

Concept 10-2

1. สารยับยั้งการทำงานของเอนไซม์ต่าง ๆ \Rightarrow ไซยาไนด์
2. อัตราส่วน (ความเข้มข้น) ของก๊าซชนิดต่าง ๆ ในบรรยากาศ จะมีอยู่ ค้างที่ ถึงแม้ระดับความสูงจากระดับน้ำทะเลจะเพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ แต่ "ความดันและปริมาณ" ของก๊าซเหล่านั้นที่เปลี่ยนไป
3. สิ่งมีชีวิตใดต้องการพลังงานในการดำรงชีพมาก ต้องใช้ O_2 เป็นปริมาณมาก ซึ่งหมายถึง สิ่งมีชีวิตนั้น มีอัตราการหายใจสูงเพื่อจะผลิตพลังงาน ได้พอเพียงตามความต้องการ
4. ปัจจัยที่มีผลต่ออัตราการหายใจ
 - 4.1. อัตราการหายใจมีความสัมพันธ์เป็นสัดส่วนโดยตรงกับปริมาณการทำงาน (กิจกรรม)
 - นกฮัมมิงเบิร์ดในขณะที่บิน มีอัตราการหายใจสูงเป็น 11 เท่า ของขณะพัก
 - 4.2. เด็กมีอัตราการหายใจสูงกว่าผู้ใหญ่
 - 4.3. เพศชายมีอัตราการหายใจสูงกว่าเพศหญิง
 - 4.4. สัตว์มีอัตราการหายใจสูงกว่าพืช
 - 4.5. นกฮัมมิงเบิร์ด > หนู > ปลาหมึก > คน > กบ > ปลาไหล > ปลาหมึกยักษ์ > ซีแอนีโมนี
 - ซีแอนีโมนีเป็นสัตว์อยู่ร่วมกับที่ ไม่เคลื่อนที่ ทำให้มีกิจกรรมทั่ว ๆ ไป ต่ำกว่าสิ่งมีชีวิตอื่น ๆ มาก
 - 4.6. สิ่งมีชีวิตที่มีเมตาบอลิซึมสูง จะมีอัตราการหายใจสูง
5. การวัดอัตราการหายใจ จะวัดได้จากอัตราของ O_2 ที่สิ่งมีชีวิตชนิดนั้นใช้ (เครื่องมือที่ใช้วัดอัตราการหายใจของสิ่งมีชีวิต เรียกว่า respirometer)
 - 5.1. สูตรคำนวณอัตราการหายใจของสัตว์ (หาปริมาตรก๊าซที่ลดลงไปจากการคำนวณหาปริมาตรของหยดน้ำสีเคลื่อนที่ผ่านไป)
 - สูตร อัตราการหายใจ = $\frac{\pi r^2 d}{wt}$
 - r = รัศมีของรูหลอด
 - d = ระยะทางเฉลี่ยที่น้ำสีเคลื่อนที่ไป
 - w = น้ำหนักสัตว์
 - t = เวลา
 - น้ำสีผสมผงซักฟอกไว้เล็กน้อยเพื่อลดแรงตึงผิว
 - NaOH เป็นตัวดูด CO_2
 - 5.2. หน่วยของอัตราการหายใจ คือ หน่วยปริมาตร/หน่วยน้ำหนัก/หน่วยเวลา เช่น ลูกบาศก์มิลลิเมตรของ O_2 / กรัม / ชั่วโมง

CONCEPT 10-2

6. การหายใจ จะเป็นกลไกสำคัญในการควบคุม metabolism ทุกชนิดที่จำเป็นต้องใช้พลังงาน
7. ระบบทางเดินหายใจ (respiratory tract) ของคนส่วนต่าง ๆ
 - 7.1. รูจมูก (nostril) → โพรงจมูก (nasal cavity) → คอหอย (pharynx) → ก่อเสียง (larynx) → หลอดลม (trachea) / หลอดลมคอ → ไซ้ปอด (branchus) / หลอดลม → แขนงไซ้ปอด (branchiole) / หลอดลมฝอย → air sac → alveolus
 - 7.2. หลอดลมคอ หลอดลม และหลอดลมฝอย ตอนต้น ๆ มีกระดูกอ่อนรูปเกือบม้วน เรียงซ้อนกันเป็นชั้น ๆ เพื่อป้องกันการแฟบจากแรงกดของเนื้อเยื่อรอบ ๆ

<p>จมูก (nose)</p>	<ul style="list-style-type: none"> ● มี 2 รู ภายในจมูกประกอบด้วยขนจมูกสำหรับกรองฝุ่นละออง รวมทั้งมีการหล่อลื่นโดยต่อมไขมัน (sebaceous gland) และ ต่อมเหงื่อ (sweat gland) เมื่อฝุ่นมาเกาะและแห้งแล้วก็จะกลายเป็นแผ่นร้อนหลุดได้ ● ภายในเยื่อจมูกมีเส้นเลือดมาหล่อเลี้ยงมากมาย ดังนั้น ถ้าหากอากาศร้อนมาก ๆ เส้นเลือดเหล่านี้ก็จะแตกได้ เพราะความร้อนทำให้มีผลต่อความดันเลือดสูงขึ้น ทำให้เกิดเลือดไหลออกจากจมูกที่เรียกว่า เลือดกำเดา ● จมูกไม่ใช่อวัยวะแลกเปลี่ยนก๊าซ เป็นเพียงทางผ่านของลมหายใจเข้าออกเท่านั้น
<p>คอหอย (pharynx)</p>	<ul style="list-style-type: none"> ● เป็นท่อกว้างของกล้ามเนื้อ ซึ่งตั้งต้นมาจากฐานของกระดูกไฮดรอกซ์และลงมาถึงกระดูกสันหลังส่วนคอ ชั้นที่ 6 ● คอหอยจะติดต่อกับจมูก ซึ่งอยู่เหนือเพดานอ่อน , ช่องปาก , ก่อเสียง (larynx) , Eustachian tube ซึ่งติดต่อกับตอนกลาง , หลอดอาหาร , หลอดลม ● ทางด้านข้างของคอหอยจะมีกลุ่มของต่อมน้ำเหลืองเรียกว่า tonsil ซึ่งพบได้ 3 บริเวณด้วยกัน คือ <ul style="list-style-type: none"> ● lingual tonsil อยู่ใกล้ ๆ โคนลิ้น ● Palatine tonsil อยู่ที่เพดาน ⇒ ถ้าเชื้อโรคที่เข้ามาทางปาก จะถูก palatine tonsil จับเอาไว้ และถ้าอักเสบจะมีสีแดง มีอาการบวมขึ้น ซึ่งโดยมาก ถ้า tonsil อักเสบ มักจะเกิดที่ตำแหน่งนี้ ● pharyngeal tonsil อยู่ใกล้ท่อ eustachian
<p>ก่อกเสียง (larynx)</p>	<ul style="list-style-type: none"> ● ทำหน้าที่ 3 ประการ คือ <ul style="list-style-type: none"> ● เป็นทางผ่านของอากาศ ช่วยในการหายใจ ● ทำให้เกิดเสียง ● ป้องกันหลอดลมตอนกลืนอาหาร โดยกั้นมิให้อาหารตกลงไปในหลอดลม โดยการทำงานของฝาปิดก่อกเสียง (epiglottis)

CONCEPT 10-2

<p>หลอดลม (trachea)</p>	<ul style="list-style-type: none"> ● ตั้งต้นที่กระดูกสันหลังส่วนคอชั้นที่ 6 แล้วทอดคดลงมายาวประมาณ 6 นิ้ว จนกระทั่งถึงระดับกระดูกสันหลังส่วนอกชั้นที่ 5 จะแยกออกเป็นขั้วปอด (bronchus) 2 ข้าง ● เป็นท่อกลวง ผนังของมันประกอบด้วยกระดูกอ่อนเป็นวงประมาณ 20 อัน โดยแต่ละวงมีกระดูกอ่อนไม่ครบวง ทางด้านหลังของมันเป็นกล้ามเนื้อเรียบยึดเอาไว้ ทั้งนี้เพราะทางด้านหลังของหลอดลมจะเป็นหลอดอาหาร (esophagus) เพื่อสะดวกในการกลืน หลอดลมจึงต้องมีกล้ามเนื้อเรียบค้ำก้ำไว้ แต่อย่างไรก็ดี วงกระดูกอ่อนของหลอดลมอันแรกซึ่งเป็นที่ตั้งต้นของหลอดลมจะเป็นกระดูกอ่อนครบวง เพื่อป้องกันมิให้หลอดลมแฟบ ซึ่งอาจเป็นสาเหตุถึงแก่ชีวิตได้ ● ในปัจจุบัน การเจาะคอคนไข้เพื่อช่วยในการหายใจ ที่เรียกว่า การเจาะหลอดลม (tracheostomy) จะนิยมเจาะประมาณวงกระดูกอ่อนของหลอดลมตั้งแต่ชั้นที่ 5 ลงไป หรือจุดที่ต่ำกว่าลูกกระเดือกประมาณ 2 นิ้ว ● การเจาะหลอดลมเป็นการผ่าตัดที่ทำบ่อย ๆ เมื่อเห็นว่าคนไข้มีอาการหายใจไม่สะดวก หรือหายใจลำบาก เพื่อให้คนไข้หายใจสะดวกขึ้น
<p>ขั้วปอด (bronchus)</p>	<ul style="list-style-type: none"> ● อยู่ต่อจากหลอดลม ตรงระดับกระดูกสันหลังส่วนอกชั้นที่ 5 ● มี 2 ข้างขั้วปอดข้างซ้ายจะมีขนาดเล็กกว่า ยาวกว่า และวางตัวอยู่ในแนวนอนมากกว่าของด้านขวา <ul style="list-style-type: none"> ● ดังนั้น หากมีวัตถุหรือสิ่งของตกลงมาในหลอดลมและขั้วปอดแล้ว วัตถุนั้นมีโอกาสที่จะหลุดไปทางขั้วปอดข้างขวามากกว่าข้างซ้าย ● ประกอบด้วยวงกระดูกอ่อนเหมือนกับหลอดลมทุกอย่าง เพียงแต่มีขนาดเล็กกว่าและวงกระดูกอ่อนไม่แข็งแรงเท่าขั้วปอดของสัตว์เคี้ยวเอื้องบางอย่าง ● หมู และ ปลาวาฬ มีขั้วปอดอยู่ 3 อัน แต่ ฐ ส่วนใหญ่ เนื่องจากตัวยาวและแคบ ปอดข้างหนึ่งหายไป ขั้วปอดข้างนั้นก็หายไปด้วย จึงคงเหลืออยู่เพียงอันเดียว
<p>แขนงขั้วปอด (Bronchiole)</p>	<ul style="list-style-type: none"> ● เป็นส่วนปลายที่ต่อจากขั้วปอด จะประกอบด้วยกล้ามเนื้อเรียบ ซึ่งจะแตกแขนงออกไปอีกมากมาย เรียก Alveolar duct แล้วต่อจากนั้นก็พองออกเป็นกระเปาะ เรียกว่า ถุงลม (air sac)
<p>ถุงลม (Air sac)</p>	<ul style="list-style-type: none"> ● ถุงลมจะประกอบด้วยถุงเล็ก ๆ มากมายเรียก alveolus ● Ø เฉลี่ย 0.25 mm
<p>Alveolus</p>	<ul style="list-style-type: none"> ● เป็นที่แลกเปลี่ยนก๊าซ O_2 กับ CO_2 ● เป็นหน่วยทำงาน (functional unit) ของปอด ● เป็นถุง มีผนังบาง โดยมีเยื่อบุผิวบาง ๆ (endothelium) แต่เหนียว เป็นเยื่อกรูอยู่ ● ทางด้านนอกของผนังมีเส้นเลือดฝอยห่อหุ้มล้อมรอบอยู่มากมาย ● Alveolus ในปอดทั้งสองข้าง มีประมาณ 600 ล้านถุง หรือมากกว่า จึงมีพื้นที่แลกเปลี่ยนก๊าซมากมาย พื้นที่ผิวของอัลวีโอลัสทั้งหมดแผ่รวมกันจะมีขนาดประมาณ 90 ตารางเมตร ประมาณ 40 เท่าของพื้นที่ผิวหนังทั่วร่างกาย ● จำนวน Alveolus ตอนแรกเกิดจะมีจำนวนประมาณ 30 ล้านถุง และค่อย ๆ เพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว และมีจำนวนมากขึ้นเมื่ออายุประมาณ 8 ขวบ แล้วจะหยุดเพิ่มจำนวน ในขณะที่การเจริญเติบโตของร่างกายยังคงดำเนินต่อไป

1. กลไกการสูดลมหายใจเข้าออก (Mechanism of breathing)

CONCEPT 10-2

การหายใจเข้า (Inspiration)	การหายใจออก (Expiration)
<ul style="list-style-type: none"> ● กะบังลมหดตัว จะจึงดึงแบนราบ เพิ่มปริมาตรช่องอกในแนวตั้ง ● กล้ามเนื้อระหว่างซี่โครงแถบนอกหดตัว และแถบในคลายตัว → กระดูกซี่โครงยกตัวสูงขึ้น ⇒ เพิ่มปริมาตรของช่องอกในแนวรัศมี ● ปอดขยายกว้างขึ้น ● ความดันในช่องปอดลดต่ำลง ● ความดันในปอดลดลงต่ำกว่าความดันของอากาศภายนอก ● อากาศภายนอกจึงคั้นไหลเข้าสู่ปอด 	<ul style="list-style-type: none"> ● กะบังลมคลายตัว จะโค้งเป็นรูปโดมกลับเข้าตำแหน่งเดิม ● กล้ามเนื้อระหว่างซี่โครงแถบในหดตัว และแถบนอกคลายตัวมีผลทำให้กระดูกซี่โครงลดระดับลง ● ช่องปอดเล็กลง มีความดันสูงขึ้น จึงไปกดดันปอดให้แฟบ ความดันในปอดจึงสูงกว่าอากาศภายนอก เป็นเหตุให้ดันเอาอากาศภายในปอดออกมาข้างนอก

1. กะบังลม ทำให้เกิดการหายใจส่วนท้อง กล้ามเนื้อซี่โครงทำให้เกิดการหายใจส่วนอก
2. กะบังลม
 - 2.1. กะบังลมและกล้ามเนื้อซี่โครง เป็นกล้ามเนื้อที่ทำงานนอกอำนาจจิตใจ
 - 2.2. กะบังลม มีส่วนสำคัญมากที่สุดในการนำอากาศจำนวนประมาณ 75 % ของทั้งหมดเข้าสู่ปอดจากการขยายตัวของทรวงอก เนื่องมาจากการหดตัวของกะบังลม
 - 2.3. ในคนป่วยที่เกิดการอัมพาตของกะบังลม กล้ามเนื้อซี่โครงจะช่วยการหายใจทำให้การหายใจยังคงดำเนินต่อไปได้โดยมีทรวงอกเคลื่อนไหวได้อย่างปกติ
 - 2.4. กล้ามเนื้อท้อง เป็นกล้ามเนื้อช่วยในการหายใจออกที่สำคัญที่สุด ประกอบด้วยกล้ามเนื้อ external oblique . internal oblique , rectus abdominis , transversus abdominis
3. การควบคุมการหายใจ ⇒ การหายใจเป็นกลไกที่เกิดขึ้นโดยอัตโนมัติ และอยู่นอกการควบคุมของอำนาจจิตใจ โดยอาศัยการทำงานของ 3 กลไก คือ

การควบคุมทางประสาท (neural control)	การควบคุมทางเคมี (Chemical Control)	การควบคุมทางรีเฟล็กซ์ (Reflex Control)
<ul style="list-style-type: none"> ● เป็นส่วนสำคัญที่สุด ที่ทำให้มีการหายใจอยู่ได้ ● มีศูนย์ควบคุมการหายใจ (Respiratory center) อยู่ในสมองส่วนท้าย (hind brain) ได้แก่ <ul style="list-style-type: none"> ● Medullary center ในสมองส่วน medulla oblongata <ul style="list-style-type: none"> ● สำคัญที่สุด ● ถ้าตัดออก การหายใจจะหยุดไปเลย ● pontine center อยู่ที่สมองส่วน pons <ul style="list-style-type: none"> ● ถ้าตัดศูนย์นี้ออก การหายใจจะช้าลง ● ควบคุมอัตราการสูดลมหายใจเข้าออก โดยการกระตุ้นของปริมาณ CO₂ ในเลือด 	<ul style="list-style-type: none"> ● CO₂ > H⁺ > O₂ ● CO₂ ● O₂ ⇒ เมื่อร่างกายขาด O₂ จะไม่กระตุ้นการหายใจที่ medulla oblongata แต่จะกระตุ้นที่เครื่องรับเคมีรอบนอก ● H⁺ 	<p>การควบคุมโดยมีผลกระทบมาจากที่ต่าง ๆ เข้ามามีอิทธิพลต่อการทำงานของศูนย์การหายใจ ทำให้การหายใจเกิดอย่างเหมาะสมกับความต้องการ เช่น รีเฟล็กซ์ที่เกิดจากการทำงานของปอด , รีเฟล็กซ์ที่เกิดจากกล้ามเนื้อซี่โครง</p>

CONCEPT 10-2

1. การแลกเปลี่ยนก๊าซหายใจ เกิด 2 ที่ ควบคุมโดยการแพร่ซึ่งทิศทางที่ก๊าซจะเคลื่อนที่ไปนั้นถูกกำหนดโดยความแตกต่างระหว่างความดัน
 - 1.1. การเคลื่อนย้าย O_2 จาก alveolus ในปอดเข้าไปในเส้นเลือดฝอยที่อยู่รอบ ๆ alveolus และการเคลื่อนย้าย CO_2 ในทิศทางตรงกันข้าม
 - 1.2. การแลกเปลี่ยนก๊าซของเซลล์ในเนื้อเยื่อร่างกายกับเส้นเลือดฝอย
2. การลำเลียงก๊าซในร่างกาย

การลำเลียงก๊าซ O_2	การลำเลียงก๊าซ CO_2
<ul style="list-style-type: none"> ● การรวมตัวกับฮีโมโกลบิน <ul style="list-style-type: none"> ● มีบทบาทสำคัญที่สุด นำ O_2 ได้ประมาณร้อยละ 97 ● O_2 จะทำปฏิกิริยากับ Hb ในเม็ดเลือดแดง เป็น oxyhemoglobin จะมีสีแดงสด ● เมื่อเลือดที่มี O_2 สูง ไหลเวียนจากปอดกลับสู่หัวใจ และไปเลี้ยงเนื้อเยื่อร่างกาย ก็จะเกิดการแพร่ของ O_2 จากเลือดสู่เนื้อเยื่อ เนื่องจากความดันที่ต่างกัน เมื่อ Hb ปล่อย O_2 ไปแล้ว ก็จะกลับมามีสีแดงคล้ำ ● ปัจจัยที่มีผลต่อการรวมตัวของ O_2 กับ Hb <ul style="list-style-type: none"> ● อุณหภูมิ \Rightarrow ถ้าอุณหภูมิสูงขึ้นจะทำให้อำนาจการจับ O_2 ของฮีโมโกลบินลดลง \Rightarrow บริเวณกล้ามเนื้อที่มีการออกกำลังกายและอุณหภูมิสูงขึ้น ฮีโมโกลบินจะปล่อย O_2 ได้มาก เป็นประโยชน์แก่กล้ามเนื้อ ทำให้ดึงเอา O_2 ไปใช้ได้มากขึ้น ● pH \Rightarrow เมื่อ pH ลดลง อำนาจการจับ O_2 ของฮีโมโกลบินจะลดลง \Rightarrow เมื่อกลิ้ามเนื้อมีการออกกำลังกาย ความดันของ CO_2 จะสูงขึ้น นั่นคือ pH ลดลง ฮีโมโกลบินก็จะปล่อย O_2 ไปให้กล้ามเนื้อได้มากขึ้น ● การละลายในเลือด 	<ul style="list-style-type: none"> ● การละลายในน้ำเลือด <ul style="list-style-type: none"> ● CO_2 ละลายในน้ำเลือดได้ดีกว่า O_2 ประมาณ 20 เท่า แต่ CO_2 ส่วนน้อยเท่านั้นที่ละลายในน้ำเลือด (ประมาณ 6%) ● ในรูป HCO_3^- <ul style="list-style-type: none"> ● CO_2 ส่วนใหญ่จะทำปฏิกิริยาทางเคมีกับน้ำในเม็ดเลือดแดง (เม็ดเลือดแดงมีเอนไซม์ Carbonic anhydrase เร่งปฏิกิริยาอยู่) เกิดเป็น กรดคาร์บอนิก (H_2CO_3) และจะแตกตัวเป็น H^+ และ HCO_3^- กลังจากนั้น HCO_3^- จะแพร่ออกจากเม็ดเลือดแดงมาอยู่ในพลาสมาของเลือด และนำไปในรูปนี้ได้ถึง 88% ● ในรูป Carbaminohemoglobin <ul style="list-style-type: none"> ● CO_2 ที่เข้าไปในเม็ดเลือดแดง ส่วนหนึ่งจะรวมกับ Hb กลายเป็น $HbCO_2$ ปฏิกิริยาจะเกิดอย่างรวดเร็วโดยไม่ต้องมีเอนไซม์ช่วย

1. ในร่างกาย บริเวณที่มีโมเลกุลของ O_2 มากที่สุด คือ ถุงลมในปอด น้อยที่สุด คือ เนื้อเยื่อต่าง ๆ ทั่วร่างกาย ซึ่งตรงข้ามกับ CO_2
 - 1.1. ปริมาณ O_2, CO_2 ในที่ใดที่คงที่ \Rightarrow บรรยากาศ, ปอด
 - 1.2. ปริมาณ O_2, CO_2 ในที่ใดที่มีช่วงคงที่ก่อนแล้วจึงเปลี่ยนแปลง \Rightarrow ถุงลม
 - 1.3. ปริมาณ O_2, CO_2 ในที่ใดที่มีช่วงที่เปลี่ยนแปลงก่อนแล้วจึงคงที่ \Rightarrow เลือด
 - 1.4. ปริมาณ O_2, CO_2 ในที่ใดที่เปลี่ยนแปลงตลอดเวลา \Rightarrow เนื้อเยื่อต่าง ๆ
2. ออกซิเจนที่ผ่านเข้าไปในปอดจะแพร่เข้าสู่เลือดได้ไม่หมด
3. ปัญหาเกี่ยวกับการหายใจที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวัน

CONCEPT 10-2

การหายใจ	<ul style="list-style-type: none"> • เมื่อเราอ่อนเพลีย ต้องการพักผ่อน จะมีการหายใจเพิ่มขึ้น • การหายใจเกิดจากมี CO₂ ในเลือดมากผิดปกติ ไปกระตุ้นศูนย์ควบคุมการหายใจ จึงทำให้มีการหายใจเข้ายาวและลึก เพื่อจะได้สูด O₂ เข้าไปเต็มปอด แล้วแลกเปลี่ยน CO₂ ออกจากเลือด • เริ่มต้นจะหายใจเข้าลึกและยาว ทำให้อากาศเข้าเต็มปอด ต่อมา Epiglottis ปิด และหายใจออกอย่างแรง ซึ่งดันให้ Epiglottis เปิดเป็นพัก ๆ
การสะอึก	<ul style="list-style-type: none"> • เกิดจากกระบังลมหดตัว กระตุก ทำให้มีการหายใจเข้าทันที และ Epiglottis ก็ปิดทันที ลมจึงดันเข้าไป ทำให้เกิดเสียงดังขึ้น • เกิดเมื่อมีการระคายเคืองที่กระเพาะอาหาร
การสำอืด	<ul style="list-style-type: none"> • เกิดจากการหายใจเข้าในขณะที่ Epiglottis ปิด
การจาม	<ul style="list-style-type: none"> • เกิดจากการหายใจเข้าลึก ๆ แล้วต่อมา หายใจออกทันทีโดยเร็ว
การกรน	<ul style="list-style-type: none"> • คือ การหายใจที่ออกทางปาก ถ้ามีการปิดหรือกีดขวางทางเดินหายใจ จะทำให้เกิดกรนได้ • การเกิดเสียง เนื่องจาก เวลาที่ลมหายใจออกทางปากผ่านเพดานอ่อน ทำให้เกิดการสั่นสะเทือนของเพดานอ่อนขึ้น
การหายใจขัด	<ul style="list-style-type: none"> • อาจเกิดจากกลไกของปอด <ul style="list-style-type: none"> • ปอดหดตัวได้ไม่เต็มที่ , มีสิ่งกีดขวางปอด , เป็นวัณโรค , เยื่อหุ้มปอดอักเสบ , มีก๊าซในกระเพาะมากเกินไป , เป็นหวัด , มีน้ำเมือกออกมากเกินไป , มีเนื้องอกในจมูก • อาจเกิดจากความผิดปกติของเลือด <ul style="list-style-type: none"> • มีการสะสม CO₂ ในเลือดมากเกินไป , O₂ ในเลือดน้อยกว่าปกติ , pH ของเลือดผิดปกติ เช่น เกิด acidosis (เลือดมีความเป็นกรด) , การเสียเลือด ทำให้เลือดในระบบไหลเวียนผิดปกติ , T ในร่างกายผิดปกติ • อาจเกิดจากความผิดปกติในระบบไหลเวียนความดันเลือดผิดปกติ <ul style="list-style-type: none"> • ทำให้เสียการบังคับของหลอดเลือดไป , ลิ้นหัวใจผิดปกติ , การเต้นของหัวใจผิดปกติ , เสียเลือดเนื่องจากการตกเลือด • อาจเกิดจากการอักเสบของทางเดินหายใจ ทำให้การแลกเปลี่ยนก๊าซใน Alveolus เสียไป

1. ความผิดปกติเกี่ยวกับการหายใจของมนุษย์

1.1. โรคที่เกิดจากการสูดเอาอากาศที่เป็นพิษ ⇒ มะเร็งปอด, ถุงลมพอง

โรคปอดบวม (Pneumonia)	<ul style="list-style-type: none"> • เกิดจากเชื้อแบคทีเรีย หรือ ไวรัส เข้าไปในหลอดลม ทำให้เกิดการอักเสบ มีน้ำเหลือง และมีเมือกอยู่เต็ม alveolus และ หลอดลมเล็ก ๆ อย่างรวดเร็ว ทำให้พื้นที่ผิวในการแลกเปลี่ยนก๊าซลดลง
โรคอัสวีโอลัสพอง (emphysema)	<ul style="list-style-type: none"> • เกิดจากการสูดเอาอากาศที่เป็นพิษ เช่น คาร์บอนหรี คาร์บอนจากโรงงาน หรือท่อไปเสียเป็นเวลานาน หรือ อาจเกิดจากการติดเชื้อ มีผลทำให้ผนังอัสวีโอลัสทะลุถึงกันหมด พื้นที่ผิวแลกเปลี่ยนก๊าซลดลง อาจทำให้หัวใจวายได้

CONCEPT 10-2

การเป็นพิษเนื่องจาก CO	<ul style="list-style-type: none"> CO ที่เกิดจากการเผาไหม้ต่าง ๆ จากควันบุหรี่ ท่อไอเสียรถยนต์ จะรวมตัวกับ Hb ได้เป็นอย่างดี กลายเป็น HbCO โดยแย่งตำแหน่งการรวมตัวของออกซิเจนในโมเลกุล Hb CO รวมตัวกับ Hb ได้ดีกว่า O₂ ถึง 200-250 เท่า ดังนั้น CO เพียงเล็กน้อย ก็จะเกาะแน่นกับ Hb ได้มากกว่าเสีย ถ้า CO มีประมาณ 0.1 % ในอากาศจะทำให้เกิดอาการขาด O₂ ได้ภายใน 30-60 นาที
โรคมะเร็งในปอด	<ul style="list-style-type: none"> เกิดจากหลายสาเหตุ และสาเหตุหนึ่ง จากการศึกษา พบว่า ผู้ที่สูบบุหรี่เป็นประจำมีโอกาสเป็นมะเร็งในปอดมากกว่าคนที่ไม่สูบบุหรี่
Hyperoxia	<ul style="list-style-type: none"> ภาวะที่ร่างกายได้รับ O₂ มากเกินความต้องการ กลับเป็นพิษได้ (O₂ toxicity) อันตรายจาก O₂ ขึ้นอยู่กับความดัน O₂ ในอากาศที่หายใจและระยะเวลาที่หายใจ
Hypercapnia	<ul style="list-style-type: none"> ภาวะที่ระดับความดัน CO₂ ในปอดและในเลือดสูงกว่าปกติ มักเกิดจากการระบายอากาศลดลง หรือ อาจเกิดจากการหายใจในอากาศที่มี CO₂ สูงกว่าปกติ ถ้าหายใจอากาศที่มี CO₂ มากกว่า 15 % ติดต่อกันจะมีผลทำให้ชักและหมดสติได้
Hypocapnia	<ul style="list-style-type: none"> ภาวะที่ความดัน CO₂ ในเลือดแดงลดลง เกิดจากการระบายอากาศเพิ่มขึ้น ซึ่งอาจเนื่องมาจากหายใจในอากาศที่มี O₂ ต่ำ ถ้ายังกับการหายใจให้เพิ่มขึ้นติดต่อกันไปนาน ๆ จะมีผลทำให้เลือดที่ไหลไปเลี้ยงสมองลดน้อยลง เกิดหน้ามืดได้

1. มลภาวะทางอากาศ

CO	<ul style="list-style-type: none"> ส่วนใหญ่จะมาจากการเผาไหม้น้ำมันเชื้อเพลิงในโรงงานอุตสาหกรรม รถยนต์ และแม้กระทั่งการสูบบุหรี่ ก๊าซนี้ไม่มีสี ไม่มีกลิ่น เมื่อหายใจเข้าไปจะรวมกับ Hb ของเซลล์เม็ดเลือดแดงเป็น สารประกอบที่เรียกว่า carboxyhaemoglobin CO สามารถรวมตัวกับ Hb ได้มากกว่า O₂ ถึง 200-250 เท่า เมื่อหายใจเอาอากาศที่มี CO เข้าไป เลือดจึงรับ O₂ ได้น้อยลง หัวใจต้องสูบฉีดเลือดให้เร็วขึ้น เพื่อให้เลือดผ่านปอดมาก จะได้มีโอกาสรับ O₂ ได้มากขึ้น ดังนั้นหัวใจและปอดจึงต้องทำงานหนักขึ้นเพื่อจะนำเอา O₂ ไปสู่เซลล์ให้เพียงพอกับความต้องการทำให้เกิดโรคเกี่ยวกับปอดและหัวใจ อาการโดยทั่ว ๆ ไป เมื่อได้รับ CO ก็คือ คลื่นไส้ อาเจียน ปวดศีรษะ มึนงง ถ้าได้รับก๊าซนี้แม้จะเป็นจำนวนน้อย แต่ถ้าเป็นเวลานานจะทำให้จิตใจและประสาทผิดปกติ อ่อนเพลีย ไม่มีแรง ความจำเสื่อม เบื่ออาหาร หูอื้อ ถ้าได้รับก๊าซนี้เป็นจำนวนมากติดต่อกันอาจเป็นอันตรายถึงชีวิตได้
----	--

CONCEPT 10-2

ตะกั่ว	<ul style="list-style-type: none"> ● เกิดจากการเผาไหม้น้ำมันเชื้อเพลิงรถยนต์ที่มีตะกั่วเป็นองค์ประกอบแล้วปล่อยออกมาทางท่อไอเสีย ● ใช้กันมากในโรงงานอุตสาหกรรมหลายแห่ง เช่น โรงงานทำแบตเตอรี่ สี ยาง ฆ่าแมลง พลาสติก ● พิษของสารตะกั่วนี้ พบว่า <ul style="list-style-type: none"> ● ในเด็ก ถ้าในเลือดมีระดับสารตะกั่วมากกว่า 5 ug/dl ขึ้นไป จะมีการเจริญเติบโตของร่างกายลดลง ระดับสติปัญญาต่ำลง และมีแนวโน้มการเป็นปัญญาอ่อนมากขึ้น เด็กบางคนจะมีความผิดปกติในการรับฟัง การพูด และระบบประสาทถูกทำลายอย่างรุนแรงในระยะยาว ● สำหรับผู้ใหญ่ที่ตั้งครรภ์ หากมีค่าของสารตะกั่วในเลือด 7ug/dl ขึ้นไปมักจะแท้งบุตร หรือคลอดก่อนกำหนด ● ผู้ใหญ่ หากมีสารตะกั่วในเลือดสูงกว่า 25 ug/dl จะมีภาวะสมองเสื่อมเร็วกว่าปกติ ความจำเสื่อม มีโรคหัวใจหรือโรคความดันโลหิตสูง และหากมีสารตะกั่วถึง 50-70 ug/dl จะมีอาการโลหิตจาง มีอาการของพิษตะกั่วต่อระบบประสาทส่วนกลาง และระบบประสาทส่วนปลาย เช่น เป็นลมชัก อารมณ์เปลี่ยนแปลงมือปลายเท้า ● [เด็กห่าม้าเจ็ดเจ็ด 25] ● สารตะกั่วที่สะสมอยู่ในร่างกายคนไทยบางกลุ่มเกินกว่ามาตรฐาน เช่น ประชาชนที่อาศัยอยู่ริมถนนที่มีการจราจรคับคั่ง ผู้โดยสารรถเมล์ คนขับรถแท็กซี่ ตำรวจจราจร มีค่าเฉลี่ยของสารตะกั่วอยู่ในเส้นเลือดเท่ากับ 54.4 ug/dl ● มาตรฐานของสารตะกั่วในเลือดของผู้ใหญ่คนไทยกำหนดไว้ไม่เกิน 50 ug/dl ● ปริมาณสารตะกั่วในเลือดของเด็กในกรุงเทพฯ สูงเป็น 3 เท่าของเด็กในประเทศที่เจริญแล้ว
ปรอท	<ul style="list-style-type: none"> ● ใช้กันมากในอุตสาหกรรมผลิตภัณฑ์ทางเคมีกระดาษและการผลิตเครื่องสำอาง ● มีความดันไอสูง สามารถกลายเป็นไอได้ในอุณหภูมิปกติ ● เมื่อสูดเอาอากาศที่มีปรอทปะปนอยู่มากเข้าไปจะทำให้เกิดอาการหนาวสั่น เป็นไข้ แน่นหน้าอก และอาจถึงตายได้ ถ้าสูดเอาไอปรอทเข้าไปโดยตรงมาก ๆ