

特 集

—臓器リハビリテーションの最前線—

呼吸リハビリテーション

獨協医科大学 内科学 (呼吸器・アレルギー)

知花 和行 石井 芳樹

はじめに

呼吸リハビリテーションとは

一般に、リハビリテーションという言葉から「運動機能が障害された四肢を再び動かすための練習をすること」をイメージするかもしれない。しかし、リハビリテーションは運動機能回復のみを目的とするのではなく、身体的・精神的障害によって生じた全てのハンディキャップに対して、医師、看護師、理学療法士、作業療法士など様々な職種からの働きかけによって自らの生活を再び立て直すことである。当然ながら、その中に呼吸機能障害に対するリハビリテーションも含まれる。

2001年12月、日本呼吸管理学会(現日本呼吸ケア・リハビリテーション学会)と日本呼吸器学会は共同で「呼吸リハビリテーションに関するステートメントを発表した。その中で、「呼吸リハビリテーションとは呼吸器の病気によって生じた障害をもつ患者に対して、可能な限り機能を回復、あるいは維持させ、これにより患者自身が自立できるように継続的に支援していくための医療である」と定義した¹⁾。2013年10月、アメリカ胸部学会(ATS)と欧州呼吸器学会(ERS)の呼吸リハビリテーションに関する国際的ステートメントが改訂された。この中で呼吸リハビリテーションは「徹底した患者のアセスメントに基づいた包括的な医療介入に引き続いて、運動療法、教育、行動変容だけでなく、慢性呼吸器疾患患者の身体および心理的な状況を改善し、長期の健康増進に対する行動のアドヒランスを促進するために患者個々の必要性に応じた治療が行われるものである」と新しく定義され、オーダーメイドの医療介入であることが強調された²⁾。

呼吸リハビリテーションの概要・プログラム

呼吸リハビリテーションは、患者・家族評価にはじまり、患者教育、薬物療法、栄養指導、酸素療法、理学療法、作業療法、運動療法など包括的な医療プログラムに

よって行われる。包括的呼吸リハビリテーションは多くの職域にわたる医療チームによって提供する医療介入システムである。医療チームの構成は医師、看護師、理学療法士、作業療法士、呼吸療法認定士、栄養士、臨床心理士、臨床工学技士、介護福祉士、言語療法士、医療ソーシャルワーカー、酸素機器業者などが介入する。

実践プログラムとして、患者教育、呼吸器理学療法、運動療法、栄養療法などがある。患者教育は重要である。まず、患者教育の目的は疾患に対する理解を深めることによって患者自身の自己管理能力を高めることである。初期評価、プログラムの作成と実践、その後再評価、プログラム遂行の維持の段階で介入することが多い。行動科学や心理学に基づいた学習指導の原理に基づき行う。効果的に持続させるために長期目標以外に、短期目標を設定することもその一つの方法である。疾患の理解のために疾患や現状について外来で説明するが、なるべく平易な言葉で伝えることは重要な因子である。具体的には呼吸機能検査の数値を時系列で比較する、あるいは肺年齢を算出して伝えると理解しやすい。また、禁煙指導も患者教育の中に含まれる重要な要素である。当然ながら呼吸器疾患に限らず、禁煙は全人に推奨されるべきものである。禁煙は「意志が弱い」からできないのではなく、麻薬なみの「依存症」であるから難しいことを理解した上で、ねばり強く教育に当たるべきである。当院においても禁煙外来は呼吸器・アレルギー内科で月、火、木の午後に開設しており、是非ご利用いただきたい。

呼吸器理学療法の実践

呼吸器理学療法はリラクゼーション(呼吸補助筋のストレッチ)、呼吸介助法、呼吸練習、呼吸筋ストレッチ体操、排痰法などで構成される。リラクゼーションの目的は精神的、身体的な緊張をリラックスさせる効果がある。急性、慢性を問わず呼吸不全においては呼吸補助筋の緊張が亢進していることが多い。呼吸介助法は1回換

表1 体位の変化が呼吸器系に及ぼす急性効果

仰臥位から座位への体位変化	離 床
全肺気量 (TLC) ↑	肺胞換気量 (VA) ↑
1 回換気量 (V_T) ↑	1 回換気量 (V_T) ↑
肺活量 (VC) ↑	呼吸数 ↑
機能的残気量 (FRC) ↑	A-aDO ₂ 勾配 ↑
残気量 (RV) ↑	肺動静脈シャント ↑
予備呼気量 (ERV) ↑	換気血流マッチング ↑
努力性呼気量 (FEV) ↑	低換気・低血流における肺胞リクルートメント ↑
努力性呼気流速 (FEF) ↑	分泌物の移動 ↑
肺コンプライアンス ↑	肺リンパ液ドレナージ ↑
気道抵抗 ↓	肺サーファクタント産生と分布 ↑
気道閉塞 ↓	
動脈酸素分圧 (PaO ₂) ↑	
胸郭前後径 ↑	
基部腹部の左右径 ↓	
呼気仕事量 ↓	
横隔膜運動 ↑	
分泌物の移動 ↑	

Dean E. Pysiotherapyfor respiratory and cardiac problems 3rd ed. Churchill Livingstone, 2002, p143-59 より

気量の増加や呼吸補助筋に休息を与えることによる間接的なリラクゼーションを得させ、息切れを軽減させる効果がある。下部胸郭に対して施行することが多い。呼吸練習は COPD に対する主な呼吸練習として、口すぼめ呼吸や横隔膜呼吸（腹式呼吸）などの呼吸法がある。呼吸法を習得した後に、その呼吸練習を歩行、入浴など日常生活の場面に取り入れるように指導していく。横隔膜呼吸は吸気時に腹部を膨らませ、横隔膜の収縮により横隔膜を下方に引き下げる。呼気は腹部をへこませながら、横隔膜を弛緩し挙上する方法である。効果として呼吸補助筋の活動抑制、呼吸困難の軽減、1 回換気量の増大、呼吸数の減少、長期的には運動耐容能や ADL の改善などが報告されている³⁾。口すぼめ呼吸は口をすぼめてゆっくり呼気を行うことにより気道内圧を高め、末梢気道を開存させる。気道の虚脱を防ぎ呼気が充分に行えるようになる。呼吸筋ストレッチ体操は患者自身で施行可能であり、外来で簡単に指導できるので有用である。これは脳から吸気筋に指令が出ているときに吸気肋間筋の筋紡錘をストレッチし、呼気筋に指令が出ているときに呼気肋間筋の筋紡錘をストレッチさせることによって、脳と呼吸筋からの情報がマッチした状態となり、呼吸困難を減少させるものである^{4,5)}。排痰法は気道内における過剰な分泌物を除去する目的で行い、気道抵抗と呼吸仕事量を減少させ、呼吸困難の軽減、換気とガス交換の改善に有効である。排痰によって呼吸器感染症罹患

リスクを低減させる効果がある。体位ドレナージ、スクイーミング、咳嗽の介助などがある。体位変換は褥瘡の予防、誤嚥性肺炎の予防、気道内分泌物の移動促進、換気血流比の改善、無気肺の予防などがある。体位が呼吸器系に及ぼす影響は大きく、臥位からのベッドアップで全肺気量、1 回換気量、肺活量、機能的残気量、1 秒量などの増加を認める（表 1）⁶⁾。体位ドレナージは気道内分泌物が貯留した肺区域の誘導気管支の方向に重力の作用が一致する体位を用いて貯留分泌物の誘導排出を図る方法である⁵⁾。体位ドレナージは痰の存在する気管支の区域ができるだけ垂直になる体位をとらせるようにするが、頭部低位は頭蓋内圧亢進や不整脈を誘発する危険もあり注意が必要である。実際の体位ドレナージでは、排痰部位を上にした排痰体位を 10-20 分とると末梢から気道分泌物が移動するが、病態、痰の性状によっても異なるので呼吸音や酸素化を確認しながら時間を決定することが望ましい。

運動療法

運動療法は呼吸リハビリテーションの中核となる構成要素で、在宅において継続・実施される維持プログラムである。運動療法の種目は在宅で継続して実施することを考慮して、簡便さやリスクの軽減が考慮され、歩行を中心とした簡便な運動療法と筋力トレーニングを行う。欧米では高強度の運動療法が推奨されているが、高齢者

表2 COPDにおける呼吸リハビリテーションのエビデンス (GOLD 2015年)

効果	エビデンス
運動耐容能の改善	A
呼吸困難の軽減	A
健康関連 QOL の向上	A
入院回数と日数に減少	A
COPD による不安・抑うつ軽減	A
増悪による入院後の回復を促進	A
上肢の筋力と持久力トレーニングによる上肢機能の改善	B
効果はトレーニング終了後も持続	B
生存率の改善	B
長時間作用性気管支拡張薬の効果を向上	B
呼吸筋トレーニングは特に全身運動トレーニングと併用すると効果的	C

A：無作為化コントロール試験，多量のデータ

B：無作為化コントロール試験，限定された量のデータ

C：非無作為化試験，観察に基づく研究報告

が多い本邦では高強度運動療法の実施率は低下する⁷⁾。COPD患者において低強度呼吸リハビリテーションプログラムの施行により，プログラム実施率，運動耐容能，呼吸困難，健康管理 QOL が有意に改善することが報告されている^{8,9)}。2007年には American College of Chest Physician (ACCP)/American Association of Cardiovascular Pulmonary Rehabilitation (AACVPR) ガイドライン¹⁰⁾においても低強度運動療法がエビデンスレベル 1A と非常に高く評価された。また，筋力トレーニングの併用あるいは歩行に関わる筋群のトレーニングの有用性が 1A と高く評価されており，COPD の運動療法においても上肢および下肢の筋力トレーニングを積極的に取り入れることが望ましいと考えられる。呼吸筋トレーニングは運動療法の 1 種目として行われ，GOLD ガイドラインでは COPD 患者において，包括的呼吸リハビリテーションと併用すると付加的効果があると報告されている¹¹⁾。COPD 患者において，吸気筋トレーニングにより吸気筋力や運動耐容能が有意に向上すると報告されていることから¹²⁾，より積極的に呼吸リハビリテーションを取り入れるべきである。さらに，運動療法実施前に薬物療法をしっかり行うことで，呼吸リハビリテーションによる運動耐容能が相乗的に改善する事が報告されている¹³⁾。

呼吸リハビリテーションのエビデンス

GOLD 2015 では COPD における呼吸リハビリテーションの効果としては運動耐容能の改善，呼吸困難の軽

減，健康関連 QOL の向上，入院回数，日数の減少，COPD による不安，抑うつ軽減，増悪による入院後の回復の促進の 6 つが A 評価を受けている (表 2)¹¹⁾。

運動療法プログラムのエビデンス

運動療法プログラムの中で筋力トレーニングと持久力トレーニングの効果に関するメタアナリシスでは筋力トレーニングは健康関連 QOL の評価指標である Chronic Respiratory Questionnaire (CRQ) のすべてのドメインにおいて有意に改善した。このため，筋力トレーニングがルーチンに呼吸リハビリテーションに取り入れられる根拠となっている¹⁴⁾。

呼吸筋トレーニングのエビデンス

最近のメタアナリシスによると COPD 患者における吸気筋トレーニングにより，吸気筋力，運動持続時間，6 分間歩行試験，健康関連 QOL を有意に向上させることが報告されている⁴⁾。さらに，COPD のみならず，慢性心不全，神経筋疾患や脊髄損傷，心臓・呼吸器疾患の術前や人工呼吸器の離脱においても一定の成果をあげている¹⁵⁾。呼吸筋トレーニングについては，COPD 以外の呼吸器疾患のみならず胸部，腹部の手術後の合併症予防，人工呼吸器の早期離脱などにも積極的にとり入れるべきであると考えられている。

呼吸リハビリテーションにおける呼吸困難の評価

呼吸リハビリテーションを施行する際に呼吸困難の評

表3 修正 MRC (mMRC) 質問票

グレード分類	あてはまるものにチェックしてください (1つだけ)
0	激しい運動をしたときだけ息切れがある
1	平坦な道を早足で歩く、あるいは緩やかな上り坂を歩くとときに息切れがある
2	息切れがあるので、同年代の人よりも平坦な道を歩くのが遅い、あるいは平坦な道を自分のペースで歩いているとき、息切れのために立ち止まることもある。
3	平坦な道を 100m、あるいは数分間歩くと息切れのために立ち止まる
4	息切れがひどく家から出られない、あるいは衣服の着替えをするときにも息切れがある。

表4 呼吸リハビリテーションの対象疾患

閉塞性肺疾患	拘束性肺疾患	その他
<ul style="list-style-type: none"> ・ COPD ($\alpha 1$ アンチトリプシン欠損症を含む) ・ 気管支拡張症 ・ 嚢胞性肺線維症 ・ 閉塞性細気管支炎 ・ 喘息 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 間質性肺炎 ・ サルコイドーシス ・ 過敏性肺臓炎 ・ リンパ脈管筋腫症 ・ ARDS 生存者 ・ 結核後遺症 ・ 強直性脊椎炎 ・ 脊椎後側弯症 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 肺癌 ・ 肺高血圧症 ・ 胸腹部手術前後 ・ 肺移植手術前後 ・ 肺容量減少術前後 ・ 人工呼吸器依存 ・ 肥満関連肺疾患

COPD：慢性閉塞性肺疾患，ARDS：急性呼吸窮迫症候群

価は呼吸リハビリテーションの開始、中止における重要な判断材料の一つである。しかし、呼吸困難は主観的な訴えであり、評価としてはできるだけ客観的に定量する必要がある。直接的評価は Borg CR10 スケールや視覚的アナログスケールがあり、間接的評価には Modified British Medical Research Council (mMRC) 質問票 (表 3) などがある。直接的評価法は患者自身が直接、呼吸困難の程度を評価する方法で、安静時のみならず、運動中や運動直後の呼吸困難を評価するときに用いられる。間接的評価法は問診などによって医療者が評価する方法である。主に日常生活における呼吸困難を評価するのに用いられる。mMRC 質問票は簡便であるが健康状態を評価する他の指標との挿問性に優れており、将来の死亡の危険性を予測することもできると報告されている¹⁶⁾。なお、呼吸リハビリテーションの保険適用については、旧 MRC のグレード 2 以上、すなわち mMRC のグレード 1 以上となっている。

呼吸リハビリテーションが必要な呼吸器疾患

呼吸リハビリテーションの適応は主として慢性閉塞性

肺疾患 (COPD) であり、エビデンスも多くある。しかし、COPD 以外にも拘束性換気障害、喘息や ARDS 後などに対しても行われる。(表 4) 近年、間質性肺炎や肺結核後遺症に関する呼吸リハビリテーションの有用性を示すことが報告されてきているが、COPD ほどエビデンスは多くはなく、今後期待される。また、周術期や (ICU における) 人工呼吸管理中にも呼吸リハビリテーションは施行できる。

COPD 患者は、呼吸困難のために不活動となり、身体機能が失調低下し、それが悪循環を生み出す。この悪循環を断ち切り、廃用症候群への進行を阻止するために運動療法を中心とした呼吸理学療法は有効である。先にも述べたが、運動療法は薬物療法により症状が安定している患者においても上乘せの改善効果が期待できる¹⁷⁾。実際の呼吸理学療法のプログラムは、重症度を考慮して構成する必要がある。軽症例では比較的高負荷の運動療法も可能になるが、重症例では呼吸パターン修正などのコンディショニングが主体となる。運動療法は脱落せずに継続できる様に構成することが望ましい。より効果的な運動方法、運動時間、頻度等はさらに検証が必要であ

表5 運動療法中止基準

呼吸困難	Borg CR10 スケール7~10
心拍数	年齢別最大心拍数の85%に達したとき。(肺性心をともなう症例では65-70%), 不変や減少したときも注意を要する
呼吸数	30/分以上
血圧	高度に収縮期血圧が下降したり, 拡張期血圧が上昇したとき
酸素飽和度	90%未満
その他	胸痛, 動悸, 疲労, めまい, ふらつき, チアノーゼなど

る。運動療法を途中で中止する基準を表5に示す¹⁸⁾。運動療法によって著明な低酸素血症が生じる症例は、低酸素性肺血管攣縮を引き起こし、右心負荷を増強させる可能性がある。その場合は酸素を投与し酸素飽和度が90%以上を維持できるようにする。

間質性肺炎 (IP) は肺の間質を病変の主座とし、びまん性の線維化を生じる。その原因は多彩であり、薬剤、放射線、無機・有機粉塵吸入、膠原病やサルコイドーシス、慢性過敏性肺臓炎などに伴うもの、あるいは原因が特定できない特発性間質性肺炎 (IIPs) などがある。IP は症状や経過が症例によって大きく異なり、なかには進行性、難治性かつ予後不良であるものが認められる。特に IIPs の中でも特発性肺線維症 (IPF) は比較的緩徐な進行を示す症例もあれば急性増悪を来す症例もある。これは治療のみならず呼吸リハビリテーションの適応や効果を検討する上で重要な因子となる。最近では COPD 以外の慢性呼吸器疾患に関してもおおむね有効であると報告されている²⁾。呼吸リハビリテーションは薬物療法を含む内科的管理を補完する形で患者の症状コントロール、身体活動の維持向上、さらには Health related (HR) QOL の改善を図ることがその役割となる。IP の呼吸困難の臨床像は COPD と同様、労作時呼吸困難による活動制限によるものであるが、病態が異なるため IP の特異性を考慮する必要がある。IP は高度の運動誘発性低酸素血症 (EIH) をおこしやすく¹⁹⁾、また、ステロイド投与によるミオパチーの合併がしばしば運動負荷の際に問題となり得るため、疾病特異的なプログラムの修正や工夫が必要である。

周術期呼吸リハビリテーションは術前から術後にかけての介入である。術前呼吸リハビリテーションの目的は、術前評価をもとに術後の状態を予測し、手術までの期間に可能なリハを実施することである。術後に予想される呼吸機能低下や呼吸器合併症について説明し、その

対策として術前・術後リハビリテーションの重要性と内容を理解してもらう。術前リハビリテーションの具体的な種目として、リラクゼーション、呼吸法、咳嗽法などを指導する。術前リハビリテーションによるエビデンスとして、高齢の患者に対し、外科手術に先だって短期間の術前リハは、身体機能改善、術後の呼吸器合併症の発症リスクを軽減したとの報告²⁰⁾や、肺切除実施予定患者に対して、運動能力の改善や呼吸機能を維持するとの報告がある²¹⁾。さらに、術前の運動療法は、心臓および腹部外科手術後の合併症発生率を減少させ入院期間を短縮すること²²⁾や、腹部大動脈瘤手術予定患者の術前吸気筋トレーニングは術後の無気肺の発生率を減少させることが報告されている²³⁾。

術後リハビリテーションの目的は呼吸器合併症を予防し、早期離床、早期退院を図ることである。具体的には無気肺予防のための換気増大、気道内分泌物の除去、残存肺、虚脱肺の再拡張促進、呼吸器合併症の予防・改善、呼吸仕事量の減少、上肢や胸郭の関節可動域の維持・改善、廃用症候群の予防などである。種目としては体位管理、リラクゼーション、換気改善、気道内分泌物の除去、運動療法などである。術後リハビリテーションのエビデンスとしてはあまりないのが現状であるが、冠動脈バイパス術後の患者に対する呼気陽圧は術後の呼吸器合併症を減らすとともに、呼吸機能や6分間歩行距離を改善させた²⁴⁾。腹部外科術後患者においてファストトラックプロトコル (手術当日から離床を実施し、術後1日目には8時間以上離床させ歩行を促し、可能であれば早期に退院する) と通常のケアプロトコル (術後1日目から患者自身での離床を推奨し1週間程度で退院する) と比較するとファストトラックプロトコルの方が早期退院可能であった²⁵⁾。また、肺切除患者に対し、術後早期からの持続的気道内陽圧を施行した群の方が通常群に対し、6分間歩行距離が増加した²⁶⁾。術後リハビリテーションにおいては、呼吸訓練や排痰法のみならず、機器や器具を使用したプログラムが導入されてきている。今後もエビデンスの集積が期待される。

集中治療室 (ICU) 等における人工呼吸管理中の呼吸リハビリテーションも注目されている。近年、これらの患者においても覚醒を中心とした管理へと変化してきている。ICU 入室患者は、感染、外傷、出血、手術など生体への強い侵襲を受けてまもなく、全身状態が不安定な時期にある。また、原疾患以外にも合併症があり、全身状態が安定化するまでは鎮静下での安静状態が強いらされる。しかし、過度の鎮静や安静臥床の状態は、せん妄を誘発し、また、疾患に伴う重篤な骨格筋や呼吸筋の筋力低下を伴う。これらはまた生命予後に関与するような

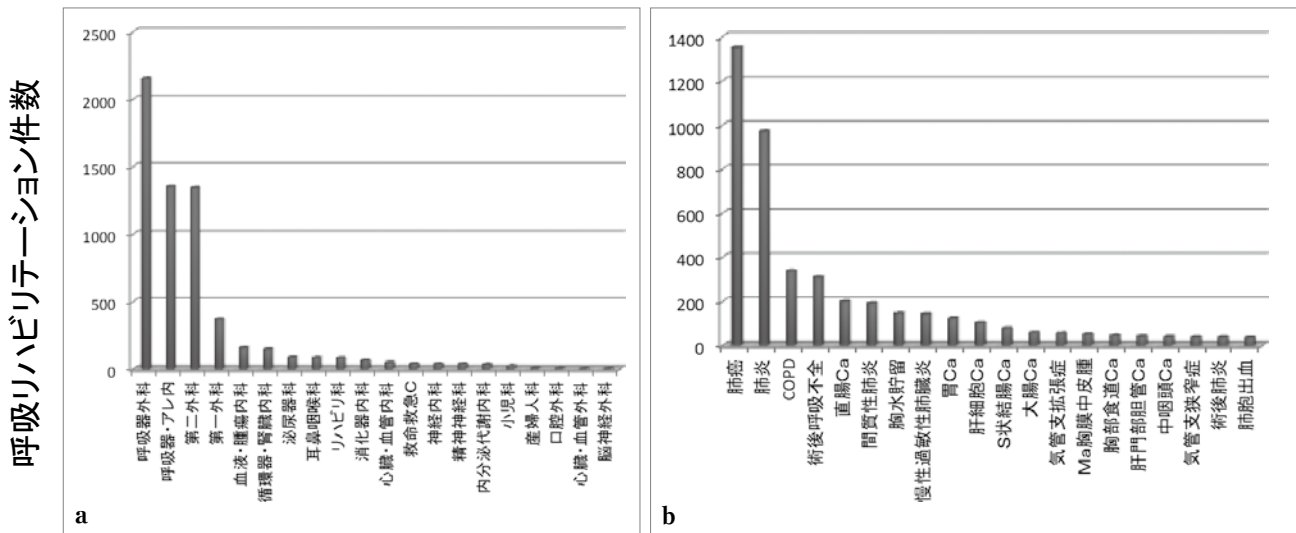


図1 当院における2015年度科別、疾患別呼吸リハビリテーション実施件数

医原性合併症と関連することが明らかになっている²⁷⁾。呼吸器に関しても原疾患由来の不安定な呼吸状態に加え、人工呼吸器管理によって新たに生じる人工呼吸器関連肺炎 (VAP)、下側肺障害、無気肺など呼吸器合併症を併発し、ガス交換障害や気道クリアランス不良が遷延しやすくなる。結果としてICU滞在期間や入院期間の長期化に陥りやすい。人工呼吸管理中における呼吸リハビリテーションは肺胞再開通による肺胞換気、ガス交換の維持、改善、換気血流比不均等などの是正、気道クリアランスの改善、早期ウィーニング、抜管の促進、VAPや下側肺障害など呼吸器合併症の予防を目的とする。人工呼吸管理中の効果はVAPの減少や気道クリアランス、酸素化の改善、呼吸筋トレーニングの効果などが報告されているが、充分には確立されていないのが現状である^{28,29)}。重症ARDSにおいて腹臥位療法によって生命予後改善効果をもとめたとの報告もあるが³⁰⁾、いまだ、多くの施設では臨床活用ができていないのが現状である。

2015年度当院での実績

当院リハビリテーション科における2015年度の呼吸リハビリテーションの実績を図1に示す。年間約6000回の呼吸リハビリテーションが実施されている。これはのべ回数で同一患者に複数回施行した場合も1回ずつとして計上している。入院患者がほとんどであり、外来患者は12例で2%に満たない。科別には呼吸器外科および呼吸器・アレルギー内科が中心的であるが、第二外科、第一外科も多く、手術後の早期離床や退院を目指す取り組みがなされていることがうかがえる(図1a)。こ

の4科で85%以上を占めている。病名別では肺癌が多く、肺炎後(誤嚥性肺炎、術後肺炎を含む)が大部分を占める。病名別に上位20疾病を列挙したものが図1bである。この図から読み取れる今後の課題として、外来COPD患者の呼吸リハビリテーションを増加させることを意識する必要がある。

最後に

呼吸リハビリテーションはエビデンスも多く、薬物療法と組み合わせることによって効果がさらに期待できる。しかし、外来患者をはじめとしてまだ十分に利用されていない側面もある。今後、啓蒙しさらなる発展に期待したい。

謝 辞 当院リハビリテーション科における2015年度の実績を提示いただきました、理学療法士、渡辺恵子様、スタッフの皆様、そして古市照人教授に深謝いたします。

参考文献

- 1) 日本呼吸管理学会, 日本呼吸器学会: 呼吸リハビリテーションに関するステートメント. 日呼管誌 **11**: 321-330, 2001.
- 2) Spruit MA, Singh SJ, Garvey C, et al: An official American Thoracic Society/European Respiratory Society statement: key concepts and advances in pulmonary rehabilitation. American journal of respiratory and critical care medicine **188**: e13-64, 2013.

- 3) 呼吸リハビリテーションマニュアル—運動療法, 照林社, pp35-41, 2012.
- 4) Homma I, Obata T, Sibuya M, et al : Gate mechanism in breathlessness caused by chest wall vibration in humans. *J Appl Physiol Respir Environ Exerc Physiol* **56** : 8-11, 1984.
- 5) Crig LS : Bronchial hygiene therapy. *Fundamentals of Respiratory Care*. 7th ed. Mosby, pp791-816, 1998.
- 6) Dean E : *Physiotherapy for respiratory and cardiac problems* 3rd. ed. Churchill Livingstone, pp143-159, 2002.
- 7) Takahashi H, Sugawara K, Satake M, et al : Effect of low intensity exarcise training (chronic obstructive pulmonary disease sitting calisthenics in patients with stable COPD. *JPN J Compr rehabil Sci* **2** : 5-12, 2011.
- 8) 高橋仁美 : COPDにおける外来呼吸リハビリテーションの長期効果. *日呼管誌* **10** : 242, 2000.
- 9) 塩谷隆信 : 安定期 COPD 患者における低強度リハビリテーションの有用性. *呼吸* **25** : 311, 2006.
- 10) Ries AL, Bauldoff GS, Carlin BW, et al : Pulmonary Rehabilitation : Joint ACCP/AACVPR Evidence-Based Clinical Practice Guidelines. *Chest* **131**(5 Suppl) : 4s-42s, 2007.
- 11) Global Initiative for chronic obstructive Lung Disease : Global strategy for the Diagnosis, Management and Prevention of Chronic Obstructive Pulmonary Disease. NHLI/WHO workshop report. Bethesda, National Heart, lung and Blood Insutitute, April 2011. Update of the Management Sections, GOLD website (www.goldcopd.com). Updated : 2015.
- 12) Gosselink R, De Vos J, van den Heuvel SP, et al : Impact of inspiratory muscle training in patients with COPD : what is the evidence? *The European respiratory journal* **37** : 416-425, 2011.
- 13) Casaburi R, Kukafka D, Cooper CB, et al : Improvement in exercise tolerance with the combination of tiotropium and pulmonary rehabilitation in patients with COPD. *Chest* **127** : 809-817, 2005.
- 14) Puhan MA, Schünemann HJ, Frey M, et al : How should COPD patients exercise during respiratory rehabilitation? Comparison of exercise modalities and intensities to treat skeletal muscle dysfunction. *Thorax* **60** : 367-375, 2005.
- 15) 塩谷隆信 : 外来呼吸リハビリテーション—外来での適応と効果. *Medicina* **95** : 1264-1273, 2015.
- 16) 日本呼吸器学会 COPD ガイドライン第 4 版作成委員会編 : COPD (慢性閉塞性肺疾患) 診断と治療のためのガイドライン. 第 4 版. メディカルビュー社, p33, 2013.
- 17) American Thoracic Society : Dyspnea. Mechanisms, assessment, and management : a consensus statement. *Am J Respir Crit Care Med* **159** : 321-340, 1999.
- 18) 日本呼吸ケア・リハビリテーション学会 呼吸リハビリテーション委員会ワーキンググループほか編 : 呼吸リハビリテーションマニュアル—運動療法 第 2 版, 照林社, p55, 2012.
- 19) Kozu R, Senjyu H, Jenkins SC, et al : Differences in response to pulmonary rehabilitation in idiopathic pulmonary fibrosis and chronic pulmonary disease. *Respiration* **81** : 196-205, 2011.
- 20) Jack S, West M, Grocott MP : Perioperative exercise training in elderly subjects. *Best Pract Res Clin Anaesthesiol* **25** : 461-472, 2011.
- 21) Nagarajan K, Bennett A, Agostini P, et al : Is perioperative physiotherapy pulmonary rehabilitation beneficial in lung resection patients? *Interact Cardiovascu Thrac Surg* **13** : 300-302, 2011.
- 22) Valkenet K, van de Port IG, Dronkers JJ, et al : The effects of preoperative exercise therapy on postoperative outcome : a systemic review. *Clin Rehabil* **25** : 99-111, 2011.
- 23) Dronkers J, Veldman A, Hoberg E, et al : Prevention of pulmonary complications after upper abdominal surgery by preoperative intense inspiratory muscle training : a randomized controlled pilot study. *Clin Rehabil* **22** : 134-142, 2008.
- 24) Haeffener MP, Ferreira GM, Barreto SS, et al : Incentive spirometry with expiratory positive airway pressure reduces pulmonary function and 6-minute walk distance in patients undergoing coronary artery bypass graft surgery. *Am Heart J* **156** : 900e1-900e8, 2008.
- 25) Raue W, Haase O, Junghans T, et al : Fast-track multimodal rehabilitation program improves outcome after laparoscopic sigmoidectomy : a controlled prospective evaluation. *Surg Endosc* **18** : 1463-1468, 2004.
- 26) Nery FP, Lopes AJ, Domingos DN, et al : CPAP increases 6-minte walk distance after lung resection surgery. *Respir Care* **57** : 363-369, 2012.
- 27) Vasilevskis EE, Ely EW, Speroff T, et al : Reducing

- iatrogenic risks : ICU-acquired delirium and weakness-crossing the quality chasm. *Chest* **138** : 1224-1233, 2010.
- 28) Ntoumenopoulos GI, Presneill JJ, McElhoolm M, et al : Chest physiotherapy for the prevention of ventilator-associated pneumonia. *Intensive Care Med* **28** : 850-856, 2002.
- 29) Hess DR : Patient positioning and ventilator-associated pneumonia. *Respir Care* **50** : 892-898, 2005.
- 30) Guérin C, Reignier J, Richard JC, et al : Prone positioning in severe acute respiratory distress syndrome. *N Engl J Med* **368** : 2159-2168, 2013.