

Gases and Other Airborne Toxicants

1. GENERAL OR UNKNOWN CHEMICAL และการรักษา

2. SIMPLE ASPHYXIANTS และการรักษา

: Acetylene, Carbon dioxide, Ethane, Ethylene, Methane, Nitrogen, Nitrous oxide, Propane, Propylene, และ Noble gases

3. TOXIC ASPHYXIANTS และการรักษา

: Carbon monoxide, Hydrogen cyanide, Hydrogen sulfide

4. IRRITANT AIRBORNE TOXICANTS และการรักษา

a. WATER-SOLUBLE AIRBORNE TOXICANT

: Ammonia, Bromine, Chlorine, Chlorine dioxide, Dibromine, Ethylene oxide, Formaldehyde, Hydrogen chloride, Hydrogen fluoride, Methyl isocyanate, Sulfur dioxide

b. WATER-INSOLUBLE AIRBORNE TOXICANT

: Nitrogen dioxide, Ozone, Phosgene

5. OTHER AIRBORNE RESPIRATORY TOXICANTS และการรักษา

: Arsine, Phosphene, Methyl bromide

GENERALOR UNKNOWN CHEMICAL

Clinical effects

การประเมินโดยทั่วไป

- ควรระมัดระวังกับ ประวัติทางการแพทย์ และการตรวจร่างกาย เพื่อมองหาความผิดปกติทั้งหลาย
- การสัมผัสสารเคมีที่มีกลิ่นรุนแรง บ่อยครั้งทำให้เกิดอาการที่ไม่จำเพาะ(nonspecific symptoms) เช่น ปวดศีรษะ(headache), วิงเวียน(dizziness), อ่อนแรง(weakness), และคลื่นไส้(nausea)

การระคายเคือง

- สารเคมีหลายชนิด เป็นสาเหตุการระคายเคืองที่ ตา ผิวหนัง ทางเดินหายใจ
- ในรายที่มีการระคายเคืองทางเดินหายใจรุนแรง สามารถกลายเป็น ARDS/acute lung injury ซึ่งบางรายอาจจะเกิดขึ้นช้าถึง 24-72 ชม.

ภาวะภูมิไวเกิน(Hypersensitivity)

- ในรายที่สัมผัสสารเคมีเป็นเวลานาน มีสารบางตัวสามารถทำให้เกิด allergic hypersensitivity dermatitis หรือ asthma มีการหืดของหลอดลม และ wheezing

Laboratory:

- สารบางตัวทำให้เกิดความผิดปกติของระบบโลหิต, ดับ, และไต
 - การตรวจติดตาม complete blood count, urinalysis, และ liver & kidney function tests เป็นสิ่งที่ควรทำในรายที่มีการสัมผัสอย่างชัดเจน
- ถ้ามีการระคายเคืองทางเดินหายใจ(respiratory tract irritation) หรือการกดการหายใจ(respiratory depression)
 - ควรตรวจติดตาม arterial blood gases, chest x-ray, และ pulmonary function tests

Treatment Overview:

- Decontamination
 - ย้ายผู้ป่วยมารับอากาศบริสุทธิ์
 - ติดตามภาวะrespiratory distress ; ถ้ามีอาการไอ หรือหายใจลำบากเกิดขึ้น ต้องประเมิน respiratory tract irritation, bronchitis, หรือ pneumonitis; ให้ O₂ และอุปกรณ์ช่วยหายใจเมื่อจำเป็น, Inhaled beta2 agonist และ oral/parenteral corticosteroids เมื่อมี bronchospasm

- การระคายเคือง(Irritation)
 - การระคายเคืองทางเดินหายใจ ถ้ารุนแรงสามารถกลายเป็น pulmonary edema ซึ่งบางรายอาจจะเกิดขึ้นช้าถึง 24-72 ชม. หลังสัมผัส
- Acute lung injury
 - ประคับประคอง ventilation และoxygenation ร่วมกับประเมิน arterial blood gas หรือ pulse oximetry monitoring เป็นระยะๆ
 - อาจมีความจำเป็นในการใช้ PEEP และ mechanical ventilation ตั้งแต่เริ่มแรก
- Bronchospasm
 - ถ้ามี bronchospasm และ wheezing เกิดขึ้น พิจารณาให้ยาทางลมหายใจตามอาการ
- เกณฑ์ในการสังเกตการณ์
 - สังเกตผู้ป่วยที่สัมผัสทางลมหายใจอย่างระมัดระวัง สำหรับการพัฒนาอาการ/อาการแสดงของระบบอื่นๆ และมีความจำเป็นในการรักษาตามอาการ
 - ผู้ป่วยที่มีอาการ หลังการสัมผัส ควรได้รับการสังเกตการณ์ที่ถูกควบคุม จนกระทั่งอาการ/อาการแสดงทั้งหลาย ดีขึ้นอย่างเต็มที่

ตารางแสดง คุณสมบัติ ผลกระทบสุขภาพ ของก๊าซพิษแต่ละประเภท													
คุณสมบัติของก๊าซ	ประสาทส่วนกลาง			ไหลเวียนโลหิต			ทางเดินหายใจ		ตา หู คอ จมูก	ระบบอื่นๆ	ลักษณะเฉพาะ	ชนิดก๊าซ	
	ปวดศีรษะ	วิงเวียน, คลื่นไส้, อาเจียน, สับสน	ชัก, ไม่รู้สึกตัว, โคม่า	หัวใจเต้นผิดปกติ	ความดันโลหิตต่ำ	กล้ามเนื้อหัวใจขาดเลือด / ตาย	หัวใจหยุดเต้น	อาการขาดอากาศ : หอบเหนื่อย, แน่นหน้าอก, หายใจเร็ว	อาการระคายเคือง, Mucous membrane / ทางเดินหายใจ : ไอ, หอบหืด, stridor จาม, แสบตา - จมูก - คอ	อาการและการแสดงระบบอื่นๆ			
-	√	√	√	√	√	√	√	-	-	-	-	Acetylene, Carbon dioxide, Ethane, Methane, Nitrogen, Propane, Propylene, Noble gases	Simple Asphyxiants
Sweet odor	√	√	√	√	√	√	√	-	-	-	-	Ethylene, Nitrous oxide	
-	√ (ปวดหัวมาก)	√	√	√ (กล้ามเนื้อหัวใจขาดเลือด, esp. PHx of CAD)	√	√	√	-	-	-	Cherry-red skin (พบน้อยมาก)	Carbon monoxide	Toxic Asphyxiants
Bitter almond odor	√	√ (มีกลิ่น)	√	√	√	√	√ (มักไม่เขียว)	-	-	-	-	Hydrogen cyanide	
กลิ่นไข่ม้วน, 0.02ppm	√	√	√	√	√	√	√	√	-	-	" knock down " (ความเข้มข้นสูง)	Hydrogen sulfide	
กลิ่นฉุนเฉพาะ (Sharp, cloying, repellent/ drying urine)	√	-	-	-	-	-	√	√√√	-	-	-	Ammonia	Toxicants (Water-soluble)
ไอสีแสด, Suffocating odor	√	-	-	-	-	-	√	√√√	-	-	-	Bromine	
ไอสีเขียวเหลือง, Suffocating odor	√	-	-	-	-	-	√	√√√	-	-	-	Chlorine, Chlorine dioxide	

กลิ่นหวาน/ ether-like odor/ Reminiscent of bruised apples	√	-	-	√		√√√	-Spontaneous abortion & ผลกระทบต่อระบบสืบพันธุ์	-	Ethylene oxide	
Pungent, suffocating odor	√	√ CNS depression	-	√		√√√	-Hepatotoxicity, -Membranous nephropathy	Hypersensitivity	Formaldehyde	
Pungent/ irritating odor	√	-	-	√		√√√	-	-	Hydrogen chloride	
Strong, irritating odor	√	-	-	√		√√√	-HypoCa HyperK	อาจเกิด Systemic toxicity	Hydrogen fluoride	
Sharp, unpleasant odor	√	-	-	√		√√√	-อุจจาระ, อาเจียน ร่วมกับ Colicky abdominal pain - RTA และบวม	อ่อนแรง, เป็นลม, ตาย (ภายในไม่กี่ นาที)	Methyl isocyanate	
Strong suffocating odor/ Irritating odor	√	-	-	√		√√√	-สังเกตุ Maternal toxicity และ embryotoxicity	-	Sulfur dioxide	
ก๊าซสีแดง-น้ำตาล, Irritating odor / Pungent or acrid odor/ Sweetish	√ (อาจมี)	-	(หัวใจเต้นเร็ว)	√√	(Severe pulmonary edema & Acute lung injury)	-	-ไข้ และสั่น(อย่างจับปลิ้น) -Methemoglobinemia	Toxic pulmonary edema	Nitrogen dioxide	(Water-insoluble airborne toxicants Irritant Airborne Toxicants
Pungent / Very pungent odor	√ (อาจมี)	-	-	√√		√	-เม็ดเลือดแดงเปลี่ยนรูป และHemolysis ได้	-	Ozone	
Suffocating odor/ new-mown hay or cut green corn(0.5ppm) และ strong, stifling, unpleasant odor(ที่ความเข้มข้นสูง)	√ (อาจมี)	-	-	√√		√	-	-	Phosgene	
Garlic odor	√ (จาก Hemolysis)	-	(Hypotension due to hemolysis)	-		-	-Oliguria - Anuria, -Jaundice, hepatomegaly	Hemolysis & 2 nd renal failure	Arsine	Other Airborne Respiratory Toxicants
Fishy, Garlic odor	√	√	√	√		√	-Jaundice, proteinuria และ acute renal failure -Hypo/ HyperMg & HypoK	Systemic toxicant	Phosphene	
-	√	√	√	√		√	-Albuminuria, hematuria, oliguria, anuria	-	Methyl bromide	

						-การทำงานตับ & ไตผิดปกติ -Leukocytosis -Behavioral disturbances คล้ายกับ psychosis			
--	--	--	--	--	--	---	--	--	--

ตารางแสดง ชนิดสารเคมี และการใช้ประโยชน์ และประเภทกิจการ	
ชนิดสารเคมี	การใช้ประโยชน์ และประเภทกิจการ
Acetylene	— การตัดและเชื่อมด้วยก๊าซ
Carbon dioxide	— การเชื่อม — การทำฟาร์ม (ฟุ้ง, สารที่ทำให้ขาดออกซิเจน, ฯลฯ) — การทำเหมือง — การบำบัดน้ำเสียและสิ่งปฏิกูล — การผจญเพลิง
Ethane	— ใช้ผลิตกลุ่มอนุพันธ์ของคลอรีเนต — ใช้เป็นสารทำความเย็นและก๊าซเชื้อเพลิง
Ethylene	— ใช้ในการเชื่อมออกซีเอทิลีน — ในกระบวนการผลิตสารเคมี — การบ่มผลไม้
Methane	— การทำฟาร์ม (ฟุ้ง, สารที่ทำให้ขาดออกซิเจน, ฯลฯ) — การทำเหมือง — การบำบัดน้ำเสียและสิ่งปฏิกูล
Nitrogen	— ใช้เป็นก๊าซเฉื่อยสำหรับใส่ท่อ/ ทำความสะอาดในอุตสาหกรรมอาหาร เคมีภัณฑ์ และโลหะ — คนงานเหมือง — นักโลหวิทยาและคนงานรักษาความกดอากาศในบ่อน้ำมัน
Nitrous oxide	— เคยใช้เป็นยาสลบตั้งแต่ปี ค.ศ. 1844 — เคยใช้เป็นสารที่ทำให้เกิดฟองในวิปครีม — ใช้เป็นสารออกซิไดซ์ในกระบวนการผลิตสารอินทรีย์ต่างๆ — เป็นส่วนประกอบในเชื้อเพลิงสำหรับจรวด
Propane	— ใช้เป็นเชื้อเพลิง สารทำลาย สารทำความเย็น และสารขับ (propellant)
Propylene	— ใช้เป็นสารตัวกลางในปฏิกิริยาเคมี เช่น โพลีโพรพิลีน และไอโซโพรพานอล
Carbon monoxide	— กรรมวิธีทางความร้อน — การเชื่อม, การเชื่อมเหนื่อเคลือบ, การตัดและเชื่อมด้วยก๊าซ — การตีขึ้นรูป, การเตรียมและเทโลหะ, การทำแกนและแม่พิมพ์ — การทำฟาร์ม (ฟุ้ง, สารที่ทำให้ขาดออกซิเจน, ฯลฯ) — การทำเหมือง, การหลอมทองแดงหรือตะกั่ว — การบำบัดน้ำเสียและสิ่งปฏิกูล — การผจญเพลิง — การเผาโพลีเมอร์ที่เกิดตามธรรมชาติ/ สังกะราหะ

Hydrogen cyanide	<ul style="list-style-type: none"> – ใช้ผลิตสารเคมีต่างๆ และรมควันห้องปิด – กรรมวิธีทางการถ่ายภาพ – การชุบเคลือบโลหะด้วยไฟฟ้า – การผจญเพลิง – การเผาโพลีเมอร์ที่เกิดตามธรรมชาติ/ สังกะราหะ
Hydrogen sulfide	<ul style="list-style-type: none"> – กระบวนการเกี่ยวกับเชื้อและกระดาษ – การกลั่นปิโตรเลียม, การทำเหมือง, การผลิตเหล็ก – การผลิตสิ่งทอ, การฟอกหนัง – การทำฟาร์ม (ฝุ่น, สารที่ทำให้ขาดออกซิเจน, ฯลฯ) – การบำบัดน้ำเสียและสิ่งปฏิกูล
Ammonia	<ul style="list-style-type: none"> – การผลิตปุ๋ย – ก๊าซทำความเย็น – การผลิตพลาสติก วัตถุระเบิด สารป้องกันกำจัดศัตรูพืช สารชักฟอก และสารเคมีอื่น
Bromine	<ul style="list-style-type: none"> – ใช้สำหรับการฟอกขาว การฆ่าเชื้อ การผลิตเอทิลีนไดโบรไมด์และผลิตภัณฑ์เคมีอินทรีย์อื่นๆ (สารดับเพลิง รีเอเจนต์สำหรับการวิเคราะห์ทางห้องปฏิบัติการและทางภาพถ่าย พลาสติกที่มีคุณสมบัติในการหน่วงไฟ สีย้อม และยา)
Chlorine	<ul style="list-style-type: none"> – ใช้ในกระบวนการทำน้ำให้บริสุทธิ์ กระบวนการผลิตกระดาษ และในกระบวนการสังเคราะห์คลอรีนเตตไฮโดรคาร์บอน
Chlorine dioxide	<ul style="list-style-type: none"> – ใช้เป็นสารฟอกสีในกระดาษ แป้งทำอาหาร เซลลูโลส เครื่องหนัง ไขมัน และน้ำมันพืช และยังเป็นน้ำยาฆ่าเชื้อโรคในระบบผลิตน้ำประปา
Ethylene oxide	<ul style="list-style-type: none"> – ฆ่าเชื้ออุปกรณ์ทางการแพทย์และทันตกรรมที่ไวต่อความร้อน
Formaldehyde	<ul style="list-style-type: none"> – ใช้ในกระบวนการผลิตฟอร์มัลดีไฮด์เรซิน ไม้อัด ฉากกั้น กระดาษและโฟมยูเรีย-ฟอร์มัลดีไฮด์ คนงานที่ทำงานเกี่ยวกับการรักษาสภาพศพและคนงานในห้องปฏิบัติการ
Hydrogen chloride	<ul style="list-style-type: none"> – การกลั่นปิโตรเลียม – การชุบเคลือบโลหะด้วยไฟฟ้า, การเชื่อมเนื้อเคลือบ – การทำความสะอาดโลหะด้วยกรดและด่าง – การผจญเพลิง – การผลิตสารกึ่งตัวนำ – การฟอกหนัง, การย้อมสีและจัดแต่งขนสัตว์
Hydrogen fluoride	<ul style="list-style-type: none"> – แกะสลักแก้ว และใช้ควบคุมค่าความเป็นกรดและด่างในการขุดเจาะน้ำมัน – การกลั่นปิโตรเลียม – การชุบเคลือบโลหะด้วยไฟฟ้า

	<ul style="list-style-type: none"> — การทำความสะอาดโลหะด้วยกรดและด่าง — การผลิตสารกึ่งตัวนำ
Methyl isocyanate	<ul style="list-style-type: none"> — ใช้ในกระบวนการผลิตของสารกำจัดแมลง สารกำจัดวัชพืช โพลียูรีเทนและพลาสติกอื่นๆ
Sulfur dioxide	<ul style="list-style-type: none"> — ใช้สำหรับฟอกขาว ฟอกหนัง ฆ่าเชื้อ — ถนอมรักษาคุณภาพผลไม้และอาหารอื่นๆ — ผลิตโมลาส ไวน์ และเบียร์ — ผลิตแบตเตอรี่ลิเทียมและกระจก บำบัดน้ำเสีย กลั่นแยกน้ำมันและโลหะ
Nitrogen dioxide	<ul style="list-style-type: none"> — การเชื่อมออกซิอะเซทิลิน — หลังการระเบิดทำเหมืองใต้ดิน — ไซโลที่เพิ่งบรรจุพืชผลการเกษตรจนเต็ม — การผลิตกรดไนตริก สารประกอบของเซลลูโลสที่ถูกออกซิไดซ์ แล็กเกอร์และสีย้อม ตัวขับเคลื่อนจรวด ปุ๋ย การทำความสะอาดโลหะ การฟอกเรยอนและอาหาร การผจญเพลิง
Ozone	<ul style="list-style-type: none"> — คลื่นจากการเชื่อมแบบอาร์คโลหะปกคลุมและแบบอาร์คทั้งสแตนเลสปกคลุมทำให้เกิดโอโซนที่มีความเข้มข้นสูงที่สุด โดยเฉพาะเมื่อใช้อะลูมิเนียมเป็นโลหะพื้นฐาน — มีการใช้ในโรงผลิตน้ำ และในโรงงานผลิตเยื่อกระดาษและกระดาษ
Phosgene	<ul style="list-style-type: none"> — สารตัวกลางในการสังเคราะห์สารเคมีอินทรีย์หลายชนิด — การกลั่นปิโตรเลียม — การเชื่อม — การผจญเพลิง — การเผาโพลีเมอร์สังเคราะห์
Arsine	<ul style="list-style-type: none"> — การชุบเคลือบโลหะด้วยไฟฟ้า — การผลิตแบตเตอรี่ — การผลิตสารกึ่งตัวนำ
Phosphene	—
Methyl bromide	<ul style="list-style-type: none"> — ใช้เป็นสารรมควัน (fumigant) และใช้ในกระบวนการสังเคราะห์สารอินทรีย์ต่างๆ — การทำฟาร์ม (สารกำจัดศัตรูพืชและสารเคมีแต่งอาหาร)

Simple Asphyxiants

: Acetylene, Carbon dioxide, Ethane, Ethylene, Methane, Nitrogen, Nitrous oxide, Propane, Propylene, และ Noble gases)

Metabolism & Mechanism of Action : การแทนที่ออกซิเจน ทำให้เกิดการขาด O₂(hypoxia) มีผลต่อระบบประสาทส่วนกลาง และระบบไหลเวียนโลหิต

Acute Effects

ระบบประสาทส่วนกลาง

- ปวดศีรษะ(Headache)
- คลื่นไส้(Nausea)
- สับสน(Confusion)
- ไม่รู้สติ(Loss of consciousness)
- โคมา(Coma)
- สมองบาดเจ็บจากการขาดอากาศ(Anoxic brain injury)

ระบบไหลเวียนโลหิต

- หัวใจเต้นเร็ว(Tachycardia), เต้นผิดจังหวะ(atrial / ventricular dysrhythmias)
- ความดันต่ำ(Hypotension)
- กล้ามเนื้อหัวใจขาดเลือด และตาย (myocardial ischemia และmyocardial infarction)
- หัวใจหยุดเต้น(Cardiac arrest)

ระบบทางเดินหายใจ

- อาการขาดอากาศ : หายใจเร็ว(tachypnea), air hunger, เขียว(cyanosis)

Laboratory:

- Arterial blood gas(ประเมินระดับ hypoxemia); การลดลงของ O₂ ในเลือด, Lactic acidosis

Treatment Overview: Supportive and Nonspecific, O₂ supplyment

- ให้ 100% oxygen
- มีภาวะขาดออกซิเจน(hypoxia) รุนแรง และยาวนาน
 - พิจารณาอย่างระมัดระวังในผลที่ตามมาทางระบบประสาท (neurologic sequelae) และให้การรักษาแบบประคับประคอง

- มีภาวะ Acute lung injury
 - รักษาระดับ ventilation และ oxygenation ไว้
 - ประเมินติดตาม arterial blood gas และ pulse oximetry เป็นระยะ
 - อาจมีความจำเป็นในการใช้ PEEP และ mechanical ventilation ตั้งแต่เริ่มแรก
- หากมีการชัก (Seizures)
 - ให้ benzodiazepine IV ใต้แก้ม
 - Diazepam ; ในผู้ใหญ่ : 5 to 10 mg ซ้ำได้ทุก 10 to 15 นาที และในเด็ก : 0.2 - 0.5 mg/kg ซ้ำได้ทุก 5 นาที
 - หรือ Lorazepam ; ในผู้ใหญ่ : 2 to 4 mg และในเด็ก : 0.05 - 0.1 mg/kg
 - พิจารณาให้ Phenobarbital หรือ propofol ถ้ามีการชักเกิดขึ้น หลังได้ diazepam 30 mg (ในผู้ใหญ่) หรือ 10 mg (ในเด็ก > 5 ปี)
 - ติดตามภาวะ hypotension, dysrhythmias, respiratory depression, และความจำเป็นในการใส่ท่อช่วยหายใจ (endotracheal intubation)
 - ประเมินภาวะ hypoglycemia, electrolyte disturbances, และ hypoxia
- มีภาวะ Rhabdomyolysis
 - ให้ 0.9% saline เพื่อรักษาระดับ urine output (2 to 3 mL/kg/hr)
 - ควบคุมน้ำเข้า-น้ำออก, ติดตาม serum electrolytes, CK, และ renal function
 - Diuretics อาจมีความจำเป็นในการรักษาระดับ urine output
 - ไม่มีข้อแนะนำในการทำ Urinary alkalization

Toxic Asphyxiants

: Carbon monoxide, Hydrogen cyanide, Hydrogen sulfide

: Carbon monoxide

คุณสมบัติ : ไม่มีสี, ไม่มีกลิ่น

Metabolism & Mechanism of Action : COHb, อวัยวะเป้าหมายคือ ระบบประสาทส่วนกลาง และระบบไหลเวียนโลหิต

- ปวดศีรษะ(Headache) : พบบ่อยที่สุด
- คลื่นไส้(Nausea)
- สับสน(Confusion)
- หัวใจเต้นผิดจังหวะ
- หัวใจขาดเลือด(Cardiac ischemia) : ในรายที่มีประวัติเป็น Coronary heart disease
- โคมา(Coma)
- สมอขาดเจ็บจากการขาดอากาศ(Anoxic brain injury)
- (Cherry-red skin พบได้น้อยมากๆ)

Laboratory:

CO-Hb level ครั้งแรกที่พบ และซ้ำได้ทุกๆ 2-4 ชม. จนผู้ป่วยไม่มีอาการ และระดับอยู่ในเกณฑ์ที่กำหนด (อาจใช้ CO-oximeter blood gas ได้)

- ผู้ที่สูบบุหรี่มัก $\leq 10\%$
- $> 30\%$ อาการระดับปานกลาง-มาก
- $\geq 50\%$ สัมพันธ์กับตายจาก Carbon monoxide

(Routine blood gas analysis, pulse oximetry ไม่สามารถเชื่อถือได้)

ผู้ป่วยมีอาการที่ $> 20\%$ EKG, Electrolyte, CPK UA, ABG (Pulse oximetry ไม่สามารถเชื่อถือได้)

Biochemical monitoring(e.g.serial troponin assays) : severe CO intoxication

Treatment Overview:

100%O₂ (ลดค่าครึ่งชีวิตจาก 5-6 ชม. เหลือ 60-90 นาที), Hyperbaric chamber สำหรับ severe CO intoxication

- Decontamination
 - ย้ายผู้ป่วยมารับอากาศบริสุทธิ์

- ติดตามภาวะ respiratory distress ; ถ้ามีอาการ ไอ หรือหายใจลำบากเกิดขึ้น ต้องประเมิน respiratory tract irritation, bronchitis, หรือ pneumonitis; ให้ O₂ และอุปกรณ์ช่วยหายใจเมื่อจำเป็น, Inhaled beta2 agonist และ oral/parenteral corticosteroids เมื่อมี bronchospasm
- ให้ 100% Oxygen โดยใช้ tight-fitting face mask
- COHb level ตราบเท่าที่ยังได้ 100% Oxygen (ซึ่งไม่สอดคล้องกับความรุนแรงของพิษ)
- Hyperbaric oxygen ในรายที่พิษรุนแรง(coma, seizures, other neurologic abnormalities, myocardial ischemia) โดยให้เร็วที่สุดเท่าที่จะทำได้(6-8ชม.)
- หากมีการชัก(Seizures)
 - ให้ benzodiazepine IV ได้แก่
 - Diazepam ; ในผู้ใหญ่ : 5 to 10 mg ซ้ำได้ทุก 10 to 15 นาที และในเด็ก : 0.2 - 0.5 mg/kg ซ้ำได้ทุก 5 นาที
 - หรือ Lorazepam ; ในผู้ใหญ่ : 2 to 4 mg และในเด็ก : 0.05 - 0.1 mg/kg
 - พิจารณาให้ Phenobarbital หรือ propofol ถ้ามีการชักเกิดขึ้น หลังได้ diazepam 30 mg (ในผู้ใหญ่) หรือ 10 mg (ในเด็ก > 5 ปี)
 - ติดตามภาวะ hypotension, dysrhythmias, respiratory depression, และความจำเป็นในการใส่ท่อช่วยหายใจ (endotracheal intubation)
 - ประเมินภาวะ hypoglycemia, electrolyte disturbances, และ hypoxia
- EKG เพื่อดู myocardial damage ในผู้ป่วยไม่รู้สติ, แน่นหน้าอก หรืออาการอื่นๆที่เด่นชัด, หรือ COHb level > 20%
- ผู้ป่วยที่มีอาการแสดง increased intracranial pressure ควรให้ Hyperventilation ด้วย 100% O₂ ทาง ET tube เพื่อรักษาระดับ arterial pCO₂ level ที่ 25-30 mmHg, สารน้ำทางเส้นเลือด ควรจำกัดที่ 2/3 – 3/4 ของ maintenance, Osmotic diuretics (เช่น mannitol) หรือวิธีอื่นๆ เพื่อลดความดันในสมองอาจถูกนำมาใช้ แต่ไม่เกี่ยวข้องกับผลที่ได้
- เกณฑ์ในการรับเข้าเป็นผู้ป่วยใน
 - อาการและอาการแสดงทางระบบประสาท, คลื่นไฟฟ้าหัวใจผิดปกติ และภาวะ metabolic acidosis

: Hydrogen cyanide

คุณสมบัติ : ไม่มีสี, กลิ่น Bitter almond

Metabolism & Mechanism of Action : ดูดซึมผ่านทางหายใจ และการสัมผัสทางผิวหนัง, จับกับ ferrous iron ใน cytochrome oxidase ใน mitochondrial respiration chain

- หอบเหนื่อย(Dyspnea)
- ปวดศีรษะ(Headache)
- Gastrointestinal distress
- วิงเวียน(Dezziness)
- ไม่รู้สติ(Loss of consciousness)
- ชัก(Seizure)
- สมองบาดเจ็บจากการขาดอากาศ(Anoxic brain injury)

Laboratory:

- Hb, Arterial blood gases, Venous pO₂ หรือ Venous percent oxygen saturation, Electrolytes, Serum lactate และ whole-blood cyanide levels และ Thiocyanate level ไม่สามารถบอกระดับการสัมผัสฯ ได้อย่างแม่นยำ [Blood cyanide level ไม่สามารถใช้ในการรักษาได้ทันที (0.5-1.0 ug/dl; หน้าแดง หัวใจเต้นเร็ว, 1.0-2.5 ug/dl; ความรู้สติเปลี่ยน, >2.5 ug/dl; กดการหายใจ โคม่า ตาย)
- Arterial blood gases, Chest x-ray, และ Pulmonary function tests เมื่อมีการระคายเคือง และ กดการหายใจ
- MRI ช่วยในการระบุตำแหน่ง และขนาด brain injury ในผู้ป่วย cyanide-induced parkinsonian syndrome

Treatment Overview:

- Decontamination
 - ย้ายผู้ป่วยมารับอากาศบริสุทธิ์
 - ติดตามภาวะ respiratory distress ; ถ้ามีอาการ ไอ หรือหายใจลำบากเกิดขึ้น ต้องประเมิน respiratory tract irritation, bronchitis, หรือ pneumonitis; ให้ O₂ และอุปกรณ์ช่วยหายใจ เมื่อจำเป็น, Inhaled beta2 agonist และ oral/parenteral corticosteroids เมื่อมี bronchospasm
- ให้ 100% O₂ และให้ IV. ด้วยเข็มที่มีรูใหญ่
- Antidote ได้แก่ hydroxocobalamin หรือ sodium nitrite/sodium thiosulfate kit ควรให้ในรายที่มีอาการจากพิษ

- Hydroxocobalamin ในผู้ใหญ่ 5 g (two 2.5 g vials each reconstituted with 100 mL sterile 0.9% saline)iv มากกว่า 15 นาที, สำหรับพิษที่รุนแรง dose ที่ 2 อาจให้ มากกว่า 15 นาที ถึง 2 ชม. ขึ้นกับสถานะของผู้ป่วย/ ในเด็ก 70 mg/kg
- ให้Antidote ในผู้ที่มีอาการ ได้แก่ Amyl nitrite ampule, Sodium nitrite, Sodium thiosulfate
- Sodium bicarbonate ให้ในผู้ป่วยที่มีภาวะ acidotic (1 mEq/kg IV)
- หากมีการชัก(Seizures)
 - ให้ benzodiazepine IV ได้แก่
 - Diazepam ; ในผู้ใหญ่ : 5 to 10 mg ซ้ำได้ทุก 10 to 15 นาที และในเด็ก : 0.2 - 0.5 mg/kg ซ้ำได้ทุก 5 นาที
 - หรือ Lorazepam ; ในผู้ใหญ่ : 2 to 4 mg และในเด็ก : 0.05 - 0.1 mg/kg
 - พิจารณาให้ Phenobarbital หรือ propofol ถ้ามีการชักเกิดขึ้น หลังได้ diazepam 30 mg (ในผู้ใหญ่) หรือ10 mg (ในเด็ก > 5 ปี)
 - ติดตามภาวะ hypotension, dysrhythmias, respiratory depression, และความจำเป็นในการใส่ท่อช่วยหายใจ (endotracheal intubation)
 - ประเมินภาวะ hypoglycemia, electrolyte disturbances, และ hypoxia
- Methemoglobinemia
 - พบน้อยมาก, หลังได้รับการรักษาด้วย Sodium nitrite
 - ทำการรักษาได้ด้วย emergency exchange transfusion (ไม่ควรใช้ Methylene blueในการรักษา)
 - Hyperbaric oxygen therapy ใช้ระหว่างรอทำ exchange transfusion
 - Methylene blue จะได้ประโยชน์ที่สุด เมื่ออยู่ใน intensive-care monitoring และเสริม Antidote doses โดยให้ 1% methylene blue IV(ซ้ำๆ)1 to 2 mg/kg ในผู้ที่มีอาการ และอาจมีความจำเป็นที่ต้องได้รับเพิ่ม
- Hyperbaric Oxygen
 - อาจมีความจำเป็นใน ผู้ป่วยที่รุนแรง ไม่ตอบสนองต่อการรักษาประคับประคอง และ antidote
- Acute lung injury
 - รักษาระดับ ventilation และoxygenation ไว้ ร่วมกับประเมิน arterial blood gas หรือ pulse oximetry เป็นระยะๆ monitoring
 - อาจมีความจำเป็นในการใช้ PEEP และ mechanical ventilation ตั้งแต่เริ่มแรก

- Hypotension ให้ isotonic fluid 10 to 20 mL/kg. ถ้ายังคงมีความดันโลหิตต่ำ ให้ dopamine (5 to 20 mcg/kg/min) หรือ norepinephrine (ผู้ใหญ่ เริ่มให้ที่ 0.5 to 1 mcg/min; ในเด็กเริ่มให้ที่ 0.1 mcg/kg/min); และปรับเพิ่มขึ้นจนตอบสนอง
- Alternative antidotes เช่น Kelocyanor(R)(dicobalt-EDTA) และ 4-DMAP(4-dimethylaminophenol)

: Hydrogen sulfide

คุณสมบัติ : กลิ่นคล้ายไข่เน่า (0.02ppm) ในความเข้มข้นที่สูงจะไม่ได้กลิ่นจาก olfactory fatigue

Metabolism & Mechanism of Action : ยับยั้งการใช้ O₂ จาก cytochrome oxidase pathway และมีคุณสมบัติทำให้เกิดการระคายเคือง

- ระคายเคืองเยื่อ และทางเดินหายใจ (Mucous membrane and respiratory irritation)
- ปวดศีรษะ, วิงเวียน, กลิ่นในลำคอ
- หัวใจเต้นผิดปกติ (Bradycardia, Tachycardia)
- ไม่รู้สติ (Loss of consciousness)
- สมองบาดเจ็บจากการขาดอากาศ (Anoxic brain injury)
- ลักษณะการตายอย่างรวดเร็ว ("knock down" respiratory depression, tremors, blurred vision, cyanosis, seizures and tachycardia)

Laboratory:

- Blood sulfide level มักไม่ค่อยมีประโยชน์ทางการแพทย์
- ในผู้ป่วยที่มีอาการ/อาการแสดงทางเดินหายใจ; ให้ติดตาม Vital signs, pulse oximetry และ/หรือ arterial blood gases และ CXR
- ติดตาม methemoglobin level ถ้าได้รับ nitrite antidotes

Treatment Overview: Sodium nitrite และ Amyl nitrite (Antidote)

- ย้ายผู้ป่วยมารับอากาศบริสุทธิ์ และให้ 100% Oxygen
- หากมีการชัก (Seizures)
 - ให้ benzodiazepine IV ได้แก่
 - Diazepam ; ในผู้ใหญ่ : 5 to 10 mg ซ้ำได้ทุก 10 to 15 นาที และในเด็ก : 0.2 - 0.5 mg/kg ซ้ำได้ทุก 5 นาที
 - หรือ Lorazepam ; ในผู้ใหญ่ : 2 to 4 mg และในเด็ก : 0.05 - 0.1 mg/kg
 - พิจารณาให้ Phenobarbital หรือ propofol ถ้ามีการชักเกิดขึ้น หลังได้ diazepam 30 mg (ในผู้ใหญ่) หรือ 10 mg (ในเด็ก > 5 ปี)

- ติดตามภาวะ hypotension, dysrhythmias, respiratory depression, และความจำเป็นในการใส่ท่อช่วยหายใจ (endotracheal intubation)
 - ประเมินภาวะ hypoglycemia, electrolyte disturbances, และ hypoxia
- Hypotension ให้ isotonic fluid 10 to 20 mL/kg. ถ้ายังคงมีความดันโลหิตต่ำ ให้ dopamine (5 to 20 mcg/kg/min) หรือ norepinephrine (ผู้ใหญ่ เริ่มให้ที่ 0.5 to 1 mcg/min; ในเด็กเริ่มให้ที่ 0.1 mcg/kg/min); และปรับเพิ่มขึ้นจนตอบสนอง
- Nitrite Therapy – Amyl nitrite ทางการหายใจ, หรือ Sodium nitrite ทาง IV มีประโยชน์ในการฟอร์ม sulfmethemoglobin พิจารณาให้ในรายอาการรุนแรง ทันทีที่สัมผัส
- Acute lung injury
 - รักษาระดับ ventilation และ oxygenation ไว้ ร่วมกับประเมิน arterial blood gas หรือ pulse oximetry เป็นระยะๆ monitoring
 - อาจมีความจำเป็นในการใช้ PEEP และ mechanical ventilation ตั้งแต่เริ่มแรก

Irritant Airborne Toxicants

: Ammonia, Bromine, Chlorine, Chlorine dioxide, Dibroane, Ethylene oxide, Formaldehyde, Hydrogen chloride, Hydrogen fluoride, Methyl isocyanate, Nitrogen dioxide, Ozone, Phosgene, Sulfur dioxide

Acute Effects

- ระคายเคืองเยื่อเมือก (Mucous membrane irritation)
- Cough
- Stridor
- Dyspnea
- Noncardiogenic pulmonary edema

Water-soluble airborne toxicants

: Ammonia, Bromine, Chlorine, Chlorine dioxide, Dibroane, Ethylene oxide, Formaldehyde, Hydrogen chloride, Hydrogen fluoride, Methyl isocyanate, Sulfur dioxide

- เกิดการระคายเคืองต่างๆอย่างฉับพลันหลังสัมผัส ได้แก่ ตา จมูก ปาก และลำคอ ทำให้เกิด น้ำตาไหล น้ำมูกไหล ไหม้ในปากและลำคอ
- ได้แก่ Chlorine gas, Ammonia, Sulfur dioxide, Acid aerosol (Hydrochloric, Sulfuric, Chromic, & Hydrofluoric acid)
- Low – moderate exposure
 - ระคายเคืองเยื่อเมือก ทำให้น้ำตาไหล, น้ำมูกไหล, และไหม้ที่ปาก & ใบหน้า (เป็นสิ่งสำคัญที่เตือนให้ผู้ประสบหลีกเลี่ยงได้)
- Higher exposure
 - ไอ, ระคายเคืองทางเดินหายใจ (respiratory irritation), และสามารถทำให้เกิด laryngospasm & lower respiratory tract injury (pulmonary edema, Acute respiratory distress syndrome; ARDS)
 - ซึ่ง lower respiratory tract injury จะขึ้นเกิดขึ้นทีในชั่วโมง หลังสัมผัส

Water-insoluble airborne toxicants

: Nitrogen dioxide, Ozone, Phosgene

- โดยทั่วไปไม่ทำให้เกิดอาการที่เยื่อเมือก(mucous membrane) และทางเดินหายใจส่วนบน (มีคุณสมบัติในการเตือนไม่ดี)
- แต่เป็นสาเหตุของ lower respiratory tract injury รวมถึง non-cardiogenic pulmonary edema และ bronchiolitis obliterans
- อาการอาจเกิดขึ้นช้าเป็นหลายชั่วโมง ตามหลังการสัมผัส

Water-soluble airborne toxicants

: Ammonia, Bromine, Chlorine, Chlorine dioxide, Dibromane, Ethylene oxide, Formaldehyde, Hydrogen chloride, Hydrogen fluoride, Methyl isocyanate, Sulfur dioxide

: Ammonia

คุณสมบัติ : ไม่มีสี, กลิ่นฉุนเฉพาะ (Sharp, cloying, repellent or Pungent, suffocating odor or Very pungent odor, characteristic of drying urine)

Metabolism & Mechanism of Action : เป็น highly water-soluble alkaline gas ทำให้เกิดการระคายเคืองทางเดินหายใจส่วนบนอย่างรุนแรง, ความรุนแรงการบาดเจ็บขึ้นกับ ความเข้มข้น และระยะเวลาในการสัมผัส

- ระคายเคืองเยื่อเมือก
- ไอ, ไอเป็นเลือด, อักเสบของกล่องเสียง
- หลอดลมหดตัว, มีการอุดตันระบบการหายใจส่วนต้น, pulmonary edema

Laboratory:

- Ammonia blood levels ไม่มีประโยชน์ในการระบุการสัมผัส
- Chest X ray ไม่พบความผิดปกติในระยะเฉียบพลัน, ซึ่งอาจใช้เวลา 48 ชม.หลังสัมผัสและเริ่มมีอาการจึงตรวจพบความผิดปกติได้
- Lung function test (ในอาการเรื้อรัง)
- CBC (30% of bovine lymphocytes ตายจาก ammonia ระหว่างการบ่ม 72 ชม.)

Treatment Overview:

- Decontamination
 - ย้ายผู้ป่วยมารับอากาศบริสุทธิ์
 - ติดตามภาวะ respiratory distress ; ถ้ามีอาการไอ หรือหายใจลำบากเกิดขึ้น ต้องประเมิน respiratory tract irritation, bronchitis, หรือ pneumonitis; ให้ O₂ และอุปกรณ์ช่วยหายใจเมื่อจำเป็น, Inhaled beta2 agonist และ oral/parenteral corticosteroids เมื่อมี bronchospasm
- Acute lung injury
 - รักษาระดับ ventilation และ oxygenation ไว้ ร่วมกับประเมิน arterial blood gas หรือ pulse oximetry เป็นระยะๆ monitoring
 - อาจมีความจำเป็นในการใช้ PEEP และ mechanical ventilation ตั้งแต่เริ่มแรก

: Bromine

คุณสมบัติ : ระเหยเป็นไอสีแดง, กลิ่น Suffocating odor

- ระคายเคืองทางเดินหายใจ และเยื่อต่างๆ
- ไอ
- หลอดลมหดตัว
- บวมของทางเดินหายใจส่วนบน
- delayed pulmonary edema
- (มีรายงานการพบอาการ ปวดศีรษะ และวิงเวียน)

Laboratory: -

Treatment Overview:

- ติดตามภาวะ respiratory distress
 - ถ้ามีอาการไอ หรือหายใจลำบากเกิดขึ้น ต้องประเมิน respiratory tract irritation, bronchitis, หรือ pneumonitis; ให้ O₂ และอุปกรณ์ช่วยหายใจเมื่อจำเป็น, Inhaled beta2 agonist และ oral/parenteral corticosteroids เมื่อมี bronchospasm
- Acute lung injury
 - รักษาระดับ ventilation และ oxygenation ไว้ ร่วมกับประเมิน arterial blood gas หรือ pulse oximetry เป็นระยะๆ monitoring
 - อาจมีความจำเป็นในการใช้ PEEP และ mechanical ventilation ตั้งแต่เริ่มแรก
- ติดตาม arterial blood gases, chest x-ray, and pulmonary function tests ถ้ามีระคายเคืองทางเดินหายใจ หรือกอดการหายใจ(respiratory depression)

: Chlorine และ Chlorine dioxide

คุณสมบัติ : ก๊าซสีเขียวเหลือง, Suffocating odor

- ระคายเคืองเยื่อ
- คลื่นไส้, ปวดศีรษะ, วิงเวียน, เป็นลม, กล้ามเนื้ออ่อนแรง
- Epigastric pain, รู้สึกอึดอัด, ร้อนในหน้าอก
- หลอดลมหดตัว, กดระบบการหายใจ, มีการอุดกั้นระบบการหายใจส่วนต้น, ปอดบวมน้ำ
- ภาวะล้มเหลวระบบไหลเวียนโลหิต(จากการขาดO₂)

Laboratory:

- ความเข้มข้น Chlorine ในเลือดไม่มีประโยชน์ทางการแพทย์
- No specific lab work (CBC, electrolytes, urinalysis) มีความจำเป็นถ้าไม่มีข้อบ่งชี้อื่น
- ตรวจติดตาม pulse oximetry, arterial blood gases, chest radiograph, และ pulmonary function tests ในผู้ป่วยที่มี persistent respiratory symptoms

Treatment Overview:

- ย้ายออกมารับอากาศบริสุทธิ์, ติดตามภาวะrespiratory distress
 - ถ้ามีอาการไอ หรือหายใจลำบากเกิดขึ้น ต้องประเมิน respiratory tract irritation, bronchitis, หรือ pneumonitis; ให้ O₂ และอุปกรณ์ช่วยหายใจเมื่อจำเป็น, Inhaled beta2 agonist และ oral/parenteral corticosteroids เมื่อมี bronchospasm
- ให้ humidified O₂ ถ้ามีอาการทางเดินหายใจ, พ่นยาด้วย 5% Sodium bicarbonate มีรายงานผลที่ดีขึ้นอย่างมาก (แต่ไม่แนะนำให้ใช้กับทุกราย เนื่องจากยังขาดการศึกษารับรองถึงความปลอดภัย และประสิทธิภาพ)
- ถ้ามีอาการให้ Chest X-ray เป็นพื้นฐาน
- ติดตามการทำงานของระบบหายใจเป็นเวลา 24 ชม. เพื่อยืนยันว่า pulmonary edema ไม่เกิดขึ้น
- ตรวจเยื่อต่าง ตา และผิวหนัง ให้แน่ใจว่าผลกระทบจากการกัดกร่อนไม่เกิดขึ้น
- จัดการทางเดินหายใจในผู้ป่วยที่มีร่องรอยการไหม้ หรือบวมของทางเดินหายใจส่วนบน
- Acute lung injury
 - รักษาระดับ ventilation และoxygenation ไว้ ร่วมกับประเมิน arterial blood gas หรือ pulse oximetry เป็นระยะๆ monitoring
 - อาจมีความจำเป็นในการใช้ PEEP และ mechanical ventilation ตั้งแต่เริ่มแรก
- รักษาหลอดลมหดตัว ด้วย inhaled beta adrenergic agonists
- การรักษาด้วย Steroid อาจจะมีประโยชน์ แต่ยังขาดข้อมูลถึงประสิทธิภาพ

: Ethylene oxide(ETO)

คุณสมบัติ : ไม่มีสี, กลิ่นหวาน/ ether-like odor/ Reminiscent of bruised apples

ระคายเคืองเยื่อ

- ปวดศีรษะ, เหน็บชา, เวียนบ้านหมุน, ชัก
- คลื่นไส้, อาเจียนท้องเสีย, ปวดท้อง
- เหนื่อย, ไอ, ปอดบวม, pulmonary edema, ระบบหายใจล้มเหลว
- spontaneous abortions และผลกระทบทางระบบสืบพันธุ์อื่นๆ
- (มีความเกี่ยวข้องกับ leukemia, stomach, brain and pancreatic cancer, lymphatic cancer)

Laboratory:

- CXR เพื่อดู pulmonary involvement

Treatment Overview:

- ย้ายออกมารับอากาศบริสุทธิ์, ติดตามภาวะ respiratory distress
 - ถ้ามีอาการ ไอ หรือหายใจลำบากเกิดขึ้น ต้องประเมิน respiratory tract irritation, bronchitis, หรือ pneumonitis; ให้ O₂ และอุปกรณ์ช่วยหายใจเมื่อจำเป็น, Inhaled beta2 agonist และ oral/parenteral corticosteroids เมื่อมี bronchospasm
- ถอดเสื้อผ้า และล้างตัว
- ถ้ามีการหายใจเอาETOเข้าไปปริมาณชัดเจน ให้นอนรพ.ทันที และสังเกตอาการ 72 ชม. เนื่องจากอาจเกิด delayed onset of pulmonary edema
- Acute lung injury
 - รักษาระดับ ventilation และ oxygenation ไว้ ร่วมกับประเมิน arterial blood gas หรือ pulse oximetry เป็นระยะๆ monitoring
 - อาจมีความจำเป็นในการใช้ PEEP และ mechanical ventilation ตั้งแต่เริ่มแรก

: Formaldehyde

คุณสมบัติ : ไม่มีสี, Pungent, suffocating odor

- ระคายเคืองเยื่อ
- ปวดศีรษะ, คลื่นไส้, วิงเวียน
- ไอ, แ่น้ำออก, หืด, หลอดลมอักเสบ, reactive airways dysfunction, pulmonary edema
- CNS depression
- Hepatotoxicity, Membranous nephropathy

- Hypersensitivity

Laboratory:

- ไม่มีการใช้ Formaldehyde plasma level
- Pulmonary function testing และ nasal/ bronchial provocation tests อาจจะมีข้อบ่งชี้ในรายที่
ที่อาการ /อาการแสดง reactive airways dysfunction

Treatment Overview:

- ย้ายออกมารับอากาศบริสุทธิ์, ติดตามภาวะ respiratory distress
 - ถ้ามีอาการไอ หรือหายใจลำบากเกิดขึ้น ต้องประเมิน respiratory tract irritation, bronchitis, หรือ pneumonitis; ให้ O₂ และอุปกรณ์ช่วยหายใจเมื่อจำเป็น, Inhaled beta2 agonist และ oral/parenteral corticosteroids เมื่อมี bronchospasm

: Hydrogen chloride

คุณสมบัติ : ไม่มีสี, Pungent/ irritating odor

- ระคายเคืองเยื่อ/ ไหม้
- ปวดศีรษะ, ใจสั่น
- คลื่นไส้, วิงเวียน
- ไอ, แ่น้ำหน้าอก, หืด, หลอดลมอักเสบ, reactive airways dysfunction, pulmonary edema

Laboratory:

- ถ้ามีหลักฐาน respiratory tract irritation or respiratory depression ให้ติดตาม arterial blood gases, chest x-ray, และ pulmonary function tests

Treatment Overview:

- ย้ายออกมารับอากาศบริสุทธิ์, ติดตามภาวะ respiratory distress
 - ถ้ามีอาการไอ หรือหายใจลำบากเกิดขึ้น ต้องประเมิน respiratory tract irritation, bronchitis, หรือ pneumonitis; ให้ O₂ และอุปกรณ์ช่วยหายใจเมื่อจำเป็น, Inhaled beta2 agonist และ oral/parenteral corticosteroids เมื่อมี bronchospasm
- Acute lung injury
 - รักษา ventilation และ oxygenation ไปด้วยกับประเมิน arterial blood gas หรือ pulse oximetry เป็นระยะๆ monitoring
 - อาจมีความจำเป็นในการใช้ PEEP และ mechanical ventilation ตั้งแต่เริ่มแรก

- Hypotension ให้ isotonic fluid 10 to 20 mL/kg. ถ้ายังคงมีความดันโลหิตต่ำ ให้ dopamine (5 to 20 mcg/kg/min) หรือ norepinephrine (ผู้ใหญ่ เริ่มให้ที่ 0.5 to 1 mcg/min; ในเด็กเริ่มให้ที่ 0.1 mcg/kg/min); และปรับเพิ่มขึ้นจนตอบสนอง
- ถ้ามี bronchospasm และ wheezing เกิดขึ้น พิจารณาให้ยาทางลมหายใจตามอาการ
- ถ้ามี หลอดลมหดตัว หรือ wheezing เกิดขึ้น พิจารณารักษาด้วย inhaled sympathomimetic agents
- การระคายเคืองทางเดินหายใจ ถ้ารุนแรงสามารถกลายเป็น pulmonary edema ซึ่งบางราย อาจเกิดขึ้นช้าถึง 24-72 ชม. หลังสัมผัส
- การรักษาในกระต่ายด้วย Isoproterenol และ Aminophylline สามารถลด increased pulmonary artery pressure, vascular permeability, และ fluid-flux

: Hydrogen fluoride (HF)

คุณสมบัติ : ไม่มีสี, Strong, irritating odor

- ระคายเคืองเยื่อ/ ไหม้
- คลื่นไส้, ท้องเสีย, ปวดท้อง (Systemic poisoning)
- เหนื่อย, ไอ, แ่น้ำออก, หลอดลมหดตัว, หลอดลมอักเสบ, chemical pneumonitis, upper airway obstruction, lung injury, noncardiogenic pulmonary edema, ARDS, respiratory failure
- อาจเกิด Systemic toxicity จากการสูดดม (แต่ไม่พบการรายงาน, ในผู้ที่ไม่อาการทางเดินหายใจ)
- Hypocalcemia HyperK

Laboratory:

- Serum electrolytes ร่วมกับ serial total/ ionized calcium, magnesium, และ potassium levels
- Total calcium อาจไม่ได้สะท้อนถึง true hypocalcemia, การรักษาควรมุ่งดูอาการและอาการแสดงของ toxicity
- Serum fluoride level อาจจะช่วยยืนยันการสัมผัส HF
- Cardiac monitoring : serial ECGs เพื่อดู sign ของ hypocalcemia (prolonged QTc interval) และ hyperkalemia (peaked T waves)

Treatment Overview: (as Hydrofluoric acid)

- ย้ายออกมารับอากาศบริสุทธิ์, ติดตามภาวะ respiratory distress

- ถ้ามีอาการ ไอ หรือหายใจลำบากเกิดขึ้น ต้องประเมิน respiratory tract irritation, bronchitis, หรือ pneumonitis; ให้ O₂ และอุปกรณ์ช่วยหายใจเมื่อจำเป็น, Inhaled beta₂ agonist และ oral/parenteral corticosteroids เมื่อมี bronchospasm
- Acute lung injury
 - รักษาระดับ ventilation และ oxygenation ไว้ ร่วมกับประเมิน arterial blood gas หรือ pulse oximetry เป็นระยะๆ monitoring
 - อาจมีความจำเป็นในการใช้ PEEP และ mechanical ventilation ตั้งแต่เริ่มแรก
- การสังเกตการณ์
 - สังเกตผู้ป่วยที่สัมผัสทางลมหายใจอย่างระมัดระวัง สำหรับการพัฒนาอาการ/อาการแสดงของระบบอื่นๆ และรักษาตามอาการเมื่อมีความจำเป็น
 - อาการ และอาการแสดงของ pulmonary edema อาจเกิดขึ้นถึง 24-72 ชม. ในบางราย
- ในการรักษาเบื้องต้น
 - ให้ 100% O₂ (humidified supplemental oxygen) ร่วมกับอุปกรณ์ช่วยหายใจ
 - ถ้าสัมผัสที่ผิวหนัง และตา ควรล้างด้วยน้ำมากๆ
 - อาการจากการสูดดมเล็กน้อย อาจรักษาด้วย 2.5% calcium gluconate nebulization

: Methyl isocyanate (MIC)

คุณสมบัติ : ไม่มีสี, Sharp, unpleasant odor

- ระคายเคืองเยื่อ
- ไอ (เป็นอาการแรกๆที่พบจากการสำรวจ)
- อูจจระ, ปัสสาวะรด, อาเจียน ร่วมกับ colicky abdominal pain
- เหนื่อย, acute lung injury, focal atelectasis, local inflammation, มักตายจาก Lung tissue damage
- อ่อนแรง, เป็นลม. ตาย(ภายในไม่กี่นาที)
- ทำให้การทำงานของตับลดลง
- ทำให้เกิด Renal tubular acidosis และบวม

Laboratory:

- ติดตาม ECG, chest x-ray, pulse oximetry, peak air flows, arterial blood gases, serum electrolytes, and renal and hepatic function ในผู้ป่วยที่มีอาการ

Treatment Overview:

- Primarily supportive ร่วมกับเน้นภาวะคุกคามของ pulmonary irritation และรักษาระดับการไหลเวียนอากาศและออกซิเจนให้เพียงพอ
- ให้นอนรพ. และสังเกตการณ์เป็นเวลา 72 ชม. เพื่อระบุ late onset ของ acute lung injury (pulmonary edema)
- ประเมิน chest x-ray, FEV 1, และ arterial blood gases
- Acute lung injury
 - รักษาระดับ ventilation และ oxygenation ร่วมกับประเมิน arterial blood gas หรือ pulse oximetry เป็นระยะๆ monitoring
 - อาจมีความจำเป็นในการใช้ PEEP และ mechanical ventilation ตั้งแต่เริ่มแรก
- หลีกเลี่ยงการให้ยา รักษาตามอาการด้วย O₂, bronchodilators, และ steroids

: Sulfur dioxide

คุณสมบัติ : ไม่มีสี, Strong suffocating odor/ Irritating odor

- ระคายเคืองเยื่อ/ ผิวหนัง
- ลำคอก, ไอ, จาม, น้ำมูกไหล, wheezing, เหนื่อย, เจ็บ, เจ็บหน้าอก, หายใจไม่ออก, หลอดลมหดตัว, หลอดลมอักเสบ, ปอดอักเสบ, ทางเดินอากาศส่วนบนบวมและอุดตัน (การตายอาจมาจาก pulmonary edema, systemic acidosis or respiratory arrest)
- คลื่นไส้, อาเจียน, อ่อนเพลีย, ปวดท้อง
- สังเกต Maternal toxicity และ embryotoxicity

Laboratory:

- Chest x-ray และ arterial blood gases/ pulse oximetry เป็น baseline ควรทำในรายที่มีอาการแสดงทางเดินหายใจ ตามหลังการสัมผัสทางการหายใจอย่างชัดเจน

Treatment Overview:

- ย้ายออกมาสู่อากาศบริสุทธิ์, ติดตามภาวะ respiratory distress
 - ถ้ามีอาการไอ หรือหายใจลำบากเกิดขึ้น ต้องประเมิน respiratory tract irritation, bronchitis, หรือ pneumonitis; ให้ O₂ และอุปกรณ์ช่วยหายใจเมื่อจำเป็น, Inhaled beta2 agonist และ oral/parenteral corticosteroids เมื่อมี bronchospasm
- ให้ 100% O₂ (humidified supplemental oxygen) ร่วมกับอุปกรณ์ช่วยหายใจ
- Endotracheal intubation, cricothyroidotomy, หรือ tracheostomy อาจจำเป็น ถ้าเกิด upper airway obstruction ขึ้น

- inhaled sympathomimetic bronchodilator อาจมีประโยชน์เพื่อรักษาหลอดลมหดตัว
- การใช้ Steroid ยังมีข้อโต้แย้ง, Antibiotics อาจมีประโยชน์สำหรับ ปอดติดเชื้อแทรกซ้อน
- Acute lung injury
 - รักษาระดับ ventilation และ oxygenation ไว้ ร่วมกับประเมิน arterial blood gas หรือ pulse oximetry เป็นระยะๆ monitoring
 - อาจมีความจำเป็นในการใช้ PEEP และ mechanical ventilation ตั้งแต่เริ่มแรก

Water-insoluble airborne toxicants

: Nitrogen dioxide, Ozone, Phosgene

: Nitrogen dioxide

คุณสมบัติ : ก๊าซสีแดง-น้ำตาล(Red to brown gas), Irritating odor/ Pungent, acrid odor/ Sweetish, acrid

Metabolism & Mechanism of Action : จะกลายเป็น nitric acid เมื่อสัมผัสกับน้ำ

โดยทั่วไปมักไม่มีอาการ อาจมีไอ, อ่อนเพลีย, คลื่นไส้ (เพียงเล็กน้อย) และตามมาด้วย pulmonary edema ถึงตายได้

Acute effect (First stage, ซึ่งอาจจะไม่เกิดขึ้นภายใน 1-2 ชม. แต่เป็นหลายๆ ชม.)

- หัวใจเต้นเร็ว
- หอบเหนื่อย, fine crackles และ wheezing, cyanosis
- (บางส่วนจะมีเพียงเหนื่อย และไอ และค่อยๆดีขึ้นใน 2-3 สัปดาห์)
- (มีการรายงานอาการสับสน, ไม่รู้สึกตัว, คลื่นไส้, ปวดท้อง, เหลือง, Methemoglobinemia)

Second stage

- ไข้ และสั่น(อย่างฉับพลัน)
- เหนื่อยรุนแรงขึ้น, cyanosis, และ pulmonary edema(4-24 ชม.)
- (ไม่มีความสัมพันธ์ระหว่างความรุนแรงของ first และ second stages)

Recovery stage

- อาการอาจกลับเป็นปกติ หรือยังเหลือการสูญเสียสมรรถภาพปอดบางระดับ

Laboratory:

- ติดตาม pulmonary function
- Posterior/anterior chest x-ray อาจจะช่วยในการวินิจฉัย และพยากรณ์โรค
- ติดตามภาวะ methemoglobin

Treatment Overview:

- ย้ายออกมารับอากาศบริสุทธิ์, ติดตามภาวะ respiratory distress
 - ถ้ามีอาการไอ หรือหายใจลำบากเกิดขึ้น ต้องประเมิน respiratory tract irritation, bronchitis, หรือ pneumonitis; ให้ O₂ และอุปกรณ์ช่วยหายใจเมื่อจำเป็น, Inhaled beta₂ agonist และ oral/parenteral corticosteroids เมื่อมี bronchospasm
- การรักษา toxic pulmonary edema จากการสูดดม nitric oxide
 - ควรมุ่งตรงเพื่อแก้ไข ventilatory failure โดยให้ O₂ ผ่านอุปกรณ์ช่วยการหายใจ (assisting ventilation)
 - ในรายที่มี toxic bronchiolitis การรักษาด้วย steroids อาจจะมีประโยชน์ ในการลด ปริมาณการอักเสบ
 - Methemoglobinemia และ mild acidosis อาจเกิดขึ้น แต่การรักษาจำเพาะอาจจะไม่มี ประโยชน์
- Acute lung injury
 - รักษาระดับ ventilation และ oxygenation ไว้ ร่วมกับประเมิน arterial blood gas หรือ pulse oximetry เป็นระยะๆ monitoring
 - อาจมีความจำเป็นในการใช้ PEEP และ mechanical ventilation ตั้งแต่เริ่มแรก
- Methemoglobinemia
 - ให้ 1 - 2 mg/kg ของ 1% methylene blue ทาง iv อย่างช้าๆ ในรายที่มีอาการ, อาจต้องมีการ ให้เพิ่มอีก
- อาการทางเดินหายใจอาจเกิดขึ้นตามมาภายหลัง(delay) ผู้ป่วยทุกคนที่มีการสัมผัสอย่าง ชัดเจน ควรได้รับการสังเกตการณ์อย่างน้อย 48 ชม.

: Ozone

คุณสมบัติ : ไม่มีสี-สีฟ้า, มีกลิ่นเมื่อน้อยกว่า 2 ppm. Pungent odor/ Very pungent odor

Metabolism & Mechanism of Action : พิษของ ozone จะเพิ่มขึ้นเมื่อสัมผัสกับสาร oxidant อื่นๆใน สิ่งแวดล้อม

- ระคายเคืองเยื่อ และผิวหนังได้
- ง่วง, วิงเวียน, ปวดศีรษะ, อ่อนเพลีย (มีรายงาน)
- เบื่ออาหาร, คลื่นไส้, อาเจียน
- ลานสายตา(visual field)เปลี่ยนแปลง, ชีพจรช้าลง, ความดันลดลง
- ไอ, เหนื่อยหอบ(หายใจเร็ว, ไม่มีลิก: < 30 นาที หลังสัมผัส, เป็นมากที่สุด 12-24 ชม.ต่อมา)

- Acute lung injury; pulmonary congestion, edema, และ hemorrhage(อาจมี bronchopneumonia, bronchitis, และ bronchiolitis)
- เพิ่มการตอบสนองของหลอดเลือดต่อ allergen ในผู้ที่เป็น หอบหืดและเยื่อจมูกอักเสบจากภูมิแพ้
- พบเม็ดเลือดแดงเปลี่ยนรูป และ Hemolysis ได้

Laboratory:

- ทำปฏิกิริยาอย่างรวดเร็วกับเซลล์เนื้อเยื่อ(cellular tissue), และจะไม่พบใน เลือด หรือซีรัม
- การเหนี่ยวนำ glutathione peroxidase system เป็นการตรวจวัดที่ไวต่อการสัมผัสโอโซน

Treatment Overview:

- ย้ายออกมารับอากาศบริสุทธิ์, ติดตามภาวะ respiratory distress
 - ถ้ามีอาการไอ หรือหายใจลำบากเกิดขึ้น ต้องประเมิน respiratory tract irritation, bronchitis, หรือ pneumonitis; ให้ O₂ และอุปกรณ์ช่วยหายใจเมื่อจำเป็น, Inhaled beta2 agonist และ oral/parenteral corticosteroids เมื่อมี bronchospasm
- ผู้ป่วยที่เหงื่อแตก, ไอ และล้มพับ(collapse) ได้รับ O₂รักษาอาการจะทุเลาลง และอาการทั้งหมดจะหายไปภายใน 2 วัน
- Acute lung injury
 - รักษาระดับ ventilation และ oxygenation ไว้ ร่วมกับประเมิน arterial blood gas หรือ pulse oximetry เป็นระยะๆ monitoring
 - อาจมีความจำเป็นในการใช้ PEEP และ mechanical ventilation ตั้งแต่เริ่มแรก
- การรักษาแบบประคับประคอง และรักษาโดยตรงเพื่อให้การปอดทำงานอย่างเพียงพอ, มีรายงาน Systemic toxicity จากการสัมผัสโอโซนในอุตสาหกรรม
- Vitamin E(Dietary) ยังขาดข้อมูลยืนยันในมนุษย์ สำหรับการต้านปฏิกิริยา peroxidation of unsaturated fatty acids

: Phosgene

คุณสมบัติ : ไม่มีสี, Suffocating odor/ new-mown hay or cut green corn(0.5ppm) และ strong, stifling, unpleasent odor(ที่ความเข้มข้นสูง)

- ระคายเคืองเยื่อปอดได้
- หายใจไม่ออก-สำลัก, แน่นหน้าอก, หอบเหนื่อยอย่างรุนแรง, pulmonary edema, ไอ, เสมหะปนเลือด (foaming bloody sputum) อาการอาจจะช้า ถึง 24-72 ชม.
- คลื่นไส้, อาเจียน

- หัวใจล้มเหลว(จาก pulmonary edema)
- Hemoconcentration (อาจเกิดขึ้นจาก capillary leakage)

Laboratory:

- Plasma phosgene levels ไม่มีประโยชน์ทางการแพทย์
- ติดตาม arterial blood gases และ/หรือ pulse oximetry, pulmonary function test, และ chest x-ray ในผู้ป่วยที่การสัมผัสอย่างชัดเจน
- แนะนำทำ Serial chest x-rays ถ้ามีการสัมผัสอย่างชัดเจน คาดว่าผลกระทบอาจจะเกิดขึ้นช้า
- ติดตามสมดุลน้ำ(Monitor fluid balance) ถ้า pulmonary edemaกำลังเกิดขึ้น ECG, peak air flows, serum electrolytes, and renal and hepatic function ในผู้ป่วยที่มีอาการ
- ติดตามสถานะของปอด(Monitor pulmonary status) อย่างใกล้ชิด

Treatment Overview:

- ย้ายออกมารับอากาศบริสุทธิ์, ติดตามภาวะrespiratory distress
 - ถ้ามีอาการไอ หรือหายใจลำบากเกิดขึ้น ต้องประเมิน respiratory tract irritation, bronchitis, หรือ pneumonitis; ให้ O₂ และอุปกรณ์ช่วยหายใจเมื่อจำเป็น, Inhaled beta₂ agonist และ oral/parenteral corticosteroids เมื่อมี bronchospasm
- สังเกตผู้ป่วยที่สัมผัสทางลมหายใจอย่างระมัดระวัง สำหรับการพัฒนาอาการ/อาการแสดงของระบบอื่นๆ และรักษาตามอาการเมื่อมีความจำเป็น
- แนะนำให้ติดตามอาการเป็นเวลา 12-24 ชม. หลังการสัมผัส
- Acute lung injury
 - รักษาระดับ ventilation และoxygenation ไว้ ร่วมกับประเมิน arterial blood gas หรือ pulse oximetry เป็นระยะๆ
 - อาจมีความจำเป็นในการใช้ PEEP และ mechanical ventilation ตั้งแต่เริ่มแรก
- จากการศึกษาในสัตว์และการทดลอง แนะนำว่าการรักษาดังต่อไปนี้ อาจจะมีประโยชน์ในผู้ป่วยสัมผัสอย่างเพียงพอที่จะเสี่ยงสำหรับ pulmonary edema (a dose of 50 ppm x นาที หรือ มากกว่า):
 - 1. Ibuprofen: 800 mg ทุก 8 -12 ชม.
 - 2. Methylprednisolone 1 gm IV
 - 3. Terbutaline aerosol or subcutaneously; ปริมาณที่เหมาะสมยังไม่มี
 - 4. N-acetylcysteine 10 ml of 20% solution aerosolized
 - 5. Aminophylline 5 mg/kg loading dose ตามด้วย 1 mg/kg ทุก 8 - 12 ชม.

Other Airborne Respiratory Toxicants

: Arsine, Phosphene, Methyl bromide

: Arsine

คุณสมบัติ : ไม่มีสี, Garlic odor

Metabolism & Mechanism of Action : เป็นก๊าซที่มีความเป็นพิษสูง สามารถตายจากการสูดดมได้จาก hemolysis และ secondary renal failure

- Hemolysis phase
 - อ่อนเพลีย, ปวดศีรษะ, เบื่ออาหาร, คลื่นไส้, อาเจียน, หิวน้ำ, ปวดท้อง, muscle cramp, hypotension
- Post-hemolysis phase
 - การทำงานไตผิดปกติ(Oliguria to Anuria), เหลือง, hepatomegaly

Laboratory:

- Blood arsenic levels สูง 200 mcg/dl(ปกติ < 20 mcg/dL)
- First 24-hour urine for arsenic ควรทำเป็นแนวทางปฏิบัติ และspot urine for quantitative arsenic (ในประชากรทั่วไป arsenic levels < 20 mcg/L, ผู้สัมผัสจากการทำงานเป็นประจำ จะสูงถึง 50 mcg/L)
 - Spot urine : อาจไม่บอกถึงการสัมผัสที่แท้จริง เพราะอาหารบางประเภททำให้ As สูงได้ (เช่น อาหารทะเล, สาหร่ายทะเล, ไวน์แดง, บุหรี่)
 - ควรหยุดการกินอาหารดังกล่าว 48-72 ชม. ก่อนการเก็บ 24-hour urinary arsenic
 - chest x-ray และ arterial blood gases/ pulse oximetry เป็นbaseline ควรทำในรายที่มีอาการแสดงทางเดินหายใจ ตามหลังการสัมผัสทางการหายใจอย่างชัดเจน
- Electrolyte, BUN, Cr, Free hemoglobin level, EKG
- การติดตามการสัมผัสจากงาน ควรตรวจ CBC(ดูจำนวน RBC, ความเข้มข้น, รูปร่าง), urinalysis และ 24-hour quantitative urine for arsenic ซึ่งควรทำทุก 6 เดือน

Treatment Overview:

- ย้ายออกมารับอากาศบริสุทธิ์, ติดตามภาวะrespiratory distress

- ถ้ามีอาการ ไอ หรือหายใจลำบากเกิดขึ้น ต้องประเมิน respiratory tract irritation, bronchitis, หรือ pneumonitis; ให้ O₂ และอุปกรณ์ช่วยหายใจเมื่อจำเป็น, Inhaled beta₂ agonist และ oral/parenteral corticosteroids เมื่อมี bronchospasm
- ให้สารน้ำอย่างเพียงพอ เพราะมีโอกาสเกิด severe hemolysis, ควรตรวจความเพียงพอของ O₂ (oxygenation) ร่วมกับมีความจำเป็นที่ต้องให้ O₂ ทดแทน
 - ในรายที่มี severe hemolysis : ให้สารน้ำ ร่วมกับ alkaline solutions และใช้ยาขับปัสสาวะ เช่น furosemide
- Hypotension ให้ isotonic fluid 10 to 20 mL/kg. ถ้ายังคงมีความดันโลหิตต่ำ ให้ dopamine (5 to 20 mcg/kg/min) หรือ norepinephrine (ผู้ใหญ่ เริ่มให้ที่ 0.5 to 1 mcg/min; ในเด็กเริ่มให้ที่ 0.1 mcg/kg/min); และปรับเพิ่มขึ้นจนตอบสนอง
- Chelation ไม่มีประโยชน์ เพราะไม่ได้อยู่ในรูป arsenic metal
- Hemolysis
 - ถ้าเป็นมาก Exchange transfusion อาจใช้เพื่อกำจัด plasma hemoglobin, ร่วมกับ Hemodialysis เพื่อรักษาการทำงานของไต
- EKG : ควรทำเพื่อดูความผิดปกติของ ST segment และ ventricular dysrhythmias

: Phosphene

คุณสมบัติ : ไม่มีสี, Garlic odor

Metabolism & Mechanism of Action : อวัยวะที่ต้องการ O₂ มากจะมีความไวต่อการถูกทำลายเป็นพิเศษ เช่น สมอง ไต หัวใจ และตับ

- ระคายเคืองเยื่อหู และปอด
- ปวดศีรษะ, วิงเวียน, อ่อนแรง
- ไอ, หายใจหอบ, แน่นหน้าอก
- หัวใจเต้นเร็ว และความดันโลหิตต่ำ, dilation of heart, hyperemia of visceral organs และ delayed onset severe pulmonary edema (ได้รับปริมาณมาก - Ventricular dysrhythmias)
- ตัวเหลือง, Proteinuria และ acute renal failure (อาจพบได้)
- ซึม, ไม่รู้ตัว, เคนเซ, ชัก, โคม่า
- Hypomagnesemia, hypermagnesemia และ hypokalemia (อาจพบได้)

Laboratory:

- Plasma phosphene levels ไม่มีการใช้กัน และไม่มีประโยชน์
- ติดตาม pulse oximetry และ/หรือ ABG และ CXR ในผู้ป่วยที่มีอาการทางเดินหายใจ

- ติดตาม Hb และ Hct, serum electrolytes(รวมถึง magnesium), renal function, liver enzymes, bilirubin, urinalysis และ urine output ในผู้ป่วยที่มีอาการ
- continuous cardiac monitoring และ ทำ EKG ในผู้ที่การสัมผัสอย่างชัดเจน

Treatment Overview:

- ย้ายออกมารับอากาศบริสุทธิ์, ติดตามภาวะ respiratory distress
 - ถ้ามีอาการไอ หรือหายใจลำบากเกิดขึ้น ต้องประเมิน respiratory tract irritation, bronchitis, หรือ pneumonitis; ให้ O₂ และอุปกรณ์ช่วยหายใจเมื่อจำเป็น, Inhaled beta₂ agonist และ oral/parenteral corticosteroids เมื่อมี bronchospasm
- ให้ O₂
- Acute lung injury
 - รักษาระดับ ventilation และ oxygenation ไว้ ร่วมกับประเมิน arterial blood gas หรือ pulse oximetry เป็นระยะๆ monitoring
 - อาจมีความจำเป็นในการใช้ PEEP และ mechanical ventilation ตั้งแต่เริ่มแรก
- ติดตามปริมาณ น้ำ และเกลือแร่ในร่างกายอย่างใกล้ชิด
- ติดตามการทำงานของ หัวใจ, ตับ, และไต อย่างใกล้ชิด
- หากมีการชัก(Seizures)
 - ให้ benzodiazepine IV ได้แก่
 - Diazepam ; ในผู้ใหญ่ : 5 to 10 mg ซ้ำได้ทุก 10 to 15 นาที และในเด็ก : 0.2 - 0.5 mg/kg ซ้ำได้ทุก 5 นาที หรือ Lorazepam ; ในผู้ใหญ่ : 2 to 4 mg และในเด็ก : 0.05 - 0.1 mg/kg
 - พิจารณาให้ Phenobarbital หรือ propofol ถ้ามีการชักเกิดขึ้น หลังได้ diazepam 30 mg (ในผู้ใหญ่) หรือ 10 mg (ในเด็ก > 5 ปี)
 - ติดตามภาวะ hypotension, dysrhythmias, respiratory depression, และความจำเป็นในการใส่ท่อช่วยหายใจ (endotracheal intubation)
 - ประเมินภาวะ hypoglycemia, electrolyte disturbances, และ hypoxia
- Dialysis ไม่น่าจะมีประโยชน์
- ให้การรักษาตามอาการ และรักษาแบบประคับประคอง (Symptomatic & supportive care)

: Methyl bromide

คุณสมบัติ : ไม่มีสี, Usually odorless; sweetish, chloroform-like odor (ที่ความเข้มข้นสูง)

Metabolism & Mechanism of Action : มีฤทธิ์เป็น systemic toxicant

- ระบายเคืองเยื่อหู และทางเดินหายใจ
- อ่อนแรง, Hyperthermia, คลื่นไส้, อาเจียน
- ปวดศีรษะ, วิงเวียน, สายตาคิดปกติ (blurred/ double vision, nystagmus), พูดไม่ชัด, hyperreflexia, Memory loss, confusion, delirium, euphoria, disorientation, agitation, hallucinations, intracranial hemorrhage, paralysis, seizures, coma
- ความดันโลหิตต่ำ, ventricular fibrillation
- ไอ, หายใจเร็ว, เจ็บว, pneumonitis, pulmonary edema (อาจช้าถึง 4-5 วัน)
- Albuminuria, hematuria, oliguria, anuria
- การทำงานตับ และไตผิดปกติ
- Leukocytosis
- Behavioral disturbances คล้ายกับ psychosis

Laboratory:

- Serum inorganic bromide levels ใช้เพื่อยืนยันการสัมผัส และไม่สัมพันธ์ความรุนแรงของอาการ
- EKG ในผู้ป่วยที่สัมผัสอย่างชัดเจน
- ติดตามการทำงาน ตับ และไต ในผู้ป่วยที่สัมผัสอย่างชัดเจน
- ติดตาม CXR และ pulse oximetry และ/หรือ ABG ในผู้ป่วยที่มีอาการระคายเคืองเดินหายใจ
- ติดตามภาวะชัก และ CNS depression

Treatment Overview:

- ย้ายออกมารับอากาศบริสุทธิ์, ติดตามภาวะ respiratory distress
 - ถ้ามีอาการไอ หรือหายใจลำบากเกิดขึ้น ต้องประเมิน respiratory tract irritation, bronchitis, หรือ pneumonitis; ให้ออกซิเจน และอุปกรณ์ช่วยหายใจเมื่อจำเป็น, Inhaled beta2 agonist และ oral/parenteral corticosteroids เมื่อมี bronchospasm
- ติดตาม vital signs, EKG, และ urine output
- Hypotension ให้อิโซโทนิกฟลูอิด 10 to 20 mL/kg. ถ้ายังคงมีความดันโลหิตต่ำ ให้dopamine (5 to 20 mcg/kg/min) หรือ norepinephrine (ผู้ใหญ่ เริ่มให้ที่ 0.5 to 1 mcg/min; ในเด็กเริ่มให้ที่ 0.1 mcg/kg/min); และปรับเพิ่มขึ้นจนตอบสนอง
- หากมีการชัก(Seizures)
 - ให้อินทราเวนัส benzodiazepine IV ได้แก่

- Diazepam ; ในผู้ใหญ่ : 5 to 10 mg ซ้ำได้ทุก 10 to 15 นาที และในเด็ก : 0.2 - 0.5 mg/kg ซ้ำได้ทุก 5 นาที หรือ Lorazepam ; ในผู้ใหญ่ : 2 to 4 mg และในเด็ก : 0.05 - 0.1 mg/kg
- พิจารณาให้ Phenobarbital หรือ propofol ถ้ามีการชักเกิดขึ้น หลังได้ diazepam 30 mg (ในผู้ใหญ่) หรือ 10 mg (ในเด็ก > 5 ปี)
- ติดตามภาวะ hypotension, dysrhythmias, respiratory depression, และความจำเป็นในการใส่ท่อช่วยหายใจ (endotracheal intubation)
ประเมินภาวะ hypoglycemia, electrolyte disturbances, และ hypoxia
- Acute lung injury
 - รักษาระดับ ventilation และ oxygenation ไว้ ร่วมกับประเมิน arterial blood gas หรือ pulse oximetry เป็นระยะๆ monitoring
 - อาจมีความจำเป็นในการใช้ PEEP และ mechanical ventilation ตั้งแต่เริ่มแรก

ตารางสรุปแนวทางการรักษา

Simple Asphyxiants	
Management	<u>Acetylene, Carbon dioxide, Ethane, Ethylene, Methane, Nitrogen, Nitrous oxide, Propane, Propylene, และ Noble gases</u>
ให้ 100% oxygen	√
Observe neurologic sequelae & support Tx (ในรายที่ severe hypoxia & prolong)	√
การรักษา Acute lung injury	√
การรักษา อาการชัก	√
การรักษา Rhabdomyolysis	√
การให้ Antidote	-
เกณฑ์การรับเข้าเป็นผู้ป่วยใน & Tx อื่นๆ	-

Toxic Asphyxiants			
Management	Carbon monoxide	Hydrogen cyanide	Hydrogen sulfide
ให้ 100% oxygen	√ (tight-fitting face mask)	√ (ร่วมกับเปิด IV เส้นโตๆ)	√
Hyperbaric oxygen	√ (coma, seizures, neurologic abn., myocardial ischemia)	√ (ไม่ตอบสนองต่อ supportive Tx และ antidote)	-
การให้ Antidote	-	√ (hydroxocobalamin or sodium nitrite/thiosulfate kit)	√ (Nitrite Therapy)
การรักษา Acute lung injury	√	√	√
การรักษา อาการชัก	-	√	√
การรักษา Acidosis (ด้วย Sodium bicarbonate)	√	√	-
การรักษา Hypotension	-	√	√
การรักษา Increased intracranial pressure	√	-	-
การรักษา Methemoglobinemia	-	√	-
Monitor COHb level & EKG (เฉพาะราย)	√	-	-
เกณฑ์การรับเข้าเป็นผู้ป่วยใน & Tx อื่นๆ	-S/S ทางระบบประสาท -คลื่นไฟฟ้าหัวใจผิดปกติ -ภาวะ metabolic acidosis	-	-

Irritant Airborne Toxicants				
Management	Ammonia	Bromine	Chlorine, Chlorine dioxide	Formaldehyde
ให้ 100% oxygen	√	√	√	√
Inhaled beta2 agonist & oral/parenteral corticosteroids (bronchospasm)	√	√	√ + พ่น 5% Sodium bicarbonate	√
Observe & Tx pulmonary edema	-	-	√ (24 ชม.)	-
Observe & Tx systemic	-	-	-	-

symptoms				
การรักษา Acute lung injury	√	√	√	-
การรักษา Hypotension	-	-	-	-
การรักษา Methemoglobinemia	-	-	-	-
PE & Tx การไหม้/ บวม ของ upper resp.	-	-	√	-
Baseline CXR	-	-	√	-
F/u ABG, CXR, PFT(resp.irritant/ depression)	-	√	-	-
เกณฑ์การรับเข้าเป็นผู้ป่วยใน & Txอื่นๆ	-	-	-	-

Irritant Airborne Toxicants (ต่อ)				
Management	<u>Ethylene oxide</u>	<u>Hydrogen chloride</u>	<u>Hydrogen fluoride</u>	<u>Methyl isocyanate</u>
ให้ 100% oxygen	√	√	√	√
Inhaled beta2 agonist & oral/ parenteral corticosteroids (bronchospasm)	√	√	√ (+ 2.5% calcium gluconate)	√
Observe & Tx pulmonary edema	√ (72 ชม.)	√ (24-72 ชม.)	√ (24-72 ชม.)	√ (72 ชม.)
Observe & Tx systemic symptoms	-	-	√	√
การรักษา Acute lung injury	√	√	√	√
การรักษา Hypotension	-	√	-	-
การรักษา Methemoglobinemia	-	-	-	-
PE & Tx การไหม้/ บวม ของ upper resp.	-	-	-	√
Baseline CXR	-	-	-	√ (+ FEV1, ABG)
F/u ABG, CXR,	-	-	-	-

PFT(resp.irritant/ depression)				
เกณฑ์การรับเข้าเป็นผู้ป่วยใน & Txอื่นๆ	-หายใจเข้า, ปริมาณชัดเจน -Admit ทันที &Obs.72 ชม.	-	-	-Admit &Obs.72 ชม. (late onset- ac.lung injury)

Irritant Airborne Toxicants (ต่อ)				
Management	Sulfur dioxide	Nitrogen dioxide	Ozone	Phosgene
ให้ 100% oxygen	√	√	√	√
Inhaled beta2 agonist & oral/ parenteral corticosteroids (bronchospasm)	√	√	√	√
Observe & Tx pulmonary edema	√	√√√ (48 ชม.) Toxic pulmonary edema	√	√ (12-24 ชม.) (Medication Tx)
Observe & Tx systemic symptoms	√	-	√	√ (12-24 ชม.)
การรักษา Acute lung injury	-	√	√	√
การรักษา Hypotension	-	-	-	-
การรักษา Methemoglobinemia	-	√ (1% methylene blue)	-	-
PE & Tx การไหม้/ บวม ของ upper resp.	√ (upper airway obs)	-	-	-
Baseline CXR & F/u ABG, CXR, PFT	-	-	-	-
เกณฑ์การรับเข้าเป็นผู้ป่วยใน & Txอื่นๆ	-	-	(Vitamin E ???)	-

Other Airborne Respiratory Toxicants			
Management	<u>Arsine</u>	<u>Phosphene</u>	<u>Methyl bromide</u>
ให้ 100% oxygen	√	√	√
Inhaled beta2 agonist & oral/ parenteral corticosteroids (bronchospasm)	√	√	√
Observe & Tx Fluid balance	√ (IV fluid + alkaline solutions + ยาขับปัสสาวะ)	√	√
Observe & Tx Hemolysis	√√ (Exchange transfusion)	-	-
Observe & Tx systemic symptoms	-	√ (หัวใจ, ตับ, ไต)	-
การรักษา Acute lung injury	-	√	√
การรักษา Hypotension	√	-	√
การรักษา อาการชัก	-	√	√
F/u EKG	√ (ST segment, ventricular dysrhythmias)	-	√
F/u ABG, CXR, PFT(resp.irritant/ depression)	-	-	-
เกณฑ์การรับเข้าเป็นผู้ป่วยใน & Txอื่นๆ	-(Chelation ไม่มีประโยชน์)-	-	-

รายการอ้างอิง

1. Kuschner, G.W., and Blanc, D.P. Gases & other airborne toxicants. In J. Ladou (ed.), Current Occupational & Environmental Medicine, 4th ed., pp. 515-531. United States of America: The McGraw-Hill Companies, 2007.
2. National library of medicine TOXNET(Toxicology Data Network)[Online].(n.d.). United State. Available from: <http://toxnet.nlm.nih.gov/cgi-bin/sis/htmlgen?HSDB>
3. ฐานความรู้เรื่องความปลอดภัยด้านสารเคมี[Online].(n.d.).ศูนย์ความเป็นเลิศแห่งชาติด้านการจัดการสิ่งแวดล้อม และของเสียอันตราย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. Available from: <http://www.chemtrack.org/>
4. มาตรฐานการวินิจฉัยโรคจากการทำงาน ฉบับเฉลิมพระเกียรติ เนื่องในโอกาสมหามงคลเฉลิมพระชนมพรรษา 80 พรรษา 5 ธันวาคม 2550. หน้า 37-92.