

TCVN

TIÊU CHUẨN VIỆT NAM

TCVN 7439 : 2004

ISO 9886 : 1992

Xuất bản lần 1

**ERGONOMI –
ĐÁNH GIÁ CĂNG THẲNG NHIỆT
BẰNG PHÉP ĐO CÁC THÔNG SỐ SINH LÝ**

*Ergonomics -
Evaluation of thermal strain by physiological measurements*

HÀ NỘI - 2004

Lời nói đầu

TCVN 7439 : 2004 hoàn toàn tương đương với ISO 9886 : 1992

TCVN 7439 : 2004 do Ban kỹ thuật Tiêu chuẩn TCVN /TC 159 "Ergônômi" biên soạn, Tổng cục Tiêu chuẩn Đo lường Chất lượng khuyến nghị, Bộ Khoa học và Công nghệ ban hành.

Ecgonômi – Đánh giá căng thẳng nhiệt bằng phép đo các thông số sinh lý

Ergonomics – Evaluation of thermal strain by physiological measurements

1 Phạm vi áp dụng

Tiêu chuẩn này mô tả các phương pháp để đo và giải thích các thông số sinh lý sau:

- a) nhiệt độ lõi cơ thể,
- b) nhiệt độ da,
- c) nhịp tim,
- d) giảm khối lượng cơ thể.

Sự lựa chọn các biến số và kỹ thuật đo tùy thuộc vào những người chịu trách nhiệm đối với sức khỏe của đối tượng nghiên cứu là người lao động. Những người này sẽ phải xem xét không những đến bản chất của điều kiện nhiệt mà còn đến mức độ chấp nhận các kỹ thuật của những đối tượng được nghiên cứu.

Cần nhấn mạnh rằng các phép đo trực tiếp trên cá thể chỉ có thể tiến hành với hai điều kiện:

- a) nếu đối tượng nghiên cứu được thông báo đầy đủ về sự bất tiện và nguy cơ tiềm ẩn trong mỗi kỹ thuật đo và đồng ý cho đo với phép đo này.
- b) nếu các phép đo này không gây rủi ro không thể chấp nhận được về mặt tập quán cũng như đạo đức.

Để đơn giản hóa sự lựa chọn này, phụ lục A đưa ra một so sánh về các phương pháp khác nhau liên quan đến phạm vi áp dụng, sự phức tạp về kỹ thuật, sự bất tiện cũng như các rủi ro có thể xảy ra.

Tiêu chuẩn này quy định các điều kiện sẽ gặp để bảo đảm sự chính xác của dữ liệu được tập hợp từ nhiều phương pháp khác nhau. Các phương pháp đo được mô tả trong phụ lục B. Giá trị giới hạn được đề cập trong phụ lục C.

TCVN 7439 : 2004

Tiêu chuẩn này không liên quan đến các điều kiện thực nghiệm và các kỹ thuật viên có thể phát triển các phương pháp khác với mục đích nâng cao sự hiểu biết về lĩnh vực này. Tuy nhiên, khi tiến hành các nghiên cứu trong phòng thí nghiệm, nên sử dụng các phương pháp mô tả dưới đây để có thể so sánh kết quả.

2 Phép đo nhiệt độ lõi cơ thể (t_{cr})

2.1 Khái quát

Thuật ngữ “lõi” chỉ tất cả các mô ở vị trí đủ sâu để không bị ảnh hưởng bởi gradient nhiệt độ qua mô bề mặt. Tuy nhiên, sự thay đổi của nhiệt độ lõi có thể phụ thuộc vào chuyển hoá tại chỗ, vào mật độ của mạng mạch máu và các biến đổi tại chỗ của dòng máu. Bởi vậy nhiệt độ lõi không phải là khái niệm duy nhất và có thể đo được cũng như các thông số đó. Nhiệt độ này có thể lấy xấp xỉ bằng phép đo nhiệt độ ở các điểm khác nhau của cơ thể.

- a) thực quản: nhiệt độ thực quản (t_{es})
- b) trực tràng: nhiệt độ trực tràng (t_{re})
- c) đường tiêu hóa: nhiệt độ trong ổ bụng (t_{ab})
- d) miệng: nhiệt độ miệng (t_{or})
- e) màng nhĩ: nhiệt độ màng nhĩ (t_{ty})
- f) ống tai: nhiệt độ ống tai (t_{ac})
- g) nhiệt độ nước tiểu (t_{ur})

Liệt kê thứ tự các kỹ thuật trên chỉ để làm cho sự trình bày được rõ ràng.

Tùy thuộc vào kỹ thuật được sử dụng, nhiệt độ đo được có thể phản ánh:

- nhiệt độ trung bình của cơ thể; hoặc
- nhiệt độ của máu nuôi não và do vậy ảnh hưởng đến trung tâm điều nhiệt ở vùng dưới đồi. Nhiệt độ này thường được dùng để đánh giá sự căng thẳng nhiệt mà đối tượng đã chịu đựng.

2.2 Kỹ thuật đo các chỉ số nhiệt độ lõi cơ thể

2.2.1 Nhiệt độ thực quản, (t_{es})

2.2.1.1 Nguyên lý của phương pháp

Bộ cảm biến nhiệt được đưa vào phần thấp của thực quản, tiếp xúc cách 50 mm đến 70 mm với phía trước của tâm nhĩ trái và mặt sau của động mạch chủ. Ở vị trí này, bộ cảm biến nhiệt ghi lại sự biến đổi của nhiệt độ máu động mạch trong một khoảng thời gian phản ứng rất ngắn.

Phần trên của thực quản đè ép vào khí quản và phép đo nhiệt độ ở vị trí này sẽ bị ảnh hưởng bởi sự hô hấp. Ngược lại nếu đặt bộ cảm biến nhiệt quá thấp, nó sẽ ghi nhiệt độ của dạ dày.

Bộ cảm biến nhiệt cũng bị ảnh hưởng bởi nhiệt độ của nước bọt nuốt vào. Nhiệt độ thực quản vì thế không đưa ra được giá trị trung bình của nhiệt độ đã ghi mà đưa ra các giá trị đỉnh. Điều này đặc biệt đúng trong môi trường lạnh, nơi nước bọt có thể bị làm lạnh.

2.2.1.2 Giải thích

Trong tất cả các phương pháp đo gián tiếp t_{cr} đã đề cập ở trên, t_{es} là phương pháp phản ánh chính xác nhất về sự thay đổi nhiệt độ của dòng máu đi từ tim và trong tất cả các khả năng, nhiệt độ của dòng máu tới trung tâm điều nhiệt ở vùng dưới đồi.

2.2.2 Nhiệt độ trực tràng (t_{re})

2.2.2.1 Nguyên lý của phương pháp

Bộ cảm biến nhiệt được đưa vào trong trực tràng là nơi được bao quanh bởi khối mô lớn trong ổ bụng với tính dẫn nhiệt thấp, nhiệt độ trực tràng độc lập với điều kiện xung quanh.

2.2.2.2 Giải thích

Khi đối tượng nghỉ ngơi, nhiệt độ trực tràng là nhiệt độ cao nhất trong các nhiệt độ cơ thể. Khi đối tượng làm việc, nhiệt độ trực tràng bị ảnh hưởng trực tiếp bởi sự sinh nhiệt từ các cơ lân cận: cùng một sự tiêu thụ năng lượng tương đương trong một đơn vị thời gian, t_{re} cao hơn khi công việc được thực hiện bằng chân so với khi làm việc bằng tay.

Thực chất, t_{re} chỉ ra nhiệt độ trung bình của khối lõi cơ thể. Nó chỉ có thể được coi là chỉ số của nhiệt độ máu và vì vậy cũng là nhiệt độ của trung tâm điều nhiệt khi tích nhiệt chậm và khi công việc được thực hiện bằng cả cơ thể.

Khi tích nhiệt thấp và công việc được thực hiện chủ yếu bằng chân, phép đo t_{re} dẫn đến sự ước lượng quá mức về nhiệt độ của trung tâm điều nhiệt. Trái lại, khi tích nhiệt nhanh, trong khi căng thẳng nhiệt có cường độ lớn trong một khoảng thời gian ngắn, t_{re} tăng ở tốc độ chậm hơn so với nhiệt độ của trung tâm điều nhiệt, tiếp tục tăng sau khi tiếp xúc với nhiệt đã ngừng và cuối cùng giảm rất nhanh. Tốc độ tăng và thời gian hồi phục chậm của nhiệt độ trực tràng phụ thuộc vào sự tiếp xúc với nhiệt và điều kiện hồi phục. Trong trường hợp này, t_{re} không thích hợp để ước lượng sự căng thẳng nhiệt mà đối tượng phải chịu đựng.

2.2.3 Nhiệt độ ổ bụng (t_{ab})

2.2.3.1 Nguyên lý của phương pháp

Bộ cảm biến nhiệt được đối tượng nuốt vào. Trong khi nó đi qua đường tiêu hoá, nhiệt độ được ghi sẽ thay đổi tùy theo vị trí của bộ cảm biến nhiệt nằm ở khu vực gần động mạch lớn hoặc gần cơ quan có chuyển hóa khu vực cao hoặc gần thành bụng.

2.2.3.2 Giải thích

Khi bộ cảm biến nhiệt nằm trong dạ dày hay tá tràng, sự thay đổi nhiệt độ giống như sự thay đổi nhiệt độ của t_{es} và sự khác nhau giữa hai nhiệt độ đó là rất nhỏ. Khi bộ cảm biến nhiệt tiến dần vào ống tiêu hóa, tính đặc trưng của nhiệt độ tiến gần hơn tới các đặc trưng về nhiệt độ của t_{re} . Bởi vậy, giải thích sẽ phụ thuộc vào thời gian đi qua từ khi nuốt bộ cảm biến nhiệt và vào tốc độ đi trong ống tiêu hóa của đối tượng cụ thể.

Với kiến thức hiện nay, nhiệt độ ổ bụng dường như độc lập với điều kiện khí hậu xung quanh, trừ trường hợp có bức xạ nhiệt mạnh đang tác động trên ổ bụng.

2.2.4 Nhiệt độ miệng (t_{or})

2.2.4.1 Nguyên lý của phương pháp

Bộ cảm biến nhiệt được đặt dưới lưỡi và do vậy tiếp xúc gần với các nhánh động mạch sâu của động mạch lưỡi. Điều này đảm bảo sẽ có được một phép đo thỏa mãn về nhiệt độ dòng máu đang ảnh hưởng tới trung tâm điều nhiệt.

Tuy nhiên, nhiệt độ đo được lại phụ thuộc vào điều kiện bên ngoài. Khi miệng mở, nhiệt độ thay đổi do đối lưu và bay hơi nước trên bề mặt màng nhầy của miệng đã góp phần làm giảm nhiệt độ của khoang miệng. Thậm chí khi ngậm miệng, nhiệt độ có thể giảm đáng kể do giảm nhiệt độ da mặt hoặc tăng lên nếu mặt chịu một bức xạ nhiệt mạnh.

2.2.4.2 Giải thích

Khi đã đạt được các điều kiện đo, t_{or} rất giống t_{es} . Khi đối tượng nghỉ ngơi và môi trường có nhiệt độ không khí lớn hơn 40 °C, t_{or} có thể cao hơn t_{es} từ 0,25 °C đến 0,40 °C. Khi đối tượng làm việc, sự phù hợp giữa t_{or} và t_{es} chỉ được xác lập khi mức gắng sức cơ không vượt quá 35 % năng lượng hiếu khí tối đa của đối tượng.

2.2.5 Nhiệt độ màng nhĩ (t_{ty})

2.2.5.1 Nguyên lý của phương pháp

Bộ cảm biến nhiệt được đặt gần màng nhĩ, là nơi được cung cấp một phần bởi động mạch cảnh trong, động mạch này cũng tưới máu cho vùng dưới đồi. Do quán tính nhiệt của màng nhĩ rất thấp bởi khối lượng nhỏ và sự phân bố mạch cao nên nhiệt độ của nó phản ánh sự thay đổi của nhiệt độ máu động mạch có ảnh hưởng đến trung tâm điều nhiệt.

Tuy nhiên, do màng nhĩ cũng được cấp máu bởi động mạch cảnh ngoài nên nhiệt độ của nó bị ảnh hưởng bởi sự trao đổi nhiệt cục bộ trong vùng phân bố của động mạch.

2.2.5.2 Giải thích

t_{ty} thay đổi giống như t_{es} trong khoảng thời gian biến đổi nhanh của dung lượng nhiệt trong lõi cơ thể, dù cho chúng có nguồn gốc chuyển hóa nhiệt hay gây ra bởi môi trường. Tuy nhiên, chênh lệch được nhận thấy giữa hai nhiệt độ này hay giữa t_{ty} và t_{e} bị ảnh hưởng bởi sự trao đổi nhiệt cục bộ quanh vùng tai và bề mặt da đầu.

2.2.6 Nhiệt độ ống tai (t_{ac})

2.2.6.1 Nguyên lý của phương pháp

Trong trường hợp này, bộ cảm biến nhiệt được đặt tiếp xúc với thành của lỗ tai gần kề màng nhĩ. Vùng này được cung cấp bởi động mạch cảnh ngoài và nhiệt độ của chúng bị ảnh hưởng bởi cả nhiệt độ máu động mạch ở tim và dòng máu dưới da quanh tai và những vùng lân cận ở đầu. Gradient nhiệt độ được nhận thấy giữa màng nhĩ và lỗ ngoài của ống tai. Gradient này có thể giảm khi cách ly tai hoàn toàn với môi trường bên ngoài.

2.2.6.2 Giải thích

Nguyên lý giải thích giống như nguyên lý giải thích đối với nhiệt độ màng nhĩ. Nhiệt độ ống tai chịu sự biến đổi song song với t_{es} , theo cùng một cách như t_{ty} .

Tuy nhiên, độ lệch dương trong môi trường nóng và âm trong môi trường lạnh của t_{es} lớn hơn một cách có hệ thống so với t_{ty} . Vì vậy t_{ac} có thể được xem như một chỉ số nhiệt độ của sự kết hợp của nhiệt độ lõi và nhiệt độ da, hơn là một chỉ số của nhiệt độ lõi.

Vị trí đo nhiệt độ này được chấp nhận trong chừng mực thỏa hiệp cần thiết giữa tính chính xác của tính toán và tính khả thi của đối tượng và người quan sát.

2.2.7 Nhiệt độ nước tiểu (t_{ur})

2.2.7.1 Nguyên lý của phương pháp

Bàn quang và thành phần của dung dịch trong bàn quang có thể cho là một phần của nhiệt độ lõi cơ thể. Vì vậy, đo nhiệt độ nước tiểu trong khi đi tiểu có thể cung cấp thông tin liên quan đến nhiệt độ lõi cơ thể t_{cr} . Phép đo được thực hiện bằng cách đưa bộ cảm biến nhiệt vào các dụng cụ thu nước tiểu. Theo định nghĩa, các khả năng của phép đo phụ thuộc vào số lượng nước tiểu có sẵn trong bàn quang.

2.2.7.2 Giải thích

Nhiệt độ nước tiểu thay đổi gần như t_{er} , ngoại trừ hằng số thời gian lớn hơn một chút và giá trị thực thấp hơn t_{re} một cách có hệ thống từ 0,2 °C đến 0,5 °C.

3 Nhiệt độ da (t_{sk})

3.1 Khái quát

Nhiệt độ da thay đổi rất nhiều trên bề mặt cơ thể và đặc biệt khi điều kiện môi trường lạnh. Vì lý do này, cần phân biệt giữa:

- Nhiệt độ da từng vùng, t_{sk} , được đo trên các điểm cụ thể của bề mặt cơ thể người.
- Nhiệt độ da trung bình, $\overline{t_{sk}}$, trên toàn bộ bề mặt cơ thể, không thể dễ dàng đo trực tiếp được nhưng có thể đánh giá được bằng cách xử lý tập hợp các nhiệt độ da theo vùng mà các nhiệt độ này đặc trưng.

Bản thân nhiệt độ da trung bình không thể đánh giá được sự căng thẳng nhiệt sinh lý, tuy nhiên nó là một chuẩn cứ quan trọng trong việc đánh giá tiện nghi nhiệt.

3.2 Nguyên lý của phương pháp

Với một đối tượng không mặc quần áo, nhiệt độ ở điểm xác định trên bề mặt cơ thể có thể đo được từ một khoảng cách bằng cách dùng bộ cảm biến bức xạ hồng ngoại. Kỹ thuật này cho nhiệt độ trung bình của khu vực da nhỏ hay lớn của vùng da bị chặn bởi bộ cảm biến nhiệt. Mặt khác nhiệt độ này có thể đo được bằng sự tiếp xúc của bộ cảm biến nhiệt gắn trên da.

3.3 Giải thích

Nhiệt độ da bị ảnh hưởng bởi các yếu tố sau:

- a) sự thay đổi nhiệt do tính dẫn nhiệt, sự đối lưu, sự bức xạ và sự bay hơi trên bề mặt da.
- b) sự thay đổi dòng máu dưới da và nhiệt độ của máu động mạch đi tới từng phần riêng biệt của cơ thể.

Trong môi trường khô, nhiệt độ da với khoảng thời gian 3 min một lần, phản ứng với sự thay đổi của nhiệt độ không khí xung quanh, bức xạ nhiệt và tốc độ gió.

Số điểm đo cần được xác định theo yêu cầu về độ chính xác, điều kiện môi trường, yêu cầu kỹ thuật và sự phiền phức mà đối tượng phải chịu đựng.

Do nhiệt độ trên bề mặt cơ thể rất không đồng nhất trong điều kiện môi trường gắn với nhiệt trung tính và trong môi trường lạnh nên cần sử dụng sơ đồ có nhiều vị trí đo. Trong điều kiện rất lạnh, chỉ cần đo

hiệt độ ở cả hai mặt của ngón chân hoặc ngón tay vì lý do an toàn. Trong môi trường ẩm và nóng, trừ khi có bức xạ nhiệt không đối xứng cao, nhiệt độ da khu vực có xu hướng đồng nhất, vì vậy có thể sử dụng sơ đồ đo ít điểm đo có độ chính xác.

4. Đánh giá căng thẳng nhiệt dựa trên cơ sở nhịp tim, HR

4.1 Khái quát

Nhịp tim (HR) trong một khoảng thời gian Δt (tính bằng phút) được xác định như sau:

$$HR = n/\Delta t$$

trong đó n là số nhịp đập quan sát được trong khoảng thời gian này. Nó được biểu diễn bằng nhịp trên phút (bpm). Giá trị này thường được tính cho khoảng thời gian một phút. Ở bất kỳ thời điểm nào, nhịp tim HR có thể được cho là tổng của nhiều thành phần không phụ thuộc nhau:

$$HR = HR_0 + \Delta HR_M + \Delta HR_S + \Delta HR_T + \Delta HR_N + \Delta HR_E$$

trong đó

HR_0 là nhịp tim trung bình của đối tượng, khi nghỉ ngơi ở tư thế ngồi, điều kiện bình thường, nghĩa là khi tốc độ chuyển hóa tương đương 58 W/m^2 ;

ΔHR_M số nhịp tăng liên quan đến chuyển hóa do công việc;

ΔHR_S nhịp tăng liên quan đến gắng sức tĩnh;

ΔHR_T là thành phần xuất hiện do căng thẳng nhiệt;

ΔHR_N là thành phần do các yếu tố tâm lý: thành phần này, thường được quan sát khi đối tượng nghỉ ngơi, có xu hướng biến mất khi gắng sức;

ΔHR_E thành phần còn lại liên quan đến nhịp thở, nhịp sinh học ngày đêm ... Thành phần hô hấp bị mất đi phần lớn khi tính toán HR qua một giai đoạn 30 s hoặc hơn, trong khi nhịp ngày đêm có thể bỏ qua ở đây.

Trong phạm vi tiêu chuẩn này, chỉ thành phần ΔHR_T được kiểm tra.

4.2 Nguyên lý của phương pháp

Trong tình huống lao động thực tế, thành phần ΔHR_T có thể chỉ được đánh giá nếu nhịp tim lúc nghỉ ngơi HR_0 đã được đo và các thành phần khác có thể bị bỏ qua.

Sau khi ngừng cơ cơ, nhịp tim bắt đầu giảm nhanh. Sau vài phút, ΔHR_M và ΔHR_S sinh ra do công việc đã gần như biến mất chỉ để lại ΔHR_T có nguồn gốc nhiệt. Xu hướng của nhịp tim là giảm dần như vậy

TCVN 7439 : 2004

cho thấy có ngắt quãng sau một thời gian hồi phục và thành phần nhiệt ở cuối giai đoạn làm việc có thể tính bởi:

$$\Delta HR_T = HR_T - HR_0$$

trong đó

HR_T nhịp tim ghi được ở thời điểm nghỉ trong khoảng thời gian hồi phục.

HR_0 nhịp tim ở giai đoạn nghỉ ngơi ở môi trường nhiệt trung tính

Thời điểm hồi phục đến ngắt quãng trung bình khoảng 4 min. Nó có thể kéo dài hơn nếu tốc độ chuyển hóa ở giai đoạn làm việc trước đó là rất cao. Bởi vậy, cần phải đo nhịp tim ở mỗi 30 s hoặc tiếp tục trong những phút đầu tiên của giai đoạn hồi phục và quan sát trực tiếp điểm ngắt quãng trong xu hướng giảm của HR.

4.3 Giải thích

Sự tăng nhịp tim nguồn gốc nhiệt ΔHR_T liên quan chặt chẽ đến sự tăng nhiệt độ lõi t_{cr} . Sự tăng nhịp tim cho 1 °C nhiệt độ lõi được gọi là sự phản ứng của tim do nhiệt và được biểu thị bằng nhịp tim trên một phút trên một độ Celsius ($bpm/^\circ C$). Sự thay đổi riêng bên trong của phản ứng nhiệt là rất quan trọng. Thậm chí ở cùng một đối tượng, nó thay đổi theo kiểu gắng sức (theo nhóm cơ tham gia) và theo căng thẳng nhiệt nội sinh (do chuyển hóa) hay ngoại sinh (do khí hậu). Giải thích này phải kết hợp các yếu tố đó trong tính toán.

5 Đánh giá căng thẳng sinh lý theo sự giảm khối lượng cơ thể Δm (do ra mồ hôi)

5.1 Nguyên lý của phương pháp

Tổng khối lượng cơ thể giảm đi của một người trong một khoảng thời gian ấn định là sự chênh lệch giữa khối lượng cơ thể đo được lúc đầu và lúc cuối giai đoạn này. Tổng khối lượng cơ thể giảm đi, Δm_g , là tổng của nhiều thành phần:

$$\Delta m_g = \Delta m_{sw} + \Delta m_{res} + \Delta m_o + \Delta m_{wat} + \Delta m_{sol} + \Delta m_{clo}$$

trong đó:

Δm_{sw} là khối lượng cơ thể giảm đi do ra mồ hôi trong khoảng thời gian ấn định;

Δm_{res} là khối lượng cơ thể giảm đi do bay hơi qua đường hô hấp;

Δm_o là khối lượng cơ thể giảm đi do sự khác biệt khối lượng giữa CO và CO₂;

Δm_{wat} là khối lượng cơ thể thay đổi do uống vào (nước) và thải ra (nước tiểu);

Δm_{sol} là khối lượng cơ thể thay đổi do ăn vào (thức ăn) và thải ra (phân);

Δm_{clo} là khối lượng cơ thể thay đổi của quần áo do thay đổi của quần áo hay do lượng mồ hôi tích lũy trên đó

Trong phạm vi tiêu chuẩn này, sự ra mồ hôi (Δm_{sw}) và cân bằng nước của cơ thể cần được quan tâm.

5.2 Giải thích

Trong môi trường ẩm, lượng mồ hôi mất đi có thể coi là một chỉ số của sự căng thẳng sinh lý có nguồn gốc nhiệt, bao gồm không chỉ mồ hôi bay hơi ở bề mặt da mà còn một phần nhỏ giọt trên bề mặt cơ thể hay tích lũy ở quần áo. Cân bằng nước thực ($\Delta m_{sw} + \Delta m_{res} + \Delta m_{wat}$) được cho là liên quan đến nguy cơ mất nước của cơ thể. Uống nước đều đặn với một lượng nhỏ (trong toàn bộ giai đoạn thí nghiệm) sẽ có thể cân bằng tới 75 % lượng nước bị mất đi: đây là trường hợp những người lao động thích nghi với khí hậu. Trong trường hợp người lao động chưa quen với khí hậu, thì ngược lại, tính tuần hoàn, thể tích và chất lượng nước uống vào có thể không đủ và coi như lượng nước mất không được bù đủ toàn bộ.

Trong điều kiện thoải mái và hơi mát, lượng mồ hôi mất đi và cân bằng nước cơ thể giảm đi và ít được sử dụng. Tuy nhiên, Δm_{sw} có thể được so sánh với giá trị dự đoán như một hàm của mức chuyển hóa để đánh giá mức tiện nghi của trạng thái đó.

Phụ lục A

(Tham khảo)

**So sánh các phương pháp đo các thông số sinh lý
để đánh giá sự căng thẳng nhiệt**

Bảng A. 1 mô tả các yêu cầu kỹ thuật đối với các phương pháp khác nhau của phép đo các thông số sinh lý để đánh giá sự căng thẳng nhiệt. Các chuẩn cứ được so sánh như sau:

- 1) Sự phức tạp của dụng cụ nghiên cứu
 - 0: đơn giản
 - 1: cân tương xứng với một số yêu cầu
 - 2: phức tạp
- 2) Yêu cầu kỹ thuật đối với quy trình đo
 - 0: kỹ thuật đơn giản
 - 1: đòi hỏi người có năng lực để thực hiện phép đo
 - 2: đòi hỏi điều tra y học
- 3) Tính liên tục của phép đo
 - C: phép đo liên tục hoặc không liên tục
 - D: phép đo không liên tục
- 4) Sự ảnh hưởng đến công việc
 - 0: chỉ ảnh hưởng trong thời gian đo
 - 1: tương đối ảnh hưởng đến công việc
 - 2: ảnh hưởng nhiều đến quá trình làm việc bình thường
- 5) Sự khó chịu về thể chất của đối tượng
 - 0: hơi khó chịu và chỉ khó chịu trong thời gian đo
 - 1: khó chịu khi không có kỹ thuật tối ưu
 - 2: khó chịu về tâm lý mà không khó chịu về thể chất
 - 3: tương đối khó chịu về thể chất
- 6) Nguy hại đến sức khỏe con người
 - 0: không nguy hại
 - 1: khả năng nguy hại nếu kỹ thuật không tối ưu

2: khả năng nguy hại nếu có dị thường về giải phẫu của đối tượng

7) Chi phí

0: rất thấp

1: tương đối thấp

2: trung bình đến cao tương xứng với hệ thống sử dụng

3: cao

Bảng A.2 so sánh các phương pháp khác nhau liên quan đến sự thích hợp và khó khăn của việc giải thích đối với sự đánh giá căng thẳng nhiệt

1) Sự thích hợp của môi trường trong các điều kiện lạnh, ôn hoà, và nóng

- : không thích hợp để đánh giá căng thẳng nhiệt

+ : thích hợp

2) Các yêu cầu liên quan đến sự giải thích:

0: giải thích trực tiếp

1: giải thích có yêu cầu huấn luyện cơ bản

2: giải thích yêu cầu có sự đồng ý của đối tượng

**Bảng A. 1 - Các yêu cầu kỹ thuật của các phương pháp khác nhau
của phép đo sinh lý về căng thẳng nhiệt**

Thông số sinh lý	Sự phức tạp của thiết bị	Yêu cầu kỹ thuật	Sự liên tục của phép đo	Ảnh hưởng đến công việc	Sự khó chịu về thể chất	Nguy hại đến sức khoẻ	Chi phí
	1	2	3	4	5	6	7
t_{es}	2	2	C	1	3	2	1
t_{re}	0-1	0	C	0	2	1	1
t_{ab}	2	1	C	0	2	2	3
t_{or}	0-1	0	C	0	0	0	0
t_{ly}	2	2	C	1	3	2	1
t_{ac}	1	1	C	1	3	1	1
t_{ur}	1	0	D	0	2	0	0
HR							
mạch ¹⁾	0	0	D	0	0	0	0
ECG ²⁾	2	1	C	0-1	0-1	0	2
t_{sk}							
Tiếp xúc	1	1	C	1	1	0	2
Không tiếp xúc	2	1	D	0	0	0	3
Ra mồ hôi	1	0	D	1	1	0	1

1) Tham khảo việc ghi đếm mạch ở cổ tay
2) Tham khảo việc ghi liên tục tín hiệu điện tim

Bảng A.2 - Sự thích hợp và khó khăn về việc giải thích các thông số sinh lý khác nhau

Thông số sinh lý	Sự thích hợp			Giải thích
	Lạnh	Ôn hoà	Ấm	
t_{es}	+	-	+	1
t_{re}	+	-	+	1
t_{ab}	+	-	+	1
t_{or}	-	-	+	1
t_{ly}	-	-	+	1
t_{ac}	-	-	+	1
t_{ur}	+	-	+	1
HR	-	-	+	2
t_{sk}	+	+	+	2
Ra mồ hôi	-	+	+	1

Phụ lục B

(tham khảo)

Kỹ thuật đo

B.1 Phép đo nhiệt độ lõi cơ thể, t_{cr}

B.1.1 Khái quát

Các phép đo nhiệt độ bất kỳ được tiến hành bằng cách sử dụng một bộ cảm biến nhiệt (thường là nhiệt kế thủy ngân, cặp nhiệt điện, nhiệt trở, nhiệt ngẫu) cho độ chính xác khoảng 0,1 °C trong khoảng từ 33 °C đến 43 °C. Bộ cảm biến nhiệt cần phải có nhiệt dung thấp (đòi hỏi này ít khi khắc hơn trong đo nhiệt độ trực tràng). Thời gian đáp ứng ở 90 % giá trị này cần phải thấp nhất nên có thể và dưới 0,5 phút. Đặc biệt, cần phải dùng các bộ cảm biến nhiệt có thời gian đáp ứng rất nhỏ để đo nhiệt độ nước tiểu.

Cần đặc biệt chú ý vệ sinh đầu đo và bộ cảm biến nhiệt. Cần rửa kỹ và tẩy các chất hữu cơ trước khi khử trùng bằng nước oxy già, isopropanol hoặc etanol. Đầu đo cần được rửa kỹ để loại bỏ tất cả dấu vết của thuốc tẩy có thể gây kích thích hoặc dị ứng đối với người dùng kế tiếp. Nếu có thể, nên sử dụng bộ cảm biến có bộ phận bảo vệ và chỉ dùng một lần.

Tất cả các bộ phận thiết bị điện được sử dụng cần đáp ứng đầy đủ các tiêu chuẩn về thiết bị y sinh học, phải cách điện tốt, đặc biệt là cách điện dòng điện rò.

B.1.2 Nhiệt độ thực quản, t_{es}

Bất kể phương pháp nào được sử dụng, phép đo nhiệt độ thực quản là phép đo gây khó chịu và đối tượng cần phải được thông báo về điều này.

Khuyến nghị đưa đầu đo qua đường mũi tốt hơn qua đường miệng. Đầu của đầu đo có thể phủ chất nhờn giảm đau để làm giảm sự khó chịu khi đầu đo đi qua hố mũi. Phương pháp đơn giản nhất để xác định vị trí đầu đo là đưa catheter vào trong hốc mũi tới một điểm tham chiếu đã xác định trước. Đầu đo cần phải đưa theo chiều ngang dọc theo sàn mũi (phía dưới ngách mũi trong) vì đường này có lối đi thẳng xuống mũi hầu. Độ dài của catheter ở điểm này cần vào khoảng 25 % chiều cao của cơ thể đối tượng. Hình dáng và độ cứng của bộ cảm biến nhiệt nên được chọn lựa kỹ để đảm bảo không gây tổn thương ống tự nhiên của cơ thể mà nó đi qua. Đường kính của catheter nên được giới hạn ở 1,5 mm.

Với catheter mềm dẻo, có thể tạo ra các vòng uốn làm cho bộ cảm biến nhiệt dừng tại vị trí cao hơn so với vị trí mong muốn trong thực quản và làm cho việc rút ống có thể gây đau thậm chí nguy hiểm.

Vị trí dừng của đầu đo có thể được kiểm tra bởi việc gắn thêm một điện cực với bộ cảm biến nhiệt để ghi lại sự thay đổi trong phức bộ ECG thực quản theo độ sâu mà nó thâm nhập. Chuẩn cứ để xác định đúng vị trí là bản chất hai pha của sóng P tâm nhĩ.

TCVN 7439 : 2004

Vì lý do đạo đức nghề nghiệp, việc kiểm tra vị trí của Catheter không được thực hiện bằng chiếu X quang.

B.1.3 Nhiệt độ trực tràng

Bộ cảm biến nhiệt nên được đưa vào ít nhất 100 mm từ rìa hậu môn. Sự chênh lệch nhiệt độ chút ít có thể được ghi nhận phụ thuộc vào độ sâu của bộ cảm biến nhiệt. Vì vậy độ sâu còn lại nên được giữ nguyên trong suốt quá trình đo.

Cần tránh đo nhiệt độ trực tràng trên những người đang bị thương tổn tại chỗ. Nhiệt kế thủy tinh chỉ có thể được sử dụng khi đối tượng ở tư thế nằm và không hoạt động.

B.1.4 Nhiệt độ ổ bụng, t_{ab}

Bộ cảm biến nhiệt là một máy phát sóng điều tần (FM) nhỏ gọn có xung tần phát ra được chuyển đổi bởi một nhiệt trở. Tất cả mạch được bọc lại và tạo thành một "viên sóng" có thể nuốt được không khó khăn mấy. Tín hiệu được thu từ xa nhờ một ăngten bắt sóng theo mọi hướng đeo trên thắt lưng.

Trước khi nuốt, viên sóng phải được hiệu chỉnh trong nồi cách thủy ở 37 °C. Sự kiểm soát vị trí của viên sóng sau khi nuốt không được thực hiện bằng chiếu X quang. Khi viên sóng không được thu lại từ người mang trong vòng 72 giờ sau khi nuốt, kiểm tra sự hiện diện của nó trong ổ bụng bằng cách xác định tín hiệu radio có còn phát ra hay không.

B.1.5 Nhiệt độ miệng, t_{or}

Bộ cảm biến nhiệt được đặt dưới lưỡi, ở bên cạnh và gần gốc lưỡi. Miệng nên ngậm trong suốt quá trình đo. Bộ cảm biến nhiệt cần có kích thước nhỏ, dẹt và có nhiệt dung thấp. Đầu đo nên đủ mềm để có thể ngậm miệng được thoải mái.

Nhiệt độ đo được chỉ có thể xem là có giá trị xấp xỉ với giá trị của nhiệt độ lõi cơ thể nếu đạt được các điều kiện sau:

- a) Nhiệt độ môi trường lớn hơn 18 °C;
- b) Thời gian miệng ngậm trước khi đọc số đo như sau:
 - môi trường lạnh (nhiệt độ không khí từ 18 °C đến 30 °C): tối thiểu là 8 phút;
 - môi trường ấm (nhiệt độ không khí trên 30 °C): tối thiểu là 5 phút;
- c) Không ăn uống và hút thuốc trong vòng 15 phút trước khi đưa bộ cảm biến nhiệt vào cơ thể.

B.1.6 Nhiệt độ màng nhĩ, t_v

Trước khi tiến hành đo nên kiểm tra ống tai để bảo đảm thành ống tai và màng nhĩ trong tình trạng tốt, phải lấy bỏ tất cả ráy tai.

Sự tiếp xúc giữa bộ cảm biến nhiệt và màng nhĩ được nhận ra một cách dễ dàng bởi cảm giác đau của đối tượng.

Hình dạng bộ cảm biến nhiệt (nhiệt ngẫu hoặc cặp nhiệt điện) và độ cứng của đầu đo là các yếu tố cần tránh các nguy cơ gây tổn thương màng nhĩ. Bộ cảm biến nhiệt cần có nhiệt dung thấp để tránh nhiễu càng ít càng tốt tới thăng bằng nhiệt so với nhiệt độ màng nhĩ. Nhiệt độ màng nhĩ cũng có thể được đo bằng cách sử dụng bộ cảm biến bức xạ hồng ngoại không tiếp xúc.

Nhiệt độ màng nhĩ chỉ xấp xỉ nhiệt độ lõi khi:

- Vị trí ban đầu của bộ cảm biến nhiệt được duy trì từ đầu đến cuối trong suốt quá trình đo;
- Lỗ tai và tai ngoài được cách nhiệt với môi trường bên ngoài;
- Điều kiện môi trường quanh đầu của đối tượng: nhiệt độ không khí giữa 18 °C và 58 °C, vận tốc gió nhỏ hơn 1 m/s và nhiệt độ bức xạ trung bình chênh lệch rất ít so với nhiệt độ không khí.

Nếu điều kiện làm việc có bức xạ nhiệt trên đầu hoặc đối lưu mạnh (vận tốc gió lớn hơn 1 m/s), phép đo chính xác chỉ có thể đạt được nếu đối tượng ngoài việc đeo thêm thiết bị cách nhiệt cho tai, còn đội mũ chụp phần lớn bề mặt đầu chỉ để hở mặt.

B.1.7 Nhiệt độ ống tai, t_{ac}

Đo nhiệt độ màng nhĩ có thể gây đau và nguy hiểm cho nên đo nhiệt độ ống tai được ưa thích hơn là cách thức đặt bộ cảm biến nhiệt giống như ở phép đo t_y nhưng sau khi bộ cảm biến nhiệt đã tiếp xúc với màng nhĩ thì được rút lùi ra một chút (không quá 10 mm). Một cách khác là bộ cảm biến nhiệt được đưa vào qua một khuôn, khi khuôn đã vào ống tai, bộ cảm biến nhiệt được đặt cách màng nhĩ ít nhất 10 mm.

Điều kiện đo giống như đo nhiệt độ màng nhĩ ngoại trừ trường hợp có sự chênh lệch tối đa giữa nhiệt độ không khí và t_{ac} là 10 °C. Tuy nhiên, việc đo nghiêm ngặt chỉ cho một kết quả xấp xỉ nhiệt độ lõi. Trong một số trường hợp không thực hiện được, t_{cr} nên được đo ở điểm khác (t_{re} hoặc t_{es}).

B.1.8 Nhiệt độ nước tiểu, t_{ur}

Phép đo cần được thực hiện bằng thiết bị thu nước tiểu cách nhiệt và bộ cảm biến nhiệt có thời gian đáp ứng ngắn. Nhiệt độ cần được đo trong thời gian đi tiểu, trực tiếp dưới dòng nước tiểu và không phải là trong nước tiểu được hứng. Với hiểu biết hiện nay, người ta khuyến nghị nên đo nhiệt độ nước tiểu khi nhiệt độ môi trường từ 15 °C đến 25 °C.

B.2 Các phép đo nhiệt độ da, t_{sk} và $\overline{t_{sk}}$

Phép đo nhiệt độ da bằng bộ cảm biến bức xạ hồng ngoại không tiếp xúc được ưu tiên khi điều kiện kỹ thuật cho phép. Tuy nhiên, phép đo này đòi hỏi đối tượng phải ở trần.

TCVN 7439 : 2004

Dù sử dụng bất cứ kỹ thuật nào, phép đo nhiệt độ da cần được thực hiện với bộ cảm biến nhiệt có độ chính xác $\pm 1^\circ\text{C}$ trong khoảng từ 25°C đến 40°C . Khoảng này cần được mở rộng tới 0°C cho phép đo nhiệt độ da ở các vùng chịu lạnh không được che phủ. Bộ cảm biến nhiệt cần có nhiệt dung thấp và thời gian đáp ứng tới 90 % càng thấp càng tốt và thấp hơn 0,5 min.

Với phương pháp đo tiếp xúc và mục đích làm giảm ảnh hưởng của môi trường, bộ cảm biến nhiệt nên dẹt và không đối xứng, bề mặt không tiếp xúc được cách nhiệt. Để tránh ảnh hưởng tại chỗ, bộ cảm biến nhiệt có thể được gắn vào da bằng băng dính dẫn nhiệt. Tuy nhiên, việc sử dụng băng dính có thể làm thay đổi sự trao đổi nhiệt do đối lưu, bức xạ và bay hơi nước do đó nên tránh hoặc hạn chế nghiêm ngặt chỉ cho những gì cần thiết và trong trường hợp này, cần hiệu chỉnh đầy đủ.

Để xác định nhiệt độ da trung bình từ nhiệt độ da tại chỗ đã đo với các vùng khác nhau trên cơ thể, nhiều sơ đồ đo đã được đề xuất, sử dụng một số điểm trong dãy từ 1 đến 14. Để đo có hệ thống và kết quả dễ so sánh hơn, ba sơ đồ: 4, 8, 14 điểm đo đã được đề xuất. Hình B.1 chỉ vị trí của 14 điểm. Các phương pháp tính toán khác cũng được đề xuất, sử dụng các điểm đo như trên và một số điểm khác với chúng.

Nhiệt độ da trung bình được tính toán qua đánh giá từng nhiệt độ khu vực với một hệ số tương ứng với bề mặt vùng cơ thể có điểm đo đại diện. Bảng B.1 đưa ra các hệ số đánh giá được sử dụng cho ba sơ đồ.

Trong điều kiện gần với trung hòa nhiệt và trong môi trường lạnh, các sơ đồ 8 hoặc 14 điểm nên được sử dụng và có thể thêm điểm đo (ngón tay, ngón chân...). Trong điều kiện ấm hay nóng, có thể sử dụng sơ đồ 4 điểm, trừ trường hợp có bức xạ không đối xứng cao.

Nhiệt độ da được tính toán như sau:

$$t_{sk} = \sum k_i \cdot t_{ski}$$

trong đó

t_{ski} là nhiệt độ da vùng đo ở điểm đo thứ i ;

k_i là hệ số đánh giá cho điểm đo thứ i .

B.3 Đo nhịp tim, HR

Phương pháp đơn giản nhất gồm định thời gian số nhịp tim ở động mạch quay hoặc động mạch cảnh. Kỹ thuật đếm bằng tay này đòi hỏi đối tượng bất động và chỉ cho một ước tính không liên tục về nhịp tim.

Đếm nhịp có thể được thực hiện liên tục bởi máy đo độ phồng mạch máu ở đầu ngón tay hay dái tai. Sự phức tạp và sai số của các kỹ thuật này có thể quá lớn vì vậy kỹ thuật đo bằng điện tâm đồ được ưa chuộng hơn.

Tín hiệu điện tim được thu bởi các điện cực đặt ở ngược đối tượng và được truyền bằng máy đo từ xa hoặc ghi trực tiếp bằng máy ghi tương tự hoặc máy hiện số mang theo người đối tượng.

B. 4 Đo giảm khối lượng cơ thể, Δm

Độ chính xác của cân sử dụng để đo sự giảm khối lượng cơ thể cần nhỏ hơn 50 g. Cần dùng cân nhạy hơn để đo lượng ăn vào và thải ra trong phạm vi từ 0 đến 5 kg với độ chính xác là ± 20 g.

Yêu cầu lý tưởng là đối tượng không mặc quần áo khi cân với mục đích tránh phải tính thành phần Δm_{clo} do sự thay đổi trong quần áo hoặc mồ hôi tích lũy trong quần áo.

Khối lượng mất do bay hơi theo đường hô hấp, Δm_{res} , tính bằng gam, được tính bởi công thức:

$$\Delta m_{res} = 0,00075 A_{Du} M (5,624 - p_a) \Delta t$$

trong đó:

- M là tốc độ chuyển hóa trung bình, tính bằng W/m^2 ;
- A_{Du} là diện tích da bề mặt cơ thể tính từ công thức Du Bois, tính bằng mét vuông;
- p_a là áp suất hơi nước riêng phần trong không khí, tính bằng kilopascal;
- Δt là khoảng thời gian, tính bằng phút

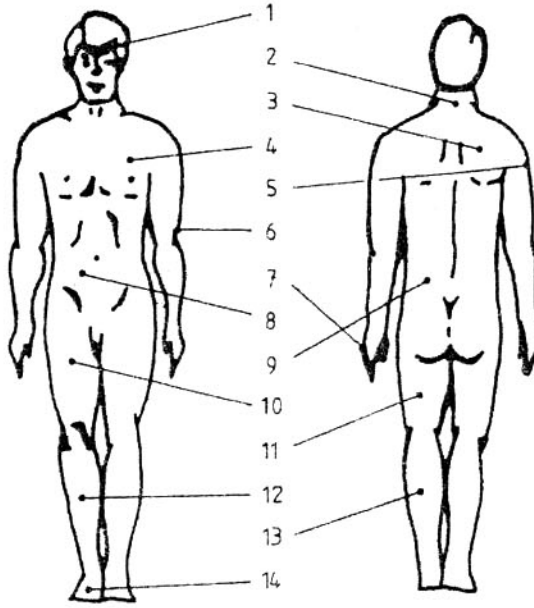
Khối lượng cơ thể giảm đi do chênh lệch khối lượng giữa CO_2 và O_2 , Δm_o , tính bằng gam và được tính bằng công thức sau:

$$\Delta m_o = 0,01 A_{Du} M (R - 0,73) \Delta t$$

- M là tốc độ chuyển hóa, tính bằng W/m^2 ;
- R là thông số hô hấp, (không thứ nguyên)
- Δt là khoảng thời gian, tính bằng phút.

Bảng B . 1 – Điểm đo và trọng số

Điểm đo	Trọng số		
	4 điểm	8 điểm	14 điểm
1		0,07	1/14
2	0,28		1/14
3	0,28	0,175	1/14
4		0,175	1/14
5		0,07	1/14
6		0,07	1/14
7	0,16	0,05	1/14
8			1/14
9			1/14
10		0,19	1/14
11			1/14
12	0,28		1/14
13		0,2	1/14
14			1/14



- | | | | |
|---|-----------------------------|----|------------------|
| 1 | Trán | 8 | Bụng bên phải |
| 2 | Cổ | 9 | Hông trái |
| 3 | Xương bả vai phải | 10 | Bắp đùi trước |
| 4 | Ngực trên trái | 11 | Bắp đùi sau |
| 5 | Cánh tay phải - Vị trí trên | 12 | Cẳng chân phải |
| 6 | Cánh tay trái - Vị trí dưới | 13 | Bụng chân trái |
| 7 | Bàn tay trái | 14 | Mu bàn chân phải |

Phụ lục C

(Tham khảo)

Giá trị giới hạn của các thông số sinh lý của căng thẳng nhiệt

C.1 Giới thiệu

Các giá trị giới hạn được khuyến nghị trong phụ lục này đã được xây dựng có xét đến các nguy cơ sức khoẻ có thể gặp ở người trưởng thành sung sức về thể chất trong trạng thái sức khoẻ tốt, và sự phù hợp của các kỹ thuật khác nhau để phát hiện những nguy cơ này. Như vậy, không xét đến sự thành thạo trong kỹ năng lao động khi tiến hành công việc.

Các giá trị giới hạn này dưới sự giám sát về sinh lý học là nhất quán - từ trường hợp được nêu khác - với những giá trị được chấp nhận ở mức "nguy hiểm" trong ISO 7933.

C.2 Nhiệt độ lõi cơ thể

Nhiệt độ lõi cơ thể không được lệch quá các giới hạn được đưa ra ở C.2.1 và C.2.2.

C.2. Môi trường nóng

Các giá trị sẽ phụ thuộc vào tốc độ tăng nhiệt độ lõi và các kiểu phép đo được sử dụng.

Trong trường hợp tích nhiệt chậm (nghĩa là tăng khoảng 1 °C trong hơn 1 h), giới hạn cần đặt ở mức tăng 1 °C hoặc ở nhiệt độ 38 °C tùy theo điều kiện nào đến trước, trong các trường hợp sau:

- Nếu t_{re} được đo cách quãng, bất cứ sử dụng kỹ thuật nào
- Đối với nhiệt độ ống tai và nhiệt độ màng nhĩ, vì đặt vị trí chuẩn hằng định của bộ cảm biến nhiệt là không chắc chắn;
- Trong trường hợp không có nhân viên y tế chuyên khoa;
- Khi không có các thông số sinh lý nào khác được đo.

Trong trường hợp tích nhiệt nhanh (nghĩa là tăng khoảng 1 °C trong vòng dưới 1 giờ), các giới hạn tương tự áp dụng trong cùng các điều kiện cũng như nhiệt độ trực tràng hay trong ổ bụng được đo, vì chúng tăng lên ở một tốc độ chậm hơn nhiệt độ của các trung tâm điều nhiệt.

Trong các điều kiện khác và đặc biệt khi kiểm soát liên tục nhiệt độ thực quản được đo ở cùng một thời gian với việc ghi nhịp tim, các giá trị cao hơn có thể chịu được như tăng 1,4 °C hay một nhiệt độ 38,5 °C tùy theo điều kiện nào đến trước.

Tăng nhiệt độ trên 38,5 °C có thể chịu đựng được nếu những điều kiện sau được biết là có:

- Các đối tượng đã được sàng lọc về y tế;

- b) Họ đã được làm quen với nhiệt qua tiếp xúc lặp lại với môi trường đó và với nhiệm vụ lao động riêng;
- c) Có giám sát y tế liên tục và có sẵn các dự phòng cấp cứu;
- d) Nhiệt độ thực quản được kiểm soát liên tục;
- e) Những thông số sinh lý khác - đặc biệt là nhịp tim - được kiểm soát tự động;
- f) Tiếp xúc có thể dừng lại ngay khi các triệu chứng không chịu đựng được như cảm giác mệt mỏi, chóng mặt hay buồn nôn xuất hiện;
- g) Người công nhân được phép rời khỏi nơi làm việc khi người đó muốn.

Nhiệt độ lõi không được vượt quá 39,0 °C.

C.2.2 Môi trường lạnh

Trong môi trường lạnh, chỉ có t_{es} , t_{re} và t_{ab} là phù hợp. Giới hạn dưới của những nhiệt độ này cần được ấn định ở 36,0 °C.

- a) Khi những nhiệt độ này được kiểm soát cách quãng;
- b) Khi tiếp xúc sẽ được nhắc lại trong cùng ngày.

Trong các trường hợp ngoại lệ, các nhiệt độ thấp hơn có thể chịu đựng được trong các khoảng thời gian ngắn với điều kiện:

- a) Các đối tượng đã được sàng lọc y tế;
- b) Các nhiệt độ da tại chỗ được kiểm soát tự động và các giới hạn thích hợp được tôn trọng (xem C.3)
- c) Người công nhân được phép rời tình huống lao động khi người đó muốn.

C.3 Giá trị giới hạn cho các nhiệt độ da

Vi các lý do đã tiếp xúc trước đó, các giới hạn được đề cập dưới đây chỉ liên quan đến ngưỡng đau.

Theo các chuẩn cứ này, trong môi trường nóng, nhiệt độ da tại chỗ tối đa là 45 °C. Trong các môi trường lạnh, là 17 °C đối với nhiệt độ da trán và 4 °C cho các nhiệt độ các chi (đặc biệt các ngón tay và ngón chân).

C.4 Nhịp tim

Sự tăng nhịp tim phụ thuộc vào căng thẳng nhiệt, ΔHR_T , ở mức trung bình 33 nhịp/min cho một độ tăng của nhiệt độ lõi cơ thể. Tuy nhiên, phản ứng nhiệt của tim thay đổi rất nhiều từ người này sang người khác. Vì vậy, trong trường hợp HR là thông số sinh lý duy nhất được kiểm soát, nên đặt giới hạn trên cho thành phần ΔHR_T ở khoảng 30 nhịp/min. Trong những tình huống trong đó căng thẳng nhiệt có thể

TCVN 7439 : 2004

rất cao, (như được mô tả trong ISO 7933), phép đo kèm theo của nhiệt độ t_{cr} là cần thiết. Thêm vào đó, hệ thống được sử dụng cần cho phép nhịp tim được kiểm soát theo thời gian thực trong khi tiếp xúc.

Giá trị giới hạn của nhịp tim ở nơi làm việc không được vượt quá giá trị tối đa của người được giảm xuống khoảng 20 nhịp/min. Điều này phải được xác định một cách lý tưởng bằng một thử nghiệm cá nhân. Nếu không thực hiện được điều này, có thể dự đoán bằng biểu thức sau:

$$HR_L = 185 - 0,65 A$$

Trong đó A là tuổi của các cá nhân, tính bằng năm

Tuy nhiên, nên nhớ là giá trị cá nhân có thể lệch hơn 20 nhịp/min từ giá trị trung bình này và như vậy sử dụng giá trị này có thể gây nên một nguy cơ đáng kể cho một số đối tượng.

Để phù hợp với giới hạn tối đa của 39 °C đặt cho nhiệt độ lõi, giới hạn tối đa cho tăng nhịp tim từ nguồn gốc nhiệt có thể đặt ở 60 nhịp/min. Điều này được áp dụng trong cùng các tình huống và đặc biệt khi có giám sát y tế và kiểm soát liên tục.

C.5 Giảm khối lượng cơ thể

Không có giới hạn áp dụng được xét đến tốc độ ra mồ hôi tối đa: các giá trị 650 g/h và 1040 g/h được chấp nhận trong ISO 7933 ở ngưỡng nguy hiểm cho các đối tượng đã thích nghi và chưa thích nghi với khí hậu tương ứng cần được xét đến không phải như các giá trị tối đa mà như các giá trị tối thiểu để hầu hết các đối tượng trong điều kiện thể lực tốt có thể vượt qua được. Ngược lại, tổng cân bằng nước cơ thể ($\Delta m_{sw} + \Delta m_{res} + \Delta m_{wat}$) cần được giới hạn để tránh mất nước.

Để phù hợp với ISO 7933, nên chấp nhận 800 g hay 1300 g như là các giá trị giới hạn tương ứng cho các công nhân chưa thích nghi với khí hậu hay đã thích nghi với khí hậu. Điều này sẽ tương ứng với tổng lượng nước mất 3250 g hay 5200 g tương ứng trong trường hợp lượng nước đưa vào cân bằng 75 % của tổng lượng nước mất.

Những giới hạn này xét đến một đối tượng có diện tích cơ thể 1,8 m² và có thể áp dụng cho một đối tượng nhất định bằng cách nhân với tỷ lệ giữa diện tích cơ thể A_{Du} và diện tích đối chứng 1,8 m².

Phụ lục D
(Tham khảo)
Tài liệu tham khảo

TCVN 7321 : 2003 (ISO 7933 : 1989), Ergônômi – Môi trường nóng – Xác định bằng phân tích và diễn giải stress nhiệt thông qua tính lượng mồ hôi cần thiết.
