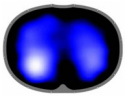
DU MKREA 2024

Tomographie par Impédance Electrique

Principe, Mise en place et Applications Cliniques pour le MKREA

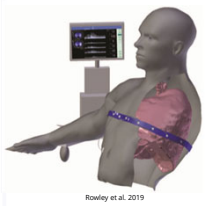


Alexandre GARCIA MKDE
CHU de Bordeaux - Magellan
Réanimation Chirurgicale
Thoracique & Digestive

Pas de Conflits d'Intérêts

TIE
Tomographie par impédance électrique

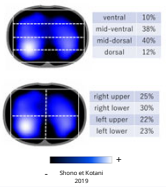
Monitorage de la fonction pulmonaire
impédancemétrie



Rowley et al. 2019

- **Non invasive**
- **Au lit du patient**
- **Dynamique**
- **Validé**

Distribution de l'impédance
=
Distribution de l'air



TIE & MKDE
Tomographie par impédance électrique

Evaluation des pratiques
Recherche
Pratique Clinique

Individualisation du soin

TIE
OBJECTIFS PEDAGOGIQUES

- S'approprier les bases de fonctionnement TIE
- Connaître les étapes de mise en place TIE
- Interpréter les mesures TIE et connaître leurs limites

- Place du TIE dans la pratique clinique du MKREA ?
- Retour d'expérience

TIE

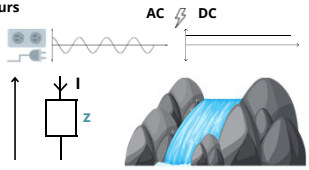
Principe de Fonctionnement

TIE

L'Impédance Z

Circuit électrique basique - **3 grandeurs**

- **Courant - I** (*Ampère*)
- **Tension - U** (*Volt*)
- **Impédance - Z** (*Ohm*)



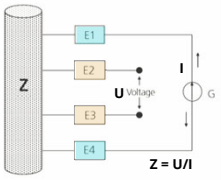
L'impédance est la propriété d'un système **à resister** au passage d'un **courant électrique alternatif**.

Loi d'Ohm - [U (volt) = Z (Ohm) * I (Ampère)]

TIE

Bio-impédance

La Bioimpédance (Ohm.m) : propriété d'un **tissu biologique à résister** au passage d'un **courant électrique alternatif**.



Sánchez-Iglesias, Fernández-Lucas, et Teruel 2012

Tissu biologique

- **Quantité de fluides**
- **Proportions d'électrolytes conducteurs (ions)**

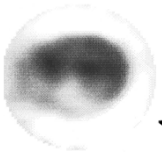
Conditions de mesure

- **Fréquence & Direction du courant injecté**

TIE

TIE : historique

Tomo- **"coupure" /** ***-graphe*** **"image"**



Distribution spatiale de l'**impédance** de tissus biologiques suivant une **coupe transversale**

TIE décrit pour la première fois en **1984**
D C Barber & H B Brown

Coupe Transversale d'un avant-bras

Figure 3. An applied potential tomography image of a forearm constructed from a 16-electrode circular array. The arm was placed into an 80 mm diameter saline-filled tank whose outline is visible on the image.

D C Barber & H B Brown

TIE

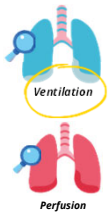
TIE du Thorax

Table 1. Electrical resistivity of thoracic tissues.

Tissue	Resistivity (Ω·cm)
Blood	150
Lungs, inspiration	2400
Lungs, expiration	700
Heart muscle, longitudinal	125
Heart muscle, transversal	1800
Skeletal muscle, longitudinal	160–575
Skeletal muscle, transversal	420–5200
Fat	2000–2700
Bone	16,600

Putensen et al. 2019

Phénomènes Physiologiques
Variations d'Impédance



TIE

TIE du Thorax

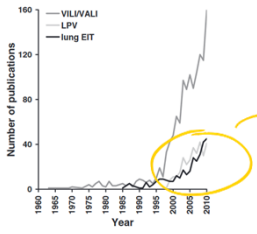


Figure 1. Number of publications on VILI/VALI, LPV and lung EIT published in peer-reviewed journals. (Source: ISI Web of Knowledge, Thomson Reuters, New York, USA.)

Adler et al. 2012

1995 Etude croissante des **VILI**

2000 Emergence de la **Ventilation Protectice**

Besoin de **caractériser la réponse régionale du poumon** à la **ventilation mécanique**

Developpement des **outils** de **monitorage**
Guider les stratégies de soin

TIE

Dispositifs

Images issues de https://www.draeger.com/fr_fr/Products/PulmoVista-500

TIE

Dispositifs

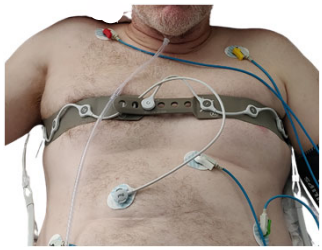
Table 2. Commercially available electrical impedance tomography (EIT) devices.

Manufacturer	EIT System	Electrodes: Number	Electrodes: Configuration	Image Reconstruction Algorithm	Measurement and Data Acquisition
Swisstom AG	BB^2	32	electrode belt	Graz consensus reconstruction algorithm for EIT (GREIT) algorithm for EIT (GREIT)	pair drive (adjustable skip) serial measurement
Timpel SA	Enlight	32	electrode stripes	Finite Element Method-based Newton-Raphson method	pair drive (3-electrode skip) parallel measurement
CareFusion	Goe-MF II	16	individual electrodes	Sheffield back-projection	pair drive (adjacent) serial measurement
Dräger Medical	PulmoVista 500	16	electrode belt	Finite Element Method-based Newton-Raphson method	pair drive (adjacent) serial measurement
Maltron Inc	Mark 1	16	individual electrodes	Sheffield back-projection	pair drive (adjacent)
	Mark 3.5	8	individual electrodes		serial measurement

Putensen et al. 2019

TIE

Mesure & Acquisition des données



Positionnement de la ceinture
Karsten J et al. 2016

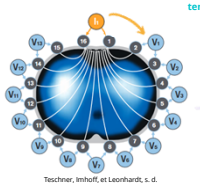
- **4 - 6ème** espace intercostal
- **Ligne parasternale**
- **Contact peau**

Perturbation des mesures

- Pansements, fils de sutures,
- **Mouvements, paroles**

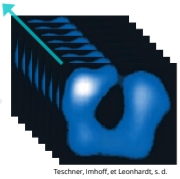
TIE

Mesure & Acquisition des données



Teschner, Imhoff, et Leonhardt, s. d.

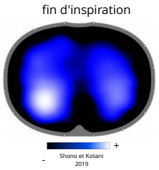
Acquisition
Z=V/I



Teschner, Imhoff, et Leonhardt, s. d.

Génération images 2D
32x32 pixels

Imagerie relative
Variation Impédance
fin d'inspiration

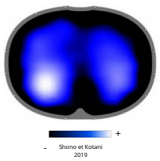


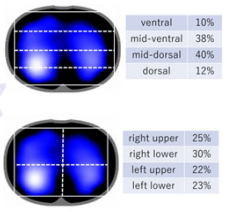
Frame rate 25/sec

Variation d'impédance = Variation de volume
Van Genderingen et al. 2003

TIE

Analyse Régionale



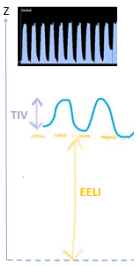


ventral	10%
mid-ventral	38%
mid-dorsal	40%
dorsal	12%

right upper	25%
right lower	30%
left upper	22%
left lower	23%

TIE

Données TIE Monitorées



TIV
Tidal Impedance Variation
→ reflet du **Vt**
Van Genderingen et al. 2003

VENTILATION

EELI
End Expiratory Lung Impedance
→ reflet **EELV** : **CRF**
Hinz et al. 2003

AERATION

TIE

Données TIE Monitorées

TIV

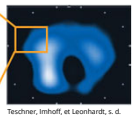
Tidal Impedance Variation

→ reflet du **Vt**

Van Genderingen et al. 2003

VENTILATION

4,7	5,0	5,1	5,8	6,3
5,4	5,9	6,9	7,7	7,2
6,1	7,4	8,6	9,5	11,3
6,8	8,6	9,5	12,8	15,4
7,3	8,9	10,4	14,5	16,1



Teschner, Imhoff, et Leonhardt, s. d.

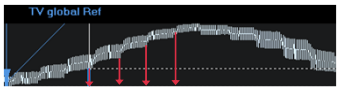
EELI

End Expiratory Lung Impedance

→ reflet **EELV** : **CRF**

Hinz et al. 2003

RECRUTEMENT



TIE

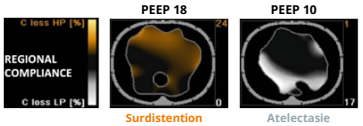
Données TIE Monitorées

Intubé / Ventilé

Regional Respiratory System Compliance

→ Compliance régionale : TIV pixel / Pression Motrice globale

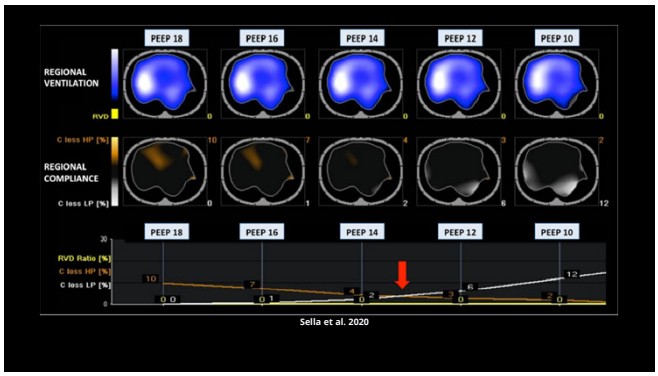
→ **Estimation des zones Surdistendues / Collabées (atelectasiées)** Costa et al. 2009



Surdistention Atelectasie

Sella et al. 2020

Titrage PEEP SDRA ECMO



Sella et al. 2020

TIE

Données TIE Analysées

G.I

Global Inhomogeneity index Zhao et al. 2009

→ Reflet de l'hétérognéité de la distribution du TIV = Vt

Homogénéité de la Ventilation

RV

Ratio de Ventilation

→ Observation de la redistribution de la ventilation suivant des zones d'interêts

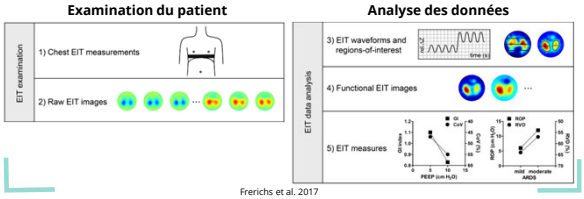
TIE

Monitorage de la fonction Pulmonaire

OPEN ACCESS

Chest electrical impedance tomography examination, data analysis, terminology, clinical use and recommendations: consensus statement of the TRanslational EIT developmeNt stuDy group

Examination du patient **Analyse des données**



Frerichs et al. 2017

TIE

Mise en Place

TIE
Mise en Place

Taille de la ceinture
Humidification des électrodes
Placement ceinture
Référence
Connexion à la centrale
Mise en route TIE

Contre-Indication ?

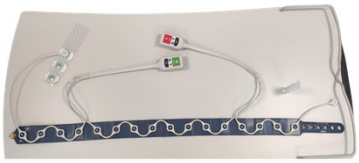
- **DM actif** : Pacemaker, défibrillateur
- **Etat cutanée endommagé, pansement sur la zone d'observation**
- **Risque lié à la mise en place de la ceinture** (fracture, lésions spinales, etc.)
- **Mouvement incontrôlables**
- **Electrothérapie en cours**
- Présence d'un champ magnétique (**IRM**)
- **Volume courant < 1 ml/kg**
- **IMC > 50 kg.m-2**

TIE
Mise en Place

Taille de la ceinture
Humidification des électrodes
Placement ceinture
Référence
Connexion à la centrale
Mise en route TIE

TIE
Mise en Place

Taille de la ceinture
Humidification des électrodes
Placement ceinture
Référence
Connexion à la centrale
Mise en route TIE

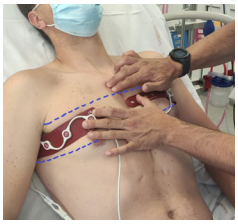


TIE
Mise en Place

Taille de la ceinture ✓
Humidification des électrodes
Placement ceinture
Référence
Connexion à la centrale
Mise en route TIE

TIE
Mise en Place

Taille de la ceinture ✓
Humidification des électrodes ✓
Placement ceinture
Référence
Connexion à la centrale
Mise en route TIE

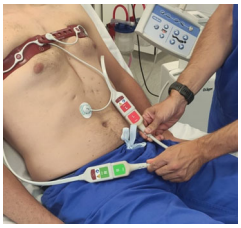
4-6ème espace intercostale

TIE
Mise en Place

Taille de la ceinture ✓
Humidification des électrodes ✓
Placement ceinture ✓
Référence
Connexion à la centrale
Mise en route TIE

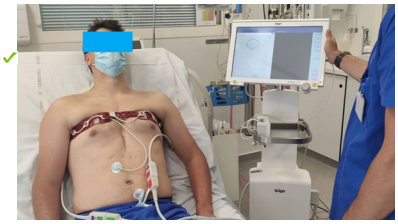
TIE
Mise en Place

- Taille de la ceinture ✓
- Humidification des électrodes ✓
- Placement ceinture ✓
- Référence ✓
- Connexion à la centrale
- Mise en route TIE



TIE
Mise en Place

- Taille de la ceinture ✓
- Humidification des électrodes ✓
- Placement ceinture ✓
- Référence ✓
- Connexion à la centrale ✓
- Mise en route TIE



TIE
Intérêts pour le MKREA

Recherche

&

Applications Cliniques

TIE
Intérêts pour le MKREA

OUTIL DE MONITORAGE

- Non invasive
- Au lit du patient
- Dynamique
- Validé

OBSERVATION DE LA DISTRIBUTION DE LA VENTILATION EN TEMPS RÉÉL

ANALYSE FONCTIONNELLE DES RÉGIONS PULMONAIRES DISTINCTES
RECRUTEMENT / COMPLIANCE

ANALYSE DE LA RÉPONSE DES RÉGIONS PULMONAIRES À DIFFÉRENTES MESURES THÉRAPEUTIQUES

TIE
Recherche Clinique

Etudes Physiologiques	Evaluation des pratiques	Applications Cliniques
→ TIE & Thérapie d'Expansion Pulmonaire	Reychler et al. 2018 Rowley et al. 2019	
→ TIE & Mobilisation précoce	Hickmann et al. 2020 Yuan et al. 2021 Eimer et al. 2021	
→ TIE & Positionnement	Lehman et al. 2018 Riedel et al. 2005	
→ TIE & VNI	Pérez-Teran et al. 2019 Bordes et al. 2016	
→ TIE & Sevrage Ventilatoire	Wang et al. 2021 Longhini et al. 2019	
→ TIE & OHDN	Mauri et al. 2017 Zhang et al. 2020 Yuan et al. 2020	
→ TIE & Pédiatrie	Thomson et al. 2020	

Recherche Clinique

Aspiration EndoTrachéale

Evaluation des pratiques

End-expiratory lung volume recovers more slowly after closed endotracheal suctioning than after open suctioning: A randomized crossover study ☆

Amanda Corley RN, BN, GradCertHSci [a,*], Amy J. Spooner RN, BN, GradDipICU [a], Adrian G. Barnett BSc(Hon), PhD [b], Lawrence R. Caruana BPty [a], Naomi E. Hammond RN, BN, MN, MPH [a], John F. Fraser MBChB, PhD [a]

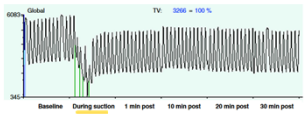


Fig. 3 Representative recording of lung volume loss during CS and recovery postsuction.

→ Propose une manoeuvre de recrutement post-aspi

Circuit clos Vs **ouvert**
20 patients
post-chirurgie cardiaque

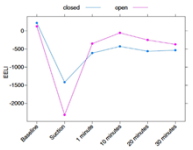


Fig. 4 Mean changes in EELI by suction method demonstrating slower recovery after CS.

Recherche Clinique

Oxygénation à Haut Débit Nasal (OHND)

Etude physiologique

Physiologic Effects of High-Flow Nasal Cannula in Acute Hypoxemic Respiratory Failure

Tommaso Mauri[1,2], Cecilia Turrini[1,3], Nilde Eronia[4], Giacomo Grasselli[1], Carlo Alberto Volta[3], Giacomo Bellani[4,5], and Antonio Pesenti[1,2]

15 patients en **IRA Hypoxémique** - P/F < 300
Cross over : 20 min **OHDN 40 L/min**
20 min **masque facial 12L/min**

↘ FR ↘ travail respiratoire ↗P/F

- **Recrutement (EELI)** = **effet PEEP**
- **Homogénéisation** de la ventilation
- Sans modification du Vt

→ Limitation des zones de distentions au sein du parenchyme

Table 3. Effects of HFNC on Lung Aeration, Homogeneity, and Respiratory Pattern

Variable	Oxygen Facial Mask	High-Flow Nasal Cannula	*P* Value*
$\Delta EELI_{ant}$ (change from facial mask), % of baseline Vt	—	51 ± 57	<0.001
$\Delta EELI_{ant-dep}$ (change from facial mask), % of baseline Vt	—	29 ± 36	<0.001
$\Delta EELI_{tot}$ (change from facial mask), % of baseline Vt	—	26 ± 33	<0.01
GI index	0.50 (0.49 to 0.57)	0.47 (0.43 to 0.60)	<0.01
PF_{glob} (change from facial mask), %	—	−15 ± 23	0.07
PEF_{glob} (change from facial mask), %	—	−27 ± 22	<0.001
$PF_{non-dep}$ (change from facial mask), %	—	−11 ± 29	0.29
PF_{dep} (change from facial mask), %	—	−20 ± 19	<0.01
$PEF_{non-dep}$ (change from facial mask), %	—	−19 ± 32	0.07
PEF_{dep} (change from facial mask), %	—	−34 ± 18	<0.001
Ti, s	1.2 ± 0.2	1.2 ± 0.3	0.84
Te, s	1.3 ± 0.2	1.5 ± 0.6	<0.05
Ti/Ttot	0.5 ± 0.0	0.4 ± 0.0	<0.05

Recherche Clinique

Oxygénation à Haut Débit Nasal (OHND)

Application Clinique

Effect of postextubation high-flow nasal cannula therapy on lung recruitment and overdistension in high-risk patient

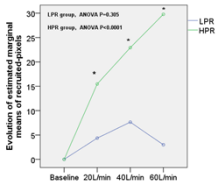
Rui Zhang[1*], Huaiwu He[1*], Long Yun[1*], Xiang Zhou[1], Xu Wang[1], Yi Chi[1], Siyi Yuan[1] and Zhanqi Zhao[2,3]

24 patients post-extubation (24h) **réa post-chir** (dig, cardio, tho)
OHDN 0 L/min, 20min **20 L/m**, 20min **40 L/m**, 20min **60 L/m**

Analyse ventro-dorsal (4 ROI) : TIV & EELI

(13) HPR : >10 pixels **Surdistention : > 10 pixels**
(11) LPR : <10 pixels **aéré non ventilé**

Arbitraire
Cut-off ?



- **Recrutement (EELI) ROI 3/4**
- Pas de différences P/F, ROX index entre HPR et LPB
- **OHDN surdistention pixels LPR (4/11) > HPR (0/13)**

→ **TIE monitorage OHDN = Individualisation**

- **Titrage OHDN**

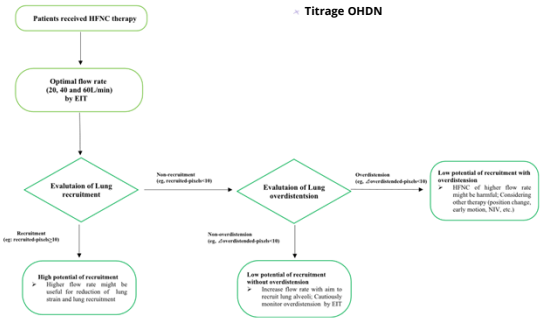


Fig. 3 Conceptual schematic for using EIT to guide HFNC therapy. NIV, non-invasive ventilation

Zhang et al. 2020

Recherche Clinique

Mobilisation Précoce

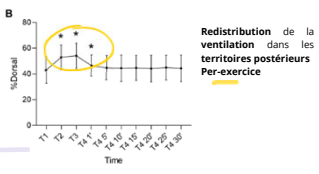
Etude physiologique

The Effect of Physical Therapy on Regional Lung Function in Critically Ill Patients

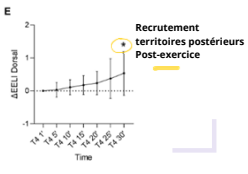
Christine Eimer*[,a], Katharina Freier[a], Norbert Weiler, Inéz Frerichs and Tobias Becher

Department of Anaesthesiology and Intensive Care Medicine, University Medical Centre Schleswig-Holstein, Kiel, Germany

10 patients
réa post-chir (dig, tho, vasculaire) en **RS**
16 minutes d'exercice en moyenne



Redistribution de la **ventilation** dans les **territoires postérieurs** **Per-exercice**



Recrutement territoires postérieurs Post-exercice

Recherche Clinique

Mobilisation Précoce

Evaluation des pratiques

Acute Effects of Sitting Out of Bed and Exercise on Lung Aeration and Oxygenation in Critically Ill Subjects

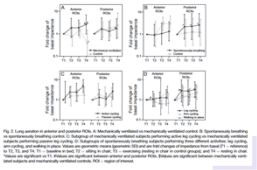
Cheryl E Hickmann, Natalia R Montecinos-Munoz, Diego Castanares-Zapatero, Ricardo S Arriagada-Garrido, Ursula Jeria-Blanco, Timour Gizzatullin, Jean Roeseler, Jonathan Dugernier, Xavier Wittebole, and Pierre-François Laterre

Patients **réa dig, med**

fauteuil + AP **5'** **fauteuil seul**
17 VM 5 VM
23 RS 5 RS

EELI TIV GI | **P/F** GDS | DLR Perception

AP ↗**Recrutement (EELI)** **Pendant et 20' post-exercice**
↗ **P/F** **Surtout chez P/F <200**
exo passif



Recherche Clinique

Sevrage Ventilatoire — **Etude Physiologique / Application Clinique**

Electrical impedance tomography during spontaneous breathing trials and after extubation in critically ill patients at high risk for extubation failure: a multicenter observational study

Federico Longhini[1], Jessica Maugeri[2], Cristina Andreoni[3], Chiara Ronco[1], Andrea Bruni[4], Eugenio Garofalo[4], Corrado Pelaia[4], Camilla Cavicchi[1], Sergio Pintaudi[2] and Paolo Navalesi[4*]

78 patients réa med

I/V > 48h

SBT 30 min - 2PEP 0AI

- Distribution **TIV**% - **EELI** - **GI index**
- FR - Vt - GDS

→ **SBT 0** - **SBT30** ✓ **SB 0** - **SB30**

Extubation

Table 3 EIT data in patients with SBT success and failure

	SBT success ($n=61$)			SBT failure ($n=17$)			Success vs. failure
	Baseline	SBT_0	SBT_30	Baseline	SBT_0	SBT_30	
ΔVt%	0 [0; 0]	−16.4 [−37.0; −2.5]	−12.9 [−35.0; 5.0]	0 [0; 0]	−27.6 [−51.0; −16.0]	−22.9 [−50.6; −13.3]	$p>0.999^a$ $p=0.079^b$ $p=0.054^c$
ΔEELI (ml)	0 [0; 0]	−117 [−240; 21]	−103 [−292; 62]	0 [0; 0]	−456 [−934; −162]	−333 [−1375; −157]	$p>0.999^a$ $p<0.001^b$ $p=0.001^c$
Inhomogeneity Index	51 [44; 61]	56 [48; 71]	57 [46; 70]	65 [54; 87]	89 [61; 105]	90 [62; 101]	$p=0.002^a$ $p=0.013^b$ $p=0.005^c$

SBT: Spontaneous Breathing Trial; SBT_0: first 5 min after the beginning of the SBT; SBT_30: last 5 min of the SBT; ΔVt%: change from baseline of the tidal volume in percentage; ΔEELI: change from baseline of the end-expiratory lung impedance

[a] Comparison between groups within baseline

[b] Comparison between groups within SBT_0

[c] Comparison between groups within SBT_30. According to Bonferroni correction, the threshold for statistical significance is $p<0.017$

→ **Dérecrutement (EELI) et Ventilation Hétérogène**

Longhini et al . 2019

Table 4 EIT data in patients with extubation success and failure

	Baseline	SBT_0	SBT_30	SB_0	SB_30
ΔVt%					
Extubation success ($n=39$)	0 [0; 0]	−12 [−31; 0]	−9 [−29; 7]	−3 [−16; 18]	−12 [−34; 19]
Extubation failure ($n=22$)	0 [0; 0]	−25 [−42; −10]	−29 [−45; −11]	−21 [−39; 1]	−22 [−46; −11]
Extubation success vs. failure	$p>0.999$	$p=0.117$	$p=0.024$	$p=0.014$	$p=0.061$
ΔEELI (ml)					
Extubation success ($n=39$)	0 [0; 0]	−125 [−237; 23]	−78 [−250; 115]	−187 [−488; 82]	−60 [−371; 256]
Extubation failure ($n=22$)	0 [0; 0]	−112 [−316; 17]	−194 [−335; −59]	−236 [−438; 139]	−290 [−537; 152]
Extubation success vs. failure	$p>0.999$	$p=0.671$	$p=0.253$	$p>0.999$	$p=0.132$
Inhomogeneity Index					
Extubation success ($n=39$)	46 [42; 63]	53 [44; 68]	56 [44; 70]	52 [45; 66]	53 [45; 69]
Extubation failure ($n=22$)	53 [48; 60]	65 [55; 80]	62 [54; 71]	64 [50; 79]	66 [55; 74]
Extubation success vs. failure	$p=0.166$	$p=0.025$	$p=0.132$	$p=0.049$	$p=0.029$

SBT: Spontaneous Breathing Trial; SBT_0: first 5 min after the beginning of the SBT; SBT_30: last 5 min of the SBT; SB_0: first 5 min of the spontaneous breathing; SB_30: last 5 min of the spontaneous breathing; ΔVt%: change from baseline of the tidal volume in percentage; ΔEELI: change from baseline of the end-expiratory lung impedance

According to Bonferroni correction, the threshold for statistical significance is $p<0.017$

→ **Pas de différences significatives ou de critères prédictifs (TIE et clinique) identifiés**

Longhini et al . 2019

TIE

Applications Cliniques

Intérêt MKREA

Guider les choix thérapeutiques
Evaluation efficacité
Individualisation

Intubé / Ventilé / Sédaté

- **Positionnement**
- **Désencombrement**
- **Réglage PEEP**

Pluridisciplinaire

Vigile / RS

- **Positionnement**
- **Technique de VNI**
- **Désencombrement**
- **BioFeedBack**

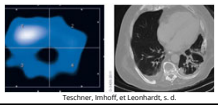
TIE

Limites

LIMITES et Biais Frerichs et al. 2017

Freins à la pratique clinique

- → **Analyse d'une section transversale**
- → **Temps de mesure : 24h maximum**
- → **Perturbations des mesures**
  - Environnement / Pansements
  - Mouvements / Paroles
  - Repositionnement ceinture
- → **Basse résolution spatiale**



Teschner, Imhoff, et Leonhardt, s. d.

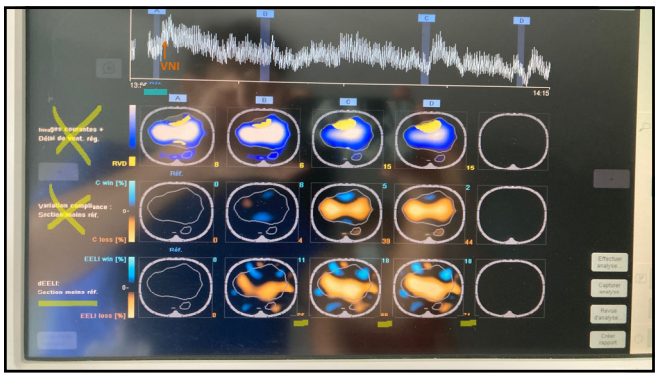
TIE

Limites

LIMITES et Biais

Freins à la pratique clinique

- → **VS :** analyse de la Compliance impossible **Pmusc**
  - Peso ? Slobod et al. 2022
- → **Interprétation des mesures :**
  - **Pas d'analyse des valeurs ABSOLUES d'impédances : trop grande variabilité inter-individu**
  - **Biais importants entre deux positionnements de ceintures**
  - **Analyse relative intra-individu sur un même positionnement de ceinture conseillée**



TIE

MKREA

Ventilation Non Invasive

Retour Expérience

TIE

Ventilation Non Invasive

Réglage

AI
PEP
FiO2%
Pente de pressurisation
Trigger inspiratoire
Trigger expiratoire

Monitorage

SpO2%
Fréquence Respiratoire
Gazométrie : Pa02 - PaCO2 - pH
Volume courant expiré 6-8 ml par kg de poids théorique

Jaber et al. 2010

Zones ventilées ?
Répartition du volume courant ?
Objectifs de recrutement atteint ?

TIE

Evaluation pratique : VNI et TIE

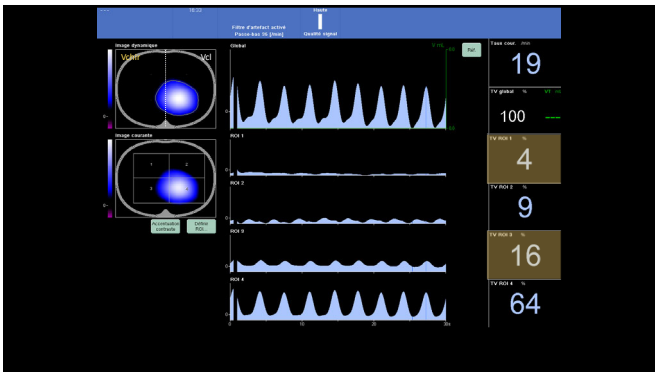
Distribution volume courant
Recrutement alvéolaire

Patient Mr D - J5 Lobectomie inférieure droite

- **J0** : **intervention LID** - thoracotomie - CBNPC
- **J1**: réanimation thoracique
- **J5** : secteur thoracique
  - **Oxygénorequerant : SpO2 91% en AA**
  - Auscultation : sibilants champ droit / **hypoventilation droite**
  - Douleur 2/10 (EN)
  - Drain pleural droit : ablation le 21/11/2020

Prescription PPC
Recrutement alvéolaire poumon droit

- **Patient - J5 LID**
- **PPC prescrite**
- **Pas de contre-indications EIT**
- **Consentant**

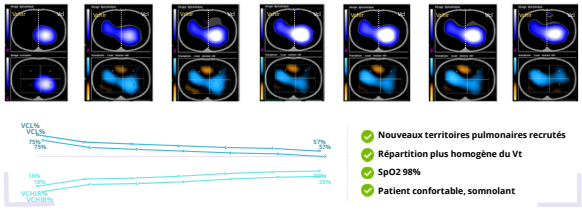


TIE

Evaluation pratique

Mr D - 65 ans - J5 LID - Séance PPC 60' - Vt cible (8ml/kgpp) : 572 ml

RS 2'	PEP4 2'	Vte 668 ml PEP4 20'	Vte 685 ml PEP6 20'	PEP8 1'	Vte 669 ml PEP8 20'	RS 2'



- Nouveaux territoires pulmonaires recrutés
- Répartition plus homogène du Vt
- SpO2 98%
- Patient confortable, somnolant

TIE

Evaluation pratique 2 : VNI et TIE

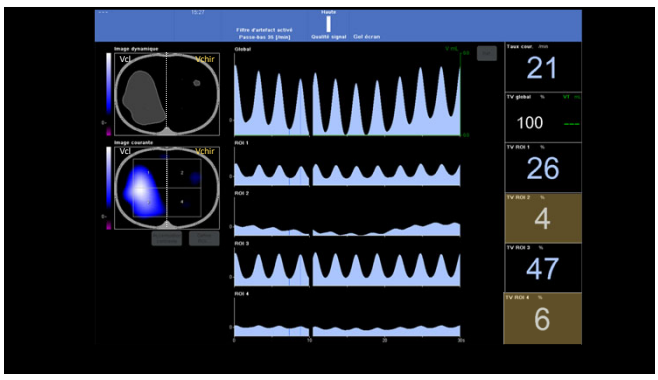
Cas clinique Mr B 45 ans - J3 Décortication pleurale gauche

- **HDM** : Pneumopathie Grippe A
  Pleuropneumopathie poumon gauche
- **J0** : **Décortication pleurale poumon gauche**
- **J3** : réanimation thoracique
  - **Oxygénorequerant : SpO2 94% sous 2L O2**
  - **Auscultation : hypoventilation poumon gauche**
  - **Rx : atelectasie poumon gauche**
  - Drain pleural gauche : en aspiration, bullage

Prescription PPC intermittente

Reexpansion pulmonaire poumon gauche
Recrutement alvéolaire poumon gauche

- Patient - J3 Décortication pleurale
- PPC prescrite
- Pas de contre-indications EIT
- Consentant

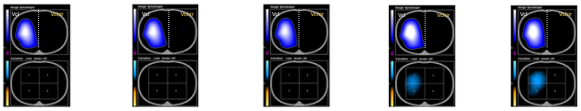


TIE

Evaluation pratique 2

Mr B - 45 ans - J3 DPG - Séance PPC 30' à 60' - Vt cible (8ml/kgpp) : 600 ml

RS	Vte 532 ml PEP5 5'	Vte 590 ml PEP7 5'	Vte 497 ml PEP10 10'	Vte 737 ml PEP15 10'



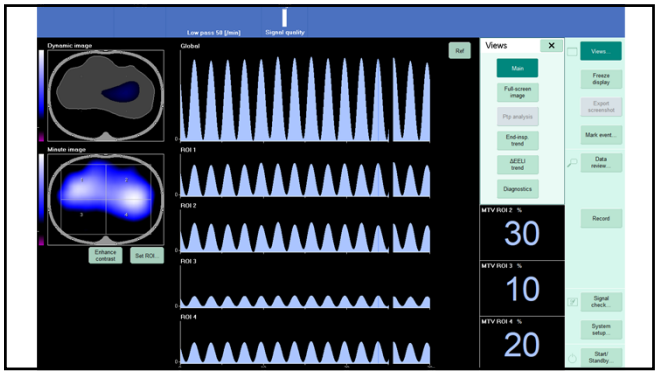
- Pas de nouveaux territoires pulmonaires recrutés
- Pas d'homogénéisation du Vt
- Patient confortable, somnolant

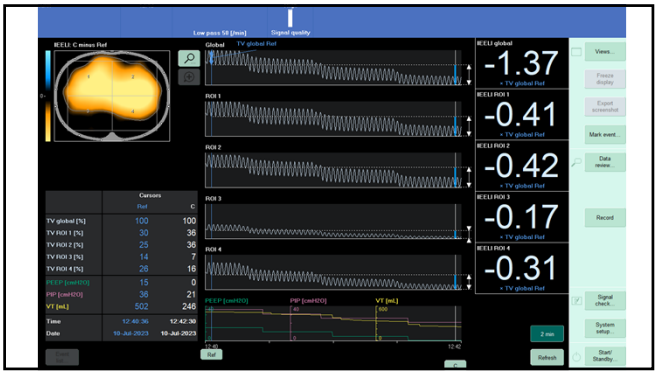
TIE

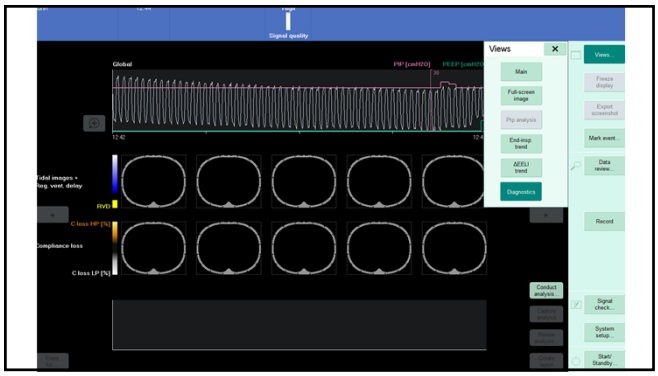
Applications Cliniques

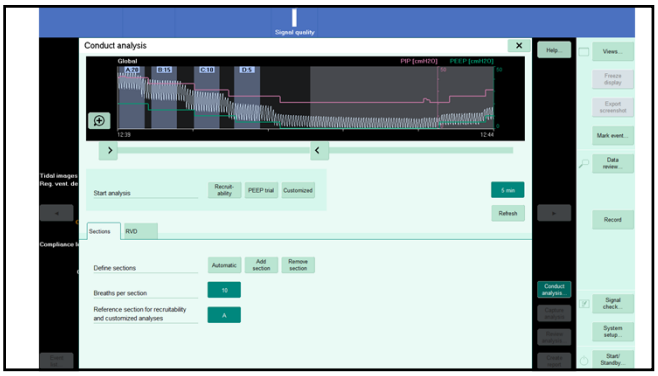
Titrage PEEP

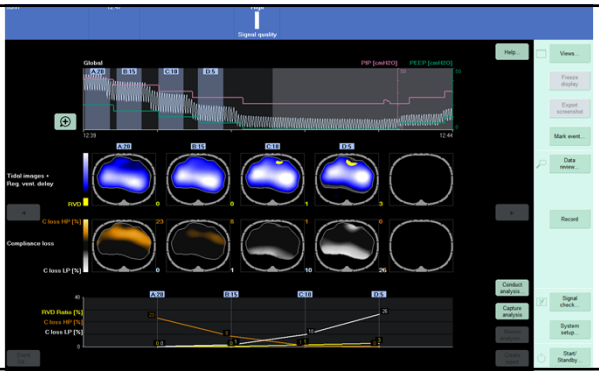
Attention : il existe un pod de connexion au respirateurs Dräger pour associer les données de Pression (aw, oeso) au Pulmovista (PEEP Trial, elastance…) néanmoins il y a un décalage de synchronisation des données Paw et EIT.
Pour éviter cela il est possible de connecter directement le Pulmovista au respirateur via une prise VGA.











TIE

Discussion

Applications Cliniques MKREA

→ Place dans l'arsenal d'outils d'évaluation ?

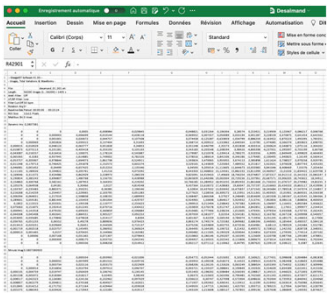
- Clinique -
- Auscultation -
- GDS -
- Rx -
- Echographie -

Complémentarité

→ **Bénéfices Théoriques** → **Bénéfices Cliniques ?**

TIE

Analyses post-mesures



TIE

CONTRIBUTION

Evaluation des pratiques
Recherche Clinique

Individualisation du soin
Pratique Clinique

Outils Pédagogique
Formation

Références

Adler, Andy, Marcelo Amato, John Arnold, Richard Bayford, Marc Bodenstein, Stephan Bohm, Brian Brown, et al. 2012. « Whither lung EIT: Where are we, where do we want to go and what do we need to get there? » *Physiological measurement* 33 (avril): 679‑94. https://doi.org/10.1088/0967-3334/33/5/679.
Barber, D C, et B H Brown. s. d. « Applied Potential Tomography », 12.
Bordes, Julien, Philippe Goutorbe, Pierre Julien Cungi, Marie Caroline Boghossian, et Eric Kaiser. 2016. « Noninvasive Ventilation during Spontaneous Breathing Anesthesia: An Observational Study Using Electrical Impedance Tomography ». *Journal of Clinical Anesthesia* 34 (novembre): 420‑26. https://doi.org/10.1016/j.jclinane.2016.04.016.
Costa, Eduardo L. V., João Batista Borges, Alexandre Melo, Fernando Suarez-Sipmann, Carlos Toufen, Stephan H. Bohm, et Marcelo B. P. Amato. 2009. « Bedside Estimation of Recruitable Alveolar Collapse and Hyperdistension by Electrical Impedance Tomography ». *Intensive Care Medicine* 35 (6): 1132‑37. https://doi.org/10.1007/s00134-009-1447-y.
Eimer, Christine, Katharina Freier, Norbert Weiler, Inéz Frerichs, et Tobias Becher. 2021. « The Effect of Physical Therapy on Regional Lung Function in Critically Ill Patients ». *Frontiers in Physiology* 12 (septembre): 749542. https://doi.org/10.3389/fphys.2021.749542.
Frerichs, Inéz, Marcelo B. P. Amato, Anton H. van Kaam, David G. Tingay, Zhanqi Zhao, Bartlomiej Grychtol, Marc Bodenstein, et al. 2017. « Chest Electrical Impedance Tomography Examination, Data Analysis, Terminology, Clinical Use and Recommendations: Consensus Statement of the TRansational EIT DevelopmeNt StuDy Group ». *Thorax* 72 (1): 83‑93. https://doi.org/10.1136/thoraxjnl-2016-208357.
Genderingen, Huibert R. van, Adrianus J. van Vught, et Jos R. C. Jansen. 2003. « Estimation of Regional Lung Volume Changes by Electrical Impedance Pressures Tomography during a Pressure-Volume Maneuver ». *Intensive Care Medicine* 29 (2): 233‑40. https://doi.org/10.1007/s00134-002-1586-x.
Hickmann, Cheryl E., Natalia R. Montecinos-Munoz, Diego Castanares-Zapatero, Ricardo S. Arriagada-Garrido, Ursula Jeria-Blanco, Timour Gizzatullin, Jean Roeseler, Jonathan Dugernier, Xavier Wittebole, et Pierre-François Laterre. 2020. « Acute Effects of Sitting Out of Bed and Exercise on Lung Aeration and Oxygenation in Critically Ill Subjects ». *Respiratory Care*, septembre. https://doi.org/10.4187/respcare.07487.
Hinz, J., G. Hahn, P. Neumann, M. Sydow, P. Mohrenweiser, G. Hellige, et H. Burchardi. 2003. « End-Expiratory Lung Impedance Change Enables Bedside Monitoring of End-Expiratory Lung Volume Change ». *Intensive Care Medicine* 29 (1): 37‑43. https://doi.org/10.1007/s00134-002-1555-4.
Jaber, Samir, Gerald Chanques, Boris Jung, et Bruno Riou. 2010. « Postoperative Noninvasive Ventilation ». *Anesthesiology* 112 (2): 453‑61. https://doi.org/10.1097/ALN.0b013e3181c5e5f2.
Lehmann, Sylvia, Steffen Leonhardt, Chuong Ngo, Lukas Bergmann, Simone Schrading, Konrad Heimann, Norbert Wagner, et Klaus Tenbrock. 2018. « Electrical Impedance Tomography as Possible Guidance for Individual Positioning of Patients with Multiple Lung Injury ». *The Clinical Respiratory Journal* 12 (1): 68‑75. https://doi.org/10.1111/crj.12481.

Références

Longhini, Federico, Jessica Maugeri, Cristina Andreoni, Chiara Ronco, Andrea Bruni, Eugenio Garofalo, Corrado Pelaia, Camilla Cavicchi, Sergio Pintaudi, et Paolo Navalesi. 2019. « Electrical Impedance Tomography during Spontaneous Breathing Trials and after Extubation in Critically Ill Patients at High Risk for Extubation Failure: A Multicenter Observational Study ». *Annals of Intensive Care* 9 (1): 88. https://doi.org/10.1186/s13613-019-0565-0.
Mauri, Tommaso, Cecilia Turrini, Nilde Eronia, Giacomo Grasselli, Carlo Alberto Volta, Giacomo Bellani, et Antonio Pesenti. 2017. « Physiologic Effects of High-Flow Nasal Cannula in Acute Hypoxemic Respiratory Failure ». *American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine* 195 (9): 1207‑15. https://doi.org/10.1164/rccm.201605-0916OC.
Pérez-Terán, Purificación, Judith Marin-Corral, Irene Dot, Sergio Sans, Rosana Muñoz-Bermúdez, Raquel Bosch, Clara Vila, et Joan Ramon Masclans. 2019. « Aeration Changes Induced by High Flow Nasal Cannula Are More Homogeneous than Those Generated by Non-Invasive Ventilation in Healthy Subjects ». *Journal of Critical Care* 53: 186‑92. https://doi.org/10.1016/j.jcrc.2019.06.009.
Putensen, Christian, Benjamin Hentze, Stefan Muenster, et Thomas Muders. 2019. « Electrical Impedance Tomography for Cardio-Pulmonary Monitoring ». *Journal of Clinical Medicine* 8 (8). https://doi.org/10.3390/jcm8081176.
Reychler, Gregory, Valeska Uribe Rodriguez, Cheryl Elizabeth Hickmann, Bertrand Tombal, Pierre-François Laterre, Axel Feyaerts, et Jean Roeseler. 2018. « Incentive Spirometry and Positive Expiratory Pressure Improve Ventilation and Recruitment in Postoperative Recovery: A Randomized Crossover Study ». *Physiotherapy Theory and Practice*, février, 1‑7. https://doi.org/10.1080/09593985.2018.1443185.
Riedel, Thomas, Tanya Richards, et Andreas Schibler. 2005. « The Value of Electrical Impedance Tomography in Assessing the Effect of Body Position and Positive Airway Pressures on Regional Lung Ventilation in Spontaneously Breathing Subjects ». *Intensive Care Medicine* 31 (11): 1522‑28. https://doi.org/10.1007/s00134-005-2734-x.
Roldán, Rollin, Shalim Rodriguez, Fernando Barriga, Mauro Tucci, Marcus Victor, Glasiele Alcala, Renán Villamonte, et al. 2022. « Sequential Lateral Positioning as a New Lung Recruitment Maneuver: An Exploratory Study in Early Mechanically Ventilated Covid-19 ARDS Patients ». *Annals of Intensive Care* 12 (1): 13. https://doi.org/10.1186/s13613-022-00988-9.
Rowley, Daniel D., Thomas P. Malinowski, Joseph L. Di Peppe, Ryan M. Sharkey, Daniel U. Gochenour, et Kyle B. Enfield. 2019. « A Randomized Controlled Trial Comparing Two Lung Expansion Therapies After Upper Abdominal Surgery ». *Respiratory Care*, mai. https://doi.org/10.4187/respcare.06812.
Sánchez-Iglesias, Andrés, Milagros Fernández-Lucas, et José L. Teruel. 2012. « The Electrical Basis of Bioimpedance ». *Nefrología (English Edition)* 32 (2): 133‑35. https://doi.org/10.3265/Nefrologia.pre2012.Jan.11310.

Références

Sella, Nicolò, Tommaso Pettenuzzo, Francesco Zarantonello, Giulio Andreatta, Alessandro De Cassai, Chiara Schiavolin, Caterina Simoni, Laura Pasin, Annalisa Boscolo, et Paolo Navalesi. 2021. « Electrical Impedance Tomography: A Compass for the Safe Route to Optimal PEEP ». *Respiratory Medicine* 187 (octobre): 106555. https://doi.org/10.1016/j.rmed.2021.106555.

Shono, Atsuko, et Toru Kotani. 2019. « Clinical Implication of Monitoring Regional Ventilation Using Electrical Impedance Tomography ». *Journal of Intensive Care* 7: 4. https://doi.org/10.1186/s40560-019-0358-4.

Teschner, Eckhard, Michael Imhoff, et Steffen Leonhardt. s. d. « Electrical Impedance Tomography: The Realisation of Regional Ventilation Monitoring. Notice Fabricant Dräger. 2nd Édition. » Notice Fabricant Dräger: 152.

Thomson, Jessica, Christoph M. Rüegger, Elizabeth J. Perkins, Prue M. Pereira-Fantini, Olivia Farrell, Louise S. Owen, et David G. Tingay. 2020. « Regional Ventilation Characteristics during Non-Invasive Respiratory Support in Preterm Infants ». *Archives of Disease in Childhood. Fetal and Neonatal Edition*, novembre. https://doi.org/10.1136/archdischild-2020-320449.

Wang, Guan, Lei Zhang, Bin Li, Bingyin Niu, Jian Jiang, Duo Li, Zhu Yue, et Yibing Weng. 2021. « The Application of Electrical Impedance Tomography During the Ventilator Weaning Process ». *International Journal of General Medicine* 14: 6875‑83. https://doi.org/10.2147/IJGM.S331772.

Yuan, Siyi, Yi Chi, Yun Long, Huaiwu He, et Zhanqi Zhao. 2021. « Effect of Position Change From the Bed to a Wheelchair on the Regional Ventilation Distribution Assessed by Electrical Impedance Tomography in Patients With Respiratory Failure ». *Frontiers in Medicine* 8: 744958. https://doi.org/10.3389/fmed.2021.744958.

Yuan, Zhiyong, Xiaoning Han, Lisha Wang, Ping Xue, Yunbo Sun, Inéz Frerichs, Knut Möller, Jinyan Xing, et Zhanqi Zhao. 2020. « Oxygen Therapy Delivery and Body Position Effects Measured With Electrical Impedance Tomography ». *Respiratory Care* 65 (3): 281‑87. https://doi.org/10.4187/respcare.07109.

Zhang, Rui, Huaiwu He, Long Yun, Xiang Zhou, Xu Wang, Yi Chi, Siyi Yuan, et Zhanqi Zhao. 2020. « Effect of Postextubation High-Flow Nasal Cannula Therapy on Lung Recruitment and Overdistension in High-Risk Patient ». *Critical Care (London, England)* 24 (1): 82. https://doi.org/10.1186/s13054-020-2809-7.

Zhao, Zhanqi, Knut Möller, Daniel Steinmann, Inéz Frerichs, et Josef Guttmann. 2009. « Evaluation of an Electrical Impedance Tomography-Based Global Inhomogeneity Index for Pulmonary Ventilation Distribution ». *Intensive Care Medicine* 35 (11): 1900‑1906. https://doi.org/10.1007/s00134-009-1589-y.