

ARDS患者に対するEITを用いた 腹臥位療法の2症例

—EITによる換気分布の可視化を体位管理に活用した経験

赤星圭一[†]・田邊和也・江菅蒼馬・野村耕一郎・草野信悟

KEY WORDS 腹臥位療法, ARDS, 電気インピーダンストモグラフィー, EIT, 看護師

要 旨

重症および中等症ARDS患者2例に対し、電気インピーダンストモグラフィー (electrical impedance tomography : EIT) を用いて換気分布を評価しながら、看護師が主体となって体位管理を実施した。EITにより体位変換に伴う換気分布の変化をリアルタイムに可視化でき、腹臥位や半腹臥位、背面開放座位における背側換気の改善を客観的に確認することができた。2症例とも腹臥位中に酸素化および換気分布の改善を認め、人工呼吸器からの離脱に至った。EITを活用することで体位管理の効果を共有しやすくなり、換気分布の変化を根拠として腹臥位療法の継続や体位調整を判断することが可能であった。また、看護師がEIT所見に加え、血液ガス分析、酸素化指標、呼吸状態などを総合的に評価し、主体的に関与できたことから、EITはARDS患者における体位管理の効果判定および体位選択を支援する有用なツールとなる可能性が示唆された。

I 序 文

ARDSは、重篤な低酸素血症を呈し、高い死亡率を有する。1990年代より腹臥位が治療戦略の1つとして検討されてきた。2013年にNew England Journal of Medicine誌に報告されたPROSEVA試験では、P/F比150以下 ($PEEP \geq 5 \text{ cmH}_2\text{O}$, $FiO_2 \geq 0.6$) の患者において一回換気量 6 mL/kg の肺保護換気を行いながら1日16時間以上の腹臥位を実施することで、累積死亡率が有意に低下することが示された¹⁾。『ARDS診療ガイドライン2021』では、中等度以上のARDSに対する腹臥位療法は弱く推奨されているものの、その実施期間について明確な上限は示されていない²⁾。

一方、腹臥位療法は複数名の介助を要し、循環動態の変動、皮膚・軟部組織損傷、医療機器・カテーテル関連イベントなどの合併症リスクを伴うため、知識・技術の習熟や人員確保の観点から実施に制約が生じることもある。このような状況において、患者に最も近接してケア

を提供する看護師による体位管理は、呼吸状態の変化を早期に把握し、治療過程に關与する重要な要素であると考えられる。

当院ICUは8床で、看護師29名が所属しており、そのうち16名 (55%) がICU経験5年未満である。2022年9月に電気インピーダンストモグラフィー (electrical impedance tomography : EIT) 装置であるDräger PulmoVista 500 (ドレーゲルジャパン、日本) を導入したが、当初は看護師の経験不足や安全面への懸念から腹臥位の実施は困難であった。そこで当院では、ARDSや呼吸管理に関する学習会を実施するとともに、呼吸サポートチーム (respiratory support team : RST) によるOn the Job Training (OJT) を通してEITの使用法や使用タイミング、グラフィック変化と換気分布との関連性について反復的な指導を行った。なお、EITのベルト装着部位は第4肋間で統一した。これらの取り組みにより、看護師はRSTと連携しながらEIT所見をふまえた呼吸状態評価や体位選択を実践的に学び、徐々に主体的な体位管理を実践できるようになった。

腹臥位は15時から翌9時までの18時間とし、体位変換はスタッフ数が確保できる勤務交代時間帯に実施し、日

市立長浜病院 ICU・CCU

[†] 責任著者

[受付日：2025 年 10 月 10 日 採択日：2026 年 6 月 15 日]

ARDS患者に対するEITを用いた腹臥位療法の2症例
—EITによる換気分布の可視化を体位管理に活用した経験

中は背面開放座位を取り入れた。また、カンファレンスにより皮膚損傷リスクや医療機器関連イベントに対する注意点およびケア計画を共有し、適宜評価と調整を行いながら安全管理を継続した。

看護師が主体となりEIT所見をもとに腹臥位療法を行い、呼吸状態の改善を認めた2症例を経験したため報告する。本報告は市立長浜病院倫理委員会の承認を得て実施した。(倫理委員会承認番号：R6-31)

II 症 例

1. 症例1

症 例：70歳代、男性。

現病歴：Stanford A型急性大動脈解離に対する上行大動脈人工血管置換術後、気管挿管のままICUへ入室した。覚醒遅延のため抜管困難となった。入室7日目に吸気圧25cmH₂O、PEEP 12cmH₂O、FiO₂ 0.95でのP/F比60.6であり、人工呼吸器関連肺炎による重症ARDSを発症した(図1)。

経 過：重症ARDSと診断され、入室7日目よりRSTが介

入した。換気分布が改善する体位を検討する目的で、仰臥位、腹臥位、半腹臥位、背面開放座位など複数の体位についてEITで評価を行った(図2)。仰臥位では腹側領域に換気が偏在し、背側領域では低換気を示唆するインピーダンス変化の減少が認められたが、腹臥位に体位を変換すると、背側領域のインピーダンス変化量が増加し、背腹方向の換気分布がより均一となった(図2-1)。左半

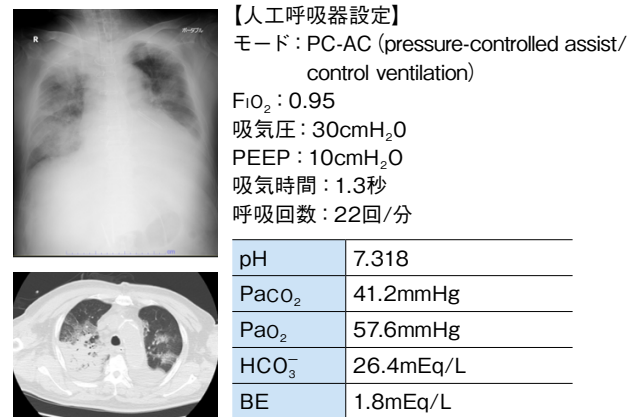


図1 入室7日目の胸部画像と人工呼吸器設定

図2-1「仰臥位→腹臥位」左：前後比較 中：仰臥位 右：腹臥位

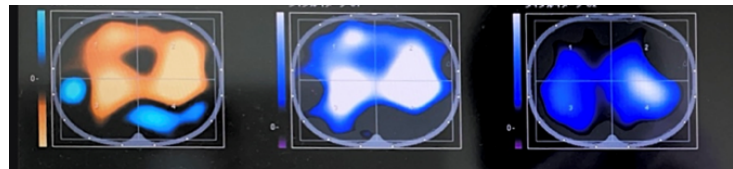


図2-2「仰臥位→左半腹臥位」左：前後比較 中：仰臥位 右：左半腹臥位

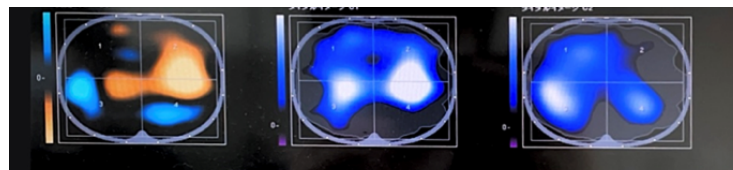


図2-3「仰臥位→背面開放座位」左：前後比較 中：仰臥位 右：背面開放座位

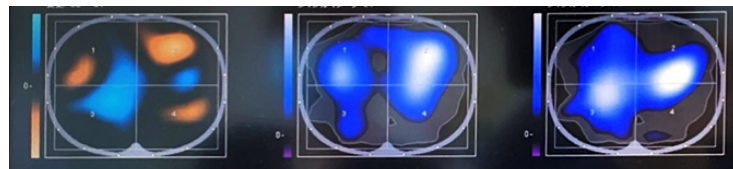


図2-4「腹臥位→仰臥位」左：前後比較 中：腹臥位 右：仰臥位

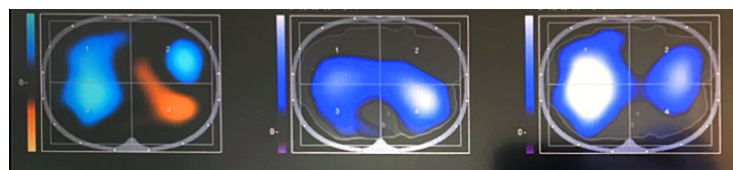
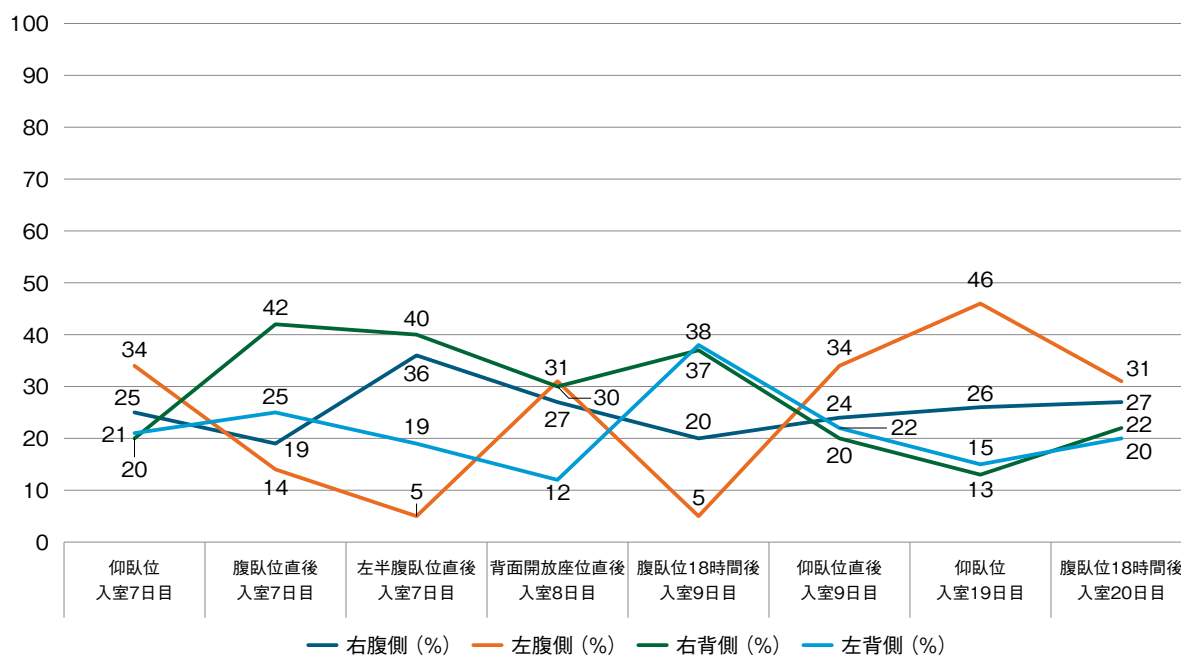


図2 各体位のEIT評価

ARDS患者に対するEITを用いた腹臥位療法の2症例
—EITによる換気分布の可視化を体位管理に活用した経験

【図3】 EITによる体位変換時の各肺領域の換気分布変化

右腹側・左腹側・右背側・左背側の各領域における換気割合の推移を示す。腹臥位、半腹臥位、背面開放座位では背側領域の換気割合増加を認め、腹側優位であった換気分布の偏りが軽減した。経時的に背腹方向の換気分布は均等化傾向を示した。

腹臥位（図2-2）や背面開放座位（図2-3）においても背側領域の換気改善を認めたが、最も分布均等化が得られたのは腹臥位であった。一方、仰臥位に戻ると背側領域の換気低下が確認された（図2-4）。また、経時的にも背腹方向の換気分布は均等化傾向を示した（図3）。

これらの所見から、背側肺野の虚脱が体位変換により改善し、腹臥位を中心とした体位管理の継続が酸素化改善に寄与すると判断した。RSTおよび主治医とのカンファレンスを経て、腹臥位療法を継続する方針とした。

その後、看護師が主体となり、EITによる換気分布、血液ガス分析、SpO₂、呼吸努力、循環動態などを指標として体位調整の必要性を判断し、RSTおよび主治医と情報共有のうえ体位管理を継続した。

入室13日目（腹臥位実施5日目）、腹臥位中のP/F比260（FiO₂ 0.4）まで改善した。入室20日目（腹臥位実施13日目）CT撮影を実施し、背側の浸潤影の改善を認め、吸気圧の漸減が可能となり、酸素化はP/F比231.6（FiO₂ 0.3）まで改善し、抜管に至った（図4）。その後、ICUを退室し、約3カ月後にはADL自立の状態で退院した。

2. 症例2

症 例：70歳代女性。

現病歴：食道裂孔ヘルニアによる繰り返す嘔吐により、呼吸不全を呈し、ICUへ入室した。NPPV管理を行ったが、酸素化が維持できず、入室3日目に気管挿管となった。

【人工呼吸器設定】

モード：PC-BIPAP (pressure-controlled bi-phasic positive airway pressure)

FiO₂：0.3

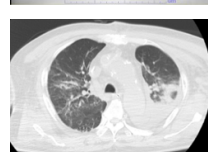
吸気圧：20cmH₂O

PEEP：5cmH₂O

吸気時間：1.2秒

呼吸回数：5回/分

PS：7cmH₂O



pH	7.438
PaCO ₂	38.3mmHg
PaO ₂	69.5mmHg
HCO ₃ ⁻	25.3mEq/L
BE	1.2mEq/L

【図4】 入室20日目の胸部画像と人工呼吸器設定

吸気圧 25cmH₂O、PEEP 12cmH₂O、FiO₂ 0.5でのP/F比164.2で中等症ARDSと診断された。

経 過：気管挿管に伴い、RSTが介入し、人工呼吸管理を継続した。しかし、2週間の人工呼吸管理後も呼吸状態の十分な改善は得られなかったため、換気分布の評価を目的としてEITを実施した。EITでは背側肺野の換気低下を認め、重力依存性の虚脱が示唆された。これらの所見から、看護師より腹臥位療法の導入を提案した。カンファレンスで治療方針を共有したうえで、入室16日より腹臥位療法を開始した（図5）。

ARDS患者に対するEITを用いた腹臥位療法の2症例
—EITによる換気分布の可視化を体位管理に活用した経験

【人工呼吸器設定】
モード：PC-AC
FiO₂：0.95
吸気圧：25cmH₂O
PEEP：12cmH₂O
吸気時間：1.4秒
呼吸回数：15回/分

pH	7.436
PaCO ₂	37.3mmHg
PaO ₂	82.1mmHg
HCO ₃ ⁻	27.4mEq/L
BE	3.8mEq/L

図5 入室16日目の胸部画像と人工呼吸器設定



【人工呼吸器設定】
モード：PC-AC
FiO₂：0.3
吸気圧：22cmH₂O
PEEP：8cmH₂O
吸気時間：1.4秒
呼吸回数：16回/分

pH	7.479
PaCO ₂	43.9mmHg
PaO ₂	86.3mmHg
HCO ₃ ⁻	31.9mEq/L
BE	7.6mEq/L

図7 入室26日目の胸部画像と人工呼吸器設定

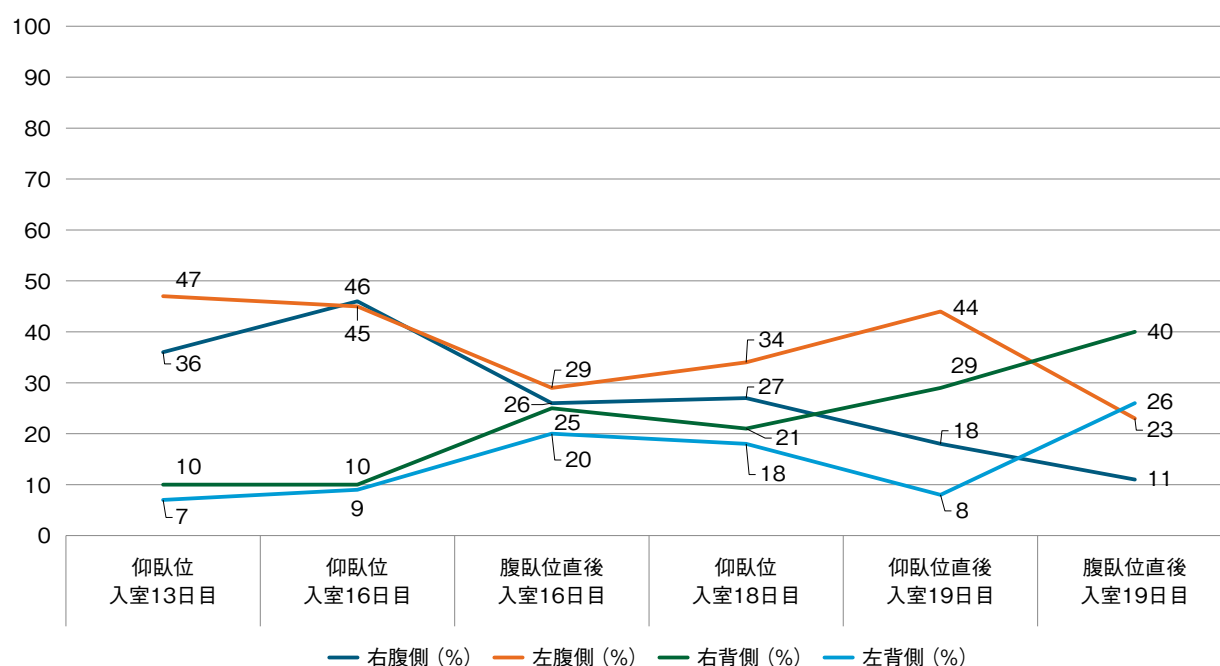


図6 EITによる体位変換時の各肺領域の換気分布変化

右腹側・左腹側・右背側・左背側の各領域における換気割合の推移を示す。腹臥位ではとくに右背側領域の換気割合増加を認め、腹側優位であった換気分布の偏りが軽減した。一方、仰臥位では再び背側換気の低下を認め、体位に伴う可逆的な換気分布変化が確認された。

入室19日目には、腹臥位によりとくに右背側の換気増加が顕著であり、重力依存性に換気低下を呈していた背側肺の換気改善がより明確となった。一方、仰臥位に戻すと、背側換気は再び低下し、体位に伴う可逆的な換気分布変化が確認された（図6）。この体位変換に対する換気分布の反応性が確認されたことから、腹臥位療法を継続する方針とし、結果として延べ10日間の実施となった。

P/F比287 (FiO₂ 0.3) と改善を認めたものの、肺炎は遷延しており、入室26日目に気管切開を施行された（図7）。その後もEITを活用した体位管理を継続し、約1ヵ月後の胸部X線およびCTにおいて画像所見の改善を認

めたことから、人工呼吸療法を終了した。以降、低流量酸素療法に移行し、全身状態の安定を確認してICUを退室した。

Ⅲ 考 察

本報告では、ARDS患者2例に対し、EITを用いて換気分布を評価しながら看護師が主体となって体位管理を実施した経過を示した。EITは非侵襲的かつリアルタイムに換気分布を可視化できる特性を有しており、EITグラフィックは看護師にとって直感的に理解しやすく、体位変換による換気分布の変化を客観的に捉えることが可能

ARDS患者に対するEITを用いた腹臥位療法の2症例
—EITによる換気分布の可視化を体位管理に活用した経験

であった。

腹臥位療法のPROSEVA試験¹⁾により1日16時間以上の施行が有効であることが示されており、『ARDS診療ガイドライン2021』²⁾でも中等症以上のARDSに対して長時間の腹臥位療法が弱く推奨されている。しかし、腹臥位療法を何日継続すべきかについては明確なエビデンスやガイドラインは存在しない。とくに長期間にわたる腹臥位管理に関する報告は限られており、その有用性や安全性は確立されていない。

今回提示した症例では、日々の体位変換時にEITを用いて換気分布を評価し、血液ガス分析、酸素化指標、呼吸状態等を確認しながら腹臥位療法継続の要否を判断し、その結果として10日以上 of 長期間の施行となった。

従来、腹臥位療法の継続判断は、酸素化指標や胸部画像、臨床経験に基づいて行われることが多い。しかし、これらの指標のみでは換気分布変化をリアルタイムに評価することは困難である。本症例では、EITを用いることで背側肺の換気低下や腹臥位による換気再分布を視覚的に把握することが可能であり、さらに仰臥位へ戻した際の換気低下も確認できた。これにより、腹臥位療法継続の妥当性を客観的に判断でき、体位調整や体位ドレナージの実施判断に活用することができた。もしEITを使用していなければ、これらの判断は酸素化指標や経験則に依存していた可能性があり、換気分布変化を根拠とした体位戦略の最適化は困難であったと考えられる。

腹臥位療法は酸素化改善効果が示されている一方で、循環動態の変動や皮膚損傷、医療機器関連イベントなどの合併症リスクを伴うことが報告されている^{1,3)}。本症例においても長時間の腹臥位管理に際し、皮膚損傷予防、チューブ・ライン管理、循環動態の観察など安全管理を継続的に行った。したがって、腹臥位療法の適応および継続判断には、EITによる換気分布評価や血液ガス所見、合併症リスクを総合的に評価することが重要であると考えられた。本報告のみをもって長期間の腹臥位療法の有効性を示すものではないが、EITを活用することで体位管理の効果を可視化し、看護師が主体となって体位選択を行った経過を示した点に意義がある。また、本症例における看護師主体の体位管理は、RSTによる継続的な教育的介入および多職種連携を基盤として形成されたものであった。EITを用いた換気分布評価をRSTと共有しながら経験を重ねることで、看護師が患者状態に応じた体位調整や体位ドレナージを自律的に判断・実践できるようになった点は、本報告における重要な意義の1つであ

ると考えられた。

Ⅳ 結 論

EITを活用することで、ARDS患者における腹臥位および他の体位に伴う換気分布の変化を可視化でき、体位管理の効果を客観的に評価することが可能であった。本報告は、EITを活用した体位管理において看護師が評価主体として機能し得る可能性を示唆する症例であった。多職種連携の中でも、専門的な看護介入によって患者の回復過程を促進できた意義は大きく、体位管理を看護師が主導して実施できる体制を構築することは、ケアの質の向上においてきわめて重要である。

今後は症例を蓄積し、EITを用いた体位管理の適応、開始時期、持続期間について、安全管理を含めた検討を進める必要がある。

謝辞 本稿の作成にあたり、院内の看護研究委員ならびに関係各位より貴重なご助言賜りましたことに深く感謝申し上げます。

本稿のすべての著者には規定されたCOIはない。

参考文献

- 1) Guérin C, Reignier J, Richard JC, et al : Prone positioning in severe acute respiratory distress syndrome. N Engl J Med. 2013 ; 368 : 2159-68.
- 2) 日本集中治療医学会, 日本呼吸療法医学会, 日本呼吸器学会 : ARDS診療ガイドライン2021. 日本集中治療医学会雑誌. 2021 ; 28 : e1-78.
- 3) Scholten EL, Beitler JR, Prisk GK, et al : Treatment of ARDS with prone positioning. Chest. 2017 ; 151 : 215-24.