

Summary Industrial Hygiene

หน่วยที่ 4 : การประเมินและควบคุมอันตรายจากความร้อน

1.อธิบายความหมายของความร้อน

ความร้อนเป็นพลังงานรูปแบบหนึ่งในรูปของพลังงานจลน์ เกิดจากการสั่นสะเทือนและชนกันของโมเลกุลของสสารเมื่อได้รับความร้อน สามารถวัดระดับความร้อนของสสารได้โดยการวัดอุณหภูมิของสสารนั้น

หน่วยวัดปริมาณความร้อนคือ Kcal, BTU

ปริมาณความร้อน 1 Kcal (1 BTU) เท่ากับปริมาณความร้อน 1 kg(1lb.) มีอุณหภูมิสูงขึ้น 1 C° (1 F°)

$1\text{ Kcal} = 3,968\text{ BTU}$

ปริมาณความร้อนในวัตถุมีความสัมพันธ์กับอุณหภูมิและมวลของวัตถุ มวลของวัตถุขึ้นกับองค์ประกอบขนาดอะตอม/โมเลกุล

2.ความร้อนในร่างกายเราเกิดได้อย่างไร

1.เกิดจากกระบวนการเผาผลาญสารอาหารประเภทคาร์โบไฮเดรต ไขมัน โปรตีน หรือเรียกว่าขบวนการเมตาบอลิซึม ได้ น้ำ คาร์บอนไดออกไซด์ ไนโตรเจน และความร้อนออกมา การเผาผลาญขึ้นกับขนาดร่างกาย อายุ การพัฒนากล้ามเนื้อ ในเด็กทารกจะมีการเผาผลาญสูงสุดเพื่อการเติบโตที่เร็ว

2.ความร้อนเกิดจากการทำงาน ออกกำลังกาย จึงต้องการออกซิเจนมากถ้าออกซิเจนไม่พอกับความต้องการของกล้ามเนื้อ เมื่อไม่พอ กล้ามเนื้อจะได้รับพลังงานจากกระบวนการไกลโคไลซิสและได้ผลผลิตสุดท้ายออกมาเป็นกรดแลคติกสะสมในกล้ามเนื้อเกิดการล้าและเกิดเป็นตะคริว

3.ความร้อนจากสิ่งแวดล้อม

3.1. จากดวงอาทิตย์ สำหรับผู้ทำกิจกรรมกลางแจ้ง

3.2. จากกระบวนการผลิตในโรงงาน

3.กระบวนการแลกเปลี่ยนความร้อนระหว่างร่างกายกับสิ่งแวดล้อมมีกี่วิธี

1. การนำความร้อน conduction การแลกเปลี่ยนจากการสัมผัสโดยตรง

2. การพาความร้อน convection การแลกเปลี่ยนความร้อนระหว่างร่างกาย วัตถุ กับอากาศรอบๆตัวที่เป็นตัวกลาง (29% body)

3. การแผ่ความร้อน radiation เป็นการถ่ายเทโดยอาศัยคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า ไม่ต้องอาศัยตัวกลาง คลื่นนี้เกิดจากการสั่นของโมเลกุลและเคลื่อนที่ด้วยความเร็วแสงไปยังบริเวณที่เย็นกว่า (37% ของการระเหยถ่ายเทออกจากร่างกาย)

4. การระเหยของความร้อน evaporation เกิดจากของเหลวที่ระเหยเป็นไอและแพร่กระจายออกจากพื้นผิวและดึงความร้อนแฝงจากของเหลวไปด้วย (14% ระเหยทางผิวหนัง)

4.ตามกฎสมมูลความร้อน การถ่ายเทหรือแลกเปลี่ยนความร้อนชนิดใดที่มีค่าน้อยมากที่สุดและไม่ผลต่อสมมูลของความร้อนของร่างกาย

การสูญเสียความร้อนจากการหายใจเอาอากาศที่มีอุณหภูมิสูงออกมา (11% ของการระเหยถ่ายเทออกจากร่างกาย)

5.อันตรายจากความร้อนต่อร่างกาย มี 3 ระดับ คือ ต่ำ กลาง สูง ถ้าถึงระดับสูงจะเกิดเสียสมดุลของน้ำและเกลือในร่างกาย เกิดความเค้นในระบบหมุนเวียนของเลือด เกิดการเจ็บป่วย แบ่งตามสาเหตุดังนี้

1.การปรับอุณหภูมิของร่างกาย

- เป็นลมเนื่องจากความร้อน heat stroke ผิวหนังแห้ง ร้อน แดงเขียวคล้ำ อุณหภูมิร่างกาย 40.5 C° เพื่อสืบสน ชักกระตุก อาจตายได้ถ้าอุณหภูมิสูงขึ้นอีก

- ไข้สูงจัดจากความร้อน heat hyperpyrexia มีเหงื่อบ้าง สูญเสียการสังการของสมองน้อยกว่าการเป็นลมจากความร้อน

2. สมองขาดเลือดเนื่องจากเลือดไปตั้งที่ผิวหนังและลำตัวส่วนล่าง circulatory hypostasis เป็นลมเนื่องจากเลือดไปเลี้ยงสมองไม่พอ เนื่องจากเส้นเลือดบริเวณผิวหนังและร่างกายส่วนล่างขยายตัว เลือดจึงคั่งบริเวณนั้นมากไป หน้ามืดเมื่อยืน

3.การขาดเกลือหรือน้ำ

- อ่อนเพลียเนื่องจากความร้อน heat exhaust ผิวหนังเย็นและชื้น คลื่นไส้ ชีพจรเบาเร็ว ความดันโลหิตต่ำ หน้าแดง อุณหภูมิที่ปากปกติแต่ที่ทวารหนักจะสูง 38.5 C°

- เป็นตะคริวเนื่องจากความร้อน heat cramps ที่กล้ามเนื้อ

4.อาการผิปกิตที่ผิวหนัง skin eruption

- เกิดผื่นเนื่องจากความร้อน heat rash รู้สึกเหมือนหนามแทงผิวเมื่อโดนความร้อน

- ผื่นจากการกักขังของเหงื่อใต้ผิวหนัง anhidrotic heat เกิดผื่นบริเวณกว้าง ไม่มีเหงื่อออก ขนลุกเมื่อโดนความร้อน

5.ความเหนื่อยล้าเนื่องจากความร้อน heat fatigue

- เหนื่อยล้าชั่วคราว สูญเสียการรับรู้ด้านผิวหนังและจิตใจ ขาดความรอบคอบในการทำงาน

- เหนื่อยล้าถาวร ความสามารถในการทำงานและสมาธิลดลง บังคับใจตนเองไม่ได้

6.การอ่อนเพลียเนื่องจากความร้อนมีสาเหตุจากอะไร มีอาการอย่างไร

เกิดจากร่างกายขาดเกลือหรือน้ำ อาการคือ อุณหภูมิร่างกายทางปากปกติหรือต่ำ แต่ที่ทวารจะสูงระหว่าง $37.8 - 38.5\text{ C}^{\circ}$

7.ส่วนประกอบของเหงื่อมีผลต่อความทนทานของร่างกายต่อความร้อนอย่างไร

ในขณะที่อัตราหลังเหงื่อเท่ากัน คนที่มีความเข้มข้นของโซเดียมคลอไรด์ในเหงื่อน้อย จะสูญเสียเกลือจากร่างกายน้อยกว่า

คนที่มีความเข้มข้นมาก ดังนั้นคนที่มีความเข้มข้นของโซเดียมคลอไรด์ในเหงื่อน้อยจะมีความทนทานต่อความร้อนสูงกว่า

8.องค์ประกอบที่เกี่ยวกับความทนทานของร่างกายต่อความร้อนมีอะไรบ้าง

1. ความเคยชินกับความร้อน

2. สัดส่วนระหว่างพื้นที่ผิวหนังและน้ำหนักของร่างกาย

3. อายุและโรคภัยไข้เจ็บ

4. ความสมดุลของน้ำ

5. ความสมดุลของเกลือ

6.นิสัยการดื่มสุรา

7. ความสมบูรณ์ของร่างกาย

8. การคัดเลือกและตรวจสุขภาพคนงาน

9.ทำไมจึงไม่มีการกล่าวถึงกระบวนการแลกเปลี่ยนความร้อน โดยการนำความร้อนในกฎของการแลกเปลี่ยนความร้อน

เพราะปริมาณการแลกเปลี่ยนความร้อนโดยการนำความร้อนมีน้อยมาก คือไม่เกินกว่าร้อยละ 1 - 2 ของการแลกเปลี่ยนทั้งหมด

10. กฎการแลกเปลี่ยนความร้อน

1. การพาความร้อน เป็นความแตกต่างระหว่างอุณหภูมิผิวหนึ่งกับอากาศในสิ่งแวดล้อม สมการนี้เหมาะกับคนทั่วไปที่มีค่าเฉลี่ยพื้นที่ผิวหนึ่ง 1.8 ตรม. ถ้าค่าการพาความร้อนเป็นบวกแสดงว่าความร้อนจากสิ่งแวดล้อมเข้าสู่ร่างกาย

$$Ca = C (a / 1.8)$$

Ca = การพาความร้อนสำหรับคนที่พื้นที่ผิวหนึ่ง a ตรม.

C = การพาความร้อนสำหรับคนที่พื้นที่ผิวหนึ่ง 1.8 ตรม.

a = พื้นที่ผิวจริง

$$C = 1.0 V^{0.6} (Ta - Ts)$$

C = การพาความร้อน (Kcal/hr)

V = ความเร็วลม (m/min)

Ta = Temp of air (C⁰)

Ts = Temp of skin (C⁰)

} สำหรับค่าเฉลี่ยคนที่พื้นที่ผิวหนึ่ง 1.8 ตรม.

2. การแผ่รังสีความร้อน เป็นอุณหภูมิเฉลี่ยจากการรังสีความร้อนจากแหล่งความร้อนกับอุณหภูมิผิวหนึ่ง

$$R = 11.3 (Tw - Ts)$$

R = การแผ่รังสีความร้อน (Kcal/hr)

Tw = ค่าเฉลี่ยอุณหภูมิรังสีจากแหล่งความร้อนโดยรอบ (C⁰)

3. การระเหยของความร้อน เป็นค่าความเร็วลมและค่าความแตกต่างของความดันไอรอบหน้าผิวหนึ่งกับอากาศ

$$Emax = 2V^{0.6} (Pws - Pwa)$$

Emax = ค่าที่อากาศรับการระเหยได้สูงสุด (Kcal/hr)

V = ความเร็วลม (m/min)

Pws = ความดันไอของน้ำบนผิวหนึ่ง (mmHg)

Pwa = ความดันไอของอากาศ (mmHg)

ไม่ควรให้สูญเสียเหงื่อเกินกว่า 1 ลิตร/ชม. ในเวลา 8 ชม. การเสียเหงื่อนี้จะเท่ากับการสูญเสียความร้อนโดยการระเหย 600(Kcal/hr)

11. การตรวจวัดค่าความร้อน

1. การวัดอุณหภูมิ ใช้เครื่องมือ เทอร์โมมิเตอร์ , globe thermometer, aspirated psychrometer

2. การวัดความเร็วลม ใช้ hot wire anemometer , vane anemometer วัดการสูญเสียความร้อนที่ทำโดยแบตเตอรี่และหลอดนี้จะเย็นลงเมื่อลมพัดผ่าน การสูญเสียจะเป็นอัตราส่วนกับการเคลื่อนที่ของกระแสลมที่พัดผ่าน

3. การวัดความชื้นของอากาศ จะคำนวณจาก psychrometric chart

4. การวัดการแผ่รังสีความร้อน ใช้เครื่องมือ vernon globe หรือ black globe วัดครึ่งละ 10 -15 นาทีเหนือพื้น 1.5 ม.

$$Tw = 100 \sqrt[4]{Tg / 100)^4 + 2.48 V (Tg - Ta)}$$

Tg = อุณหภูมิที่อ่านได้ K⁰

Ta = อุณหภูมิอากาศ K⁰

V = ความเร็วลม (m/min)

Tw = mean radiant temp , K⁰

12. การประเมินค่าความร้อนในสถานประกอบการ ทำได้โดย 1. วัดโดยวิเคราะห์สิ่งแวดล้อมในรูปดัชนีความเค้นของความร้อน

2. การวิเคราะห์ทางสรีรวิทยาที่เปลี่ยนไปของพนักงานในรูปดัชนีความเครียดของความร้อน

1. ดัชนีความสบาย effective temperature : ET เป็นกราฟที่เหมาะสมกับพนักงานที่สวมเสื้อชนิดบางๆและงานเบาๆ และอีกกราฟสำหรับพนักงานที่ไม่ใส่เสื้อและทำงานหนัก

2. ดัชนีความร้อน heat stress index : HIS จะประกอบด้วยค่าของการแผ่รังสีความร้อน , การพาความร้อน และความร้อนจากการเผาผลาญสารอาหาร โดยแสดงในรูปความต้องการสำหรับการระเหยของเหงื่อ

$$HIS = \frac{Ereq}{Emax} \times 100$$

Ereq = ความต้องการสำหรับการระเหยเหงื่อ

Emax = ค่าที่อากาศรับการระเหยได้สูงสุด (Kcal/hr)

$$Ereq = M + R + C$$

M = ความร้อนจากกระบวนการเผาผลาญอาหาร (BTU / hr)

R = การแผ่รังสีความร้อน (BTU / hr)

C = การพาความร้อน (BTU / hr)

ค่า Ereq สามารถอ่านได้จาก Mckarvs and Brief monograph

ถ้าค่าเป็นศูนย์แสดงว่าไม่มีความเครียด ถ้าค่าเป็นบวกมากแสดงว่ามีความเครียดมาก

3. ดัชนีกระเปาะเปียกและโกลบ wet bulb globe thermometer : WBGT ใช้ได้สะดวกรวดเร็ว ไม่ต้องมีความชำนาญ นิยมใช้

- สำหรับความร้อนนอกสถานประกอบการ (ความร้อนจากดวงอาทิตย์) ใช้สมการ

$$WBGT = 0.7 (T_{nwb}) + 0.2 (Tg) + 0.1 (Ta)$$

Ta = อุณหภูมิกระเปาะแห้ง C⁰

Tg = อุณหภูมิแบลคโกลบ C⁰

- สำหรับความร้อนในสถานประกอบการ ใช้สมการ

$$WBGT = 0.7 (T_{nwb}) + 0.3 (Tg)$$

T_{nwb} = อุณหภูมิกระเปาะเปียกตามธรรมชาติ C⁰

Ta = อุณหภูมิกระเปาะแห้ง C⁰

ข้อจำกัดของ WBGT คือจะขาดประสิทธิภาพถ้า Ta สูงกว่า 40 ช⁰

4. อัตราการเหงื่อที่คาดว่าจะเกิดขึ้นใน 4 ชั่วโมง predicted four hour weat rate : P₄SR

เป็นค่าคาดประมาณอัตราการสูญเสียเหงื่อจากการทำงานภายใต้สภาพความร้อน

13. ในการออกแบบก่อสร้างอาคาร ทำให้ไม่จำเป็นต้องเปิดช่องว่างบนหลังคาไว้ให้เพียงพอ

- เมื่ออากาศเย็นพัดเข้าสู่อาคารจะกระทบกับความร้อน อากาศจะมีอุณหภูมิสูงขึ้นและลอยสู่ข้างบน จึงต้องเปิดช่องให้อากาศร้อนนี้ลอยออกได้สะดวก และอากาศเย็นจากภายนอกจะเข้ามาแทนที่

14. เมื่อใดจึงจะมีความจำเป็นต้องเป่าอากาศที่ผ่านเครื่องทำความเย็นเข้าไปยังบริเวณที่ทำงาน

- ในกรณีที่มีบริเวณนั้นมีความร้อนสูงมากและมีการแผ่รังสีความร้อนด้วย

15. วิธีการควบคุมและป้องกันอันตรายจากความร้อนที่ตัวคนงาน

1. การให้ความรู้และตรวจตราคนงาน
2. การกำหนดระยะเวลาทำงานและพักผ่อนให้เหมาะสมตามมาตรฐาน ในไทยใช้อุณหภูมิร่างกายเป็นเกณฑ์ต้องไม่เกิน 38 ช⁰
3. การดูแลทางการแพทย์
4. การสร้างความเคยชินกับความร้อน
5. การใช้เครื่องป้องกันส่วนบุคคล