obeikandl.com

الباب السادس

التدريب

في ظروف خاصة للمحيط الخارجي

obeikandl.com

الفصل الأول

تأثيـــر
درجة حرارة ورطوبة الهواء
على كفاءة الأداء الرياضية

المقدمة

أثناء الحمولة الرياضية ذو الشدة المستمرة (كما في ركض الماراثون مثلاً) تتجاوز النواتج الحرارية في العضلات العاملة بحوالي ١٥-٢٠ مرة النواتج الحرارية في التبادل الحراري الأساس. من الوجهة العملية فإن جميع الحرارة المتولدة في العضلات تعطي إلى الدم وتنتقل معه إلى نواة الجسم مسببة ارتفاعًا في درجة حرارته 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 (بمساعدة تبخر العرق بالدرجة الأساسية).

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

إن هبوط كفاءة الأداء الرياضية عند ارتفاع درجة حرارة ورطوبة الهواء تحددها هذه العوامل الأساسية الثلاث الآتية:

obeikandl.com

١- تسخين الجسم.
٢- نزع الماء السريع.
٣- هبوط إمكانيات نقل الأوكسجين 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 تبعًا للعوامل الفيزيائية في المحيط الخارجي، ففي ظروف الهدوء يتعزز دور التوصيل الحراري والحمل بتجاوز درجة الحرارة الدرجة المريحة (١٨ درجة سيليزيوسية تقريبًا). أما تعزيز دور الانتقال الحراري من خلال تبخر العرق فيبدأ فقط عندما تجاوز درجة حرارة الهواء ٣٠ درجة سيليزيوسية.

بمعنى آخر عند اقترابها من درجة حرارة الجلد وفي الأيام الحارة تكون عملية فقدان الحرارة من خلال الحمل ضعيفة جدًا 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 الإشعاع الشمسي حمولة حرارية إضافية 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 الفيزياوية للمحيط الخارجي ومن أهمها الرطوبة النسبية للهواء. وتعتمد سرعة تبخر العرق على مقدار العرق بين رطوبة الجلد (Pk) ورطوبة الهواء (Pa). وتسبب زيادة سرعة تكون العرق زيادة Pk وبذلك تزداد سرعة عملية تبخر العرق للظروف الخارجية القائمة، ولما كانت درجة الميل للرطوبة بين الجلد والهواء ($Pk-Pa$) لرطوبة الهواء الشديدة تنخفض، لذا فإن عملية تبخر العرق تتباطأ وعندما يكون ضغط الأبخرة المائية في الهواء يزيد عن ٤٠ ملم زئبق سيصبح تبخر العرق من سطح الجلد مساويًا صفرًا. وعليه فحتى في درجة الحرارة المرتفعة جدًا للهواء فإن الرياضي لا يعاني في تلك الصعوبات التي يعانيها في درجات الحرارة الواطئة والرطوبة النسبية العالية إذا كانت رطوبة الهواء النسبية منخفضة.

openkandil.com

إن حوالي ٥٪ من نقل الحرارة في حالة الحمولات الغازية تحت الحرجة تحدث بسبب تبخر المياه في الأوعية المائية. وعند مضاعفة رطوبة الهواء فإن هذه الآلية في النقل الحراري ستضعف.

وهكذا فإن مضاعفة درجة حرارة المحيط الخارجي تخفض التمايز الحراري بين الهواء والجلد وكذلك بين الجلد ومركز الجسم مكونًا بذلك صعوبة في انتقال الحرارة وتصبح هذه الصعوبات أكثر تعقيدًا كلما اقتربت الدرجة الحرارية الخارجية من درجة حرارة الجلد. إن زيادة رطوبة الهواء المحيط يشكل بصورة مماثلة مما ذكر حاجزًا في وجه فقدان الحرارة عن طريق التبخر. كما أن زيادة درجة حرارة الهواء ورطوبته في آن واحد يؤدي إلى مضاعفة كبيرة لدرجة حرارة الجسم أثناء النشاط الرياضي المشدود 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 ٠,١٦ ل/م٢/دق ، في حين ترتفع هذه الكمية إلى ١ ل/م٢/دق أثناء العمل، أما إذا كانت درجة الحرارة الخارجية مرتفعة جدًا فإن هذه الكمية يمكن تبلغ ٢,٦ ل/م٢/دق ، ويعني ذلك أنه في الظروف الحارة جدًا فإن ٢٠٪ من الطرح القلبي يمكن أن يتوجه إلى شبكة الأوعية الجلدية ليمنع تسخين الجسم. أما في الظروف الملائمة فإن الطرح القلبي في مثل هذا العمل سوف لن يزيد عن ٥٪ فقط ولا يؤثر قدرة الحمولة على درجة حرارة الجلد.

ترتبط درجة حرارة الجلد خطيًا 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 والإشعاع ويسبب ارتفاع درجة حرارة الجلد هبوط تأثير الإشعاع الخارجي على الجسم أيضًا.

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 أفضل لظروف الفقدان الحراري عن طريق الحمل والإشعاع.

تكوين العرق وتصبب العرق

تعتمد سرعة تكوين العرق وإفرازه على عدد كبير من العوامل أهمها سرعة النواتج الطاقية والظروف الفيزياوية للوسط الخارجي (درجة حرارة ورطوبة الهواء). فلو أن حمولة واحدة كانت قد نفذت في درجات حرارية خارجية متباينة - لا يؤخذ بالحسبان الدرجات المنخفضة جدًا والمرتفعة جدًا- فإن درجة حرارة الجسم الداخلية ستبقى 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 كلما 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 وإن كانت درجة الحرارة منخفضة - مسببة تبخر العرق حيث تتعزز عملية تكوين العرق دون حدوث عملية تبخر فعالة للعرق ، وفي ظروف الهدوء وعندما تكون درجة حرارة الهواء مساوية ٤٣ درجة سيلزيوسية يتضاعف إفراز العرق بأكثر من ثلاث مرات إذا كانت رطوبة الهواء تزداد من ٣٠ ٪ إلى ٨٤ ٪ ، فأثناء العمل ذو الشدة المنخفضة فإن مضاعفة رطوبة الهواء من ٣٠ إلى ٥٧ ٪ تضاعف تقريبًا سرعة تكوين العرق، وأثناء النشاط الرياضي المكثف ستكون سرعة إفراز العرق كبيرة جدًا.. مثلاً عند ركض المارثون في ظروف تكون رطوبة الهواء فيها غير عالية نسبيًا ستبلغ سرعة إفراز العرق لرياضي متدرب ٢٠ - ٢٥ مل/دقيقة (١٢٠٠/١٥٠٠ مل /V) أما في ظروف أخرى متساوية فإن مضاعفة عملية تبخر العرق وعند مضاعفة رطوبة الهواء في جو تكون الرياح فيه ساكنة تتباطأ عملية تبخر العرق وتهبط سرعة تكوين العرق مما يؤدي إلى زيادة إضافية في درجة حرارة الجسم ، ويحدث عند التواجد في ظروف حارة هبوط سرعة (إرهاق) تكوين العرق، ويلاحظ هذا حتى في تلك الحالات حيث يكون فقدان الماء مع العرق قد تم تعويضه 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 - أملاح

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 - أملاح) ويكمن هذا الخرق في الفقدان 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 جَرّاء 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 كفاءة الأداء البدني 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 الهواء شريطة أن تكون عملية التنفيذ قصيرة.

إن المحافظة على درجة حرارة الجسد ضمن الحدود المسموح بها للجسم أهم كثيرًا من المحافظة على الماء وأثناء العمل الثقيل المستمر الذي يصاحبه إفراز شديد للعرق يمكن أن يحدث نقصان كبير في مياه الجسم ، فمثلاً أن بمقدور عدائي المارثون أن يفقدوا أثناء المنافسات في ظروف حارة كمية من الماء تصل إلى ٦ التار مع العرق ، بل وحتى في حالة التعويض عن بعض الماء المفقود بتناول السوائل أثناء السباق فإن وزن عداء المارثون 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 مستقرا تجاه الحر وتنخفض كفاءة أدائه ، وحتى عند انخفاض وزن الجسم بنسبة لا تتجاوز ١-٢٪ نتيجة فقدان الماء فإن كفاءة الأداء البدنية ستنخفض وخاصة إذا لم يكن ذلك الشخص متدربًا ، 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 و٤) 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 مصحوبًا بفقدان الوزن بنسبة مقدراها ٣٪ يهبط نشاط الغدد الدرقية.

إن أحد أهم النتائج السلبية لنزع الماء هو انخفاض حجم بلازما الدم وينخفض حجم بلازما الدم أثناء نزع الماء القائم المصحوب بفقدان الوزن بنسبة ٤٪، بنسبة مقدارها ١٦-١٨ وينخفض تبعًا لذلك حجم الدم المدور، مما يؤدي إلى هبوط العودة الوريدية وبالتالي إلى انخفاض 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 وهو يمكن أن يقود إلى مضاعفة الحمل على القلب ويعمل على تقليص إنتاجه.

إن أحد النتائج الثقيلة لفقدان الماء من الجسم يمكن اعتباره هبوط حجم السائل الموجود ما بين الخلايا (الأنسجة) والسائل الموجود داخل الخلايا أيضًا ويحدث في تلك الخلايا التي تتسم بهبوط كمية الماء فيها وتغير توازن محاليلها خرق للفعاليات الحياتية الطبيعية. وينتسب ذلك بصورة خاصة إلى العضلات الهيكلية والقلبية التي يمكن أن تكون كفاءتها الانقباضية في ظروف نزع الماء منخفضة بصورة كبيرة.

بصورة مستمرة بسبب خروج النواتج والأيونات الميثابولية للبوتاسيوم ذات المولية الواطئة إلى الدم من الخلايا العضلية الفعالة. ونتيجة ذلك فإن جزء من السائل الموجود بين الخلايا (الأنسجة) يمتزج في الأوعية ليعوض عن فقدان البلازما، ويمكن بفضل ذلك استعادة حجم البلازما وحبسه في مستوى ثابت تقريبًا بعد مرحلة الهبوط التي تحصل في بداية العمل ومع تنامي نزع الماء الحراري (لتميزه عن نزع الماء العامل) يتقلص حجم البلازما تدريجيًا.

ويحدث عند درجة الحرارة الخارجية العالية نتيجة تعزيز تيار الدم الجلدي ترشيح مكثف للسوائل من المسارات الجلدية في الفُسَح خارج الأوعية في الجلد، ويقود هذا إلى غسل الزلال، الذي يتواجد في هذه الفُسَح بكثرة نسبيًا في التيار اللمفاوي ومنه يتجه نحو منظومة نقل الدم. إن انتقال الزلال إلى الدم يضاعف في الضغط الاحشائي فيه مسببًا 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 النشيط للعرق.

عند تنفيذ هذا العمل العضلي ينخفض تيار الدم الكلوي بحيث أن هذا الانخفاض يكون أكبر كلما كانت كثافة العمل أكبر، كما أنه يعتمد ضمن حدود معينة على درجة حرارة ورطوبة الهواء. كما أن سرعة ترشيح الماء في المجاميع الكلوية تهبط بصورة متوازية مع ما سبق ولو أن هذا يحدث بدرجة أقل. أن تنخفض سرعة تكوين البول ، إن انخفاض تيار الدم

Obeikandl.com

الكلوي وسرعة تكوين البول عند العمل في الظروف الحارة يعزز حبس المياه في الكلي (إدرار 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 مصدرًا إضافيًا مهمًا لإفراز العرق في فترة العمل العضلي. ويرتبط هذا المصدر بالماء الجليكوجيني الذي يتحرر عند انغلاق الجليكوجين ، ويرتبط بالغرام الواحد من الجليكوجين كمية من الماء مقدارها ٢,٧ غرام. وهكذا فإن التحليل الجليكوجيني لا يعتبر مصدرًا للطاقة فحسب بالنسبة للعضلات المتقلصة إنما مصدرًا إضافيًا للماء للجسم العامل.

ويلعب تناول السوائل شرب الماء أو المحاليل المائية أثناء العمل وبعده دورًا رئيسيًا في التعويض عن فقدان الماء نتيجة تعزيز الإفرازات العرقية خلال العمل العضلي ذي الشدة وخاصة في الظروف الحارة.

يفقد الجسم عند فقدانه للماء مع العرق بعض المواد المعدنية (الأملاح) ويعتبر العرق مقارنة مع السوائل الأخرى محلولًا مائيًا مخففًا جدًا وتكون تراكيز أيونات الصوديوم والكلور فيه ١/٣ التركيز في البلازما و ١/٥ التركيز في العضلات. وعليه فإن العرق عبارة عن محلول منخفض التركيز مقارنة مع بلازما الدم. ويتغير التركيز الأيوني للعرق بصورة شديدة عند الأشخاص المختلفين ويعتمد كثيرًا عل سرعة إفراز العرق وحالة التأقلم الحرارية.

وبمضاعفة سرعة تكوين العرق يتضاعف تركيز أيونات الصوديوم والكلور في العرق وينخفض تركيز أيونات الكالسيوم ، أما أيونات البوتاسيوم والمنغنيز فلا تتغير لذلك ففي العمل ذي الشدة والذي يستمر طويلًا (مثلاً أثناء الركض الماراثون) 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 التي تحدد أكثر من غيرها الضغط التناضحي للبلازما وللسوائل النسيجية أي بمعنى آخر حجم السائل خارج الخلايا في الجسم.

إن فقدان أيونات البوتاسيوم والمنغنيز الذي يهبط بالفسحة المائية الداخلية في الخلية يكون أقل كثيرًا ولكن لابد من الإشارة إلى أن كمية كبيرة من الماء تتسرب مع العرق أكثر من تسرب المحاليل الكهربائية (الأملاح) وعليه فأثناء الانخفاض الشامل في وجود المحاليل الكهربائية يتضاعف تركيزهما في السوائل. لذلك فأثناء إفراز العرق الشديد المتواصل يكون احتياج الجسم إلى ماء للتعويض أكثر مما عليه في الاستعادة غير البطيئة للمحاليل الكهربائية.

إن فقدان المحاليل الكهربائية مع البول أثناء العمل العضلي لا يكون كبيرًا حيث تكون التبول خلال هذه المرحلة ينخفض في حين أن الامتصاص الثاني للصوديوم في الكلية يكون

قد عزز مما يؤمن حبس إفراز أيونات الصوديوم مع البول ويمكن لتزويد الكلى بكمية غير كافية أثناء العمل في ظروف حارة أن تقوي هذه الآليات لحبس الصوديوم في الجسم. ويساعد هذا الحبس في الحفاظ على التوازن المائي في الجسم حيث أن حجم البلازما وكذلك السائل المتبقي ما بين الخلايا يتناسب طرديًا 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 مرتفعة (مثلًا في يوم حار وتحت الشمس). تيار الدم الجلدي ويتضاعف الطرح القلبي بسبب زيادة (ت. ت. ق) وتعني تردد التقلصات القلبية. ولا يتغير في هذه الحالة الحجم الانقباضي بصورة تذكر ، أما المقاومة الإجمالية للأوعية الموضعية والضغط الشرياني الانقباضي فينخفض، ويسبب وجود الشخص في الحمام الفنلندي (الساونة) حيث الهواء الجاف الحار، مضاعفة الطرح القلبي بمقدار ٧٠٪ و (ت ت ق) بمقدار يزيد عن ٦٠٪.

فإن تيار الدم الجلدي يتضاعف بسبب إعادة التوزيع الإضافي للطرح القلبي حيث ينخفض تيار الدم خلال أعضاء التجويف وخلال العضلات (بدرجة أقل) وينخفض تيار الدم الجوفي والكلوي بصورة طردية مع ارتفاع درجة الحرارة وأثناء تأدية العمل بقدرة غازية فإن درجة حرارة الهواء المرتفعة لا تظهر تأثيرًا واضحًا في السرعة العاملة لاستهلاك الأوكسجين وعند تنفيذ عملًا خفيفًا في ظروف حارة، فإن استهلاك الأوكسجين يمكن أن يكون أعلى بعض الشيء مما عليه في ظروف عادية.

لا تؤثر درجة حرارة الهواء المرتفعة بصورة ملحوظة في مؤشر نشاط منظومة القلب الوعائي عند أداء أعمالًا قصيرة (تقل عن ٤-٦ دقائق) وأثناء تأدية عمل غازي كبير.

وأثناء تنفيذ عمل متواصل في ظروف حارة لابد لمنظومة القلب الوعائي أن تؤمن في آن واحد تكيفًا لتزويد العضلات الفعالة بالدم بغية إيصال كمية كافية من الأوكسجين إليها (الطلب الميتابولي) وتعزيز 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 ذي ظروف اعتيادية، ويؤثر في قيمة (ت ت ق) إضافة إلى درجة الحرارة زيادة رطوبة الهواء، ونلاحظ زيادة قيمة (ت ت ق) في الظروف الحارة منذ بداية العمل، أما الطرح القلبي فيزداد تدريجيًا أثناء تنفيذ العمل، في حين يتناقص الحجم

الانبساطي بنشاط، إن زيادة الطرح القلبي تؤمن تيارًا إضافيًا 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 الظروف الطبيعية. ولكن عند درجة الحرارة العالية يطرأ انخفاض ملحوظ في الحجم الانبساطي الذي يعوض عنه بزيادة إضافية في قيمة ت ت ق ولما كان الطرح القلبي لا يمكن أن يتضاعف أكثر لذا فإن التعزيز اللاحق لتيار الدم الجلدي يتم تأمينه من خلال إعادة التوزيع في الطرح القلبي. ويطرأ نتيجة هبوط تيار الدم المار عبر العضلات العاملة، عجز في تزويدها بكمية الأوكسجين كما تزداد النسبة اللا غازية للنواتج الطاقية في العضلات لذا فعند تنفيذ حمولة غازية بقدرات تقل قيمتها عن القيمة العظمى أو تكون قريبة منها، فإن التركيز الاسيدي في الدم سيكون في الظروف الحارة أعلى مما 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 نجد أن ضعف تيار الدم العضلي يعتبر نتيجة منطقية لسببين رئيسيين هما :

أولًا : زيادة نسبة الطرح القلبي الموجه في الأوعية الجلدية لتعزيز عملية الانتقال الحراري.

ثانيًا : انخفاض الطرح القلبي عند نحو النزع المائي نتيجة انخفاض الحجم الانقباضي الذي يسبب هبوط العودة الوريدية من جراء انخفاض الحجوم العامة والمركزية للدم المدور.

وتساوي السرعة الحجمية القصوى الممكنة لتيار الدم الجلدي ٧-٨ ل / د ق ومع ذلك فإن تيار الدم الجلدي سوف لن يتجاوز على الأرجح ٣-٤ ل/د ق أثناء العمل حتى عندما تكون درجة حرارة الهواء مرتفعة جدًا لذلك فإن الأوعية الجلدية ستتقلص بعض الشيء حتى في هذه الظروف ومع استمرار تنفيذ العمل تتوسع الأوعية الجلدية تدريجيًا من جراء انخفاض الإيقاع الوعائي ونتيجة ذلك توجه كمية أكبر من الدم في شبكة الأوعية الجلدية وفي حين يزداد تزويد العضلات العاملة بالدم.

وبتوسع الأوعية الجلدية تنخفض المقاومة المحلية الوعائية الشاملة. وعند الطرح القلبي الثابت يؤدي ذلك إلى هبوط الضغط الشرياني الذي ينخفض تدريجيًا 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، سواء كان ذلك موضوعيًا وتنخفض الإزاحات الفسلجية إزاء التأثيرات الحرارية أو ذاتيًا وتحل حالة التكيف الحراري – أي التاقلم.

التغيرات الفسلجية وميكانيكيتها عند التكيف الحراري

يستند التكيف الحراري بجملة تغيرات فسلجية متخصصة (الجدول ١) وتعتبر عملية تعزيز إفراز العرق وهبوط درجة حرارة مركز الجسم وسطحه 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 حرارة الجسم وينضح العرق من جسم الإنسان الذي يتكيف للحرارة بصورة طفيفة على شكل قطرات دون أن يتبخر هذه القطرات حيث أن العرق يكون قد توزع بصورة أكثر انتظامًا في سطح الجسم مقارنة بجسم الإنسان الذي لم يتكيف للحرارة.

جدول رقم (١)

التغيرات الفسلجية التكيفية في ظروف درجات الحرارة المرتفعة في المحيط الخارجي

الآليـــة	التغيرات التكيفية
إفراز العرق	بداية سريعة في إفراز العرق (أثناء العمل) هبوط درجة حرارة عتبة الإفراز مضاعفة سرعة إفراز العرق
الدم في الدورة الدموية	توزيعًا أكثر انتظامًا للعرق في سطح الجسم انخفاض تركيز الأملاح في العرق هبوط ت ت ق مضاعفة الحجم الانقباضي تقوية تيار الدم الجلدي مضاعفة حجم الدم المدور هبوط درجة تركيز الدم القائم 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 (أثناء تنفيذ العمل).
الميتابولية	انخفاض الحجم الأساسي انخفاض القيمة الأوكسجينية في العمل
التنظيم الحراري	انخفاض درجة حرارة مركز الجسم وسطحه في حالة الهدوء وأثناء تنفيذ العمل العضلي زيادة ثبوتية الجسم إزاء ارتفاع درجة حرارة الجسم
التنفس	انخفاض صعوبة التنفس (تكرار التنفس والتنفس السطحي).

تتزايد نتيجة لذلك مساحة سطح الجسم لتقوية انتقال الحرارة عن طريق تبخر العرق وتؤدي عملية تقوية 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 أبرز تأثير في تقوية التكيف الآلي لنقل الحرارة يبدو في انخفاض درجة حرارة الجسم وهنا ستخفض حرارة الجسم في ظروف الهدوء وكذلك في زيادتها أثناء تأدية العمل العضلي.

obeikandl.com

ونتيجة التكيف الحراري يحدث انخفاض في التركيز الملحي في العرق إذ يضحى العرق أكثر تخفيفًا وتفقد كميات كبيرة من الماء مع العرق أكثر مما تفقد من كمية الأملاح. لذا فإن تركيز المحاليل الكهربائية في الدم تزداد. وعليه يتضاعف النضوح في الدم مسببًا شعورًا شديدًا بالعطش والذي يمكن اعتباره آلية موجهة للتعويض عن فقدان السوائل في الجسم دائمًا من الكفاية بحيث يؤمن طلب الجسم إلى الماء. كما أن بمقدور الإنسان المكيف للحر أن يحتفظ بالتوازن المائي بصورة أفضل وتخفض نفاذية الأوعية الجلدية أثناء عملية التكيف الحراري مما يؤدي إلى تقليل خروج جزئيات البروتين من هذه الأوعية. ويمكن لتركيز البروتين في السوائل النسيجية للجلد أن تنخفض عند التأثيرات الحرارية ينتقل هذا البروتين عبر الشبكة اللمفاوية للجلد في الدم المدور.

يصاحب التكيف الحراري انخفاض حمولة جهاز القلب الوعائي. كما يهبط تدريجيًا على مدى التكيف للحر تيار الدم الجلدي أثناء تنفيذ الحمولة على الرغم أن تيار الدم الجلدي هذا عند إنسان الذي تكيف تمامًا أكبر عند أداء العمل في مناخ حار من العمل في مناخ محايد إضافة لذلك تتزايد إمكانيات التعزيز الفعال لتيار الدم الجلدي من جراء الانتقال السريع للدم في منظومة الأوعية الجلدية واقتراب تيار الدم في السطح وتوزيعه الفعال هنالك. وتنخفض درجة انقباض الأوعية (تضيق المجاري) في المجالات الجوفية والكلوية على مدى عملية التكيف الحراري مما يؤدي إلى تحسين تأمين أعضاء التجويف البطيني بالدم أثناء تأدية العمل في الظروف المناخية الحارة.

إن معظم التغيرات التي ترتبط بالتأقلم الحراري تحصل بسرعة وخصوصًا طيلة الأيام ٤-٧ الأولى من التواجد في الظروف المناخية الحارة فعملية التأقلم الحراري تنتهي من وجهة النظر العملية عند اليوم ١٢-١٤. ولكن التكيف الأعظم إزاء درجة حرارة الهواء ورطوبته يلاحظ فقط عند سكنة مناطق تلك الظروف المناخية.

يتنافى التكيف الحراري ليس فقط عند التعايش لفترة أيام متعددة في الظروف المناخية الحارة وإنما أيضا التواجد المتكرر القصير لبضع ساعات في اليوم.

وتسود إمكانية تحمل الجسم لارتفاع درجة الحرارة بتقدم 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 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 ضد الرياضيين

تتطلب الحمولات التدريبية وحمولات المنافسات في تلك الأنواع من الألعاب الرياضية التي تحتاج لإظهار المطاولة ارتفاعًا ملحوظًا لدرجة حرارة مركز الجسم. أي لغاية ٤٠ درجة سيليلوزية حتى في ظروف مناخية محايدة ويشكل هذا عاملًا مهمًا لنمو تكيف الاستجابة اتجاه حمولة حرارية (داخلية). أن مثل هذه الاستجابات ستكون من جانب جهاز القلب الوعائي والغدد العرقية من جانب جهاز القلب وغيرهما من الأعضاء والمنظومات المتشابهة كثيرًا للاستجابات عند الأشخاص الذين يتأقلمون للحمولات الحرارية الخارجية (درجة حرارة مرتفعة للهواء ورطوبة عالية).

ويكتمل عند الرياضيين الذين يتدربون للمطاولة نتيجة التمارين الدورية التوجيه الحراري إذ تنخفض النواتج الحرارية، وتتحسن القابلية إزاء الفقدان الحراري بمساعدة مضاعفة تكون العرق فمثلًا من مواصفات الرياضيين المتدربين الإحساس العالي في استجابة إفراز العرق إزاء المؤثرات الحرارية والتوزيع المنتظم لهذه الإفرازات في سطح الجسم وتبعًا فإن درجة الحرارة الداخلية ودرجة حرارة الجلد عن الرياضيين تكون أقل 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 أيضًا 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 وانخفاضيته خلال الشبكة الجلدية مسببًا انخفاضه 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 فسلجية محددة يمكن أن يتسم بها التكيف الحراري أيضًا. لذا فإن الرياضيين الذين تمرنوا بصورة جيدة للمطاولة عادة ما يتكيفون للعمل في ظروف حرارية مرتفعة بصورة أفضل مما هو عليه عند الأفراد من الذين لم يتمرنوا، كما أنهم يتأقلمون بصورة أسرع على الأقل في تنفيذ أعمال بقدرات غير كبيرة في ظروف حارة إضافة لذلك فمن الواضح ضمنيًا أنه حتى التدريب الرياضي العالي أو أي تدريب لأية طبيعة كانت في ظروف مناخية محايدة لا يستطيع أن يستبدل بصورة كاملة التكيف الحراري المتخصص الذي يحتاجه الرياضي إذا كان عليه أن يساهم في مباريات تحت ظروف ارتفاع درجة حرارة الجو ورطوبته.

إن وسائل التكيف التي يسببها التدريب في ظروف محايدة (أو باردة) 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 يومًا قبل المباريات وإذا لم تكن هناك إمكانية للتدريب في مثل هذه الظروف فلابد من استعمال ملابس خاصة تستطيع أن تمنع إيصال الحرارة والحد من تبخر العرق. ويسبب التدريب في مثل هذه الملابس أثارًا في مضاعفة الثبوتية الحرارية، وأن كان ذلك أقل مما عليه في حالة التدريب تحت الظروف المناخية الحارة في الوسط الخارجي.

نظام الشرب

إن السرعة الكبيرة لإفراز العرق كما ذكر أثناء تنفيذ عمل ذي شدة في ظروف حارة تؤدي إلى فقدان الجسم الملحوظ للماء (نزع الماء) وكذلك فقدان الأملاح ونتيجة لذلك ستنخفض كفاءة الأداء والثبوتية الحرارية (إمكانية تحمل الحرارة).

فقدان الماء

استعادته 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 تتقلص الكمية المفقودة منها . أضف لذلك فإن الدراسات الفسلجية تبرهن أن فقدان الماء نتيجة العمل الطويل ذي الشدة وخاصة إذ نفذت ظروف مناخية يجب أن يعوض بسرعة قدر الإمكان ويفضل أيضًا أن يكون بالمقدار نفسه.

وإذا لم يشرب الرياضيون الماء خلال السباق الكمية الكافية من الماء لكي يمكن التعويض عن الماء المفقود فستنمو عندهم (بهذه الدرجة أو تلك) عملية نزع الماء إذا تساوت كمية الماء المستهلكة والمفقودة مع العرق (التوازن المائي) فإن درجة حرارة الجسم ستكون أقل مما هي عليه في فترة تنفيذ هذا العمل باستهلاك كمية أقل من الماء أو بدون شرب الماء على الإطلاق وهكذا فإن تناول السوائل أثناء مباريات في ظروف حارة يقلل من خطر تسخين الجسم.

إن الشرب الجزئي للماء أثناء العمل على جهاز مشابه للدرجات تحت ظروف مناخية حارة يؤخر فقدان بلازما الدم وبذلك يساند أن يكون حجم الدم المدور طبيعيًا ونتيجة لذلك يستبعد تقلص الحجم الانبساطي ومضاعفة ت ت ق إلى ذلك المستوى الذي لا يكون فيه تعويض عن الماء المفقود أثناء تنفيذ العمل.

ويؤدي شرب السوائل أثناء العمل لمضاعفة استمراره الأقصى (كفاءة الأداء) وتساعد السوائل التي تكون من محاليل الكاربوهيدرات ليس فقط في التعويض عن الماء المفقود وإنما في المحافظة أيضًا على التركيز الطبيعي للكليكوز في الدم مما له أهمية كبيرة جدًا في الاحتفاظ بكفاءة أداء عالية أثناء حمولة ذات استمرارية طويلة.

openkarton.com

يتحدد تركيب السوائل «البديلة» التي تستعمل للتعويض عن فقدان الماء أثناء تأدية العمل العضلي في ضوء عدد من المستلزمات.

ولا يجري امتصاص السائل المتناول من المعدة إلى الدم. كما أن الماء الممتص يحدث تقريبًا في الأمعاء 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 ونضوحية السوائل الموجودة فيها أما العمل العضلي بحد ذاته فتأثيره قليلاً على سرعة تفريغ المعدة.

ويخرج الحجم الكبير من السائل (٥٠٠-٦٠٠ل) من المعدة بصورة أسرع من خروج الحجم الصغير. ولكن شرب كمية كبيرة من السائل لمرة واحدة في الطريق تسبب إحساسًا غير مريح إلى المعدة وتنفساً ثقيلاً. لذا يفضل تناول السوائل بكميات كبيرة نسبيًا 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 سيلزيوسية).

ويفرز نشاط العضلات الملساء في جدران المعدة ليعجل سرعة انتقال السائل إلى الأمعاء. إضافة لذلك فإن تسخين الماء البارد في المعدة حتى وأن كان بدرجة صغيرة. سيتعود إلى تعزيز الفقدان الحراري للجسم لذا فإن شرب الماء البارد أثناء السباق في الظروف الحارة يكون أفضل من الماء الدافئ.

إن سرعة حركة المعدة وتفريغها تتمدد جزئيًا 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٪ يخرج أسرع من الماء. أن وجود الكلوكوز في المحلول حتى وإن كانت بكميات صغيرة (أقل من ٥٪) تسبب تباطؤاً ملحوظاً في تفريغ المعدة. أما إضافة الأملاح إلى سوائل الشرب (محلول كهربائي) فأنه سيسبب زيادة في نضوجيتها ولعل السائل ذو التركيز المنخفض ذو نضوجية مقدارها ٢٠٠ مول نض/ل تقريبًا يعتبر الأمثل أن مثل هذه المحاليل التي تضم قليلاً من السكر (أقل من ٢,٥٪) تغادر المعدة بسرعة لذا فإن من الممكن امتصاصها بسهولة من الأمعاء 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 ١,٠ ل.

لذا لابد من تناول محاليل ذات تراكيز منخفضة باردة تحتوي على السكر (كاربوهيدرات) لغاية ٢,٥٪ و٥٠٠ مل ماء لا يحتوي على كاربوهيدرات) ينبغي شربه قبل نصف ساعة من الانطلاق أثناء تنفيذ عمل ثقيل متواصل في ظروف مناخية حارة مصحوبة بإفرازات عرق كبيرة لتكوين احتياط مائي معتدل. وينبغي شرب كمية مقدارها ١٥٠-٢٠٠ مل من محلول ذي تركيز منخفض بفترات تفصل بينها 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 فإن نظام الشرب يجب أن يتقلص بصورة ملحوظة ، في حين يجب زيادة نسبة الكربوهيدرات فيه (لغاية ٢٥٪) ، وفي هذه الحالة سيكون انتقال المحلول مهما كان بطيئًا من المعدة إلى الأمعاء قد أمن الكربوهيدرت للدم.

إن التعويض غير البطيء عن المحاليل الكهربائية المفقودة أثناء تأدية العمل الذي يصاحبه إفراز شديد للعرق لا يلعب ذلك الدور كالتعويض عن الماء المفقود لأن الجسم يفقد بالعرق كميات كبيرة نسبيًا من الماء مقارنة بفقده الأملاح ، أضف إلى ذلك فإن وجود الأملاح في العرق عند الأفراد الرياضيين المتدربين أو الذين تأقلموا في الجو الحار) تكون منخفضة مقارنة بالأفراد ممن لم يتدربوا لذلك فإن فقدان الأملاح أثناء المباريات عند الرياضيين لا تكون كبيرة نسبيًا حتى في الظروف المناخية الحارة إضافة لذلك فإن إفرازات العرق تسبب مضاعفة تركيز الأملاح (ملح الطعام) قبل كل شيء في الدم وفي غيره من سوائل الجسم واستنادًا لهذا فإن تناول كمية إضافية كبيرة من الأملاح أثناء العمل العضلي يمكن أن يكون ضارًا للجسم ، وأن الشرب الكثير للسوائل المصحوبة بالأملاح بتركيز مهما كان طفيفًا سيكون كافيًا للتعويض من الكميات المفقودة منه ولقد ظهر في حالة تكرار الحمولة المصحوبة بإفراز شديد للعرق (على مدى بضعة أيام متواصلة) استعمال كمية إضافية من الأملاح ولكن ذلك لم يتم أثناء تأدية العمل العضلي.

فقدان الماء والأملاح في عملية التدريب في ظروف مناخية حارة:

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 فمثلًا 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 أن يؤدي إلى خرق جدي في التوازن المائي بصورة عامة والملحي بصورة خاصة مع انخفاض في كفاءة الأداء لذلك ينبغي على الرياضي أن يتناول كمية كبيرة من السوائل في أيام التدريب في الظروف المناخية أو بعدها للتعويض قبل كل شيء عن الماء المفقود الجدول (٢) وفي الظروف المناخية وخاصة عند الإنسان الذي يتأقلم يكون الإحساس الذاتي بالعطش أقل مما عليه. ولذلك فإن حجم ماء الشرب في الأيام الأوائل من التدريب يكون أكبر مما يحدده الإحساس بالعطش. ويمكن أن تكون محدودة من الماء كرقابة لحاجة الجسم من خلال وزن الرياضي قبل وحدات التدريب وبعدها .

إن تناول السوائل بكميات قليلة زائدة لا تؤثر سلبيًا على كفاءة أداء الرياضي لأن الماء الفائض يسهل خروجه من خلال الكليتين أضف لذلك ضرورة الأخذ بعين الاعتبار أن تناول ماء زائد يمكن أن يقود إلى هبوط نضوحية الدم للسوائل الأخرى في الجسم وهذا يؤدي بدوره إلى بعض الأعراض غير المرغوب بها بما في ذلك التشنج لذا فإن شرب الماء في فواصل ما بين التمارين يجب أن تكون بكميات غير كبيرة ولكن بمرات عديدة.

جدول رقم (٢)

حجم الفقدان من الأملاح نتيجة إفراز العرق والتعويض عنها
عند الرياضيين المتأقلمين وغير المتأقلمين

الماء		الملح		
الفقدان	التعويض	الفقدان غ	الاستعاضة غ / ل من ماء الشرب	
١	١	١,٥	وجبة غذاء عادية	
٢	٢	٣,٠		
٣	٣	٤,٥		
٤	٤	٦,٠	غير متأقلم	التأقلم
٥	٥	٧,٥	١,٨	٠,٥
٦	٦	٩,٠	٢,٧	٢,٣

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 تعويضها وجبة طعام عادية (انظر جدول ٢).

وهنا فإن الرياضي سيتناول بعض الكميات الإضافية في الأملاح مع السوائل التعويضية) كالمياه المعدنية مثلًا التي يمكن أن تضم كمية قليلة من الأملاح الطبيعية الأساسية (حوالي ٢٠٠ ملغم من الصوديوم ومثلها في البوتاسيوم في اللتر الواحد من المحلول أو لا تحتوي عليها إطلاقًا ويمكن أن تبرز في حالات فقدان العرق اليومي حاجة لنظام خاص بتناول الأملاح على أساس أن لكل ٤ ألتار من العرق تستوجب كمية من الأملاح تتراوح قيمتها بين ٣-٤ غرام في اليوم وإذا كانت كمية العرق تساوي ٥ ألتار ستصبح كمية الأملاح ١٠ غرامات وعند زيادة

العرق إلى ٦ ألتار فستصبح كمية الأملاح ١٥ غرامًا 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 الجسم أن النتيجة المحتملة لهذا النقص ستمثل في انخفاض كفاءة أداء الهيكل العضلي والقلب وتقلص نواتج العرق وزيادة فقدان الماء والصوديوم مع البول وكذلك خرق إعادة تخليق الكليكوجين في العضلات بعد تنفيذ العمل العضلي لذلك ينبغي أن تشمل الوجبة الغذائية أثناء التدريب المكثف في ظروف مناخية حارة كميات كافية من البوتاسيوم إضافة لذلك فإن عملية تناول المواد التي تضم البوتاسيوم. الذي يذوب بسهولة ويمتص في المعدة بسرعة محفوفة بالمخاطر، لأنها يمكن أن تعزز طرح بوتاسيوم الدم.

النشاط الرياضي في ظروف 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 والإشعاع) ، وإن أهم آلية لوقاية الجسم من فقدان الحرارة في الظروف الباردة تكمن في تضيق الأوعية (الجلدية) وتعزيز نواتج الحرارة في الجسم.

الميكانيكية الفسلجية للتكيف إزاء البرودة

ينخفض نتيجة تضيق الأوعية الجلدية (انقباض الأوعية) عمل نقل الحرارة (مع الدم) من مركز الجسم إلى محيطه.

ولما كان الجلد وخاصة تلك الطبقة السفلى منه بحد ذاتها رديئة التوصيل للحرارة فإن انقباض الأوعية من شأنه أن يعزز كفاءة العزل الحراري (الغلاف) للجسم بحوالي ٦ أضعاف وبتعبير آخر فإن سمك العازل الحراري لدرجة حرارة الجسم «الغلاف» يزداد في الظروف الباردة لذلك تتقلص أبعاد المركز الحراري للجسم.

ويمنع انخفاض نقل الحرارة من مركز الجسم على سطحه هبوط درجة حرارة مركز الجسم ولكن في الوقت نفسه يؤدي إلى انخفاض تدريجي لدرجة حرارة الجلد ويؤدي ذلك بدوره إلى تقليص الفرق في درجات الحرارة بين سطح الجسم والمحيط الخارجي وينخفض بذلك فقدان الحرارة من الجسم.

إن أكثر انقباض وعائي جلدي يحدث عادة في الأطراف وخاصة في أصابع اليد والرجل. مثلًا لتيار الدم خلال الأصابع أن ينخفض بمائة مرة وأكثر (من ١٢٠ إلى ٠,٢ مـل/دق/١٠٠ غـرام من النسيج) لذلك فإن درجة حرارة نسيج الأجزاء القصوى من الأطراف يمكن أن 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 الأجزاء الأكثر عرضة للجرح أما الأوعية الرأسية لنقل الدم فإنها الأقل عرضة للتضييق في البرد. لذا فإن جزءًا كبيرًا 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 أن الدم يجري في الظروف الباردة بالدرجة الأساسية في الأوردة العميقة وليس السطحية دورًا كبيرًا في تقليص التوصيل الحراري الداخلي للجسم وبالتالي في الحفاظ على الحرارة. ولما كانت الأوردة العميقة موجودة إلى جوار الشرايين لذا سيحدث بينها تبادل حراري إذ يتسخن الدم الوريدي العائد إلى المركز على حساب الدم الشرياني وكذلك يوجد عائقًا يمنع تبريد مركز الجسم وبالعكس إذ يبرد الدم الشرياني القادم من القلب والذي يجري في شرايين الأطراف تدريجيًا حتى يصل النهايات الجلدية القصوى فتصبح درجة حرارته أكثر انخفاضًا مثلًا 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 رعشات 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، بدأ بعضلات الرقبة فالبطن، فالصدر وانتهاءًا بعضلات الأطراف أن طبيعة ودرجة الرعشة البردية غير متساوية عند الأفراد المختلفين. وتحمل رعشة البرد طابعًا مختلفًا فهي تارة تظهر وتارة تختفي بغض النظر عن ارتباطها بتغير درجة حرارة باطن الجسم وسطحه وعندما تكون درجة الحرارة منخفضة جدًا فإن الرعشة تستمر عند الإنسان تستمر طويلًا وكلما كانت رعشة البرد شديد كلما 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 وضوحًا مما عليه عند الشبان، وتتضاعف النواتج الحرارية في الظروف الباردة قليلًا كما تنخفض درجة حرارة الجسم بصورة أكبر وعلى العموم فإن الرجال المسنين يتحسسون قليلًا أو لا يتحسسون للمؤثرات الموضعية الباردة.

ويمكن أن تتضاعف النواتج الحرارية أيضًا بسبب تقوية العمليات التي لا ترتبط بالرعشة الباردة.

إن استهلاك كميات الأوكسجين في الظروف الباردة يتضاعف في حالة الهدوء. وتعتمد قيمته هذه على المضاعفة الشحمية أسفل الجلد وطبيعة الملابس وكذلك على فترة المكوث في البرد ، وتتضاعف سرعة استهلاك الأوكسجين طرديًا مع زيادة الطرح القلبي فمثلاً سرعة استهلاك الأوكسجين والطرح القلبي عند الإنسان العادي في درجة حرارة مقدارها خمس درجات سيلزيوسية تتضاعف بمرتين ، وكذلك عند التعرض للبرد يبقي (ت ت ق) بدون تغير لذا يتضاعف الطرح القلبي نتيجة مضاعفته الحجم الانبساطي فقط.

وفي هذا المجال تكون استجابة القلب تجاه هذا البرد متميزة مما هو عليه في ظروف النشاط العضلي ويتضاعف الطرح القلبي في الحالة الأخيرة بسبب مضاعفة (ت ت ق) درجة أساسية.

كفاءة الأداء البدني في الظروف المناخية الباردة

ينخفض العازل الحراري للجسم بصورة ملحوظة أثناء العمل العضلي الذي يجري في ظروف حرارية باردة ، ويتعزز حبس فقدان العازل الحراري (بالتوصيل والحمل) ، ويعني هذا أنه من أجل حبس التوازن الحراري لابد من توليد كبير للحرارة مما عليه في ظروف الهدوء ومع هبوط درجة الحرارة الخارجية وزيادة التمايز الحراري بين الجسم والمحيط الخارجي فإن النواتج الحرارية ينبغي أثناء النشاط العضلي أن تتضاعف ، فإذا كان النشاط العضلي بشدة غير كافية لكي يؤمن تكوين حرارة إضافية فإن درجة حرارة الجسم ستنخفض إلى أقل من القيمة الطبيعية (هبوط الحرارة).

وأثناء الحمولات ذات القدرة المتواضعة (باستهلاك كمية من الأوكسجين تصل إلى (٢ , ١- ١ , ٤ ل/دق) فإن سرعة استهلاك الأوكسجين في ظروف انخفاض درجة حرارة الهواء أكبر مما عليه في درجات حرارة مريحة. وأثناء تنفيذ الحمولات الكبيرة (تزيد كمية استهلاك الأوكسجين ١ , ٤ ل/دق) فإن سرعة استهلاك الأوكسجين لا تعتمد على درجة الحرارة الخارجية وإذا كانت سرعة استهلاك الأوكسجين واحدة فإن العمل في ظروف باردة يتطلب هبوط بعض الشيء لـ (ت ت ق) وزيادة الحجم الانقباضي مقارنة مع العمل المماثل في ظروف حرارية محايدة.

إن مضاعفة صرفيات الطاقة (سرعة أكبر في استهلاك الأوكسجين) أثناء العمل بقدرة غير كبيرة نسبيًا في ظروف مناخية باردة ترتبط بالرعشة الباردة، التي تختفي بمضاعفة الحمولة إلى كميات كبيرة.

obeikandi.com

وتنخفض درجة الحرارة المستقيمة عند تنفيذ حمولات خفيفة في حين تبقى بنفس مستواها عند تنفيذ حمولات ثقيلة، الذي كانت عليه في الظروف المناخية المريحة وهكذا وتبدأ من مستوى قدرة معينة للحمولة البدنية (تساوي سرعة استهلاك الأوكسجين ٢ ل/ دق تقريبًا) حيث تبدأ عندها المستوى الحرج لنواتج الطاقة الذي يلائم فقدان الحرارة، تختفي الرعشة الباردة ويستقر انتظام درجة حرارة الجسم.

وعندما تكون درجة حرارة الجسم طبيعية أو مرتفعة نتيجة النشاط العضلي فإن القيم العظمى لـ (ت ت ق) تبقى في الظروف المناخية الباردة دون تغير يذكر ولكن التنفس الرئوي يقوي بعض الشيء ، أما الزمن الأقصى للركض فيقل ويؤدي هبوط الحرارة إلى انخفاض، إذ يبلغ مقدار الانخفاض عندما تكون درجة حرارة باطن الجسم ٣٧,٥ درجة سيلزيوسية فأقل، حوالي ٥ – ٦ ٪ لكل درجة سيلزيوسية واحدة تنخفض عن درجة الجسم المشار إليه، ويكمن في أساس هذا الانخفاض هبوط الطرح القلبي بسبب تقلص قيمة (ت ت ق)، وتجدر 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 الجسم.

إن القوى الديناميكية العظمى تتناسب طرديًا ضمن حدود معينة مع درجة الحرارة العضلية ، لذا ففي تلك التمارين التي تتطلب إظهار قيمة ديناميكية عظمي (الألعاب القصيرة، الوثب) تنخفض النتائج في الظروف المناخية الباردة وتسبب انخفاضًا في درجة الحرارة العضلية وكثيرًا تجري 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 والريح الباردة الشديدة لا تشكل معضلة جديدة في تنظيم درجة حرارة الجسم وكفاءة أداء الرياضي ، ولعل ذلك يعود بالدرجة الأساسية إلى النشاط العضلي المكثف.

ويمكن لهذه الحرارة أن تسبب تسخينًا ملحوظًا للجسم للمحافظة على درجة حرارته حتى في الظروف المناخية الباردة. وإذا كان بمقدار رعشة البرد الاختيارية أن تضاعف التبادل الأساسي بمقدار (٢–٥) أضعاف فإن النشاط العضلي المكثف سيضاعف 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 عن طريق تبخر العرق ، إضافة 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، فمثلًا تكون درجة الحرارة عند الرياضي في ركض الماراثون عند درجة حرارية لا تتجاوز

١٢ درجة سيلزيوسية أقل مما كانت عليه قبل الركض (٣٧° بعد الركض و٣٧,٣° قبل الركض).

وتظهر معضلات معينة في بداية التواجد في الأماكن الباردة أو حينما تنفذ في هذه الظروف أعمالاً مكررة تتعاقب معها نشاطات عضلية كبيرة واستراحات وفي هذه الحالة يكون للملابس الرياضية أهمية معينة حيث تمنع تبريد الجسم بسبب الفقدان السريع للحرارة وفي ظروف باردة جدًا يمكن للحرارة التي يفقدها الجسم أن تتجاوز ***npogyapyemoe*** عند الفعالية العضلية التي تجري نحو حالة هبوط الحرارة.

التأقلم في البرد

إن الوجود المتواصل لفترة طويلة في ظروف باردة يضاعف لدرجة ما كفاءة الشخص في تحمل البرودة، أي المحافظة 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 هى عليه عند الأفراد الذين لم يتأقلموا. وتلعب هذه الآلية دورًا دفاعيًا أي تمنع الأضرار الناجمة عن البرد (لسعة الجليد) في الأجزاء 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) فإنهم لا يتعرضون أثناء ذلك إلى انخفاض كبير في الدورة الدموية الموضعية وينبغي بحث هذه الظاهرة أيضًا كإجراءات دفاعية. وهكذا ستتعرض الأطراف عن الأشخاص المتأقلمين إلى تبريد أقل.

وتزداد أثناء عملية التأقلم البارد نواتج حرارة الجسم فيزداد التبادل الأساسي ويتضاعف الإيقاع العضلي وتتعزز رجفة البرد أي يحدث إعادة تركيب ميتابولي باطني وداخلي وبالإضافة لذلك فإن العديد من الباحثين لم يعثروا على تأقلم في البرد، وخاصة بالنسبة للنشاط العضلي في الظروف الباردة.

إلا أن الأشخاص المعدين بدنيًا (المتمرنين) يحتملون الظروف الباردة أفضل من الأشخاص من غير المتدربين. ويسبب التدريب البدني عوامل متشابهة في بعض معانيها مع التأقلم البارد إذ يستجيب الأفراد المتدربون على التعرض البارد بقوة كبيرة للنواتج الحرارية وبدرجة أقل في هبوط درجة حرارة الجلد من الأشخاص من غير المتدربين.

obeikandl.com