المبحث 1: المياه في الجسد

الوحدة 1: مقدمة

إن الأشخاص الذين يمارسون نشاطًا بدنيًا يفعلون ذلك عادةً في ظروف بيئية مختلفة (مثل درجة الحرارة، والرطوبة، والرياح، وما إلى ذلك)، والتي لا تتكررها دائمًا. هذا الاختلاف - الذي يخضع إلى عوامل أخرى، مثل الملابس أو حالة التشبع بالماء أو معدل الأيض للاعب الرياضي - يمكن أن يؤدي إلى زيادات كبيرة في درجة حرارة الجسم (سوكا، وينجر وبنديل، 1996). يمكن أن تسبب هذه الزيادات استجابة بفقدان الحرارة في الجسم من خلال زيادة تدفق الدم وكذلك التعرق. نظرًا لأن هذه الاستجابة يمكن أن تكون متغيرة ومرتفعة للغاية في بعض الأحيان، يجب أن تكون كمية الماء التي يتم تعويضها و/أو الإلكتروليتات كافية لتقليل التأثير على أداء اللاعب الرياضي و/أو منع الأضرار السريرية على صحة الشخص (سوكا ويونغ، 2005).

كما يتضح من الأدبيات، يتم تحديد جودة وكمية واتساق المقالات العلمية المتعلقة بهذا الموضوع كأحد العوامل المهمة التي يجب مراعاتها (وبالتالي يجب وضعها في الاعتبار) من أجل تحقيق تحسينات عند ممارسة الرياضة.

يُلزمنا التوثيق الشامل حول هذا الموضوع بمراجعة التوصيات المختلفة المتعلقة باستراتيجيات تعويض السوائل (التي يجب أخذها في الاعتبار قبل التمرين وأثناءه وبعده) في هذه الوحدة، بالإضافة إلى تقييم التشبع بالماء لدى الأشخاص.

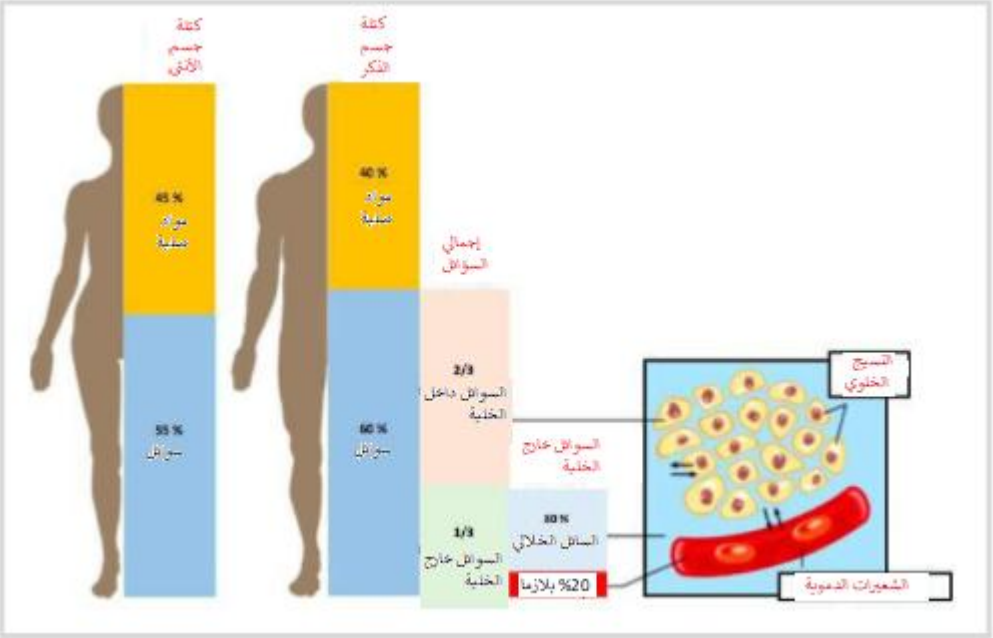
سنقوم أيضًا بالتوسع في بعض المفاهيم الأساسية المرتبطة بالتنظيم الحراري، بالإضافة إلى منهجية عملية لكيفية أداء الأفراد في مواجهة الظروف البيئية المختلفة، ونفقات الطاقة، وعوامل أخرى يجب مراعاتها.

1.1.1 وظيفة الماء

يُعد الماء هو المكون الأكثر وفرة في جسم الإنسان، حيث يشكل ما بين 40 و70٪ من إجمالي كتلة الجسم (تنبع الاختلافات من الجنس والعمر وتكوين الجسم لكل شخص). وبينما يكون المحتوى بين شخص وآخر متغير، يميل المحتوى داخل الأنسجة إلى أن يكون ثابتًا نسبيًا.

يحتوي الجسم على حجيرات للسوائل: الأولى هي الحجيرة داخل الخلية، والتي تشير إلى السائل داخل الخلايا، وتشكل ثلثي الكمية الإجمالية لماء الجسم، والثانية هي الحجيرة خارج الخلية، والتي تتكون من السائل الخلالي (بين الخلايا) والبلازما (20٪ من السائل خارج الخلية). تشتمل السوائل النخاعية والغدية وسوائل الأذن والعين أيضًا على سوائل خارج الخلية.

الشكل 1: التوزيع حسب حجيرة السوائل



المصدر: مستخلص من goo.gl/duc7dJ

Female Body Mass	كتلة الجسم للإناث
Male Body Mass	كتلة الجسم للذكور
Solids	المواد الصلبة
Fluids	السوائل
Total Fluids	إجمالي السوائل
Intracelular fluids	سوائل داخل الخلية
Extracellular fluids	سوائل خارج الخلية
Intestinal fluids	سوائل بالأمعاء
Plasma	بلازما
Blood Capillaries	شعيرات دموية
Cellular tissue	أنسجة خلوية

كما نرى في الشكل، يتمثل ما يقرب من 60٪ من إجمالي ماء الجسم في الحجيرة داخل الخلايا، بينما تتوافق نسبة الـ 40٪ المتبقية مع المصادر خارج الخلايا. يشكل الماء ما بين 65 و75٪ من وزن العضلات و10٪ من وزن الدهون. وبأخذ ذلك في الاعتبار، يميل الأشخاص الذين يعانون من زيادة الدهون إلى الحصول على نسبة أقل من الماء في أجسامهم مقارنة بمن هم أقل وزنًا نسبيًا.

تعكس هذه الأحجام متوسطات التبادل الديناميكي للسوائل بين الحجيراتين المختلفتين، خاصة في الرجال والنساء النشطين بدنيًا. يهيئ التدريب البدني المكثف الجسم لزيادة كمية الماء الموزعة في الحجيرة داخل الخلايا، لأن كتلة العضلات تزداد عادة.

في لعبة النسب المئوية هذه، يجب أن ندرك أن أكبر خسارة للسوائل من خلال العرق تأتي من الحجيرة خارج الخلية، من خلال بلازما الدم.

الشكل 2: توزيع ماء الجسم في رجل يزن 80 كجم

المصدر: من إعداد المؤلف.

إجمالي المياه بالجسم	Total Body water
وزن الجسم ×	bw X
لتر	Lt

Extracellular liquid (ECL)	سائل خارج الخلية
Intracelular liquid (ICL)	سائل خلوي
Cellular membrane	غشاء خلوي
interstitial liquid	سائل أمعائي
plasma	بلازما
Capillary wall	جدران أنبوبة شعرية

1.1.2 توزيع ماء الجسم وتكوينه

يُعد الصوديوم هو الإلكتروليت الرئيسي الموجود في السائل خارج الخلية، بينما يُعد البوتاسيوم أقل تركيزًا بشكل كبير. من ناحية أخرى، يُعد الإلكتروليت الرئيسي الموجود في السائل داخل الخلايا هو البوتاسيوم، بالإضافة إلى تركيزات صغيرة من الصوديوم. من الضروري للجسم أن يتم الحفاظ على توزيع الإلكتروليت هذا بشكل صحيح، بحيث تضمن التدرجات الكيميائية والكهربائية سلامة الوظيفة الخلوية، مما يسمح بالاتصال الكهربائي في جميع أنحاء الجسم.

هناك تبادل مستمر بين حجيرتين الماء المختلفتين في الجسم، والذي يعتمد، إلى حد ما، على الأسمولية لسوائل الجسم. تشير الأسمولية إلى كمية المواد المذابة في 1 كجم من المذيب. يعادل 1 مول من مادة غير قابلة للانقسام، مثل الجلوكوز، المذاب في 1 كجم من المذيب، 1 أسمول. من ناحية أخرى، فإن 1 مليمول يعادل 1 ملي أسمول. إذا تم تقسيم المادة إلى أيونين، كما في حالة كلوريد الصوديوم، فإن 1 مول يعادل اثنين من الأسمولات. هناك العديد من المواد في الجسم التي تؤثر على الأسمولية. على سبيل المثال، الصوديوم والأنيونات المرتبطة به – الكلوريد والبيكربونات - هي أكبر مصدر للمكونات النشطة تناضحيًا للبلازما، جنبًا إلى جنب مع بروتينات البلازما، التي تساهم بشكل صغير ولكن مهم.

مصطلح آخر يتعلق بالاسمولية هو التوتر العضلي، وهو ما يعني التوتر أو الضغط. عندما يتم فصل محلولين بتركيزات مختلفة من المواد المذابة بواسطة غشاء منفذ، فإن فرق الضغط بين المحاليل يسمح للماء بالانتقال. يسمى هذا الضغط بالضغط الاسموزي. عندما يكون هناك محلولين لهما نفس الضغط الاسموزي أو نفس محتوى المادة المذابة، يطلق عليهما اسم متساوي التوتر.

عندما نقارن بين محلولين بتركيزات مختلفة من المواد المذابة، فإن أي منهما يحتوي على أعلى ضغط أسموزي يسمى مفرط التوتر (تركيز عالي من المواد المذابة ومحتوى منخفض من الماء) والآخر يسمى منخفض التوتر (تركيز منخفض من المواد المذابة ومحتوى عالي من الماء). ينتقل الماء بين غشاء محلول منخفض التوتر باتجاه محلول مفرط التوتر من أجل موازنة التركيزات المختلفة على جانبي الغشاء.

هذا هو السبب في أن التفاصيل التالية مهمة للغاية، حيث سنشرح أهمية المشروبات متساوية التوتر في تعويض السوائل، لأنه عندما تكون الأسمولية لها مماثلة لتلك الموجودة في البلازما، فيسهل امتصاصها بواسطة الأمعاء.

1.1.3 توازن السوائل

يتم الحصول على توازن السوائل من صافي الفرق بين فقد الماء وكسبه. قد يختلف هذا التوازن اعتمادًا على العوامل التي تؤثر على العلاقة بين الاثنين.

كمية الماء

في بيئة حرارية عادية (حوالي 20 درجة مئوية)، يحتاج الشخص البالغ قليل الحركة إلى ما يقرب من 2.5 لترًا من الماء يوميًا (بخلاف الاختلافات التي سنراجعها لاحقًا فيما يتعلق بتوصيات كمية السوائل على المستوى العالمي).

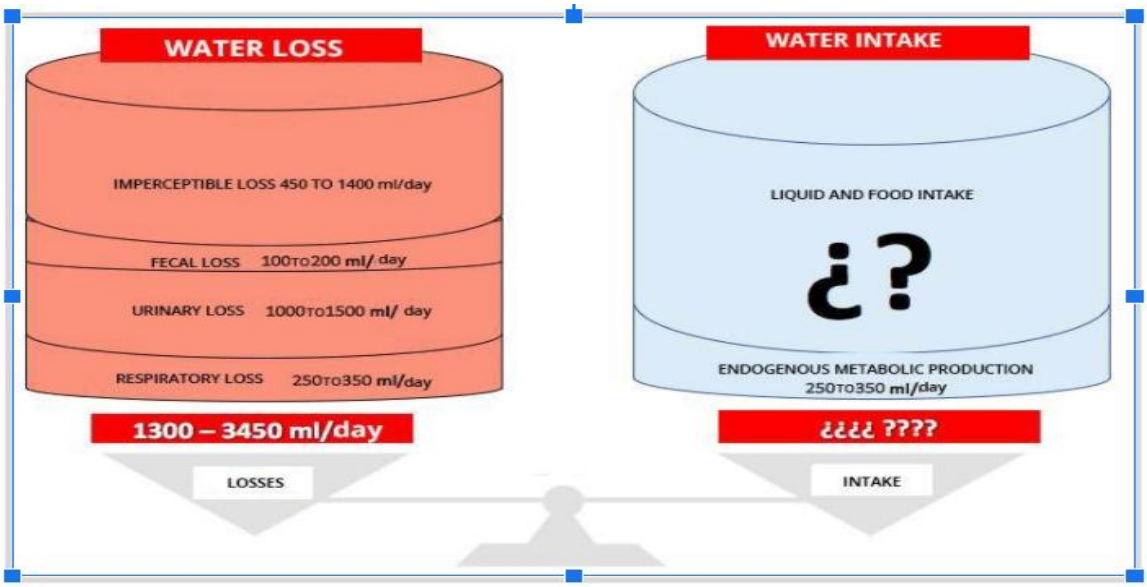
هناك ثلاثة مصادر رئيسية لتناول الماء:

•الماء في الطعام: بشكل عام، يشكل الماء الموجود في الطعام، حوالي 20 أو 30٪ من إجمالي كمية السوائل الموصى بها. وتحتوي الفواكه والخضروات على كمية كبيرة من الماء، بينما تحتوي المخبوزات أو الحبوب أو الشوكولاتة أو الأطعمة الغنية بالدهون على كمية قليلة من الماء من ناحية أخرى (وكالة المعايير الغذائية، 2002).

•الماء من السوائل: في الظروف العادية، يشرب الفرد في المتوسط ما بين 1200 و1500 مليلتر من الماء كل يوم، باعتبار كمية السوائل التي يشربها خلال الوجبات الأربع الرئيسية. وبالتالي، فإن كل من النشاط البدني المكثف والضغط الحراري يزيدان من احتياجات السوائل اليومية بحوالي 4 إلى 5 مرات. يعتبر تناول الطعام أمرًا بالغ الأهمية لضمان تعويض السوائل بشكل كامل على أساس يومي. يجب تعويض فقدان الإلكتروليتات عن طريق العرق (مثل الصوديوم والبوتاسيوم) من أجل استعادة إجمالي ماء الجسم؛ ويمكن تحقيق ذلك في الغالب من خلال الغذاء (الكلية الأمريكية للطب الرياضي، 2007).

•الإنتاج الأيضي الداخلي: يؤدي تحلل جزيئات العناصر الغذائية عن طريق التمثيل الغذائي إلى تكوين ثاني أكسيد الكربون والماء. يوفر هذا الماء الأيضي ما يقرب من 14٪ من الاحتياجات المائية اليومية للشخص قليل الحركة. يطلق التمثيل الغذائي للجلوكوز 55 جرامًا من الماء الأيضي. تنبع كمية أكبر من الماء أيضًا من الأيض الهدمي للبروتين (100 جرام) والدهون (107 جرام). عادة ما يعادل إنتاج الماء الأيضي الماء المفقود بسبب التنفس.

الشكل 3: توازن السوائل اليومي



water loss	فقدان المياه
water Intake	امتصاص المياه
Imperceptible loss 450 To 1400 ml/day	فقدان ضئيل 450 حتى 1400 مل/ يوم

liquid and food intake	امتصاص السوائل والأطعمة
fecal loss 100 to 200 ml/day	فقدان البراز 100 حتى 200 مل/ يوم
Urinary loss 1000 to 1500 ml/day	فقدان البول 1000 حتى 1500 مل/ يوم
respiratory loss 250 to 350 ml/day	فقدان التنفس 250 إلى 350 مل/ يوم
Endogenous Metabolic Production	إنتاج الأيض الداخلي
3450-1300 ml/day	3450-1300 مل/ يوم
losses	فقدان
Intake	امتصاص

المصدر: من إعداد المؤلف.

إخراج المياه

يمكن أن يحدث تدفق الماء من الجسم بالطرق التالية:

• فقدان الماء عن طريق البول: في الظروف العادية، تمتص الكلى ما يقرب من 99٪ من 140 إلى 160 لترًا من الترشيح الكلوي الذي يتراكم كل يوم. لهذا السبب، يتراوح حجم البول الذي تفرزه الكلى بين 1000 و1500 ملليلتر في اليوم.

• فقدان الماء من خلال الجلد: كل يوم، يتم ترشيح ما يقرب من 350 ملليلتر من الماء من الأنسجة الأعمق عبر الجلد وصولاً إلى سطح الجسم، من خلال الرشح التدريجي. ويحدث فقدان الماء عن طريق الجلد أيضًا من خلال العرق الذي تنتجه الغدد العرقية، كما يحدث تبخر العرق كآلية تبريد للجسم. ينتج عن هذا ما بين 500 و700 ملليلتر من العرق كل يوم، في ظل ظروف حرارية عادية ونشاط بدني عادي. ومن الواضح أن الكميات المفقودة بسبب هذا النوع من فقدان السوائل تختلف تمامًا حسب تقلب الظروف البيئية وكذلك استهلاك الطاقة.

• فقدان الماء من خلال البخار: يكون الفقد التدريجي للماء من خلال قطرات الزفير الصغيرة من الماء في الهواء ما بين 250 و350 ملليلتر في اليوم، بسبب الرطوبة الكامل للهواء المستنشق أثناء مروره عبر القناة الرئوية. يؤثر النشاط البدني على مصدر فقدان الماء هذا. بالنسبة للأشخاص النشطين بدنيًا، يطلق الجهاز التنفسي ما بين 2 و5 ملليلتر من الماء لكل دقيقة من التدريب المكثف، اعتمادًا على الظروف المناخية. يكون فقدان المياه عبر الجهاز التنفسي أقل في المناخ الدافئ والرطب، وأكبر في درجات الحرارة الباردة (يحتوي هذا الهواء المستنشق على رطوبة أقل) والارتفاعات العالية (لأن كميات الهواء المستنشق، التي تتطلب الرطوبة، أكبر بكثير من مستوى سطح البحر).

• فقدان الماء من خلال البراز: ينتج عن تخلص الأمعاء من الفضلات ما بين 100 و200 ملليلتر من الماء المفقود، لأن البراز يشكل ما يقرب من 70٪ من الماء. وفي حالة الإسهال أو القيء، يزداد فقدان الماء لدرجة أن يشكل هذا الوضع خطورة، حيث يتسبب غالبًا في حدوث انهيار في توازن السوائل والإلكتروليتات.

1.1.4 توصيات تناول الماء

يتمتع جسم الإنسان بالقدرة على التكيف مع الاختلاف بين تناول السوائل وفقدانها بسبب التنظيم الدقيق للتوازن من ناحية، والنطاقات الواسعة من الأسمولية في البول التي يمكن للكلى تحقيقها من ناحية أخرى.

حتى هذا الوقت، وبعد الدراسات التي أجريت حول هذا الموضوع، لم يتم تحديد قيم دنيا أو قصوى بدقة لأجل إعلام عامة البشر.

في الجدول رقم 1، يمكننا أن نرى أن العديد من الهيئات الشهيرة عالميًا والتي تقترح قيمًا مرجعية متغيرة فيما يتعلق بإجمالي تناول الماء (الأكاديمية الوطنية للطب، 2004).

الجدول رقم 1: توصيات تناول الماء، وفقًا لهيئات شهيرة عالميًا، باللتر في اليوم

	الهيئة الأوروبية لسلامة الأغذية 2010	المجلس القومي الأسترالي للبحوث الصحية والطبية، 2006	معهد الطب، 2004	منظمة الصحة العالمية، 2003
الذكور	2.5	3.4	3.7	الشخص قليل الحركة 2.9 الشخص النشيط بدنيًا 4.5
الإناث	2.0	2.8	2.7	الشخص قليل الحركة 2.2 الشخص النشيط بدنيًا 4.5

المصدر: مستخلص منwww.h4hinitiative.com

بوضوح، وفيما يتعلق بما رأيناه سابقًا في هذه الوحدة، يمكننا تفسير ذلك، في مواجهة الظروف البيئية المختلفة وكذلك كثافة/كمية استهلاك الطاقة، فإن التوصيات للرياضيين فردية بطبيعتها. تقترح الكلية الأمريكية للطب الرياضي، في موقفها لعام 2007، أن تناول السوائل يوضح الحاجة إلى تقديم توصيات بشأن الاستهلاك فيما يتعلق بمعدل العرق الفردي (سنرى لاحقًا في هذه الوحدة كيفية الحصول عليه).

> النشاط البدني ودرجة الحرارة المحيطة والرطوبة النسبية هي العوامل الثلاثة التي تحدد التباين الكبير في كمية الماء التي يحتاجها الشخص لتعويض فقدان السوائل من خلال العرق.

الوحدة 2: التنظيم الحراري

يمكن أن تختلف درجة الحرارة بين أجزاء الجسم المختلفة - في بعض الأحيان، حيث يمكن أن يكون الجلد أكثر برودة من الجزء الداخلي من الجسم. لهذا السبب، عندما نشير إلى درجة الحرارة داخل الجسم، يجب أن نتحدث عن درجة الحرارة الداخلية، بدلاً من درجة حرارة الجسم الخارجية.

في حين أنه من المعروف أن درجة حرارة الجسم الطبيعية تبلغ حوالي 37 درجة مئوية، أثناء التدريب البدني، يمكن أن تؤثر مجموعة متنوعة من العوامل على هذا الرقم. هذا جزء مما سنقوم بتطويره في هذا القسم من الوحدة، في محاولة لفهم كيف يتكيف الجسم عادةً من أجل الحفاظ على توازنه الحراري.

1.2.1 التوازن الحراري وتنظيم درجة الحرارة

كما ذكرنا سابقًا، تميل الديناميكا الحرارية إلى التباين بشكل كبير بين الراحة والتمرين. تنتج التفاعلات الكيميائية في عملية التمثيل الغذائي زيادات من السعرات الحرارية بمستويات كبيرة أثناء النشاط العضلي (تونر، 1996).

الجدول رقم 2: الديناميكا الحرارية أثناء الراحة والتمرين

الحالة	الراحة	أقصى قدر من التمرين
إنتاج حرارة الجسم (1 لتر من استهلاك الأكسجين 4.82 = كيلو كالوري)	حوالي 0.25 لتر لكل دقيقة من الأكسجين حوالي 1.2 كيلو كالوري في الدقيقة	حوالي 4 لتر لكل دقيقة من الأكسجين حوالي 20 كيلو كالوري في الدقيقة
قدرة الجسم على التبريد عن طريق التبخر	أقصى تعرق حوالي 30 مل في الدقيقة = 18 كيلو كالوري في الدقيقة	
زيادة درجة حرارة الجسم الأساسية	دون زيادة	حوالي 1 درجة مئوية كل 5-7 دقائق

المصدر: من إعداد المؤلف.

يعطي الوطاء مكانًا للموقع حيث يتم تنسيق تنظيم درجة الحرارة. لفهم ديناميكياتها بشكل أفضل، يمكننا إجراء مقارنة مع ترموستات وحدة التحكم في المناخ، والتي تنتج الحرارة وفقًا للمعلومات التي تجمعها من البيئة.

بشكل عام، إذا اكتشفت مستقبلات الجلد درجات حرارة أعلى أو إذا ارتفعت درجة حرارة الدم، فسيقوم الجسم بإجراء التعديلات اللازمة في محاولة لفقدان الحرارة. أولاً، قد يتم توجيه الدم بالقرب من الجلد، لذلك يمكن أن تقترب الحرارة الداخلية من الخارجية وتنطلق بسهولة أكبر. في نفس الوقت يبدأ التعرق والتبخر، مما يؤدي إلى إخراج الحرارة من الجسم.

على العكس من ذلك، إذا اكتشفت مستقبلات الجلد درجات حرارة منخفضة أو إذا انخفضت درجة حرارة الدم، يتفاعل الجسم من أجل الحفاظ على الحرارة أو زيادة إنتاجها. أولاً، سيتم توجيه الدم بعيدًا عن الجلد ونحو الجزء الداخلي من الجسم،

مما يقلل من فقدان الحرارة من الإشعاع الحراري، ويحافظ على الأعضاء الحيوية في درجة حرارة مناسبة. هذا هو المكان الذي قد يبدأ فيه الارتجاف - وهو في الواقع تقلص العضلات - لأنها تنتج حرارة إضافية عن طريق زيادة معدل الأيض.

الشكل رقم 4: العوامل المتداخلة في تنظيم درجة الحرارة

Hormones	هرمونات
basal metabolic Rate	معدل الأيض القلوي
thermal effect of food	أثر حراري للغذاء
muscle activity	نشاط عضلي
environment	البيئة
Heat Gain	اكتساب الحرارة
rediation	إشعاع
convection	حمل حراري
evaporation	تبخر
conduction	التوصيل
Heat Loss	فقدان الحرارة

Daily variation	التنوع اليومي
37 C	37 درجة سيليزية

المصدر: من إعداد المؤلف.

1.2.2 التنظيم الحراري ودرجات الحرارة الباردة

بشكل عام، لا يتطلب تنظيم درجة الحرارة المركزية جهدًا فسيولوجيًا كبيرًا. عندما نتعرض للبرد الشديد، قد نواجه فقدانًا مفرطًا للحرارة، وهذا هو سبب زيادة إنتاج حرارة الجسم من خلال التكيفات المختلفة، مثل:

1) التكيف الوعائي

عندما نتعرض لدرجات حرارة باردة، يكون هناك انقباض عام في الأوعية الدموية (أي انخفاض قطر الأوعية الدموية)، حيث يتم تقليل تدفق الدم نحو سطح الجسم لتجنب فقدان الحرارة.

2) نشاط العضلات

خلال درجات الحرارة شديدة البرودة، من الشائع أن نبدأ في الارتجاف بشكل لا إرادي- وهو رد فعل يزيد من إنتاج حرارة الجسم من عضلات الهيكل العظمي.

وبالمثل، أثناء الحركة الشديدة، يحافظ هذا على ثبات درجة الحرارة، حتى عندما تكون درجة الحرارة المحيطة منخفضة جدًا (حتى أقل من -25 درجة مئوية و30 درجة مئوية، تقريبًا).

3) الإنتاج الهرموني

يعد الأدرينالين والنورأدرينالين نوعان من الهرمونات "المنتجة للحرارة" والتي تفرز في النخاع الكظري، وهما يزيدان من إنتاج الحرارة عند التعرض لدرجات الحرارة الباردة. وعلى هذا النحو، يكون هناك زيادة في إنتاج هرمون الغدة الدرقية من الغدة الدرقية مما يزيد من التمثيل الغذائي أثناء الراحة، وبالتالي توليد كمية إضافية من الحرارة.

1.2.3 التنظيم الحراري والحرارة

أثناء التمرين البدني، تعتبر القدرة على تبديد الحرارة بكفاءة ذات أهمية قصوى بالنسبة للجسم. لكي يكون هذا ممكنًا، زودتنا الطبيعة بآليات الاستتباب التي، عند تنشيطها، إما تحفز فقدان الحرارة أو تحفز اكتساب الحرارة، وتسعى دائمًا للحفاظ على درجة حرارتنا المركزية ضمن قيم ثابتة.

من خلال عمليات فيزيائية مختلفة، يتم تبديد حرارة الجسم الزائدة في البيئة بغرض تنظيم درجة الحرارة بالطريقة التالية:

1) فقدان الحرارة عن طريق التوصيل

يعني التبادل بالتوصيل النقل المباشر للحرارة من جزيء إلى آخر عن طريق سائل أو صلب أو غاز.

يعتمد معدل فقدان الحرارة عن طريق التوصيل على عاملين:

• تدرج درجة الحرارة بين الجلد والأسطح المحيطة.

• الخصائص الحرارية للأسطح.

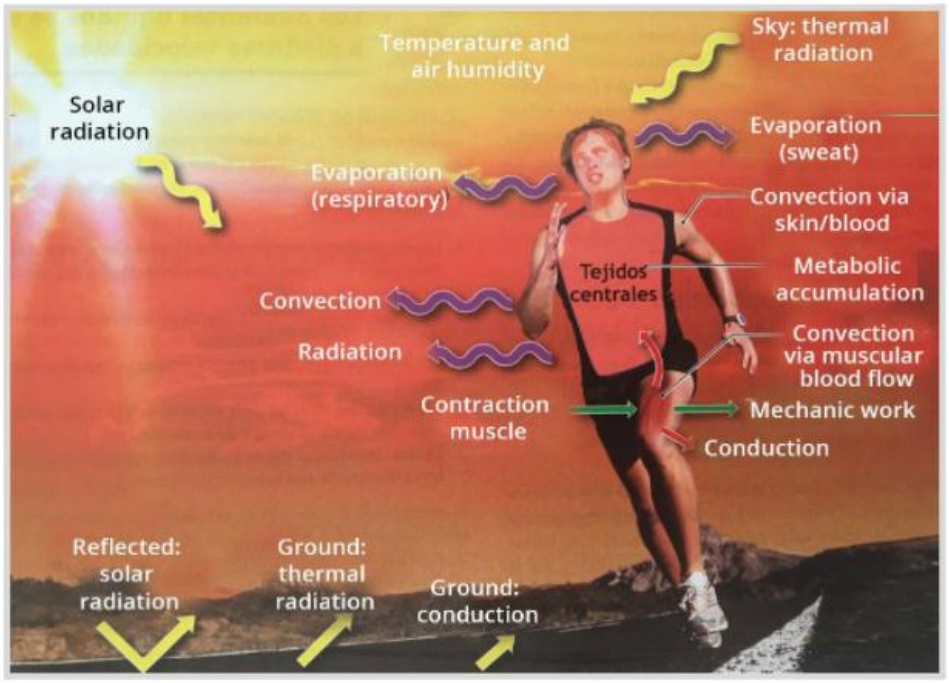
على سبيل المثال: عندما يتم غمر شخص يعاني من الحرارة في الماء البارد، يمكن أن يؤدي ذلك إلى فقد كبير في الحرارة. وأيضًا، بالنسبة للشخص الذي يمتص درجات حرارة عالية أثناء تعرضه للشمس، يمكن أن يؤدي الاستناد على صخرة في الظل إلى فقدان بعض حرارة الجسم، من خلال التوصيل الحراري بين سطح الصخور البارد وسطح الشخص الأكثر دفئًا. إذا لامس أجسامنا جسمًا معينًا، فسيحدث تبادل للحرارة بين كلا الجسمين. يعتمد اتجاه هذا التبادل على التدرج الحراري من الأجسام الملتصقة (ساخنة أو باردة، كما رأينا في الأمثلة).

2) فقدان الحرارة عن طريق الإشعاع

تشع جميع الأجسام الحرارة من خلال الموجات الكهرومغناطيسية، والشمس هي المصدر الإشعاعي الرئيسي للحرارة. طالما أن درجة حرارة الجسم أعلى من درجة الحرارة المحيطة، فسيكون جسمنا قادرًا على التخلص من الحرارة من خلال آلية الإشعاع. كلما اتسعت القيم التي لوحظت بين درجة حرارة الجسم (BT) ودرجة الحرارة المحيطة (AT)، ستكون آلية فقدان الحرارة عبر الإشعاع أكثر فاعلية.

على سبيل المثال: من غير المألوف أن نتعرق عندما نستريح أو عندما نكون في أماكن شديدة البرودة، وذلك على وجه التحديد بسبب مدى فعالية آلية الإشعاع، وكذلك هذا الاختلاف في درجات الحرارة.

الشكل رقم 5: إنتاج الحرارة ونقلها



sky: thermal radiation	السماء: إشعاع حراري
temperature and air humidity	درجة الحرارة والرطوبة الهوائية
Evaporation (sweat)	التبخر (العرق)
evaporation (respiratory)	التبخر (تنفس)

convection via skin/ blood	الحمل الحراري عبر الجلد/ الدم
metabolic accumltation	تراكم الأيض
Convection	حمل حراري
Convection via muscular blood flow	حمل حراري عبر تدفق الدم للعضلات
rediation	إشعاع
mechanic work	تمرين ميكانيكي
contracting muscle	عضلات منقبضة
reflected solar radiation	إشعاع شمسي منعكس
ground thermal radiation	إشعاع أرضي حراري
ground conduction	توصيل حراري أرضي
conduction	توصيل

المصدر: مستخلص من كاش ومكاردل وكيتش.

3) فقدان الحرارة عن طريق الحمل الحراري

تعتمد فعالية فقد الحرارة عن طريق الحمل الحراري على سرعة تبادل الهواء (أو الماء) بالقرب من الجسم بمجرد وصوله إلى درجة حرارة عالية.

نحن نتحدث عن فقدان الحرارة عن طريق الحمل الحراري عندما يتصل الجسم مباشرة بجلدنا (من خلال الهواء أو الماء). بينما تكون درجة حرارة أجسامنا أعلى من درجة حرارة الهواء أو الماء المحيطين بنا، يمكن أن تفقد أجسامنا الحرارة من خلال آلية الحمل الحراري، طالما أن هناك تيارات مائية أو هوائية تحل باستمرار محل الهواء أو الماء الذي يلامس بشرتنا مباشرة.

على سبيل المثال: عندما ننزل إلى حمام سباحة به ماء شديد البرودة، فإن الشعور بالبرد يمكن أن يختفي قليلاً إذا وقفنا دون حراك لفترة معينة من الوقت. ما حدث هو أن جسمنا قد أصبح ساخنًا من خلال استخدام آلية الحمل الحراري، أي طبقة الماء التي تلامس سطح الجسم بشكل مباشر. بمجرد تغيير الأوضاع، تشعر بالماء البارد مرة أخرى، لأن طبقة الماء التي تم تسخينها سابقًا قد تم استبدالها بطبقة جديدة والتي يجب علينا الآن تسخينها باستخدام آلية الحمل الحراري.

4) فقدان الحرارة عن طريق التبخر

يتبخر الماء من الجهاز التنفسي، وينقل سطح الجلد الحرارة باستمرار إلى البيئة.

يستخلص كل لتر من الماء المتبخر ما يقرب من 580 سعر حراري من الجسم، ثم يتم نقلها إلى البيئة.

هناك ثلاثة عوامل تساهم في الكمية الإجمالية للعرق التي تتبخر عبر الجلد وأسطح الرئة:

- السطح المعرض للبيئة.

• درجة الحرارة والرطوبة النسبية الموجودة في الهواء المحيط.

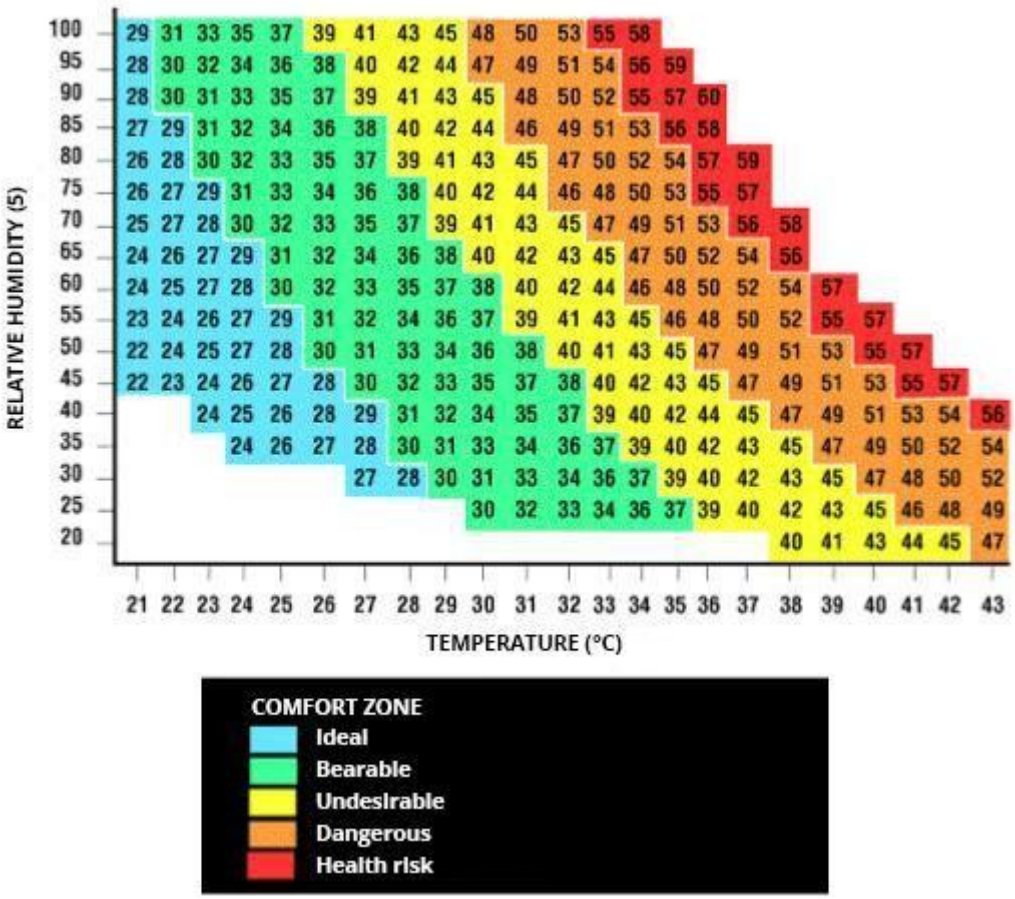
• تيارات الحمل الحراري المحيطة بالجسم.

في الأماكن التي تكون فيها درجة الحرارة المحيطة مرتفعة جدًا، لا يكون التوصيل والحمل الحراري والإشعاع بنفس الكفاءة في مهمة مساعدة الجسم على فقدان الحرارة. عندما تكون درجة الحرارة المحيطة أعلى من درجة حرارة الجسم، يكتسب الجسم الحرارة من خلال آليات النقل الحراري الثلاث هذه. في هذا النوع من البيئة، أو عندما لا يستطيع التوصيل والحمل الحراري والإشعاع تبديد كمية كبيرة من السعرات الحرارية الأيضية، فإن تبخر العرق- من خلال الجيوب الأنفية والجهاز التنفسي- يشكل الوسيلة الوحيدة لتبديد الحرارة. بشكل عام، تؤدي الزيادات في درجة الحرارة المحيطة إلى زيادات متناسبة في معدل العرق.

عندما يتعلق الأمر بالرطوبة النسبية العالية، فإنها تعتبر العامل الأكثر أهمية في تحديد كفاءة فقدان الحرارة عن طريق التبخر. يرتبط هذا بكمية الماء الموجودة في الهواء المحيط عند درجة حرارة معينة، عند مقارنتها بكمية الرطوبة الإجمالية التي قد يحتويها الهواء، ويتم التعبير عنها كنسبة مئوية. على سبيل المثال، تعني الرطوبة النسبية البالغة 40٪ أن الهواء المحيط يستخدم فقط 40٪ من قدرته على حمل الرطوبة في الهواء عند درجة الحرارة المحددة. في أوقات الرطوبة العالية، يكون الضغط المحيط للبخار أقرب إلى ضغط الجلد البشري، حوالي 40 ملم زئبق. في هذا السيناريو، يتناقص التبخر بشكل كبير- حتى لو تشكلت كميات كبيرة من قطرات العرق على الجلد، وفي النهاية، تبدأ قطرات العرق هذه في التدفق. هذا النوع من التعرق ليس طريقة مفيدة لفقدان السوائل؛ حيث يمكن أن يولد الجفاف والسخونة الزائدة، لأنه يخلق صعوبات.

في الشكل رقم 6، يمكننا أن نرى الخصائص المختلفة للحرارة المحيطة، وبعض التوصيات الناشئة عنها فيما يتعلق بالنشاط البدني ودرجة الحرارة المحيطة والحرارة الناتجة والرطوبة النسبية.

الشكل رقم 6: مؤشر الإجهاد الحراري



المصدر: مقتبس من.http://www.ec.gc.ca

Relative humidity	رطوبة نسبية
Temperature	درجة الحرارة
Comfort zone	منطقة الراحة
Ideal	مثالي
Bearable	يمكن تحمله
Undeslrable	غير مرغوب
Dangerous	خطير
Health risk	مخاطر صحية

1.2.4 العوامل التي تعدل تحمل الحرارة

من خلال فهم أن الحرارة هي المولد الرئيسي للاختلالات الكبيرة أثناء التمرين، سوف نتوسع في العوامل المختلفة التي تتفاعل مع تحمل الشخص للحرارة، فيما يتعلق بالتغيرات الفسيولوجية التي يمكن أن يقوم بها الجسم.

1) التأقلم

نتحدث عن التأقلم الحراري عندما ينتج الجسم سلسلة من التغيرات الفسيولوجية التكيفية من أجل تحسين تحمل الحرارة.

أثناء التمرين، يتحسن تدفق الدم الجلدي لتمكين نقل الحرارة من المركز إلى الأطراف. هذا، إلى جانب التوزيع الأكثر فعالية للنتاج القلبي، يساعد أيضًا على استقرار ضغط الدم أثناء النشاط البدني. ويكتمل هذا التأقلم مع تدفق الدم بانخفاض ظهور العرق إلى الحد الأدنى. لذلك، تبدأ عملية التبريد قبل أن تشهد درجة الحرارة المركزية زيادة ملحوظة. إن القدرة على التعرق، وهي العامل الأكثر صلة بالتأقلم مع الحرارة، تزداد سريعًا، وتتضاعف تقريبًا في غضون 10 أيام من التعرض للحرارة. يصبح العرق أيضًا مخففًا أكثر (مع فقد أقل للملح) ويتم توزيعه بطريقة عامة أكثر على سطح الجلد، والتي لا يبدو أنها تحدث أثناء ممارسة التمرين دون التأقلم (هاموتي، ديل كوزو، أورتيجا وموراروديغيز، 2011).

يحدث أكبر تأقلم في الأسبوع الأول من التعرض للحرارة ويكتمل بعد 10 أيام. تتطلب العملية فقط ما بين ساعتين إلى 4 ساعات من التعرض اليومي للحرارة. وتتبدد الفوائد الرئيسية للتأقلم على مدار أسبوعين إلى ثلاثة أسابيع بعد العودة إلى مناخ أكثر اعتدالًا.

2) العمر

هناك مناقشات جارية بشأن آثار الشيخوخة على تحمل الحرارة والتأقلم. توضح أحدث الدراسات أن هناك بعض العوامل المرتبطة بالعمر والتي تؤثر على ديناميكيات التنظيم الحراري، على الرغم من أن القدرة على تنظيم درجة الحرارة المركزية أثناء الإجهاد الحراري التوتر متشابهة بين الشباب وكبار السن. وتؤخر الشيخوخة بدء التعرق، كما تحد من مدى استجابة التعرق.

وفي الوقت نفسه، لا يتعافى كبار السن من الجفاف بنفس سهولة الشباب، بسبب انخفاض رد الفعل الناتج عن العطش. هذا يضع كبار السن في حالة مزمنة من الجفاف، مع انخفاض كمية البلازما عن المستويات المثلى، مما قد يضر بديناميات التنظيم الحراري بين كبار السن.

3) الجنس

يتحمل كل من النساء والرجال درجة الحرارة بنفس الطريقة عند التأقلم بدرجة مماثلة. في هذه الظروف، يتأقلم كلا الجنسين بنفس الدرجة.

ما يجب مراعاته في هذه الحالات هو أن المرأة المتوسطة لديها سطح خارجي فائق لكل وحدة من كتلة الجسم عند تعرضها للبيئة، والذي يفضل تبديد الحرارة. ويشير هذا إلى ميزة هندسية.

في حالة النساء، يجب أيضًا مراعاة مراحل الدورة الشهرية، حيث يؤثر ذلك على التحكم في الأوعية الدموية للجلد الذي يعدل الاستجابة لتدفق الدم والتعرق. تشير أحدث الأدلة إلى أنه في ظروف درجات الحرارة والرطوبة العالية، ينخفض أداء التمرين أثناء الطور الأصفري، ربما نتيجة للحساسية الحرارية العالية خلال بداية النشاط (جانسي دي جونج، 2003).

4) مستوى التدريب

يخزن الشخص المتدرب حرارة أقل في مرحلة مبكرة أثناء التمرين، ويصل إلى حالة حرارية مستقرة وانخفاض درجة الحرارة الداخلية بشكل أسرع من الشخص غير المتدرب.

يزيد التدريب من الحساسية والقدرة على الاستجابة للتعرق، مما يعني أنه ينجم عن انخفاض درجة الحرارة المركزية، مما يسمح للجسم بإنتاج مستويات مرتفعة من العرق المخفف أكثر، مع الاحتفاظ بالمعادن المتنوعة (تشينفير وآخرون، 2008).

5) دهون الجسم

تمثل الدهون الزائدة في الجسم عيبًا عندما يتعلق الأمر بالتدريب في درجات حرارة عالية.

تتجاوز الحرارة النوعية للدهون حرارة الأنسجة العضلية، مما يزيد من قدرة عزل سطح الجسم، مما يؤخر توصيل الحرارة نحو الأطراف. الأشخاص الذين يعانون من السمنة المفرطة والأشخاص الأكبر حجمًا لديهم أيضًا مستوى أقل من مساحة سطح الجسم بالنسبة إلى كتلة الجسم اللازمة لتبخر العرق بشكل فعال، مما يجعل المهمة أكثر صعوبة.

المراجع

الكلية الأمريكية للطب الرياضي. (2007) بيان الموقف: التمرين وتعويض السوائل. الطب والعلوم في الرياضات والتمارين الرياضية، 39 (2)، 377-90.

تشينفير، تي دي وكولس. (2008) تأثير التأقلم الحراري على معادن العرق. الطب والعلوم في الرياضات والتمارين الرياضية، 40 (5)، 86-91.

وكالة المعايير الغذائية. (2002) ماكانس؛ تكوين الطعام لويدوسون (الطبعة السادسة). كامبريدج. الجمعية الملكية للكيمياء.

هاموتي، إن.، ديل كوزو، جيه.، أورتيجا، جيه. إف، وموورا-رودريغيز، إر. (2011). تركيز صوديوم العرق أثناء التمرين في الحرارة لدى البشر المدربين هوائيًا وغير المدربين. المجلة الأوروبية لعلم وظائف الأعضاء التطبيقي، 111 (11)، 2873-2881.

IOM (الأكاديمية الوطنية للطب). (2004) الكميات الغذائية المرجعية من الماء والبوتاسيوم والصوديوم والكلوريد والكبريتات. 4: 73-185. مطبعة الأكاديميات الوطنية، واشنطن العاصمة.

جانسي دي جونج، إكس. إيه. (2003). تأثير الدورة الشهرية على أداء التمرين. الطب والعلوم في الرياضات والتمارين الرياضية، 33(5)، 833-51.

سوكا، إم. إن، ويونغ، إيه. جيه. (2005). النظم الفسيولوجية واستجاباتها لظروف الحرارة والبرودة. في سي إم تيبتون، وإم إن سوكا، وسي إيه تيت وآر إل تيريجونج، فسيولوجيا التمارين المتقدمة في الكلية الأمريكية للطب الرياضي، ص 535-563. بالتيمور: ليبينكوت، ويليامز وويلكينز.

سوكا، إم. إن، وينجر، سي. بي، وباندولف، كيه. بي. (1996). استجابات التنظيم الحراري للإجهاد الحراري الحاد للتمرين والتأقلم مع الحرارة. في سي. إم. بلاتيس وإم. جيه. فريجلي، كتيب علم وظائف الأعضاء، القسم رقم 4: فسيولوجيا البيئة، ص 157-186. نيويورك: مطبعة جامعة أكسفورد للجمعية الفسيولوجية الأمريكية.

تونر، إم. إم، ومكاردل، دبليو. دي. (1996). استجابات التنظيم الحراري للبشر للإجهاد البارد الحاد مع إشارة خاصة إلى الغمر في الماء. كتيب علم وظائف الأعضاء. فسيولوجيا البيئة، المجلد رقم 9. نيويورك: مطبعة جامعة أكسفورد.