

Phosphoric Acid

แพทย์หญิงสาทรียา ตระกูลศรีชัย

ภาควิชาเวชศาสตร์ฉุกเฉิน

คณะแพทยศาสตร์โรงพยาบาลรามาธิบดี มหาวิทยาลัยมหิดล

สูตรโครงสร้าง H_3PO_4

CAS NO. 7664-38-2(Phosphoric acid) **UN No.** 1805 (Phosphoric acid)

ชื่ออื่นๆ Phosphoric acid, Acid phosphorique (French), Acido fosforico (Italian), Evits, Fosforzuroplossingen (Dutch), Hydrogen phosphate, Orthophosphoric acid, O-Phosphoric acid, Phosphoric acid, Aqueous, Phosphosaeureloesugen (German), Sonac, Wc-Reiniger, White Phosphoric acid, Orthophosphoramid

ข้อมูลทั่วไปของสารเคมี

- การละลายน้ำ: ละลายน้ำได้
- น้ำหนักโมเลกุล: 98.00 กรัม/โมล
- ความเป็นกรดต่าง (pH): 1.5 (for 0.1N aqueous solution)
- ความถ่วงจำเพาะ: 1.685 ที่ 25 องศาเซลเซียส (Water = 1)
- ความหนาแน่น:
 - ที่ 25 องศาเซลเซียส: ของเหลว (100% Solution): 1.8741 กรัม/ลูกบาศก์เซนติเมตร, (85% Solution): 1.6850 กรัม/ลูกบาศก์เซนติเมตร, (50% Solution): 1.3334 กรัม/ลูกบาศก์เซนติเมตร, (10% Solution): 1.0523 กรัม/ลูกบาศก์เซนติเมตร
 - ที่ 18 องศาเซลเซียส: 1.834 กรัม/ลูกบาศก์เซนติเมตร
 - Vapor Density: 3.4 (Air = 1)
- จุดเดือด: 213 องศาเซลเซียส
- จุดละลาย: 42.35 องศาเซลเซียส

Available uses/form/source

พบในอาหาร เช่น เครื่องปรุง สารเพิ่มความเป็นกรดในอาหาร (acidulant) ช่วยในการทำงานร่วมกันของสารต้านอนุมูลอิสระ (antioxidant) และการซีควสเตรชัน (sequestrant) ในเครื่องดื่มอัดลม (carbonated beverages) และยังพบในผลิตภัณฑ์และขั้นตอนการผลิตหลายผลิตภัณฑ์ ตัวอย่าง เช่น dental ceramics, fertilizers สบู่ ผลิตภัณฑ์ทำความสะอาด (detergents) ส่วนใหญ่อยู่ในรูปแบบของเหลว ที่ 20 องศาเซลเซียส ที่ความเข้มข้น (strengths) 50 และ 75% เป็น mobile liquid ความเข้มข้น (strengths) 85% เป็น syrupy consistency ที่ความเข้มข้น 100% acid จะอยู่ในรูปของผลึก (crystallize)

แหล่งกำเนิดของสารนี้สามารถเกิดจากกระบวนการบางกระบวนการ และเกิดได้จากหลายแหล่ง เช่น ได้จาก phosphate rock โดย reacting tricalcium phosphate กับน้ำและ sulfuric acid เป็นต้น

Health Effect and management

อวัยวะเป้าหมาย

- ตา
- ผิวหนัง
- ระบบทางเดินหายใจ
- ระบบทางเดินอาหาร

อาการพิษเฉียบพลัน:

Phosphoric acid มีคุณสมบัติเป็นสารกัดกร่อน ความรุนแรงส่วนมากขึ้นอยู่กับความเข้มข้นและระยะเวลาการสัมผัส สัมผัสทางการหายใจ: ถ้าสัมผัสน้อยอาจทำให้เกิดอาการ หายใจลำบาก มี pleuritic chest pain ไอ หลอดลมตีบ ในกรณีสัมผัสมากอาจจะทำให้ทางเดินหายใจส่วนบนบวมและเกิดแผลไหม้ได้ เกิดการขาดออกซิเจน ปอดและหลอดลมอักเสบ อาการที่พบได้ไม่บ่อยได้แก่ การบาดเจ็บของปอด (acute lung injury) หรือมีความผิดปกติของสมรรถภาพปอดที่ลดลง และมีรายงานการเกิด Pulmonary dysfunction เหมือนที่พบในโรคหอบหืด

สัมผัสทางผิวหนัง: ในกรณีสัมผัสน้อยสามารถทำให้เกิดอาการระคายเคือง ในบางรายที่รุนแรงมากขึ้น อาจทำให้เกิดแผลไหม้ (burn) แบบ partial thickness burns ในกรณีที่สัมผัสสารที่เข้มข้นมากสามารถทำให้เกิดแผลไหม้แบบ full thickness burns ได้

สัมผัสทางตา: ทำให้เกิดเยื่อตาอักเสบรุนแรง (severe conjunctival irritation), เยื่อตาบวม (chemosis), แผลที่กระจกตา (corneal epithelial defects), limbal ischemia หรือทำให้ตาบอดถาวรได้

สัมผัสทางการกิน: ทำให้เกิดอาการระคายเคืองและมีฤทธิ์กัดกร่อนต่อทางเดินอาหาร หรือทำให้เกิดแผลไหม้ได้หลายระดับ (ระดับ 1-3) รวมทั้งมีเนื้อตายตามความรุนแรงของพิษ ซึ่งมีความเสี่ยงที่จะเกิดการตีบตามมาโดยเฉพาะหลอดอาหารและ gastric outlet

นอกจากนี้ผู้ป่วยบางรายที่มีอาการรุนแรง อาจเกิดการสั้ลกลางทางเดินหายใจ ทำให้เกิดทางเดินหายใจส่วนบนบวม มีภาวะ hyperphosphatemia, hypocalcemia, hypomagnesemia หรือมีภาวะความดันโลหิตต่ำ หัวใจเต้นเร็ว ใช้เข็มลงได้ และผู้ป่วยที่มีแผลไหม้ระดับรุนแรง หรือมีเนื้อตายมาก อาจเกิดภาวะแทรกซ้อนขึ้นได้ เช่น เลือดออกในทางเดินอาหารทางเดินอาหารทะลุ ภาวะเลือดเป็นกรด เม็ดเลือดแดงแตก ไตวาย เป็นต้น

อาการระยะยาว (Chronic exposure)

ผู้ที่สัมผัสทางผิวหนังเป็นระยะเวลานาน อาจมีอาการระคายเคืองผิวหนังเรื้อรัง

การก่อมะเร็ง

ไม่มีชื่ออยู่ในสารก่อมะเร็ง International Agency for Research on Cancer (IARC, 2018)

การดูแลผู้ป่วยก่อนถึงโรงพยาบาล

1. นำผู้ป่วยออกจากบริเวณที่มีการสัมผัส
2. หากพบว่าผู้ป่วยมีการปนเปื้อนสารนี้ เช่น มีสารเคมีหกตอเสื้อผ้า ให้ผู้ป่วยถอดเสื้อผ้าออกทั้งหมดใส่ถุงพลาสติกปิดมิดชิด และรีบล้างตัวด้วยน้ำสะอาด อย่างน้อย 15 นาที
3. ในกรณีที่มีอาการแสบตา ตาแดง หากใส่คอนแทคเลนส์ ให้ถอดออกทันที แล้วล้างตาด้วยน้ำสะอาดหรือน้ำเกลือ (normal saline: NSS) โดยการให้น้ำไหลผ่านทันทีในปริมาณมากและต่อเนื่องอย่างน้อย 15 นาที โดยไม่ทำให้การขนส่งผู้ป่วยล่าช้า ในกรณีที่การเดินทางใช้เวลานานพิจารณาให้ผู้ป่วยได้รับการล้างตาอย่างต่อเนื่องจนถึงโรงพยาบาล
4. ดูแลทางเดินหายใจ และระบบการหายใจของผู้ป่วย เช่น พิจารณาให้ออกซิเจน ดูดเสมหะ และพิจารณาใส่ท่อช่วยหายใจทันทีในกรณีที่ผู้ป่วยมีอาการทางเดินหายใจส่วนบนบวม หรืออุดกั้นหรือผู้ป่วยหายใจไม่เต็ม หายใจล้มเหลว
5. ในกรณีหายใจมีเสียงวี๊ด (wheezing) หรือหลอดลมตีบ ให้ยาขยายหลอดลมได้
6. ตรวจวัดและติดตาม สัญญาณชีพ ระดับความอิ่มตัวของออกซิเจนในเลือดและEKG(ในกรณีที่ทำได้)

การป้องกันสำหรับเจ้าหน้าที่ทางสาธารณสุข





เจ้าหน้าที่ทางสาธารณสุขไม่ควรเข้าไปพื้นที่อันตราย (Hot/ Warm zone) เนื่องจากเป็นบทบาทของเจ้าหน้าที่กู้ภัยที่จะต้องใส่ชุดป้องกันสารเคมี (PPE) อย่างน้อย ระดับ B

1. เจ้าหน้าที่สาธารณสุขที่ปฏิบัติการ ณ จุดเกิดเหตุให้อยู่ Cold zone และใส่ชุดป้องกันสารเคมีระดับ C
2. กรณีที่ผู้ป่วยถึงโรงพยาบาลแล้ว ถ้าผู้ป่วยยังไม่ผ่านการล้างตัว หรือล้างแต่ยังไม่สะอาด ให้ล้างตัวใหม่ทุกครั้งก่อน

ข้อมูลสารเคมีและแนวทางการรักษา

เข้าห้องฉุกเฉิน เจ้าหน้าที่ทางสาธารณสุขที่ช่วยล้างตัว ต้องใส่ชุดป้องกันสารเคมีระดับ C ตามชนิดอุปกรณ์คุ้มครองความปลอดภัยส่วนบุคคล ดังตาราง

ตารางที่ 1.21 อุปกรณ์คุ้มครองความปลอดภัยส่วนบุคคลสำหรับสาร Phosphoric acid

| | |
|--|--|
|  | ใช้ Air purifying respirator ใส่กรองที่ตรงชนิดสารเคมี (N100, R100, P100 filter) |
|  | ถุงมือต้านสารเคมี chemical resistant gloves วัสดุที่ใช้ เช่น butyl rubber, natural rubber, neoprene rubber, nitrile rubber, polyvinyl chloride (PVC), Viton®, Viton®/butyl rubber ไม่ควรใช้ natural rubber, neoprene rubber, nitrile rubber, PVC gloves (0.3 mm or less) ชนิดบาง |
|  | - Chemical protective clothing - Boots วัสดุที่ใช้ เช่น butyl rubber, natural rubber, neoprene rubber, nitrile rubber, polyvinyl chloride (PVC), Viton®, Viton®/butyl rubber ไม่ควรใช้ natural rubber, neoprene rubber, nitrile rubber, PVC ชนิดบาง(< 0.3 mm) |
|  | Goggles or a face shield Chemical goggles |

การปนเปื้อนทุติยภูมิ

มีโอกาสปนเปื้อนทุติยภูมิได้ เนื่องจากส่วนใหญ่พบเป็นของเหลว

การตรวจทางห้องปฏิบัติการ:

- การตรวจทั่วไป
 - o ตรวจ chest X-ray, pulse oximetry ในผู้ป่วยที่ได้รับสารทางการหายใจ
 - o ในผู้ป่วยที่ได้รับสารทางการกิน พิจารณาส่งตรวจ X-ray acute abdomen series, electrolytes, CBC, BUN/Cr, phosphate, calcium, magnesium ในผู้ป่วยที่มีแผลไหม้รุนแรง ทางเดินอาหารทะลุ มีเลือดออกในทางเดินอาหาร ผู้ป่วยที่ตั้งใจกินหรือกินปริมาณมากหรือสารมีความเข้มข้นสูง พิจารณาส่งตรวจ INR, PT, PTT (+/- fibrinogen, fibrin degradation products), type and crossmatch for blood, urinalysis เพิ่มหรือพิจารณาส่ง serum lactate และ base deficit เพิ่มเติมตามข้อบ่งชี้ และส่ง 12-leads-EKG ในผู้ป่วยที่มีอาการเจ็บแน่นหน้าอก
 - o ผู้ป่วยที่สัมผัสสารทางผิวหนังที่มีรอยไหม้ของผิวหนังขนาดใหญ่ พิจารณาส่งตรวจ Electrolytes, BUN/Cr, CPK, phosphate, calcium, magnesium
- ตัวบ่งชี้ทางชีวภาพ (Biomarker)
 - o ไม่มี

การรักษา

การชำระล้างพิษ (Decontamination)

ตา: ล้างตาด้วย 0.9% normal saline จำนวนมาก เป็นเวลาอย่างน้อยประมาณ 30 นาที และพิจารณาตรวจค่าความเป็นกรดต่าง (pH) ด้วยแผ่นตรวจ จนค่าใกล้เคียงเป็นปกติ (pH ประมาณ 7.4)

ผิวหนัง: ถอดเครื่องนุ่งห่มออก แปรงผงที่ติดบนผิวหนัง และล้างตัวด้วยน้ำสะอาดจำนวนมาก

ระบบทางเดินหายใจ: พิจารณาให้ออกซิเจนที่ชุ่มชื้น

ระบบทางเดินอาหาร: งดน้ำและอาหาร ห้ามทำให้อาเจียน ห้ามทำ gastric lavage หรือให้ activated charcoal

1. การรักษาแบบประคับประคอง

• การประเมินผู้ป่วย ให้ประเมินว่ามีภาวะฉุกเฉินหรือไม่ เช่น ทางเดินหายใจ (Air way) การหายใจ (Breathing) ระบบไหลเวียนโลหิต (Circulation) หากมีให้ช่วยเหลือตามภาวะที่พบ เช่น การใส่ท่อช่วยหายใจ การให้ออกซิเจน การให้สารน้ำทางหลอดเลือดดำ และการช่วยคืนชีพ (Cardio pulmonary resuscitation; CPR) ในผู้ป่วยที่มีทางเดินหายใจส่วนบนบวมมาก ควรเตรียม surgical airway management (cricothyrotomy) ไว้ให้พร้อม

• ถ้ามีเสียงวี๊ด (wheezing) หรือหลอดลมตีบสามารถขยายหลอดลมได้ ในรายที่มีอาการรุนแรงหรืออาการไม่ดีขึ้นพิจารณาให้ systemic corticosteroid

• ในกรณีที่มีการบาดเจ็บของปอด (acute lung injury) พิจารณาใส่ PEEP และติดตามสัญญาณชีพ ระดับความอิ่มตัวของออกซิเจนในเลือด และ arterial blood gas (ABG)

• ในกรณีที่ได้รับทางระบบทางเดินอาหาร

- การสัมผัสโดยการกิน ให้น้ำและอาหาร ห้ามกระตุ้นผู้ป่วยให้อาเจียน และพิจารณาส่งตรวจเพื่อประเมินระดับของการบาดเจ็บของทางเดินอาหารโดยการส่องกล้องตรวจทางเดินอาหาร (endoscopy)

- พิจารณาทำ endoscopy ภายใน 12 ชั่วโมง และไม่ควรเกิน 24 ชั่วโมง โดยเฉพาะในผู้ป่วยที่ตั้งใจกินหรือมีอาการเพื่อดู grade of mucosal injury และเพื่อนำมาประเมินการดูแลรักษาต่อ

- พิจารณาทำ early bronchoscopy ในผู้ป่วยที่หายใจไม่เต็มปอด หายใจลำบาก หรือทางเดินหายใจส่วนบนบวม

- หากผลจาก endoscopy พบว่าผู้ป่วยมีแผลไหม้ระดับ 3 หรือระดับ 2b หรือมีอาการปวดท้องมาก พิจารณาปรึกษาศัลยแพทย์ทันที

- ในผู้ป่วยที่อาการรุนแรงควรติดตาม electrolyte รวมทั้งผลตรวจทางห้องปฏิบัติการอื่น และปริมาณปัสสาวะ (urine output) หากพบว่ามี เลือดเป็นกรด ความดันโลหิตต่ำ ปัสสาวะออกน้อย หรือการแข็งตัวของเลือดผิดปกติ หรือผู้ป่วยที่กินปริมาณสูงมาก ซึ่งอาจสงสัยได้ว่า มีทางเดินอาหารทะลุ ให้พิจารณาปรึกษาศัลยแพทย์ทันที

• พิจารณาแก้ไขความผิดปกติ ในกรณีที่ผู้ป่วยมีภาวะเป็นกรดรุนแรงหรือมี electrolyte, serum phosphate, calcium, magnesium ผิดปกติ

• ในผู้ป่วยที่สัมผัสทางตา หรือมีอาการทางตา ให้ปรึกษาจักษุแพทย์ทุกราย

• หากมีอาการระคายเคืองผิวหนัง หรือมีตุ่มน้ำพุพอง ให้ทำความสะอาดแผล เหมือนกรณีโดนกรด ด่าง หรือ ไฟไหม้ น้ำร้อนลวก ถ้าอาการรุนแรงหรืออาจมีผลต่อความสวยงาม เช่น โดนใบหน้า หรือมีผลต่อการทำงาน เช่น โดนที่มือ หรือข้อพับ แนะนำให้ปรึกษาแพทย์ศัลยกรรมพลาสติก

2. การรักษาแบบจำเพาะ

• ไม่มี

ภาวะแทรกซ้อนระยะยาว (Long term sequelae/complications)

- ผู้สัมผัสสารทางตาและได้รับพิษรุนแรง อาจทำให้เกิดตาบอดถาวร

- ผู้สัมผัสสารทางหายใจและได้รับพิษรุนแรง อาจทำให้เกิดความผิดปกติของสมรรถภาพปอดอย่างถาวร

- ผู้สัมผัสสารทางเดินอาหารและได้รับพิษรุนแรง อาจทำให้เกิดทางเดินอาหารตีบ

การนัดตรวจติดตาม (Follow up)

- นัดผู้ป่วยเพื่อติดตามอาการทางตา ผิวหนัง ระบบทางเดินหายใจ และระบบทางเดินอาหาร ตามความเหมาะสม

- ในผู้ป่วยที่กินและพบมีแผลไหม้ในระบบทางเดินอาหารในระดับ 2 หรือ 3 อาจพิจารณาส่งตรวจ barium contrast

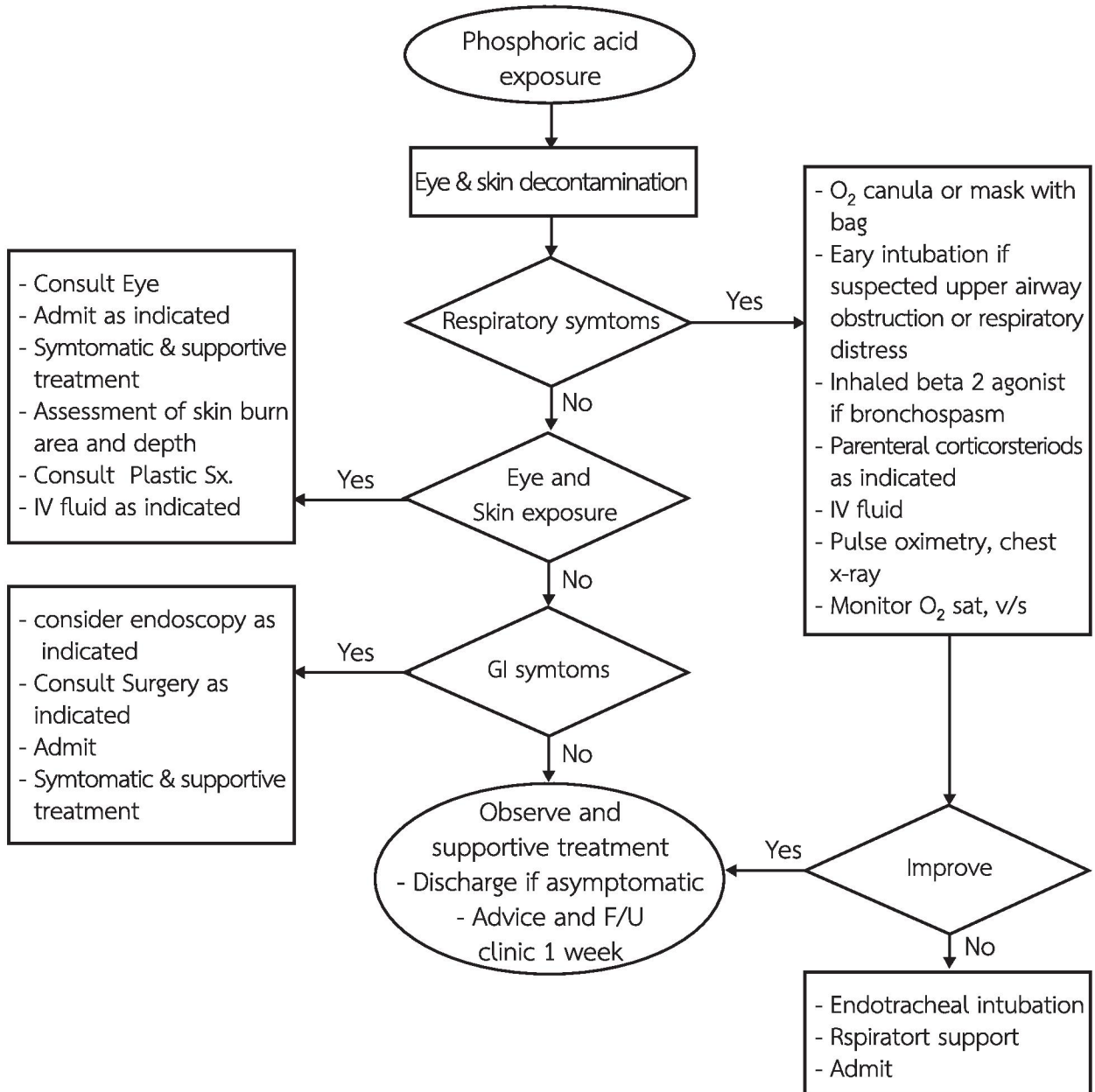
radiographs of the upper GI tract หรือการตรวจชนิดอื่นเพิ่มเติม เพื่อดูว่ามีทางเดินอาหารตีบหรือไม่
อาการที่ควรพบแพทย์ (หลังกลับบ้าน)

- ผิวหนังไหม้ แดง เจ็บ ร้อนมากกว่าก่อนกลับบ้าน
- มองเห็นผดผื่นตามัวลง
- เหนื่อย หอบ ไอมาก หายใจลำบาก
- กลืนลำบาก อาเจียน หรือถ่ายอุจจาระผิดปกติ เช่น ถ่ายดำ

เอกสารประกอบการเรียบเรียง

1. OSH Answers Fact Sheets. (cited 2018 July 31). Available from: https://www.ccohs.ca/oshanswers/chemicals/chem_profiles/phosphoric.html#legislation
2. Material Safety Data Sheet Phosphoric acid, 75% MSDS (cited 2018 July 31). Available from: <http://www.sciencelab.com/msds.php?msdsId=9926532>
3. Phosphoric acid. In: IBM Micromedex® TOMES® System (electronic version). IBM Watson Health, Greenwood Village, Colorado, USA. Available at: <http://www.micromedexsolutions.com/> (cited: 06/17/2018).

แนวทางการดูแลผู้ป่วยสัมผัสสาร Phosphoric acid



Order for Phosphoric acid Poisoning Rayong Hospital

| Progress Note | Date/ Time | Order for one day | Date /Time | Order for continue |
|-----------------------|---------------|--|---------------|-----------------------|
| | | <p style="text-align: center;">INVESTIGATION</p> <input type="checkbox"/> Pulse oximeter (O ₂ Sat.....%) <input type="checkbox"/> CBC <input type="checkbox"/> U/A <input type="checkbox"/> Serum electrolyte <input type="checkbox"/> BUN <input type="checkbox"/> Cr <input type="checkbox"/> Blood Sugar <input type="checkbox"/> Phosphate <input type="checkbox"/> Calcium <input type="checkbox"/> LFT <input type="checkbox"/> Magnesium <input type="checkbox"/> Coagulogram <input type="checkbox"/> Lab other | | |
| | | <input type="checkbox"/> ABG <input type="checkbox"/> ECG <input type="checkbox"/> CXR <input type="checkbox"/> Film abdomen supine, upright <input type="checkbox"/> X-RAY other | | |
| | | <p style="text-align: center;">TREATMENT</p> <input type="checkbox"/> Skin decontamination | | |
| | | <input type="checkbox"/> Eye irrigation | | |
| | | <input type="checkbox"/> NPO <input type="checkbox"/> On O ₂ mask with bag...LPM <input type="checkbox"/> Salbutamol.....(mg/ml/ NB) q.....hr. <input type="checkbox"/> Dexamethasone.....mg. IV q.....hr <input type="checkbox"/> ET-Tube | | |
| | | <input type="checkbox"/> Ventilator setting | | |
| | | <input type="checkbox"/> 0.9% NSS 1000 ml. drip.....ml/hr <input type="checkbox"/> 5% D/NSS/2 1000 ml. drip.....ml/hr <input type="checkbox"/> TT 0.5 ml IM (in case of chemical burn) <input type="checkbox"/> Monitor vital sign, O ₂ sat, I/O, | | |
| | | <input type="checkbox"/> Endoscopy <input type="checkbox"/> Other..... | | |
| | | <p style="text-align: center;">CONSULTATION</p> <input type="checkbox"/> Med <input type="checkbox"/> Surgery <input type="checkbox"/> Ortho <input type="checkbox"/> Eye <input type="checkbox"/> | | |
| Department of service | Ward | Physician | | |
| Name of patient | Age | HN | | |

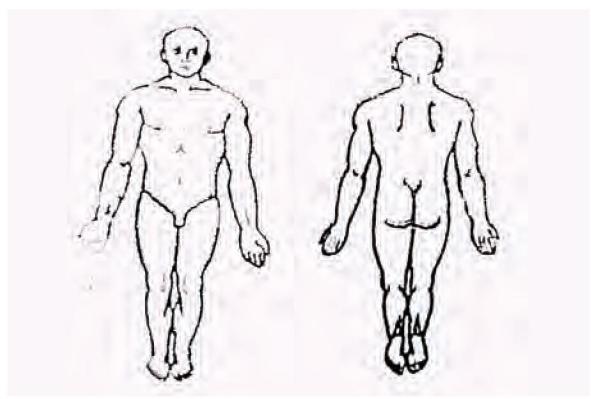
NAME.....HN.....

Doctor Treatment Record for Phosphoric acid exposure

History:.....
.....
.....

Physical Examination

- BP.....mmHg PR...../min RR...../min BT.....c
- O₂ sat.....%
- () GA: cyanosis, tachypnea, NORMAL
- () Eye: conjunctivitis, corneal burn, lacrimation, impaired vision, NORMAL
- () Respiratory:
 - Upper: stridor, aphonia
 - Lower: abnormal breath sound
....., NORMAL
- () Abdomen: soft, tender at
guarding at.....
rebound tenderness atNORMAL
- () Skin: rash, swelling, ulceration, burning,.....
- () Other system or associated injuries.....
.....
.....
.....



Investigation:.....
.....
.....

Management:.....
.....
.....
.....

Signature.....
DATE.....TIME.....