

Physiological responses during exercise in a hot environment

Humans are exposed to changing environmental conditions without even noticing. For instance, when walking into another room or going outside, air moves and temperature and humidity change. All these situations are the transitions humans experience when exposed to changes in the environmental conditions. Influence heat loss is picked up by the thermoregulatory system. The thermoregulatory mechanisms play important roles in maintaining physiological homeostasis during rest and exercise ⁽¹⁾.

At rest, the body temperature is around 37°C, but with exercise, it can increase to 38-39°C without causing harm to health, the body needs to balance its heat production and heat loss to stay within the control level ^(3.2). Hot and humid environments can significantly add to the challenge that physical exercise enforces on the human thermoregulatory system, as heat exchange between body and environment is markedly reduced under these conditions.

Any changes in body temperature will be picked up by two different sets of thermo receptors; (a) central receptors and (b) peripheral receptors. Central thermo receptors control the temperature of the blood as it circulates throughout the brain. Whilst, peripheral receptors are located in the skin where these receptors provide the hypothalamus and cerebral cortex with information about external temperature, allowing the individual to consciously observe temperature so that the individual can voluntarily control exposure to heat and cold environments ⁽³⁾. Additionally, it is the hypothalamus that controls the body's temperature. This is achieved by coordinating the internal information from all areas in the body and directing signals to the appropriate heat conservation systems ^(4.2). When skin or blood temperatures rise above normal levels, the hypothalamus will communicate with the sweat glands, instructing them to secrete sweat and moisten the skin. The hotter the internal temperature, the more sweat is produced ^(2.3)

The body normally cools itself using one of four ways; conduction, convection, radiation or evaporation. Radiation is the primary method the body uses for discharging extra internal heat at rest. At normal room temperature (21-25°C), the body loses about 60% of its heat via radiation, while evaporative heat loss takes place when sweat changes from liquid to gas. During exercise evaporative heat loss, is the primary means of heat removal from the body. As sweat reaches the skin, it is converted from liquid to a gas by heat from the surface of the skin ^(5.3).

Nevertheless, sweating is the most effective heat loss mechanism when the ambient temperature is higher than skin temperature, and the ability to sweat is very important for thermoregulation and the sustenance of exercise on long duration ⁽⁶⁾. The brain

temperature appears an important factor affecting activity, as high core temperature may inhibit the brain's ability to provide an adequate neural signal to the muscles and this maybe the explanation why humans become fatigued when high body temperatures are reached ^(7,8).

Furthermore when performing activities in hot environments, sweat losses must be considered especially during prolonged exercise in summer months. The body can lose more than 1L of sweat per hour. Such sweat losses may result in plasma volume decreases of up to 20% which will affect the heart rate and reduce stroke volume with each heartbeat ⁽⁹⁾. For example an average sized person (60-75kg) might lose 1.6 to 2.0L of sweat each hour. A high rate of sweating reduces blood volume, which in turn limits the volume of blood available to supply the needs of the working muscles and to prevent heat buildup, which reduces performance potential ⁽²⁾ *Hence, it is important to reduce any factor that effects sweating such as dehydration, lack of breeze and tight clothes.*

There are different strategies to regulate body temperature which are used to maintain physiological homeostasis. The thermoregulatory system can be stressed so that it adapts to the heat demand by enabling the body to eliminate excess body heat more effectively, this process is known as heat acclimatization.⁽³⁾ However, under moderate environment conditions, the body does not employ methods of heat dissipation until the elevated set point has been reached ⁽¹⁰⁾. We must ensure we drink at least 2-3 liters of water a day and drink extra amount of fluid after exercise in hot weather.

Always remember that feeling thirsty is the body's sign of dryness.

So, you should drink before feeling thirsty.

References:

1. Ooijen, A. M. J., Lichtenbelt, W. D. M., Steenhoven, A. A. & Westerterp, K. R. (2008) Cold-induced heat production preceding shivering. *British Journal of Nutrition*, 93(3), 387-391
2. Wendt, D., Luc J.,Loon, V., Wouter D. van Marken Lichtenbelt (2007)Thermoregulation during Exercise in the Heat Strategies for Maintaining Health and Performance, *Sports Med*; 37 (8): 669-682.
3. King, J. (2004) Thermoregulation: Physiological Responses and Adaptations to Exercise in Hot and Cold Environments. *Journal of Hyperplasia Research*, 4(3), 1 31.

4. Cooper, K. (2002) Some Historical Perspectives on Thermoregulation. *Journal of Applied Physiology*, 92(4), 1717-1724.
5. UK, Department of Health (DH) (2007) Heat wave Plan for England. Available from: <http://www.dh.gov.uk/publications>.
6. Chin, L.L., Chris, B. & Jason, K.W.L. (2008) Human Thermoregulation and Measurement of Body Temperature in Exercise and Clinical Settings. *Annals Academy of Medicine Singapore*, 37(4), 347-353.
7. Nybo, L. & Nielsen, B. (2001) Hypothermia and Central Fatigue during Prolonged Exercise in Humans. *Journal of Applied Physiology*, 91(3), 1055-1060
8. Nielsen, B., Hyldig, T., Bidstrup, F., Gonzalez-Alonso, J., Christoffersen, G.R.J. (2001) Brain Activity and Fatigue during Prolonged Exercise in the Heat. *European Journal of Physiology*, 442(1), 41-48.
9. Armstrong LE (2005) Hydration assessment techniques. *Nutr Rev*; 63: S40-54.
10. González-Alonso, J., Crandall, C. G. & Johnson, J. M. (2007) The cardiovascular challenge of exercising in the heat. *The Journal of Physiology*, 586(1), 45-57.

النشاط الرياضي في درجات الحرارة العالية

تتعرض اجسادنا الى التغيرات التي تحدث في البيئة المحيطة كاختلاف درجة الحرارة و الرطوبة بشكل مستمر، مثال (الخروج من البيت الى الشارع أو من السيارة الى السوق العام...) و تؤثر كل هذه التغيرات على معدل فقدان الجسم للحرارة و على عمل نظام مؤشر الحرارة بالجسم لذلك يتبع الجسم عدة تدابير لتنظيم درجة حرارته و الحفاظ على توازن عمل اجهزته الداخلية أثناء الراحة و اثناء ممارسة الانشطة الرياضية⁽¹⁾ ان ممارسة التمارين الرياضية في جو حار و عالي الرطوبة يحد من مقدرة الجسم على التخلص من الحرارة الداخلية مما يشكل تحدياً كبيراً لأجهزة الجسم قد يترتب عليه انخفاض معدل الاداء الرياضي و زيادة خطر الاصابة بالأمراض المرتبطة بارتفاع درجة الحرارة.

عموماً فان أي تغيير في درجة حرارة الجسم يتم استشعاره عن طريق نوعين من المستقبلات الحرارية بالجسم وهما المستقبلات المركزية و المستقبلات الخارجية أو السطحية. المستقبلات المركزية توجد بالدماغ و بالتحديد في "الهيپوتلامس" وهو مركز التحكم في درجة حرارة الجسم عن طريق استشعار حرارة الدم اثناء دورانه بالدماغ. و عندما ترتفع درجة حرارة الجلد او الدم يقوم الهيپوتلامس بأرسال اشارة للغدة العرقية بإفراز العرق لترطيب الجلد كأسلوب لتخفيض درجة الحرارة^(2,3). أما المستقبلات الخارجية فتوجد بالجلد و تقوم بأرسال معلومات عن درجة حرارة الجسم الخارجية الى الدماغ وذلك يترجمه الجسم بالشعور بالبرد أو الحر⁽³⁾ وتعمل مستقبلات الحرارة الخارجية و الداخلية بالجسم البشري معاً بشكل متناغم لتنظيم درجة حرارة الجسم والتعامل مع الحرارة الزائدة بأكثر فاعلية⁽⁴⁾ ، ان درجة حرارة الجسم الداخلية خاصة الدماغ لها تأثير كبير على عملية ارسال الاشارات العصبية للعضلات وذلك قد يفسر سبب الشعور بالتعب بشكل سريع اثناء ممارسة الانشطة البدنية في درجة الحرارة العالية^(5,4)

و لكن: ماهي الطرق التي يتبعها الجسم للتخلص من الحرارة الزائدة او كيف تنتقل الحرارة من و الى داخل الجسم؟

يتخلص الجسم من الحرارة الزائدة عن طريق إحدى أربع طرق رئيسية وهي: التوصيل والنقل (انتقال الحرارة) و الإشعاع والتبخير، و يعتبر الإشعاع هو الوسيلة الرئيسية التي يستخدمها الجسم للتخلص من الحرارة الداخلية الزائدة اذ يفقد الجسم ما يقارب من 60 % من حرارته اثناء الراحة في درجة حرارة الغرفة العادية 21-25 °C عن طريق الاشعاع، أما عملية التبخر فأنها تحدث عند تغير حالة العرق من سائل على الجلد الى غاز ليتبخر بعد ذلك ولهذا فان الجسم يعتمد بشكل كبير على عملية التبخر لخفض الحرارة اثناء ممارسة النشاط البدني⁽²⁾ و تجدر الاشارة هنا الى انه من الممكن لأجهزة الجسم العمل بكفاءة في الجو الحار و التكيف مع ارتفاع الحرارة و التخلص من الحرارة الزائدة في الجسم بشكل أكثر فعالية ، في حالة اتباع اسلوب التدرج في زمن و شدة التمارين الرياضية بشكل مدروس و تزويد الجسم بكمية كافية من السوائل، و تعرف هذه العملية بالتأقلم الحراري.

التعرق و فقدان السوائل

عندما تكون درجة الحرارة المحيطة أعلى من درجة حرارة الجلد يفقد الجسم كمية كبيرة من السوائل تصل لأكثر من 1 لتر من وزن الجسم في الساعة الواحدة^(6,7) كما أن ممارسة الرياضة لفترات طويلة في فصل الصيف تُفقد الجسم حوالي 6-19 % من وزنه حيث يمكن ان يفقد شخص

ذو وزن عادي قرابة 1.6 الى 2 لتر من العرق في الساعة الواحدة⁽³⁾ ومع ذلك فانه في الظروف البيئية المعتدلة لا يستخدم الجسم أساليب التخلص من الحرارة الا عندما تصل الحرارة الداخلية الى درجة الحرارة الزائدة عن الحد⁽⁸⁾

القدرة على التعرق مهمة جدا لتنظيم الحرارة اثناء ممارسة الانشطة الرياضية في الحر, و يجب الانتباه الى ان الحد من التعرق خاصة اثناء ممارسة الانشطة الرياضية في الجو الحار يتسبب في ارتفاع درجة حرارة الجسم بشكل كبير لذا يجب ان نكون حذرين للأسباب التي قد تعيق عملية التعرق مثل عدم شرب كمية كافية من السوائل , وقلة التهوية و ارتداء الملابس الضيقة و غير القابلة للتهوية.

كما يجب الانتباه الى ان استمرار التعرق لفترة طويلة خلال ممارسة الانشطة الرياضية في فصل الصيف يؤدي الى فقدان كميات كبيرة من البلازما (السائل الذي تسبح فيه كرات الدم الحمراء والبيضاء) بنسبة قد تصل الى 20 ٪ حيث ان فقدان الجسم لهذه الكمية من السوائل يؤثر على كمية الدم التي يضخها القلب في كل نبضة ,مما يؤدي الى اختلال دوران الدم في الجسم وعدم وصول دم كاف للدماغ مما يزيد من سرعة خفقان القلب و اختلال في التنفس, و يبدأ الدماغ بإرسال اوامر غير طبيعية للجسم تؤدي الي اختلال عمله و قد تصل الى الهذيان, كما ان هناك اشياء اخرى تنسرب أجسادنا مع العرق مثل الملح والذي يعتبر في غاية الاهمية للحفاظ على توازن الحموضة الداخلية ونقل الاشارات العصبية عبر النسيج العصبي , و الحد من حدوث التشنجات العضلية⁽⁹⁾لذا فانه من الضروري جداً الحرص على شرب كمية لا تقل عن 2-3 لتر من الماء يوميا و شرب كمية اضافية من السوائل بعد ممارسة الانشطة الرياضية خاصة في الجو الحار.

و يجب ان نتذكر دائماً ان الشعور بالعطش ما هو الا مؤشر لحاجة الجسم الماسة للماء , لذا يجب شرب وتناول الماء حتى قبل الشعور بالعطش.

المراجع

1. Ooijen, A. M. J., Lichtenbelt, W. D. M., Steenhoven, A. A. & Westerterp, K. R. (2008) Cold-induced heat production preceding shivering. British Journal of Nutrition, 93(3), 387-391.
2. Wendt, D., Luc J.,Loon, V., Wouter D. van Marken Lichtenbelt(2007) Thermoregulation during Exercise in the Heat Strategies for Maintaining Health and Performance, Sports Med; 37 (8): 669-682.
3. King, J. (2004) Thermoregulation: Physiological Responses and Adaptations to Exercise in Hot and Cold Environments. Journal of Hyperplasia Research, 4(3), 1 31.
4. Nielsen, B., Hyldig, T., Bidstrup, F., Gonzalez-Alonso, J., Christoffersen, G.R.J. (2001) Brain Activity and Fatigue during Prolonged Exercise in the Heat. European Journal of Physiology, 442(1), 41-48.

5. Nybo, L. & Nielsen, B. (2001) Hypothermia and Central Fatigue during Prolonged Exercise in Humans. *Journal of Apply Physiology*, 91(3), 1055-1060.
6. Chin, L.L., Chris, B. & Jason, K.W.L. (2008) Human Thermoregulation and Measurement of Body Temperature in Exercise and Clinical Settings. *Annals Academy of Medicine Singapore*, 37(4), 347-353.
7. United kingdom, Department of Health (2007) Heat wave Plan for England. Available from: <http://www.dh.gov.uk/publications>.
8. González-Alonso, J., Crandall, C. G. & Johnson, J. M. (2007) cardiovascular challenge of exercising in the heat. *The Journal of Physiology*, 586(1), 45-57.
9. Armstrong LE (2005) Hydration assessment techniques. *Nutr Rev*; 63: S40-54.