تنظيم درجة الحرارة Temperature regulation

الوسائل الوظيفية في التنظيم الحراري:

تختلف الحيوانات ثابتة الحرارة عن الحيوانات متغيرة الحرارة في أنها تستطيع أن تبقي درجة حرارة جسمها عند حد معين وبصورة مستقلة عن درجة حرارة المحيط علما" انه ليس لها القدرة المطلقة لمقاومة الدرجات الحرارية القصوى جدا" فهي تستطيع بواسطة وسائل وظيفية أن تحافظ على درجة حرارة أجسامها وأحيانا" فان الكثير منها تلجأ إلى الهجرة أو السبات.

الارتجاف والتعرق Shivering and Sweating

إذا جلس شخص عاري في غرفة تتراوح درجة حرارتها بين ٢٧ و ٣١ ° م فانه لا يشعر بالضيق فهو لا يشعر بالبرد أو الحر وذلك لان الحرارة الناتجة من التمثيل الغذائي (M) تساوي الحرارة المتسربة إلى المحيط الخارجي بواسطة الإشعاع (R) والحمل (C) والتبخر (E) أي أن المعادلة M = ± R ± C + E هي في حالة توازن بدون الحاجة إلى إنتاج كمية إضافية من الحرارة أو إلى زيادة كمية الحرارة المفقودة بالطرق المختلفة . يدعى هذا المدى الحراري بمنطقة التعادل الحراري Thermoneutral Zone ولكن عندما تكون درجة حرارة الغرفة أوطأ من ٢٧ ° م فان الجسم يفقد الحرارة أسرع مما يولدها والطريقة الوحيدة للمحافظة على درجة حرارة الجسم تكون بتوليد كمية إضافية من الحرارة ويتم ذلك:

بارتفاع مستوى توليد الحرارة في بعض أعضاء الجسم وبالأخص الدماغ والكبد ومن ثم بتقلصات عضلية لاإرادية والذي يدعى الارتجاف Shivering وأما عندما تكون درجة حرارة الغرفة أعلى من ٣١ درجة مئوية فان الجلد لا يستطيع أن يخلص الجسم من جميع الحرارة الناتجة من التمثيل الغذائي بطريقتي الإشعاع والحمل وفي هذه الحالة يزداد إفراز العرق الذي بتبخره من سطح الجسم يؤدي إلى تصريف كمية كبيرة من الحرارة (٥٤٠ سعرة لكل غرام من العرق). فالتعرق Sweating إذن هي طريقة فعالة في المحافظة على التوازن الحراري للجسم في الجو الحار وتوقفه أو منعه يؤدي إلى تراكم الحرارة في الجسم فارتفاع درجة حرارة الجسم Hyperthermia الذي قد يؤدي إلى الموت للحيوانات المختلفة مناطق تعادل حرارية متباينة تعتمد على قابليتها على توليد الحرارة وعلى حفظها أو التخلص منها. تتميز الحيوانات القطبية بمناطق تعادل حرارية واسعة قد تصل إلى ٦٠ ·م أو أكثر في الثعلب القطبي بالمقارنة

بحيوانات المناطق الاستوائية. ويعود ذلك بالدرجة الرئيسية إلى الفرق في العزل Insulation بين النوعين من الحيوانات.

اللهثان Panting :

إن معظم الحيوانات تصارع الجو الحار بإفراز عرق غزير الذي بتبخره من سطح الجسم يؤدي إلى فقدان كمية كبيرة من الحرارة. ولكن ليس بمستطاع جميع الحيوانات أن تفرز عرقا. فقلما يعرق الكلب لعدم وجود غدد عرقية في جلده. وبدلا من ذلك يلجأ إلى اللهثان الذي هو حركات تنفسية سريعة وضحلة. فقد تصل عدد هذه الحركات التنفسية أثناء اللهثان في الكلب إلى ٣٠٠ مرة في الدقيقة في حين أن الحركات التنفسية العادية لا تتجاوز ٢٠ مرة في الدقيقة. نتيجة اللهثان تتبخر كمية كبيرة من الماء من سطح اللسان وبطانة الفم والجزء العلوي من الجهاز التنفسي. هذا ويجب أن يكون التنفس ضحلا" لكي لا يفقد الجسم كمية كبيرة من ثنائي أوكسيد الكاربون فيصا الدم بحالة القلاء Alkalosis الذي هو من الاضطرابات الوظيفية الخطيرة.

إفراز اللعاب Salivation

يتبع الكنغر والى حد ما الأرنب والقط طريقة اخرى غير التعرق واللهثان في تبريد الجسم، ويكون ذلك بلعق الأطراف والبطن وتغطيتها باللعاب الذي عند تبخره يقوم بتبريد الجسم. تؤدي هذه الطرق الثلاث: التعرق واللهثان وإفراز اللعاب إلى نقص في كمية ماء الجسم وإصابة الحيوان بالجفاف Dehydration ذو العواقب الوخيمة. لذا لا تتمكن الحيوانات الصغيرة كالجرذان والفئران أن تتبع هذه الطرق للتخلص من الحرارة الزائدة وذلك لسببين:

بما أن نسبة السطح إلى الحجم عالية نسبيا في الحيوانات الصغيرة لذا فإنها تسخن بسرعة في الجو الحار والتبريد بالوسائل الثلاث السالفة يؤدي إلى فقدان كمية كبيرة نسبيا من الماء لحدوث الجفاف.

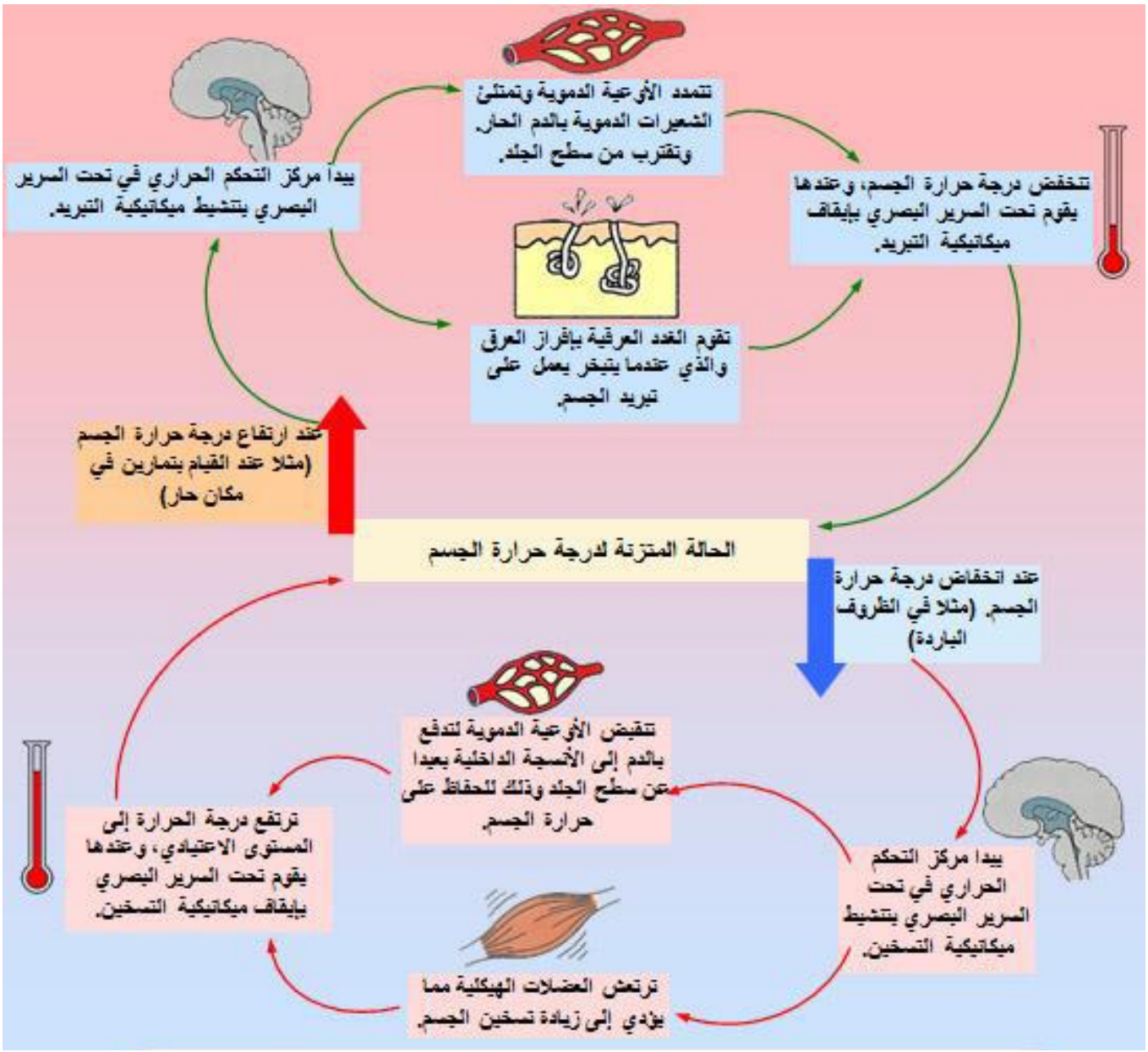
للحيوانات الصغيرة تمثيل غذائي عالي أي أنها تنتج كمية كبيرة من الحرارة الذي يؤدي تصريفها إلى فقدان كمية كبيرة من ماء الجسم. لذا فان الحيوانات الصغيرة كالقوارض لا تمتلك غددا عرقية كما أنها لا تلهث وبدلا من ذلك فإنها تتجنب الحرارة بالالتجاء إلى حفرها في الأرض أثناء النهار وتسعى وراء غذائها أثناء الليل فقط.

السبات Hibernation

تلجأ بعض الحيوانات الثابتة الحرارة في الشتاء إلى وسيلة وظيفية لمجابهة البرد القارس هو السبات. والتعريف الوظيفي لهذه الظاهرة هو انخفاض في درجة حرارة الجسم بصورة ملحوظة مصحو بانخفاض في معدل التمثيل الغذائي والتنفس وسرعة نبضات القلب. إن السبات نادر في الطيور وإما في اللبان فهو مقتصر على ثلاث فصائل فقط هي: آكلة الحشرات والخفافيش والقوارض. أما الدببة فهي لا تعتبر سابتة حقيقية وذلك لأنه بالرغم من نومها خلال معظم أيام الشتاء فان درجة حرارة أجسامها لا تنخفض إلا بضع درجات تحت الحد الطبيعي ولهذا فان الدب يستطيع أن يحتفظ بمستوى عالي نسبيا" من التمثيل الغذائي وبإمكانه أن يستيقظ بدون الحاجة إلى مرحلة طويلة من التدفئة كما هو الحال في الحيوانات السابتة الحقيقية.

مركز التنظيم الحراري في الجسمThermo-Regulatory Cent

إن تنظيم درجة حرارة الجسم في الحيوانات ثابتة الحرارة عملية في غاية الدقة وتسيطر عليه منطقة خاصة في قاعدة الدماغ تدعى تحت المهاد Hypothalamus عند تعرض الجسم إلى جو بارد جدا يرسل هذا المركز ايعازات عصبية إلى العضلات التي تقوم بالتقلص اللاإرادي السريع في عملية الارتجاف. أما إذا كانت هناك حاجة إلى التخلص من كمية من الحرارة إلى المحيط الخارجي فان المركز نفسه يرسل ايعازات عصبية إلى الغدد العرقية التي تنشط إفراز العرق. يتأثر مركز التنظيم الحراري محليا" بدرجة حرارة الدم بالإضافة إلى استجابته إلى احتياجات الجسم عن طريق الأفعال الانعكاسية Reflexes فإذا بردت هذه المنطقة محليا في حيوان كالكلب أو القط فن الحيوان يبدأ حالا بالارتجاف والعكس إذا سخنت هذه المنطقة بدأ الحيوان بالتعرق الشديد بالرغم من أن درجة حرارة الجسم هي طبيعية في الحالتين ودرجة حرارة الغرفة هي ضمن منطقة التعادل الحراري. إن حساسية المركز عالية جدا للتغييرات التي تحصل في درجة حرارة الدم المار خلاله فانخفاض او ارتفاع في درجة حرارة الدم لا يتجاوز جزءا صغيرا من درجة حرارية واحدة كافية لتحفيز المركز. بالإضافة إلى تأثر المركز محليا بدرجة حرارة الدم مباشرة هناك نهايات أعصاب حسية منتشرة في الجلد بعضها يتأثر بالبرودة وبعضها الآخر يتأثر بالحرارة. فعند وجود فرق حراري بين الجلد والمحيط الخارجي تسري ايعازات عصبية بواسطة ألياف عصبية من الجلد إلى مركز التنظيم الحراري الذي بدوره يرسل حوافز عصبية بواسطة ألياف عصبية حركية إلى العضلات الهيكلية أو الغدد العرقية لكي تقوم بالمشاركة بتنظيم درجة حرارة الجسم.


تتمدد الأوعية الدموية وتمتلئ الشعيرات الدموية بالدم الحار. وتقترب من سطح الجلد.
تنخفض درجة حرارة الجسم، وعندها يقوم تحت السرير البصري بإيقاف ميكانيكية التبريد.
يبدأ مركز التحكم الحراري في تحت السرير البصري بتنشيط ميكانيكية التبريد.
تقوم الغدد العرقية بإفراز العرق والذي عندما يتبخر يعمل على تبريد الجسم.
عند ارتفاع درجة حرارة الجسم (مثلا عند القيام بتمارين في مكان حار)
الحالة المتزنة لدرجة حرارة الجسم
عند انخفاض درجة حرارة الجسم. (مثلا في الظروف الباردة)
تنقبض الأوعية الدموية لتدفع بالدم إلى الأنسجة الداخلية بعيدا عن سطح الجلد وذلك للحفاظ على حرارة الجسم.
ترتفع درجة الحرارة إلى المستوى الاعتيادي، وعندها يقوم تحت السرير البصري بإيقاف ميكانيكية التسخين.
يبدأ مركز التحكم الحراري في تحت السرير البصري بتنشيط ميكانيكية التسخين.
ترتعش العضلات الهيكلية مما يؤدي إلى زيادة تسخين الجسم.