

## 新生児におけるEIT ～有用性、使用感、今後の展望～



山田 洋輔 先生

東京女子医科大学附属足立医療センター 新生児科

### ご略歴

- 2006年 千葉大学医学部医学科卒業
- 2006年 船橋市立医療センター初期研修医
- 2008年 船橋市立医療センター小児科・千葉大学小児科後期研修医
- 2011年 東京女子医科大学東医療センター新生児科
- 2017年 King's college hospital (London, UK)  
NICU Research fellow (Sata fellow ship)
- 2021年 東京女子医科大学東医療センター新生児科 講師
- 2023年 東京女子医科大学附属足立医療センター  
新生児科 准教授
- 2025年 東京女子医科大学附属足立医療センター  
新生児科 診療部長 臨床教授

### 専門

新生児疾患、新生児・小児呼吸器疾患

### 資格

小児科専門医・指導医、周産期専門医(新生児)・指導医、  
新生児蘇生法インストラクター、フォローアップ暫定認定医

### EITとは

EITはElectrical Impedance Tomographyの略で、日本語では電気インピーダンストモグラフィと呼ばれる。換気の局所分布をリアルタイムに見える化する新しいモニタリングである。体表の電極に微弱な電流を流し、電極間における生体内の電気抵抗を測定しインピーダンスを求め、それを画像化するモニタリング法である<sup>1)</sup>。水分は電気抵抗が低く、空気は電気抵抗が高い特性があり、その違いを用いて、胸腔内で換気している領域をリアルタイムに評価することができる(図1)。新生児用バンドには電極が16個ついており、1/50秒ごとにインピーダンスを測定するという細かさで動画を構築している。

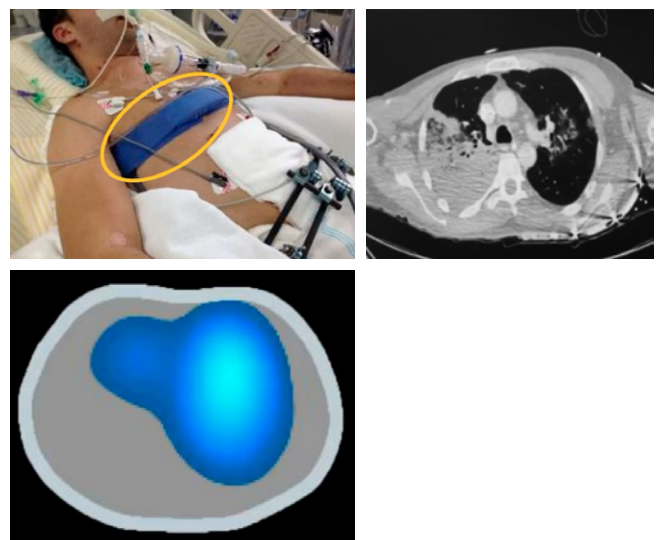


図1 EITの概要

## なぜ新生児にEITが必要なのか

EITの主な構成要素は、換気分布を直感的に評価できるインピーダンスダイナミックイメージ、1呼吸毎の前/後、左/右の換気の割合を表示するインピーダンス分布マップ、さらには、換気だけでなく含気量の指標となるプレチスモグラムである(図2)。プレチスモグラフィは、時間ごとのインピーダンスの高さを表しており、その変化が大きいということは換気量が多いことがわかり、そのベースが高いということは含気量が多くなっていることがわかる(図3)。ただし、インピーダンスだけでは絶対量は評価できない点には注意が必要である。絶対量を評価する場合は回路にフローセンサーを挿入しインピーダンスごとの換気量を測定する必要がある。

EITは成人領域では急性呼吸促拍症候群(ARDS)の呼吸管理での利用が広がってきている。新生児においてもEITの使用が待ち望まれていたが、2025年にEnlight™ 2100の新生児用電極ベルトが薬事承認を得て使用できるようになった。最も小さいベルトで対象胸囲が21.5-23.4cmであり、超低出生体重児においても使用可能となった。

新生児その中でも特に早産児は、気道や肺が未熟であるため人工呼吸管理がほぼ必須である。しかし、その未熟性のために、人工呼吸器関連肺傷害やその他の人工呼吸管理による合併症の影響が大きい。早産児の慢性肺疾患は、呼吸器感染の重症化リスクで、さらに将来の呼吸機能障害にもつながる重大な合併症であり、人工呼吸器関連肺傷害が成因の大きな割合を占める。そのため、人工呼吸器関連肺傷害を予防、軽減することは早産児の予後改善に重要である。人工呼吸器関連肺傷害は、過膨張、無気肺、感染・酸素毒性などがある。従来は、人工呼吸器の最高吸気圧(PIP)、換気量、グラフィックモニタなどから呼吸管理を最適化し、肺傷害を最小限にすることが行われてきた。しかし、これらの数値は人工呼吸の結果を見ているものであり、実際の換気(肺に何が起きているか)を見ているものではない。EITによって、人工呼吸器の換気を可視化できるため、従来より詳細に人工呼吸管理を評価でき、人工呼吸管理の最適化、肺傷害の最小化がより促進されることが期待される。

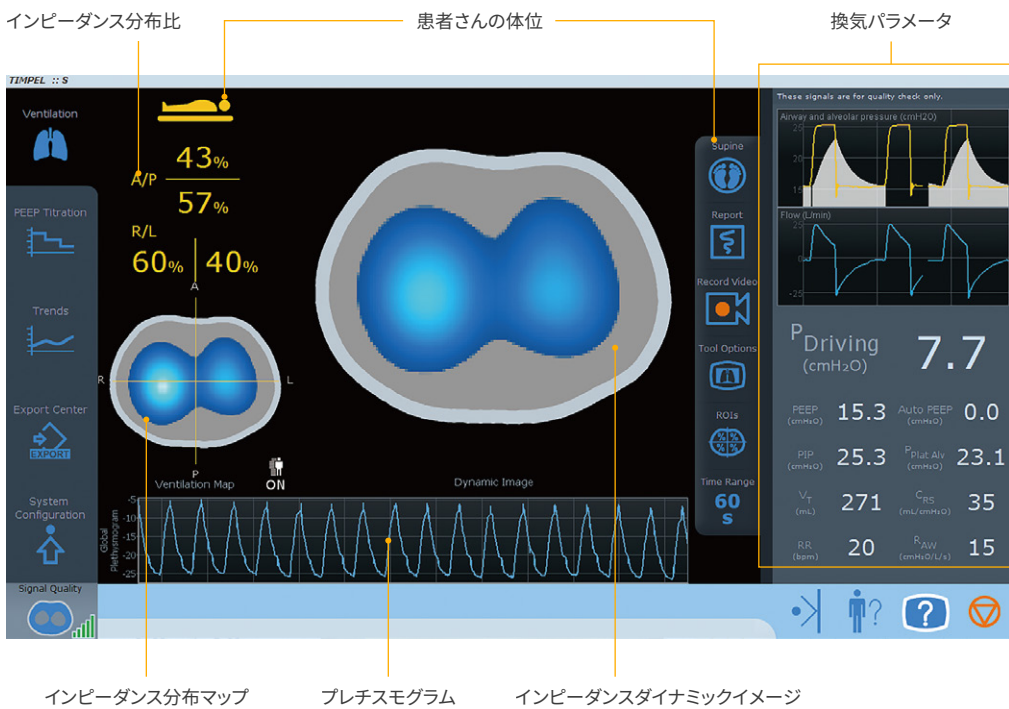


図2 EITモニタリング画面



図3 プレチスモグラフ

- ・変動の大きさ(動いた空気量)≒換気量(Ventilation)
- ・ベースラインの高さ(もともとある空気量)≒含気量(Aeration)

## 新生児にEITで何ができるのか

EITによって換気分布に異常が起こる疾患や病態の診断、換気分布を正常にさせるための呼吸管理の適正化や治療の評価などができる。

病態や疾患では無気肺、気胸、過膨張肺の評価ができる。図4は無気肺におけるEITであり、レントゲンを撮影せずとも無気肺の評価ができる。PEEPの調節などにより無気肺が解除されたことなどもわかる。気胸の診断においては、わずかな酸素需要の増大や呼吸障害という必ずしも気胸をすぐに疑わない状況でも、EITによって早期に診断できたことが報告されている(図5)<sup>2)</sup>。呼吸管理や治療の評価としては、腹臥位、側臥位による変化、至適PEEPやPIPの検討、人工肺サーファクタント投与前後の評価などが上げられる。体位変換による換気分布の変化を可視化

することにより、より適切な体位管理の検討が可能となる。PEEPやPIPの変更にともなう換気分布をチェックすることで、呼吸管理の最適化をはかることができる。図6は非挿管下での人工肺サーファクタント投与後の両肺の含気量の変化( $\Delta$ EELV)、腹側・背側の含気量の変化(腹側が横縞、背側がドット)を示している。全体の含気量は生後5分から有意に改善していた。腹側・背側では、生後1分までは腹側の含気量が有意に低かったが生後5分以降は差がなくなった<sup>3)</sup>。仰臥位、腹臥位、Skin to skin contact時の含気量についての検討では、腹臥位よりもskin to skin contact時の方が背側の含気量が増えることが報告されている<sup>4)</sup>。

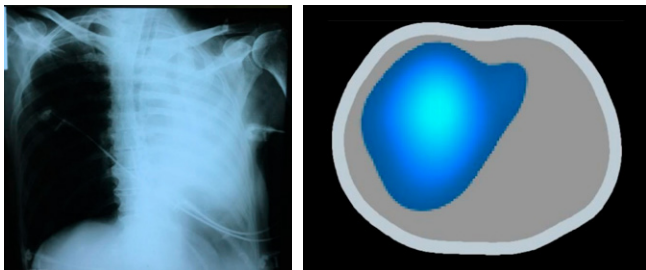
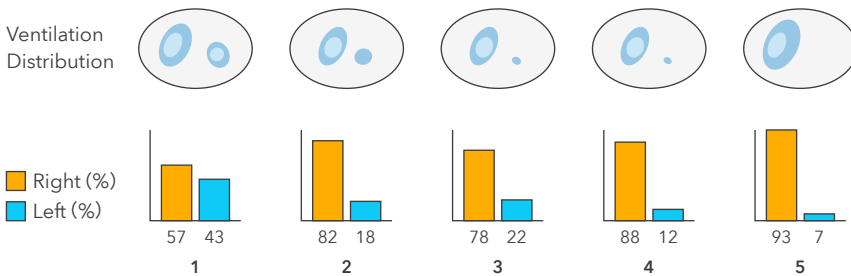


図4 EITと無気肺



- 1 : 気胸発生前。左右で均一なインピーダンス変動が観察される。
- 2 : 気胸が発生したと考えられるタイミング。左肺領域でのインピーダンス変動の低下が見られた。
- 3-4 : 左肺領域におけるインピーダンス変動の低下が継続する。
- 5 : 胸部X線撮影により気胸が診断されたタイミング。左肺領域におけるイメージが消失した。

図5 EITと気胸

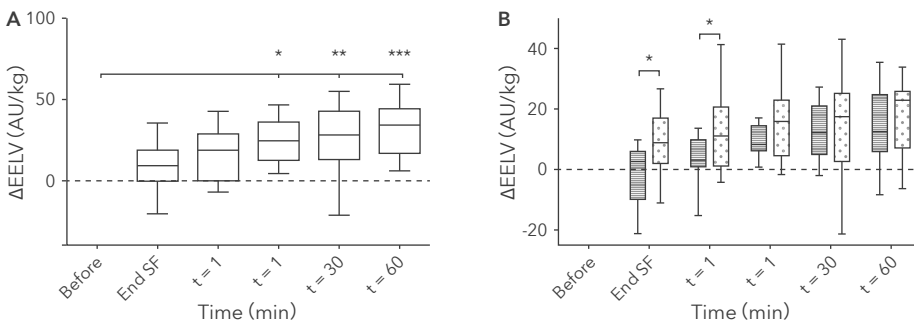


図6 EITとサーファクタント投与

## 新生児へのEITの使用経験

当科でEITを使用する機会を得たため、新生児への装着やモニタの実際感、ケアによるEITの変化、人工呼吸管理の設定調整によるEITの変化等を体験した。

装着は早産児から正期産児、生後数日の急性期から1か月程度の慢性期までの児に広く行った。新生児では16個の電極がまとまっている粘着性のあるバンドを胸部全体に巻いて装着し、装着後に各電極が適切に体表に接触しているかチェックされインピーダンスの測定が始まる。使用対象のうち最も小さい児は超早産、超低出生体重児、日齢5程度であった。気管挿管中のため注意は必要であったが、挿管中の体位交換と同じ要領で装着でき、複数人で行えばそこまで難易度が高いものではなかった。電極の体表への接触では、使用開始直後はきちんと胸に巻いたつもりでも認識されないことがあった。前胸部や脊柱付近の電極外れが起りやすく、安定した測定には慣れが必要であると感じた。また、啼泣や吃逆などの体動でも接触不十分になることがあり、これはデータの解釈にも関わるが、非鎮静下のEITの課題でもあると考えられた。モニタ終了後にバンドをはがした際の皮膚障害も多く患者で問題なく、あってもごくわずかな発赤で数時間後には消失している程度であった。

ケアでは、腹臥位、仰臥位、左右側臥位時の変化、気管吸引の前後などを評価した。腹臥位、仰臥位ではそれぞれ背側、腹側の換気が増えていた。左右側臥位では、自発呼吸や人工呼吸によって左右の入りやすさが異なる様子が観察された。この結果は、モニタリングのタイミングによっては逆転することもあり、今後のデータ蓄積や解釈の経験値の積み重ねが必要であると考えられた。開放吸引時には、一旦肺泡が虚脱し、その後換気が再開される様子が観察された。吸引によって肺に何が起っているかを実際に、リアルタイムにみることができ、改めて見える化の価値を感じた。

呼吸器の設定では、HFNCの流量上昇やPIP上昇に対するEITの変化をみた。図7はHFNCを非装着(0L/分)、2L/分、4L/分、6L/分と変化させた際のEITである。上段がダイナミックイメージであり、4L/分の時が左右の換気分布のバランスがよくなっている。下段がプレスチモグラフィから得られた流量増加後の換気量の変化を表した画像である。緑のエリアが流量増加後に換気量が増えた部位、赤のエリアが換気量の減った部位である。これを見ると4L/分までは換気量が増えていくエリアがあるが、6L/分では、換気量はかえって減少し過膨張になってきていると考えられる。以上からこの患者では4L/分の設定とした。気管挿管中の患者においてもPIPを変化させることで、両肺の換気分布、換気量に変化が生じ、PIPを調節することができた。EITで過膨張になっていると考えられるPIPでも、人工呼吸器のグラフィックモニタでは圧-容量曲線で見られる過膨張のサインは認めなかった。EITが新しい呼吸器設定調節ツールになる可能性があることを示したと考えている。

## これからの新生児におけるEIT

EITによって換気分布をリアルタイムに可視化できるという新たな評価軸が加わり、新生児領域においてもその臨床応用は今後さらに広がると考えられる。

これまで述べてきた呼吸管理の適正化に加え、呼吸状態をより詳細に評価することで、従来明らかでなかった病態や呼吸管理の理解が深まることが期待される。慢性肺疾患では、類似した画像所見であっても呼吸状態に差を認める症例を経験するが、換気分布の評価によりその違いを捉えられる可能性がある。さらに、大きな間質性肺気腫を有する症例では、側臥位や片肺挿管といった治療介入に対する反応を、胸部X線を繰り返すことなくリアルタイムに評価できる点は臨床的に有用である。

呼吸管理の理解という観点からもEITは重要である。新生児特有の換気モードであるHFOVやNAVAについても、実際の換気分布や含気の変化を評価することで、その作用や適応に対する理解が深まると考えられる。HFOVでは高いPEEP設定に伴う過膨張の評価に有用であり、管理中の肺の状態把握に寄与する可能性がある。また、NAVAにおいては、自発呼吸を活かした陽圧換気が換気分布に与える影響を検討することで、同調性以外の臨床的意義が明らかになることも期待される。

このようにEITは多くの臨床的有用性を有するが、一方で、非鎮静下で呼吸管理を行う新生児においてはEITの課題も挙げられる。自発呼吸の影響により換気分布が変動する場合や、体動等のノイズによる信号の揺らぎが生じる場合がある。ただ、これらについては使用経験の蓄積により、一定の改善が得られると考えられる。さらに、連続モニタリングが可能であることから、長い時間軸でデータを解釈することでこれらの影響を補正する手法の検討も進むと考えられる。また、このような知見は成人における自発呼吸下での評価法の確立にもつながる可能性がある。

令和8年度の診療報酬改定により、一定条件下でEITモニタリングが保険適用となったことも追い風となるであろう。EITは新生児呼吸管理における新たな評価手法として、呼吸管理の質の向上と病態理解の深化に寄与する重要なツールとなり得ると考えられる。

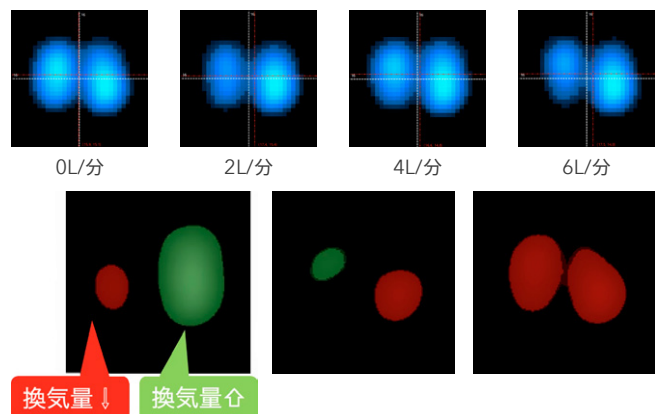


図7 HFNCの流量とEIT

## 参考文献

1. コヴィディエンリーフレット「EIT system TIMPEL Enlight 2100」
2. Rahtu M, et al. Early Recognition of Pneumothorax in Neonatal Respiratory Distress Syndrome with Electrical Impedance Tomography. Am J Respir Crit Care Med. 2019 Oct 15;200(8):1060-1061.
3. van der Burg PS, et al. Effect of Minimally Invasive Surfactant Therapy on Lung Volume and Ventilation in Preterm Infants. J Pediatr. 2016 Mar; 170:67-72.
4. Schinckel NF, et al. Skin-to-skin care alters regional ventilation in stable neonates. Arch Dis Child Fetal Neonatal Ed. 2021 Jan;106(1):76-80.

## 【使用目的又は効果】

本装置は、患者胸部の電気インピーダンス領域情報を非侵襲的に測定してリアルタイムで提供する。

〈使用目的又は効果に関する使用上の注意〉

1. 本装置が提示する電気インピーダンストモグラフィ (Electrical Impedance Tomography (EIT)) 機能の情報と肺機能との関係は確立していない。
2. 人工呼吸器の設定変更の決定等は、併用する人工呼吸器の換気パラメータ等を参照し、総合的に判断すること。  
使用目的又は効果、警告・禁忌を含む使用上の注意点等の情報につきましては製品の電子添文をご参照ください。

販売名: EITシステム Enlight 2100  
外国製造医療機器製造販売承認番号: 30300BZ100022000  
選任製造販売業者: マイクレン・ヘルスケア株式会社  
製造業者: TIMPEL S.A. (ブラジル)

使用目的又は効果、警告・禁忌を含む使用上の注意点等の情報につきましては製品の電子添文をご参照ください。

© 2026 Medtronic. Medtronic及びMedtronicロゴマークは、Medtronicの商標です。  
TM\*を付記した商標は、各社の商標です。

# Medtronic

お問い合わせ先  
コヴィディエンジャパン株式会社

Tel: 0120-998-971  
medtronic.co.jp