

特集

人工呼吸患者の呼吸理学療法

ALI/ARDS に対する呼吸理学療法

宮川哲夫

キーワード：ALI/ARDS, リクルートメント法, 腹臥位, APRV, Squeezing

はじめに

呼吸ケアの発展に伴い ALI(急性肺損傷)/ARDS(急性呼吸促進症候群)の発症率や死亡率の改善が報告されている^{1,2)}。2001年から2008年までのARDSの年間発症率(10万対比)は82.4から38.9へと減少し、ARDSの重症度や併存症は増加しているにもかかわらず、死亡率、在院日数、ICU在室日数も減少している。この原因は、血液製剤輸血の減少、自己輸血の増加、低一回換気量による人工呼吸管理、敗血症や肺炎の治療の改善、集中治療医の存在、呼吸ケアチーム、電子カルテの発達といった包括的な呼吸ケアの改善による効果であると思われる¹⁾。

また、89論文(観察研究53件、ランダム化比較試験(RCT)36件)18,900例のARDSを対象にメタ分析した報告では、1994年から2006年までの観察研究での死亡率は44.0%、RCTの死亡率は36.2%であった²⁾。1984年から1993年までの観察研究においてARDSの死亡率は減少したが、1994年から2006年までのRCTでは減少していなかったとも報告されている。

このようにALI/ARDSに対する包括的な呼吸ケアによるアウトカムの改善があげられる中、この項ではALI/ARDSに対する呼吸理学療法について述べる。

I. ALI/ARDS に対する呼吸理学療法の考え方

ALI/ARDSの発症原因となる基礎疾患は、直接損傷といわれる肺性ARDSと間接損傷といわれる肺外性ARDSの2つに大別される。肺性ARDSでは、肺炎が最も多く、誤嚥、肺挫傷、溺水、脂肪塞栓があげられ、肺外性ARDSでは、敗血症が最も多く、外傷、ショック、急性膵炎、熱傷、輸血などがあげられる。その主な病態の特徴の違いを表1³⁾に示す。主なガス交換障害は、肺水腫によるシャント、拡散障害、換気血流比の不均等分布による。

そこで肺炎などの肺性ARDSは、毛細管-肺胞膜の透過性の亢進か局所の炎症が原因であり、気道分泌物も多く気道クリアランス法が重要になってくる。そして、背側に限局した無気肺(荷重側肺障害、下側肺障害)をよく合併する。肺炎によるARDSの無気肺領域では、透過性も亢進し肺水腫の状態を合併しており、このような症例では腹臥位やリクルートメント法を併用して虚脱肺を拡張後、squeezingなどの排痰手技が有効である(図1)。これに比べ肺外性ARDSの病態のように、肺血管および肺胞上皮の透過性亢進が起こり、血漿成分を含んだ滲出液が間質や肺胞腔内に漏出し、肺水腫の病態が主となるような症例では、体位変換やPEEPを含めた人工呼吸管理による肺の再拡張が主な戦略となる(図2)。

表1 肺性ARDSと肺外性ARDSの特徴³⁾

	肺性ARDS	肺外性ARDS
組織学的変化		
肺胞上皮	重篤な損傷	損傷あり
I型・II型肺胞細胞	重篤な損傷	損傷なし
好中球	アポトーシスの発生	一般的でない
フィブリン浸出	一般的	一般的でない
肺胞虚脱	重篤	重篤
間質性浮腫	なし	重篤
血管内皮	正常	損傷あり
メカニクス		
胸壁コンプライアンス	正常	低下
腹腔内圧	正常	上昇
食道内圧	正常	上昇
肺コンプライアンス	著しく低下	低下
下位変曲点	<10cmH ₂ O しばしば存在しない	<10cmH ₂ O 通常存在する
過膨張のリスク	高い	低い
リクルートメントの有効性	低い(腹臥位で高い)	高い
CT所見	限局性の換気不足	びまん性の換気不足
PEEPの効果	良好(8~12cmH ₂ O)	非常に良好(10~20cmH ₂ O)
腹臥位の効果	良好	適度



図1 ARDS(肺炎)に対する squeezing

61歳 ♂ BW60Kg

(左) 施行前

PaO₂ 90.9Torr, PaCO₂ 39Torr, F_{IO₂} 0.9, P/F 101, V_T 550mL, PIP 29.9cmH₂O, EIP 21.8cmH₂O, PEEP 6 cmH₂O, V_I 40L/分, Cst 34.8mL/cmH₂O, Cdyn 23.0mL/cmH₂O, Raw 12.27cmH₂O/L/秒, 背側捻髪音

(右) 施行後

PaO₂ 150Torr, PaCO₂ 36Torr, F_{IO₂} 0.9, P/F 167, V_T 550mL, PIP 24.8cmH₂O, EIP 17.6cmH₂O, PEEP 6 cmH₂O, V_I 40L/分, Cst 47.7mL/cmH₂O, Cdyn 29.3mL/cmH₂O, Raw 10.9cmH₂O/L/秒, 捻髪音減少



図2 人工呼吸器の設定の変更

熱傷(背部・臀部)

(約55%: II度10%・III度45%)

(左)

PSV 10cmH₂O, PEEP 8 cmH₂O, F_{IO₂} 0.4, P/F 295, 背側捻髪音, 側臥位で消失

(右)

PCV 18cmH₂O (10bpm), I-time 1.5s, PEEP 10cmH₂O, F_{IO₂} 0.4, P/F 415, 背側捻髪音消失

II. ALI/ARDS に対する呼吸ケア

ALI/ARDSの人工呼吸管理法として、低一回換気量と適切な終末呼気陽圧（PEEP）を併用した open lung strategy が推奨されている。Open lung strategy とは、虚脱した肺胞を開放させ、それを維持させるための人工呼吸管理の戦略であり、その目的は、酸素化の改善と人工呼吸器関連肺損傷（VALI）の回避である。ALI/ARDSの人工呼吸管理のアルゴリズムとして⁴⁾、まず低一回換気量 V_T 4 mL/kg IBW で管理し、吸気終末休止圧（EIP） $>30\text{cmH}_2\text{O}$ を避ける人工呼吸で $\text{PaO}_2/\text{FIo}_2 < 100$ であれば、PEEP を 5~10cmH₂O、最大 20cmH₂O まで増加させるかリクルートメント法（30~40cmH₂O の圧を 30~40 秒）を追加する。そして $\text{SpO}_2 > 5\%$ の改善、 PaCO_2 の低下、コンプライアンスの増加が認められれば、ALVEOLI Trial 表で FIo_2 と PEEP を調節する。その後、 $\text{PaO}_2/\text{FIo}_2$ が 60~100 あれば、次の選択として airway pressure release ventilation（APRV）、high frequency oscillatory ventilation（HFOV）/high frequency percussive ventilation（HFPV）を考慮し、 $\text{PaO}_2/\text{FIo}_2$ が 60 以下であれば、腹臥位、一酸化窒素（NO）、extracorporeal lung assist（ECLA）などの他の呼吸ケアを考慮するとしている⁴⁾。

このような低一回換気量で肺保護戦略を用いることにより ALI/ARDS の死亡率の改善が報告されている。10 文献（1,749 例）の ALI/ARDS を対象としたメタ分析⁵⁾において、一回換気量を 9.8~12mL/kg で換気した群と低一回換気量（6.1~9.0mL/kg）で換気した群（pressure controlled ventilation：PCV および volume controlled ventilation：VCV）の比較では、低一回換気量において院内死亡率を有意に減少させる（相対リスク 0.84：95% CI：0.70~1.00）。また、10 文献中 2 文献（148 例）では、open lung strategy を併用することにより、死亡率がより改善している（相対リスク 0.62：95% CI：0.45~0.87）。

PEEP に関しても死亡率の改善が報告されている。3 文献（ALI/ARDS を含む 2,299 例）を対象とした多変量階層回帰分析⁶⁾では、高い PEEP による死亡率 32.9%（1,136 例）と低い PEEP による死亡率 35.2%（1,163 例）では差を認めなかったが（相対リスク 0.94：95% CI：0.86~1.04）、ARDS 1,892 例を対象とした分析では、高い PEEP による死亡率 34.9%（324 例）、低い PEEP による死亡率 39.1%（368 例）と有意な差を

認めた（相対リスク 0.90：95% CI：0.81~1.00）。また、両群において気胸の発症、昇圧薬の使用、人工呼吸器のサポート日数には差を認めていない。

III. ALI/ARDS に対するリクルートメント法

ALI/ARDS に対し、虚脱肺を拡張させるために行う open lung strategy には以下のものがあげられる。

- ① PEEP
- ② リクルートメント法（虚脱した肺組織を短時間に高い圧をかけて再膨張させる方法）
- ③ バッグによる用手的加圧（hyperinflation）
- ④ 閉鎖式気管内吸引
- ⑤ 腹臥位呼吸管理
- ⑥ 部分的液体換気
- ⑦ APRV
- ⑧ HFOV/HFPV

これらは無気肺治療に共通した方法であり、肺炎による ARDS の無気肺領域にはよい適応となる。

リクルートメント法に関するメタ分析では、短期間の酸素化の改善は認めているが、死亡率の改善は認めず、圧外傷や血圧変動の合併症も増加しないと報告されている⁷⁾。40 文献（1,185 例）のメタ分析⁸⁾では、①酸素化の改善（31 文献、636 例）や静的コンプライアンスの改善、②合併症（31 文献、985 例）では、血圧低下（12%）、酸素飽和度の低下（9%）、圧外傷（1%）、不整脈（1%）を認め、わずかな中心静脈圧（CVP）の上昇を認めている。③また、施行後の人工呼吸器の設定の変化は、peak inspiratory pressure（PIP）や PEEP を高くするが、 FIo_2 や V_T は減少している。

また、110 例の ARDS を対象に、一回換気量 6~8 mL/kg IBW の人工呼吸管理中で、CPAP 40cmH₂O、40 秒のリクルートメント法（RM）を人工呼吸器装着後 5 日間あるいは標準的ウィーニングに達するまで、8 時間毎に施行した RCT（RM 施行群 55 例、RM 非施行群 55 例）の結果、1 日目と 2 日目の RM 施行後 120 分の $\text{PaO}_2/\text{FIo}_2$ は有意な酸素化の改善を認めている⁹⁾。RM 群の多臓器不全が有意に多いにもかかわらず、ICU 死亡率（相対リスク 0.62：95% CI：0.39~0.98）、人工呼吸器の非サポート下 28 日目死亡率（相対リスク 1.60：95% CI：1.06~2.42）は改善している⁹⁾。炎症性サイトカイン IL-6 は有意な差を認めないが、減少傾向にあったと報告している⁹⁾。

表2 肺炎によるARDSに対するsqueezingの効果 (n=12)

	施行前	squeezing 施行後	有意差
Age	76.1±19.3		
PaO ₂ /FI ₂ (Torr)	115.2±52.8	173.5±49.7	0.01
PaCO ₂ (Torr)	49.1±12.1	43.1±14.7	ns
Lung injury score	2.7±0.6	2.1±0.4	0.05
APACHE II	20.2±6.3		
TV (mL/kg)	8.5±1.8		
PEEP (cmH ₂ O)	9.7±2.7		
PIP (cmH ₂ O)	34.7±6.8	29.2±5.6	0.05
EIP (cmH ₂ O)	27.2±5.7	22.6±4.3	0.05
Cst (mL/cmH ₂ O)	28.3±4.2	38.5±6.4	0.01
Raw (cmH ₂ O/L/sec)	10.9±5.6	7.4±4.5	ns
Ventilation days	3.5±2.7		
28日死亡率		25.0% (3/12)	

肺外性 ARDS はびまん性に肺野全体に水腫が認められリクルートメントにより均一に拡張するが、肺性 ARDS は限局性なので健常な肺を過膨張させるリスクがある。肺性 ARDS ではⅡ型肺胞細胞の変性と肺胞毛細血管膜の損傷が著しく、リクルートメント法で上皮基質膜の侵食が起こり肺胞上皮の損傷が大きいことが報告されている¹⁰⁾。これを回避するためには虚脱肺を上にした体位をとり、リクルートメント法を行うことにより、虚脱肺に限局した肺の再拡張が期待できる。荷重側肺障害がある場合には、腹臥位で行うとより有効である。これは無気肺治療において虚脱肺を上にした体位をとり健側肺の胸郭を手動的に固定し、バッグ加圧を行い無気肺のみの拡張を図る方法と同じ概念である。虚脱肺の再拡張が得られれば、その肺の squeezing を行うと排痰を促し無気肺が改善する。ARDS に対する無気肺部を上にした squeezing の効果を示す (表 2)³⁾。

IV. ALI/ARDS に対する呼吸理学療法

呼吸理学療法には、以下のものがあげられる。

- ①リラクゼーション
- ②呼吸練習
- ③呼吸筋トレーニング
- ④胸郭可動域練習
- ⑤気道クリアランス法
- ⑥運動療法

ALI/ARDS に対する呼吸理学療法では、気道クリアランス法の中でも体位排痰法が適応となる。

ALI/ARDS は重力依存性の荷重側肺障害を起こす

ので、腹臥位呼吸管理が推奨される。腹臥位により、

- ①背側の呼気終末気道閉塞が改善し機能的残気量 (FRC) が増加
- ②気道内分泌物の排泄の促進
- ③局所の換気や換気-血流のマッチングが改善しガス交換が改善
- ④酸素化の改善
- ⑤肺メカニクスの改善
- ⑥人工呼吸器による肺傷害の減少

などが期待される。

腹臥位の効果に関しては前述のように肺外性 ARDS、すなわち肺内水腫のような病態よりも肺性 ARDS のような無気肺タイプの ARDS により有効である。

これまで ARDS の腹臥位に関する多施設 RCT の研究やメタ分析が報告されている^{11,12)}。その多くの報告は、

- ①腹臥位は多くの ARDS の酸素化を改善させる
- ②腹臥位は全身性の血行動態を変動させないで、肺循環を改善させる
- ③腹臥位は肺リクルートメントを改善させる
- ④腹臥位の効果を予測する基準はなく施行して反応性をみるべきである
- ⑤多くは重症 ARDS の早期に施行すべきである
- ⑥腹臥位の適切な時間は 1 日 18~23 時間で、酸素化の改善がある場合は持続すべきである
- ⑦ 28 日死亡率、6 ヶ月死亡率の差は認めない
- ⑧気管チューブのトラブル、褥創、嘔吐、不整脈・血圧低下、酸素飽和度の低下などの合併症が増加する

表3 メタ分析：酸素化の改善の程度による死亡率の改善

報告者	responder	non-responder	Odds ratio
Chatte (1997)	13/25	5/7	0.73 (0.19~2.75)
Lee (2002)	6/14	4/8	0.86 (0.18~3.98)
Casado-Flores (2002)	7/18	4/5	0.49 (0.10~2.36)
Rossetti (2006)	5/32	4/9	0.35 (0.08~1.59)
Lemasson (2006)	36/136	34/79	0.42 (0.24~0.76)
Total	67/225	51/108	0.63 (0.41~0.97)

腹臥位による酸素化の改善が20%以上であれば死亡率が改善する。

⑨ VAPの発症が減少する

⑩ 筋弛緩薬や鎮静薬の使用が増加する

などが報告されている。

多くの論文では腹臥位による死亡率の改善は困難と報告されている。しかし、市中肺炎によるARDS 22例を対象に、背臥位と腹臥位を比較した研究では、IL-6が減少し死亡率が改善している¹³⁾。また、25施設のICUのARDS 342例を対象に、重度低酸素血症($PaO_2/FiO_2 < 100$)と中等度低酸素血症でみると、重度低酸素血症の酸素化の改善が高いものの28日死亡率、6ヶ月死亡率の差は認めていない¹²⁾。

さらに、人工呼吸装着の24~48時間以内の PaO_2/FiO_2 100以下のARDS 218例を対象に、腹臥位を1日18時間以上、 3.4 ± 1.1 回施行した結果、生存134例、死亡84例と有意な差を認めている(オッズ比0.35: 95% CI: 0.16~0.79)。2群間には、SAPS IIスコア、肺損傷スコア、静的コンプライアンスに差は認めないが、生存者の年齢は有意に若く、循環不全の合併も有意に少ない結果であった¹⁴⁾。

また、7論文(1,675例)のALI/ARDSを対象としたメタ分析¹⁵⁾では、腹臥位によるICU死亡率の改善は認めないが、ARDSのみを対象とした4論文(540例)のメタ分析ではICU死亡率の改善を認めている(オッズ比0.71: 95% CI: 0.5~0.99)。事故抜管や気管挿管チューブの閉塞などの腹臥位の合併症の増加を認めていない。腹臥位の持続時間に関する回帰分析では、長時間の方が死亡率の改善が高い傾向であった。

3文献466例を対象とした腹臥位のメタ分析¹⁶⁾では死亡率の改善は認めないが、SAPS IIスコア50以上の重症例では死亡率の改善が認められている。

これらのメタ分析やRCTの報告から考えられることは、腹臥位は重症低酸素血症のARDSや腹臥位によ

る酸素化の改善が大きい症例では、死亡率の改善を認める傾向が窺える。そこで、腹臥位により酸素化が20%以上の改善群(responder)とそれ以下の改善群(non-responder)に分けてメタ分析をすると、酸素化の改善が大きい群において死亡率の有意な改善を認めている(表3)¹⁷⁾。さらに10論文1,867例を対象とした新しいメタ分析¹⁸⁾では、 $PaO_2/FiO_2 < 100$ の症例を腹臥位にすると、有意に死亡率の改善を認め、ICU入室第1日から3日まで酸素化の有意な改善を認めることが報告されている。

このように腹臥位はルーチンに行う必要はなく、通常の呼吸ケアで酸素化が改善しない症例で、高い FiO_2 や高いPEEP圧の設定が必要な症例には、腹臥位の導入を考慮すべきであろう¹⁹⁾。また、腹臥位は、患者の耐性やいろいろなライン・チューブ・ドレーンなどで困難な場合もあるが、その場合には3/4腹臥位(シムスの体位)を左右交互にとることで、比較的安全に同様な効果を期待することができる。

さらに、前述のようにALI/ARDSの人工呼吸管理のアルゴリズム⁴⁾では、酸素化の改善が難しい場合の次の選択として、リクルートメント法やAPRVかHFOV/HFPVを考慮し、さらに、腹臥位、NO、ECLAなどの他の呼吸ケアの併用を考慮するとしている。ここに興味深い報告がある。Synchronized intermittent mandatory ventilation (SIMV)-pressure control/pressure support (PC/PS)とAPRVで呼吸管理したALI 33例を対象に、腹臥位を1日1回から2回を6時間施行した結果、初回の腹臥位での酸素化は差を認めないが、2回目の腹臥位では、 PaO_2/FiO_2 がAPRVで82、SIMV-PC/PSで50と、APRVにおいて酸素化の改善が有意に大きかったと報告している²⁰⁾。APRVの利点として²¹⁾、

表4 肺炎によるARDSに対するAPRVと排痰体位とsqueezingの効果(n=9)

	施行前	squeezing 施行後	有意差
Age	70.2±21.4		
PaO ₂ /FIO ₂ (Torr)	123.2±32.4	193.5±34.9	0.001
PaCO ₂ (Torr)	42.1±8.5	38.2±9.4	0.05
Lung injury score	2.7±0.4	1.9±0.5	0.05
APACHE II	19.1±4.3		
P high (cmH ₂ O)	26.7±5.7		
T high (sec)	8.7±2.8		
P low (cmH ₂ O)	0.6±1.6		
T low (sec)	0.6±0.3		
Ventilation days	1.5±2.9		
28日死亡率		22.2% (2/9)	

Lung injury score は胸部 X 線スコアと PaO₂/FIO₂ で計算した。

- ①リクルートメント効果が大きいいため、繰り返し起こる肺胞の虚脱と伸展により発症する無気肺外傷 (atelectrauma) の予防に有効であると考えられている
- ②他の換気方法に比べ酸素化の改善が大きい
- ③血行動態に与える影響が小さい
- ④最大吸気圧が低く、平均気道内圧が高い
- ⑤鎮静が浅く自発呼吸を温存されるため、背側の換気は改善し荷重側肺障害を予防する

などの利点が認められているが、ARDSの死亡率の改善は認められていないことや過膨張の危険があることが欠点としてあげられる。APRVと腹臥位(3/4腹臥位)とsqueezingの併用の効果を示す(表4)。改善が認められない場合には、APRVのP highを2~5 cmH₂Oずつ段階的に上げて最大で30(35) cmH₂Oまで、あるいはT highを0.5~1秒ずつ段階的に延長して最大10秒まで行い、リクルートメントされるかを確認してsqueezingを行う。表2と比較してこれらを併用することで、改善がより大きいと思われる。

V. 新生児・小児のALI/ARDS(RDS)に対する呼吸理学療法

成人のALI/ARDSに対する呼吸理学療法のエビデンスについては、前述のように腹臥位のメタ分析や肺リクルートメント法のメタ分析について報告されている。しかし、新生児・小児のALI/ARDSに対する効果はまだ十分な蓄積がない。

新生児・小児の腹臥位療法に関する不明点として、

ALI/ARDSの症例は全て腹臥位にすべきか? いつ、どの程度行うか? 何時中止するか? 酸素化の改善のない症例にもすべきか? ルーチンな左右側臥位あるいは3/4腹臥位の体位変換の意義はあるか? ALI/ARDS以外の疾患に用いるべきか? 新生児の呼吸窮迫症候群(respiratory distress syndrome: RDS)に対する効果? などがあげられる。

人工呼吸中の小児に対する体位排痰法のエビデンスでは、

- ①6歳以下の小児ではクローゼングキャパシティ(CC)が機能的残気量(FRC)を超えているので、肺が虚脱しやすい
- ②胸部コンプライアンス/肺コンプライアンスが大きいため、percussionやvibrationにより肺が虚脱しやすい
- ③体位排痰法の合併症として、無気肺、胃-食道逆流、頭蓋内圧の上昇、頭蓋内出血があげられ、有効でないと報告されている²²⁾。

RDSを含む新生児に関する体位排痰法の効果としては^{23,24)}、

- ①percussionでは低酸素血症を伴う(相対リスク0.53:95%CI:0.28~0.99)
- ②percussion、vibrationに比べ、squeezingの方が、無気肺を改善させる(相対リスク0.25:95%CI:0.11~0.57)
- ③squeezingとbaggingの併用は無気肺を改善させる

があげられる。同様にフランスでは小児に対して、一

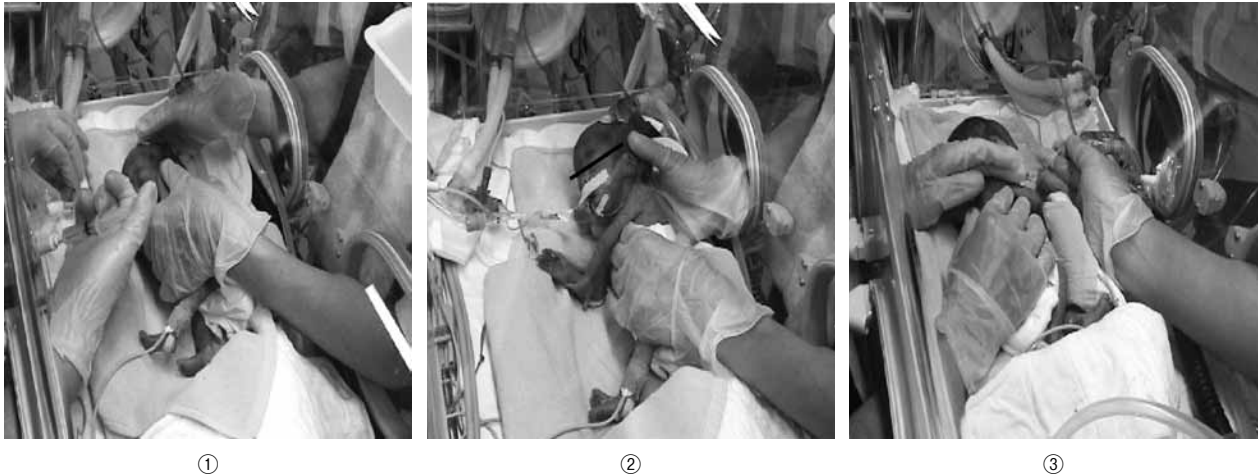


図3 S-TA 気管内洗浄・補充療法+squeezing

- ①患側を下にして側臥位でS-TA（1回あたり0.5mL/kg）を注入。
- ② bagging と下側肺全体に squeezing を施行し下肺に満遍なく S-TA を分散させる。
- ③患側部を上にして側臥位にし、bagging と上肺全体に squeezing を施行。

①～③を計4回施行後、S-TA 補充療法としてS-TA を気管内投与。投与時には3分割注入（仰臥位・右側臥位・左側臥位）で施行。

般的に用いられる手技である呼気流量増加手技（背臥位で胸骨と上腹部を同時に squeezing する方法）は、1970年代にBartheによって開発され、新生児²⁵⁾、無気肺、1歳未満の胃食道逆流、喘鳴のある胃食道逆流²⁶⁾、人工呼吸中の早産児²⁶⁾、人工呼吸中の細気管支炎²⁷⁾に対し、酸素化の改善が報告されている。

新生児は肺サーファクタントの欠乏によりRDSと呼ばれるが、新生児のALI/ARDSは二次性RDSと重複しており厳密に区別することはできない。新生児に対するサーファクタント洗浄を単独に行うよりも、排痰体位と squeezing を併用することにより、より無気肺治療に有効である²⁸⁾（図3）。

小児の新型インフルエンザ（A/H1N1）において、重症肺炎、ARDSへと進展し死亡例の報告もあり、小児インフルエンザ重症肺炎・ARDSの診療戦略がまとめられており、成人と同様な呼吸ケア（人工呼吸管理、リクルートメント法、腹臥位、squeezing）が推奨されている²⁹⁾。さらに、重症肺炎・ARDSに移行した症例に、APRVと腹臥位を併用して軽快した症例も報告されている³⁰⁾。我々が経験したA/H1N1 23例（年齢2～11歳、平均 7.2 ± 2.7 歳）に対し呼吸理学療法を施行した。内訳は肺炎合併21例で、うち無気肺合併は13例であり、いずれも早期呼吸理学療法（排痰体位、健側胸郭固定しバッグ加圧換気、squeezing）の介入により、重症

化の予防が可能であった。23例中、基礎疾患を合併していたものは12例（小児喘息7例、West症候群2例、横隔神経麻痺1例、熱性痙攣1例、川崎病1例）であり、ARDSに移行し人工呼吸管理したものは1例であったが、呼吸理学療法により軽快し、装着4日目に離脱し7日目に退院した³¹⁾。

おわりに

ALI/ARDSに対する呼吸理学療法について、呼吸理学療法の考え方、呼吸ケア、リクルートメント法、腹臥位、squeezing、小児・新生児ALI/ARDSに対する呼吸理学療法について述べた。それぞれの呼吸ケアを単独に使用するよりも、包括的な呼吸ケアを施行することにより重症なALI/ARDSの予後も改善することが期待できると思われる。

参考文献

- 1) Li G, Malinchoc M, Cartin-Ceb R, et al : Eight-year trend of acute respiratory distress syndrome : a population-based study in Olmsted County, Minnesota. *Am J Respir Crit Care Med.* 2011 ; 183 : 59-66.
- 2) Phua J, Badia JR, Adhikari NK, et al : Has mortality from acute respiratory distress syndrome decreased over time? : A systematic review. *Am J Respir Crit Care Med.* 2009 ; 179 : 220-227.
- 3) 宮川哲夫 : Q53 ALI/ARDSへの呼吸理学療法とは？

- ALI/ARDS—68の謎を解く—。岡元和文編，総合医学社，救急・集中治療。2010；22：1273-1279.
- 4) Esan A, Hess DR, Raof S, et al : Severe hypoxemic respiratory failure : part I ventilatory strategies. *Chest*. 2010 ; 137 : 1203-1216.
 - 5) Burns KE, Adhikari J, Slutsky AS, et al : Pressure and volume limited ventilation for the ventilatory management of patients with acute lung injury : A systematic review and meta-analysis. *PLoS ONE* 6 : e14623, 2011 (in press).
 - 6) Briel M, Meade MD, Mercat A, et al : Higher vs lower positive end-expiratory pressure in patients with acute lung injury and acute respiratory distress syndrome : systematic review and meta-analysis. *JAMA*. 2010 ; 303 : 865-873.
 - 7) Hodgson C, Keating JL, Holland AE, et al : Recruitment maneuvers for adults with acute lung injury receiving mechanical ventilation. *The Cochrane Library* 2009, Issue 3, DOI : 10.1002/14651858. CD006667. pub2
 - 8) Fan M, Wilcox E, Brower RG : Recruitment maneuvers for acute lung injury : A systematic review. *Am J Respir Crit Care Med*. 2008 ; 178 : 1156-1163.
 - 9) Xi XI, Jiang L, Zhu B and the RM group : Clinical efficacy and safety of recruitment maneuver in patients with acute respiratory distress syndrome using low tidal volume ventilation : a multicenter randomized controlled clinical trial. *Chin Med*. 2010 ; 123 : 3100-3105.
 - 10) Riva DR, Oliveira MBG, Rzezinski AF, et al : Recruitment maneuver in pulmonary and extrapulmonary experimental acute lung injury. *Crit Care Med*. 2008 ; 36 : 1900-1908.
 - 11) Mebazaa MS, Abid N, Frikha N, et al : Le decubitus vebtral au cours du syndrome de detresse respiratoire aigue : une revue critique dela litterature. *Ann Fr Anesth Reanim*. 2007 ; 26 : 307-318.
 - 12) Taccone P, Pesenti A, Latini R, et al : Prone positioning in patients with moderate and severe acute respiratory distress syndrome : a randomized controlled trial. *JAMA*. 2009 ; 302 : 1977-1984.
 - 13) Chan MC, Hsu JY, Liu HH, et al : Effects of prone position on inflammatory markers in patients with ARDS due to community-acquired pneumonia. *J Formos Med Assoc*. 2007 ; 106 : 708-716.
 - 14) Charron C, Bouferrache K, Caille V, et al : Routine prone positioning in patients with severe ARDS : feasibility and impact on prognosis. *Intensive Care Med*. 2011 (in press)
 - 15) Abroug F, Ouanes-Besbes L, Dachraoui F, et al : Dated study-level meta-analysis of randomised controlled trials on proning in ARDS and acute lung injury. *Crit Care*. 2011 ; 15 : R6 (in press)
 - 16) Alsaghir AH, Martin CM : Effect of prone positioning in patients with acute respiratory distress syndrome : a meta-analysis. *Crit Care Med*. 2008 ; 36 : 603-609.
 - 17) 宮川哲夫：第1章 呼吸理学療法と呼吸リハビリテーションのEBM。理学療法MOOK 呼吸理学療法。第2版。宮川哲夫編。東京，三輪書店，2009，pp2-25.
 - 18) Sud S, Friedrich JO, Taccone P, et al : Prone ventilation reduces mortality in patients with acute respiratory failure and severe hypoxemia : systematic review and meta-analysis. *Intensive Care Med*. 2010 ; 36 : 585-599.
 - 19) Fessler HE, Talmor DS : Should prone positioning be routinely used for lung protection during mechanical ventilation? *Respir Care*. 2010 ; 55 : 88-96.
 - 20) Varpula T, Jousela I, Niemi R, et al : Combined effects of prone positioning and airway pressure release ventilation on gas exchange in patients with acute lung injury. *Acta Anaesthesiol Scand*. 2003 ; 47 : 516-524.
 - 21) Modrykamien A, Chatburn RL, Ashton R : Airway pressure release ventilation : An alternative mode of mechanical ventilation in acute respiratory distress syndrome. *Cleveland Clinic J Med*. 2011 ; 78 : 101-110.
 - 22) Krause MF, Hoehn T : Chest physiotherapy in mechanically ventilated children : A review. *Crit Care Med*. 2000 ; 28 : 1648-1651.
 - 23) Hough JL, Flenady V, Johnston L, et al : Chest physiotherapy for reducing respiratory morbidity in infants requiring ventilatory support. *Cochrane Database of Systematic Reviews*, Issue 4, 2008 Copyright © C 2008 The Cochrane Collaboration. John Wiley & Sons Ltd, DOI:10.1002/14651858. CD 006445. pub2
 - 24) 田村正徳，宮川哲夫，福岡敏雄ほか：NICUにおける呼吸理学療法ガイドライン：第2報。日本未熟児新生児学会雑誌。2010；22：139-149.
 - 25) Demont B, Vincon C, Bailleux S, et al : Chest physiotherapy using expiratory flow increase procedure in ventilated newborns : a pilot study. *Physiotherapy*. 2007 ; 93 : 12-16.
 - 26) Almeida CC, Ribeiro JD, Almeida-Júnior AA, et al : Effect of expiratory flow increase technique on pulmonary function of infants on mechanical ventilation. *Physio Res Inter*. 2003 ; 10 : 213-221.
 - 27) Bernard-Narbone F, Daud P, Castaing H, et al : Efficacite de la kinesitherapie respiratoire chez des enfants intubés ventilés atteints de bronchiolite aigue. *Archives de Pediatrie*. 2003 ; 10 : 1043-1047.
 - 28) 木原秀樹，中村友彦，廣間武彦：無気肺に対し気管内洗浄に積極的な呼吸理学療法を施行した早産児3例とECMO療法中3例。日本未熟児新生児学会雑誌。2006；18：249-254.
 - 29) 植田育也，川崎達也，杉村洋子ほか：小児インフルエンザ重症肺炎・ARDSの診療戦略 2009年9月30日版。日本小児科学会雑誌。2009；113：1501-1508.
 - 30) Gristina G, Nardi G, Orazi D, et al: Case report Prone positioning and intravenous Zanamivir may represent effective alternatives for patients with severe ARDS virus A (H1N1) related pneumonia in hospitals with no access to ECMO. *Crit Care Research Practice*. Volume 2010, Article ID 146456, 5 pages doi : 10.1155/2010/146456 (in press)
 - 31) 畠山江美，宮川哲夫，高野文絵ほか：新型インフルエンザ(A/H1N1)に対する呼吸理学療法の効果。日呼ケアリハ学誌。2010；20：292S.