

โรคพิษนิกเกิล

โยธิน เบญจวง, พ.บ., MPH, FACOEM, อ.ว.เวชศาสตร์ป้องกันแขนงอาชีวเวชศาสตร์*

บทคัดย่อ โรคพิษนิกเกิล พบมากในคนงานที่ทำงานในโรงงานผลิตอัลลอย เหล็กกล้า และ สกัดทำนิกเกิลคาร์บอนิล นิกเกิลเข้าสู่ร่างกายทางการหายใจ และทางปาก คนงานที่สัมผัส กับนิกเกิลคาร์บอนิล แบบเฉียบพลัน จะมีอาการของปวดอกอักเสบอย่างรุนแรง โรคหอบหืด ผิวหนังอักเสบจากการสัมผัสคันตามผิวหนังเกิดเป็นผื่นหนา นิกเกิลเป็นสารก่อให้เกิดมะเร็งปอด และมะเร็งของโพรงจมูก การวินิจฉัยโรค ให้ตรวจหาระดับของนิกเกิลในปัสสาวะ ถ้าพบค่าสูง กว่า 100 มคก./ล. ถือว่ามีการสัมผัสขั้นรุนแรง

Abstract Nickel Poisoning

Yothin Benjawung, M.D., M.P.H., FACOEM, (Occupational Medicine)*

Nickel poisoning occurs among workers in alloy production, & tainless steel and nickel carbonyl refinery factories. The entry routes of nickel into the human body are inhalation and ingestion. Acute exposure to nickel carbonyl may lead to severe pneumonitis eczematous contact dermatitis or nickel itch, atopic dermatitis, cancers of the lung and nasal sinus. Using urinary nickel carbonyl level above 100 µg/l for diagnosis of Severe exposure to nickel carbonyl. (MJS 1999 ; 2 : 125 - 131)

บทนำ

นิกเกิล เป็นโลหะแข็งสีขาวเงินหรือเป็นผงสีเทา มีจุดหลอมเหลวประมาณ 1,455 องศาเซลเซียส เป็นสารไม่ละลายในน้ำ แต่ละลายได้ดีในกรดไนตริก (Nitric acid) และละลายได้บ้างในกรดไฮโดรคลอริก (Hydrochloric acid) และ กรดกำมะถัน (Sulphuric acid)

สารประกอบ Nickel acetate, Chloride, nitrate และ Sulphate เป็นสารที่ละลายในน้ำได้ ขณะที่สาร

ประกอบ Nickel hydroxides, Oxides, carbonate, sulphides, dirulphides และ Subsulphides เป็นสารที่ไม่ละลายในน้ำ Nickel carbonyl เป็นสารประกอบที่เป็นของเหลว ไม่มีสีและไม่ละลายในน้ำ

นิกเกิล เป็นส่วนประกอบประมาณ 0.008% ของเปลือกโลก, และจัดเป็นอันดับที่ 24 ของแร่ธาตุที่พบมากที่สุดที่ใจกลางของโลก ลูกอุกาบาตมีนิกเกิลเป็นส่วนประกอบประมาณ 5-50 % นิกเกิลเป็นส่วนประกอบของแร่ธาตุต่างๆ มากมายเช่น แร่ breithauptite, miccolite, zaratite, bunsenite, pentlandite, pyrrhotite

* ภาควิชาเวชศาสตร์ป้องกันและสังคม, คณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, วชิรพยาบาล กรุงเทพมหานคร
Department of Preventive and Social Medicine, Faculty of Medicine, Srinakharinwirot University, Vajira Hospital, Bangkok

แร่ที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจที่นำมาใช้ในเชิงอุตสาหกรรมได้แก่แร่ที่อยู่ในรูป Sulphide (Pentlandite) – (Fe,Ni)₉S₈ และที่อยู่ในรูป Oxidic (laterite)

นิกเกิลและสารประกอบของนิกเกิลมีสูตรทางเคมีและมวลน้ำหนักอะตอม ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 : นิกเกิลและสารประกอบของนิกเกิล ซึ่งมีความสำคัญเกี่ยวข้องกับด้านอาชีวอนามัย

สาร	สูตรทางเคมี	มวลอะตอม (Atomic mass)
Metallic nickel	Ni	58.69
Nickel carbonyl	Ni (CO) ₄	170.73
Nickel monoxides	Ni O	74.69
Nickel hydroxide	Ni (OH) ₂	92.70
Nickel acetate	Ni (OOCCH ₃) ₂	176.78
Nickel chloride	Ni Cl ₂	129.60
Nickel nitrate	Ni (NO ₃) ₂	182.70
Nickel sulphate	Ni SO ₄	154.75
Nickel sulphides	Ni S	90.75
Nickel disulphide	Ni S ₂	122.81
Nickel subsulphides	Ni ₃ S ₂	240.19

นิกเกิลเป็นส่วนประกอบที่สำคัญของโลหะอัลลอย (Alloys) เช่น เหล็กกล้า (Stainless steel) อัลลอย Monels (นิกเกิลผสมทองแดง), อัลลอย nichromes (นิกเกิลผสม molybdenum) และ อัลลอย incloys (เหล็กผสมนิกเกิลผสมโครเมียม) เป็นต้น

ประมาณ 50% ของจำนวนนิกเกิลที่ผลิตมาใช้ทางอุตสาหกรรมนำไปทำเหล็กกล้า (Stainless steels) 10% ทำอัลลอยชนิดต่างๆ 20 % ใช้ทำเหรียญและ high-nickel alloys, 10% ในอุตสาหกรรมเชื่อมโลหะ, 10 % ที่เหลือใช้เป็นส่วนประกอบของแบตเตอรี่, สารเคมี, สีและ Catalysts

ระบาดวิทยา

– Sunderman F. และคณะรายงานคนงานโรงงานทำ electroplating กินน้ำที่มี nickel sulphate และ nickel chloride ผสมอยู่ 0.5 ถึง 2.5 กรัม เข้าไป

โดยอุบัติเหตุ คนงานเหล่านี้มีอาการ คลื่นไส้ อาเจียน ปวดแน่นท้อง ท้องเสีย ปวดศีรษะ ไอและหายใจลำบาก คนงานทั้งหมดมีอาการทุเลาและดีขึ้นภายใน 1–2 วัน

– Daldrup T. และคณะรายงานการเสียชีวิตของเด็กหญิงอายุสองปี ครั้ง จากการกิน nickel sulphate จำนวน 15 กรัมเข้าไป

– Rendall R. และคณะรายงานกรณีการเสียชีวิต 1 รายของคนงานโรงงานถลุงโลหะนิกเกิลจากอาการโรค Adult Respiratory distress syndrome จากการหายใจเอาไอควันของนิกเกิล ที่มีปริมาณความเข้มข้น 382 มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เมตร เข้าไป

– Webster J. และคณะรายงานการเกิดโรคพิษนิกเกิลในผู้ป่วยที่ได้รับการฟอกไตเทียมจากการปนเปื้อนของนิกเกิลลงในน้ำยา Dialysate และพบว่าปริมาณความเข้มข้นของนิกเกิลในเลือดของผู้ป่วยที่มีอาการเหล่านี้สูงถึง 3 มิลลิกรัมต่อลิตร

– จากการศึกษาที่ประเทศรัสเซีย พบคนงานที่ทำงานที่สัมผัสกับไอควันที่มีนิกเกิลปนอยู่สูง มีอาการ Chronic rhinitis, nasal septal erosion, ulceration และ perforations

– จากการศึกษาของ Faoconbridge Ontario Cohort study พบอัตราการตายจาก pneumoconiosis ในคนงานที่สัมผัสกับไอควันที่มีความเข้มข้นของนิกเกิลปนอยู่สูง เพิ่มขึ้น (SMR 877, P<0.001)

ในประเทศไทยพบผู้ป่วยโรคผิวหนังจากการสัมผัสโลหะที่ผสมนิกเกิล ทั้งในคนงานผู้ใช้เครื่องประดับที่ทำจากนิกเกิลแต่ไม่มีการรวบรวมข้อมูลที่ชัดเจน

2. อาชีพหรือลักษณะงานที่เสี่ยง

คนงานที่ทำงานใน

1. เหมืองแร่ผลิตนิกเกิล
2. โรงงานถลุงแร่นิกเกิล
3. โรงงานสกัดแร่นิกเกิล (Nickel Refinery)
4. โรงงานบรรจุผงแร่นิกเกิล
5. โรงงานสกัดทำนิกเกิลคาร์บอนิล (Nickel carbonyl refinery)
6. โรงงานผลิตเหล็กกล้า (Stainless steel)
7. โรงงานผลิตอัลลอย (Alloy production)
8. โรงงานผลิตแบตเตอรี่ที่ทำจากนิกเกิล (Nickel

battery production)

9. โรงงานชุบโลหะ
10. โรงงานทำ Electroplating
11. โรงงานที่ใช้การพ่นไฟและตัดด้วยพลาสมา (Flame and plasma spraying, Cutting)
12. โรงงานผลิตดีเซล
13. โรงงานอุตสาหกรรมโลหะหนัก
14. โรงงานผลิตฉนวนไฟฟ้า
15. โรงงานเชื่อมโลหะ
16. โรงงานผลิตนิกเกิล Catalyst

3. ทางเข้าสู่ร่างกาย และกลไกการเกิดโรค (และหรือพยาธิสภาพ)

ทางเข้าสู่ร่างกายหลักคือ ทางเดินหายใจและทางปาก หลังจากที่ได้รับทางการหายใจจะพบนิเกิลจะไปสะสมมากที่สุดที่ปอด รองลงมาที่ กระดูก, ต่อมไทรอยด์, ต่อมหมวกไต, ไต, หัวใจ, ตับ, สมอง, ม้าม และตับอ่อน นิกเกิลหลังจากกินเข้าไป 1 – 5 % จะถูกดูดซึมทางลำไส้สู่ระบบโลหิต ร่วมกับ Albumin ในพลาสมาเป็น "Nickelplasmin" นิกเกิลมี Half – life ในซีรัม 11 ชั่วโมง หลังจากกินเข้าไป และ 20 – 34 ชั่วโมง ภายหลังจากหายใจเข้าไป นิกเกิลจะถูกกำจัดออกจากร่างกาย

ทางระบบทางเดินปัสสาวะภายใน 17–30 ชั่วโมง จำนวนน้อยของนิกเกิลจะถูกขับออกจากร่างกายทางน้ำย่อย ตับอ่อน น้ำดี และเหงื่อ นิกเกิลสามารถผ่านรกจากมารดาไปยังทารกในครรภ์ได้ นิกเกิลเข้าสู่ร่างกายจะก่อให้เกิด Irritation, Allergic reaction และ Hypersensitisation ได้

4. อาการและอาการแสดง

อาการสัมผัสแบบเฉียบพลัน

การหายใจเอา นิกเกิลคาร์บอนิล (Nickel Carbonyl) ในบรรยากาศการทำงานที่มีปริมาณความเข้มข้น 30 ppm ขึ้นไป นาน 30 นาที อาจจะทำให้เสียชีวิตได้ ระยะเริ่มแรกจะมีอาการ ปวดศีรษะเวียนศีรษะ คลื่นไส้ อาเจียน อ่อนเพลีย แน่นหน้าอกนอนไม่หลับ และหุดหืดง่าย อาการระยะแรกจะดีขึ้นหลังจากนั้น 12 ถึง 36 ชั่วโมงต่อมา จะมีอาการรุนแรงมากขึ้น คล้ายอาการของโรคปอดบวมได้แก่ อาการเจ็บแน่นหน้าอก ไอ หายใจไม่สะดวก Cyanosis บางครั้งก่อให้เกิดอาการปอดอักเสบอย่างรุนแรง, เกิด Pulmonary edema และ hemorrhage, encephalopathy ซึ่งอาจจะทำให้เสียชีวิตได้ มีการจัดชั้นของความรุนแรงตามปริมาณค่าของนิกเกิลที่ตรวจพบในปัสสาวะ ดังนี้

ตารางที่ 2 แสดงถึงอาชีพหรือลักษณะงานที่เสี่ยง ปริมาณเฉลี่ยของนิกเกิลในบรรยากาศการทำงานและปริมาณ เฉลี่ยของนิกเกิล ในปัสสาวะของคนงานที่ทำงานในอุตสาหกรรมชนิดต่างๆ ที่เสี่ยงต่อการเกิดโรคพิษนิกเกิล

ชนิดอุตสาหกรรม	ปริมาณเฉลี่ยของ Ni ในบรรยากาศการทำงาน (ug/m ³)	ปริมาณเฉลี่ยของ Ni ในปัสสาวะ (ug/L)	รายงานจากประเทศ
เหมืองแร่ผลิตนิกเกิล	6 – 40		สหรัฐฯ, คานาดา
โรงถลุงแร่ นิกเกิล	37 – 1,160		คานาดา
	230 – 860	44.6 – 129	นอร์เวย์
	10 – 5,000	24 – 39	อังกฤษ
Electrolytic refinery	20 – 2,200	8.6 – 813 ug/g creat.	สหรัฐฯ
	86 – 1,265	125 – 450	เช็กโกสโลวาเกีย
	0.1 – 500	49.9 – 117.5	ฟินแลนด์
Nickel carbonyl refinery	10 – 5,000		อังกฤษ
	1 – 60,000		คานาดา
	2 – 141		ฝรั่งเศส
โรงงานผลิตเหล็กกล้า	< 4 – 900		สหรัฐฯ

ชนิดอุตสาหกรรม	ปริมาณเฉลี่ยของ Ni ในบรรยากาศการทำงาน (mg/m ³)	ปริมาณเฉลี่ยของ Ni ในปัสสาวะ (mg/L)	รายงานจากประเทศ
เหมืองแร่ผลิตนิกเกิล	6 – 40		สหรัฐอเมริกา, คานาดา
โรงถลุงแร่ นิกเกิล	37 – 1,160		คานาดา
	230 – 860	44.6 – 129	นอร์เวย์
โรงงานผลิต High nickel alloy	1 – 4,400		คานาดา
	300	0.5 – 52	อังกฤษ
โรงงานผลิต Nickel battery	12.3 – 33.0	23.7 – 26.6 ug/g creat.	สหรัฐอเมริกา
		1.9 – 10.9	เยอรมันนี
โรงงานผลิต Nickel Catalyst	10 – 600	0.1 – 5.8 ug/g creat.	สหรัฐอเมริกา
		11 – 26	อินเดีย
โรงงาน Electroplating		3.6 – 65	สหรัฐอเมริกา
	30 – 160	25 – 120	ฟินแลนด์
	0.1 – 42	0.7 – 50	อิตาลี
โรงงานอุตสาหกรรมผลิตแก้ว Hollow glass	3 – 3800	3.6 – 42.1	อังกฤษ
โรงงานที่ใช้การพ่นไฟและตัดด้วยพลาสมา	0.04 – 6.5	1.4 – 26	สหรัฐอเมริกา
โรงกลึงโลหะ	< 1 – 240	1.7 – 4.3	นิวซีแลนด์
โรงงานผลิตสี	0.05 – 129	0.5 – 9.5	สหรัฐอเมริกา
โรงงานเชื่อมโลหะ	70 – 1,070	6 – 39	สหรัฐอเมริกา
ผลิต High nickel alloy	< 2 – 5	8.1 – 38	สวีเดน
		1.1 – 4.4	นิวซีแลนด์

ขั้นความรุนแรง	ระดับค่าของนิกเกิลในปัสสาวะ
น้อย (Mild)	<10 ug/L
ปานกลาง (Moderate)	10–50 ug/L
มาก (Severe)	>50 ug/L

2) Atopic dermatitis
อาการคันของ Nickel itch ในคนงานในโรงงาน electroplating จะมีอาการรุนแรงมากขึ้น ในช่วงฤดูร้อน เนื่องจากอากาศร้อนชื้นและมีเหงื่อออกมาก

อาการการสัมผัสแบบเรื้อรัง

การสัมผัสแบบเรื้อรังกับนิกเกิล ก่อให้เกิดอาการตามส่วนต่างๆ ของร่างกายดังนี้ :-

ผิวหนัง

การสัมผัสแบบเรื้อรังกับนิกเกิล ทำให้เกิดโรคผิวหนังอักเสบจากการสัมผัส ได้ 2 ชนิด คือ

1) Eczematous contact dermatitis หรือ "Nickel itch" นานไปจะเกิดเป็นผื่นหนา (Lichenification)

ระบบทางเดินหายใจ

การหายใจเอาไอควันที่มีนิกเกิลเข้าไปจะก่อให้เกิดการระคายเคืองต่อระบบทางเดินหายใจส่วนบน เกิด Chronic hypertrophic rhinitis, sinusitis, nasal polyposis, perforation of nasal septum, anosmia, ก่อให้เกิดอาการ Eosinophic Pneumonitis และ Pulmonary fibrosis และเป็นโรค Pneumoconiosis

นิกเกิล เป็นสารก่อให้เกิดโรคหอบหืด (Asthma) ได้
ตา อาจทำให้เกิดเยื่อตาอักเสบ (Conjunctivitis)

มะเร็ง

จากการศึกษาในมนุษย์พบว่า oxidic และ soluble นิกเกิล เป็นสารก่อให้เกิดมะเร็งปอดและมะเร็งของโพรงจมูก (Nasal sinus cancer) และพบว่ามะเร็งของระบบทางเดินหายใจ มีความสัมพันธ์กับระดับความเข้มข้นของ Soluble nickel ที่เกิน 1 มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เมตร นอกจากนั้นพบว่า nickel compound อาจทำให้เกิด laryngeal, gastric และ renal carcinoma ได้ด้วย

5. การตรวจทางห้องปฏิบัติการ

การตรวจคัดกรอง (Screening test)

- การตรวจสมรรถภาพปอด
 - กรณีที่มี Acute Pneumonitis จะตรวจพบ Lung volume และ carbon monoxide diffusing capacity ลดลง
- การตรวจภาพรังสีปอด
 - อาจพบลักษณะที่เข้ากับรอยโรค Acute Pneumonitis, Pneumoconiosis, Pulmonary fibrosis
- การตรวจการทำงานของตับ
 - ตรวจพบ SGOT, SGPT, มีค่าสูงขึ้น
- การตรวจยืนยันโรค (Diagnostic test)
 - การตรวจหาระดับของนิกเกิลในปัสสาวะ
 - ตรวจหาระดับของนิกเกิลในปัสสาวะในผู้ป่วยที่ได้รับ nickel carbonyl จากการหายใจ ถ้าพบค่าสูงกว่า 100 ug/L บ่งว่ามีการสัมผัสชั้นรุนแรง

6. การวินิจฉัยโรคและการวิเคราะห์แยกโรค

อาการพิษระคายเคืองอย่างเฉียบพลันจาก Nickel carbonyl ต้องแยกจากสาเหตุการสัมผัสก๊าซหรือสารเคมีอื่นๆ อาการทางเดินหายใจชนิดเรื้อรังต้องแยกจากภาวะอื่นๆ เช่น โรคพิษโครเมียม หรือโลหะหนักอื่นๆ

7. แนวทางการรักษา การดูแลผู้ป่วย และการฟื้นฟู

- ผู้ป่วยที่ได้รับ Nickel carbonyl และมีอาการรุนแรง ควรจะรับเข้าไว้รักษาตัวในโรงพยาบาล เพื่อเฝ้า

ระวังอาการพิษทางระบบทางเดินหายใจที่จะเกิดตามมา ถ้าตรวจพบระดับนิกเกิลในปัสสาวะสูงกว่า 100 ug/L ควรจะให้ Sodium diethyldithiocarbamate (Dithiocarb) โดยให้ผู้ป่วยกินยาขนาด 50 mg/Kg โดยแบ่งขนาดของยาที่ให้ดังนี้

ครั้งแรก ให้ 50 % ของ ขนาดของยาทั้งหมด
4 ชั่วโมงต่อมา ให้อีก 25 % ของ ขนาดของยาทั้งหมด

8 ชั่วโมงต่อมา ให้อีก 15 % ของ ขนาดของยาทั้งหมด

16 ชั่วโมงต่อมา ให้อีก 10 % ของ ขนาดของยาทั้งหมด

หลังจากนั้นให้ยาขนาด 10 % ของขนาดของยาทั้งหมดทุก 8 ชั่วโมง จนกระทั่งปริมาณของนิกเกิลในปัสสาวะลดลงต่ำกว่า 50 ug/L หรืออาการดีขึ้นจนเป็นปกติ

ในผู้ป่วยที่หมดสติให้ลดขนาดของยาที่ให้เหลือ 25 mg/Kg โดยฉีด 1.M. ทุก 4 ชั่วโมงและอาจเพิ่มขนาดของยาถึง 100 mg/ Kg, ตามสภาพความรุนแรงของโรค สำหรับผู้ป่วยที่มีอาการโรคผิวหนังอักเสบ รักษาโดยให้ topical steroids และให้ย้ายผู้ป่วยออกจากบริเวณที่สัมผัส

8. แนวทางการดำเนินงานทางอาชีวอนามัย

การดูแลสภาพงานและสิ่งแวดล้อมการทำงาน

การควบคุมกำกับปริมาณความเข้มข้นของนิกเกิลภายในบรรยากาศที่ทำงานไม่ให้เกินมาตรฐานที่กำหนดไว้ และเก็บตัวอย่างอากาศในสิ่งแวดล้อมการทำงาน ตรวจเป็นระยะ โดยกำหนดมาตรฐานไว้ดังนี้:-

โลหะนิกเกิล (Nickel Metal)

ในบรรยากาศการทำงานไม่ควรเกิน 1 mg/m³-TWA (มาตรฐานของประเทศไทย)

ACGIH กำหนดค่า TLV 1 mg/m³-TWA

Nickel, Soluble compound

ในบรรยากาศการทำงานไม่ควรเกิน 1 mg/ m³-TWA (มาตรฐานของประเทศไทย)

ACGIH กำหนดค่า TLV 0.1 mg/m³-

Nickel carbonyl

ในบรรยากาศการทำงานไม่ควรเกิน 0.007

mg/ m³-TWA หรือ 0.001 p.p.m. (มาตรฐานของประเทศไทย)

การควบคุมทางวิศวกรรม

- ควบคุมขบวนการผลิต โดยการปรับปรุงระบบระบายอากาศให้มีประสิทธิภาพ
- ปรับปรุงกระบวนการผลิตที่เหมาะสมเพื่อให้ระดับนิคเกิล ในบรรยากาศการทำงานต่ำที่สุด

การดูแลด้านสุขภาพ

- 1) คนงานควรจะป้องกันไม่ให้ผิวหนังไปสัมผัสกับนิคเกิล โดยการใช้อุปกรณ์ป้องกัน เช่น ถุงมือ, สวมเสื้อแขนยาว, กางเกงขายาวและหลังจากเลิกงานทุกครั้งควรจะได้ล้างมือหรืออาบน้ำ ชำระผิวหนังให้สะอาดก่อนกลับบ้าน
- 2) จัดอุปกรณ์ป้องกันกับอันตรายส่วนบุคคล เช่น Respiratory Protection ใส่อย่างเหมาะสมในการปฏิบัติงาน ที่มีไอหรือควันของนิคเกิล
- 3) การตรวจสุขภาพแรกเข้าทำงาน
 - ซักถามเกี่ยวกับประวัติความเจ็บป่วยในอดีต ปัจจุบัน โรคภูมิแพ้ และประวัติการทำงานเดิม
 - การตรวจร่างกาย
 - ผิวหนัง ตรวจสอบว่ามีผิวหนังอักเสบเนื่องจากสารระคายเคือง หรือสารที่ทำให้เกิดการแพ้หรือไม่ทาง เดินหายใจ ตรวจสอบว่า มีความผิดปกติของทางเดินหายใจตั้งแต่ เยื่อจมูกผนังกันจมูก และระบบการทำงานของปอด
 - การตรวจภาพรังสีปอด
- 4) การตรวจสุขภาพเป็นระยะ
 - ซักถามประวัติเจ็บป่วย
 - การตรวจร่างกาย ควรตรวจหาความผิดปกติของผิวหนัง และทางเดินหายใจ
 - การตรวจทางห้องปฏิบัติการ
 - ตรวจหาปริมาณนิคเกิลในปัสสาวะสำหรับคนงานที่สัมผัสกับ Nickel carbonyl
 - ตรวจการทำงานของตับ

เอกสารอ้างอิง

1. American Conference of Governmental Industrial Hygienists : Threshold limit values for chemical substances, 199 Cincinnati, 199, American Conference of Governmental Industrial Hygienists.
2. International Programme on chemical Safety (IPCS). Environmental Health Criteria 108. Nickel. Geneva, Switzerland : World Health organization, 1991.
3. Sunderman F W Jr, Dingle B, Hopfer SM, Swift T. Acute nickel toxicity in electroplating workers who accidentally ingested a solution of nickel sulphate and nickel chloride. Am J Ind Med 1988; 14:257-266.
4. Rendall REG, Phillips JI, Renton KA. Death following exposure to fine particulate nickel from a metal are process. Ann Occup Hyg 1994; 38:921-930.
5. Webster JD, Parker TF, Alfrey AC, Smyth WR, Kubo H, Neal G, Hull AR. Acute nickel poisoning by dialysis. Ann Inter Med 1980; 92:631-633.
6. Bernacchi EJ, Parsons Ge, Roy BR, Mikac-Denicim Kennedy Cd, Sundeman FW Jr. Urine. nickel concentrations in nickel -exposed workers. Ann Clin Sci 1978; 8: 184-189.
7. Aitio A. The Nordic Expert group for Criteria Documentation of Health Risks from Chemicals. Nickel and Nickel Compounds. National Institute for Working Life, 1996.
8. Sunderman FW: The treatment of acute nickel carbonyl poisoning with sodium diethyldithiocarbamate. Ann Clin Res 1971 ; 3:182.
9. Blair AL Mortality among workers in metal polishing and plating industry, J occup Med 22.: 158-162; 1980.
10. Bourasset A, Galland G: Carcinoma of the respiratory tract and exposure to nickel salts, Arch Mai Prof Med Trav Secur Soc 27:227-229, 1966.
11. Burch JO, Howe GR, Miller AB: Tobacco, alcohol, asbestos and nickel in the etiology of cancer of the larynx: a case control study, JNCI 67: 1219 - 1224, 1981.
12. Burges DCL : Mortality study of nickel platers. In Brown SS, Sunderman FW Jr, editors : Nickel toxicology, London, 1980. Academic Press.
13. Cancer of the nasal cavities and lung in nickel refinery workers, Grest Britain, Industrial Injuries Act, 1949.
14. Cirila AM, Bernabeo F, Ottoboni F, et al: Nickel induced occupational asthma : immunological and clinical aspects. In Brown SS, Sunderman FW Jr, editors : Progress in nickel toxicology, Cambridge, 1985, University Press.
15. Cooper WC, Wong O: A study of mortality in a population of nickel miners and smelter workers, a report of the Hanna Nickel Smelting Company, Ridle, Ore, 1981.

16. Cornell Rg, Landis JR: Mortality patterns among nickel/chromium alloy foundry workers. In Nickel in the human environment, IARC Sci Publ 53, Lyon, France, 1984, International Agency for Research on Cancer.
17. Cox JE, Doll R, Scott WA, et al: Mortality of nickel workers: experience with men working with metallic nickel. Br J ind Med 38:235-239,1981.
18. International Agency for Research on Cancer : IARC monograph, vols 1-20, Chemicals and industrial processes associated with cancer in humans, IARC Monograph Suppl 1, Lyon, France, 1979, International Agency for Research on Cancer.
19. International Agency for Research on Cancer: Monograph on the evaluation of carcinogenic risks to humans, vol 49, chromium nickel and welding, 1990.
20. International Agency for Research on Cancer: Nickel and nickel compounds, IARC Monogr Eval Carcing Risk Chemi Man 2:75-112,1976.
21. Karjalainen S, Kerttula R, Pukkala E: Cancer risk among workers at a copper/nickel smelter and nickel refinery in Finland, int Arch Oc'cup Environ Health 63:547-551,1992.
22. Kicharin GM: Occupational disorders of the nose and nasal sinuses in workers of an electrolytic nickel refining plant, (Russian) Gig Tr Prof Zabol 14:38-40, 1970.
23. Kirk, Othmer: Encyclopedia of chemical technology, vol 15, nickel and compounds, ed 3,1981, Wiley Interscience Publication, John Wiley & sons.
24. Lessard R, Reed D, Maheux B: Lung cancer in New Caledonia, a nickel smelting island, J Occup Med 20:815-817, 1978.

เอกสารที่แนะนำอ่านเพิ่มเติม

1. Zenz C. Occupational Medicine, 3 rd edition, Mosby-Year Book Inc, St. Louis, 1994.
2. LaDou J. Occupational Medicine. Appleton & Lange, East Norwalk, 1990.