مختلف مناطق العالم. واضطر أقوى الرياضيين في أغلب الأحيان من أجل المشاركة في المسابقات الضخمة الانتقال من قاره إلى أخرى أو إلى الشرق أو إلى الغرب في فروق كبيرة للمناطق الزمنية مما أثر على قدراتهم الوظيفية ومستوى نتائجهم.

التغيرات اليومية لحالة جسم الرياضي

تبدى الوظائف الأساسية للجسم إيقاع حيوي وهذا يخص حرارة الجسم والنشاط الهرموني ونشاط القلب والأوعية والقدرة على العمل وإلى غير ذلك. ومع أن الإيقاع العادي لنشاط مختلف الوظائف يزيد عن ٢٤ ساعة. إلا أن التزامن الخارجي - تعاقب النهار والليل ونظام الحياة العام والنشاط الحركي والتغذية والخ، يشكل إيقاع يومي مستقر للوظائف الحيوية.

إن محتوى العناصر البيولوجية النشطة في الوسط الداخلي لجسم الإنسان يتصاعد وينخفض حسب أوقات النهار والليل وتتغير بشكل ملحوظ قدرة الرياضي على إظهار



مختلف الصفات البدنية والنفسية. ويلاحظ المستوى الأعلى لقدرات الجسم الوظيفية في المرحلة من الساعة ١٠ حتى ١٣ ومن ثم بعد انخفاض قليل من الساعة ١٦ ولغاية ١٩. ويلاحظ النشاط الأدنى للوظائف الحيوية ليلا من الساعة ٢ ولغاية ٤ (هولمان، هيتينجر ١٩٨٠).

حيث قد تكون التقلبات كبيرة جدا. على سبيل المثال معدل نبض القلب في حالة السكون قد يبلغ ٢٠ - ٣٠٪ واستهلاك أقصى للأكسجين ٤-٧٪ والقيمة الاوكسجينية للجهد ٥-١٠٪ وتكثف أقصى للاكتات في أثناء حمل مطلق ٢١٪ والقدرة على العمل إلى حد ٢٠٪.

وقد يكتسب الإيقاع لدى الرياضيين طابعا خاصا بسبب وقت إقامة التمارين. على سبيل المثال، لدى الأشخاص غير الممارسين للرياضة قد تكون قدرات القوة والتحمل أعلى في أثناء تنفيذ جهد بطابع متنوع والمرونة والقدرات التوافقية، في الصباح الباكر ٥-١٠٪ أو أدنى مما هو عليه في الساعة ١١ حتى ١٣ أو من الساعة ١٦ إلى ١٩ لدى الرياضيين الذين اعتادوا على التدريب في الصباح الباكر، وهذه الفروق تكون غير كبيرة، والأكثر من ذلك قد يؤدي تمرين منتظم طويل في الساعات المبكرة إلى أن تكون المؤشرات المسجلة في الساعة ٧-٨ صباحا أعلى مما هي عليها في الساعة ١١-١٢ أو ١٦-١٨

التدريب والمسابقات في مختلف أوقات اليوم

إن تعلم عناصر تكنيكية تكتيكية جديدة يجري بنجاح أكبر في النصف الأول من اليوم من الساعة ١٠ ولغاية ١٢.

وفي هذا الوقت بالذات يلاحظ مستوى أقصى للقدرات التعليمية لدى الرياضي. وتلاحظ قمة المزاج والحالة الصحية والقدرات الذهنية.

ويربط الخبراء ذروة المؤشرات النفسية بمستوي الكارتيزول والكاتيكولامين الأقصى الملاحظ في النصف الأول من اليوم (الكورتيزول هو هرمون تفرزه قشرة الغدة الكظرية استجابة للاجهاد وظيفته رفع مستوى الجلوكوز في الدم من خلال تخليقه بالإضافة إلى وظائف علاجية أخرى). (والكاتيكولامين هي هرمونات الهروب والقتال. أشهرها

الادرينالين ونورايبينفرين والدوبامين. تفرزها الكظرية كرد فعل على التوتر والضغط وهو جزء من الجهاز العصبي الودي.

ويكون العمل على تطوير قدرات السرعة المميزة بالقوة وحركية المفاصل ناجحًا بشكل أكبر إذا تم ذلك في الساعات بين ١٦-١٨. ويلاحظ في هذا الوقت بالذات أعلى مستوى لهذه الصفات الحركية.

أما العمل على التحمل فيفضل برمجته قريبا من المساء من الساعة ١٦ ولغاية ١٩. ويلاحظ في هذا الوقت مقادير قصوى لاستهلاك الأكسجين والتهوية الرئوية وحجم الدم الانقباضي والقذف القلبي وغيرها. في هذا الوقت أيضاً يتغلب الرياضيون أيضاً بشكل أسهل على أحاسيس التعب وتجري لديهم بشدة العمليات الاستشفائية.

وتشهد الأبحاث حول قدرة العمل الرياضية المنفذه في ظروف طبيعيه، على ان أعلى المؤشرات تلاحظ عادة في ساعات المساء. وعند ذلك، حتى في ساعات المساء المتأخره (الساعة ٢٢) يبدي أغلب الرياضيين قدرة عالية على العمل أكثر بالمقارنة مع الصباح الباكر. ويجب الإشارة هنا إلى أن المؤشرات العالية للقدرة على العمل مرتبطة كثيرا بتشكيل استجابات التكيف الطويل الأمد ردا على ما جرت العادة عليه من إقامة الوحدات التدريبية والتنافسية في ساعات المساء.

ويعود الأمر إلى ان قدرة عمل الرياضي الخاصه تكون في أعلى درجاتها في الأوقات التي اعتادوا فيها على التدريب والتنافس.

فالرياضيون الذين تدربوا خلال وقت طويل في الصباح الباكر كانت مؤشرات قدرة عملهم في قمتها في الساعات الصباحية.

إلى جانب هذا المؤشرات قدرة العمل الصباحية المسجلة تفوقت بكافة مقاساتها عن المؤشرات اليومية والمسابية بالرغم من أنه من وجهه نظر الإيقاع اليومي لتقلبات الوظائف الفيزيولوجية لا تعتبر الساعات الصباحية فترة مثالية.



أن الرياضيين الذين تدربوا بالعادة في أوقات النهار يبدون قدرة أعلى على العمل في ساعات النهار وإلى حد ما أقل في ساعات المساء ولوحظت لديهم مقادير متدنية أكثر للقدرة على العمل في ساعات الصباح.

والرياضيون الذين تدربوا في المساء يظهرون قدرات عالية على العمل في هذا الوقت أيضاً وتكون قدراتهم في ساعات الصباح والنهار أقل والرياضيون الذين يتدربون مرتين باليوم، صباحاً وفي نهاية اليوم، يظهرون أعلى القدرات على العمل في الوحدات المسائية، والمؤشرات الصباحية بالرغم من تدينها عن المسائية إلا أنها أعلى من النهار بكثير.

إن التقلبات اليومية الطبيعية للوظائف الذاتية تترك أثرها على مقادير تقلبات مؤشرات قدرات العمل الخاصة. حين يتطابق وقت الوحدات التدريبية مع الذروة الفيزيولوجية لنشاط الجسم يصبح مستوى القدرة على العمل إلى حد ما أعلى بالمقارنة مع ما يلاحظ في أثناء إقامة الوحدات في الأوقات غير المحبذة من وجهه نظر النشاط الفيزيولوجي.

إن زمن إقامة الوحدات خلال اليوم برمجته حسب ظروف الوحدات التدريبية ودراسة وعمل الرياضيين. لكن يجب مراعاة ابقاء موعد التمارين قدر الامكان مستقراً لأن إعادة ضبط نظام التدريب يرافقه فقدان القدرة على العمل لدى الرياضيين وإضعاف العمليات الاستشفائية. بعد الحمولات الذي تؤثر حتماً على جودة العملية التدريبية. ووقت الوحدات، بالإمكان ويجب تغييره، فقط قبل المسابقات الرئيسية التي ستقام في ساعات تختلف عن الموعد المعتاد للوحدات او في منطقة زمنية مختلفة.

ان تبديل وقت إقامة الوحدات يؤدي إلى تغير أكيد لإيقاع القدرة على العمل. إن أكثر الوحدات تؤدي إلى تغير أكيد لإيقاع القدرة على العمل. وأكثر القدرات قابلية للتغير هي السرعة المميزة بالقوة: في الأيام ١٠ - ١٥ يظهر الرياضيون أعلى قدرات العمل في الموعد المتغير للوحدات، وتحدث إعادة ضبط الإيقاع اليومي لقدره العمل بمؤشرات التحمل بشكل متأخر إلى حد ما أي في نهاية الأسبوع الثالث.

ويساعد على إعادة ضبط وتزمين الإيقاع اليومي، العلاقات الاجتماعية بين الناس أيضاً. النشاط التدريبي والتنافسي المشترك بمختلف أشكال العلاقات والمشاعر الإيجابية



والسلبية تعتبر وسيلة فعالة لإعادة ضبط وتزمين الإيقاع. وتزامن الإيقاعات مهم بالأخص في الألعاب الجماعية إذا أخذنا في الاعتبار أن الإيقاع اليومي لدى اشخاص ممن لديهم الذروة.

الصباحية والمسائية للنشاط تختلف كثيرا إلى حد ٦٠ - ٩٠ دقيقة بالنسبة لمختلف المؤشرات، كما لا تتطابق في المستويات، ذروة النشاط بين الشخص المنطوي والاجتماعي.

فقدان تزامن الإيقاع الحيوي لجسم الرياضي بعد رحلة طويلة

خلال اجتياز عدة مناطق زمنية (اختلاف بالساعات) يحدث إعادة تنسيق الإيقاع اليومي للوظائف النفسية الفيزيولوجية والقدرة على العمل بساعة مناطقية جديدة. وإعادة التنسيق بالذات بعد الرحلات الطويلة من أماكن الإيقاع الحيوي المعتاد مع التزامن الخارجي، يعتبر السبب الأساسي للتوتر النفسي المؤقت. فبعد الرحلة فورا، لا تنسجم الإيقاعات المعتادة مع تبدلات الليل والنهار في المكان الجديد من الإقامة أي يلاحظ فقدان تزامن خارجي ومن ثم لاحقا، بسبب الأوقات المختلفة لإعادة الضبط ووظائف الجسم، يحدث إعادة تزمينها - أي تزمين داخلي وما يحدث نتيجة ذلك من ظاهرة تتميز بعدم ارتياح عام (مشقه) واختلال النوم وتدني القدرة على العمل في أثناء تنفيذ محاولات بتوجهات مختلفة وانخفاض النتائج الرياضية. وكشفت أبحاث ودراسات عديدة أبحاث " كاسيل (٨٣) أنه في أثناء الانتقال من مكان إلى آخر بفروق ٧ ساعات، تلاحظ فقط في اليوم السادس استجابات تؤكد على تأقلم نسبي للجسم مع الظروف المتغيرة. وهنا تكون أكثرها حيوية مؤشرات النشاط النفسي والقدرة على العمل. فيما يتعلق بإيقاعات العمليات الفيزيولوجية والبدنية الكيميائية التي تجري في الأعضاء والخلايا ونواة بنائها التي تحدد مكونات الدم والسوائل النسيجية فإنها تبقى طويلا على مستواها النموذجي المعتاد وتتغير خلال مرحلة زمنية أكثر طولا.

ولقد توصل إلى نتائج مشابهه خبراء آخرون. إن اختلال الإيقاعات المعتادة نتيجة الانتقال إلى مناطق زمنية تختلف ب ٦ - ٧ ساعات يؤدي إلى إعادة توافق الإيقاع الحيوي بالنسبة للقدرة الحركية والاستجابات الفيزيولوجية والنفسية. ويتطلب التكيف مع الظروف الجديده وقتاً أكثر. وهنا تختلف سرعة تطور استجابات الأكلمة بالنسبة إلى مختلف



المؤشرات وتحددها أيضاً إلى حد كبير خصائص الرياضي الفردية وتتراوح في نطاق ٢ - ١٨ يوماً.

إن وقت النوم والاستيقاظ والنشاط النفسي الحركي والذهني عادة ينتظم خلال ٢ - ٧ أيام، ومن أجل سرعة الاستجابة، تبلغ مده انتهاء التبدلات المرحلية يومين وللحرارة الداخلية ٤ - ٦ أيام ولمعدل نبض القلب ٦ - ٨ أيام واستشفاء القدرة على العمل خلال ٣ - ٥ أيام وتنظم المؤشرات الأخرى خلال ٧ - ١٠ أيام وأكثر.

على سبيل المثال: تنخفض حسب رأي " بانفيلوف (٨٦)" أثناء الانتقال إلى منطقة فرق الساعة ٧ - ٨ ساعات، مؤشرات استهلاك أقصى للأكسجين بحده طوال ٢ - ٣ أيام بعد الوصول ومن ثم الاستشفاء بالتدرج وتصل إلى المقادير الأصلية أو أعلى منها في الأيام ٧ - ١٣ مع انتظام كامل فقط بعد ١٨ - ٢٠ يوم.

ويتطلب وقتاً مختلفاً أيضاً هذا التكيف مع تمارين حركية بمختلف الصعوبة والتوجهات. واستشفاء القدرة على تنفيذ تمارين حركية صعبة، يجري أبطأ بالمقارنة مع التمارين السهلة (كلاين وآخرون ٧٢). وتستشفي قدرات السرعة المميزة بالقوة بصورة أسرع من قدرات تنفيذ جهد طويل يتطلب إظهار التحمل.

لذلك فإن من الطبيعي أن يتأقلم بشكل مختلف مع ظروف الوقت الجديدة الرياضيون المختصون في ألعاب رياضية تتميز بصعوبة توافقية للأفعال الحركية واحتياجات مختلف أنظمة الجسم الوظيفية ، في إحدى الأبحاث التي أجريت مؤخراً (هيل وآخرون ٩٣) تمت دراسة تأثير الانتقال إلى وجهات الشرق والغرب على القدرة على العمل لدى الرياضيين في أثناء تنفيذ جهد بطابع متنوع. وأثبت أن الانتقال إلى أماكن بعيدة لا يؤثر على مستوى قوة كف اليد الثابتة لكن تؤدي إلى انخفاض كبير في القوة السريعة والبطيئة أيضاً في اليوم التالي من الوصول. في الأيام اللاحقة يتم استشفاء القوة إلى وضعها الأصلي أو قد تزيد عن ذلك. فيها يخصص جودة النوم، فبالعكس يعتبر عالية حتى في الليلة الأولى ويعود ذلك إلى التعب وفي الليلة اللاحقة تسوء (السفرات الطويلة تؤدي أيضاً إلى انخفاض كبير في القدرة على العمل أثناء جهد لا لاكتائي لاهوائي خلال اليومين الأولين بعد الوصول).



ويحدث استشفاء القدرة على العمل في الأيام الثالثة والرابعة. وانخفاض القوة والقدرة على العمل وجودة النوم يرافقة تغير القيم النفسية المهمة جدا لدى الممارسين - أي سوء المزاج ويلاحظ ازدياد الارهاق والانفعال ويظهر ذلك بالأخص بعد الانتقال إلى جهة الشرق.

أما بالنسبة لقدرات القوة وقدرات العمل، فلم تلاحظ فروق في حالة الممارسين بعد الانتقال إلى الشرق أو الغرب.

وتلاحظ فروق كبيرة فردية في إعادة ترمين الإيقاع اليومي والوقت اللازم للتكيف مع الظروف الجديدة. ولا يشعر بصعوبات بسبب تبدل حاد في الوقت حوالي ٢٥٪ من الناس تقريبا بعد الانتقال إلى منطقة ذات فروق تبلغ ٥-٨ ساعات وآخرون يتأثرون بها كثيرا حتى بفروق ٢-٣ ساعات، ويتكيف ٢٠-٢٥٪ من الأشخاص بصعوبة بالغة أو لا يتمكنون من التكيف إطلاقا. والرياضيون الذين يتدربون ويتنافسون في مختلف الأوقات والذين يسافرون كثيرا إلى مناطق زمنية أخرى بعيدة والذين اعتادوا على تبدل الإيقاع اليومي. يتكيفون مع تبدل الوقت بصورة أسرع بالمقارنة مع الأشخاص ذوي الإيقاع الحيوي المستقر.

ويحدث التكيف في أثناء الانتقال إلى الغرب بنسبة ٤٠-٦٠٪ أسهل وأسرع مما هو عليه عند الانتقال إلى الشرق.

وسبب مثل عدم التناسق هذا هو مرحلة الإيقاع الحيوي الطبيعي الذي تزيد عن ٢٤ ساعة لمعظم الوظائف الحيوية، لذلك من الأسهل بالنسبة للإنسان " تطويل " يومه بعد الانتقال إلى جهة الغرب بدلا من أن " يقصره " أثناء الانتقال إلى الشرق.

وهناك بيانات تؤكد بأن ترمين الإيقاع الحيوي بعد الانتقال إلى الغرب يحدث بسرعة ٩٢ دقيقة في اليوم وبعد الوصول إلى الشرق يحدث بسرعة ٥٧ دقيقة (سوسلوف ٩٥)

في أثناء الانتقال إلى الشرق مستوى تغيرات القدرة على العمل والعمليات الفيزيولوجية المهمة جدا يكون أعلى وخلال الأيام ١-٥ بعد الوصول إلى جهة الشرق، يلاحظ اختلال أوضح للنوم وقدرة العمل الحركية النفسية والذهنية بالمقارنة مع التغيرات التي تحدث بالانتقال إلى الغرب. لذلك إذا كانت المسابقات تقام على فروق



١٠-١٢ ساعات مناطقية فمن الأصلح الانتقال باتجاه للغرب. وبعد اجتياز ٥-٨ ساعات مناطقية باتجاه الغرب ينام الرياضيون بشكل أسهل في الليلة الأولى فيما إذا كانوا أثناء السفر دون نوم وهذه الصورة "تتأخر" مرحلة الراحة الليلية بوضوح. وهذا يسمح للرياضي بالراحة جيداً بعد الوصول. وفي الليالي ٢-٣ التالية قد يستيقظ ليلاً ويصاب بالأرق. ويت استشفاء البنية الطبيعية للنوم خلال ٢-٤ أيام.

ويرتبط الانتقال إلى جهة الشرق باختلال كبير في جودة النوم. فخلال أيام كثيره ٥-٦ أيام لا تؤدي محاولات النوم بشكل مبكر أدى إلى نتيجة. وتجب الإشارة إلى أن الانتقال إلى جهة الشرق غالباً يتم في أوقات الليل والبقاء مستيقظاً في الليل في أثناء السفر وقد يؤدي إلى سهولة نوم الرياضي ونومه بشكل جيد في الليلة الأولى.

و حين يلي هذه الصورة احتياجاته من النوم في الأيام اللاحقة يواجه الرياضي حتماً استيقاظاً متكرراً في منتصف الليل ويصاب بالأرق.

ويجب التوقف أيضاً عند مساله تأثير الأسعار الطويلة وتبدل الساعات المناطقية على حالة الرياضي النفسية. من المعروف أن تأثير مختلف الانفعالات النفسية التي قد تكون إيجابية أو سلبية على الرياضي. ومصادر الانفعال النفسي قد تكون ذات طابع عام كمستوي الحياة المعيشية والتغذية والدراسه والعمل والعلاقات الاسريه ومع الاصدقاء والمناخ ونظام النوم الخ....

وقد تكون بطابع خاص مرتبط بالنشاط التنافسي والتدريبي كالقدرة على العمل في التمرين. والمباريات والتعب والاستشفاء وحالة الرياضي التكنيكية التكتيكية والرغبة في الراحة واهتمامه بالوحدات التدريبية ونشاطه وأحاسيس الألم في العضلات والأعضاء الداخلية وغيرها.

ان إعادة تنسيق الإيقاع الحيوي لمختلف الوظائف الحيوية، يؤثر على الضغوط النفسية (الكرب) كافة والمذكورة أعلاه وتغير هذه الصورة كثيراً في الحالة النفسية للرياضي. والانتقال إلى مناطق زمنية بفروق ٥-٨ ساعات يؤدي إلى ازدياد حاد في كمية الأعراض السلبية في أثناء تقييم الاستجابة لمختلف مصادر الضغوطات في الحياة اليومية والنشاط



التنافسي والتدريبي وهذا يعد شاهداً دقيقاً على سوء حالة الرياضي العامه واستعداده لتحمل الأحمال التدريبية والتنافسية.

إن العودة إلى مكان الإقامة الأصلي تفرض متطلبات أقل قساوة على تكيف الرياضي، ويحدث استشفاء الإيقاع الحيوي بشكل أسرع بكثير من تشكله في أثناء رحلات طويلة إلى أماكن غير معتاده.

والانزياح (التبدل) المرحلي العكسي ينتهي بسرعة خلال ١-٣ أيام بالنسبة لمختلف الوظائف الفيزيولوجية.

ويجب إيجاد تفسير ذلك عن طريق الأسباب النفسية والفيزيولوجية. وبالإمكان التأكد بالأخص بأنه بالنسبة لبعض الوظائف الفيزيولوجية، تكون الإقامة لمدة ٢-٣ أسابيع في ظروف جديدة بعد رحلات طويلة، يعتبر غير كاف لإنهاء مرحلة التبدلات لبعض الوظائف الفيزيولوجية. وبعد العودة إلى مكان الإقامة الأصلي هذه الوظائف بالذات قد تحدث تأثيراً تزامنياً على غيرها من الوظائف الحيوية مؤدية بذلك إلى استشفاء إيقاعها المعتاد. نظراً لذلك، فإن من الملفت الإشارة إلى أن الرحلات الطويلة من الشمال إلى الجنوب وبالعكس لا تحدث أثراً في الإيقاع الحيوي لكنها تجلب التعب وتسبب إلى الوظائف النفسية والفيزيولوجية. وفي أثناء نظام عقلائي للجهد والراحة حاله الرياضي في أثناء الرحلات من الشمال إلى الجنوب وبالعكس قد تنتظم خلال ١-٢ يوم.

بهذه الصورة يستتب إيقاع الجسم بعد الرحلات الطويلة وقد يتراوح في نطاقات واسعة من ١-٢ إلى ٧-١٠ أيام وأكثر ويعود ذلك إلى أسباب كثيرة نشير من بينها قبل كل شيء إلى الأمور الضرورية التالية:

- طول الرحلة (فروق الساعة المناطقية ٣-٤ ساعات قد تمر دون اثر تقريباً على الجسم وأما الفروق ٦-٨ ساعات فتتطلب تكيفاً صعباً وطويلاً إلى حد ما).
- اتجاه الرحلة (الانتقال إلى جهة الغرب يتم بسهولة أكثر من الشرق).
- النظام خلال الوقت الذي سبق الرحلة (إعداد مسبق كاف قد يسهل جداً من عملية استتباب الإيقاع).



- التغذية العقلانية قبل السفر وفي أثنائه وبعده فوراً.
- استخدام وسائل وإجراءات خاصة (تناول عقاقير منومة، استخدام أضواء ساطعة وإجراءات استشفائية ومهدئة ذات طابع بدني ونفسي وغيرها).
- خاصية اللعبة الرياضية والنزال التنافسي (إعادة ترمين الإيقاع في ألعاب ببنية حركية بسيطة نسبياً وطابع متشابه للنشاط التدريبي الذي لا يتطلب تحفيزاً وظيفياً طويلاً، يجري بصورة أسرع).
- صعوبة الأفعال الحركية (إعادة ترمين الإيقاع بالنسبة للأفعال البسيطة والقوة الثابتة وزمن الاستجابة الحركية البسيطة وتكرار حركات نموذجية عادية وغيرها، يحدث أسرع مما هو بالنسبة إلى الحركات الصعبة وخاصة في حالات تعدد الخيارات).
- طابع النشاط التدريبي والتنافسي السابق (الرياضيون الذين يشاركون باستمرار في مسابقات بمختلف القارات وهم مضطرون إلى تغير وقت التدريب والمسابقات ويتكيفون بصورة أسرع بعد الرحلات الطويلة).

الإيقاع الحيوي للرياضيين بعد الرحلات الطويلة

جرت العادة تقسيم إعادة ترمين الإيقاع الحيوي إلى ثلاث مراحل بعد الرحلات الطويلة:

- المرحلة الأولى: (استجابات الكيف الأولية) وتستمر حوالي يوم واحد وتتميز بوجود ظاهرة الضغط النفسي مع إنحراف في مفعول الأقملة النهائية عن المستوى الثابت
 - المرحلة الثانية: (الأساسية) ويستمر التكيف لمدة ٥-٧ أيام. وهنا يحدث إعادة ضبط أولى لوظائف الجسم وأجهزته المنظمة مع إشراك استجابات تعويضية تكيفية.
 - المرحلة الثالثة: (انتهاء استجابات التكيف) وتستمر ١٠-١٥ يوماً. وخلال هذا الوقت يستشفى بالتدرج مستوى تشغيل أنظمة الجسم الأساسية وتنتهي بتشكيل الاتزان.
- إن صورة ومدة المراحل المذكورة متعلقة بكمية الساعات المناطقية المقطوعة. في أثناء قطع مسافة مناطقيه من ٢-٣ ساعات، تحمل تغيرات الحالة الوظيفية للجسم طابعاً



معتدلاً ويجري التكيف الزمني بسرعة كافية. وفي أثناء قطع مسافة مناطقيه من ٥-٨ ساعات، يختل الإيقاع اليومي لوظائف الجسم بوضوح، أما عملية التكيف فتكون أطول.

يساعد على التكيف مع الظروف الجديده نشاط حركي ونظام الحميه والحافز وتصحيح نظام الجهد والراحه وتغير طابع النشاط وغيرها من الوسائل. وفي الوقت ذاته السليم غير العقلاني للرياضي في الأيام الأخيرة قبل الرحلة الطويلة وفي الأيام الأولى من الوصول إلى المكان الجديد.

قد تصعب عملية ضبط التزامن في النوم والنشاط وتؤثر على القدرة على العمل وتباطؤ الاستجابات والاستشفائية وتسوء الحالة النفسية إلى غير ذلك.

ان قوانين التكيف الزمني نظرا لتبدل الساعة المناطقية، تؤثر جدا على اختيار مكان وطابع التدريب في المرحلة التي تسبق مباريات الموسم الرئيسية.

وهذه المشكله بشكل خاص تخص الرياضيين من المؤهل العالي الذين يستعدون لمسابقات كبرى كبطولة العالم والأولمبياد. وبهدف تكيف أكثر فعالية، تتقل المنتخبات في أغلب الأحيان إلى مكان المسابقات المرتقبة قبل ٢-٣ أسابيع من بدئها. والكثير من الرياضيين، يغيرون قبل ١٠-١٥ يوما من المسابقات الرئيسية ومن إجراء التدريبات والنوم والاستيقاظ من أجل إعادة ضبط مسبق للنظام اليومي وفق متطلبات مكان المسابقات المرتقب.

وعند برمجة عملية إعداد في أثناء تغير حاد في المنطقه الزمنية، يجب التذكر بأن قدرة الرياضي على العمل (وخاصة في الألعاب التوافقية المعقدة والفردية والجماعية، أي الألعاب التي تتميز بصعوبة حركية) والاستجابات النفسية المعقدة والتحمل والقوة الحركية وانتظام ضربات القلب معرضة أكثر للاختلال من القوى الثابتة وزمن استجابات حركية بسيطة ووظائف حركية نفسية بسيطة والقدرة على العمل في ألعاب رياضية دورية وألعاب قوة مميزة بالسرعة.

وقد تصعب أيضاً عملية التكيف الزمني مع الظروف الجديده، التغيرات الواضحه في الظروف المناخية وحالات القل قبل المباريات وأماكن السكن غير المعتاد وأماكن التدريب والمسابقات. إن الأخذ في الحسبان هذه العوامل وخاصة إذا رافقتها حوافز



مناسبة، بإمكانها تقليص كبير لمقادير التبدلات وفي تسريع لعملية التكيف أيضاً مع الظروف الزمنية الجديدة.

ويسمح الإعداد المسبق للرحلة الطويلة، عن طريق تبديل نظام المعيشة والنشاط التدريبي، بتسريع عملية تكيف الرياضيين. على سبيل المثال قبل ٧-١٠ أيام من الرحلة إلى الغرب يجب تحويل كل النظام اليومي لمدة ساعة إلى الأمام - أي الاستيقاظ مبكراً والتدريب مبكراً وأيضاً النوم مبكراً قبل ساعة من الموعد المعتاد. قبل ٤-٥ أيام زمن ثم قبل ٢-٣ أيام من الرحلة من المفيد تحويل النظام اليومي أيضاً من جديد إلى ساعة واحدة أبكر من المعتاد.

وتساعد على التخلص من عملية فقدان تزمين إيقاع القدرة على العمل وغيرها من القدرات الوظيفية المهمة جداً، برحلة حمولات بدنية شديدة بحساب الظروف الزمنية الوقتيّة.

ويكتسب بهذه الصورة أهمية كبيرة في عملية التكيف الزمني نظام ونشاط الرياضيين في يوم الرحلة وخلال الأيام اللاحقة بعد الوصول. كما أن موعد الاستيقاظ والنوم في الطائرة وزمن إقامة الوحدات بعد الوصول يساعد إلى حد كبير في التغلب على الضغوط النفسية التي يسببها تغير الساعة المناطقية (الجدول ٢٨).

(الجدول ٢٨): مقترحات حول النظام أثناء عملية التكيف الزمني.

توجه الرحلة	الطيران من البلد	الوصول	النوم في الطائرة	النشاط التدريبي في اليوم الأول	الاستيقاظ في يوم السفر
شرقا	في المساء	صباحا	ضروري	نهارا وصباحا	أبكر ب ٢-٣ ساعات من السفر
غربا	صباحا - نهارا	مساء	غير محبذ	مساء	متأخر ب ١-٢ ساعات من السفر

وتستخدم أيضاً لتسهيل التكيف مع فروق الساعة وسائل أخرى: وقد تكون فعالة إلى حد كاف الحميه الغذائية الخاصة. فالأطعمة التي تحوي بروتينات أكثر في الإفطار والغداء، تساعد على زيادة توليد الكايتيكولامين خلال اليوم.



وطعام العشاء الخفيف الغني بالكربوهيدرات يؤمن للجسم الترتوفان (حمض أميني ونأقل عصبي - المؤلف) الذي يساعد على تحلل السيروتونين (أحادي اميني ونأقل عصبي أيضاً) خلال الليل وهذا يعني أن الطعام مع محتوى عالٍ للكربوهيدرات ومحتوي متدني للبروتينات قد يستدعي في نهاية المطاف النعاس نتيجة تحول المعقد وبالعكس فإن الطعام الغني بالبروتينات يحدث آثاره.

ونجد على هذا الشكل، إن من أجل تكيف عقلائي لجسم الرياضي في ظروف الضغط النفسي الزمني، تكتسب أهمية كبيرة، الحميه الغذائية العقلانيه قبل الرحلات الطويلة وأثنائها وفورا بعد الوصول إلى المكان اللازم. على سبيل المثال قبل الرحلة إلى الغرب يوصي بالأكل بحيث يحوي الطعام كمية عالية من البروتينات ومتدنيه من الكربوهيدرات. في أثناء الرحلة لا يجوز الأكل كثيرا ويجب شرب الماء والعصير والصيام عن الكافيين. وخلال ٢-٥ ساعات من الوصول، من الضروري إجراء تدريبات بحمولات خفيفه.

ويجب أن يكون العشاء قبل النوم بمده ١-٥ ساعة. والعشاء يجب أن يكون خفيفا بمحتوي عالٍ من الكربوهيدرات. وقبل النوم يجب اخذ حمام دافئ مع أفضلية تدليك مهدئ وإجراءات نفسية.

وقد تنفذ دور منسقات الإيقاع إلى جانب التغذية وسائل أخرى أيضاً. وبالأخص في الليلتين الأوليتين بعد الوصول إلى جهة الغرب وخلال ٣-٥ أيام بعد الوصول إلى جهة الشرق. بالإمكان استخدام عقارات منومة. بهذا الخصوص أكثرها استخداما الميلاتونين وهو الهرمون الذي تفرزه الجسيمات الصنوبريه في الوق المتأخر من الليل. إن تناول الميلاتونين قبل النوم لا يقلل فقد من اختلال النوم بل يساعد على تسريع عملية إعادة التزامن في إيقاع الجسم الحيوي.

إن الاستعداد لتغير فروق الساعة وتسهيل عملية تبدل الإيقاع الحيوي ممكن باستخدام أضواء ساطعة. إن تعريض الرياضي لإنارة ساطعة من الضوء في ساعات المساء المتأخره قبل عده أيام من السفر، يسهل بشكل ملحوظ من عملية تكيف الرياضي في أثناء الانتقال إلى جهة الغرب. وإن التأثير الحاد للضوء ليلا يقلل من حرارة الجسم



الداخليه ويعيق من إفراز الجسم الصنوبري للميلاتونين والتي تتغير كميته حسب الضوء والظلام، ويبلغ في الظروف العاديه الحد الأقصى له حوالي الساعة الثانية ليلا، وفي الوقت ذاته تناول الميلاتونين عن طريق الفم، يستبعد بشكل كامل ارتفاع الحرارة الداخليه في أوقات المساء تحت تأثير الضوء الساطع وبهذه الصورة تم التأكيد على امكانيه تناول الميلاتونين كمنظم للحراره الداخيله للجسم وكوسيلة مساعده لتسهيل تكيف الجسم مع تغير المناطق الزمنية. ويساعد على ذلك أيضاً عدم النوم في أثناء الرحلة والنشاط الفعال. ولكن في هذه الحالة يسهل الضوء يسهل كثيرا من عدم النوم.

لقد أعار الخبراء السوفيت اهتماما كبيرا بمسالة إعادة ضبط الإيقاع الحيوي نظرا للرحلات الطويلة إلى الشرق في أثناء الإعداد لمشاركة منتخب الاتحاد السوفيتي في أولمبياد سيول عام ١٩٨٨. وقد أحرز الرياضيون السوفيت ١٣٢ ميدالية (٥٥ ذهبيه، ٣١ فضيه ن ٤٦ برونزيه) متفوقين كثيرا على الخصوم الأساسين ألمانيا الديمقراطيه وأمريكا (١٠٢،٩٢ ميداليه للامريكان). ونتائج المشاركات في مختلف الألعاب الرياضية كانت عالية أيضاً بسبب الاستخدام الفعال لنظام التكيف مع تغيرات المنطقه الزمنية - فروق الساعة - وساعد على هذا إلى حد كبير في العامين اللذين سبقا الأولمبياد الأبحاث والدراسات التي اكتشف حقلثق كثيره جديده لها اهمية عملية جدا.

لقد تم إثبات أن خصوصيه اللعبة الرياضية ومدة الممارسة وطابع النشاط التنافسي الذي سبق الأولمبياد وخصائص الرياضي الفرديه تؤثر كبيرا على زمن وشدة إعادة ضبط الإيقاع الحيوي.

واستنادا إلى هذه العوامل تشكل إعادة الضبط التكيفي الذي يؤكد على استعداد الرياضي للمسابقات في بعض الحالات يكفي ٥-٧ أيام، وفي حالات أخرى يتطلب ١٠-١٥ يوما.

والرياضيون المختصون برياضات سرعة مميزه بالقوة. يتكيفون أسرع بالمقارنة مع رياضيين من المسافات الطويلة ومع المختصين أيضاً في ألعاب حركية توافقيه معقدة والألعاب الجاعيه والفرديه.



إن الرياضيين ذوي الخبرة والممارسة الطويلة والذين يشاركون باستمرار في المسابقات في مختلف القارات يتكيفون أسرع بكثير بنسبه (٣٠-٤٠٪) بالمقارنة مع الأكثر شبابا من الرياضيين الذين لم يعتادوا على الرحلات الطويلة.

وإن الإعداد التمهيدي خلال أسبوع يسبق الرحلة والذي يهدف إلى تبديل تدريجي لزمان الوحدات إلى أكثر تأخرا من (١ إلى ٢-٣ ساعات) واستخدام حمولات شديدة وانفعالية في ساعات متأخرة الساعة (٢٢-٢٤) وتحليل التكنيك والتكتيك المطلوب لمنافسات السباقات للألعاب المرتفع في ساعة متأخرة من الليل والإجراءات النفسية وغيرها، كل هذا يسهل جدا ويقلص مرحلة التكيف بعد الرحلة الطويلة إلى الشرق، ويساعد على ذلك أيضاً التخلي في الأسبوع الأخير عن التدريبات في الصباح الباكر الساعات (٧-٩) والاستيقاظ المتأخر والإفطار وتخفيض الحمولات وشدة الجهد في الوحدات الصباحية. ويتطلب بناء العملية التدريبية في الأيام الأولى بعد الوصول اهتماما خاصا. إن اختلال الإيقاع الحيوي للوظائف البدنية المهمة جدا والحالة النفسية، قادرة بنسبة ٣٠-٤٠٪ من تخفيف مجاميع القدرة على العمل في الوحدات التدريبية إذا برجت في اليومين الأولين بعد الوصول. ففي اليوم الثالث القدرة على العمل رغم أنها ترتفع لكن تبقى متدنية التخفيض يبلغ (١٥-٢٠٪) وإن استشفاء القدرة على العمل حسب الأسباب التي قد ذكرت سابقا قد يلاحظ ابتداءً من اليوم بعد الوصول.

ونفس الحالة تلاحظ أيضاً في الاستجابة للحمولات العادية. ففي الأيام الأولى بعد الوصول تحدث الحمولات العادية تبدلات أكيدة أكثر وضوحا في نشاط الأنظمة الوظيفية التي تحمل الحمولات الأساسية.

على سبيل المثال: لدى الدراجين والسباحين يظهر ذلك في المقادير الأكثر ارتفاعا لمعدل نبضات القلب والقذف القلبي وزيادة تهويه الرئتين ومحتوى اللاكتات في الدم. ويرافق كل ذلك تباطؤ جريان العمليات الاستشفائية أيضاً.

إن تكيف جسم الرياضي بعد العودة إلى الوطن، يجري بشكل أسهل بكثير على الرغم من تعلقه بمدى الغياب عنه. إن بعض التغيرات لنظام الحياة اليومية قبل العودة (الاستعداد للنوم في الوقت المناسب القريبه من أوقات النوم في " البيت " تسهل أكثر من عملية التكيف الذي قد ينتهي خلال ١-٣ أيام).



الأثر التدريبي التراكمي



الأثر التدريبي التراكمي

في نهاية الخمسينيات والستينيات ارتفع بشكل حاد في مختلف الألعاب الرياضية حجم وشدة الجهد التدريبي. وأصبحوا يبرمجون تمرينين خلال اليوم. وانتشر أسلوب الفواصل الذي يقتضي تنفيذ سلسلة تمارين بفواصل راحة غير طويلة. تنفيذ التمارين اللاحقة على خلفيه عدم الاستشفاء بعد التمارين التي سبقتها اعتبر وسيلة قوية لزيادة التحمل إلا أن ذلك رفع في الوقت نفسه من احتياجات القدرات الوظيفية لجسم الرياضي.

كل هذا أدى إلى زيادة الحمولات على جسم الرياضي نتيجة اهتمام الخبراء الكبير بمشاكل التعب واستشفاء وتطوير الاستجابات التكيفية.

في بداية الستينيات طرحت في مختلف مخابر العالم وتطورت بشكل كبير فكرة تؤكد، أنه من أجل تشكل استجابات التكيف مع الأثر التراكمي لتدريب طويل نسبيا بحمويات كبيرة، يجب أن تكون هناك مرحلة محددة للتدريب بحمولات غير كبيرة تسمح بتأمين جريان كاف للاستجابات الاستشفائية والتكيفية في جسم الرياضي.

شرح هذه الظاهرة المطبقة على التدريب الرياضي بالتفصيل لأول مرة ل. ب. ما تفييف (١٩٦٤) وسماها ب " الاستحالة المتأخرة" التي تعكس تأخر الطفرات التكيفية عن المؤثرات التدريبية في هذه المرحلة من الإعداد أو تلك. زمن ظهور أثر " الاستحالة المتأخرة " من لحظة انتهاء مرحلة الحمولات التدريبية الشديده قد يكون مختلفا ويتحدد بمدى تأهيل الرياضي وتدربه وبحجومات واتجاهات الحمولات والخواص الفردية للرياضي وأسباب أخرى. ووافق على ذلك الخبير الألماني الشهير د. هره في كتابه " تعاليم التدريب " (١٩٧١) الذي اكتسب شهرة عالمية. أشار د. هاره - موافقا على ما طرحه ما تفييف حول مفهوم " الاستحالة المتأخرة " إلى أن الأثر المتراكم لدى الرياضيين المؤهلين نتيجة سلسلة مؤثرات تدريبية خلال فترة زمنية معينة يؤدي غالبا إلى نمو التدريب على شكل طفرات ويحقق نتائج رياضية.

هذه الظاهرة لفتت منذ زمن بعيد انتباه المدربين. على سبيل المثال: مدرب السباحة الأسترالي الشهير فوربوس كارلايل (من بين تلاميذه سباحون مشهورون وأبطال



الأولمبياد: شين جولد، وجون ديفيس، ويان اوبرايان وكثيرون من السباحين المعروفين في الخمسينيات، توصل إلى نتيجة مفادها أن الزيادة الحادة من الحمولات التي يتصف بها إعداد السباحين الأستراليين في تلك السنوات تتطلب إدخال تدريبات ذات طابع أولى بحمولات صغيرة قبل المنافسات قصيرة الأمد كارلايل ١٩٦٣. وايده في ذلك الفيزيولوجي الاسترالي الشهير فرانك كوتون الذي أثبت أن مرحلة (التضييق " أو الانقباض") بعد التدريب الطويل والشديد يجب أن تكون أطول مما جرت عليه العادة في ذلك الوقت.

مدرب السباحة الأمريكي الشهير جى كاونسيلين الذي درب عددًا كبيرًا من السباحين العظماء أدخل مفاهيم جديدة كـ " فترة التدريب الشديد " و " فتره التضييق " في فترة من هذه الفترات ينفذ حجم جهد في أغلب الأحيان على خلفية.

عدم الاستشفاء الكامل. لهذه الفترة برأي كاونسيلين يمكن أيضاً استخدام مصطلحات كالتعب والإجهاد (وطاة) " ألم - ألم شديد - ألم شديد جدا " في هذه الفترة يصبح الجهد حافزاً لـ " ما فوق التكيف " الذي يأتي على شكل طفرات في نهاية الفترة القادمة وهي - فترة التضييق التي تمتد ٢-٤ أسابيع. فترة التضييق تتطلب تمارين بحجم جهد غير كبير وحولات ذات اثر تراكمي منخفض وخلق ظروف للاستشفاء الفعال وجريان الاستجابات التكيفية. في نهاية هذه الفترة، الرياضي قادر وهو في حالة " مافوق التكيف " بلوغ أفضل النتائج.

درست على وجه الخصوص وبشكل مفصل ومتعدد الجوانب مسألة الأثر التدريبي المدخر في ألمانيا الشرقية والاتحاد السوفيتي في أواخر السبعينيات لتطوير مرحلة إعداد الرياضيين وتحديدًا قبل المسابقات الرئيسية. سمحت هذه الدراسات بوضع خطط بناء الإعداد تؤمن ٦٥-٧٥٪ من حالات بلوغ قمة الأثر التدريبي المدخر في أثناء مشاركة الرياضيين في المسابقات الرئيسية. وتم التركيز بشكل أساسي على مضمون الإعداد خلال الأسابيع ٦-٨ التي تسبق المباريات الرئيسية.

واكتشف أن أكثرهم صوابًا كان التخطيط لدورتين متوسطتين:



الدورة الأولى بحمولات كبيرة فقط أغلبها مثقلة بتأثيرات البيئة المحيطة (مرتفعات متوسطة وعالية).

الدورة الثانية هي خلق الظروف المثلى لتشكيل استجابات طويلة الأمد وظهور الأثر التدريبي المدخر في أثناء المسابقات الرئيسية (بلاتونوف، فايتسوخوفسكي ١٩٨٥ ومولر ١٩٨٩).

فيما يخص إعداد السباحين من ناحية القوة فلقد قام فايتسوخوفسكي باثبات ليس فقط " حقيقة الاستحالة (تحولات) المتأخرة " بالنسبة إلى تأثير تدريبات القوى الشديدة لمدة ٤-٦ أيام وإنما كشف أيضاً على أي شكل يجب انشاء التدريبات القادمة ليتمكن التأثير المدخر من الظهور على شكل طفرات خلال ٣-٤ أيام بعد انتهائها. دراسات مشابهه تطرقت إلى مكونات التدريب الأخرى وخاصة قدرات أنظمة التزويد بالطاقة الهوائية واللاهوائية (بلاتونوف ١٩٨٨) لقد أشير إلى ان مقادير التأثير التدريبي المدخر ترتبط مباشرة بالقيم الإجمالية وتوجه الحمولات التدريبية في الدورات المتوسطة والمدعوه إلى نقل الرياضي إلى مستوى أعلى من التكيف - أي زيادة القدرات الوظيفية لانظمة التزويد بالطاقة والاستعداد لبلوغ نتائج عالية جدا.

تؤدي الحمولات التدريبية الكبيرة في الدورات المتوسطة فقط، والتي تملئ على أنظمة الجسم الوظيفية متطلبات قصوى دون تخطي الحدود المرتبطة بتطور التكيف المفرط (ظهور قصور قلبي، إصابه في العضلات، اختلال التوازن الهرموني وغيرها...) تؤدي غالباً إلى تنمية القدرات الوظيفية عند الرياضيين على طفرات وإلى نتائج جيدة خلال زمن معين عادة يكون ١٨-٢٥ يوماً.

سباحو ألمانيا الشرقية الذين احتلوا المراكز الأولى في المسابقات العالميه في ثمانينات القرن الماضي متجاوزين فيها بثقه سباحي أمريكا في بطولة العالم ١٩٨٦ وأولومبياد ١٩٨٨. خضعوا لحمولات لطفرات التكيف وفترة تدريبات لمدة ٣-٤ أسابيع.

فبالارتفاعات المتوسطة وفي الوقت ذاته، كان على برنامج الدورة المتوسطة وشدة الجهد ومجموعه التمارين النموذجيه، أن تتناسب مع أعلى المؤشرات التي تم تسجيلها قبل ذلك، أي في أثناء الإعداد في المناطق السهليه. في هذه الحالة، الزيادة الحادة في اجمالي



مقادير حمولات الدورة المتوسطة بنسبه (١٥-٢٠٪) تقريبا يتم تأمينها عن طريق نقص التاكسج (نقص الأكسجين) الطبيعي، أما الأثر التدريبي المدخر فتمت ملاحظة بعد ثلاث أسابيع من التدريبات في الظروف السهليه بحمولات عالية نسبيا.

أنشأ حافزاً كافاً للتشكل الفعال للأثر التدريبي المدخر وزيادة قدرات الرياضي على طفرات، بالإمكان تأمينها أيضاً في تدريبات أجريت على السهول. وتشهد على ذلك على سبيل المثال الدراسات التي أجراها مؤخراً خبراء من فرنسا واسبانيا باشارك رياضيين ذوي التاهيل العالي. لقد ظهر الأثر المدخر لتدريبات شديدة لدورة تدريبية متوسطة طولها ٢٨ يوماً فقط في الحالات التي كان اجمالي الحمولات قد فاق المؤشرات الوسطية بنسبه ٢٠٪. تلك المؤشرات التي تميزت بها الدورات الطويلة التي سبقتها. فور انتهاء الدورة التدريبية المتوسطة بحمولات زائدة مؤشرات قدرات الرياضي في أثناء تنفيذ برامج الاختبارات وسلسله تمارين نموذجية انخفضت فعلا بالمقارنة مع المؤشرات المسجله قبل الدورة المتوسطة بعد ثلاث أسابيع من انتهاء برمج الاختبار في مثل هذه الدورة المتوسطة، لوحظ تطور واضح للقدرات الوظيفية التي رافقها بلوغ نتائج فريده عالية جدا في المباريات.

فقط في الحالات عندما كانت الحمولات في الدورة المتوسطة أقل وتطلب تكرار برامج سابقة ومشابهة وقد ظهر الاستعداد للمباريات مبكرا قليلا بعد أسبوعين لا أكثر من انتهاء برامج الدورة المتوسطة. إلا أنه في هذه الحالة لم يلاحظ نمو في القدرات الوظيفية بشكل واضح وانخفض بشكل حاد ارجحية بلوغ نتائج فريده عالية جداً وأفضل نتيجة في الدورة المتوسطة.

لذلك يجب الحديث في هذه الحالة ليس عن الأثر التدريبي المدخر فقط إنما عن الاستشفاء التام بعد الحمل الكلي في الدورة المتوسطة والمحافظة على مستوى التكيف الذي تم بلوغه مسبقا.

في هذه الدراسات ذاتها تمت دراسة موضوع اخر مهم جدا لم تعبر المؤلفات الرياضية اهتماما ضروريا والمقادير المثلي للحمولات التدريبية في الدورات المتوسطة التي تسبق



المباريات وقبل المسابقات الرئيسية للدورات الطويلة والتي تسمى غالبا ب " فترة التضييق " وتم إثبات أن إجمالي نسبة الحمولات من حمل دورة متوسطة مدتها ٢٨ يوما.

الصغيرة منها ٣٠٪ والكبيرة ٨٠٪ كانت أقل فعالية بالمقارنة مع المتوسطة نسبتها (٥٠-٦٠٪) ومع هذا لوحظ أن في هذه الدورة المتوسطة قبل المباريات الرئيسية بالمقارنة مع المراحل والدورات المتوسطة، أن مقادير الحمولات التدريبية واتجاهاتها يجب ان تكون فردية لكل اختصاص بذاته والخصائص الوظيفية والنفسية لكل رياضي وتفاعل استجاباته التكيفية والاستشفائية.

دراسة آلية تغير الحالة الوظيفية للرياضي في أثناء عملية التضييق بعد تدريب شديد أظهر أن ٢-٣ أسابيع من الاستشفاء الفعال وتدريب بتقليل حاد في إجمالي الحمولات تؤدي إلى تقدم واضح في كل مكونات التدريب الهامه.

على سبيل المثال: الدراسات التي أجريت باشتراك سباحين ذوي التأهيل العالي أظهرت أن هذه المرحلة كافية لزيادة كبيرة في قوة الحركات التجديفيه التي تظهر في أثناء السباحة تحت الماء والجهد دون سباحة باستخدام مختلف الأجهزة المساعدة التي تسمح بمحاكاة حركات السباحة.

اكتشف على وجه الخصوص زيادة قوة الجهد في أثناء السباحة بنسبه ٦, ٢٤٪ وفي أثناء جهد على اليابسة بنسبه إلى حد ١٩٪ ازدياد القوة هو نتيجة الارتفاع الشديد للقدرات التقلصيه للعضلات وخاصة الألياف السريعة الحركة ويعتبر ذلك بالتأكيد نتيجة للتبدلات التكيفيه في الأنسجه العضليه والتنظيم العصبي للنشاط العضلي.

فوق التعويض والأثر التدريبي المدخر يعتبران طاهرتين مختلفتين تماما. فوق التعويض هي استجابة تكيفيه عاجلة وسريعة الزوال ذات طابع عصبي هرموني ووقائي أما الأثر التدريبي المدخر فهو استجابته ثابتة للتكيف طويل الامد.

مع الأسف الكثير فإن من الخبراء لا يفرقون بين هاتين الظاهرتين مرتكبون خطأ منهجيا فادحا. على سبيل المثال الخبير الأمريكي الشهير كأجليسكو يورد في كتابه الشهير " السباحة أسرع " يورد رسما بيانيا خاطئا مأخوذاً من كتاب تيودور كومبا.



في هذا الرسم البياني شوه كومبا نتائج دراسات ياكوفلييف وربط بشكل خاطئ المنحني البياني العاكس للاستجابات للحمولات المرهقة لمرة واحدة بهيكليه الدورة المتوسطة المؤلفه من ٤ أسابيع.

نجد هناك عدة أخطاء جوهريه:

اولا: خلال الدورات القصيرة الثانية والثالثة بحمولات قصوى يجب ألا ينفذ الجهد التدريبي في حاله التعب العميق فقط وإنما في حاله الاستعداد العالي لتنفيذ برامج الحصص التدريبية ويساعد على ذلك تتابع عقلاني للتمارين ذات الاتجاهات المطلوبة وبناء برامج بعض التدريبات بشكل مثالي واستخدام الجهد قليل الشدة ذو طابع استشفائي ومختلف العلاجات الطبيعیه والحمه الغذائيه الخاصه.

في أثناء بناء برنامج تدريب عقلاني لا يجري الحديث عن أي تعب كان ذو طابع مزمن. خلال الدورات القصيرة المهمة ويمكن إتباع تبديل موجه ولمرات عديدة لعملية التعب والاستشفاء كاستجابته لحمولات الحصص التدريبية.. وعند ذلك يعتبر التعب واحدًا من الحوافر لتنمية الاستجابات التكيفيه،

ثانيا: كما هو معروف في أعمال ياكوفلييف وغيره من الخبراء ظاهرة فوق التعويض تظهر فقط في تركيز مخزون وحدات الطاقة الكبيرة في العضلات، الجليكوجين بشكل أساسي ولا تعمم على الاستجابات الكثيرة الأخرى التي لا تقل أهمية، وعلي مكونات إعداد السباح والأكثر من ذلك، حتى بالنسبة لفوق تعويض الجليكوجين كاستجابته وقائيته لاستنفاد مخزونها نتيجة الحمولات المرهقة. لا يجوز الحديث عن الاستجابات المستقره منفصله عن مستور إعداد الرياضي. فوق التعويض الواضح لجليكوجين العضلات بعد الحمولات التي تؤدي إلى استنفاد مخزونه يتكيز به الإنسان غير المدرب الذي لم يتحمل حمولات منتظمة كهذه.

فيما يخص الرياضيين ذوي التأهيل العالي المتكيفين بشكل جيد مع الجهد المؤدي إلى استفاذ مخزون جليكوجين العضلات فإن إخضاعهم لحمولات كبيرة تتوافق مع اتجاهات مناسبة سيؤدي إلى استفاذ مخزون الجليكوجين إلى مستوى ما قبل الجهد. وأما إلى زيادته بشكل قليل.



ثالثاً: إنشاء برامج تمارين دورات متوسطة بعقلانيه وبفعالة تحفيزية واستشفائية ستؤدي بشكل طبيعي إلى زيادة القدرات الوظيفية استعداد لبداية الدورة المتوسطة القادمة.

إلا أن هذه الزيادة في مستوى التدريب لا تعتبر استجابة فوق التعويض للجليكو جين الذي استشفى مخزون خلال ٢-٣ أيام في مرحلة الدورة القصيرة الاستشفائية وإنما نتيجة استجابة تكيفية مركبة أكثر أهمية وتعقيدا والتي تعني تأثيراً تدريبياً مدخراً ويظهر في أطياف واسعة من التغيرات تعود إلى إعداد الرياضي من الناحية الفنية والتكتيكية والبدنية النفسية.

هذه التغيرات تعتبر انعكاساً لظهور التكيف طويل الأمد وليس لها أي علاقه بفوق التويض.

بالطبع في أثناء برمجة حمولات تدريبية متوسطة بالإمكان تأمين تنمية ردود أفعال جسم السباح وفقاً للرسم البياني الذي اقترحه بومبا بالكامل. ولكن لتحقيق ذلك من الضروري برمجة حمولات كبيرة جداً في الدورة القصيرة تؤدي إلى تراكم التعب الشديد.

في هذه الحالة فإن حمولات الدورة القصيرة الثانية والثالثة ستنفذ في أثناء انخفاض مستوى القدرات الوظيفية وحالة نفسية قاسية ونوعية سيئة لتنفيذ البرامج التدريبية مما يؤدي في نهاية المطاف إلى التعب المفرط،

نتيجة مثل هذا التدريب لن يكون هناك ظاهرة فوق التعويض وإنما حالة إعادة تكيف ولكي يتم تجاوزها قد لا يتطلب تبديل عملية التدريب باتجاه شديد للحمولات فقط وإنما للتدخل الطبي أيضاً.

