

Nitrous oxide

เรียบเรียงโดย นพ.กานต์ คำโตเนต

วันที่เผยแพร่ 31 พฤษภาคม 2555 ||||| **ปรับปรุงครั้งล่าสุด** 13 สิงหาคม 2561

ชื่อ แก๊สหัวเราะ (Nitrous oxide) ||||| **ชื่ออื่น** Laughing gas, Hyponitrous acid anhydride, Dinitrogen oxide, Dinitrogen monoxide, Factitious air

สูตรโมเลกุล N₂O ||||| **น้ำหนักโมเลกุล** 44.02 ||||| **CAS Number** 10024-97-2 ||||| **UN Number** 1070

ลักษณะทางกายภาพ ที่อุณหภูมิห้องจะมีสถานะเป็นแก๊ส ไม่มีสี มีกลิ่นและรสหอมหวานอ่อนๆ ละลายน้ำได้เล็กน้อย ละลายได้ดีในแอลกอฮอล์และไขมัน ไม่ติดไฟ ในการขนส่งอาจถูกทำให้อยู่ในรูปของเหลวที่อุณหภูมิต่ำ (Liquefied compressed gas) [1]

คำอธิบาย ไนตรัสออกไซด์รู้จักกันในชื่อ “แก๊สหัวเราะ” มีกลิ่นหอมหวานอ่อนๆ ส่วนมากรับสัมผัสทางการหายใจ มีผลต่อระบบประสาทโดยในระดับความเข้มข้นต่ำๆ จะทำให้เคลิบเคลิ้ม ในระดับความเข้มข้นสูงจะทำให้มีอาการชาและหมดสติได้ แก๊สชนิดนี้ใช้เป็นยาสลบและระงับปวดทางการแพทย์ ใช้ในกิจกรรมสันทนาการ แม้ว่าจะไม่ติดไฟ แต่เป็นสารออกซิไดซ์ (Oxidizer) ที่ดี จึงใช้ในการสันดาปภายในเครื่องยนต์ที่ต้องการกำลังสูง เช่น จรวด รถแข่ง ไนตรัสออกไซด์จัดเป็นแก๊สมลภาวะที่สำคัญตัวหนึ่ง เนื่องจากเป็นแก๊สเรือนกระจก (Greenhouse gas) ที่มีส่วนทำให้เกิดภาวะโลกร้อน [2]

ค่ามาตรฐานในสถานที่ทำงาน ACGIH TLV (2012): TWA = 50 ppm [3] ||||| NIOSH REL: TWA = 25 ppm (46 mg/m³) [for exposure to waste anesthetic gas], IDLH = N.D. [4] ||||| OSHA PEL: ไม่ได้กำหนดไว้ [4] ||||| ประกาศกรมสวัสดิการและคุ้มครองแรงงาน เรื่อง ขีดจำกัดความเข้มข้นของสารเคมีอันตราย (พ.ศ. 2560): TWA = 50 ppm [5]

ค่ามาตรฐานในร่างกาย ACGIH BEI (2012): ไม่ได้กำหนดไว้ [3]

การก่อมะเร็ง IARC Classification: ไม่ได้กำหนดไว้ [6] ||||| ACGIH Carcinogenicity (2012): A4 (ไม่สามารถจัดกลุ่มว่าเป็นสารก่อมะเร็งในมนุษย์ได้) [3]

แหล่งที่พบ ไนตรัสออกไซด์ส่วนใหญ่เกิดขึ้นตามธรรมชาติ โดยเป็นผลผลิตจากกระบวนการย่อยสลายของแบคทีเรียในดินและมหาสมุทร ไนตรัสออกไซด์ส่วนน้อยเกิดจากกิจกรรมต่างๆ ของมนุษย์ โดยพบในงานเกษตรกรรมที่มีการใช้ปุ๋ยไนโตรเจน ในฟาร์มสัตว์เลี้ยง เช่น หมู วัว ไก่ ที่มีการย่อยสลายของมูลสัตว์และซากสัตว์ต่างๆ การใช้ในอุตสาหกรรม จะใช้เป็นแก๊สดมยาสลบเพื่อทำให้ชาและระงับปวดในการผ่าตัดและหัตถการต่างๆ ทางกายภาพและทันตกรรม [2] ไนตรัสออกไซด์เป็นสารออกซิไดส์ (Oxidizer) สามารถส่งเสริมให้เกิดการติดไฟได้ดี จึงถูกใช้เป็นเชื้อเพลิงในเครื่องยนต์จรวด (Rocket engine) เพื่อช่วยในการสันดาป (Combustion) ให้กับเครื่องยนต์ที่ต้องการกำลังแรงๆ เช่น ที่ใช้ในจรวด รถแข่ง ส่วนในอุตสาหกรรมอาหารไนตรัสออกไซด์ถูกนำมาใช้เป็นสารขับเคลื่อน (Propellant) ในกระป๋องสำหรับฉีดพ่นวิปครีม (Whipped cream) และสเปรย์น้ำมันกันกระหะติด (Cooking oil spray) [7] ไนตรัสออกไซด์อาจพบผสมอยู่ในแก๊สธรรมชาติ (Natural gas) ในปริมาณเล็กน้อย เป็นสารตัวหนึ่งที่จะถูกใช้ตรวจวัดเพื่อตรวจสอบว่าเกิดมีการรั่วของแนวท่อแก๊ส (Natural gas pipeline) หรือไม่ [2] เนื่องจากไนตรัสออกไซด์มีฤทธิ์ต่อระบบประสาท คือทำให้เคลิบเคลิ้มที่ความเข้มข้นต่ำๆ จึงมีผู้นำมาใช้ในการสูดดมเพื่อสันทนาการ (ในทางที่ผิด) ซึ่งจะเรียกแก๊สชนิดนี้กันว่า “แก๊สหัวเราะ”

กลไกการก่อโรค เนื่องจากเป็นแก๊ส จึงรับสัมผัสทางการหายใจเป็นหลัก กลไกการเกิดโรคแบ่งได้ดังนี้ (1.) แบบเฉียบพลัน แก๊สความเข้มข้นสูงๆ จะเข้าแทนที่ออกซิเจนในอากาศ ก่อพิษแบบแก๊สสำคัญ (Simple asphyxiant) ทำให้ร่างกายขาดออกซิเจน (2.) แบบระยะยาว การรับสัมผัสในขนาดต่ำๆ นานๆ จะมีผลต่อระบบเลือด (Hematologic system) และระบบประสาท (Neurologic system) โดยไนตรัสออกไซด์จะยับยั้งการทำงานของวิตามินบี 12 (Cobalamin) ซึ่งเป็นส่วนสำคัญในการสังเคราะห์สาร Methionine และ Tetrahydrofolic ซึ่ง Methionine เป็นสารเคมีสำคัญในการสร้างเยื่อไมอีลิน (Myelin) และ Tetrahydrofolic เป็นสารเคมีสำคัญในการสังเคราะห์ DNA ผู้ที่มีภาวะขาดวิตามินบี 12 หรือขาด Folic acid อยู่เดิม การสัมผัสไนตรัสออกไซด์จะทำให้มีอาการเป็นพิษทางระบบประสาทมากขึ้น

การเตรียมตัวเมื่อเกิดเหตุฉุกเฉิน เนื่องจากไนตรัสออกไซด์ในระดับความเข้มข้นสูงทำให้ขาดออกซิเจนและมีผลต่อระบบประสาททำให้ขาและหมดสติได้ หากเกิดการรั่วไหลต้องใส่หน้ากากป้องกันสารเคมีที่เหมาะสม หากมีความเสี่ยงอันตรายสูง การเข้าไปช่วยเหลือผู้ป่วยต้องใช้ชุดแบบที่มีถังบรรจุอากาศในตัว (Self-contained breathing apparatus; SCBA) บางครั้งในอุตสาหกรรมมีการเก็บไว้ในรูปของเหลวที่อุณหภูมิต่ำ จึงต้องระวังการสัมผัสทางผิวหนังด้วย

อาการทางคลินิก

- **อาการเฉียบพลัน** การสูดดมทำให้เกิดอาการเคลิ้มสุข (Euphoria) ง่วงซึม (Drowsiness) เมื่อสูดดมในความเข้มข้นสูง จะพบอาการพิษจากภาวะขาดออกซิเจน (Asphyxia) คือ ปวดศีรษะ (Headache) วิงเวียน (Dizziness) สับสน (Confusion) หน้ามืด (Syncope) ชัก หัวใจเต้นผิดปกติ หมดสติ และสามารถทำให้ตายได้ [8] มีรายงานว่า การสูดดมแบบสั้นทนากการทำให้เกิดแก๊สรั่วไปที่ใต้ผิวหนัง (Subcutaneous emphysema) และส่วนกลางช่องอก (Pneumomediastinum) [9] ในผู้ป่วยที่ทำการผ่าตัดช่องท้องแล้วใช้แก๊สไนตรัสออกไซด์ใส่ขยายช่องท้องก็มีรายงานว่าเกิดขึ้นได้เช่นกัน [10]
- **อาการระยะยาว** มีผลต่อระบบเลือด อาจเกิดภาวะเลือดจางชนิด Megaloblastic anemia, เกล็ดเลือดต่ำ, เม็ดเลือดขาวต่ำ ผลต่อระบบประสาททำให้มีอาการชาจากภาวะ Peripheral neuropathy, เกิดภาวะ Myelinopathy เหมือนคนขาดวิตามินบี 12 (เนื่องจากผลการยับยั้งการทำงานของวิตามินบี 12) ผลต่อระบบสืบพันธุ์ มีรายงานทางระบาดวิทยาพบว่า คนงานเพศหญิงที่สัมผัสไนตรัสออกไซด์จากงานผู้ช่วยทันตแพทย์จะพบการแท้งได้มาก [11] และตั้งครรภ์ได้ยาก [12]

การตรวจทางห้องปฏิบัติการ การวินิจฉัยภาวะพิษจากแก๊สชนิดนี้ใช้การซักประวัติการสัมผัสและอาการทางคลินิกที่พบเป็นหลัก การตรวจทางห้องปฏิบัติการที่ช่วยในการดูแลรักษาภาวะเฉียบพลัน เช่น การตรวจวัดระดับออกซิเจนจากปลายนิ้ว การตรวจคลื่นไฟฟ้าหัวใจ การตรวจที่ช่วยในการดูแลรักษาภาวะระยะยาว เช่น การตรวจความสมบูรณ์ของเม็ดเลือดและดูรูปร่างเม็ดเลือด (เพื่อดูภาวะโลหิตจางชนิด Megaloblastic anemia, เกล็ดเลือดต่ำ, เม็ดเลือดขาวต่ำ) การตรวจระดับวิตามินบี 12 และ Folic acid (ถ้าต่ำจะทำให้อาการรุนแรง) ตรวจการเคลื่อนของกระแสประสาท (Nerve conduction studies) อาจตรวจภาพรังสีคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า (Magnetic resonance imaging; MRI) ของระบบประสาทเพื่อช่วยวินิจฉัยแยกโรคระบบประสาทชนิดอื่นๆ

การดูแลรักษา

- **การปฐมพยาบาล** ในกรณีพบผู้ป่วยที่จุดเกิดเหตุ ให้นำผู้ป่วยออกมาให้เร็วที่สุด โดยผู้ช่วยเหลือต้องใส่ชุดป้องกันที่เหมาะสมก่อนให้ความช่วยเหลือ ประเมินสัญญาณชีพ ช่วยหายใจถ้าไม่หายใจ ใส่ท่อช่วยหายใจหากจำเป็น ให้ออกซิเจนรับส่งพบแพทย์โดยเร็ว
- **การรักษา** ในภาวะฉุกเฉินที่เกิดอาการจากการขาดออกซิเจน ให้ประเมินสัญญาณชีพและความรู้สติผู้ป่วย ช่วยหายใจ ให้ออกซิเจน รักษาอาการชัก โคม่า และหัวใจเต้นผิดจังหวะหากมีเกิดขึ้น การรักษาในกรณีอาการระยะยาว ให้ผู้ป่วยหยุดสัมผัสแก๊สไนตรัสออกไซด์ อาการมักจะหายได้เองใน 2 – 3 เดือน ควรให้วิตามินบี 12 และ Folic acid เสริม โดยเฉพาะในรายที่มีภาวะขาดวิตามินสองชนิดนี้ [7] ไม่มีวิธีการขับพิษ (Enhance elimination) ที่มีประสิทธิภาพในการรักษาภาวะพิษจากแก๊สชนิดนี้ [7]

การป้องกันและเฝ้าระวัง การป้องกันในโรงงานอุตสาหกรรมเน้นการป้องกันการรั่วไหล โดยแหล่งที่มีแก๊สไนตรัสออกไซด์ควรมีการทำงานเป็นระบบปิด มีการระบายอากาศที่ดี ให้คนทำงานสวมใส่อุปกรณ์ป้องกันส่วนบุคคลที่เหมาะสม และมีระบบการจัดเก็บที่ดี การใช้ในทางการแพทย์ควรใช้เท่าที่มีความจำเป็น ในห้องผ่าตัดต้องมีระบบดูดกลับแก๊สดมยา (Scavenger system) ที่มีประสิทธิภาพ รวมถึงมีระบบการขนส่งและจัดเก็บแก๊สที่ดีด้วย ควรทำการตรวจวัดระดับแก๊สชนิดนี้ในสิ่งแวดล้อมการทำงาน (เช่น ในห้องผ่าตัด) อยู่เป็นระยะ และควบคุมไม่ให้เกินค่ามาตรฐาน สำหรับการเฝ้าระวังสุขภาพ ควรซักถามอาการผิดปกติจากคนทำงานที่สัมผัส เช่น การได้กลิ่นผิดปกติ อาการเคลิ้มสุข (ซึ่งบางครั้งหากสัมผัสในปริมาณไม่สูงมากก็อาจรู้สึกได้ยาก) ตรวจร่างกายระบบประสาทเพื่อดูอาการชา (ถ้ามีอาการชา) สอบถามเกี่ยวกับปัญหาการมีบุตรในคนทำงานเพศหญิง (ถ้ามีประวัติเคยมีแก๊สรั่วไหลหรือตรวจวัดค่าในสถานที่ทำงานสูงเกินค่ามาตรฐาน) ทำการตรวจความสมบูรณ์ของเม็ดเลือดและดูรูปร่างเม็ดเลือด (เพื่อค้นหาภาวะโลหิตจางชนิด Megaloblastic anemia, เกล็ดเลือดต่ำ, เม็ดเลือดขาวต่ำ)

เอกสารอ้างอิง

1. International Programme on Chemical Safety. International Chemical Safety Cards (ICSCs). Geneva: International Labour Office; 1998.
2. National Center for Biotechnology Information, U.S. National Library of Medicine: Pubchem – Open chemistry database. Nitrous oxide (Pubchem CID: 948) [Internet]. 2004 [cited 2018 Aug 13]; Available from: https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/compound/nitrous_oxide.
3. American Conference of Governmental Industrial Hygienists (ACGIH). TLVs and BEIs. Cincinnati: ACGIH; 2012.
4. National Institute for Occupational Safety and Health (NIOSH). NIOSH Pocket guide to chemical hazards (NIOSH Publication No. 2005-149). 3rd printing. Cincinnati: NIOSH; 2007.
5. ประกาศกรมสวัสดิการและคุ้มครองแรงงาน เรื่อง ขีดจำกัดความเข้มข้นของสารเคมีอันตราย. ราชกิจจานุเบกษา เล่ม 134 ตอนพิเศษ 198 ง. (ลงวันที่ 28 มิถุนายน 2560).
6. International Agency for Research on Cancer (IARC). IARC Monographs on the evaluation of carcinogenic risks to humans – List of classifications volume 1 – 122 [Internet]. 2018 [cited 2018 Aug 13]. Available from: <https://monographs.iarc.fr/list-of-classifications-volumes/>.
7. Olson KR, Anderson IB, Benowitz NL, Blanc PD, Clark RF, Kearney TE, et. al., editors. Poisoning & drug overdose. 6th ed. New York: McGraw-Hill; 2012.
8. Winek CL, Wahba WW, Rozin L. Accidental death by nitrous oxide inhalation. Forensic Sci Int 1995;73(2): 139-41.
9. Jeddy H, Rashid F, Bhutta H, Lorenzi B, Charalabopoulos A. Pneumomediastinum secondary to barotrauma after recreational nitrous oxide inhalation. Case Rep Gastrointest Med 2016;2016:4318015.
10. Kalhan SB, Reaney JA, Collins RL. Pneumomediastinum and subcutaneous emphysema during laparoscopy. Cleve Clin J Med 1990;57(7):639-42.
11. Rowland AS, Baird DD, Shore DL, Weinberg CR, Savitz DA, Wilcox AJ. Nitrous oxide and spontaneous abortion in female dental assistants. Am J Epidemiol 1995;141(6):531-8.
12. Rowland AS, Baird DD, Weinberg CR, Shore DL, Shy CM, Wilcox AJ. Reduced fertility among women employed as dental assistants exposed to high levels of nitrous oxide. N Engl J Med 1992;327(14): 993-7.