الفصل الثاني عشر

التنظيم الحراري
Thermoregulation

إذا حدث أن حصانك تعرض ليوم شتاء بارد، فإن الجهد العضلي للتجول فيما حوله يساعده على حفظه دافئاً؛ لأن كل الانقباضات العضلية ينتج عنها بعض الحرارة. على أية حال ، فإن إنتاج الحرارة بالعضلات مرتبط بالتمرين ويمكن أن يصبح مشكلة كبيرة للحصان إذا ما زاد عن فقد للحرارة. يجب أن تفقد الحرارة الفائضة حتى يبقى الحيوان أو يسيطر على جسمه، بمعنى آخر المقدرة على التنظيم الحراري. إن تبادل الحرارة من قبل الحيوان مع بيئته المحيطة معطاة في المعادلة التالية :

$$H_S = H_M - (\pm H_{CD} \pm H_C \pm H_R + H_E)$$

حيث H_S هي الحرارة المخزنة في جسم الحصان و H_M هي إنتاج حرارة الأيض وH_{CD} هي حرارة التوصيل المكتسبة أو المفقودة وH_C هي الحرارة المكتسبة أو المفقودة بالحمل و H_R هي الحرارة المفقودة أو المكتسبة بالإشعاع و H_E هي الحرارة المفقودة عن طريق التبخر (الحرارة لا يمكن أن تكتسب بالتبخر). نحن قد نفكر بالـ H_S طبيعياً كما أن تكون موجبة (متى ما زادت درجة حرارة الجسم) ولكن، بالطبع، عندما تقل حرارة جسم الحصان بعد المجهود أو بينما يكون بارداً، فإن هذا يمثل خزن حرارة سلبي.

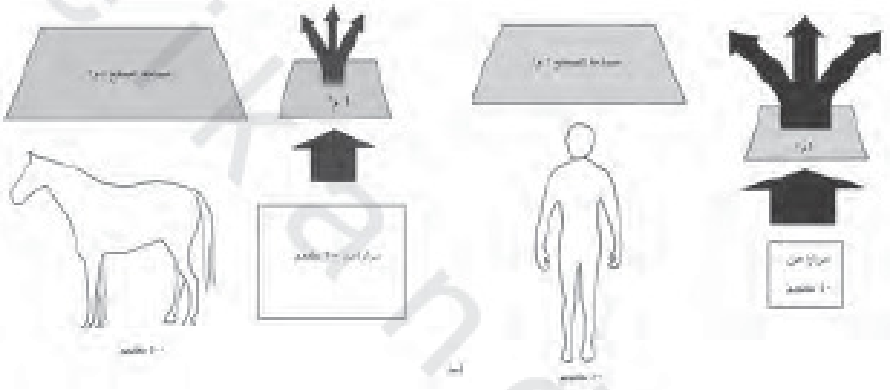
يتم تحويل الطاقة الكيميائية المتوفرة في الغذاء إلى الطاقة للعمل العضلي في خلايا العضلة بكفاءة لحوالي ٢٠ ٪، أما الباقي ٨٠ ٪ من الطاقة تصدر كحرارة. ويمكن أن يزيد عن ٤٠–٦٠ ٪ ضعف فوق قيم الراحة أثناء التمرين ويتناسب مباشرة مع المعدل الذي يستعمل فيه الأكسجين. يمكن حساب معدل إنتاج حرارة الأيض ($\dot{H}_b$) لحصان كالتالي :

$$\dot{H}_{bt}\ (KJ/min) = \dot{V}\ o_2\ (ml/min/kg) \times 21\ (KJ) \times 0.8 \times body\ mass\ (kg)$$

حيث 21KJ هي الطاقة المحتوية في كل ميلليلتر مستهلك من الأكسجين والثابت 0.8 هي كسر للطاقة المصدرة كحرارة (تذكر أن ٢٠ ٪ حركة ، ٨٠ ٪ حرارة). كما تعلمنا، فإن الحصان قادر على استعمال أكسجين عند معدلات عالية للغاية على أساس لكل كيلوجرام أثناء التمرين ولذا ينتج حرارة بنسبة عالية. بسبب حجمه، الحصان أيضاً عنده عيب نسبي عندما يتعلق الأمر بفقدان حرارة مقارنة بحرارة حيوان صغير. حيث لا تزيد المساحة السطحية بشكل خطي مع كتلة الجسم.

يحدث التبادل الحراري مع البيئة المحيطة بالدرجة الأولى عبر سطح الجسم. لذا فإن النسبة بين كتلة الجسم كدليل القدرة لإنتاج الحرارة والمساحة السطحية للجسم كدليل القدرة لتفريق الحرارة تصبح مهمة. لو أخذنا شخصاً وزنه ٨٠ كغم، ونزع كامل جلده ووضع خارجياً، سيكون عندنا مساحة سطحية كلية للجلد تقدر بحوالي ٢م^2، ونسبة مساحة الجسم السطحية إلى مساحة كتلة الجسم من ١ : ٤٠ (الشكل رقم ١٢.١). إذا أخذنا حصان وزنه ٥٠٠ كجم وأزلنا كل الجلد ووضعناه خارجياً، سيكون عندنا مساحة سطحية حوالي ٥م^2، لذا فإن مساحة سطح الجسم (BSA) لهذا الحصان إلى نسبة كتلة الجسم سيكون ٥م^2 إلى ٥٠٠ كجم أي ١ : ١٠٠. ومع أن الحصان أثقل بحوالي ست مرات من الإنسان إلا أن له مرتان ونصف فقط من المساحة السطحية. فيما يختص بالتنظيم الحراري، فإنه على الحصان أن "يشتت" ٢.٥ مرة نفس

قدر الحرارة خلال كل متر مربع من منطقة الجسم السطحية مقارنة مع ما نعمله نحن البشر. بمفهوم عام، الحيوانات الصغيرة مثل الطيور والفئران الصغيرة فإنها تفقد الحرارة بسهولة بسبب مساحة سطح الجسم إلى نسبة كتلة الجسم ولها لها من مستوى عالٍ من الأيض عند الراحة لتمكنها من المحافظة على درجة حرارة الجسم، بينما تميل الثدييات الكبيرة إلى امتلاك مستوى منخفض من التمثيل الغذائي عند الراحة.



الشكل رقم (١٢,١). نسب مساحة سطح الجسم إلى كتلة الجسم في الإنسان والخيول .

توجد الاختلافات في نسبة المساحة السطحية (BSA) للجسم إلى كتلة الجسم حتى بين السلالات، فالحصان الأصلي له نسبة حوالي ١ : ٩٠ بينما السلالات الأثقل ربما تكون أهمية هذه النسبة أقل فيما يتعلق بالانقشاع الحراري، حوالي ١ : ١٢٠. بالطبع، في الجو البارد ينعكس الأمر حيث النسبة الأعلى تساعد على تخفيض فقدان الحرارة (هناك بضع ثدييات صغيرة تعيش في القطب الشمالي). على أية حال، فيما يخص المعدلات العالية من إنتاج الحرارة وانقشاعها فهذا يعني، للحصان تكيف معين واحد : "الخيول تتعرق، الرجال يتعرقون والسيدات يتوهّجن"، وهذا قول قديم جداً له أساس معروف. إن الحصان قادر على التعرق عند معدلات أعلى من أي حيوان آخر .

إذا ما أردنا أن نقارن معدلات التعرق عند كل من الشخص الرياضي والحصان، قد نأخذ معدل تعرق لترين/ساعة كحد أعلى للرجل و ١٥ لتر/ساعة للحصان. بالطبع المقارنة لا يمكن أن تكون عند هذا المستوى ؛ لأن للحصان والإنسان أحجام مختلفة. إذا قسمنا على نسبة المساحة السطحية ، نجد أن معدل التعرق الأعلى للإنسان تعادل ١ لتر / م٢ / ساعة للشخص الرياضي و٣ لتر / م٢ / ساعة للحصان . في الحقيقة ، يعبر عن نسب التعرق بوحدات من مل / م٢ / دقيقة ، وهي ١٧ مل/ م٢/للدقيقة عند الإنسان و ٥٠ مل/م٢/ للدقيقة للحصان، ومن ثم للتعويض لامتلاك نسبة منخفضة للمساحة السطحية إلى كتلة الجسم ونسبة عالية من إنتاج الحرارة عند الحصان، فإنه يتعرق حوالي ثلاث مرات مقارنة مع النسبة التي نتعرق بها عبر نفس منطقة الجلد.

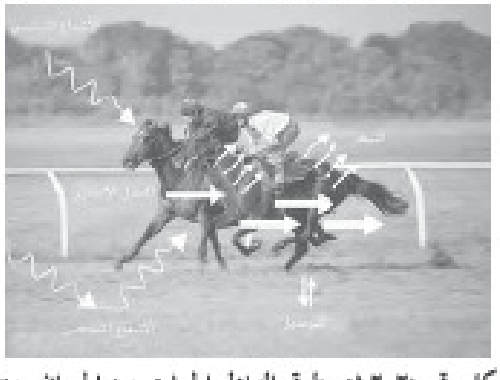
بينما للحصان آليات استقرار داخلي Homeostatic mechanisms لتنظيم درجة حرارة جسمه وعضلاته وأعضائه، مثل : درجة حرارة المستقيم، فإن حرارته ترتفع حتى بالتمرين الخفيف في الظروف الباردة. فعلى سبيل المثال، وصلت درجة حرارة المستقيم إلى ٤٢ °م عندما قيست عند نهاية عبور حصان بيرغلي Burghly horse الريف عند درجة حرارة الجو فقط ١٥ °م. في الجو الحار أو الحار الرطب نجد الخيول صعوبة أكثر للحفاظ على درجة حرارة الجسم المنخفضة بسبب ضعف الانقشاع الحراري.

للخيول في الحقيقة كفاءة عالية في تفريق الحرارة المنتجة خلال التمرين . على سبيل المثال، أثناء جولة تحمل ١٦٠ كم (١٠٠ ميل)، وإذا لا يتم تفريق حرارة الجسم ترتفع بنسبة حوالي ٠,٣ °م / دقيقة أو ١٥ °م / ساعة. هذه الكمية من الطاقة ستكون كافية لغلي حوالي ٧٠٠ غلاية ١ وأثناء التمرين الشاق فإن معدل إنتاج الحرارة أكبر بالطبع. على أية حال، مدة التمرين القصيرة نوعاً ما ولذا كمية الحرارة الفعلية المخزنة

صغيرة نوعاً ما. عند التمرين الأعلى، وبغياب تنظيم حراري، قد يصل خزن الحرارة إلى حوالي ١–١,٥ °م في الدقيقة. في الحقيقة في سباق خيل أصيلة على سطح مستوي يمتد ٢–٣ دقائق، قد تكون الزيادة في درجة الحرارة قريبة من ٢–٣ °م، مما يبعث على الاعتقاد بأن أغلبية الحرارة المنتجة خزنت بدلاً من تفريقها.

درجة حرارة المستقيم الطبيعية للحصان تقريباً ٣٧,٠ – ٣٨,٠ °م وإذا وصلت درجة حرارة الحصان المستقيمية ٤٠ °م وهو أمر شائع، سيستفيد منها أثناء التبريد. يجب أن يدرك الفرسان إشارات زيادة الحرارة (زيادة التسخين) لتفادي الحالة الأكثر خطورة للإعياء الحراري. إن من منافع التبريد أن ينخفض أو يتوقف العرق بالكامل في المدى القريب ولذا خسارة الإلكتروليتات والسوائل ستنخفض. بمجرد أن يبرد الحصان، تكون العودة إلى الوضع الطبيعي أسرع بكثير (معدلات التنفس ونبضات القلب سينقصان بسرعة أكثر) والحصان على الأرجح سيعود إلى إسطبله جاهز للأكل، والشرب والراحة. إن ذلك أمر مهم للحصان سواء كان عليه المنافسة في اليوم التالي أو يبدأ رحلة إلى بيته.

كل الثدييات لها آلية تنظيم حراري متقنة، تمكنها لإبقاء درجة حرارة أجسامها ضمن مدى كبير من الظروف البيئية بواسطة تعديل تدفق الحرارة مع بيئتها. يمكن للحيوان أن يتبادل الحرارة مع بيئته بأربع طرق (الشكل رقم ١٢,٢).



الشكل رقم (١٢,٢). طرق التبادل الحراري بين الحيوان وبيئته.

١– الإشعاع Radiation : وهي حركة الحرارة بين الأجسام بدون اتصال طبيعي، مثل، الإشعاع الشمسي من الشمس. نحن لسنا في اتصال مباشر بالشمس لكننا يمكن أن نحس تأثيرها. لهذا يبدو الشعور بالدفء في المكان المشمس عنه في الظل بسبب الاختلاف في الإشعاع. الحيوانات تفقد حرارة بالإشعاع إلى محيطها الأبرد إلى حجارة الجدران الباردة مقارنة بجدران الإسطبلات المعزولة عند درجة حرارة سطحية أعلى. يمكن للإشعاع الشمسي في المناخ الحار أن يتجاوز تقريباً ٨٠٠ وات / م^{٢}، وهذا بحد ذاته أكبر من إنتاج الحرارة الأيضية. كمثال آخر على قوة الإشعاع الشمسي، فكر بالاختلاف في صباح شديد البرودة عندما تكون الشمس خارجه وبعد ذلك تشعر بالبرودة حينما تذهب الشمس وراء غيمه. إن الاختلاف هو في الإشعاع. يمكن للإشعاع أيضاً أن يعكس من الأرض. سطوح الأعشاب يكون لطيفاً للمشي عليها في المناخ الحار حيث تمتص الإشعاع بدلاً من عكسه. بينما سطوح الرمل أو الطين يميلان إلى عكس الكثير من الإشعاع.

٢– الحمل Convection : وهي حركة الحرارة ضمن السائل. وفي هذا المعنى "السائل" يمكن أن يكون سائلاً أو غازاً. يحدث حمل الحرارة بانتقالها بين الحصان والهواء المحيط عند سطح الجلد. الانتقال الإجباري هو العملية التي يزداد فيها فقدان الحرارة بواسطة تحريك أو إجبار الهواء عبر السطح. يحدث هذا طبيعياً بوجود ريح أو أن نذهب للانتقال الإجباري من خلال استخدام المراوح. يزداد معدل فقدان الحرارة بسبب أن الهواء الأبرد يكون بشكل مستمر مجلوب للاتصال بالسطح الدافئ. يمكن أن نربط ذلك بتأثير الحمل الإجباري. ففي الشتاء، نشير إلى عامل الريح البارد، الذي يبعث على الشعور بالبرودة بشكل أكثر، فبينما درجة الحرارة الجوية يمكن أن تكون صفر°م، لكن إذا كان هناك ريح قوية باردة قد تجعله يشعر وكان درجة الحرارة –١٠°م.

بعض الحيوانات لها ميزات شكلية والتي تزيد من فقدان الحرارة بالحمل عن طريق زيادة المساحة السطحية المتوفرة لنقل الحرارة، على سبيل المثال، البغال لها آذان طويلة وشكل جسمها الطري. يصف الحمل حركة الحرارة أيضاً ضمن مجرى الدم.

٣– التوصيل Conduction : وهو نقل مباشر من الحرارة بين السطوح التي تتصل مع بعضها البعض. على سبيل المثال، إذا وضعت يدك مباشرة باتصال مع سطح دافئ، سوف تدفئ بالتوصيل. الهواء له توصيل حراري رديء لذا نقل الحرارة بالتوصيل يلعب دوراً صغيراً في الاتزان الحراري الكلي. الحصان قد يفقد كمية صغيرة جداً من الحرارة بالتوصيل إلى الأرض في الجو البارد من خلال الأقدام. فقدان الحرارة بالتوصيل يكون معتبراً فقط إذا ما اضطجع الحصان على سطح بارد أو استعملنا ماءً بارداً لتبريده.

٤– التبخر Evaporation : يحدث التبخر عندما تكتسب الجزيئات لسائل طاقة حركية كافية لترك سطح السائل وتصبح بخار. في حالة الحصان، السطح السائل هو سطح طبقة العرق على الجلد إضافة الطاقة الحرارية تزود السائل بالطاقة الحركية للتبخر. التعرق واللهثان هي طرق رئيسة لفقدان حرارة التبخر في الثدييات. يؤدي اللهثان إلى فقد الحرارة عن طريق الجهاز التنفسي. بزيادة التردد التنفسي والحجم المستنشق المتناقص، إن حجوم كبيرة من الهواء مدفئة، مشبعة ببخار الماء يمكن أن تدخل من خلال المجاري التنفسية العليا، ومن ثم يتم زفيرها. هذه وسائل مهمة من فقدان الحرارة في بعض الحيوانات، بالأخص الكلاب. على أية حال، تعتمد الخيول أكثر على التعرق وأقل على وسائل الفقدان التنفسية للحرارة عنه في معظم الحيوانات الأخرى. تعكس هذه الحقيقة في أن للخيول غدد عرقية على كل بوصة من أجسامها. في درجة حرارة الجسم العالية بعد التمرين، تعتمد الخيول تقريباً ٨٥٪ على التعرق و١٥٪ على فقدان الحرارة التنفسية للتبريد. على أية حال، عند الراحة وفي الإسطبل وفي جو حار، الخيول قد تستغل كلتا فقدان الحرارة التعرقية والتنفسية بمدى متماثل.

الحصان قادر على التعرق بمعدل أسرع من أي حيوان آخر. يعتمد التعرق الفعال على ما إذا كان هناك هواء متحرك حول الجلد وعملياً الفرق في ضغط بخار الماء بين سطح الجلد والبيئة الجافة الحارة غير مؤثر عندما يكون الهواء مشبع ببخار الماء، مهما كانت درجة حرارة الهواء.

في الظروف الرطبة الباردة، يمكن فقد الحرارة عن طريق النقل. على أي حال، في الظروف الحارة والرطبة، يمكن لكلا التعرق والحمل أن يساومان على فقدان الحرارة بشدة. يتبع تمرين معتدل أو عنيف، للخيول سوف "تنفخ"، لأي شيء من بضعة دقائق وحتى ٣٠-٤٠ دقيقة. افترض في الماضي وببساطة في أغلب الأحيان أن للنفخ علاقة بـ "العجز الأكسجيني" أو عملياً بكمية اللاكتيت المنتجة أثناء التمرين السابق؛ لان اللاكتيت تنتج بواسطة الأيض المعتمد على التنفس اللاهوائي، وحيث اعتقد بأن لزاماً علية إعادة صرفه Paidback بعد التمرين، لذلك استعمل مصطلح "العجز الأكسجيني" Oxygen-dept. على أية حال، نحن الآن نعرف بأن النفخ (Blowing) أو التنفس العميق المنخفض بعد التمرين أكثر ارتباطاً بدرجة حرارة الجسم. يدرك العديد من الفرسان أن معدل التنفس السريع (لغاية ١٨٠ نفس / دقيقة) واللهث (Panting) هي علامات بأن الحصان حار. على أية حال، نحن الآن نعرف بأن لتلك الخيول معدل تنفسي منخفض (٥٠ — ٨٠ نفس / دقيقة) بينما تلك التي تتنفس بعمق أكثر بكثير (وبمعنى آخر : لها حركات صدرية أكبر) ستكون درجة حرارة جسمها أعلى بكثير. الأمر الملفت، بينما هذه الخيول تبرد، ربما تنتقل من التنفس العميق المنخفض (يدعى مرحلة اللهث الثانية) إلى اللهثان الضحل الأسرع والأكثر شيوعاً (في الحقيقة يسمى المرحلة الاساسية للهث).

يحدث التعرق رداً على آليتين مختلفتين. الأولى هي زيادة في توزيع الأدرينالين بسبب زيادة في التحفيز السمبثاوي (العطوف) ومثل هذا التحفيز قد يحدث بسبب حماس أو تمرين. الخيول التي تتعرق بسبب الحماس أو الخوف يكون تعرقها عموماً في

الأماكن المنفصلة، كالرقبة وبين السيقان الخلفية. أثناء التمرين، تظهر العلامات الأولى للتعرق عادة على رقبة الحصان. يرى تراكم العرق غالباً بعد التمرين تحت السرج وهذا يؤدي إلى الاعتقاد الخاطئ للناس في أغلب الأحيان بأن هذه المنطقة تتعرق أكثر أو قبل المناطق الأخرى من الجسم. على أية حال، عند نزع السرج نرى تحته كمية كبيرة من العرق، وهذا بسبب أن العرق الذي شكل أثناء التمرين لم يتبخر وتراكم أو تجمع، من المحتمل تعرق الحصان في كثيرمن أجزاء أخرى من الجسم ولكنها تظهر جافة بسبب تبخر العرق منها.

يمكن أن يحدث التعرق ببساطة أيضاً بتدفئة الجلد. هذه لا تتضمن الزيادات في مستويات أدرينالين الدم. نحن نعرف هذا ؛ لأنه إذا ما أخذنا قطعة من جلد الحصان بعد تشريح الجثة (بعد الوفاة)، يمكن أن تجعلها تتعرق على طاولة المعمل بتدفئتها، مع أنه ليس هناك إمداد دموي أو أعصاب تتصل بها. يفرق (يشتت) التبخر الكامل للتر الواحد من العرق الحرارة المتولدة خلال ١ — ٢ دقيقة للتمرين الأعلى أو ٥ — ٦ دقائق من التمرين ما دون الأعلى. عرق الخيول في الحقيقة عالي الأزموزية hypertonic (أكثر ملوحة من سوائل الجسم). تتفاوت القياسات المسجلة عن الإلكتروليتات في عرق الخيول (انظر الجدول رقم ١٢,١)، يتفق كل الباحثون على أنه عالي الأزموزية، على خلاف العرق الإنساني والذي هو منخفض الأزموزية (hypotonic) (أقل ملوحة من السوائل الجسمية). كنتيجة لذلك، تفقد الخيول كميات أكبر من الإلكتروليتات عندما تتعرق.

الجدول رقم (١٢,١). تركيب عرق الخيول*.

الكهارل	التركيز التقريبي (جم / لتر)
الصوديوم	٣,٥
الكلوريد	٦,٠
البوتاسيوم	١,٢
الكالسيوم	٠,١

* يحتوي العرق أيضاً على كميات صغيرة من اللاكتين ، البروتين ، اللاكتيت واليوريا .

قد يتفاوت التركيب الدقيق للعرق بين الخيول المدربة وغير المدربة وكذلك وقت التمرين. فعلى سبيل المثال، اتضح في أحد الدراسات أن تركيز الصوديوم في العرق يزداد أثناء الـ ١٥ دقيقة الأولى من بدأ التمرين، بينما ينخفض تركيز البوتاسيوم والبروتين ويبقى الكلوريد بدون تغير. وأوضحت أيضاً الدراسة، بأن تركيب العرق يختلف في الظروف البيئية الحرارية المختلفة (Mccutcheon *et al.* 1995).

تم تحليل تركيب العرق بوضع رقعة مادة ماصة جداً على منطقة الجلد وبعد ذلك يفصل العرق للتحليل بعصرها أو غسلها بالماء المقطر، أو بدلاً عن ذلك ربط الأكياس بإحكام على منطقة الجلد. كلتا الطريقتين لها مساوئ بأنها قد يدفئان ويرطبان منطقة الجلد المغطاة وهكذا يؤثر على معدل العرق و/أو مكونات العرق.

يقاس معدل التعرق غالباً باستعمال كبسولة التهوية (الشكل رقم ١٢,٣) تقليدياً، صنعت كبسولة التهوية من النحاس وهي ثقيلة يصعب جداً إبقائها ملتصقة بغطاء الجسم. أساس كبسولة التهوية هو أن منطقة معروفة من الجلد تغطى بكبسولة مختومة، يمر الهواء من خلال الكبسولة في نسبة تدفق معروفة(مقاسه). من قياس درجة الحرارة والرطوبة في الهواء الداخل والخارج من الكبسولة، يمكن حساب كمية الرطوبة المضافة إلى الهواء التارك للكبسولة. من المسلمات أن معدل تدفق الهواء خلال الكبسولة عالياً بما فيه الكفاية لمنع تراكم العرق على سطح الجلد، يمكن أن نحصل على قياس دقيق لمعدل التعرق إذا كانت نسبة التدفق منخفضة للغاية، وبالتالي يقاس معدل التبخير بدلاً من معدل التعرق الحقيقي. الكبسولات البلاستيكية ذات الأوزان الخفيفة يمكن تثبيتها بسهوله على السطوح العمودية مثل الرقبة باستعمال شريط للجلد ثنائي الوجه اللاصق Double side tape مثل بليندرم Blenderm، أو مواد جلدية لاصقة خاصة. للإطلاع على الوصف الكامل لأبحاث القياس لمعدلات تعرق المناطق أثناء التمرين، (انظر Scott *et al.* 1996).

يمكن أن يكون معدل التعرق حتى ١٠ –١٥ لتر/ساعة، وتميل الخيول إلى التعرق إلى ضعف النسبة على الرقبة مقارنة بما فيه على الأرباع. آلية هذا الاختلاف ليست واضحة كلياً، لكن ليست بسبب الاختلاف في عدد الغدد العرقية في كلتا المنطقتين. تمتلك الخيول غدد عرقية قمية الإفراز Apocrine حيث كل حويصلة شعرة لها غدة عرقية عند قاعدتها.للبشر غدد عرقية مركزية الإفراز Eccrine glands حيث لا ترتبط الغدة بحويصلة الشعرة. لإيجاد كثافة الغدد العرقية في جلد الحصان، نحن نحتاج إحصاء عدد الشعيرات لكل منطقة معينة.

فقدان السوائل من خلال التعرق يمكن تقديره تقريبياً عن طريق وزن الحصان قبل وبعد العمل. بما أن لتر واحد من الماء يزن ١ كجم، نحن يمكن أن نحسب كم كمية السائل الذي فقده الحصان ولكي نكون دقيقين للغاية، نحتاج للأخذ بالحسبان الفقدان عن طريق البول والبراز أثناء العمل. ببساطة عن طريق جري واحد أو اثنان لمسافة ميل واحد (١٦٠٠ متر) في يوم معتدل، ربما يفقد الحصان ٥ –٧ كجم (٥ – ٧ لتر). يمكن أن يؤدي تمرين حقيقي على الركض لفقد حتى ١٠ لترات من العرق، بينما ما يقرب من ٤٠ لتر يمكن أن تفقد بعد جولة تحمل. بالطبع، في الخيول أثناء جولات التحمل ستتعرق بينما المنافسة قائمة ومن ثم تأكل وتشرب أثناء "البوابات البيطرية". لذا حصان في سباق ١٠٠ ميل (١٦٠ كم) يمكن أن يفقد فعلياً ١٠٠ لترات من السوائل إذا ما تعرق بمعدل ١٠ لتر في الساعة ولمدة ١٠ ساعات. بدون أي بديل هذه ستكون ثلث مخازن ماء الجسم الكلية أو حوالي ٢٠ ٪ من كتلة الجسم لحصان وزنه ٥٠٠ كجم. نحن نعرف أن الخيول تبدأ متاعبها عندما يبدأ الجفاف ويقترب من فقدان ٦ – ٧ ٪ من كتلة الجسم. لذا ينهي الحصان المنافسة وقد فقد من وزنه ٤٠ كجم (المكافئ لـ ٤٠ لتر) مقارنة مع بدء المنافسة، يمكن أن نفترض بأنه قادر على تحمل مسؤولية فقدان على

الأقل ٦٠ لتر من السوائل أثناء التجول (زائد بالطبع بعض الغذاء). وهذا يؤكد أهمية التمبو (التزويد بالماء). ينتج عن الجفاف عند الإنسان والحصان الشعور بالتعب والمرض (تذكر مثلاً أن ٩٠ ٪ من آثار صداع الكحول هو ببساطة من آثار الجفاف)، هذا يتداخل أيضاً مع التعرق. وضح إن الخيول التي حدث بها الجفاف تعرق أقل من تلك المرطبة euhydrated horses.

الشكل رقم (١٢,٣). كبسولة التهوية المستعملة لقياس معدل التعرق .

بالإضافة إلى المستويات العالية من الكهارل، يحتوي عرق الحصان على بروتين يدعى اللاثيرين latherin ، والذي ينتج الرغوة على الجلد. ينشر اللاثيرين العرق على طول الشعر، لذا يبدو الشعر مكسي كلياً، يزيد المساحة السطحية التي عليها يمكن للعرق أن يتبخر. يبدو أن مكونات اللاثرين في العرق تنقص أثناء التعرق لفترة طويلة. تظهر الخيول غير السليمة محتوى عرق أعلى من اللاثيرين وتنخفض كمية اللاثيرين في العرق مع التمرين.

عندما تتجاوز نسبة التعرق نسبة التبخير، يمكن أن نرى العرق يقطر من الجلد في هذه الحالة لا يسبب التعرق تبريد فعال وبالرغم من أن العرق إذا ما سخن فإنه يأخذ معه كمية صغيرة جداً من الحرارة. على أية حال، فيما يتعلق بتأثير التبخير، العرق

الذي يقطر ربما يزيل فقط ١/١٠٠ من الحرارة التي كان يمكن أن تزال إذا ما تبخر العرق . لذا ما فوق التعرق over-sweating هي تبذير لكل من السوائل والالكتروليتات، وغير فعال لغرض التبريد. إحدى الاستجابات على التدريب هي سيطرة محسنة من التعرق لضمان تغطية الجلد بطبقة رقيقة من العرق المتوفر للتبخر عندما يكون الحصان حاراً مما يؤدي إلى الحد من فقدان العرق.

شهدت المعرفة بالتنظيم الحراري للخيول، خصوصاً في البيئات الحارة والحارة الرطبة دفعة كبيرة مثيره نتيجة لبرشلونة عام ١٩٩٢م والألعاب الأولمبية بأطلنطا عام ١٩٩٦م، يحد من الارتفاع الحاد لدرجة حرارة الجسم فوق ٤٢ °م على الأرجح عندما تصل درجة الحرارة المحيطة أكبر من حوالي ٢٥ °م و/أو رطوبة بيئية محيطة عالية حوالي ٧٠ – ٩٠ ٪، الرياح منخفضة والسماء صافية. معدل درجة حرارة فصول الصيف البريطانية عادة حوالي ٢٠ –٢٥ °م مع رطوبة نسبية منخفضة جداً (٤٠ – ٦٠ ٪). السلالات الثقيلة والخيول غير السليمة والخيول لها شروط أكثر من اللازم (فلا خيول سمينة)، والخيول ذات الشعر الطويل، والخيول التي لا تتدرب في الساعات الحارة من اليوم وفترات الإحماء لمدة طويلة، وعدم المقدرة على التغلب على الجفاف هي جميعها عوامل مخاطرة لحدوث الارتفاع الحراري الحاد.

تصبح الغدد العرقية أقل تجاوباً مع الأدرينالين في بعض الخيول التي تتدرب بشكل دائم في البيئات الحارة والحارة الرطبة، ويؤدي هذا إلى حالة تعرف بانعدام العرق anhidrosis. يدل انعدام العرق على اكتمال فقدان وظائف التعرق، لكن هذه حالة نادرة، وقد لا تحدث. الخيول المتأثرة عادة ما زالت قادرة على التعرق على الرقبة ولكن ربما بثلث النسبة الطبيعية. بالرغم من غياب التعرق على معظم بقية الجسم . كثير من المناطق المغطاة مثل تحت المعرفه Mane بين السيقان الخلفية وتحت الذيل ووراء

الآذان عادة ما تستعيد مقدرتها على التعرق، قد يؤثر انعدام التعرق على الخيول التي ليست موطنها المنطقة، لكن يمكن أن تؤثر على الخيول المحلية أيضاً. انعدام التعرق شيء شائع جداً في جنوب الولايات المتحدة الأمريكية في الولايات مثل جورجيا وتينسي وفلوريدا وأريزونا خصوصاً عند خيول السباق. تتحسن الحيوانات المتأثرة في أغلب الأحيان عندما تنقل إلى بيئة أبرد أو خلال أشهر الشتاء الباردة. لا تتحمل خيول الرياضة في أغلب الأحيان التمارين القاسية عندما نضعها في بيئات حارة بدون تأقلم.

إحلال السوائل المفقودة
Replacing Fluid Losses

يمكن تعويض فقدان السوائل عملياً خلال فترة زمنية، إما أثناء أو بعد التمرين من خلال إرواء الحصان. التحسن الكامل من التمرين عادة يرتبط بعودة إلى كتلة الجسم قبل التمرين. لذا، علينا أن نشجع الحصان على أخذ كمية من السوائل، ومن ثم لتحسن سريع. الماء والشوارد(الكهارل) سيستبدلان وبيساطة وبشكل تدريجي إذا ما عرض عليه الماء والغذاء الطبيعي. هناك طريقة أسرع وأفضل للتعويض عن سوائل الجسم المفقودة خلال التعرق، من خلال أخذ كمية استبدال السائل المفقود بسائل سوي الأزموزية Isotonic، سوف يتلاشى الجفاف بسرعة ويسرع من التحسن. يساعد ذلك الحصان في حالة السباق أو تحمل على الخروج وأداء العمل مرة ثانية في اليوم التالي أو بعد زيارة الطبيب البيطري. عند الأشخاص الرياضيون، يحدث خفض ١ ٪ من كتلة الجسم بسبب فقدان سوائل جسمه ويعتبر ذلك سبب في خفض الأداء بحدود ١٠٪. ولسوء الحظ، لا نعرف العلاقة بين فقدان السوائل وخفض أداء الحصان. لا نستطيع الاستنباط من حالة الرجل؛ لأن الحصان له معي خلفي كبير قد يحتوي على حوالي ٣٠ – ٤٠ لتر من السوائل يمكن استخدامها أثناء التمرين ويمكن تعويضها فيما

بعد. على أية حال، يبدو أن فقدان ٣ – ٥ ٪ من كتلة الجسم تسبب مشكلة صغيرة لأغلبية الخيول خلال مسابقة الثلاثة أيام. من المهم أن لتلك الخيول التي تتنافس لعدة أيام أن تستعيد أكبر قدر من الشوارد والسوائل المفقودة الممكنه خلال بقية فترات الراحة. يتحقق استبدال الشوارد أفضل ما يمكن من خلال التغذية وكما يمكن إعطائها مع ماء الشرب في الماء. الحجم الذي سيستهلكه الحصان بسهولة (عادة يعود إلى حوالي ٠,٩ جم/لتر) لن يسمح بأخذ كمية كبيرة من الكهارل. على سبيل المثال، إذا ما مارس حصان تمرين لساعتين وفقد ٢٠كجم من الكتلة (مكافئ إلى ٢٠ لتر من العرق) هذا سيعادل ذلك فقدان حوالي ٢٠جم من الكهارل. لاستبدال الكهارل التي فقدت في العرق نحتاج من الحصان أن يشرب حوالي ٢٢ لتر من السائل متعادل الضغط الأزموزي. أفضل الطرق هو وضع ٢٢جم من الكهارل في الغذاء وتزويده ببعض الماء.

الطريق الأكثر فاعلية لاستبدال هذه الخسائر أثناء المنافسة إذا لم تتوفر فرصة لتغذيته (كما هو الحال بين الجولات من سباق قفز الموانع وبين فترات اللعب في مباراة البولو، أو في العشر الدقائق من الملاكمة Box في حدث الأيام الثلاثة) يتم من خلال تمكين الحصان من شرب سوائل الكهارل. فكرة إعطاء الكهارل للحصان قبل المنافسة أن هذا لا يمكن تطبيقه، لكن لتأكيد الآتي :

* الحصان مرتوي بالكامل، وبمعنى آخر، ليس عنده جفاف ، قبل المنافسة.
* أن يتم تعويد الحصان على شرب خليط الكهارل وأن يكون أقل احتمال لرفضه في يوم المنافسة ؛ لأن الخيول دائماً ما تكون حذرة لأي طعم جديد يعرض لها لأول مرة.

يراقب الجسم ويسيطر على حجم سوائله لفترات قصيرة من خلال الاستجابة لتركيز الصوديوم في سوائل الجسم. ولتشجيع الحصان على الشرب، نحتاج

لتجنب نقص تركيز الصوديوم في سوائل الجسم. إعطاء الماء إلى الحصان الذي فقد الماء ينتج عنه تخفيف في سوائل الجسم وهبوط في تركيز الصوديوم الذي يطفئ آلية العطش. في نفس الوقت، فإنه يرسل إشارات إلى الكليتين لإخراج الماء يعود تركيز صوديوم البلازما لتركيزه الطبيعي. إن الرسالة المهمة هنا بأنه بدون الكهارل (أساساً صوديوم على شكل كلوريد الصوديوم) إما في الغذاء أو فعلياً في ماء الشرب، فإن الجسم لا يستطيع الاحتفاظ بالماء. وليس ممكناً ببساطة إعادة التميؤ بواسطة شرب الماء. حيث إن شرب كثير من الماء قد يساعد على حدوث صداع قليلاً. لذا فإن شرب الماء وأكل شيء من الطعام بالملح قد يساعد أكثر، إذا كانت معدتك تتحمل ذلك. على أية حال، شرب محلول شراب رياضي متساوي الأزموزية يساعد على تخفيض الصداع (إضافة إلى قليل من الباراسيتامول Paracetamol).

المحاليل متساوية الأزموزية هي محاليل مساوية لسوائل الجسم من حيث تركيز الشوادر. المحاليل منخفضة الأزموزية هي تلك السوائل التي فيها تركيز الكهارل أقل منه في السوائل الجسمية. على سبيل المثال، الماء (الخالي تقريباً من الشوارد) فإنه منخفض الأزموزية للغاية، كما هناك عدد كبير من منتجات الارتواء في السوق للخيول. إن السبب كونها منخفضة الأزموزية هو أن الخيول تشربها بسهولة أكثر دون الحاجة لتقديم وتدريبها على شربها. المحاليل عالية الأزموزية هي التي فيها تركيز الكهارل أعلى من السوائل الجسمية. في الحقيقة المحاليل عالية الأزموزية ستتسبب في سحب السائل من الدم إلى المعدة والأمعاء حتى تصبح السوائل عالية الأزموزية متساوية الأزموزية أو عملياً حتى تخفف تلك السوائل. هذا له تأثير في الحقيقة على زيادة الجفاف عند الحصان، بدلاً من إروائه. السائل، بالطبع، مازال في الحصان ولكنه في المكان الخاطئ – في المعدة والأمعاء بدلاً من سوائل الدوران. وعليه الدخول إلى

الدورة الدموية قبل أن يتمكن من الانتقال إلى الأجزاء الأخرى من الجسم ليحل مكان السوائل المفقودة. لا يبدو هناك أي منتجات للشوارد لخيول سوائلها عالية الأزموزية. على أية حال، هناك عدد من المشروبات للناس عالية الأزموزية مثل بعض المشروبات الفوارة وعصير البرتقال. لذا فهي ليست فكرة نموذجية لمحاولة أو إعادة الماء بواسطة هذه السوائل.

تتفاوت وبشكل كبير الصبغ الكيميائية لمنتجات الكهارل التجارية المتوفرة في السوق والتي تؤخذ عن طريق الماء، ومع إن بعض المصنعين يدعون إن منتجاتهم متساوية الأزموزية إلا أنها ببساطة ليست كذلك. سواء كانت أو لم تكن متعادلة الأزموزية، يتعلق هذا بكيفية حلها في المحلول، وبمعنى آخر، في الماء. يبدو أن بعض المصنعين وتحت تأثير الانطباع بأن توفر الأملاح بنفس النسب كما هو عليه في السوائل الجسمية، يجعله متساوي الأزموزية، ولكن الأهم بأنها متوفرة بالتركيز الكافي في الماء. من المستبعد للغاية أنه بتزويد الكهارل في غذاء الحصان، يمكن جعل سوائل جسم الحصان مركزة للغاية، ما لم تحدد كمية ما تشربه من ماء. وبقي ببساطة أنك لا تزوده بما فيه الكافية من الملح. إعطاء جرعة مفردة كبيره من الكهارل على شكل معجون فمي يمكن أن يسبب امتصاص الحصان للماء عن طريق الأوعية الدموية المحيطة بالمعي حتى تخفف تركيز سوائل المعي، في الحقيقة يفاقم هذا الجفاف خاصة على المدى القريب. أفضل حل هو أن إعطاء الكهارل متساوية الأزموزية ومستساغة. لسوء الحظ، لا تميل الخيول إلى قبول محاليل الأملاح متساوية الأزموزية بسهولة. بإخفاء الماء المالح مع نكهة ما، يمكن تشجيعها على شرب الكهارل : يبدو أن مهروس التفاح، يؤدي خدعة كبيرة لأكثر الخيول. تقديم الماء بالنكهة لإخفاء طعم مصدر ماء هي تقنية مفيدة لجعل الخيول تشرب عندما تكون بعيدة عن البيت، وإذا ما قدم لها سابقاً الماء المنكه!

يمكن تحضير الكهارل المصنّع محلياً بوضع ٤٥جم من ملح المائدة و٤٥ جم من الملح من نوع (lite salt) (أحياناً يسمى أيضاً بالملح lo-salt) في ١٠ لترات من الماء (وبمعنى آخر ٩٠ جم من الكهارل في ١٠ لترات أو ٩ جم / لتر = ٠,٩ ٪م) طبقاً للطريقة التي سبق وصفها بواسطة Carlosom(1983). ملح المائدة هو كلوريد الصوديوم، والملح lite هو خليط كلوريد البوتاسيوم وكلوريد الصوديوم بنسبة ٢ : ١. الوصفة الأخرى المستعملة في أغلب الأحيان في التحمل هو خليط من جزئين ملح إلى جزء واحد من ملح lite بمجرد خلطه، هذا سوف يستعمل عند ٩٠ جم / ١٠ لتر ويشتمل على ٣١ ٪ صوديوم و٥٨ ٪، كلوريد و١١ ٪ ، بوتاسيوم. مهروس التفاح أو عصير التفاح يمكن أن يضافا لإخفاء طعم الملح في الماء وصلصة التفاحApple sause جيدة جداً لعمل المعجون أو المتقوع إذا ما عودت الخيول على شربه قبل المنافسة، وأن تقبله بسهولة.

استبدال فقدان الكهارل(الشوارد)
Replacing Electyolyte Losses

تفقد الخيول حوالي ١٠ جم من الشوارد لكل لتر من العرق، لذا الحصان الذي يفقد ٥٠ لتر من العرق في جولة تحمل ١٠٠ ميل سوف يفقد حوالي ٥٠٠ جم أي ٠,٥ كجم من الشوارد. الوجبة لحصان تحمل في التدريب الكامل، قد تحتوي حوالي ٥٠ – ١٠٠ جم من الشوارد في اليوم، لذا يعقب المنافسة والتي قد تستغرق ٥ – ١٠ أيام لإعادة الشوارد المفقودة بالكامل في منافسة وحيدة. في الحقيقة هذا يعني أن لنا فرصة ضعيفة لمنع عجز الشوارد الناتج من خلال تزويد الشوارد في الماء أثناء المنافسة. على سبيل المثال، يمكن أن تعود حصانا على شرب ١٠٠ لتر من السوائل

المتساوية الأزموزية، والتي تستبدل فقط فيها ٩٠ جم شوارد (٠,٩ شوارد لكل لتر من المحلول المتساوي الأزموزية × ١٠٠ لتر). لذا من المهم التفكير بالشوارد التي تعطى بالماء كطريقة عملية لإعادة إرواء الحصان وليس فقط كطريقة لاستبدال الشوارد المفقودة. يجب إدخال الشوارد من خلال الوجبة عن طريق التغذية على المعاجين أو المناقيع أثناء المنافسة نفسها. حتى إذا تناول حصانا أربع وجبات طعام أثناء الجولة، كل منها تحوي ٥٠ جم شوارد، فإننا نعوض فقط ٢٩٠ جم من ٥٠٠ جم يفقدها الحصان كلياً. يوضح هذا المثال أهمية امتلاك الخيول كمية كافية ومتوازنة (من ناحية النسب النسبية للشوارد المختلفة) من الشوارد المأخوذة خلال التدريب. الحصان الذي يبدأ المنافسة بمخازن مستنفدة من الشوارد على الأرجح تقع له مشاكل، ومثال ذلك Thumps Tying lip ضربات من الحصان الذي يبدأ بمخازن كهارل كاملة.

مخاليط من واحد جزء ملح إلى واحد جزأين ملح lite أو جزئان ملح إلى جزء ملح lite إضافة إلى التحضير الجيد لمخاليل الإرواء، يمكن أيضاً أن يغذى أثناء التدريب أو المنافسة على حوالي ٣٠ جم لكل وجبة ومن المعاجين أو المناقيع منها المحضرة محلياً. لحساب كم يعطى على شكل معجون أو منقوع، قد يستحق الأمر زيادة الجرعة بحوالي ٥٠ ٪ للفقدان أثناء التناول؛ لأن بعضها لن يبلع ويقع على الأرض، إذا هدفت لإعطاء ٣٠ جم في الجرعة الواحدة، عليك زيادتها إلى ٤٥ جم.

تقييم الإجهاد الحراري البيئي

Assessing Environmental Thermal Stress

التقييم الدقيق للشروط البيئية لحساب العبء الحراري البيئي خطوة ضرورية نحو الإدارة الصحيحة للمسابقات في الظروف الحارة أو الحارة الرطبة. هذه يمكن أن تنفذ لشهور أو حتى لسنوات قبل اعتماد المنافسة على سجلات المناخ. يجب أيضاً أن تتم المراقبة قبل وأثناء المنافسة. تمكن هذه النظرة تقييم مدى الظروف المحتمل حدوثها،

بالإضافة إلى نمط التغيير خلال اليوم النمطي. قد يساعد خلال تحديد فترات المنافسة لتفادي فترات الإرهاق الحراري من اليوم.

يمكن أن يقدر الإجهاد الحراري البيئي بعدد من الطرق المختلفة : الخبرة (التجربة) الشخصية، بقياس درجة الحرارة والرطوبة، بقدر الإشعاع، وحركة الهواء، وباستعمال فهارس الحرارة.

التجربة الشخصية Personal Experience

كم هو مرهق حرارياً في اليوم، قارن اليوم بالأمس، وقارن اليوم مع اليوم السابق للمنافسة، هناك خطر في هذه النظرة؛ لأن الظل، الإرواء الكامل والخمول النفسي (قارن على الأقل بالمنافسين والخيول) والتأقلم يمكن أن لا يؤدي إلى حسن التقدير عن مستوى الإجهاد الحراري.

قياس درجة الحرارة والرطوبة Measurements of Temperature and Humidity

هذا أمر جيد، لكن من الصعب لتزن رطب ودافئ مقابل حار وجاف. الأجهزة الرخيصة المستخدمة في البيوت أو المكاتب قد تكون غير دقيقة أبداً، وبالذات للرطوبة مقارنة مع درجة الحرارة. إن قراءة درجة الحرارة والرطوبة ستكون بلا معنى ما لم تأخذ في الظل ويجب أن لا تخزن أدوات القياس في السيارات. أو على السطوح الحارة. ويجب وضعها فوق الأرض، بعيدة عن أشعة الشمس المباشرة وحيث الهواء يمكن أن يتوزع حولها.

الإشعاع وحركة الهواء Radiation and Air Movement

من القياسات المتقدمة لدرجة حرارة الظل ورطوبته هي تقدير الإشعاع وحركة الهواء. في أيام السماء الصافية سيكون الإشعاع قوياً جداً، وفي أيام أخرى سيكون هناك برودة قليلة بسبب حركة الهواء. يمكن أن تجمع هذه البيانات معاً إما

بأجهزة بسيطة تقرأ يدوياً أو بأجهزة لوغاريتمية متطورة للغاية. تظهر المشكلة مع التقييم الشامل للعوامل التي تساهم في الإجهاد الحراري، وتفسيراتها. كيف نقارن يوم حار بآخر جاف يشهد ريحاً بسيطة وغائم جزئياً مقابل يوم حار ورطب وريح معتدلة ولكن السماء بدون سحب ؟ هذه ظروف بذلت معها محاولات لتطوير مدلولات الحرارة المختلفة.

دليل الحرارة **Heat Indices**

تستعمل دلائل الحرارة المختلفة من قبل البلدان المختلفة ومكاتب الطقس المختلفة حول العالم لتنذر الناس عن خطورة حرق الشمس و/ أو ضربات الحرارة. لا يعرف دائماً كيفية حساب هذه الدلائل، وهي مصممة أولياً للناس أثناء الاستجمام أو العمل وليس أثناء القيام بمجهود. لذا فإنها عموماً ليست مفيدة لإدارة رياضة الفروسية.

١– دليل الراحة Comfort Index

دليل الراحة هو دليل الحرارة الأول الذي تم تبنيه بواسطة اتحاد الخيول العالمي. دليل الراحة تم حسابه بواسطة إضافة درجة حرارة الظل المقاس بدرجات الفهرنهايت إلى النسبة المئوية للرطوبة النسبية. الجاذبية لهذا الدليل جعل المقاييس الضرورية التي تستعمل بسيطة ، رخيصة نسبيا ومتوفرة جداً ويمكن حساب ذلك بسرعة من قبل الشخص العادي. إن المشكلة الرئيسة بدليل الراحة أنه قد يكون مضللاً للعديد من مجموعات درجة الحرارة والرطوبة، خصوصاً أنه لن يسمح لأي إشعاع أو حركة هواء. ولا يشجع استخدامه الآن على نطاق واسع.

٢– دليل حرارة الكرة الأرضية باستعمال البصلة الرطبة

Wet Bulb Globe Temperature (WBGT) Index

محور دليل درجة حرارة الكرة الأرضية باستعمال البصلة الرطبة (WBGT) ، الذي استعمل أولاً للتطبيقات العسكرية، ومن ثم للمنافسة الفروسية من قبل الألعاب

الأولمبية بأطلنطا عام ١٩٩٦م. دليل WBGT أخذ في الحسبان كل من درجة حرارة والرطوبة والإشعاع وحركة الهواء (انظر الشكلان رقما ١٢,٤ و١٢,٥ أ،ب). يشتمل الدليل على جزأين : مكون البصلة الرطبة، ومكون الكرة الأرضية.

يمكن الحصول على مكون البصلة الرطبة بواسطة قياس درجة حرارة البصلة الرطبة في الظل، ومثالياً داخل شاشة أرصاد صحيحة. إن درجة حرارة البصلة الرطبة دالة لكل من درجة الحرارة البيئية والرطوبة النسبية. في الأجواء الجافة الحارة تبخير الماء باستعمال الفتيلة ، التي تحيط بصلة المحرار (الترمومتر) والتي تسبب خفض درجة حرارة البصلة الرطبة، في هذا الحالة سيكون هناك اختلاف كبير بين درجة حرارة بصلة تقليدية ودرجة حرارة البصلة الرطبة. على أية حال، في الظروف الحارة الرطبة، سيكون هناك تبخير أقل من الفتيلة، وعندما كانت الرطوبة النسبية ١٠٠ ٪ لا يحدث تبخير ودرجات حرارة البصلة الجافة الرطبة ستكون متساوية. يمكن أن تحسب درجة حرارة البصلة الرطبة من مقاييس درجة الحرارة والرطوبة النسبية التي تستعمل مجسات بدلاً من موازين حرارة تقليد.

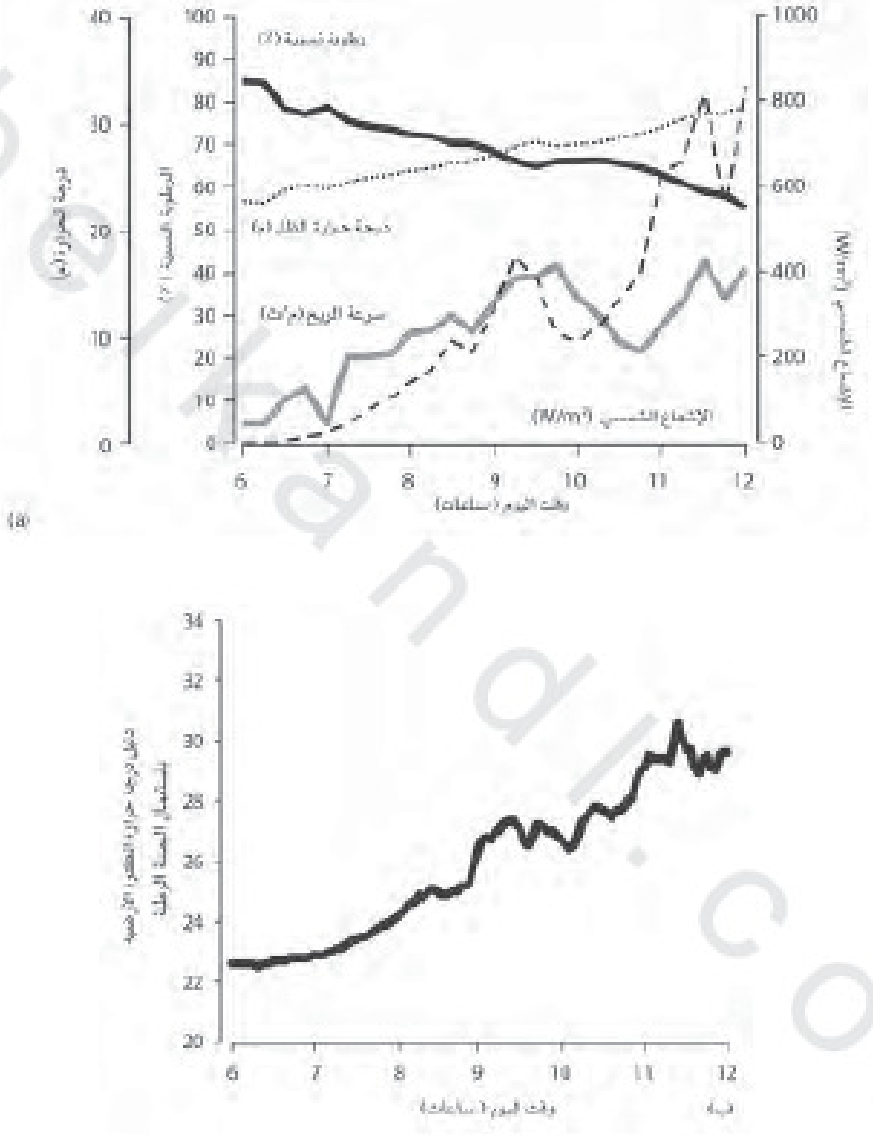
يتم الحصول على درجة حرارة الكرة الأرضية من خلال الحصول على درجة حرارة مركز كرة نحاسية مطلية بأسود غير لامع (مطفي) مركزها بعمق ٢٠سم. عندما يكون الإشعاع قوياً تزداد درجة حرارة الكرة لكن الريح ستعمل على تبريد الكرة وتخفض درجة الحرارة. لذا فإن درجة حرارة الكرة الأرضية هي اتزان بين التدفئة والتبريد والتي تتأثر بالإشعاع والرياح. يضمن شكل البصلة على هيئة الكرة الأرضية بأن المقاييس، خصوصاً الإشعاع ، تتم من كل الاتجاهات.

يحسب دليل درجة حرارة الكرة الأرضية باستعمال البصلة WBGT كما يلي :

WBGT Index = 0.7 × wet bulb temperature (°C) + 0.3 × globe temperature (°C)

هكذا القدر أكثر لمصلحة مكون درجة حرارة البصلة الرطبة للدليل بالرغم من أن مكونات دليل درجة حرارة الكرة الأرضية باستعمال البصلة الرطبة WBGT مقاسه بالدرجات المئوية والدليل بنفسه ليس لدية وحدات. ليكون دليل WBGT مثالياً لا بد من أن يقاس في أكثر من موقع واحد، خصوصاً للمسابقات كأحداث الأيام الثلاثة حيث مسار السباق طويل. يجب أن تكون الأجهزة محددة الموقع في الارتفاع التقريبي من أرضية جذع الحصان. أجهزة مراقبة الطقس وحالات الجو غالباً يحددان موقع في أغلب الأحيان ٣ – ٤ متر من الأرض. عند هذا المستوى ربما تكون العوامل كالريح والإشعاع الأرضي مختلفة للغاية عن ارتفاع متر واحد وبمعنى آخر عند مستوى الحصان، مما يجعل هذا الدليل أقل دقة. فائدة هذا الدليل WBGT (مقرنة بدليل الراحة) كونه مستند على تحقيقات الحقل والمطحنة والتجربة من المنافسة الحقيقية، يعكس هذا الدليل بدقة شدة حمل حرارة البيئية والمفروضة على كلا الحصان والفارس.

الشكل رقم (١٢,٤). أجهزة لقياس درجة حرارة الكرة الأرضية بواسطة البصلة الرطبة (WBGT). تحتوي الشاشة على محسسات درجة الحرارة والرطوبة الموجودة على اليسار.



الشكل رقم (١٢,٥). أ) اختلافات في درجة حرارة الظل ، الرطوبة النسبية ، الإشعاع الشمسي وسرعة الريح في فترة ٦ ساعات . ب) نفس البيانات البيئية معبرا عنها بـدليل درجـة حرارة الكة الأرضية باستعمال البصلة الرطبة .

تفسير دليل درجة حرارة الكرة الأرضية باستعمال نموذج البصلة الرطبة
Interpretation of the WBGT Index

إذا ما كان دليل درجة حرارة الكرة الأرضية باستعمال البصلة الرطبة له مساوئ، في الحقيقة أنه ليس خطياً. نتائج زيادة من ٢٠ – ٢٥ أقل حدة بكثير من الزيادة ٢٣ – ٢٨. لهذا السبب، تم استنباط الإرشادات التالية لاستعمال دليل درجة حرارة الكرة الأرضية ذي البصلة الرطبة في إدارة سرعة واختبار التحمل للألعاب الاولمبية بأطلنطا عام ١٩٩٦م لكل من تكيف وتحمل الخيول للحرارة والرطوبة عند مستوى ثلاثة وأربعة نجوم (Schroter *et al* 1996).

• دليل درجة حرارة الكرة الأرضية باستعمال البصلة الرطبة دون ٢٨°م. لا تغييرات ضرورية في صيغه الـ FEI الموصى بها باستثناء في الظروف الغير عادية.

• دليل درجة حرارة ٢٨–٣٠ WBGT Index : الأخذ ببعض الإجراءات الوقائية لتخفيض العبء الحراري على الخيول والتي ينصح بها مثل :

- تخفيض العبء في مراحل C و B.
- إدراج ١٠ دقائق توقف تبريد على المرحلة C.
- زيادة المرحلة × (صندوق العشر دقائق) من ١٠ – ١٥ دقيقة مع توفير الظل والثلج والماء الكافي للتبريد.
- توفير التبريد بعد المرحلة D.

• دليل درجة الحرارة ٣٠–٣٢ : أخذ بعض الإجراءات الاحتياطات الإضافية الوقائية إضافة إلى تلك لدليل درجة حرارة الكرة الأرضية ذات البصلة الرطبة ٢٨ – ٣٠ ضرورية لمنع التسخين الزائد (over heating) للخيول تكون مطلوبة مثل :

- تخفيض المرحلة B.
- تخفيض في مسافة المرحلة C وإدراج توقفين تبريد.

– ١٥ دقيقة للمرحلة X مع إدراج مرحلة تبريد.
– تخفيض في الطول ومجهودات القفز للمرحلة D.
– توفير التبريد بعد المرحلة D.

• دليل درجة الحرارة ٣٢–٣٣ : تعديل إضافي بالمسار والمنافسة كما ذكر آنفاً وبالإضافة إلى :

– المراقبة البيطرية الصارمة للخيول في كل الفرص المحتملة (توقفات التبريد مرتين في المرحلة C والمرحلة X).
– توفير الظل إجبارياً للخيول المعدة للجري.

• دليل درجات الحرارة فوق ٣٣°م : هذه الظروف البيئية قد لا تكون متوافقة بالمنافسة الآمنة والاستشارة البيطرية مطلوبة بشكل أكبر قبل الاستمرار.

يجب التشديد على أن هذا التعليمات قد لا تطبق لمجموعة مختلفة من الظروف. على سبيل المثال ، في بادمنتون Badminton الطقس الربيعي الدافئ غير الموسمي لسنة واحدة أدى تطبيق دليل درجة حرارة الكرة الأرضية باستعمال دليل WBGT لـ ٢٥ في يوم عبر الريف حيث أظهرت حتى الخيول اللائقة عند هذا المستوى صعوبات بهذه الحالات ولم تختفي قبل تبريدها بشكل كاف. الحقيقة بأن دليل WBGT Index لـ ٢٥ سبب لمشكلة قبل الحدث ؛ لأن الطقس كان بارداً ولذا لم يكن بإمكان أي من الخيول أن تتكيف ، حتى للظروف الدافئة. الدليل الأعلى لـ WBGT كما ذكر من قبل Schroter *et al.* 1996 كان ٣٤,٧. أحد المؤلفين (D.J.M.) واجه أيضاً تلك الظروف أثناء اختبار التحمل والسرعة في ١٩٩٥م عند بطولات شمال أمريكا لراكبي الخيول للصغار بالقرب من شيكاغو. استناداً على المعلومات التي كانت قد جمعت كجزء من البحث إلى الألعاب الأولمبية بأطلنطا عام ١٩٩٦ ، فإن وقفات التبريد كانت قدمت وعدل مجرى السير. كنتيجة لهذا ، ليس هناك مشاكل عند الخيول بسبب الظروف المرهقة

حرارياً جداً ؛ بينما عدد من الفرسان أخذوا إلى المستشفى وعولجوا من جراء ضربات الحرارة. بينما عند دليل WBGT Index من ٣٣ أو أكثر، كانت الخيول قادرة على الانسجام مع اختيار قوة تحمل وسرعة عند درجة نجمتين، وقد اعتبر هؤلاء الفرسان غير قادرين على التحمل. لأن الحصان والفارس يتدرج عليهما الأمر بالتساوي، الضرر يمكن أن يحدث نتيجة التعب والضعف أو سوء توجيه من ناحية الحصان أو الفارس، وقد وضعت توصيات دليل درجة حرارة الكرة الأرضية باستعمال البصلة الرطبة WBGT Index مع الأخذ في الاعتبار هذا الأمر.

دليل درجة حرارة الكرة الأرضية باستعمال نموذج البصلة الرطبة WBGT Index ليس بحاجة إلى أن يحصل عليه باستعمال الأجهزة المتطورة والغالية. المطلوب هو شاشة من نوع ستيفون سون Stevenson type screen (الإسكان الأبيض المهوى)، ميزان حرارة ببصلة مرطبة و٢٠ سم كرة أرضية بمركزها ميزان حرارة عادي. يتم ذلك ببساطة من خلال قياس درجة حرارة البصلة الرطبة ودرجات حرارة البصلة الجافة ولتقدير درجة حرارة الكرة الأرضية هي درجة حرارة البصلة في الظل مضافاً إليها ١٢ °م .

الأقلمة والتأقلم

Acclimatisation and Acclimation

تكييف أجهزة التنظيم الحراري للجسم طبقاً للشروط البيئية السائدة. الانتقال السريع بين البيئات المتطرفة يؤدي عادة إلى رد تأقلم والذي يحدث تغيرات فسيولوجية والتي تمكن الحيوان من تحمل بشكل أفضل لمثل هذه الظروف. تعتمد الاستجابة على الاختلاف في البيئات وعلى المدة وطبيعة تدريبات التمرين التي تعرض لها والتغيرات المماثلة، لكن بالتعاقب الأبطأ، يمكن أن يلاحظ متى هناك انتقال تدريجي من بيئة إلى أخرى. يميز الاتحاد الدولي للعلوم الفسلجية بين التأقلم الحراري والأقلمة الحرارية كالتالي :

• التأقلم الحراري Thermal acclimation : هي عملية التكيف التي تحدث تحت شروط اصطناعية أو مختبريه.

• الأقلمة الحرارية Thermal acclimatization : هو التكيف الذي يحدث تحت الظروف الطبيعية.

توجد كمية هائلة إلى حدٍ كبيرٍ من المعلومات فيما يتعلق باستجابة البشر للتأقلم للحرارة أو للحرارة والرطوبة. استجابات التأقلم التي ذكرت تالية مواضيع تأقلم الإنسان تتضمن زيادة حجم البلازما ونقص درجة حرارة الجسم عند الراحة وخلال التمرين ونقص معدل نبضات القلب عند التدريب وتحسن جريان الدم في الجلد وحجم الضربة stroke volume توزيع أكثر ملائمة من الناتج القلبي بين الجلد والسرر الشعرية للعضلات، العتبة المنخفضة لبداية التعرق وتحسن توزيع العرق وزيادة ناتج العرق ونقص محتويات الشوارد للعرق ونقص استهلاك الجلايكوجين.

أظهرت عدد من الدراسات بشكل واضح قدرة كل من الإنسان والخيول على أداء اختبار التمرين القياسي في ظروف حارة رطبة. وأنها منخفضة مقارنة في تلك الظروف الحارة الجافة أو الباردة. إنه من الواضح أن فترة التأقلم أو الأقلمة عند الإنسان تكون مفيدة.

الأقلمة Acclimatisation

تم القيام بدراسة واحدة فقط حتى الآن فيما يخص أقلمة الخيول إلى الظروف البيئية المرهقة حرارياً (Marlen *et al.* 1996a). نقلت مجموعة الخيول الأوربية جواً إلى أطلنطا على مدى فترة من أربعة أسابيع ما بين يوليو وأغسطس. كان التغير في دليل الـ WBGT أثناء الفترة التي تمرنت فيها الخيول من ٢١ في أوربا إلى ٢٧ في أطلنطا. أجريت القياسات حول كتلة الجسم، حجم البلازما، درجة حرارة المستقيم ومعدل التنفس وكمية الماء والغذاء الذي تم تناوله. بالإضافة إلى ذلك، جمعت عينات دم لدراسة تحاليل الدم والكيمياء الحيوية السريرية. أثناء الأقلمة، فقدت

الخيول تقريباً ضعفي كتلة الجسم للقيام بنفس العمل في المناخ الذي أتت منه. ارتفع معدل التنفس عند الراحة عند الوصول إلى أطلنطا، لكن لم يكن هناك تغييرات هامة في درجة حرارة الراحة المستقيمية ومعدل نبضات القلب . حجم البلازما كان بدون تغيير، بالرغم من اتجاه للخيول بخفض حجم كتلة البلازما المعين (مل بلازما / كجم كتلة الجسم) ليظهر زيادة بعد ١٤ يوم. وحيث إن الخيول نقلت جواً إلى أطلنطا، فقد كان من الصعب فصل تأثيرات النقل من تلك التغييرات المتعلقة بالتعرض الأولي للمناخ .على أية حال، لقد كان واضح أنه هناك تحسن في التصرف (في المظهر السلوك) لكل الخيول من اليوم الأول إلى اليوم العاشر من الأقلمة. علاوة على ذلك، كان هنالك ارتفاع في عدد كرات الدم البيضاء في كل الخيول كانت أثناء فترة الأقلمة مقارنة بالمجموعة الضابطة في أوربا. قد يكون ذلك أولياً بسبب تأثير للنقل، وقد يشير الارتفاع المستدام حتى كان للخيول في أطلنطا حوالي ثلاثة أسابيع إلى استجابة تأقلمية. كما هو الحال عادة بـ"الدراسات الحقلية" كان من الصعب إظهار بشكل واضح التأثير المفيد للأقلمة. على أية حال، وبشكل موضوعي أظهرت الخيول تحسناً لدرجة كبيرة بحلول اليوم الرابع عشر في أطلنطا، وبقيت كل الخيول طبيعية وصحية سريريا خلال ذلك الفترة.

التأقلم Acclimation

حتى الآن كانت هناك دراستان فقط حول التأقلم في الخيول للحرارة الرطبة. نفذت هذه بجامعة جويلف Guelph ومؤسسة الإتمان الصحي الحيوانية وسوف نستعرض لكلا الدراستين.

عرض جور وزملاؤه عام ١٩٩٦ م (Geor *et al.* 1996) في جامعة جويلف ستة خيول أصيلة إلى درجة حرارة ٣٣– ٣٥°م ورطوبة نسبية ٨٠–٨٥ ٪ (WBGT index=32) لأربع ساعات في اليوم لمدة ٢٢ يوماً متتالية. شمل التعرض على ساعة واحدة من التعرض السلبي ، وبمعنى آخر: (تعرض للحرارة دون عمل

تمـــارين، ســـاعة واحـــدة من التمـرين على المطحنـــة ($\dot{V}O_{2\,max}$ 65 % – 20) وزيادة على ذلك ساعتان من التعرض السلبي. أوقف التمرين عندما وصلت درجة حـرارة المستقيم (Trec) ٤١ °م . بالتأقلم كان هناك نقصان بسيط في درجة حرارة المستقيم عند الراحة واستمر كذلك أثناء التمرين. في اليوم العاشر من التأقلم كان هناك نقصان واضح في خزن الحرارة أثناء التمرين، بالرغم من هذا وغيره من التكيفات الفسلجية فقد ظهر ذلك بحلول الأيام الخمسة. تبع التأقلم خفض في كتلة الجسم المرتبطة بالتمرين وقد انخفضت فيه كتلة الجسم من حوالي ٢,٧ ٪ – ٢,٠ ٪ لم يتغير أعلى أكسجين مأخوذ بعد التأقلم. تم الاستنتاج أن ثلاثة أسابيع من التعرض والقيام بالتمارين في ظروف بيئية حارة ورطبة أدت إلى تخفيض تدريجي في الإجهاد الحراري والقلبي والوعائي. علاوة على ذلك، كانت التكيفات الفسلجية المسجلة متوافقة مع التحمل الحراري المحسن (التأقلم الحراري).

تحرت دراسة موسمية الإتقان الصحي الحيوانية الاستجابة من خمسة من خيول الجيل المختلط إلى فترة ١٤ يوم من التأقلم عند ٣٠ °م و٨٠ ٪ رطوبة نسبية (WBGT index =29)(Marlin *et al.* 1996b). تعرضت الخيول لـ ١٠٠ دقيقة في اليوم، منها ٨٠ دقيقة كانت تمرين و٢٠ دقيقة كانت سلبية. عاشت الخيول في إسطبلات عند حوالي ٧ °م لبقية الوقت. استعملت ثلاثة أنماط مختلفة من التدريب خلال فترة التأقلم لتمثيل نوع النشاط الذي يمر به الحصان في التحضير للمنافسة وتضمنت: سبع جلسات تشمل نوبة وحيدة من تمرين الكثافة المنخفض (حوالي ٣٠ ٪ من أقصى حجم للأكسجين)، ثلاث جلسات تشمل اثنان من نوبات تمرين الكثافة المتوسط (حوالي ٨٠ ٪ من أقصى حجم للأكسجين) وثلاث جلسات تشمل اثنتان من نوبات تمرين الكثافة العالي (حوالي ٩٥ ٪ أقصى حجم للأكسجين). أكملت الخيول تمرين الكثافة

المنخفض بين يوم وآخر، بتمارين متوسطة وعالية الكثافة فيما بينها. لتحديد مدى الاستجابة للتأقلم، مرت الخيول باختبار تمرين المنافسة على الطاحون صمم لتحفيز طور التحمل وسرعة المنافسة الذي أحدثته الأيام الثلاثة قبل وبعد التأقلم.

قبل التأقلم عندما تم القيام باختبار تمرين المنافسة عند ٣٠ °م و ٨٠ ٪ رطوبة نسبية، لم يستطع أي من الخيول إكمال الاختبار الكامل وتوقفت عندما وصلت درجة حرارة الشريان الرئوية إلى ٤٣,٥ °م. بعد التأقلم، كانت الخيول قادرة على التمارين لمعدل وقتي متوسط ١٦ ٪ أطول قبل وصول درجة حرارة الشريان الرئوية ٤٣,٥ °م، وهكذا أدت عملاً أكثر. بعد التأقلم، وعند الراحة كانت حرارة المستقيم أقل جداً في اليوم السادس منه عند بداية التأقلم. وأثناء القيام باختبار تمرين المنافسة بقيت حرارة المستقيم منخفضة، ماعدا أثناء المراحل الأخيرة للتحسن. لذا خزن الحرارة بعد التأقلم كان أكبر، بالرغم من أن الخيول قامت بعمل أكثر، على أية حال، فإن قيمة مخزون درجة الحرارة من قبل التأقلم إلى نفس الوقت من التمرين لم يفسر بالكامل مخزون الحرارة الأكبر ما بعد التأقلم.

متوافقاً مع خزن الحرارة المتزايد كانت هناك خسارة أقل في كتلة الجسم بعد التأقلم (٣,٨ مقابل ٢,١ ٪) وتغير في استجابة التعرق. على أية حال، لم يكن هناك تغير ظاهر في علاقات معدل التعرق مع درجة حرارة الجلد أو معدل التعرق مع درجة الحرارة الداخلية. كما هو منشور من قبل بواسطة (Geor *et al.* 1996) ليس هناك تغير في الحجم الأقصى للأكسجين الناتج مع التأقلم. لم يتغير أيضاً حجم البلازما وماء الجسم الكلي بعد التأقلم. ولأن للحصان كتلة بلازما نوعية وعالية (حوالي ٦٠ – ٧٠ مل / كجم) ربما كان ذلك سبباً في إمكانية ضئيلة لزيادة إضافية. على أية حال، كما في دراسة التأقلم (Marlin *et al.* 1996a) كان هناك اتجاه لحصانين بحجوم بلازما

منخفضة أظهرت زيادة ما بعد التأقلم. لقد تم الاستنتاج بأن التغيرات الفسيولوجية كمؤشر على استجابة التأقلم والتحسن في تحمل درجة الحرارة تم ملاحظتها.

النتائج الرئيسة من دراستي التأقلم والدراسة الوحيدة من أقلمة الخيول للظروف الرطبة الحارة هي كالتالي :

- لم تعدل تأقلم الخيول اللاقة للظروف الرطبة الحارة $\dot{V}o_2$ max.
- يؤدي التأقلم إلى تخفيض درجة حرارة الجسم عند الراحة.
- ينخفض فقدان العرق لنفس التمرين بعد التأقلم ، لكن هذا ربما يعكس تأثير درجة حرارة الجسم المنخفضة بدلاً من التغيير في حساسية التعرق.
- يبقى حجم البلازما بدون تغيير في غالبية الخيول وقد يزداد أولياً في الأفراد بحجم بلازما منخفض.
- خزن الحرارة ربما يزيد أو ينقص.
- تظهر تأثيرات التأقلم بحلول الـ ٥ – ١٠ أيام، مع قليل من التغيرات تظهر بين اليوم ١٤ واليوم ٢١.
- التعرض السلبي يكون ليس ضرورياً للتأقلم ويمكن للحيوانات أن تواصل العيش عند درجات الحرارة البيئية الهادئة نسبياً.
- بعد التأقلم ، يمكن أن تكون الخيول قادرة على تحمل درجات حرارة جسم أعلى.
- قد يقيد التأقلم جزئياً التخفيض في الأداء الذي نراه في الأفراد غير المتأقلمين اللذين يمارسون التمارين في الأجواء الحارة الرطبة.

صيغت هذه النتائج إلى توصيات وتم توزيعها إلى كل الفرق التي ترسل الخيول للتنافس في أطلنطا وكانت كالتالي :

- تستفيد الخيول على الأغلب من فترة التأقلم للظروف الحارة الرطبة قبل الألعاب.
- للخيول غير المتأقلمة، يكون خطر الجفاف الحاد والإجهاد الحراري والإعياء الحراري وعلاقة ذلك بالحالة الصحية أكبر منه عند الخيول المتأقلمة.
- قد يفيد التدريب في الجو الحار الجاف قبل المغادرة ولكن من غير المحتمل أن تهيئ الخيول بشكل كامل للتنافس في بيئة رطبة وحارة.
- من المحتمل أن يحدث تأقلم فعال بعد ١٤ يوماً تقريبا من التدريب.
- بداية تدريب التأقلم وبممارسة خفيفة وفي الصباح الباكر، تهيئ إلى التمرين الأكثر حدة في الصباح المتأخر.
- مراقبة درجة حرارة المستقيم وكمية الماء المأخوذ صباحاً ومساءً وبعد وقبل التمرين.
- نسبة صغيرة من الخيول قد تظهر استجابة معاكسة إلى التأقلم. هذا يمكن أن يتضمن : قليل أو لا تحسن في تحمل الحرارة بعد عشرة أيام، تخفيض أو انعدام التعرق بالرغم من درجة حرارة الجسم العالية، زيادة أو نقصان كبير في أخذ الماء، فقدان حاد في كتلة الجسم، وانخفاض كمية الغذاء الذي يتم تناوله.

إدارة المسابقات في البيئات المرهقة حرارياً

Management of Competitions in Thermally Stressful Environments

يمكن أن تجري مسابقات مثل الألعاب الأولمبية، ألعاب الفروسية العالمية، بطولات وسباقات عالمية تقريباً في أي وقت من السنة وفي ظروف مختلفة من المناخ. رد الفعل الأولي عن الإعلان عما إذا هذه المنافسة ستعقد في أجواء مرهقة حرارياً، على سبيل المثال الألعاب الأولمبية الصيفية في أطلنطا عام ١٩٩٦ م أو جولات التحمل الذي

تحدث الآن بانتظام في الإمارات العربية المتحدة، أن نقول ببساطة على هذه المسابقات أن تنطلق. على أية حال، الحاجة لجذب كثير من المشاهدين للمسابقات مثل وسائل الألعاب الأولمبية، تتطلب حتماً، أن تكون تلك الجدولة في شهور جيدة الجو. لتقليل أخطار الحرارة المصاحبة للمرض والإصابة، هناك خطوات يمكن أخذها بالاعتبار لحماية كل من الحصان والفارس :

• التجنب Avoidance : إذا لم يكن ممكناً نقل المنافسة إلى وقت أبرد أو إلى وقت آخر مختلف من السنة، سيكون وقت اليوم له تأثير كبير على الإجهاد الحراري البيئي. الوقت المرهق جداً حرارياً من اليوم عموماً هو ما بين ١٢ ظهراً و ٣ مساءً. العروض الصباحية عادة أفضل لتفادي الإجهاد الحراري الحاد. وأقل درجة حرارة للهواء والأرض هي مباشرة قبل الفجر. ويحدث تغييراً مفاجئاً بالرطوبة العالية المرتبطة لدرجة حرارة الهواء المنخفضة. بعد الظهر والمساء أقل مناسبة للمنافسة ؛ لأن ارتفاع حرارة الأرض تعني أن حرارة الهواء تنخفض بشكل بطيء خلال هذه الفترة.

• مراقبة العبء الحراري الحار : قبل ذلك وأثناء المنافسة يستعمل دليل WBGT Index. هذا سيساعد في تقدير شدة حمل الحرارة البيئي ويسمح لاستراتيجيات الإدارة الملائمة لكي تتطور مقدماً.

• التعليم : تثقيف الفرسان، والقائمين على التنظيم ومسؤلي الفريق ومسؤلي المنافسة.

• خفض المسافة و/ أو الجهد : تأثير الإجهاد الحراري يجعل الخيول تعمل بجدية أكبر. لذا فإن تسريع حدث الأيام الثلاثة بأربعة نجوم واختيار التحمل في الظروف المرهقة حرارياً تقترب من جهد المنافسة ذات الخمسة نجوم. لذا سيكون منطقياً محاولة خفض الجهد بواسطة تخفيض مجهودات السرعة والمسافة والقفز. المرحلة A يمكن أن يخفض لأقل وقت مطلوب للإحماء الفسيولوجي. المرحلة B يجب أن يخفض كونها

مرحلة كثافة عالية، وتولد كمية كبيرة من الحرارة. مرحلة C يجب الإبقاء على وقتها لكن الحصان يحتاج بشكل ماس لمساعدته في التبريد. مرحلة D قد تحتاج بعض التخفيض في المسافة وهذه أيضاً يجب أن تؤخذ بالحسبان في جهود القفز. اختبار الأسيجة الصعبة يجب أن توضع في الجزء المتوسط من المسار وبالتأكيد ليس في الجزء الأخير منه. في سباق قفز الموانع وتدريب الخيل، الفترة الفعلية للمنافسة قصيرة نسبياً ولذا لا يلزم تخفيض المنافسة نفسها. على أية حال، قد تكون هذه الخيول عرضة لخطر التأثيرات على الأداء و/ أو الإعياء الحراري كنتيجة للإحماء المطول.

• الأقلمة : يجب تنظيم المسابقات على أساس أن الخيول تحتاج للأقلمة مقدماً وهذا يجعل الخيل تصل إلى السباق وهي بحالة جيدة.

• الظل : يلعب الكثير من الظل في بداية المسار وحوله أو الصالة الرئيسة وبعد المنافسة، دوراً مهما في تخفيض الإجهاد الحراري على الحصان والفارس. تذكر أنه من السهل أن تصاب بضربة الحرارة في إذا كنت في الخارج في جو حار للغاية، خصوصاً إذا ما كانت الشمس ساطعة. يمكن خفض خطورة ضربة الحرارة بتجنب ضوء الشمس الساطعة قدر المستطاع. بالنسبة لمسابقات الصالة مثل قفز الموانع وتدريب الخيول، يجب تهيئة الخيول (تسخينها) في الظل إذا كان ذلك ممكناً، أدخل الصالة في الظل، وعد الظل لغرض التبريد بعد المنافسة (انظر الشكل رقم ١٢,٦). في اختبارات التحمل والسرعة للخيول، يجب توفير الظل في الطريق المستعملة ومناطق التبريد مظللة وسيساعد صندوق العشر الدقائق في التحسن والتبريد بشكل ملحوظ.

• وقفات التبريد في اختبار السرعة والتحمل، استعمال توقفات التبريد أحد أهم وسائل الاحتياط لخفض خطر الضرر والمرض المرتبط بالحرارة (الشكل رقم ١٢,٧). لا يؤدي نقصان درجة حرارة الجسم إلى خفض التأثير المحتمل من درجة الحرارة العالي على التنسيق *والقوة* فقط، ولكن أيضاً يخفض فقدان الشوارد والسوائل.

• المراقبة البيطرية. بإطالة صندوق العشر دقائق إلى ١٥ دقيقة، يمكن إجراء اثنان من فحوصات الخيول، واحد في نهاية مرحلة C والآخر بعد حوالي ١٠-١٢ دقيقة. سيمكن ذلك من إعادة فحص الخيول التي أظهرت داع للقلق في نهاية المرحلة C والتي لربما أخفقت في إظهار التحسن أو تدهورت منذ إنهاء المرحلة C.

الشكل رقم (١٢,٦). يجب أن تعود الخيول إلى الظل لكي تبرد بعد المنافسة عندما يكون هناك اشعاع شمسي قوي وبدرجة حرارة هواء عالية .

الشكل رقم (١٢,٧). إدخال توقفات التبريد هي إحدى أهم الإستراتيجيات لتخفيض خطر الإصابة المرتبط بالحرارة والمرض .

التنظيم الحراري في البرد
Thermoregulation in the Cold

قبل عام ١٩٩٠م كان هناك فقط حوالي ٣٠ مقالاً علمياً يتعامل مباشرة مع استجابات الخيول للمناخ الحار أو البارد ، وهذه كانت متساوية تقريباً في العدد . بين ١٩٩٠ و ٢٠٠٠ م كان هناك حوالي ٨٠ ورقة بحثية منشورة حول العلاقة المباشرة لاستجابات التنظيم الحراري في الخيول للحرارة ، بينما لم تزد عن ١٥ ورقة بحثية في الاستجابات للبرودة . على أية حال ، هناك بعض الاعتبارات المهمة التي ستؤخذ في الاعتبار فيما يتعلق بممارسة التمرين في الظروف الباردة .

* يخدم الإحماء كلتا الإغراض الفسلجية والنفسية : من وجهة نظر فسلجية ، نقوم بإحماء الخيول لتقليل الإصابة وزيادة الأداء. في مناخ بارد جداً ، تقص درجة حرارة البيئة يمكن أن يخفض الزيادة في درجة حرارة العضلة المرتبطة عادة بالإحماء ، والتي لها تطبيقات لقوة العضلة المخفضة. هنالك اعتقاد بأن التمرين في البرودة يمكن أن يزيد من أخطار التحلل العضلي نتيجة الإجهاد الجسماني الكثيف في الخيول السريعة التأثر. لتفادي هذه التأثيرات ، في المناخ بالغ البرودة يجب أن تكون فترة الإحماء أطول وتشتمل على فترات أطول من سرعة عمل منخفضة أولية.

* في الأجواء بالغة البرودة من المحتمل أن يكون تكيف الأرض أصحب وغير متجانس ويمكن أن يؤدي هذا إلى الخطر المتزايد من الجرح التجبيري. في الحقيقة ، بشكل سردي ، فقد تمت الإشارة إلى أن استعمال أشواك الثلج أو الجليد للسباق على الثلج يؤدي إلى إحداث أعلى من إصابات جراحة العظام. من المحتمل أن يكون من المستحيل تجنب نتيجة هذه عند السباق على الأرضيات الخشنة والصلبة والانزلاقية.

* قد تؤثر الظروف البيئية شديدة البرودة على الأيض ، مع تحول أكبر نحو الاستفادة الهوائية واللا هوائية للجليكوجين مقارنة مع نفس كثافة التمرين في الظروف البيئية المعتدلة. يتم هذا التحول عن طريق زيادة دوران الأدرينالين

والنورأدرينالين المفرز استجابة للبرودة. في الحقيقة، تحدث نفس الزيادة في الكاتيكولامينات Catecholamines أيضاً استجابة للحرارة. تكون النتيجة أنه حتى في مستويات الشغل المنخفضة الكثافة نسبياً والمعتمدة أكبر على الجليكوجين قد تجلب بداية مبكرة من الإعياء بسبب نضوب الجليكوجين الملحوظ، خصوصاً في التمرين المعتدل أو المطول.

• التهاب الصفيحة للحافر laminitis. بشكل سردي: لقد اقترح بأن استهلاك الحجوم الكبيرة للماء البارد جداً يمكن أن يؤدي إلى التهاب الغشاء الصفيحي للحافر عند الخيل، خصوصاً إذا ما تم ذلك بعد التمرين وعندما الحصان يكون مرتفع الحرارة. يتجنب معظم المهتمون بالخيول عرض الماء المثلج البارد على الخيول بعد التمرين، إذا كان ذلك ممكناً على الإطلاق، لكن هناك دليل علمي بسيط أن استهلاك السوائل الباردة يؤدي إلى ما سبق ذكره.

• تناول الماء : أظهرت الخيول الصغيرة التي تعيش خارج الحظائر في مناخ بارد للغاية بأنها تشرب الماء أكثر عندما يتم تدفئة الجرادل والماء مقارنة بالماء المثلج. على أية حال، تشرب الخيول الصغيرة في الصيف حجوم متساوية تقريباً من الماء المثلج والماء الدفيء.

• طاقة الصيانة. حتى مع طبقة جيدة من الدهن، وغلاف غطائي سميك للعزل، تحتاج الخيول والبوني التي تعيش في مناخ بالغ البرودة إلى إنفاق طاقة للتدفئة. لذا لإبقاء كتلة جسمهما والظروف البيئية التي تحتاجها يلزم زيادة كمية غذائها. لقد تم تقدير بأن الخيول تحتاج لزيادة كمية طاقاتها بمقدار ١٪ لكل درجة مئوية تنقص فيها درجة الحرارة البيئية تحت الصفر وبمعنى آخر– عند ١٠°م تحت الصفر تحتاج إلى ١٠ ٪ زيادة في الطاقة من خلال الغذاء.

• تأثيرات على الجهاز التنفسي. عند – ٢٥°م: ينخفض معدل التنفس عند الراحة وأثناء وبعد التمرين. لربما يكون لذلك نتائج على المستوى العام للتهوية

الدقيقية، خصوصاً إذا ما الحصان كان غير قادر على إبقاء التهوية من خلال زيادة الحجم الموجي Tidal volume. على الأغلب قد يكون سبب خفض نسبة التنفس للسماح لوقت أكثر لتدفئة الهواء المستنشق أو لتخفيض فقدان الحرارة التنفسية، أو حتى لكلا الأمرين معا. تذكر بأن الخيول عملياً منخفضة التهوية hypoventilate أثناء تمرين شاق مستنداً على الزيادة في توتر ثاني أكسيد الكربون الشرياني، ولذا فإن مزيد من النقصان سيكون له تأثير سلبي على الأداء. على أية حال، يبدو أنه لم يتم قياس في الخيول الممارسة للتمرين وفي ظروف بالغة البرودة. تنفس الهواء البارد جداً، خصوصاً أثناء التمرين، أصبح معروفاً أنه مسبباً للالتهاب والربو الرئوي في الرياضيين اللذين يتدربون بانتظام في مثل هذه الظروف، هل يحدث هذا في الخيول غير واضح حالياً، بالرغم من أنه وجد بأن حرارة الممرات الهوائية في الخيول تنخفض عند ممارسة التمارين في فنلندا في الظروف البيئية الباردة للغاية. تذكر بأنه تم اعتبار الهواء المستنشق دائماً هو ما يدفأ إلى درجة حرارة الجسم ويرطب بالكامل. بالإضافة إلى الالتهاب، ذكرت دراسة على خيول سباق الأنواع القياسية في كويبيك (Quebec) من قبل (Lapointe *et al.* 1994) بأن حدوث EIPH كانت الأعلى في الظروف الباردة (٨١ ٪ من الخيول المتسابقة) وكانت متوسطة في الظروف المعتدلة (٦٥ ٪) ومنخفضة في الظروف الدافئة (٥٠ ٪). طور القناع في السبعينيات من القرن الماضي للخيول المتسابقة في المناخ البارد بهدف تخفيض الرعاف Epistaxis (نزيف واضح من المنخارين) عن طريق تدفئة الهواء المستنشق.

لذا فإن التنافس في الأجواء حادة البرودة تحمل ذاتها قدراً من الأخطار كما هو الحال في التنافس في الأجواء الحارة أو الحارة والرطبة جداً، لكن المعرفة العلمية حول الحالة الأولى حالياً أقل تقدماً.

نقاط مفتاحية KEY POINTS

- لكل وحدة طاقة متوفرة للانقباض العضلي، تنطلق ٤ وحدات طاقة على هيئة حرارة.
- يتناسب إنتاج الحرارة أثناء التمرين مع كمية الأكسجين المستهلك الذي تم قياسه كاستهلاك أكسجين.
- درجة حرارة الجسم تكون ميزان بين الحرارة المكتسبة (إنتاج ± البيئة) والحرارة المفقودة إلى البيئة.
- يمكن أن يتم تبادل الحرارة بين الجسم وبيئته بعمليات الإشعاع والانتقال والتوصيل والتبخير.
- في درجة حرارة الجسم العالية، حوالي ١٥ ٪ من الحرارة الكلية المبعثرة قد يكون عن طريق التنفس.
- زيادة التهوية بعد التمرين تقاد أولياً بدرجة حرارة الجسم المتزايدة.
- يمكن أن تتعرق الخيول بنسب ١٠ — ١٥ لتر / ساعة.
- يمكن أن يحفز التعرق بواسطة الجهاز العصبي السمبثاوي وذلك بالأدرينالين وبالتسخين المباشر للجلد.
- عرق الجسم يكون أكثر تركيزاً من سوائل الجسم الأخرى ويعتبر سائلاً مرتفع الأزموزية.
- تمتلك الخيول غدد عرقية قمية الإفراز حيث ترتبط كل بصيلة شعرة بغده عرقية.
- يحتوي عرق الجسم على البروتين المعروف باللاثارين Latherin والذي يساعد على انتشار العرق على طول كل شعرة واحدة، مكوناً منطقة سطحية أكبر للتبخير.
- عندما تتجاوز نسبة العرق نسبة التبخر، سيشاهد العرق على شكل قطرات على سطح الجسم.

تابع النقاط المفتاحية

- انعدام العرق هي فوضى ناتجة عن خفض وأحياناً غياب التعرق استجابة لحافز حراري مناسب.
- زيادة فقدان السوائل فوق ٥ ٪ من كتلة الجسم، من المحتمل أن يكون له تأثير ملحوظ على الأداء.
- الإرواء لا يتم بالماء وحده، لكن يلزم معه الصوديوم عن طريق الغذاء أو ماء الشرب.
- السوائل المتساوية الأزموزية يكون لها نفس تركيز سوائل الجسم وتكون فعالة في إعادة التميؤ بدون الارتباط مع تناول الغذاء.
- يمكن أن يقيم الإجهاد الحراري البيئي بأخذ في الحسبان درجة حرارة الظل والرطوبة النسبية والإشعاع وحركة الهواء (الريح).
- التأقلم تكيف حراري استجابة إلى التغير في المحيط الطبيعي (على سبيل المثال انتقال الحصان إلى مناخ آخر)، بينما الأقلمة عملية التكيف إلى بيئة مخلقة، يشكل اصطناعي (مثال ذلك في مختبر مطحنة الدوس).
- ما يتوفر حول المعلومات عن تأقلم وأقلمة الخيول محدودة مقارنة ذلك مع الإنسان، لكن حوالي ١٤ يوم تعتبر الحد الأدنى من الوقت للحصول على تأثير مناسب.
- أوضحت الدراسات أنه بعد الأقلمة أو التأقلم للظروف المرهقة حرارياً مثل درجة الحرارة المرتفعة و/ أو الرطوبة، بأن الخيول تظهر تحسناً ملحوظاً من خلال تخفيض أو زيادة خزن الحرارة، تخفيض درجة حرارة المستقيم عند الراحة وتخفيض فقدان السوائل.
- تتضمن الخطوات التي يمكن أن تؤخذ لإدارة الخيول المتنافسة في الشروط الحارة أو الحارة الرطبة المرهقة حرارياً الأخذ بالاعتبار تجنباً، تعليم الفرسان والمسؤلين، خفض الجهد، التأقلم ، توفير الظل، إدراج الوسائل الكافية للتبريد، وقفات التبريد، مراقبة بيطرية مفصلة وأكثر تكراراً، ومعايير أكثر صرامة لضمان استمرار اشتراك الخيول في المنافسة.