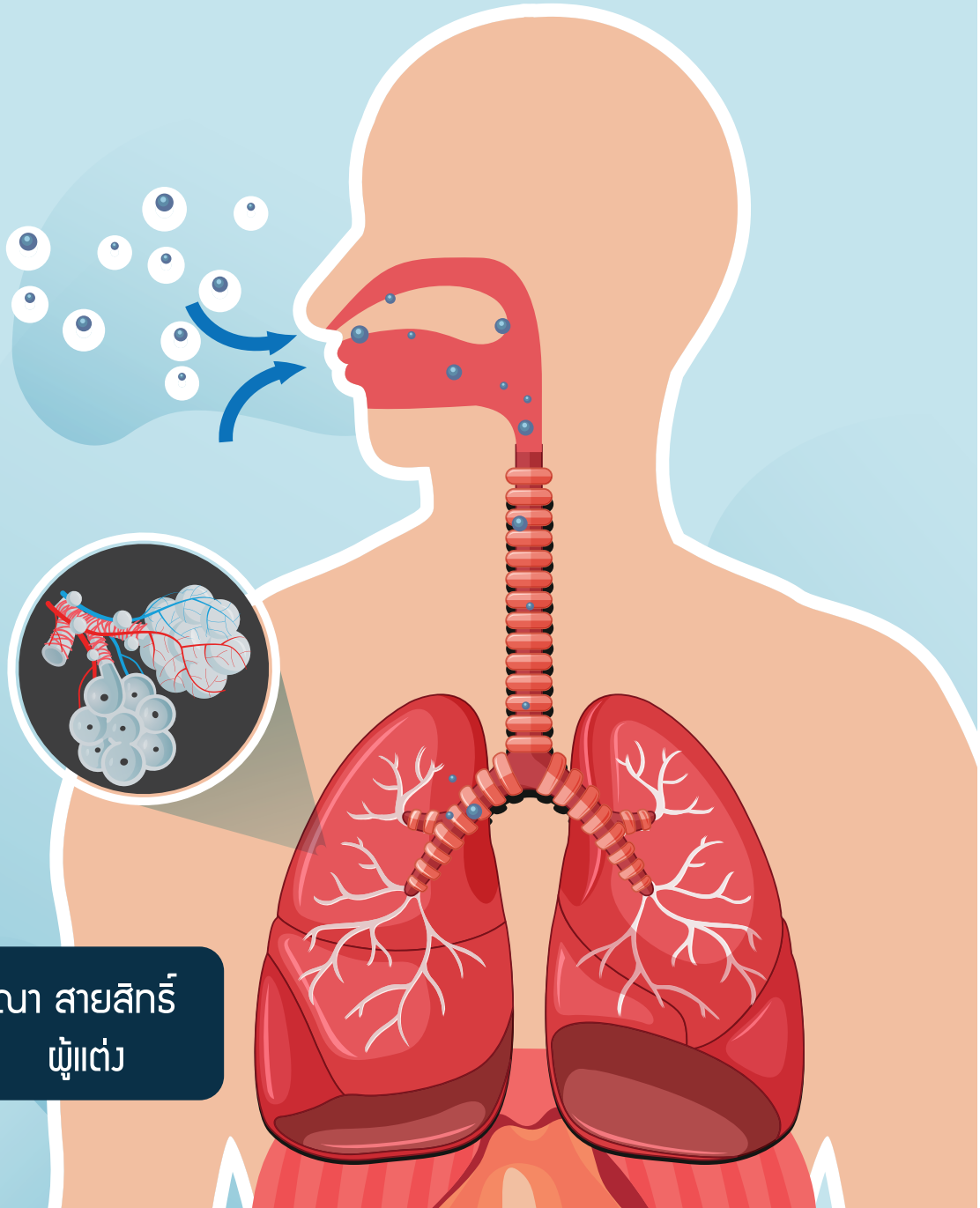
การพยาบาลผู้ใหญ่และผู้สูงอายุที่มีความผิดปกติของระบบหายใจ

THE POCKET GUIDE BOOK



ผู้ช่วยศาสตราจารย์วรางคณา สายสิทธิ์
ผู้แต่ง

ชื่อหนังสือ : การพยาบาลผู้ใหญ่และผู้สูงอายุที่มีความผิดปกติของระบบหายใจ: The Pocket Guide Book

ผู้แต่ง : ผู้ช่วยศาสตราจารย์วรางคณา สายสิทธิ์

จัดทำโดย : วรางคณา สายสิทธิ์
คณะพยาบาลศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏนครปฐม
85 ม.1 ตำบลนครปฐม อำเภอเมือง จังหวัดนครปฐม
73000

พิมพ์ครั้งที่ 1/2566

จำนวนที่จัดพิมพ์ จำนวน 200 เล่ม

ราคา 200 บาท

สงวนลิขสิทธิ์ โครงการตำรามหาวิทยาลัยราชภัฏนครปฐม
ปีงบประมาณ 2566

สงวนลิขสิทธิ์ ตามพระราชบัญญัติการพิมพ์
ห้ามมิให้ทำซ้ำหรือลอกเลียนแบบโดยไม่ได้รับอนุญาต

ISBN 978-616-603-100-3

พิมพ์ที่และเผยแพร่โดย
โรงพิมพ์ มหาวิทยาลัยศิลปากร วิทยาเขตพระราชวังสนามจันทร์ ถนนราชมรรคาใน อ.เมือง จ.นครปฐม 73000 โทร 0-3425-5814 โทรสาร 0-3425-5814

คำนำ

หนังสือเล่มนี้เหมาะสำหรับนักศึกษาพยาบาลและบุคลากรทางด้านสุขภาพ ซึ่งมีเนื้อหาสำหรับเป็นแนวทางในการประเมินภาวะสุขภาพและการพยาบาลผู้ป่วยผู้ใหญ่และผู้สูงอายุที่มีความผิดปกติของระบบหายใจโดยใช้กระบวนการพยาบาลมีเนื้อหาประกอบด้วยกายวิภาคศาสตร์และสรีรวิทยาของระบบหายใจ กระบวนการพยาบาลกับการตรวจร่างกายระบบหายใจ การพยาบาลโรคหรือความผิดปกติของระบบหายใจที่พบบ่อย การพยาบาลผู้ป่วยโรคระบบทางเดินหายใจที่รักษาด้วยการใช้เครื่องช่วยหายใจ และการพยาบาลผู้ป่วยโรคระบบทางเดินหายใจที่รักษาด้วยการใส่ท่อระบายทรวงอก

ในโอกาสนี้ผู้แต่งขอขอบพระคุณผู้ทรงคุณวุฒิทุกท่านที่เสียสละเวลาในการให้คำแนะนำและข้อเสนอแนะในการปรับปรุงเนื้อหาให้มีคุณภาพ ขอขอบพระคุณผู้มีพระคุณในการผลักดันและให้กำลังใจผู้แต่งมาโดยตลอด ผู้แต่งหวังเป็นอย่างยิ่งว่าหนังสือเล่มนี้ สามารถทบทวนความรู้และนำไปประยุกต์ใช้สำหรับการพยาบาลทั้งในการฝึกปฏิบัติการพยาบาลของนักศึกษาพยาบาล รวมถึงการปฏิบัติการพยาบาลในสถานการณ์จริงสำหรับพยาบาลและบุคลากรทางด้านสุขภาพต่อไป

วรางคณา สายสิทธิ์

ผู้แต่ง

สารบัญ

		หน้า
คำนำ		**(ก)**
สารบัญ		**(ค)**
สารบัญภาพ		**(ฉ)**
สารบัญตาราง		**(ช)**
บทที่ 1	**กายวิภาคศาสตร์และสรีรวิทยาของระบบหายใจ**	**1**
	กายวิภาคศาสตร์ของระบบทางเดินหายใจ	1
	กลไกการหายใจ	5
	กระบวนการหายใจ	16
	สรุปท้ายบท	17
	บรรณานุกรม	17
บทที่ 2	**กระบวนการพยาบาลกับการตรวจร่างกายระบบหายใจ**	**19**
	กระบวนการพยาบาลกับตรวจร่างกายระบบหายใจ	19
	การวิเคราะห์ผลการตรวจร่างกายระบบหายใจ	41
	สรุปท้ายบท	33
	บรรณานุกรม	44
บทที่ 3	**การพยาบาลผู้ป่วยโรคระบบหายใจที่พบบ่อย**	**47**
	โรคระบบทางเดินหายใจส่วนบนที่ไม่มีการติดเชื้อ	48
	โรคระบบทางเดินหายใจส่วนล่างที่ไม่มีการติดเชื้อ	63

สารบัญ (ต่อ) **หน้า**

โรคระบบทางเดินหายใจที่มีการติดเชื้อ..... 85
โรคระบบทางเดินหายใจอื่น ๆ..... 109
การวิเคราะห์ผู้ป่วยที่เป็นโรคระบบหายใจโดยใช้กระบวนการพยาบาล..... 135
สรุปท้ายบท..... 139
บรรณานุกรม..... 139
บทที่ 4 การพยาบาลผู้ป่วยโรคระบบทางเดินหายใจที่รักษาด้วยการใช้เครื่องช่วยหายใจ..... 145
เครื่องช่วยหายใจ..... 146
ท่อทางเดินหายใจ..... 150
รูปแบบของเครื่องช่วยหายใจ..... 153
ภาวะแทรกซ้อนจากการใช้เครื่องช่วยหายใจ..... 159
การพยาบาลผู้ป่วยที่ใช้เครื่องช่วยหายใจ..... 163
การหย่าเครื่องช่วยหายใจ..... 171
การพยาบาลผู้ป่วยที่หย่าเครื่องช่วยหายใจ..... 175
การวิเคราะห์ผู้ป่วยที่ใช้เครื่องช่วยหายใจโดยใช้กระบวนการพยาบาล..... 178

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

สรุปท้ายบท..... 182
บรรณานุกรม..... 182
บทที่ 5 การพยาบาลผู้ป่วยโรคระบบทางเดินหายใจที่รักษาด้วยการใส่ท่อระบายทรวงอก..... 185
การใส่ท่อระบายทรวงอก..... 185
การพยาบาลผู้ป่วยที่ใส่ท่อระบายทรวงอก..... 189
การวิเคราะห์ผู้ป่วยที่มีภาวะมีลมในช่องเยื่อหุ้มปอดและได้รับการใส่ท่อระบายทรวงอก โดยใช้กระบวนการพยาบาล..... 199
สรุปท้ายบท..... 204
บรรณานุกรม..... 205
ดัชนี..... 207

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
1.1	โครงสร้างระบบทางเดินหายใจ.....	3
1.2	ปอด.....	4
1.3	เยื่อหุ้มปอดและช่องเยื่อหุ้มปอด.....	5
4.1	ท่อทางเดินหายใจใส่ทางปากสำหรับผู้ใหญ่และผู้สูงอายุ...	151
4.2	เครื่องช่วยหายใจ.....	165
4.3	การใช้เครื่องวัด cuff pressure ของท่อทางเดินหายใจ.....	167
4.4	การยึดตรึงท่อช่วยหายใจ.....	168
5.1	การติดพลาสเตอร์ที่ข้อต่อฝาขวดระบายทรวงอกให้เป็นระบบปิด.....	190
5.2	การวางขวดระบายทรวงอกอยู่ในระดับต่ำกว่าทรวงอก 2-3 ฟุต.....	191
5.3	หลอดแก้วยาวในขวดใต้น้ำจุ่มอยู่ใต้น้ำ 2-5 เซนติเมตร....	191

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1.1	ความแตกต่างของความดันระหว่างความดันในช่องเยื่อหุ้มปอดและความดันในปอด.....	9
2.1	การเตรียมการตรวจทรวงอกและปอด.....	21
2.2	ความผิดปกติโครงสร้างของทรวงอกที่พบได้บ่อย.....	23
2.3	ข้อมูลที่ควรได้จากการสังเกตการเคลื่อนไหวของทรวงอก	24
2.4	การคลำระบบหายใจ (หลอดลม และปอด).....	29
2.5	เสียงเคาะปอด.....	33
2.6	วิธีการเคาะปอด.....	35
2.7	เสียงหายใจปกติ เสียงปอด และเสียงปอดผิดปกติ.....	37
3.1	ตัวอย่างของการเกิดมะเร็งโพรงไซนัสแมกซิลารี.....	48
3.2	อาการและอาการแสดงของการอุดกั้นของทางเดินหายใจส่วนบน.....	55
3.3	ระดับความรุนแรงของหอบหืด.....	67
3.4	การรักษาด้วยยาตามระดับความรุนแรงของโรค.....	69
3.5	โรคปอดอุดกั้นเรื้อรัง.....	71
3.6	ระดับความรุนแรงของโรคปอดอุดกั้นเรื้อรัง หลังได้ยาขยายหลอดลม.....	75

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่		หน้า
3.7	แบบสอบถามประเมินการสูญเสียความสามารถจากอาการหอบเหนื่อย	77
3.8	แบบสอบถามประเมินผลของโรคต่อผู้ป่วย	77
3.9	กลุ่มของผู้ป่วยโรคปอดอุดกั้นเรื้อรัง	80
3.10	การรักษาตามกลุ่มของผู้ป่วยโรคปอดอุดกั้นเรื้อรัง	82
3.11	ระยะของกลีบปอดอักเสบติดเชื้อ	89
3.12	ระยะของการดำเนินโรคจากเชื้อ SARS-CoV-2	92
3.13	อาการและความรุนแรงของโรคปอดอักเสบติดเชื้อจากเชื้อ SARS-CoV-2	94
3.14	ระยะและอาการและอาการแสดงของวัณโรคปอด	104
3.15	ค่าปกติของ pH, PaO_2 (จากการวิเคราะห์ก๊าซในเลือดแดง)	121
3.16	อาการและอาการแสดงของ Acute hypoxemic respiratory failure	125
3.17	อาการและอาการแสดงของ Hypercapnic respiratory failure	126
4.1	คำศัพท์ต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับเครื่องช่วยหายใจ	148

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่		หน้า
4.2	ตัวอย่างรูปแบบการช่วยหายใจแบบ pressure cycled ventilator.....	154
4.3	ตัวอย่างรูปแบบการช่วยหายใจแบบ volume cycled ventilator.....	157
4.4	สรุปการเลือกใช้รูปแบบเครื่องช่วยหายใจ.....	158
4.5	เกณฑ์ข้อบ่งชี้ของการหย่าเครื่องช่วยหายใจ.....	172
4.6	ข้อบ่งชี้ในการหยุดการหย่าเครื่องช่วยหายใจหรือการหย่าเครื่องช่วยใจล้มเหลว.....	174

บทที่ 1

กายวิภาคศาสตร์และสรีรวิทยาของระบบหายใจ

ออกซิเจน เป็นสิ่งที่จำเป็นและสำคัญต่อการทำงานต่างๆของเซลล์ ซึ่งเป็นส่วนประกอบของเนื้อเยื่อ อวัยวะ และระบบภายในร่างกาย ให้สามารถทำหน้าที่ได้ตามปกติ โดยออกซิเจน เป็นก๊าซที่ได้จากชั้นบรรยากาศภายนอกร่างกาย และเข้าสู่ร่างกายด้วยการทำงานของระบบทางเดินหายใจ รวมถึงเมื่อได้ผลผลิตจากการทำงานของเซลล์ในร่างกายซึ่งก็คือ ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ จะถูกขับออกจากร่างกายด้วยการทำงานของระบบทางเดินหายใจเช่นกัน

บทที่ 1 มีเนื้อหาประกอบด้วย 1) กายวิภาคศาสตร์ของระบบหายใจที่จำเป็น คือโครงสร้างของระบบทางเดินหายใจและเยื่อหุ้มปอดและช่องว่างระหว่างเยื่อหุ้มปอดและ2) สรีรวิทยาของระบบหายใจ ได้แก่ กลไกการหายใจ รวมถึงกระบวนการหายใจ ซึ่งเป็นสิ่งที่จำเป็นสำหรับการนำไปประยุกต์ใช้ต่อในการประเมินระบบหายใจและสามารถนำข้อมูลไปวิเคราะห์เพื่อวางแผนให้การพยาบาลอย่างเหมาะสมต่อไป โดยในหนังสือเล่มนี้เน้นเฉพาะในวัยผู้ใหญ่และผู้สูงอายุเท่านั้น

กายวิภาคศาสตร์ของระบบทางเดินหายใจ

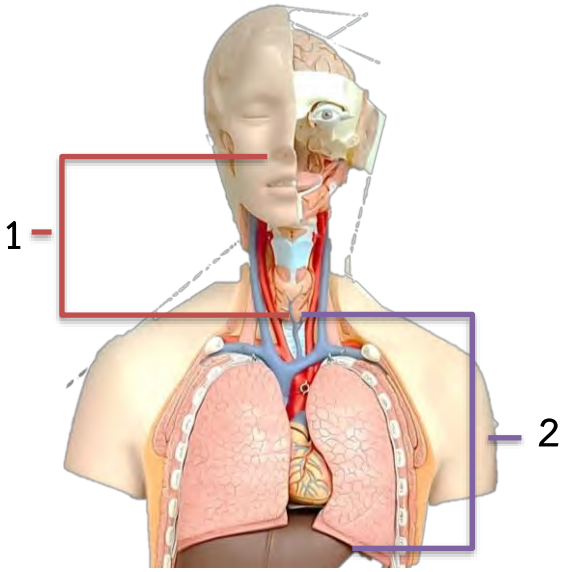
กายวิภาคศาสตร์ของระบบทางเดินหายใจที่สำคัญ ได้แก่ 1) โครงสร้างของระบบทางเดินหายใจ และ 2) เยื่อหุ้มปอดและช่องว่างระหว่างเยื่อหุ้มปอด ดังนี้

1. โครงสร้างของระบบทางเดินหายใจ

ระบบทางเดินหายใจ ประกอบด้วย 2 ส่วนหลัก คือ ทางเดินหายใจส่วน (upper respiratory tract) และทางเดินหายใจส่วนล่าง (lower respiratory tract) ดังนี้ (อรพินท์ สีขาว2560; Rees, 2018) (ภาพที่ 1.1)

1.1 ทางเดินหายใจส่วนบน (upper respiratory tract) เริ่มตั้งแต่โพรงจมูก (nasal cavity) คอหอย (pharynx) ฝาปิดกล่องเสียง (epiglottis) และกล่องเสียง (larynx) ซึ่งหน้าที่ของ upper respiratory tract คือ รับอากาศจากภายนอกร่างกาย เข้าสู่ปอดเกิดกระบวนการแลกเปลี่ยนก๊าซที่ปอดต่อไป

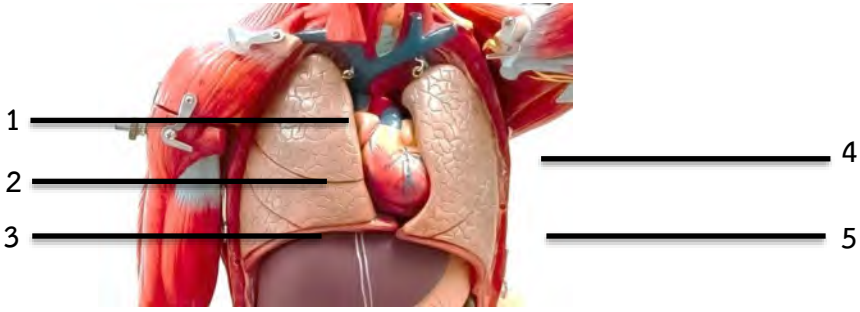
1.2 ทางเดินหายใจส่วนล่าง (lower respiratory tract) เริ่มตั้งแต่หลอดลม (trachea) จนถึงปอด (lung) โดย trachea จะเริ่มตั้งแต่กระดูกสันหลังส่วนคอ (cervical spine: C) ที่ 6 จนถึงกระดูกสันหลังส่วนอก (thoracic spine: T) ที่ 5 แล้วจึงแยกออกเป็นแขนงหลอดลมเล็ก (bronchus) ซ้ายและขวาที่อยู่ภายในปอด



ภาพที่ 1.1 โครงสร้างระบบทางเดินหายใจ หมายเลข 1 ทางเดินหายใจส่วนบน และหมายเลข 2 ทางเดินหายใจส่วนล่าง

โดยปอดจะอยู่ในช่องทรวงอก (thorax) ตั้งแต่ระดับกระดูกไหปลาร้า (clavicle) ลงมาจนถึงกระดูกซี่โครงคู่ที่ 5-6 ตัดกับเส้นกึ่งกลางกระดูกไหปลาร้า (mid clavicula line: MCL) ลงมา ซึ่งขอบล่างของปอดขวาข้างลำตัวจะอยู่บริเวณกระดูกซี่โครงซี่ที่ 7 ส่วนขอบล่างของปอดซ้ายข้างลำตัวอยู่ที่ประมาณกระดูกซี่โครงซี่ที่ 7-8 ตัดกับเส้นกึ่งกลางรักแร้ (mid axillary line: MAL) สำหรับขอบล่างของปอดด้านหลัง จะอยู่ที่กระดูกสันหลังส่วนอกที่ 10 (thoracic vertebra: T10) โดยปอดมี 2 ข้าง (ภาพที่ 1.2) คือ ปอดขวา แบ่งออกเป็น 3 กลีบ ได้แก่ กลีบบน (upper/superior lobe) กลีบกลาง (middle

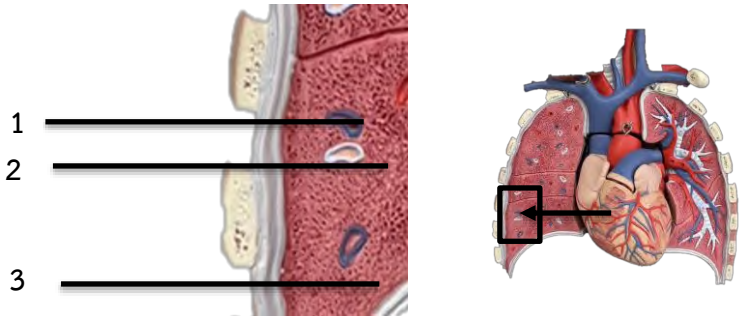
lobe) กลีบล่าง (lower/inferior lobe) โดยเส้นแบ่ง (fissure) แนวขวาง (horizontal fissure) แบ่งกลีบบนออกจากกลีบกลาง ขณะที่เส้นแบ่งแนวทแยง (oblique fissure) แบ่งกลีบกลางออกจากกลีบล่างและปอดซ้าย แบ่งออกเป็น 2 กลีบ ได้แก่ กลีบบน และกลีบล่าง ซึ่งมีเส้นแบ่งแนวทแยงเป็นเส้นแบ่ง โดยมียอดปอด (apex) อยู่เหนือกระดูกไหปลาร้า 2-4 เซนติเมตร ซึ่งจะมีกระดูกซี่โครง (rib) และกล้ามเนื้อระหว่างซี่โครง (intercostal muscle) คอยปกป้องปอดด้านหน้า ส่วนด้านล่างปอดจะมีกล้ามเนื้อกะบังลม (diaphragm) เป็นตัวกั้นระหว่างปอดกับช่องท้อง สำหรับภายในปอดประกอบด้วยหลอดลมเล็ก (bronchi) หลอดลมฝอย (bronchiole) ถุงลม (alveoli) ซึ่งทางเดินหายใจส่วนล่างรับอากาศต่อมาจากทางเดินหายใจส่วนบนเข้าไปในปอด และเกิดการแลกเปลี่ยนก๊าซออกซิเจน (oxygen: O_2) และคาร์บอนไดออกไซด์ (carbondioxide: CO_2) ที่ alveoli (Rees, 2018)



ภาพที่ 1.2 ปอด มี 2 ข้าง คือ ปอดข้างขวามี 3 กลีบ (หมายเลข 1 กลีบบน หมายเลข 2 กลีบกลาง หมายเลข 3 กลีบล่าง) และปอดซ้ายมี 2 กลีบ (หมายเลข 4 กลีบบน หมายเลข 5 กลีบล่าง)

2. เยื่อหุ้มปอดและช่องว่างระหว่างเยื่อหุ้มปอด

เยื่อหุ้มปอด (pleura) มี 2 ชั้น (ภาพที่ 1.3) ได้แก่ เยื่อหุ้มปอดชั้นนอก (parietal pleura) ปกคลุมในส่วนของบริเวณช่องอกทั้งหมดไปจนถึงส่วนบนของกะบังลม และเยื่อหุ้มปอดชั้นใน (visceral pleura) ปกคุลมชิดกับเนื้อของปอด โดยมีช่องระหว่างเยื่อหุ้มปอดชั้นนอกกับชั้นใน เรียกว่า ช่องระหว่างเยื่อหุ้มปอด (pleural cavity) ซึ่งจะมีน้ำหล่อลื่น (pleural fluid) เพื่อไม่ให้เยื่อหุ้มปอดชั้นนอกกับชั้นในเสียดสีกันระหว่างการหายใจเข้าและหายใจออก (Rees, 2018)



ภาพที่ 1.3 เยื่อหุ้มปอดและช่องเยื่อหุ้มปอด หมายเลข 1 เยื่อหุ้มปอดชั้นนอก หมายเลข 2 เยื่อหุ้มปอดชั้นใน และหมายเลข 3 ช่องเยื่อหุ้มปอด

กลไกการหายใจ

กลไกการหายใจโดยหลักการคือการหายใจเข้าและการหายใจออก ซึ่งอาศัยการทำงานที่สัมพันธ์กันของกล้ามเนื้อที่เกี่ยวข้องกับการหายใจ ความ

แตกต่างของความดันที่เกิดขึ้นขณะหายใจ ความสามารถในการเปลี่ยนแปลงปริมาตรของปอด ปริมาตรและความจุของปอด และศูนย์ควบคุมการหายใจ ดังนี้

การหายใจปกติ

การหายใจ (respiration) แบ่งออกเป็น 2 ขั้นตอน คือ การหายใจเข้า (inhalation หรือ inspiration) และการหายใจออก (exhalation หรือ expiration) ดังนี้ (อรพินท์ สีขาว, 2560; Rees, 2018)

1. การหายใจเข้า เป็นการหายใจเข้าที่ใช้ระยะเวลาประมาณ 0-2 วินาที ซึ่งเป็นกระบวนการที่ใช้พลังงาน (active process) ที่อาศัยการหดตัวของกล้ามเนื้อที่เกี่ยวข้องกับการหายใจเข้า

2. การหายใจออก เป็นการหายใจออกใช้ระยะเวลาประมาณ 2-4 วินาที ซึ่งเป็นกระบวนการที่ไม่ใช้พลังงาน (passive process) ที่อาศัยการคลายตัวของกล้ามเนื้อที่เกี่ยวข้องกับการหายใจและแรงต้านทานการหายใจ

กล้ามเนื้อที่เกี่ยวข้องกับกลไกการหายใจ

กล้ามเนื้อที่เกี่ยวข้องกับการหายใจ มีดังนี้ (อรพินท์ สีขาว, 2560; Ignatavicius, & Oneail, 2018; Rees, 2018)

1. กล้ามเนื้อหายใจเข้า (Inspiratory muscle) ได้แก่

1.1 กล้ามเนื้อกะบังลม (Diaphragm) เป็นกล้ามเนื้อหายใจเข้าที่สำคัญที่สุดที่ใช้ในการหายใจเข้าร้อยละ 75 โดยการหายใจเข้าอาศัยการหดตัวของกะบังลมเคลื่อนตัวต่ำลง ประมาณ 1-1.5 เซนติเมตร และถ้าหายใจเข้าเต็มที่กะบังลมจะลดต่ำลงประมาณ 6-10 เซนติเมตร เป็นผลให้เส้นผ่าศูนย์กลางในแนวดิ่งของทรวงอกเพิ่มขึ้น

1.2 กล้ามเนื้อระหว่างซี่โครงด้านนอก (External intercostal muscle) เป็นกล้ามเนื้อลายที่ใช้ในการหายใจเข้าร้อยละ 25 โดยการหัดตัวของกล้ามเนื้อระหว่างซี่โครงด้านนอก ทำให้กระดูกซี่โครงยกตัวขึ้นพร้อมกับขยายออกไปทางด้านหน้าและด้านข้าง ทำให้เส้นผ่าศูนย์กลางของทรวงอกในแนวหน้าและหลัง (anteroposterior diameter; AP diameter) รวมถึงแนวขวาง (transverse) เพิ่มขึ้น

1.3 กล้ามเนื้อช่วยในการหายใจ (Accessory muscle of inspiration) เป็นกล้ามเนื้อที่ใช้ช่วยหายใจเฉพาะกรณีที่เกิดความผิดปกติของการหายใจ หรือขณะออกกำลังกาย การไอ การจาม เป็นต้น ซึ่งกล้ามเนื้อช่วยในการหายใจ ได้แก่ กล้ามเนื้อสะคาลีน (scalene muscle) กล้ามเนื้อทราพีเซียส (trapezius muscle) และกล้ามเนื้อสเตอโนคลีไอโดมาสตอยด์ (sternocleidomastoid muscle)

1.4 กล้ามเนื้อหายใจออก (Expiratory muscle) เป็นกระบวนการที่ไม่ต้องใช้พลังงาน อาศัยเพียงคุณสมบัติความยืดหยุ่นของทรวงอกและปอดในการหดตัวกลับ (elastic recoil) รวมถึงการคลายตัวของกล้ามเนื้อหายใจเข้า ทำให้ทรวงอกและปอดเล็กลง ซึ่งความยืดหยุ่นของทรวงอกและปอดในการหดตัวกลับของปอด (lung recoil) เกิดจากความยืดหยุ่นของเนื้อปอดครึ่งหนึ่งและแรงตึงผิวด้านในของถุงลมครึ่งหนึ่ง ในขณะที่ความยืดหยุ่นของทรวงอกและปอดในการหดตัวกลับของทรวงอก (thoracic recoil) เกิดจากการยืดหยุ่นของกล้ามเนื้อ เอ็น และพังผืด ดังนั้นเมื่อสิ้นสุดการหายใจออกปกติ ความยืดหยุ่นของทรวงอกและปอดในการหดตัวกลับของปอดจะเท่ากับความยืดหยุ่นของทรวงอกและปอดในการหดตัวกลับของทรวงอก แต่จะอยู่ทิศทางตรงกันข้ามกัน

กล่าวคือ ความยืดหยุ่นของทรวงอกและปอดในการหดตัวกลับของปอดจะพยายามดึงให้ปอดแฟบเข้า ขณะเดียวกันความยืดหยุ่นของทรวงอกและปอดในการหดตัวกลับของทรวงอกจะพยายามขยายทรวงอกออกไป ดังนั้นเมื่อสิ้นสุดหายใจออกปกติ จะไม่เกิดภาวะปอดแฟบ ยกเว้นกรณีมีความผิดปกติของปอดเกิดขึ้น

กรณีที่เกิดการหายใจมากกว่าปกติ คือ เมื่อต้องการการระบายอากาศเพิ่มมากกว่า 40 ลิตร/นาที เช่น ขณะออกกำลังกาย การไอ การจาม มีความผิดปกติของระบบหายใจ เป็นต้น จะมีการใช้กล้ามเนื้อช่วยในการหายใจออก ได้แก่

1) กล้ามเนื้อหน้าท้อง (Abdominal muscle) ได้แก่ กล้ามเนื้อหน้าท้องแนวทแยงด้านนอกและด้านใน (external and internal oblique muscle) กล้ามเนื้อเรคตัส (rectus muscle) และกล้ามเนื้อหน้าท้องแนวขวาง (transverse abdominis) โดยกล้ามเนื้อเหล่านี้จะหดตัว ทำให้ดันกระดูกซี่โครงให้ชิดกัน ลำตัวโค้ง ส่งผลให้แรงดันในช่องท้องเพิ่มขึ้น และดันกะบังลมสูงขึ้น ดังนั้นปริมาตรของทรวงอกและปอดในแนวดิ่งจึงลดลง

2) กล้ามเนื้อระหว่างซี่โครงด้านใน (Internal intercostal muscle) จะหดตัว ทำให้กระดูกซี่โครงลดต่ำลงและเคลื่อนตัวมาด้านหลัง ช่วยให้ทรวงอกแข็งแรงขึ้น การใช้กล้ามเนื้อชนิดนี้มักเกิดขึ้นกับผู้ป่วยที่มีความผิดปกติของระบบหายใจ

ความแตกต่างของความดันบรรยากาศภายนอก ความดันในช่องเยื่อหุ้มปอด และความดันในปอด

ปกติความดันบรรยากาศภายนอก (atmospheric pressure) มีค่าเท่ากับ 760 มิลลิเมตรปรอท (mmHg) ความดันในช่องเยื่อหุ้มปอด (intrapleural pressure) มีค่าเท่ากับ 756 mmHg และความดันในปอด (intrapulmonary pressure) จะมีค่าเท่ากับความดันบรรยากาศภายนอกในช่วงพัก คือ 760 mmHg เมื่อมีความแตกต่างของความดัน (pressure gradient) ระหว่างความดันในช่องเยื่อหุ้มปอดและความดันในปอด (ตารางที่ 1.1) จะเกิดกระบวนการหายใจเข้าและและการหายใจออกเกิดขึ้น (อรพินท์ สีขาว, 2560; Ignatavicius, & Oneail, 2018; Rees, 2018)

ตารางที่ 1.1 ความแตกต่างของความดัน (pressure gradient) ระหว่างความดันในช่องเยื่อหุ้มปอดและความดันในปอด

ความดัน	**ความแตกต่างของความดัน เมื่อเทียบกับ ความดันบรรยากาศภายนอก**
intrapleural pressure (756 mmHg)	-4 mmHg
intrapulmonary pressure (760 mmHg)	0 mmHg

ความดันที่เปลี่ยนแปลงเมื่อหายใจเข้าจากการหดตัวของกะบังลมและกล้ามเนื้อระหว่างซี่โครงด้านนอกที่ทำให้กะบังลมลดลต่ำลงและผนังทรวงอกขยายออก ส่งผลให้ปอดสามารถขยายตัวเพิ่มขึ้น ซึ่งตามกฎของบอยล์ (Boyle's law) ได้กล่าวไว้ว่า ณ อุณหภูมิคงที่ ปริมาตรและความดันจะแปรผกผันกัน ดังนั้น เมื่อการหายใจเข้าทำให้ปริมาตรของทรวงอกและปอดเพิ่มขึ้น จึงทำให้ความดันลดลง จาก -4 เป็น -5 mmHg ทั้งความดันในช่องเยื่อหุ้มปอดและความดันในปอดลดลง ซึ่งจะเหลือน้อยกว่าความดันบรรยากาศภายนอก เป็นผลให้อากาศจากภายนอกไหลเข้าสู่ถุงลม จนความดันในปอดเท่ากับความดันบรรยากาศภายนอก อากาศจึงหยุดไหลเข้า ถือเป็นการสิ้นสุดการหายใจเข้า (อรพินท์ สีขาว, 2560; Ignatavicius, & Oneail, 2018; Rees, 2018)

ในขณะที่ความดันที่เปลี่ยนแปลงเมื่อหายใจออก เมื่อสิ้นสุดการหายใจเข้า กล้ามเนื้อหายใจเข้าจะคลายตัว ทำให้กะบังลมเคลื่อนตัวขึ้นและผนังทรวงอกยุบลง ปอดกลับคืนสู่สภาพปกติ และตามกฎของบอยล์เรื่องปริมาตรและความดัน ดังนั้นความดันในช่องเยื่อหุ้มปอด จะเพิ่มขึ้นจาก -5 เป็น -4 mmHg ในขณะที่ความดันในปอดจะเพิ่มขึ้นจนถึง +4 mmHg เนื่องจากปอดมีคุณสมบัติในการหดตัวกลับ (elestic recoil) ดังนั้นความดันในปอดจึงมากกว่าความดันบรรยากาศภายนอก ทำให้อากาศในปอดไหลออกสู่ชั้นบรรยากาศจนความดันในปอด เท่ากับความดันบรรยากาศภายนอก อากาศจึงหยุดไหลออก ถือเป็นการสิ้นสุดการหายใจออก (อรพินท์ สีขาว, 2560; Ignatavicius, & Oneail, 2018; Rees, 2018)

ความสามารถในการเปลี่ยนแปลงปริมาตรของปอด

ความสามารถในการเปลี่ยนแปลงปริมาตรของปอด (lung compliance) เป็นการเปลี่ยนแปลงปริมาตรปอด (tidal volume: TV) ในขณะที่มีการหายใจเข้าและหายใจออก หรือตามความดันที่เปลี่ยนแปลง ซึ่งค่าความสามารถในการเปลี่ยนแปลงปริมาตรของปอดจะตรงกันข้ามกับความแข็งหรือความสามารถในการขยายตัวของปอด กล่าวคือ หากปอดมีความสามารถในการเปลี่ยนแปลงปริมาตรของปอดต่ำแปลว่าต้องใช้แรงมากกว่าที่ปอดจะขยายตัว ซึ่งพบได้ในผู้ที่มีความผิดปกติของปอดที่ทำให้เนื้อปอดแข็งหรือการยืดขยายตัวของปอดไม่ดี แต่หากปอดมีค่าความสามารถในการเปลี่ยนแปลงปริมาตรของปอดสูงแปลว่าไม่ต้องใช้แรงมาก ปอดก็สามารถขยายตัวได้ดี (Ignatavicius, & Oneail, 2018; Rees, 2018)

ปัจจัยที่มีผลกับความสามารถในการเปลี่ยนแปลงปริมาตรของปอด ได้แก่ 1) ความยืดหยุ่นของปอดและทรวงอก (elasticity) และ 2) แรงตึงผิวระหว่างอากาศกับน้ำ (lung surface tension) หมายถึง แรงตึงผิวระหว่างน้ำและผิวของถุงลม ซึ่งอากาศจะเข้าไปในถุงลมได้ต้องใช้แรงในการทำให้ปอดขยายและชนะแรงตึงผิวของน้ำในถุงลมด้วย ซึ่งในถุงลมจะมีสารที่เรียกว่า นิวโมไซต์ชนิดที่ 2 (type 2 pneumocyte) ทำหน้าที่ในการหลั่งสารเคลือบปอด (surfacetance) ที่ช่วยลดแรงตึงผิวลง ทำให้ปอดและถุงลมขยายได้ง่าย (Ignatavicius, & Oneail, 2018; Rees, 2018)