



# TOMOGRFÍA POR IMPEDANCIA ELÉCTRICA PARA MONITOREO DEL DISTRÉS RESPIRATORIO AGUDO

Micaela Galletti <sup>(1)</sup>

(1) Lic. en Kinesiología y Fisiatría. Residente de Kinesiología Cardiorrespiratoria

Sanatorio Parque - Bv. Orofío 860, (2000) Rosario, Argentina

Correspondencia a: Micagalletti.97@gmail.com

Fecha de publicación: 11/04/2025

**Citación sugerida:** Galletti M. Tomografía por impedancia eléctrica para monitoreo del distrés respiratorio agudo. Anuario (Fund. Dr. J. R. Villavicencio) 2025;32. Disponible en: <https://villavicencio.org.ar/anuario/32/tomografia-por-impedancia.pdf>. ARK: <https://id.caicyt.gov.ar/ark:/s2796762x/uwmuvqjwp>

Este es un artículo de acceso abierto distribuido bajo los términos de Creative Commons Attribution License (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/deed.es>), esto permite que Ud. lo use, lo distribuya y lo adapte, sin propósitos comerciales, siempre que se cite correctamente el trabajo original. Si crea un nuevo material con él, debe distribuirlo con la misma licencia.

## Resumen

**Introducción:** El síndrome de dificultad respiratoria aguda comprende entre el 10 y el 30 % de las admisiones a cuidados críticos en todo el mundo. Debido a la poca información acerca de la epidemiología y tratamientos disponibles, su tasa de mortalidad sigue siendo alta. Hoy en día las innovadoras tecnologías como la tomografía por impedancia eléctrica ayudan a optimizar e individualizar las estrategias de ventilación mecánica.

**Objetivo:** Describir las imágenes obtenidas a través de la tomografía por impedancia eléctrica en paciente cursando internación en unidad de cuidados críticos con síndrome de dificultad respiratoria aguda.

**Presentación del caso:** Paciente de sexo fenotípico masculino, 65 años de edad, con antecedentes de leucemia mieloide aguda, asistió al consultorio externo de hematología por presentar astenia e hipotensión. Se decidió su internación en sala general y por la interurrencia de registros febriles asociados a lesión ulcerada en cara anterior de antebrazo derecho y lesión en tobillo derecho, hipotensión y oliguria se decidió su ingreso a la unidad de terapia intensiva, donde por presentar hipoxemia refractaria se decide la intubación orotraqueal con la posterior monitorización de la distribución del volumen pulmo-

## ELECTRICAL IMPEDANCE TOMOGRAPHY AS A MONITORING TOOL IN PATIENTS WITH ACUTE RESPIRATORY DISTRESS SYNDROME

### Abstract

**Introduction:** Acute respiratory distress syndrome (ARDS) accounts for 10% to 30% of critical care admissions worldwide. Its mortality rate remains high due to the limited information on its epidemiology and available treatments. Today, innovative technologies such as electrical impedance tomography (EIT) help us optimize and individualize mechanical ventilation strategies.

**Objective:** To describe the images obtained through EIT in this patient with ARDS hospitalized in a critical care unit.

**Case presentation:** A 65-year-old male patient with a history of acute myeloid leukemia who presented asthenia and hypotension attended the general ward of the hematology outpatient clinic. He was then admitted to the intensive care unit due to fever associated with an ulcerated lesion on the anterior aspect of the right forearm and a lesion on the right ankle, hypotension, and oliguria. Orotracheal intubation was performed with subsequent monitoring of lung volume distribution using EIT due to refractory hypoxemia.



nar mediante la tomografía por impedancia eléctrica.

**Discusión:** En el síndrome de dificultad respiratoria aguda el impulso y el esfuerzo ventilatorio suele ser muy elevado llevando a estos pacientes a la necesidad de ser vinculados a ventilación mecánica. La monitorización de la ventilación mecánica es importante para mantener la protección pulmonar y prevenir el daño inducido por ella. La tomografía por impedancia eléctrica es una técnica que no identifica daños por configuración inadecuada de la asistencia ventilatoria mecánica, pero en este caso nos permitió identificar la heterogeneidad en la que el volumen pulmonar se distribuía durante la posición supina y como con la posición prona mejora el mismo.

**Conclusión:** La tomografía por impedancia eléctrica es una herramienta valiosa para la evaluación de la distribución del volumen pulmonar y la identificación de complicaciones en pacientes críticos.

**Palabras clave:** Tomografía de impedancia eléctrica, síndrome de estrés respiratorio agudo, ventilación mecánica.

**Discussion:** In ARDS, ventilatory drive and effort are often very high, leading these patients to require mechanical ventilation. Monitoring mechanical ventilation is important to maintain lung protection and prevent mechanical ventilation-induced damage. EIT is a technique that does not identify damage due to inadequate ventilation setup, but in this case it allowed us to identify the heterogeneity in lung volume distribution in supine position and how it improves in prone position.

**Conclusion:** EIT is a valuable tool for assessing lung volume distribution, identifying complications in critically ill patients.

**Keywords:** Electrical impedance tomography, acute respiratory distress syndrome, mechanical ventilation.

### Introducción:

El síndrome de dificultad respiratoria aguda (SDRA) comprende entre el 10 y el 30 % de las admisiones a cuidados críticos en todo el mundo.<sup>1</sup> La información hasta el momento acerca de la epidemiología, diagnóstico y tratamiento de los pacientes con SDRA sigue siendo limitada y como lo menciona el estudio de Lung Safe de 2016 parece ser este el motivo por el cual la tasa de mortalidad es alta.<sup>2</sup> Estos hallazgos indican que existe potencial para mejorar el tratamiento de los pacientes con SDRA y el uso de estrategias de ventilación protectora parecen ayudar a ello.<sup>3</sup> La utilización de bajo volumen corriente, la minimización de la fracción de oxígeno inspirado (FiO<sub>2</sub>), la titulación positiva de la presión al final de la espiración (PEEP), el uso de bloqueantes neuromusculares, la posición prona y las innovadoras tecnologías emergentes destinadas al monitoreo del paciente como la tomografía por impedancia eléctrica (TIE) ayudan a individualizar y optimizar las estrategias de ventilación mecánica.<sup>3</sup>

La TIE es una técnica sin radiación que permite evaluar a la cabecera del paciente los cambios en la aireación, ventilación y heterogeneidad pulmonar. A su vez, puede

identificar y cuantificar las unidades alveolares mal ventiladas en cada ciclo respiratorio permitiéndonos ajustar las estrategias de ventilación de manera más precisa e individualizada, lo que podría conducir a mejores resultados en la recuperación de los pacientes.<sup>4</sup>

### Objetivos:

- Objetivo general: Describir las imágenes obtenidas a través de TIE en paciente cursando internación en unidad de cuidados críticos con SDRA.
- Objetivo específico: Evidenciar a través de imágenes la capacidad de reclutabilidad brindada por TIE ante maniobra de reclutamiento y decúbito prono.

### Presentación del caso:

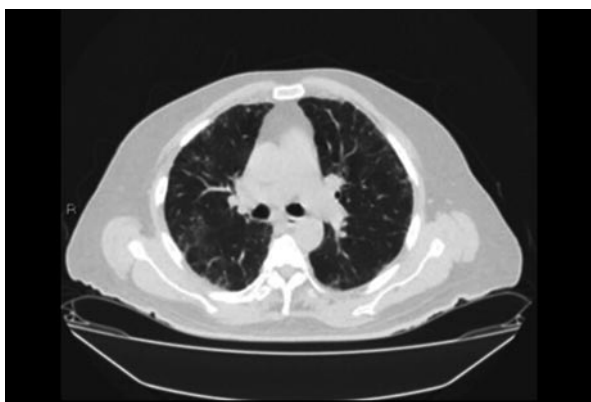
Paciente de sexo masculino, 65 años de edad, con antecedentes de leucemia mieloide aguda (LMA), asistió al consultorio externo de hematología por presentar ashenia e hipotensión. Los resultados de laboratorio arrojaron: 24 % de hematocrito, 7,8mg/dl de hemoglobina, 1600 glóbulos blancos/ mm<sup>3</sup> y 10000 plaquetas/ mm<sup>3</sup>. Se decidió su internación por reactivación de LMA y para transfusión de dos unidades glóbulos rojos y plaquetas.



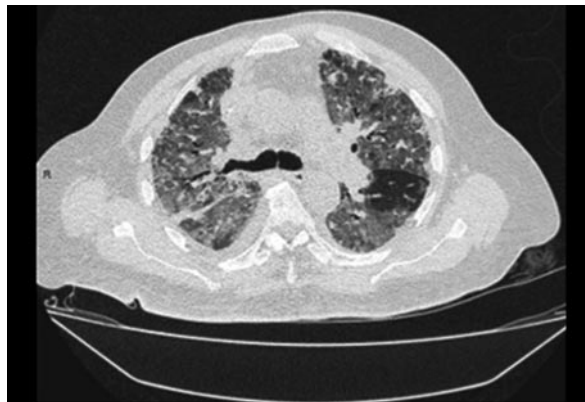
Al día 19 de internación intercorre con registros febriles asociados a lesión ulcerada en cara anterior de antebrazo derecho y lesión en tobillo derecho, hipotensión y oliguria por lo que se decidió su ingreso a la unidad de terapia intensiva (UTI). A la evaluación inicial se encontraba con deterioro hemodinámico y renal por lo que para estabilizarlo requirió de altas dosis de vasopresores y diálisis. Se realizó tomografía axial computada (TAC) de tórax donde se observó patrón intersticial reticular en la totalidad de ambos campos pulmonares con tendencia a la consolidación en ambas bases (Figura 1). Al día 4 de internación en UTI intercorre con insuficiencia respiratoria hipoxémica por lo que se decide colocación de cánula nasal de alto flujo (CNAF). Se repitió una nueva TAC de tórax donde se evidenció un empeoramiento del infiltrado bilateral con tendencia a la consolidación en comparación con el estudio previo y un leve derrame pleural de predominio derecho (Figura 2). Por persistir con hipoxemia a la hora de su vinculación a la CNAF se decidió intubación orotraqueal (IOT). Posterior a la IOT, se vinculó a ventilación mecánica invasiva (VMI) realizando estrategia de ventilación protectora, se colocó cinturón de TIE evaluado a través de Dräger PulmoVista® 500 (Figura 3). A las 24 horas de instaurada la VMI, se decidió infusión

de agentes bloqueantes neuromusculares (BNM) debido a la grave hipoxemia del paciente definido por la relación presión arterial de oxígeno/fracción inspirada de oxígeno ( $\text{PaO}_2/\text{FIO}_2$ ). Se evaluó la relación reclutamiento/insuflación (RI) donde el valor hallado fue de 0,69 por lo que se decidió realizar maniobra de reclutamiento alveolar (Figura 4). A las 2 horas de persistir con hipoxemia,  $\text{PaO}_2/\text{FIO}_2$  de 110 y alteración en la mecánica pulmonar, complacencia 20 ml/cmH<sub>2</sub>O se decidió colocar al paciente en posición prona (PP) con colocación del TIE. El mismo permaneció en dicha posición un total de 12 horas donde por intercurrir con fibrilación auricular de alta respuesta y no revertir al tratamiento con amiodarona se decidió supinar para cardioversión eléctrica. Después de 12 horas de ritmo sinusal estable se decidió pronar nuevamente ya que continuaba con falla respiratoria y se inició monitoreo no invasivo con TIE, a través del cual se logró visualizar ganancia de volumen en regiones previamente no ventiladas (Figura 5). A las 24 horas de iniciada la posición prona comenzó con notable mejoría en índice  $\text{PaO}_2/\text{FIO}_2$ :205, complacencia: 30 ml/cmH<sub>2</sub>O, por lo que se decidió supinar al paciente. A las 15 horas de supinado, el paciente presentó deterioro hemodinámico con requerimiento de altas dosis de drogas vasoactivas y luego paro cardiaco y óbito.

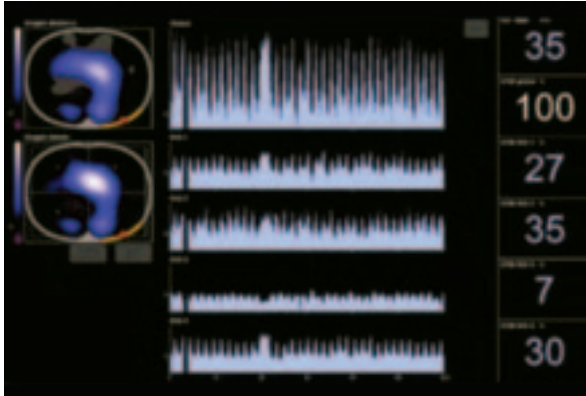
**Figura 1:** Tomografía axial computada de tórax realizada al ingreso a la Unidad de Cuidados Intensivos



**Figura 2:** Tomografía axial computada de tórax realizada al día 4 de ingresar a la Unidad de terapia intensiva

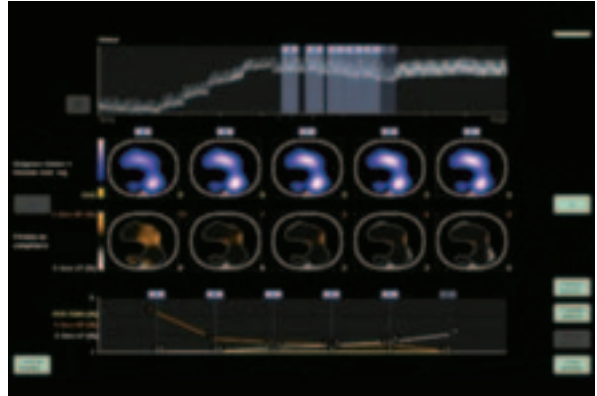


**Figura 3:** Tomografía por impedancia eléctrica en posición supina



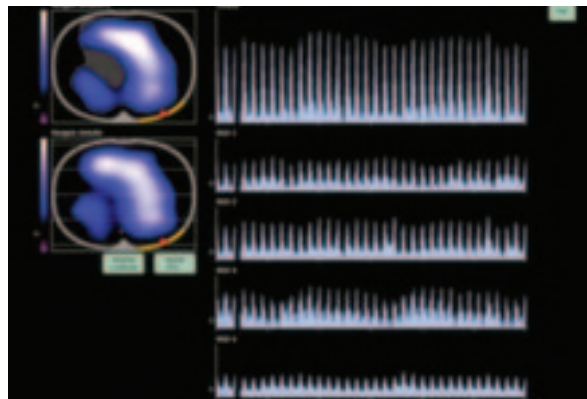
A la izquierda se observa el segmento pulmonar dividido en 4 cuadrantes; 1 y 3 corresponden al campo pulmonar derecho, mientras que 2 y 4, al campo izquierdo. En azul se representa el área normoventilada, en blanco se ven reflejadas las zonas que adquirieron mayor volumen pudiéndose interpretar como sobredistensión alveolar y en negro las aéreas no ventiladas.

**Figura 4:** Tomografía por impedancia durante maniobra de reclutamiento alveolar



Se observa un mayor porcentaje de pulmón ventilado a expensas de sobredistensión.

**Figura 5:** Tomografía por impedancia eléctrica durante posición prona



A la izquierda vemos como la distribución pulmonar se vuelve más homogénea, pintándose casi en su totalidad la imagen de azul.

### Discusión:

En el SDRA el impulso y el esfuerzo ventilatorio suele ser muy elevado, debido al aumento del espacio muerto, la acidosis metabólica, la estimulación de los receptores del parénquima pulmonar, encefálico y corticales, lle-

vando a estos pacientes a la necesidad de ser vinculados a ventilación mecánica.<sup>5</sup> La monitorización del esfuerzo respiratorio es importante para mantener la protección pulmonar y prevenir el daño inducido por la ventilación mecánica (VILI).<sup>6</sup> El VILI se relaciona con la



aplicación de un nivel de PEEP inadecuado generando colapso y reapertura alveolar cíclica (atelectrauma), con una elevada presión alveolar favoreciendo a generar barotrauma y un exceso de volumen corriente provocando volutrauma.<sup>5</sup> Si bien la TIE es una técnica que no identifica ninguno de estos daños por seteo inadecuado de la asistencia ventilatoria mecánica, ha demostrado ser una herramienta, a pie de cama, que puede monitorizar los cambios del volumen pulmonar durante la ventilación mecánica y evidenciar de forma directa la efectividad de las diferentes estrategias ventilatorias, ayudando a establecer cuál es el nivel de PEEP óptimo para generar una distribución más homogénea del volumen corriente, como así también los cambios en la distribución ventilatoria cuando el paciente se encuentra en posición prona.<sup>7</sup> A su vez, corre con la ventaja de no irradiar al paciente y de la posibilidad de evitar el traslado de los mismos a las áreas de diagnóstico por imagen.<sup>7</sup>

En este caso identificó que el volumen corriente no se distribuía de forma homogénea por los campos pulmonares durante la posición supina y si bien el RI indicaba que el paciente tenía potencial de reclutabilidad, las imágenes obtenidas por TIE durante la realización de la ma-

niobra de reclutamiento permitió observar de forma directa la poca ganancia de volumen pulmonar y la sobre-distensión de áreas ya ventiladas la cual justificaría la causa por la cual su PaO<sub>2</sub>/FIO<sub>2</sub> no mejoró utilizando como estrategia colocar al paciente en posición prono. Finalmente, el prono logró una distribución más homogénea de la ventilación y así mejorar su PaO<sub>2</sub>/FIO<sub>2</sub>. Si bien la TIE fue una herramienta que a la hora de monitorizar al paciente nos brindó herramientas para optimizar la ventilación, la misma tiene un alto costo por lo que en Argentina su disponibilidad es escasa.

### Conclusiones:

La TIE es una herramienta valiosa para la evaluación de la distribución del volumen pulmonar y la identificación de complicaciones en pacientes críticos. Su capacidad para proporcionar información sobre la distribución de fluidos en el parénquima pulmonar y la evaluación de la ventilación regional puede ser crucial en el manejo de enfermedades respiratorias agudas.

### Conflicto de intereses:

Los autores declaran no tener conflicto de intereses.

### Bibliografía:

1. Robba C, Cho SM, Sekhon MS. *Managing the cerebral complications of acute respiratory distress syndrome. Intensive Care Med.* 2024;50:1149-1151.
2. Bellani G, Laffey JG, Pham T, Fan E, et al. *Epidemiology, patterns of care, and mortality for patients with acute respiratory distress syndrome in intensive care units in 50 countries. JAMA.* 2016;315:788-800.
3. Battaglini D, Lassola S, Schultz MJ, et al. *Innovations in protective mechanical ventilation for acute respiratory distress syndrome management. Expert Rev Med Devices. Expert Review of Medical Devices.* 2024;21:789-792. Disponible en <https://doi.org/10.1080/17434440.2024.2393773>
4. Frerichs I, Amato MB, Van Kaam AH, et al. *Chest electrical impedance tomography examination, data analysis, terminology, clinical use and recommendations: Consensus statement of the TRanslational EIT developmeNt stuDy group. Thorax.* 2017;72:83-93. Disponible en doi: 10.1136/thoraxjnl-2016-208357
5. Turrubiates Hernández TA, Mora Martínez GM, Reyes Pérez AA, y col. *Lesión pulmonar y diafragmática inducida por la ventilación mecánica: conceptos básicos y revisión de las estrategias de manejo. Acta Colombiana de Cuidado Intensivo. Doi:10.1016/j.acci.2024.08.005*
6. Ricard JD, Dreyfuss D, Saumon G. *Ventilator-induced lung injury. Curr Opin Crit Care.* 2002;8:12-20. Disponible en DOI: 10.1097/00075198-200202000-00003
7. Hinz J, Hahn G, Neumann P, et al. *End-expiratory lung impedance change enables bedside monitoring of end-expiratory lung volume change. Intensive Care Med.* 2003;29:37-43. Disponible en DOI: 10.1007/s00134-002-1555-4