

第 3 版

15レクチャー
シリーズ

理学療法テキスト

内部障害理学療法学 呼吸

総編集 …………… 石川 朗 神戸大学生命・医学系保健学域

責任編集 …………… 玉木 彰 兵庫医科大学リハビリテーション学部理学療法学科

中山書店

序文 (第3版)

2017年に第2版を発刊してから5年が経過しました。この間に元号が平成から令和へと変わりましたが、2019年12月頃から新型コロナウイルス感染症（COVID-19）が全世界で猛威を奮っており、2年経過した現在でも先の見えない状況が続いています。そのため希望する国民に対してワクチン接種が行われ、日常生活においてマスク着用や手指消毒が習慣となりました。さらに幾度となく発出された緊急事態宣言やまん延防止等重点措置などによって国民の生活や行動範囲は大きく制限されました。

従来から患者との対面・接触が治療の基本であったリハビリテーションにおいても、感染予防のため介入方法の変更が必要となり、オンラインを利用したTelerehabilitationの導入や、将来的には人工知能（AI）やウェアラブルデバイス、仮想現実（VR）を利用したデジタルヘルスなど新たな治療戦略への転換が検討されています。このように医療は常に世の中の動向や変化に即座に対応することが求められるため、リハビリテーションを提供するセラピストも、常に最新の情報や知見などを取り入れ、エビデンスに基づいた効果的な治療を行っていかねばなりません。

ただしこのような社会の変化や医療が進歩したとしても、変わってはならないものが在ります。“患者を丁寧に診て、正しく評価し治療する”というセラピストとしての基本姿勢です。これは安全で効果的な理学療法を提供するためには絶対的に必要なものです。本書はこの考え方を意識し、呼吸理学療法を行うためにはどのような知識が必要か、何を考えて治療プログラムを組み立てたら良いかを15回の講義に分け、できるだけ分かりやすく解説するよう工夫をしています。単なる知識の提供に留まらず、臨床に即した評価方法や治療技術についても詳細に解説し、さらにガイドラインやステートメント、最新の論文の知見など、多くの有益な情報も取り入れています。そして今回の改訂における大きな変化として、図や写真を全面カラーにしたことで、とてもイメージしやすく理解しやすくなりました。

毎年、厚生労働省から発表される国民の死亡順位の上位に肺炎、誤嚥性肺炎が入っており、全世界の死亡原因の3位が慢性閉塞性肺疾患（COPD）、4位が下気道感染である現状から考えると、今後ますます呼吸理学療法教育の充実が求められます。このような意味でも、本書は理学療法士を目指す学生だけでなく、呼吸理学療法を基礎から、そしてさらに深く勉強したいと考えている臨床のセラピストにも読んでいただければ幸いです。

2022年2月

責任編集 玉木 彰

目次

執筆者一覧 ii
刊行のことば iii
序文（第3版） v
序文（第2版） vi
序文（初版） vii

1 LECTURE

呼吸理学療法総論

呼吸の概念と呼吸リハビリテーションの必要性の理解 石川 朗 1

1. 理学療法士が呼吸を学ぶ必然性	2
2. 呼吸の概念	3
3. 酸素運搬過程（ワッサーマンの歯車）	3
4. ガス交換	4
1) 外呼吸と分圧	4
2) 内呼吸	4
5. 呼吸不全の定義と基準	5
6. 呼吸リハビリテーション総論	6
1) 定義と概念	6
2) チーム医療	6
7. 呼吸理学療法総論	7
1) 定義と概念	7
2) 対象疾患	7
3) 呼吸理学療法の進め方	8
Step up 1. 新型コロナウイルス感染症（COVID-19）と理学療法	9
2. 呼吸リハビリテーションの目的と効果, EBM	9

2 LECTURE

呼吸器系の解剖学・運動学

玉木 彰 11

1. 呼吸器系の解剖学	12
1) 上気道	12
2) 下気道	12
3) 気管	12
4) 気管支の分岐	12
5) 肺胞	13

6) 肺の解剖と体表から見た位置	14
7) 循環系の解剖	14
8) 肺循環（小循環系）と体循環（大循環系）	15
肺循環（小循環系）／体循環（大循環系）	
2. 胸郭の構造	17
1) 胸郭	17
2) 胸腔	17
3) 縦隔	17
4) 骨, 関節	18
胸椎／肋骨／胸骨／胸郭の筋肉／呼吸にかかわる筋肉	
3. 呼吸運動のメカニズム	19
4. 胸郭の運動	20
Step up	
1. 体表解剖の理解	21
1) 実習準備	21
2) 正面	21
気管の確認／肺の位置の確認	
3) 右側面	22
4) 左側面	22
5) 背面	22
2. 肺の体表解剖のランドマーク	22



呼吸器系の生理学

玉木 彰 23

1. 換気とガス交換	24
1) 換気とは	24
2) ガス交換（拡散）とは	24
2. 呼吸運動のメカニズム	24
3. 呼吸リズムの調節	25
4. 呼吸の化学的調節	25
5. 呼吸の機械的調節	26
6. 動脈血液ガスの評価	26
1) 血液ガスとは	26
2) 血液ガスに関する用語	26
3) 血液中の酸素の量	26
4) 分圧とは	27
5) 動脈血液ガスの基準値	27
6) 動脈血酸素化能の指標	27
動脈血酸素分圧 (PaO ₂) / 肺泡気酸素分圧 (P _A O ₂) / 肺泡気-動脈血酸素分圧較差 (A-aDO ₂) / 動脈血酸素飽和度 (SaO ₂) / P/F 比	
7) 換気能の指標	28
8) 酸塩基平衡の指標	28
水素イオン指数 (pH), 重炭酸イオン (HCO ₃ ⁻) / 過剰塩基 (BE)	
9) PaO ₂ や PaCO ₂ の値に影響する因子	29
10) ヘモグロビン酸素解離曲線	29
11) 動脈血液ガスの基本的な解釈の仕方 (PaO ₂ < 60 mmHg のとき)	30

7. 呼吸機能の評価	31
1) 目的 31	
2) 種類 31	
スパイロメトリー／フローボリューム曲線	
8. 肺年齢	34
肺年齢の計算式 (18~95 歳) 34	
Step up 1. 呼吸にかかわる物理学	35
1) コンプライアンス (compliance) とエラスタンス (elastance) 35	
2) 肺・胸郭系の静的 - 圧量曲線 35	
3) 抵抗 (resistance) 35	
4) ラプラス (Laplace) の法則 36	
2. 例題	36
解説 36	

4 LECTURE

呼吸不全の病態と呼吸器疾患

玉木 彰 37

1. 呼吸不全とは	38
2. 酸素化不全と換気不全	38
1) 酸素化不全 (ガス交換障害) 38	
2) 換気不全 38	
3. 急性呼吸不全と慢性呼吸不全	38
4. 呼吸不全を呈する代表的な疾患	38
1) COPD (慢性閉塞性肺疾患) 38	
病態生理 / 併存症 / 危険因子 / 診断, 治療	
2) 肺結核後遺症 41	
病態生理 / 診断 (検査), 治療	
3) 間質性肺炎 42	
診断 / 臨床症状 / 治療	
4) 気管支喘息 43	
病態生理 / 診断 / 治療	
5) 肺炎 43	
分類 / 症状 / 検査所見 / 基本的治療 / 誤嚥性肺炎の対策	
6) 無気肺 45	
分類 / 原因 / 症状 / 診断 / 予防, 治療	
Step up 1. COPD の疫学	48
1) 世界の動向 48	
2) 日本の動向 48	
2. COPD に対する薬物療法	48

5 LECTURE

呼吸理学療法のための評価 (1)

医療面接(病歴聴取, 問診) とフィジカルアセスメント 玉木 彰 49

1. 呼吸理学療法における評価の目的	50
---------------------------------	----

2. 医療面接（病歴聴取，問診）の必要性	50
3. フィジカルアセスメントの目的	50
4. フィジカルアセスメントの実際	51
1) 視診 51	
評価項目／観察する位置／解釈と評価	
2) 触診 52	
評価項目／解釈と評価	
3) 打診 54	
打診の方法と部位／解釈と評価	
4) 聴診 56	
聴診器の種類と使い方／聴診の方法と注意点／肺音の分類／解釈と評価	
Step up	
1. 努力性の呼吸症状のいろいろ	59
2. 異常呼吸の評価と呼吸困難の臨床的評価	59
3. ラ音の特徴と発生機序	60



呼吸理学療法のための評価（2） その他の評価法

玉木 彰 61

1. 運動耐容能の評価	62
1) 評価の目的 62	
2) 適応，禁忌 62	
3) 運動耐容能の評価の種類 62	
6分間歩行試験（6MWT）／シャトル・ウォーキング試験（SWT）／トレッドミルによる負荷試験／自転車エルゴメータによる負荷試験	
2. 四肢筋力の評価	65
1) 主観的評価法 65	
2) 客観的評価法 65	
3. 呼吸筋力の評価	66
口腔内圧の測定 66	
4. ADL の評価	66
1) 包括的評価表 66	
2) 疾患特異的評価表 67	
長崎大学呼吸器日常生活活動評価表（NRADL）／Barthel index dyspnea scale／その他の評価表	
5. 身体活動量の評価	68
1) 身体活動とは 68	
2) 1STST 68	
3) SPPB 69	
6. QOL の評価	69
1) 包括的評価表 69	
2) 疾患特異的評価表 69	
SGRQ／CRQ／CAT™	
7. 画像所見の評価	70
1) 胸部 X 線 70	
X 線の透過度／胸部の構造／撮影体位／読影のポイント	
2) 胸部 CT 72	
3) 異常所見（肺野の異常陰影） 73	

Step up	1. 栄養状態の評価	74
	1) 栄養障害の原因 74	
	2) 栄養状態の評価項目 74	
	身体計測／体成分分析／血液生化学検査／食習慣，食事摂取量，食事摂取時の臨床症状の有無	
	2. 心理状態の評価	74

7

LECTURE

呼吸理学療法基本手技（1）

コンディショニング

玉木 彰 75

1. 呼吸理学療法におけるコンディショニングの位置づけ	76
2. コンディショニングの種類と目的	76
3. リラクゼーション	76
1) リラクゼーションはなぜ必要か 76	
2) 適応 76	
3) 禁忌 76	
4) リラクゼーションを行うために必要なこと 77	
5) リラクゼーション手技の種類 77	
ポジショニング／hold-relax 法／マッサージ，ストレッチ／呼吸介助法	
4. 呼吸練習	80
1) 口すぼめ呼吸 80	
2) 横隔膜呼吸（腹式呼吸） 80	
3) 器具を用いた呼吸練習 81	
インセンティブ・スパイロメトリー（IS）とは／インセンティブ・スパイロメトリー（IS）の適応，禁忌／	
インセンティブ・スパイロメトリー（IS）の種類／インセンティブ・スパイロメトリー（IS）の選び方	
5. 呼吸筋トレーニング	82
1) 目的 82	
2) 適応，禁忌 82	
3) 方法 82	

Step up	胸郭可動域トレーニング	83
	1) 胸郭可動域の改善はなぜ必要か 83	
	2) 目的 83	
	3) 適応，禁忌 83	
	4) 種類と手順 83	
	徒手胸郭伸張法（背臥位，側臥位）／肋骨捻転運動／肋間筋ストレッチ	

8

LECTURE

呼吸理学療法基本手技（2）

排痰法・排痰で用いる徒手的手技

玉木 彰 85

1. 排痰法とは	86
2. 排痰の目的	86
3. 排痰を必要とする患者（対象）	86
4. 排痰に必要な要素	86
5. 排痰法の歴史的変遷	87

6. 排痰法の実際	88
1) 体位排痰法 (体位ドレナージ) 88	
2) 呼吸法を用いた排痰法 88	
自動周期呼吸法 (アクティブサイクル呼吸法) / 自律性排痰法	
3) 徒手の排痰手技 88	
スクイーピングを行うために必要な知識 / スクイーピングを実施するための注意点 / スクイーピングの実際 / スクイーピングの時間と回数	
4) 咳嗽, ハフイング 91	
咳嗽の指導 / ハフイングの指導	
5) 咳嗽介助手技 92	
適応と禁忌 / 上部胸郭に対する咳嗽介助手技 / 下部胸郭に対する咳嗽介助手技	

Step up	1. 気管圧迫法	93
	2. 腹部圧迫による咳嗽介助手技	93
	3. 器具 (器械) を用いた排痰法	93
	1) 振動呼吸陽圧法 93	
	2) 持続的気道内陽圧法 93	
	3) MI-E (mechanical insufflation-exsufflation ; 機械による咳介助, 機械的排痰補助) 94	
	4) 高頻度胸壁圧迫法 94	
	5) 肺内パーカッション療法 94	



呼吸理学療法基本手技 (3)

呼吸困難改善のための手技

玉木 彰 95

1. 呼吸困難とは	96
2. 呼吸困難の発生機序	96
1) 呼吸努力感による因子 96	
2) 末梢化学受容器からの求心性入力による因子 97	
化学受容器 (血液ガス説) / 機械的受容器	
3) 中枢 - 末梢ミスマッチによる因子 97	
4) その他の因子 (心理社会的要因, 精神的要因) 97	
3. 呼吸困難が身体機能に与える影響	97
4. 呼吸困難への対策と方法	98
1) 換気需要の減少 98	
運動療法 / 呼吸パターンの修正	
2) 吸気機能の改善 98	
吸気筋トレーニング / ポジショニング / 胸郭柔軟性の改善 / 呼吸介助法	
5. 気管支喘息重積発作時の呼吸介助法	101
1) 胸郭外胸部圧迫法とは 101	
2) 胸郭外胸部圧迫法のポイント 101	
3) 手順 101	
上部胸郭外胸部圧迫法 (喘息小・中発作時) / 下部胸郭外胸部圧迫法 (喘息小・中発作時) / 上部胸郭外胸部圧迫法 (喘息大・重積発作時) / 下部胸郭外胸部圧迫法 (喘息大・重積発作時)	

Step up	1. パニックコントロールとは	103
	2. パニック時の対策法	103

3. パニックコントロールとして用いる呼吸介助手技の手順	103
1) 上部胸郭呼吸介助法（座位）	103
2) 下部胸郭呼吸介助法（後方から，座位）	104
3) 立位前傾位での呼吸介助法	104

10

LECTURE

呼吸理学療法基本手技（4） 運動療法

玉木 彰 105

1. 呼吸リハビリテーションと呼吸理学療法	106
2. 呼吸リハビリテーションにおける運動療法の目的と意義	106
3. 慢性呼吸不全患者の骨格筋機能障害	106
1) 筋力低下	106
2) 筋の組織学的構造変化	107
4. 骨格筋機能障害に対する運動療法の有効性の根拠	107
5. 運動療法の適応，禁忌	107
6. 運動療法実施のための評価	107
7. 運動療法の実際	108
1) 運動療法開始にあたって	108
2) 運動処方の基本姿勢	108
3) 全身持久力トレーニング	109
目的／種類／運動強度の決め方／高強度負荷と低強度負荷／運動時間，頻度，期間，その他	
4) 筋力トレーニング	111
目的，限界／種類／運動強度の決め方／運動回数，頻度，期間，その他	
5) ウォームアップ，クールダウン	111
6) 運動療法中の酸素療法の処方	112
7) 運動療法の中止基準	112
8. ADL トレーニング	112
9. 呼吸体操	112
Step up 1. 薬物療法と運動療法の併用	113
2. 運動療法中の非侵襲的陽圧換気（NPPV）の利用	114
3. 運動強度を決めるための評価法	114

11

LECTURE

酸素療法と呼吸理学療法

玉木 彰 115

1. 酸素療法の目的	116
2. 酸素療法の開始基準	116
3. 酸素療法の実際	116
1) 低流量システム	116
鼻カニューラ／簡易酸素マスク	
2) 高流量システム	117
ベンチュリーマスク／ネブライザー付き酸素吸入器	

3) リザーバーシステム	118
リザーバー付き酸素マスク／リザーバー付き鼻カニューラ／高流量鼻カニューラ	
4) その他	119
酸素テント／気管切開用マスク（トラキマスク）	
4. 酸素療法における注意事項	119
1) 火気厳禁	119
2) 接続部からの酸素漏れ	119
3) CO ₂ ナルコーシス	119
5. 酸素療法の合併症	120
1) 呼吸中枢の抑制	120
2) 酸素中毒	120
3) 未熟児網膜症	120
4) 無気肺	120
6. 在宅酸素療法	120
1) 在宅酸素療法の歴史と疫学	120
2) 在宅酸素療法の適応基準	121
3) 酸素供給装置	121
酸素濃縮装置／液化酸素装置	
7. 運動療法中における酸素吸入の意義, 効果	122
1) 低酸素血症における運動制限の要因	122
2) 酸素投与の生理学的効果	122
3) 運動誘発性低酸素血症の評価	122
4) 適応, 投与量	122
Step up	
1. 在宅酸素療法の効果	123
1) 身体面の効果	123
生存期間の延長／心臓の負担の軽減, 息切れの減少／症状の緩和／運動能力の改善	
2) 社会面の効果	123
仕事や役割の継続／外出機会の増加	
3) 心理面の効果	123
安心感が得られる／満足感が得られる	
2. 在宅酸素療法における社会保障制度	124
1) 身体障害者福祉法	124
2) 介護保険	124
3) 医療保険	124
3. 呼吸不全患者が飛行機を利用する場合	124



人工呼吸療法と呼吸理学療法

玉木 彰 125

1. 人工呼吸器とは	126
1) 人工呼吸療法の目的	126
換気・ガス交換の改善／換気血流比の改善／呼吸仕事量の軽減	
2) 人工呼吸器の原理	126
2. 人工呼吸器が生体に与える影響	126
1) 換気分布に与える影響	127
2) 循環動態に与える影響	127
3) 中心静脈圧に与える影響	127

4) 腎臓に与える影響	127
5) 胃に与える影響	128
6) 神経系に与える影響	128
3. 人工呼吸器の基本構造	128
1) 人工呼吸器の設定	128
2) 人工呼吸器の基本的なモード	128
<small>持続的強制換気（調節呼吸〈CMV〉またはA/C〈補助・調節呼吸〉）／間欠的強制換気（IMV）／自発呼吸モード／臨床で用いられることの多い換気モード</small>	
4. 人工呼吸による弊害	131
1) 人工呼吸器関連肺炎（VAP）	131
2) 気道粘膜の損傷，声帯麻痺	132
3) 加温・加湿機能の低下による問題	132
4) 人工呼吸器誘発性肺傷害	132
5. 人工呼吸管理中の呼吸理学療法	132
1) 目標	132
2) 適切な体位選択・変換（ポジショニング）	132
3) 気道内分泌物の排出による呼吸器合併症の予防	132
4) 人工呼吸器からの離脱（ウィーニング）の援助	132
<small>横隔膜の動きの評価と促通／呼吸筋トレーニング／自発呼吸の練習</small>	
5) 廃用症候群の予防	133
<small>筋力低下（ICU-AW）とその予防／関節拘縮の予防</small>	
6) 早期離床	134
6. 在宅人工呼吸療法	134
Step up	
1. 人工呼吸器からの離脱（ウィーニング）	135
1) ウィーニング開始の条件	135
2) ウィーニングの実際	135
2. 人工呼吸器関連肺炎（VAP）の予防	136
1) 持続的な体位変換	136
2) 腹臥位	136
3) セミファーラー位，ファーラー位	136



疾患別呼吸理学療法（1） 慢性呼吸不全（薬物療法を含む）

玉木 彰 137

1. 慢性呼吸不全とは	138
2. 慢性呼吸不全となる疾患	138
3. 慢性呼吸不全患者に対する呼吸理学療法の目的	138
4. COPD と呼吸理学療法	138
1) 病態と問題点	138
2) 運動制限因子	138
3) 運動時の肺気量変化	139
4) 肺気量と呼吸困難	139
5) 各病期における治療戦略	140
6) 呼吸リハビリテーションの考え方	141

7) 呼吸リハビリテーションのポイント	141
8) 呼吸理学療法の実際	142
患者の評価／効率的な運動療法を実施するためのコンディショニング／運動療法	
5. 肺結核後遺症と呼吸理学療法	143
1) 肺結核の病態と症状	143
2) 肺結核後遺症の問題点	143
3) 運動耐容能が低下する要因	143
4) 呼吸理学療法の実際	143
理学療法評価／呼吸理学療法の考え方と内容	
6. 間質性肺炎と呼吸理学療法	144
1) 病態生理, 症状	144
2) 運動制限因子	144
3) 呼吸理学療法の考え方	145
4) 呼吸理学療法の実際	145
理学療法評価／コンディショニング／運動療法／患者教育	
7. 呼吸理学療法における薬物療法の意義	146
慢性呼吸不全に対する薬物療法	146
気管支拡張薬の種類と作用／作用時間による分類／ステロイド薬	
Step up COPD 患者の生命予後に影響する因子	149
1) 身体活動	149
2) 骨格筋量	149
3) フレイル, サルコペニア	150

14

LECTURE

疾患別呼吸理学療法 (2)

急性呼吸不全 (外科手術前後, 集中治療)

玉木 彰 151

1. 急性呼吸不全の病態	152
2. 急性呼吸不全に陥る原因	152
3. 外科手術が生体に与える影響	152
1) 術後になぜ低酸素血症 (PaO ₂ の低下) になるのか	152
2) 麻酔が生体に与える影響	153
3) 外科手術が呼吸機能に与える影響	153
4) 外科手術による生体への侵襲	154
5) 手術侵襲による循環器系への影響	154
4. 外科手術におけるリスクファクター (危険因子)	155
5. 外科手術後に発生する呼吸器合併症	156
6. 外科手術前後の呼吸理学療法	156
1) 術前の呼吸理学療法	156
目的／術前評価／術前指導	
2) 周術期の呼吸理学療法	156
3) 術後の呼吸理学療法	157
開始するために必要な情報／開始時のチェック項目／呼吸理学療法の実際	

Step up	1. 重症患者の筋力低下 (ICU-AW)	161
	2. ABCDE バンドル	161
	3. 集中治療後症候群 (PICS)	162

15

LECTURE

吸引

玉木 彰 163

1. 呼吸理学療法における吸引の意義と注意点	164
2. 理学療法士の吸引に対する許可の経緯	164
3. 吸引のための基礎知識	165
1) 鼻腔, 口腔, 咽頭, 気道の解剖	165
2) 吸引が生体に与える影響	165
気管支攣縮 / 頭蓋内圧の上昇 / 血圧変動, 不整脈, 徐脈 / 冠動脈攣縮	
3) 標準予防策 (スタンダード・プリコーション)	166
手指衛生 (手洗い) / 個人防護具の使用	
4) 気管挿管	167
気管 (挿管) チューブ / 気管切開チューブ	
4. 吸引の実際	168
1) 気管吸引実施者の要件	168
2) 気管吸引の目的と適応	168
3) 気管吸引の適応となる患者と状態	168
4) 気管吸引実施までの流れ	169
5) 気管吸引に必要な物品	170
6) 開放式気管吸引の手順	170
7) 閉鎖式気管吸引の手順	171
8) 口腔内・鼻腔内吸引の手順	172

Step up	1. 医療機関における院内感染対策	173
石川 朗	2. 手指衛生 (手洗い) の方法	173

TEST

試験

玉木 彰 175

索引 183

15 レクチャーシリーズ 理学療法テキスト
内部障害理学療法学 呼吸 第3版
 シラバス

一般目標	呼吸理学療法は、内科系疾患・外科系疾患、急性期・慢性期を問わず、また新生児から高齢者までとさまざまな患者が対象となる。本書では最初に運動と呼吸・循環反応を学び、それらに障害をもつことにより、身体機能にどのような問題が生じるかを理解する。その後、基本的な呼吸器系の評価、治療技術を習得し、さらには内科系として慢性呼吸不全（COPD、間質性肺炎など）、外科系として胸腹部外科手術前後（集中治療）における呼吸理学療法の役割と実際および吸引について学ぶことを目標とする
------	--

回数	学習主題	学習目標	学習項目
1	呼吸理学療法総論 —呼吸の概念と呼吸リハビリテーションの必要性の理解	運動と呼吸・循環反応の関係を理解する 呼吸リハビリテーション、呼吸理学療法の概要を理解する	酸素運搬過程、ガス交換、呼吸不全の基準、呼吸リハビリテーション・呼吸理学療法の定義
2	呼吸器系の解剖学・運動学	呼吸にかかわる臓器、筋肉、骨を理解する 呼吸に伴う胸郭の運動を理解する	呼吸器の構造、呼吸にかかわる骨・関節・筋肉、胸郭の構造と運動、呼吸運動のメカニズム、体表解剖実習
3	呼吸器系の生理学	換気とガス交換について理解する 動脈血液ガス分析値、呼吸機能評価を理解する	呼吸運動、呼吸リズム、化学的・機械的調節、動脈血液ガス、スパイロメトリー、フローボリューム曲線、肺年齢
4	呼吸不全の病態と呼吸器疾患	呼吸不全の病態を理解する 呼吸不全を呈する代表的な疾患の症状と病態を理解する	酸素化不全、換気不全、COPD、肺結核後遺症、間質性肺炎、気管支喘息、肺炎、無気肺
5	呼吸理学療法のための評価（1） —医療面接（病歴聴取、問診）とフィジカルアセスメント	呼吸理学療法を実施するための評価法（フィジカルアセスメント）の内容を理解し、実際の方法を習得する	医療面接（病歴聴取、問診）、フィジカルアセスメント（視診、触診、打診、聴診）
6	呼吸理学療法のための評価（2） —その他の評価法	呼吸理学療法を実施するための運動耐容能評価、ADL・QOL評価、画像所見の評価の内容および実施方法を理解する	6分間歩行試験、シャトル・ウォーキング試験、四肢筋力、呼吸筋力、ADL、身体活動量、QOL、胸部X線・CT
7	呼吸理学療法基本手技（1） —コンディショニング	呼吸理学療法におけるコンディショニングの目的や効果を理解し、実際の方法を習得する	リラクゼーション、ポジショニング、呼吸練習、呼吸筋トレーニング、胸郭可動域トレーニング
8	呼吸理学療法基本手技（2） —排痰法・排痰で用いる徒手的手技	呼吸理学療法における排痰法の目的や方法を理解し、実際の徒手の排痰手技を習得する	体位排痰法、スクイーミング、咳嗽、ハフティング、咳嗽介助手技、その他の排痰法
9	呼吸理学療法基本手技（3） —呼吸困難改善のための手技	呼吸不全患者の呼吸困難のメカニズムを理解し、その改善のための手技を習得する	呼吸困難、呼吸介助法、気管支喘息重責発作時の呼吸介助法、パニックコントロール
10	呼吸理学療法基本手技（4） —運動療法	呼吸リハビリテーションにおける運動療法の位置づけ、意義、効果を理解し、実際の方法を習得する	骨格筋機能障害、運動処方（FITT）、全身持久力トレーニング、筋力トレーニング、ADLトレーニング、呼吸体操
11	酸素療法と呼吸理学療法	酸素療法の意義、目的、方法、合併症と運動療法中の酸素吸入の意義と効果について理解する	酸素療法の目的と開始基準、合併症、酸素供給システム、在宅酸素療法、運動療法中の酸素吸入の意義と効果
12	人工呼吸療法と呼吸理学療法	人工呼吸療法の目的と役割、基本的なモード、人工呼吸管理中の呼吸理学療法の実践について理解する	人工呼吸療法の目的、人工呼吸器が生体に与える影響、人工呼吸器の基本構造、人工呼吸による弊害、人工呼吸中の呼吸理学療法、在宅人工呼吸療法
13	疾患別呼吸理学療法（1） —慢性呼吸不全 （薬物療法を含む）	慢性呼吸不全患者に対する呼吸理学療法の実践について、評価から治療の実践までの一連の流れを理解する	COPD・肺結核後遺症・間質性肺炎と呼吸理学療法、呼吸理学療法における薬物療法の意義
14	疾患別呼吸理学療法（2） —急性呼吸不全 （外科手術前後、集中治療）	急性呼吸不全患者に対する呼吸理学療法の実践について、評価から治療の実践までの一連の流れを理解する	外科手術が生体に与える影響、リスクファクター、外科手術前後の呼吸理学療法、早期離床、ICU-AW
15	吸引	呼吸理学療法における吸引の意義を理解したうえで、安全かつ清潔な吸引操作の方法を習得する	鼻腔・口腔・咽頭・気道の解剖、標準予防策、吸引の目的・適応、気管挿管、気管吸引の手順、口腔内・鼻腔内吸引の手順

Step up

排痰法にはこれまで紹介した手技以外にも、さまざまな方法や有用な器具、器械がある。ここでは臨床的に用いられることも多いが、やや応用的な排痰に用いられる手技や方法（器具や器械）を紹介する。

1. 気管圧迫法

胸骨上切痕部の直上に触知できる気管に母指などで瞬間的に圧迫を加えて咳嗽反射を誘発する方法である（**図1**）。中枢気道に痰が上がり、口元でゴロゴロと聞こえているにもかかわらず、意識障害や理解力の低下、また、咳嗽反射機能が低下している患者に対して用いられる。実施する場合は、中途半端な刺激を加えず、十分な刺激を加えて咳嗽を誘発する。ただし、気管挿管、気管切開、咽頭痛、皮下気腫、循環動態不安定、頭蓋内圧亢進などの患者には禁忌である。

- ①背臥位の場合は、枕をはずして頸部を伸展させ、気道を確保する。
- ②胸骨上切痕部で甲状軟骨の下の部分にセラピストの母指を当てる。
- ③母指で瞬間的に気管を圧迫し、咳嗽を誘発する。
- ④母指は指腹部を使い、指尖部で圧迫しない。
- ⑤圧迫の力は弱すぎると咳嗽反射が起こらず、強すぎると痛みを与える。

嘔吐する可能性がある患者の場合は、側臥位で行う。



図1 気管圧迫法

2. 腹部圧迫による咳嗽介助手技

この手技は、脊髄損傷や神経筋疾患など、腹筋が麻痺していて、咳嗽時に腹圧がかからない患者に適応となる。それ以外の患者に行うと、違和感や不快感などを与えることがあるため、行わないほうがよい。

注意するポイントを、以下にあげる。

- 腹部への圧迫は一瞬であり、患者の咳のタイミングに合わせなければ効果がない。
 - 腹部病変がある患者には、禁忌である。
 - 圧迫の程度は、強すぎず痛みや強い圧迫感を感じさせない程度とする。
- ①セラピストは患者の腰部の横に位置する。
 - ②患者の口元で痰がゴロゴロと聞こえ始めたら、両側母指の指腹または握りこぶしを患者の上腹部（剣状突起下）に置き、大きく息を吸わせ、声門を閉じさせる。
 - ③セラピストの指示に合わせて咳をしてもらい、同時に腹部に置いた両側母指の指腹または握りこぶしで上方に向かって圧迫を加える（上腹部に置いた手が、腹腔の動きによって押し上げられないように固定するイメージで行う；**図2**）。



両側母指による腹部圧迫

握りこぶしによる腹部圧迫

図2 腹筋が麻痺している患者に対する咳嗽介助手技

3. 器具（器械）を用いた排痰法

1) 振動呼吸陽圧法 (図3)

呼気時に陽圧と振動が加わる器具を使用し、患者自身の呼気をその器具に吹き込むことで呼気に振動を伴った陽圧を生じさせて気道閉塞を防ぎ、気道内分泌物の移動を促進する。気道内分泌物が多く、理解力があり、器具の自主管理が行える患者が適応となる。一方、未治療の気胸やエアリークのある疾患の患者、呼気の陽圧と振動による呼吸仕事量の増加に耐えられない患者、血行動態が不安定な患者には禁忌となる。

2) 持続的気道内陽圧法 (図4)

自発呼吸に対し、ガスの供給源などから高流量の酸素を送る機器・装置を用いることで、吸気および呼気ともに

ストレスを考慮した手技の実施が必要であり、筋のストレッチを行う際にも筋の断裂や損傷を起こさないように気をつける。血小板が少なく出血傾向にある患者では、手技による皮下出血に注意する。

4) リラクゼーションを行うために必要なこと

リラクゼーション効果を得るには、患者が最も安楽と感じる姿勢をとることが大切である。一般的に呼吸不全患者は、呼吸困難が増強した場合に背臥位をとることは少なく、前傾座位や前傾立位を好むことが多い(図2)。これは体幹を前傾位にすることで腹圧がかかり、横隔膜が挙上されることでその可動性が増し、横隔膜の機能が改善するためと考えられる。上肢の重みを取り除くことも重要であり、前傾座位の場合は、上肢を台の上などに置いたほうが楽になる。これは肩甲帯周囲筋が上肢の重みを支えるための筋活動として動員されるため、本来、呼吸補助筋としてはたらく筋肉を呼吸運動に動員できなくなるからである。したがって、上肢を台の上に置いてその重みをとるなどの工夫が必要であり、個々の患者が最も安楽と感じる肢位をとることが大切である。

呼吸困難時以外にリラクゼーションを促す場合は、最も全身の筋活動が少なくなる肢位である背臥位をとることが多い。背臥位は呼吸機能面には不利な肢位であるが、支持基底面が広いので、姿勢を維持するために必要な全身の筋活動を軽減することが可能である。リラクゼーションのための手技を行う場合は、背臥位などの支持基底面を広くした肢位を選択する。

5) リラクゼーション手技の種類

(1) ポジショニング

全身の筋肉の緊張を軽減させるため、患者にとって最も安楽な肢位をとらせる。患者の状態によって適切な肢位は異なるが、前傾位、ファーラー位、セミファーラー位、側臥位などから選択することが多い。特に呼吸練習をするときや呼吸困難が強いときは、ポジショニングが重要となる。臥位をとる場合は枕やクッションを上手に使い、筋活動を軽減するよう工夫する(図3)。

(2) hold-relax 法

PNF で用いられる手技の一つであり、筋肉が最大収縮後に弛緩するという生理学的特性を利用した方法で筋肉の緊張を軽減する(図4)。患者は筋緊張が亢進していてもそのことに気づいていないことが多く、「力を抜いてください」と促しても、力を抜くという感覚がわからない。そこで、特に筋緊張がなかなか軽減しない場合は、逆に緊張の高い筋を意識的に強く収縮させ、その後、急激に力を抜いてリラックスさせることを数回繰り返す、リラクゼーションを促す。

MEMO

血小板は 1 mm^3 中に 13~37 万個あるのが基準であるが、個人差もある。通常 5 万個以下となると血が止まりにくくなり、2 万個以下となるとアザがでやすくなる。



図2 安楽体位(前傾座位)

確認してみよう

背臥位の患者がリラクゼーションしていれば、上肢は軽度外転して前腕は回外位、下肢は外旋位で足部は底屈している。

MEMO

PNF (proprioceptive neuromuscular facilitation; 固有受容性神経筋促通手技) 主に固有受容器を刺激することによって、神経、筋の反応を促進する運動療法。



図3 ポジショニング

に投影された像である。したがって、それらを理解するには、①臓器による X 線の透過度 (吸収) の違い、②胸部の解剖を十分理解することが重要である。

(1) X 線の透過度

X 線写真の原理は被写体を透過する X 線線量の差をコントラストの違いとしてとらえる影絵である。X 線の透過度の違いは対象物の厚さにもよるが、表 5 のように 4 つの段階に分けられる。骨など X 線の透過度の低い (X 線の吸収度が高い) 臓器では白く写し出され、肺などの空気で占められている被写体では X 線の透過度が高い (X 線の吸収度が低い) 臓器では黒く写る。X 線の透過度が異なる臓器が接する部位では鮮明に境界線が得られ、同一の透過度の臓器が隣接する部位では境界はなく連続した像として見える。

(2) 胸部の構造

正常な胸部 X 線写真で見られる肺および気管支などの構造を図 6¹³⁾ に示す。肺野ではガス濃度である肺および気管支、そしてその中を水濃度である肺動静脈が分布する。左右の肺の間にある縦隔には、心臓を中心に大動脈、上大静脈、肺動脈主幹などがあり、気管や左右主気管支なども存在する。したがって、肺と縦隔の間にはガスと水濃度が接して明瞭なラインができるため、図 6¹³⁾ に示される右第 1 弓 (上大静脈)、右第 2 弓 (右心房)、左第 1 弓 (大動脈弓部)、左第 2 弓 (左肺動脈)、左第 4 弓 (左心室) として X 線写真に写し出される。

実際の胸部 X 線写真で見られる各部位を図 7 に示す。

(3) 撮影体位

胸部 X 線写真を読影する前に、その写真がどのような条件で撮影されているのか確認する。一般的な撮影体位は「P → A (背腹) 像」であり、胸椎棘突起は正中に位置しており、左右の鎖骨頭が棘突起から等しい位置にある。ベッドサイドなどで撮影する場合は、「A → P (腹背) 像」であるため、「P → A 像」に比べて心臓が拡大して見える。

(4) 読影のポイント

胸部 X 線写真の読影の順番 (例) を図 8 に示す。最初に左右全体を大きく見た後、左右の肋骨横隔膜角および横隔膜のラインをチェックする。次に気管支や肺の血管陰影を確認したら、左右の肺野の陰影へと読影を進めていく。

MEMO

「P (posterior) → A (anterior)」とは X 線が背中側から出され、フィルムが前方 (胸側) に置いてある場合で、「A → P」とは X 線が前方から出され、フィルムが後方 (背中側) にある場合である。

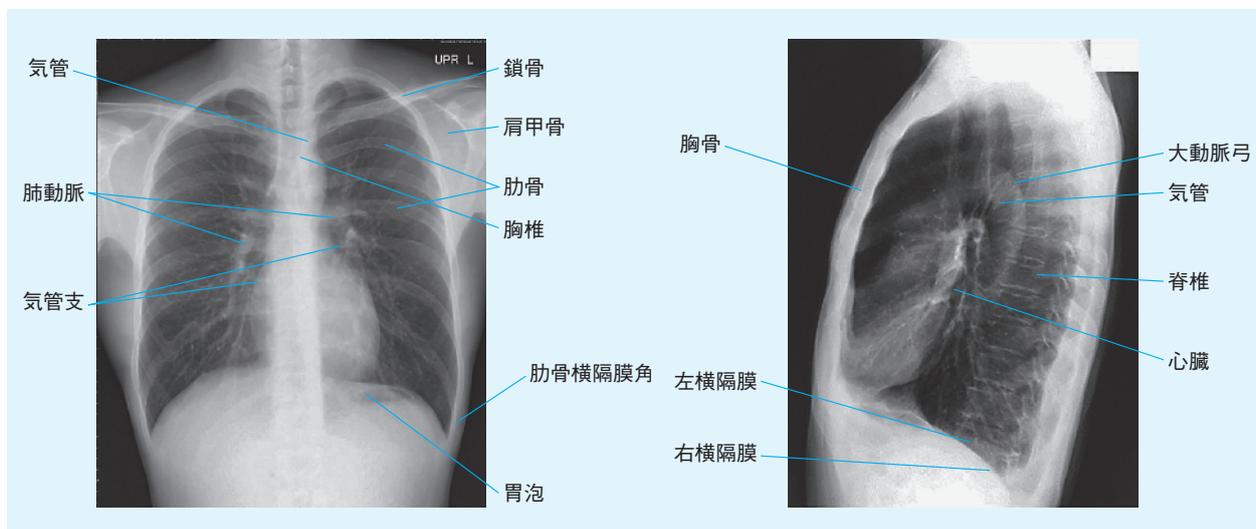


図 7 正常な胸部 X 線写真 (正面, 側面)

👉 試してみよう

横隔膜の高さとその可動性を打診によって確認することができる。前胸部で横隔膜の高さを調べる場合、第6肋骨の高さ付近で、清音から濁音に変化する位置が特定できれば、それが横隔膜の高さである。

背部の場合、第10肋骨の高さ付近で打診を行うと、同様に音の変化が確認できる。さらに、最大呼気位で清音から濁音に変化する位置を特定し、最大吸気位でも同様に清音域を特定できれば、その幅が横隔膜の可動範囲である。通常は3~5cm程度は動くが、COPDなどで肺過膨張があると可動範囲は狭くなる。

📖 MEMO

無気肺
気管支や肺がさまざまな原因で閉塞または圧迫された結果、肺全体や肺の一部の空気が極端に減少したり、まったく空気が入っていない部分ができたりする状態をいう。

聴診 (auscultation)



ここがポイント!

聴診器を耳に当てる際、イヤープースの方向を間違えると音が聞き取れない。聴診器をイヤープースが“ハの字”になるように持って耳に当てる。

打診音は、一般的に以下の3つの音に分類できる。

- **濁音**：音の強さは弱く（小さく）、長さは短く、音質は高調で、含気量の少ない部分で聴こえる。心臓や肝臓の部位の打診音であるが、肺野でも、胸水貯留や肺炎、無気肺などの病変で含気量が減少した場合に聴かれる。
- **清音**：音の強さは強く（大きく）、長さは長く、音質は低調で、共鳴音ともいう。健常者の肺野の打診音であるが、深呼吸した際には、過清音（過共鳴音）となる。
- **鼓音**：太鼓のような音で、胃の中に空気が入っているときに聴こえ、音の強さは大きく、音質は高い。肺が過膨張（COPDなど）になると、この音になる。

4) 聴診

聴診とは、聴診器を用いて換気に伴って肺内で発生する音を聴取する方法であり、非侵襲的で患者への負担もなく、肺内で起こっている現象をリアルタイムで把握できる評価方法である。聴診は呼吸理学療法の中で最も重要な評価法の一つであり、さまざまな臨床所見と併せて聴診所見を解釈し、患者の状態を把握することが大切である。

(1) 聴診器の種類と使い方

聴診器のチェストピースには、膜型とバル型の2種類があり、それぞれ聴取しやすい周波数帯がある。膜型は高周波数帯、バル型は低周波数帯に適しているため、肺音は基本的に膜型を使用する。

(2) 聴診の方法と注意点

a. 座位での聴診

患者を軽く背筋を伸ばした状態で座らせ、セラピストは利き手が右の場合、患者の右側に座る（感染予防のため、正面には座らない；**図14**）。聴診器の膜の部分を手表に当て（離れた後、集音部の跡が軽く残る程度の圧）、1~2呼吸ずつ聴きながら上か



図13 胸水や無気肺を評価する際の打診の方法

身体の腹側から背側にかけて打診をしていくと、ある部位から打診音が清音から濁音に変化する。そこから背部には、胸水貯留または無気肺となっていることが推察できる。

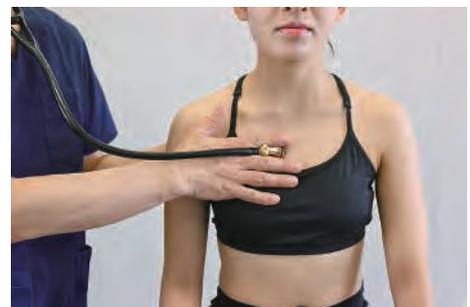


図14 座位での聴診

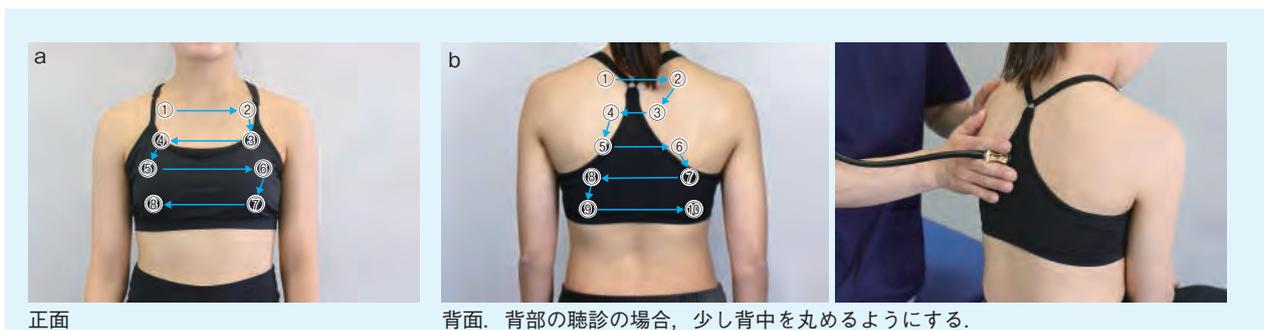


図15 聴診する部位

4. フィジカルアセスメントの実際

1) 視診

視診の第一歩は呼吸を観察することであるが、患者に呼吸を意識させてはならない。例えば、「今から呼吸の状態を観察しますので、普通に呼吸しててください」という声かけは、明らかに呼吸を意識させてしまう。呼吸は心臓と違い、呼吸中枢による自律性の調節だけでなく、随意的にも調節することが可能であるため、患者が意識することで容易に変化する。できる限り患者に意識させないようにし、普段の呼吸状態をとらえる。

(1) 評価項目

視診では、呼吸数や呼吸の深さ、呼吸パターン（優位パターン、異常呼吸の有無）、胸郭の拡張性、変形の有無、呼吸運動に関与している筋活動などを診る。また、全身を観察し、やせている、太っているなども確認する。

(2) 観察する位置

呼吸を観察する場合、どの位置から診るかによって把握できる情報が異なるため、さまざまな角度から患者の呼吸を観察する。

- 側面から観察する場合：吸気、呼気における胸部や腹部の初動部位やその大きさ、拡張の程度、呼吸パターンなどが観察できる (図 1)。
- 頭側または足下から観察する場合：吸気・呼気時における胸部、腹部の拡張に左右差がないか、タイミングのずれがないかを診ることができる (図 2)。同時に四肢の状態から身体全体の緊張の程度も観察できる。
- 上方から観察する場合：表情や頸部・肩甲帯周囲筋の緊張状態などから呼吸努力の有無などが把握できる (図 3)。特に、表情はそのときの身体や精神状態を反映しているため、確認が必要である。同時に口腔内を観察し、痰や唾液の貯留状態、乾燥状態、衛生状態を確認する。

(3) 解釈と評価

a. 呼吸数

呼吸は、安静時でも多少の揺らぎがあるものの規則的であり、健常者であれば吸気時間（息を吸っている時間）と呼気時間（息を吐いている時間）はほぼ同じである（一般に呼吸周期では吸気後のポーズ、呼気後の休止期が含まれるため、呼気時間が長いと思われる）。吸気時間の延長は息が吸いにくい状態であり、上気道の閉塞を意味している（痰の貯留など）。一方、呼気時間の延長は息が吐きにくい状態であり、末梢気道の閉塞が考えられる（COPD など）。

b. 呼吸パターン、呼吸の深さ

呼吸パターンは、一般に胸式、胸腹式、腹式（横隔膜）呼吸などに分類できる。健常者は安静背臥位では腹部の動きが優位であるが、胸部の拡張もみとめられる。腹式（横隔膜）呼吸とは、腹部のみが動く呼吸パターンではなく、腹部の動きが優位なパ



図 1 側面からの観察

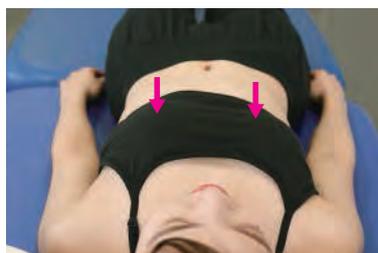


図 2 頭側からの観察



図 3 上方からの観察

視診 (inspection)

MEMO

視診におけるチェックポイント

- 胸郭・脊柱の変形、左右対称、両側性か一側性か、漏斗胸、鳩胸、樽状胸、側彎、亀背など (図 4 参照)。
- 胸壁の突出 (局所的な胸壁の隆起)、胸壁の動きの時間的遅れの有無。
- 胸郭の動き、拡張性の左右差。
- 呼吸補助筋群使用の有無、頸部呼吸補助筋群 (胸鎖乳突筋、斜角筋群など) の肥大。
- 鎖骨上窩・胸骨上切痕の陥没、肋間腔の開大および膨隆、狭小化および陥凹 (全体または一部)。
- 異常呼吸パターン：呼吸数と深さの異常、奇異呼吸、呼吸時の体位。
- 咳嗽と喀痰：湿性または乾性咳嗽、咳嗽力と随意性、気道内分泌物の除去効果、咳嗽発作、喀痰の性状 (粘液性、膿性、漿液性、血性)、色調。

👁️ 覚えよう!

呼吸数 (respiratory rate: RR)
成人では安静時 12~20 回/分が正常範囲 (新生児では 40 回/分程度)。頻呼吸は 25 回/分以上 (新生児は 60 回/分以上)、徐呼吸は 11 回/分以下 (新生児は 20 回/分以下) である。

MEMO

COPD (chronic obstructive pulmonary disease; 慢性閉塞性肺疾患) は、タバコなどが原因で発症する呼吸器疾患である。

▶ Lecture 4 参照。

MEMO

食道癌手術の際、反回神経周囲のリンパ節郭清を行うことが多いが、合併症として反回神経麻痺が起こることがある。反回神経麻痺を生じると誤嚥を起こしやすい、声帯にも影響して声がかすれる嘔声が起こる。

試してみよう

自分のウエストに手を置き、第11肋骨（浮肋）を探してみよう。

覚えよう！

肋骨の走行は上位と下位で異なる。この違いが胸郭の動きにかかわっていることを理解する。

る。頭側は胸郭上口（胸骨上縁と第1胸椎椎体上縁を結ぶ線）、尾側は横隔膜、前方は胸骨、後方は胸椎椎体に囲まれた部分を指し、内部に多数の器官を有している。

縦隔は上部縦隔、下部縦隔（前縦隔、中縦隔、後縦隔）に分けられ、胸骨柄の下端と第4胸椎とを結ぶ線の上方にある上部縦隔には、胸腺、上大静脈、大動脈弓、気管、食道などがあり、これらの血管には迷走神経、反回神経、横隔神経などが密接に分布している。

下部縦隔の前縦隔は、前方が胸骨で後方が心囊によって囲まれる領域であり、胸腺下部、縦隔リンパ節、内胸動脈下部などがある。中縦隔には、心臓、上行大動脈、肺動脈、肺静脈、上大静脈下部、気管下端、主気管支、リンパ節、横隔神経などがある。心囊の後方を占める後縦隔には、下行大動脈、食道、胸管、奇静脈、半奇静脈、交感神経、迷走神経、縦隔リンパ節などがある。

4) 骨、関節

(1) 胸椎 (図12参照)

胸椎は胸郭の支柱であり、肋骨の起点として胸郭運動の支点になる。12個の椎体（第1～12胸椎）で、頸椎よりは丈高く大きく、腰椎よりは丈低く小さく、下位に進むにつれて大きくなる。横突起がよく発達しており、上位胸椎では外側方に、下位では後外側方に突出している。横突起先端の前面には横突肋骨窩があり肋骨結節と接するが、第1～10胸椎にはあるものの、第11および第12胸椎にはない。

(2) 肋骨 (図11参照)

肋骨は12対あり、胸郭後方で脊椎と関節をつくり、前方で胸骨に連なる。第1～7肋骨は肋軟骨を経てそれぞれ個別に胸骨と関節をつくり、真肋とよばれている。残る5対の肋骨は仮肋とよばれ、その前方が胸骨には直接結合していない。第8～10肋骨ではそれぞれの肋軟骨はすぐ上位のものと同様に胸骨につくっており、間接的に胸骨に連なっている。第11・12肋骨の軟骨端は自由であり浮肋（浮遊肋骨）とよばれている。

肋骨の彎曲は弓形をなして凸側を外方に向けており、その彎曲度の最も著しいところを肋骨角というが、第11・12肋骨にはない。

呼吸に関係のある胸郭内の関節は、肋骨を介して形成されている。後部には肋椎関節があり、これには肋骨頭関節と肋横突関節の2つが含まれる。前部胸肋結合には、胸肋関節と肋軟骨結合がある。

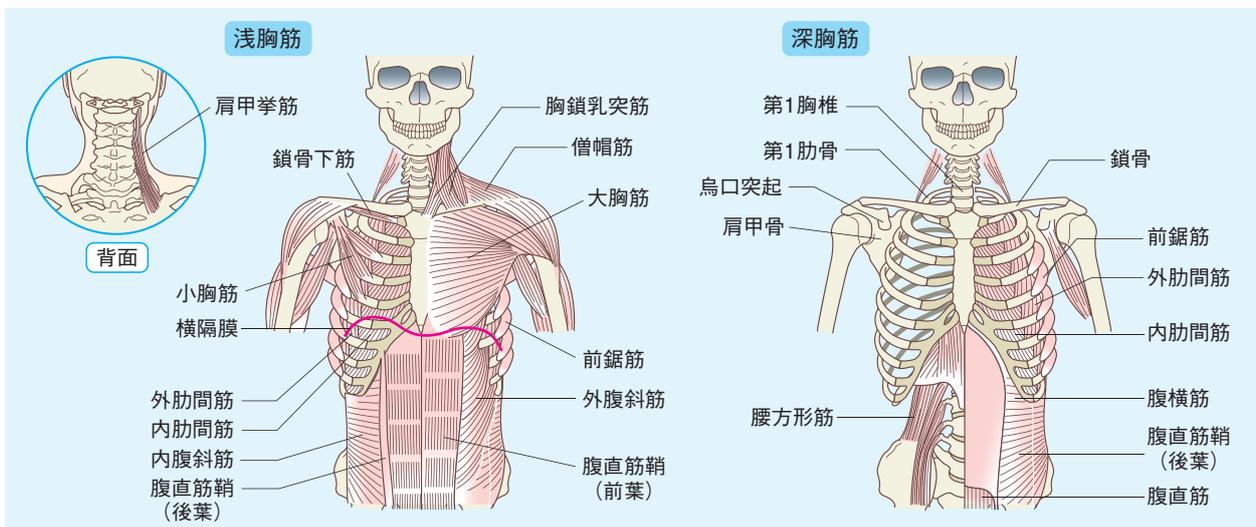


図15 胸郭の筋肉