

# ΟΞΕΙΑ ΑΝΑΠΝΕΥΣΤΙΚΗ ΑΝΕΠΑΡΚΕΙΑ: Ο ΡΟΛΟΣ ΤΗΣ ΡΙΝΙΚΗΣ ΟΞΥΓΟΝΟΘΕΡΑΠΕΙΑΣ ΥΨΗΛΗΣ ΡΟΗΣ (HIGH FLOW NASAL CANNULA)

ΙΣΧΑΚΗ ΕΛΕΝΗ

Πνευμονολόγος-Εντατικολόγος

Επιμελήτρια Α'

Α' Κλινική Εντατικής Θεραπείας

Νοσοκομείο Εναγγελισμός



27<sup>ο</sup>  
ΠΑΝΕΛΛΗΝΙΟ  
ΠΝΕΥΜΟΝΟΛΟΓΙΚΟ  
ΣΥΝΕΔΡΙΟ

## Δομή παρουσίασης

- Κλασική οξυγονοθεραπεία
- Παρουσίαση συσκευής οξυγονοθεραπείας υψηλής ροής
- Μηχανισμοί δράσης
- Αλγόριθμος εφαρμογής της οξυγονοθεραπείας υψηλής ροής στην οξεία υποξαιμική αναπνευστική ανεπάρκεια

# Κλασική Οξυγονοθεραπεία

## Χαμηλής ροής

- Ρινική κάνουλα
- Απλή μάσκα
- Μερικής / μη επανεισπνοής μάσκα



## Υψηλής ροής

- Μάσκα Venturi
- Τέντα οξυγόνου
- T-tube



Device	Flow Rates	Delivered O <sub>2</sub> *
Nasal cannula	1 L/min	21%-24%
	2 L/min	25%-28%
	3 L/min	28%-32%
	4 L/min	32%-36%
Simple mask	5-8 L/min	36%-40%
	10-15 L/min	80%
	15-20 L/min	90%
	20-25 L/min	95%-100%
Bipap	4-8 L/min	24%-40%
	10-12 L/min	40%-50%

Simple mask

- Σε νψηλές εισπνευστικές ροές του ασθενή
1. Ασταθές FiO<sub>2</sub>
  2. Ανεπαρκής εφύγρανση (<10%) και θέρμανση του οξυγόνου

\*Percentage is approximate.

# Παρονσίαση ρινικής οξυγονοθεραπείας υψηλής ροής

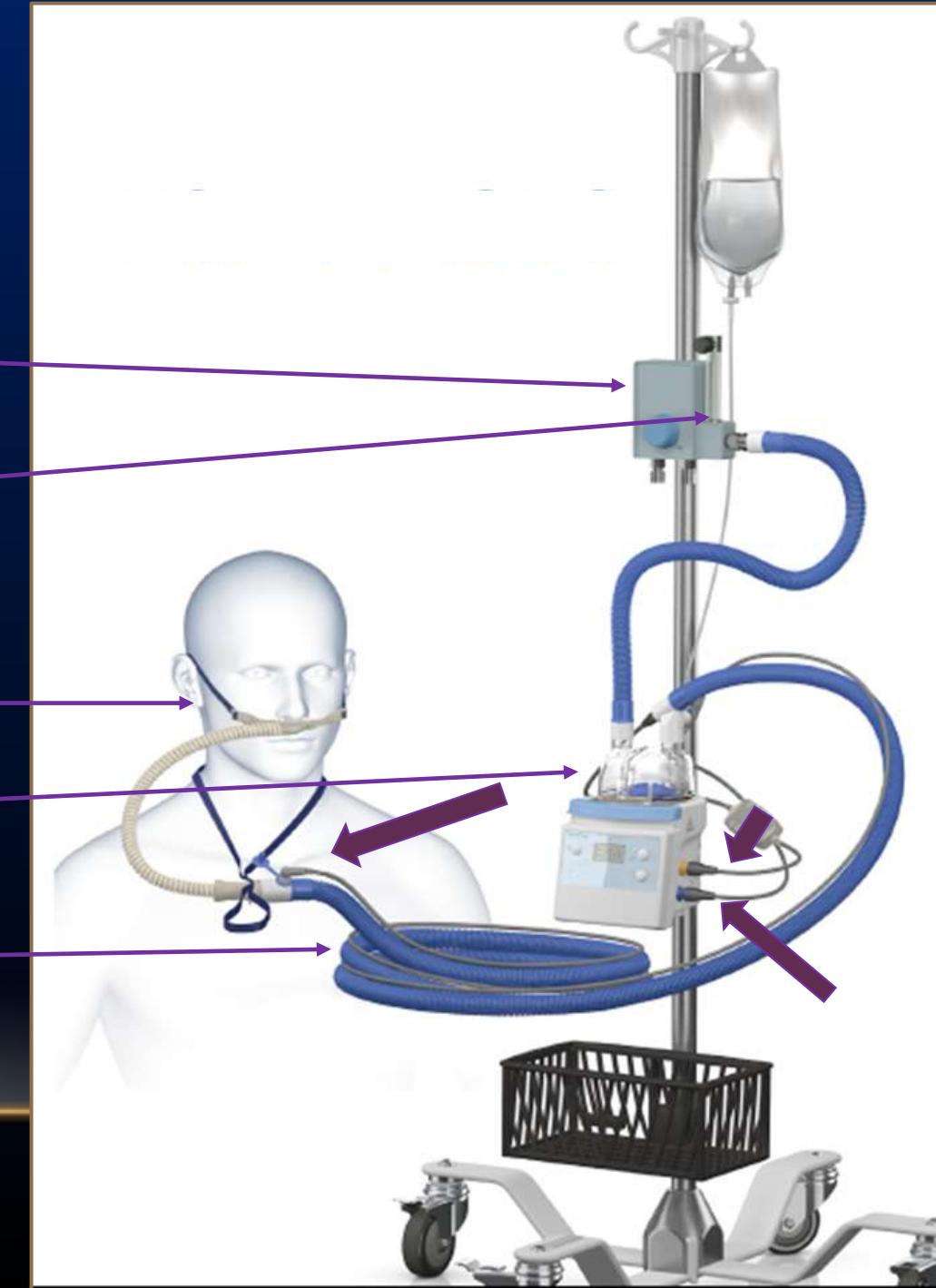
Μίκτης οξυγόνου / αέρα  
(21%-100%)

Ροόμετρο  
(10-60 L/min)

Ρινική κάνουλα

Υγραντήρας

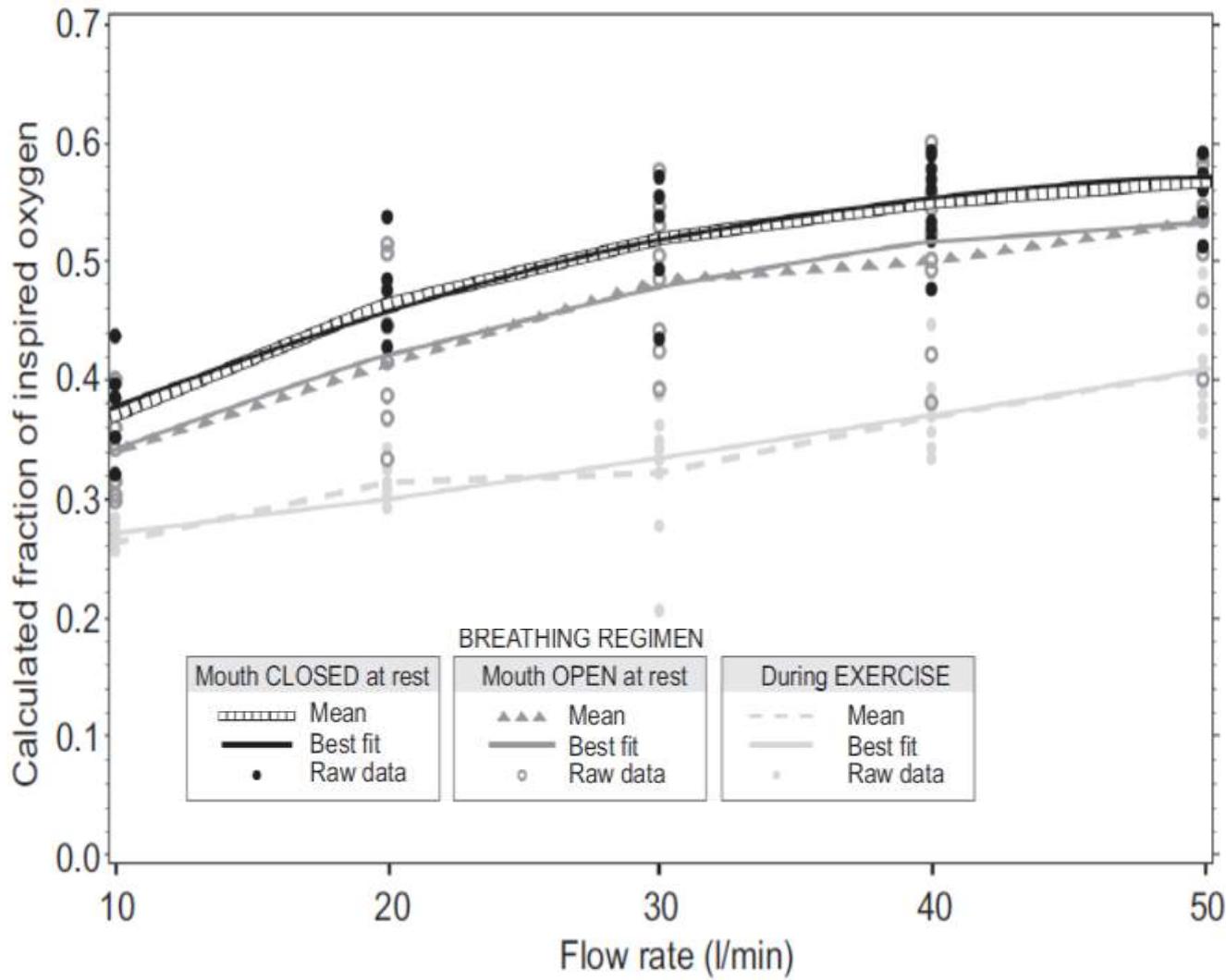
Θερμαινόμενος σωλήνας



## Μηχανισμοί κλινικού οφέλους από τη χρήση του ΝΗΦΟ

1. Υψηλότερες και πιο σταθερές τιμές FiO<sub>2</sub>
2. Μείωση ανατομικού νεκρού χώρου
3. Εφύγρανση και θέρμανση του χορηγούμενου οξυγόνου
4. Δημιουργία θετικών πιέσεων στους αεραγωγούς
5. Μειωμένο έργο αναπνοής

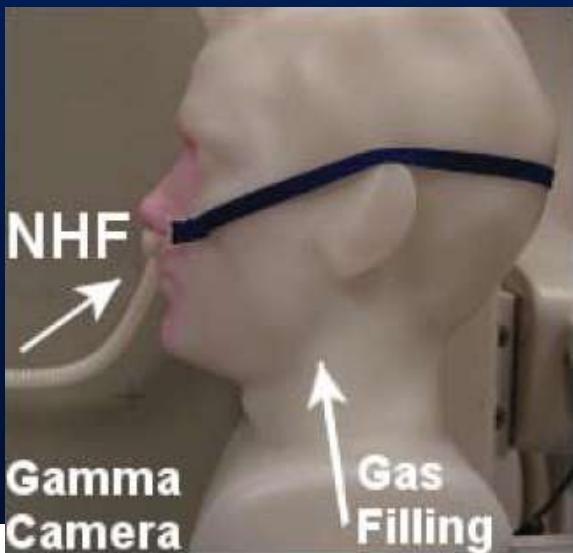
# 1. Υψηλή και σταθερή τιμή $\text{FiO}_2$



Εθελοντές, μέτρηση  $\text{FiO}_2$  στο φάρυγγα με οξυγραφία σε διάφορες ροές με εξωγενώς χορηγούμενο  $\text{FiO}_2=60\%$

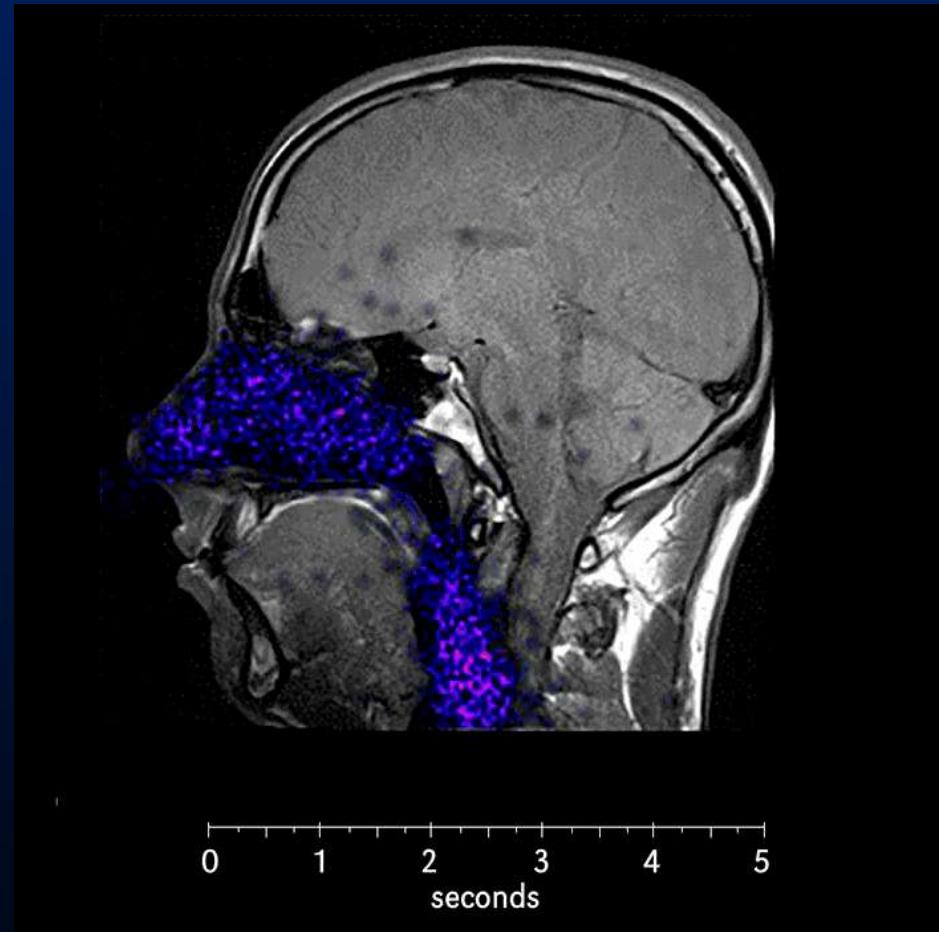
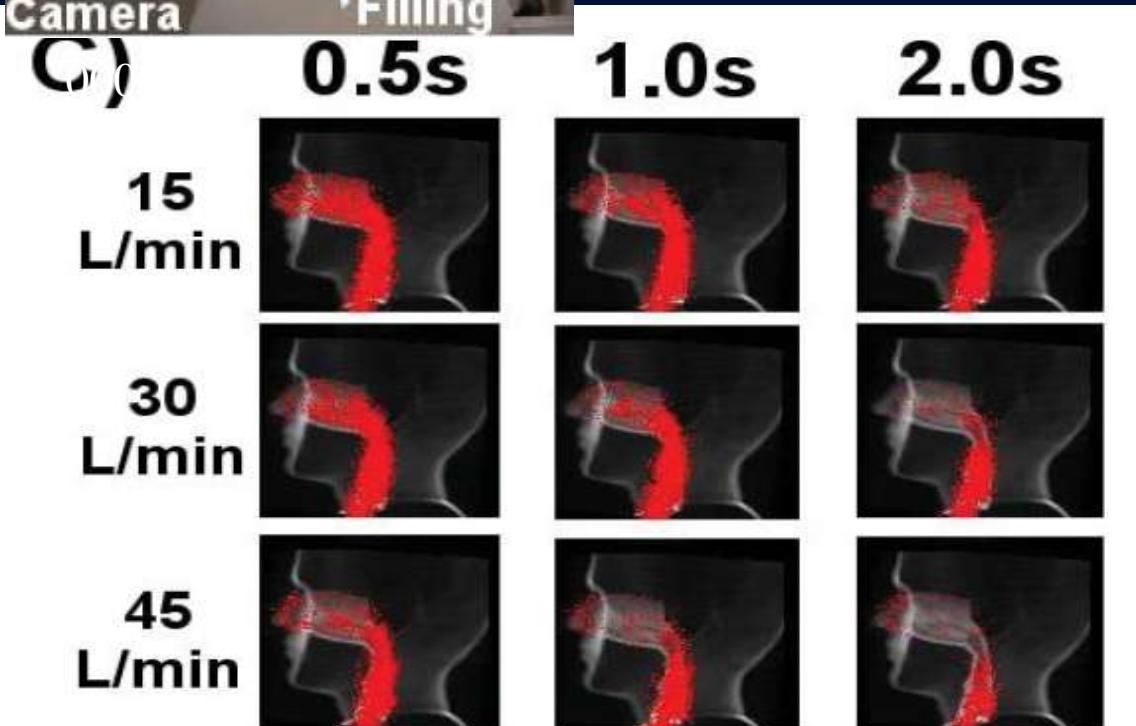
Ritchie JE et al, Anaesth Intensive Care 2011; 39: 1103-1110

## 2. «Ξέπλυμα» ανατομικού νεκρού χώρου



Μοντέλου ανώτερου αεραγωγού-  
μελέτη κάθαρσης  $^{81m}\text{Kr}$  με γ-  
κάμερα

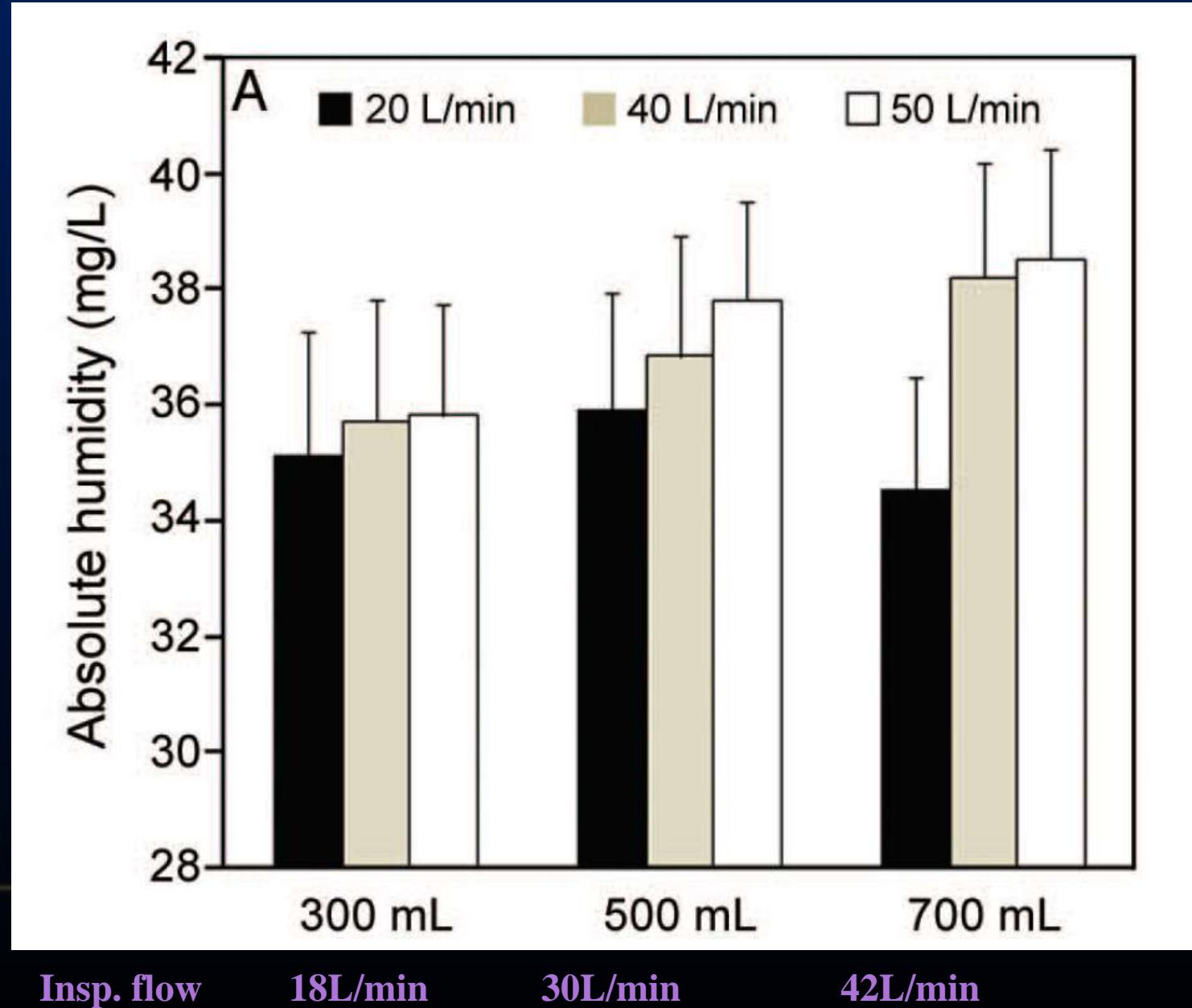
Moller W et al, J Appl Physiol 2015; 118: 1525–1532



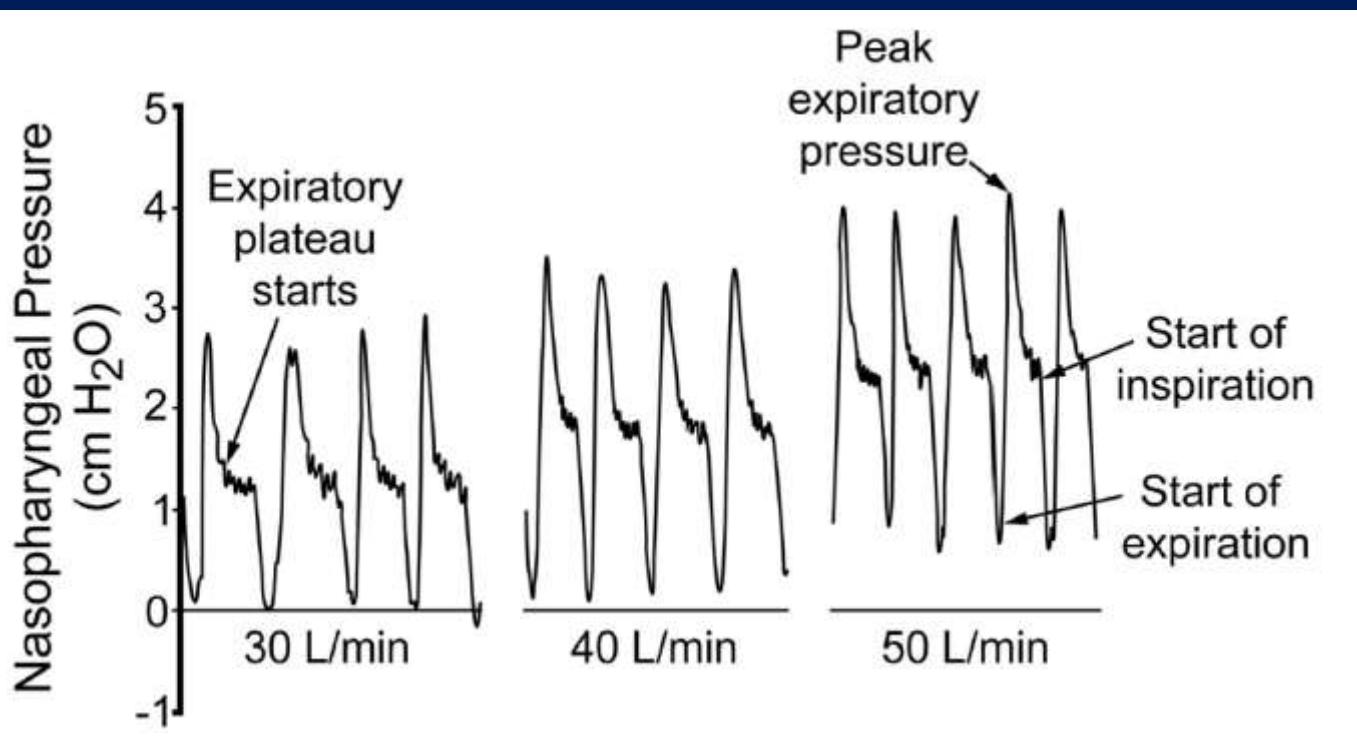
Υγιείς εθελοντές μετά από πλήρωση ανώτερων  
αεραγωγών με  $^{81m}\text{Kr}$

Moller et al, J Appl Physiol 2017;122:191–197

### 3. Εφύγρανση και θέρμανση του εισπνεόμενου οξυγόνου



## 4. Δημιουργία θετικών πιέσεων αεραγωγών



Καρδιο-ΙCU ασθενείς, ρινοφαρυγγικός καθετήρας με μανόμετρο και εφαρμογή NHFO σε διάφορες ροές

Parke et al, Respir Care 2013;1621–1624

Table 2. Airway Pressures Delivered With Nasal High Flow Oxygen

Flow L/min	Airway Pressure (cm H <sub>2</sub> O)	Average Plateau Pressure (cm H <sub>2</sub> O)	Peak Expiratory Pressure (cm H <sub>2</sub> O)	Average Expiratory Pressure (cm H <sub>2</sub> O)	Average Inspiratory Pressure (cm H <sub>2</sub> O)
30	1.52 ± 0.6	1.71 ± 0.73	3.01 ± 1.18	2.1 ± 0.83	0.55 ± 0.38
40	2.21 ± 0.8	2.48 ± 0.94	3.81 ± 1.45	2.88 ± 1.04	1.11 ± 0.51
50	3.10 ± 1.2	3.41 ± 1.24	4.86 ± 1.79	3.81 ± 1.33	1.77 ± 0.69

Values are mean ± SD.

# Αύξηση του τελοεκπνευστικού όγκου των πνεύμονα

Κάρδιο-ICU με αναπνευστική ανεπάρκεια: μέτρηση EELV με electrical impedance tomography

Table 2 Outcome variables. Low-flow oxygen compared with HFNCs

Variable	Low-flow oxygen [mean (sd)]	HFNC [mean (sd)]	Mean difference [mean (sd)]	95% confidence interval	P-value
End-expiratory lung impedance (units)	419 (212.5)	1936 (212.9)	1517 (46.6)	1425, 1608	<0.001
Mean airway pressure (cm H <sub>2</sub> O)	-0.3 (0.9)	2.7 (1.2)	3.0 (1.3)	2.4, 3.7	<0.001
Respiratory rate (bpm)	20.9 (4.4)	17.5 (4.6)	-3.4 (2.8)	-2.0, -4.7	<0.001
Borg score 0-10	2.7 (2.6)	1.9 (2.3)	-0.8 (1.2)	-0.1, -1.4	0.023
	95.1)	159 (21.6)	117, 201	<0.001	
	7.9)	30.6 (25.9)	17.9, 43.3	<0.001	

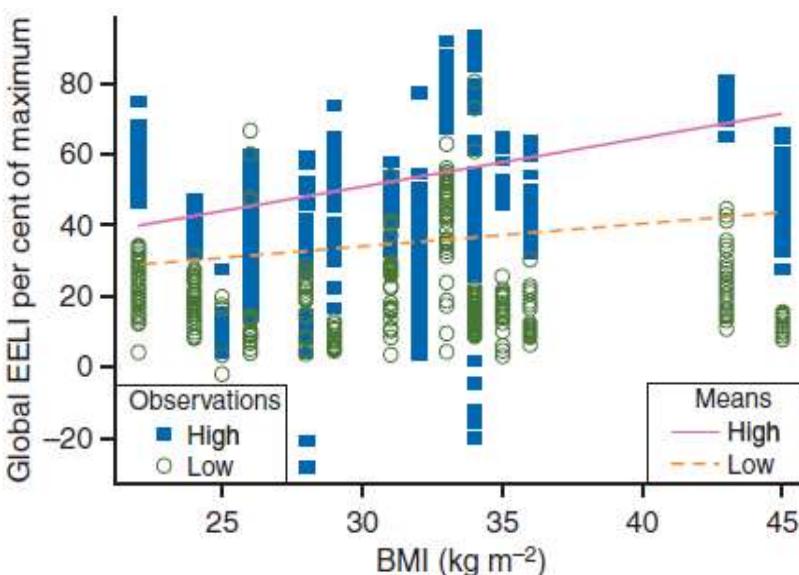


Fig 3 Average global end-expiratory lung impedance (EELI) (as a per cent of maximum) by BMI on low-flow oxygen (low) and HFNCs (high).

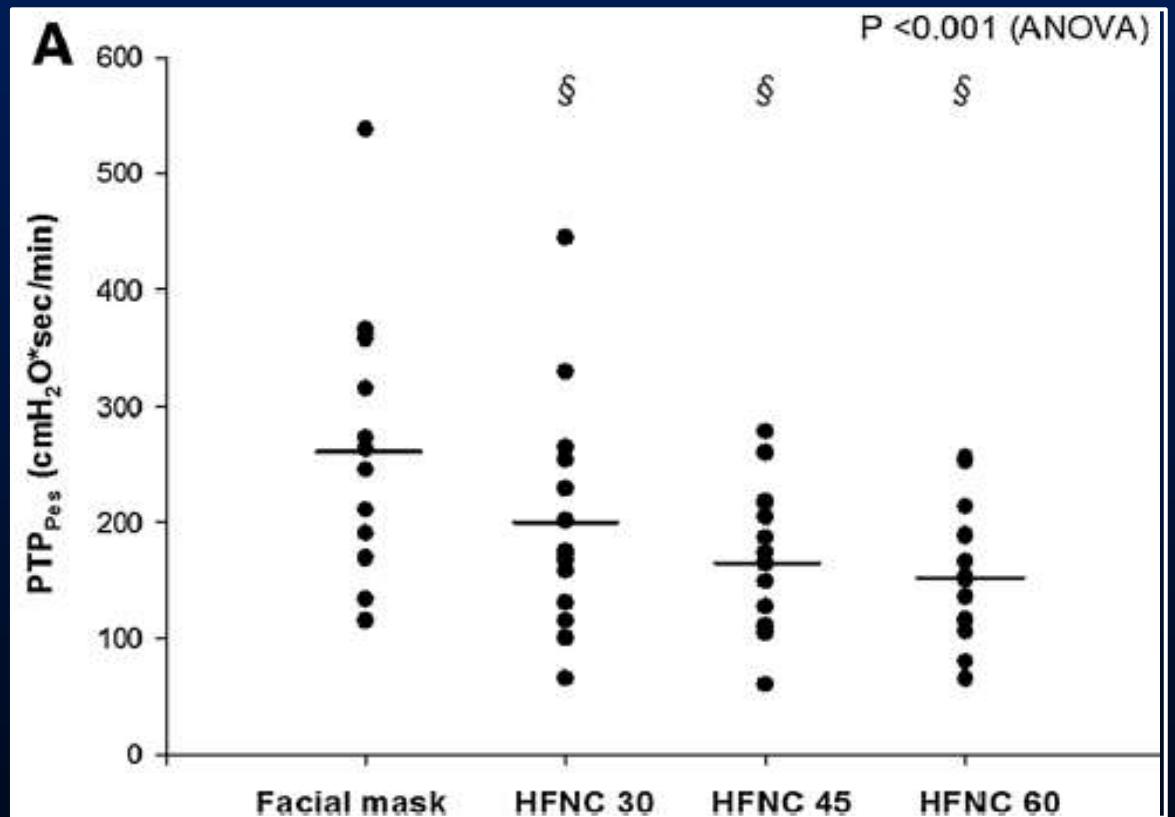
↑ recruitment

↑ compliance, ↑ FRC

↑ FRC, ↑ V<sub>A</sub>,  
σταθερό FiO<sub>2</sub>

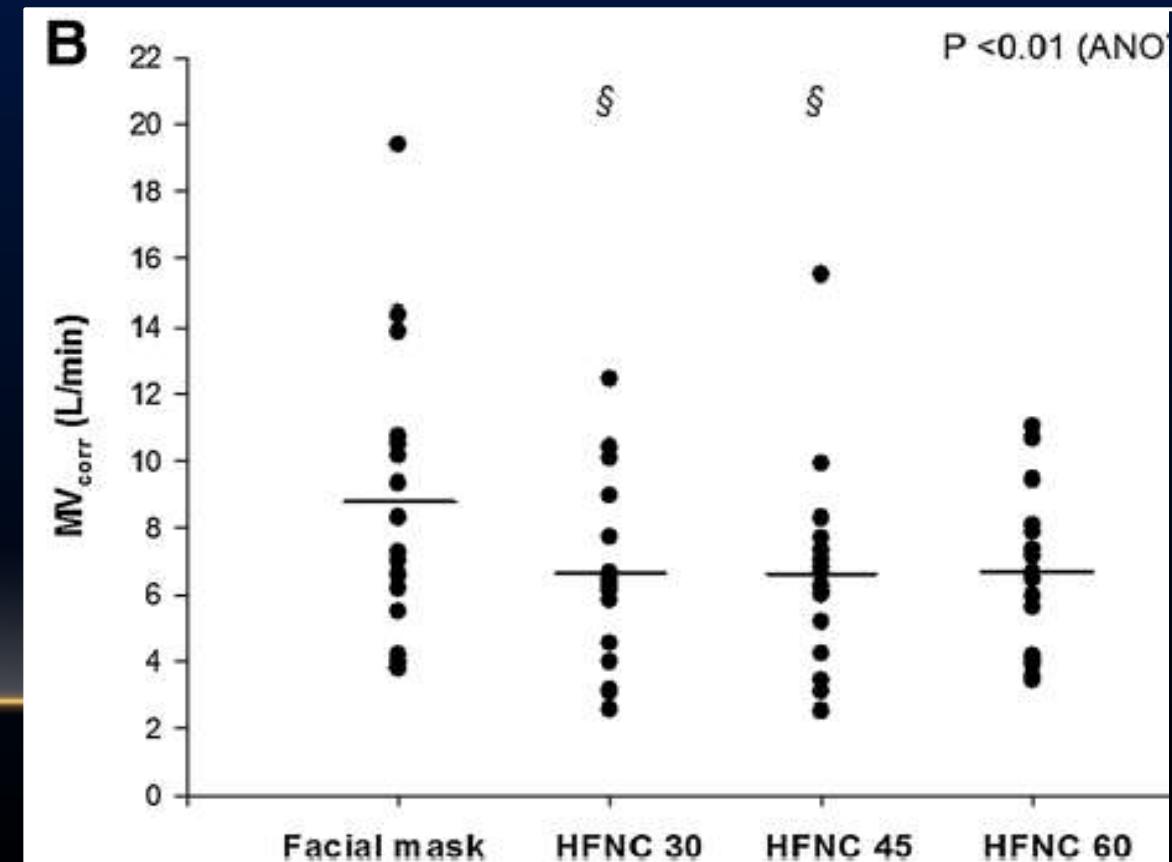
↑25% EELV  
(στόμα ανοιχτό /  
κλειστό)

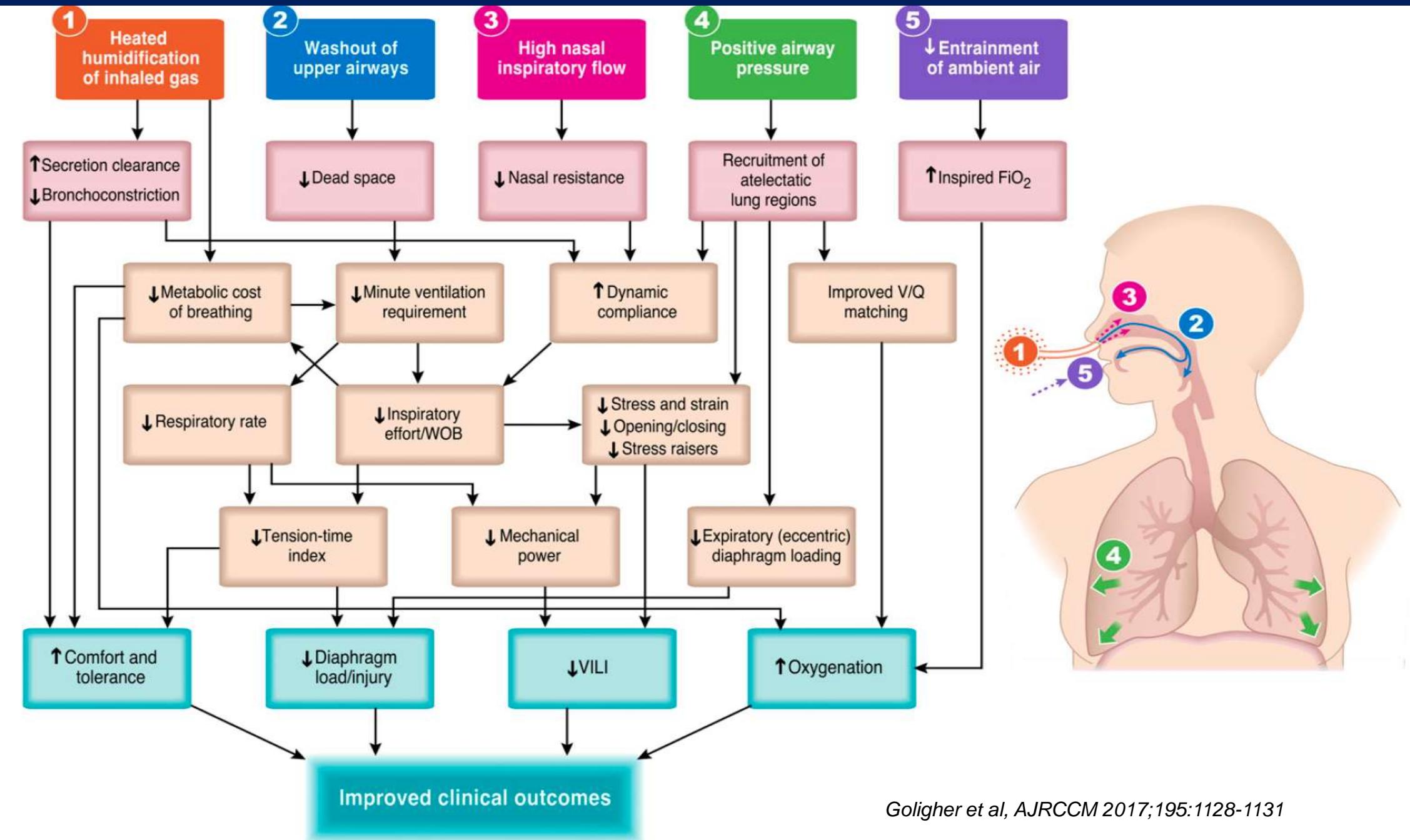
## 5. Μείωση έργου αναπνοής



Διακύμανση φυσιολογικών μεταβλητών με την αύξηση της ροής στο NHFO σε ασθενείς με ΑΑ

Mauri T, Intensive Care Med 2017 (10):1453-1463





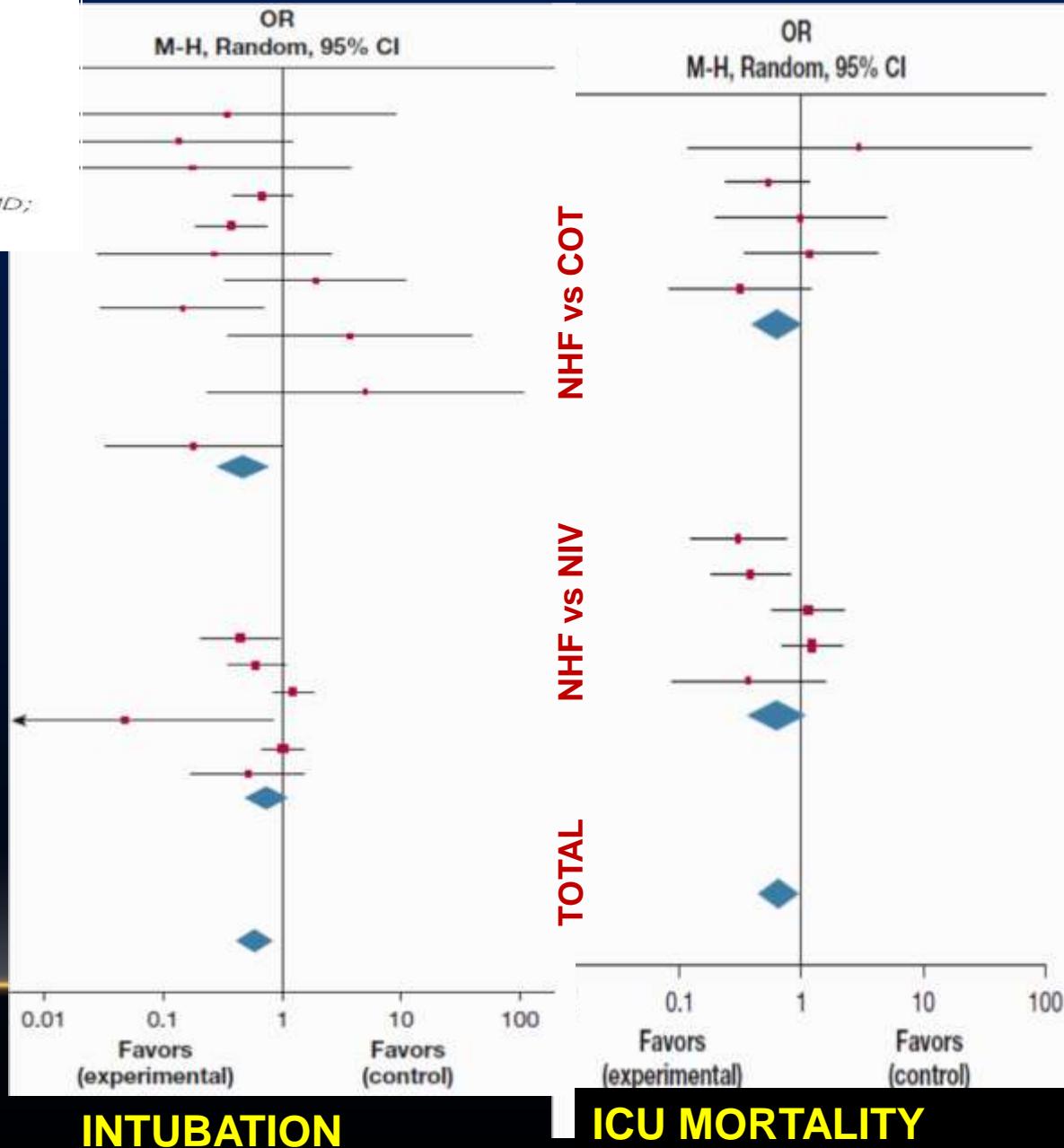
# Can High-flow Nasal Cannula Reduce the Rate of Endotracheal Intubation in Adult Patients With Acute Respiratory Failure Compared With Conventional Oxygen Therapy and Noninvasive Positive Pressure Ventilation? A Systematic Review and Meta-analysis

Yue-Nan Ni, MM; Jian Luo, MD; He Yu, MD; Dan Liu, MD; Zhong Ni, MD; Jiangli Cheng, MD; Bin-Miao Liang, MD; and Zong-An Liang, MD

Ανασκόπηση & μετα-ανάλυση μελετών όπου συγκρίνεται το NHFO με COT και NIV

**Conclusion:** Compared with COT, NHFO could reduce the rate of endotracheal intubation in patients with ARF but could not reduce either ICU mortality or ICU LOS. With similar respiratory mechanics and equivalent clinical outcomes but better compliance and fewer complications, NHFO may serve as a reliable substitute for NIV

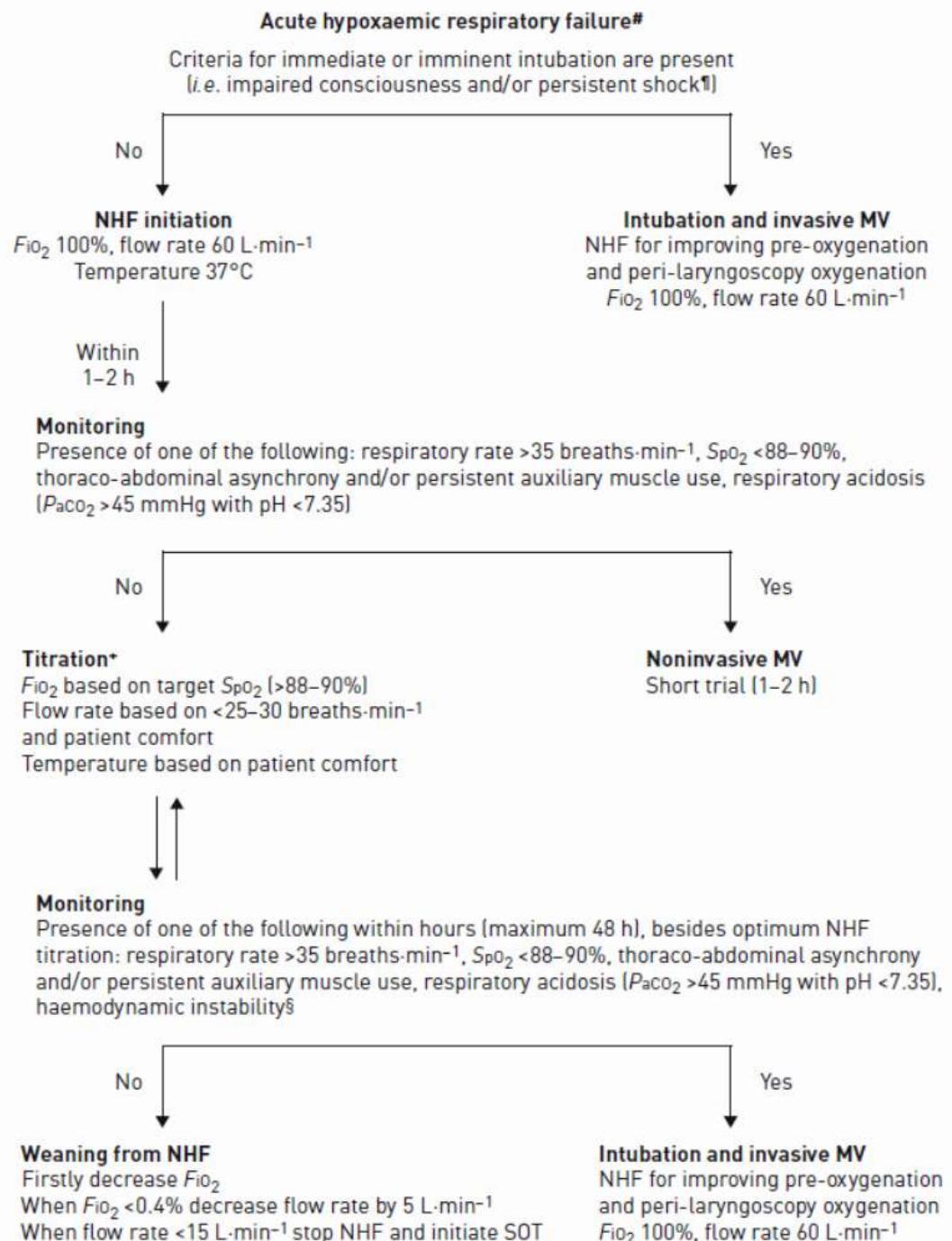
CHEST 2017; 151(4):764-775



# Nasal high flow therapy: a novel treatment rather than a more expensive oxygen device

Eleni Ischaki, Ioannis Pantazopoulos and Spyros Zakynthinos

Eur Respir Rev. 2017 Aug 9;26(145)



## Acute hypoxaemic respiratory failure<sup>#</sup>

Criteria for immediate or imminent intubation are present  
(i.e. impaired consciousness and/or persistent shock<sup>¶</sup>)

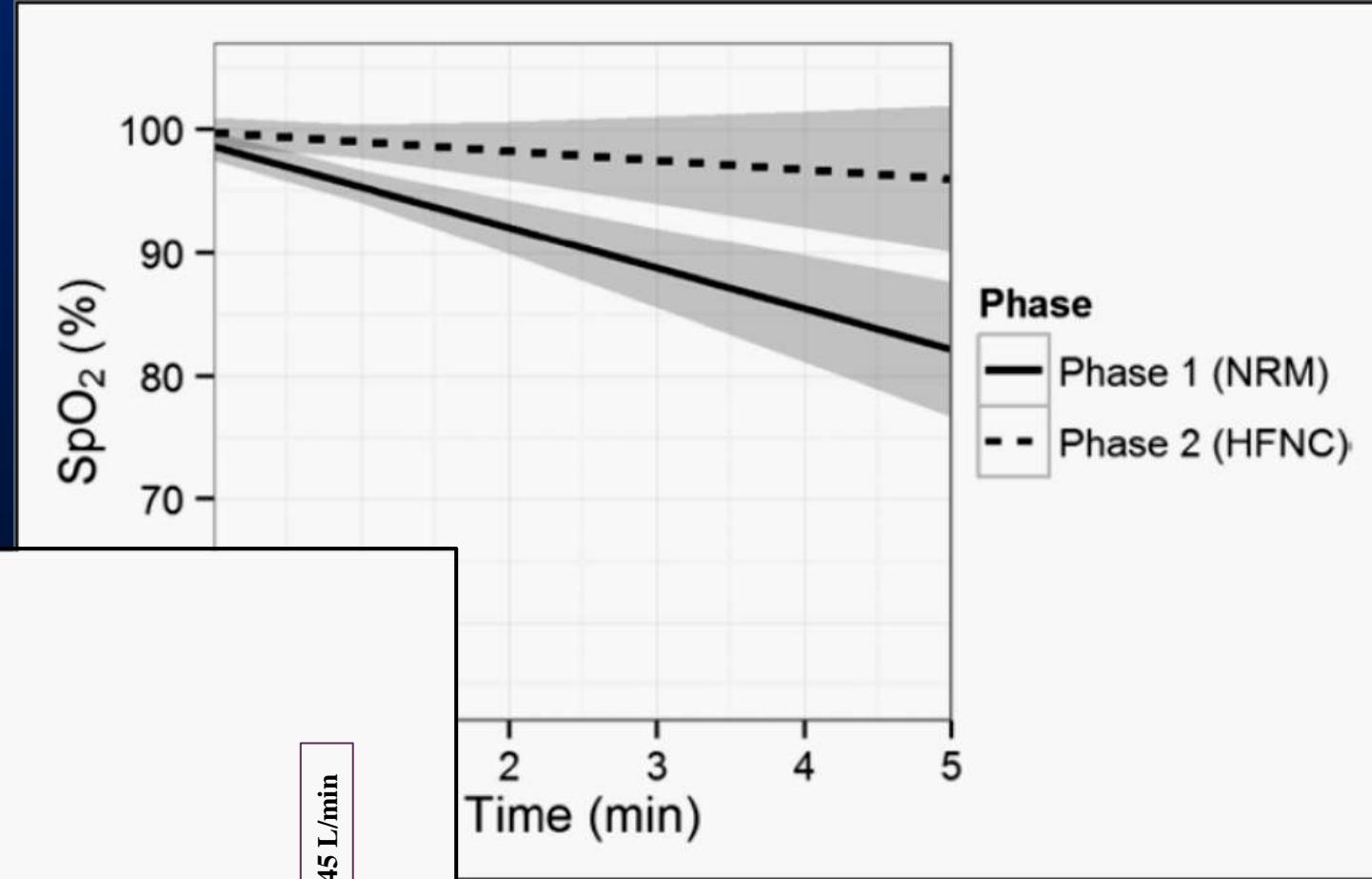
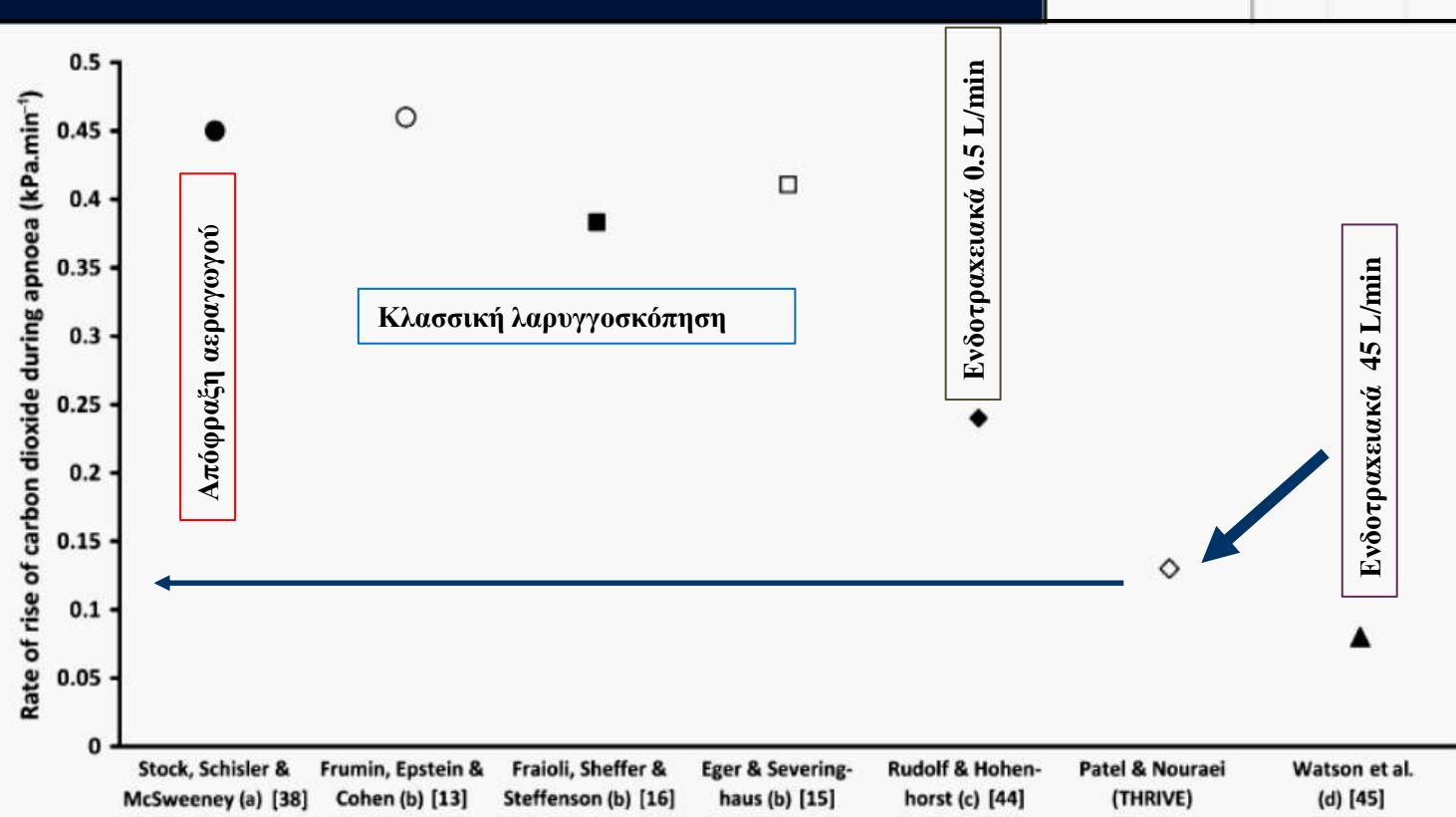
Yes

### Intubation and invasive MV

NHF for improving pre-oxygenation  
and peri-laryngoscopy oxygenation  
 $F_{iO_2}$  100%, flow rate  $60 \text{ L} \cdot \text{min}^{-1}$

## NHFO vs MME ως μέθοδος προ-οξυγόνωσης σε ασθενείς ΜΕΘ

Miguel-Montanes et al, Crit Care Med 2015;43:574-583



Καταγραφή δεδομένων προ-οξυγόνωσης με NHFO σε δύσκολο αεραγωγό

THRIVE study: Patel et al, Anaesthesia 2015;70:323–329

## Acute hypoxaemic respiratory failure<sup>#</sup>

Criteria for immediate or imminent intubation are present  
(i.e. impaired consciousness and/or persistent shock<sup>¶</sup>)

No

### NHF initiation

$F_{iO_2}$  100%, flow rate 60 L·min<sup>-1</sup>  
Temperature 37°C

Yes

### Intubation and invasive MV

NHF for improving pre-oxygenation  
and peri-laryngoscopy oxygenation  
 $F_{iO_2}$  100%, flow rate 60 L·min<sup>-1</sup>

**Γιατί χρειάζεται να ξεκινάμε με τη μέγιστη ροή?**

# Optimum support by high-flow nasal cannula in acute hypoxemic respiratory failure: effects of increasing flow rates

Intensive Care Med 2017 (10):1453-1463

Tommaso Mauri<sup>1,2</sup>, Laura Alban<sup>3</sup>, Cecilia Turrini<sup>3</sup>, Barbara Cambiaghi<sup>4</sup>, Eleonora Carlesso<sup>1</sup>, Paolo Taccone<sup>2</sup>, Nicola Bottino<sup>2</sup>, Alfredo Lissoni<sup>2</sup>, Savino Spadaro<sup>3</sup>, Carlo Alberto Volta<sup>3</sup>, Luciano Gattinoni<sup>5</sup>, Antonio Pesenti<sup>1,2\*</sup> and Giacomo Grasselli<sup>2</sup>

**Table 3 Identification of the optimum flow for each of the studied physiologic parameters**

Targeted physiologic variable	Optimum flow rate <sup>a</sup>		
	HFNC 30 l/min	HFNC 45 l/min	HFNC 60 l/min
ΔPes	×	×	✓
PTP <sub>Pes</sub>	×	×	✓
ΔEELV <sub>glob</sub>	×	×	✓
ΔEELV <sub>dep</sub>	×	×	✓
MV	✓	×	×
MVcorr	✓	×	×
V <sub>T, glob</sub> /ΔPes	×	×	✓
RR	×	×	✓
PaO <sub>2</sub> /FiO <sub>2</sub>	×	×	✓

## Conclusions

In patients with AHRF, HFNC delivered at increasing flow rates linearly improves respiratory drive, end-expiratory lung volume, lung mechanics and oxygenation, while effort and minute ventilation decreases in an exponential way, with most of the effects already obtained at a flow rate of 30 l/min. Individual improvements may be highly heterogeneous, and ideally the HFNC optimum flow rate should be personalized, rather than being based on average population values. In the real-life ICU setting, time constraints could hinder accurate flow titration based on the target physiologic parameter, and a simplified approach with selection of the highest flow rate tolerated by the patient, starting from 60 l/min, may be a reasonable alternative.

# Acute hypoxaemic respiratory failure<sup>#</sup>

Criteria for immediate or imminent intubation are present  
(i.e. impaired consciousness and/or persistent shock<sup>¶</sup>)

No

## NHF initiation

$F_{iO_2}$  100%, flow rate 60 L·min<sup>-1</sup>  
Temperature 37°C

Within  
1-2 h

Yes

## Intubation and invasive MV

NHF for improving pre-oxygenation  
and peri-laryngoscopy oxygenation  
 $F_{iO_2}$  100%, flow rate 60 L·min<sup>-1</sup>

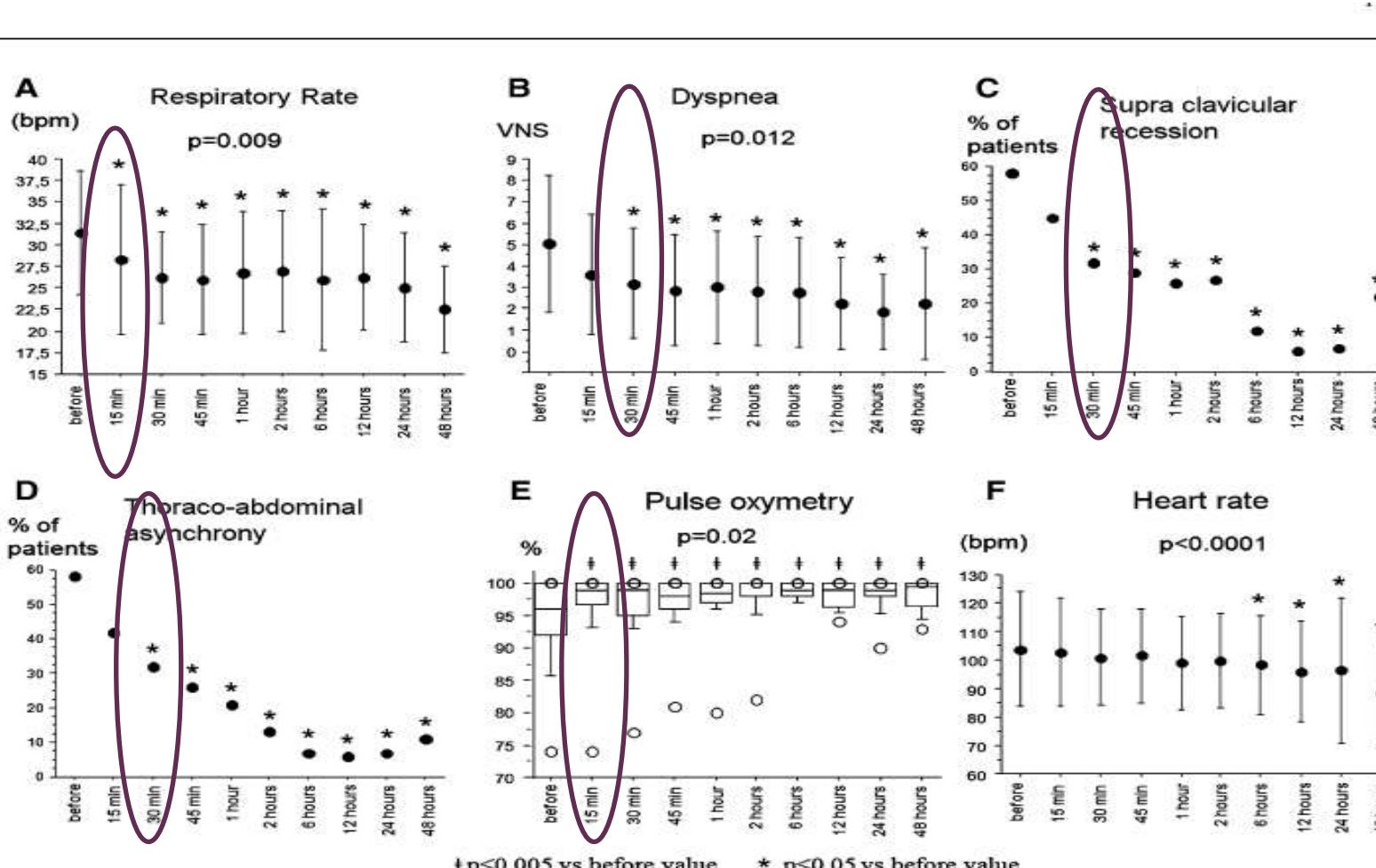
## Monitoring

Presence of one of the following: respiratory rate >35 breaths·min<sup>-1</sup>,  $SpO_2$  <88–90%,  
thoraco-abdominal asynchrony and/or persistent auxiliary muscle use, respiratory acidosis  
( $P_{aCO_2}$  >45 mmHg with pH <7.35)

# Impact of high-flow nasal cannula oxygen therapy on intensive care unit patients with acute respiratory failure: A prospective observational study<sup>☆,☆☆</sup>

Sztrymf B et al, Int Care Med 2011;37:1780

Benjamin Sztrymf<sup>a,b</sup>, Jonathan Messika<sup>a,b,1</sup>, Thomas Mayot<sup>a,1</sup>, Hugo Lenglet<sup>a</sup>, Didier Dreyfuss<sup>a,b</sup>, Jean-Damien Ricard<sup>a,b,\*</sup>



**Fig. 1** Evolution of clinical patterns. Results are expressed as mean  $\pm$  standard deviation except for pulse oximetry expressed as a box plot with median, interquartile and maximum values (open circles). A significant improvement is observed concerning

respiratory rate, pulse oximetry, dyspnea score, clinical signs of respiratory distress and heart rate. \*p < 0.05 versus before value, +p < 0.005 versus before value

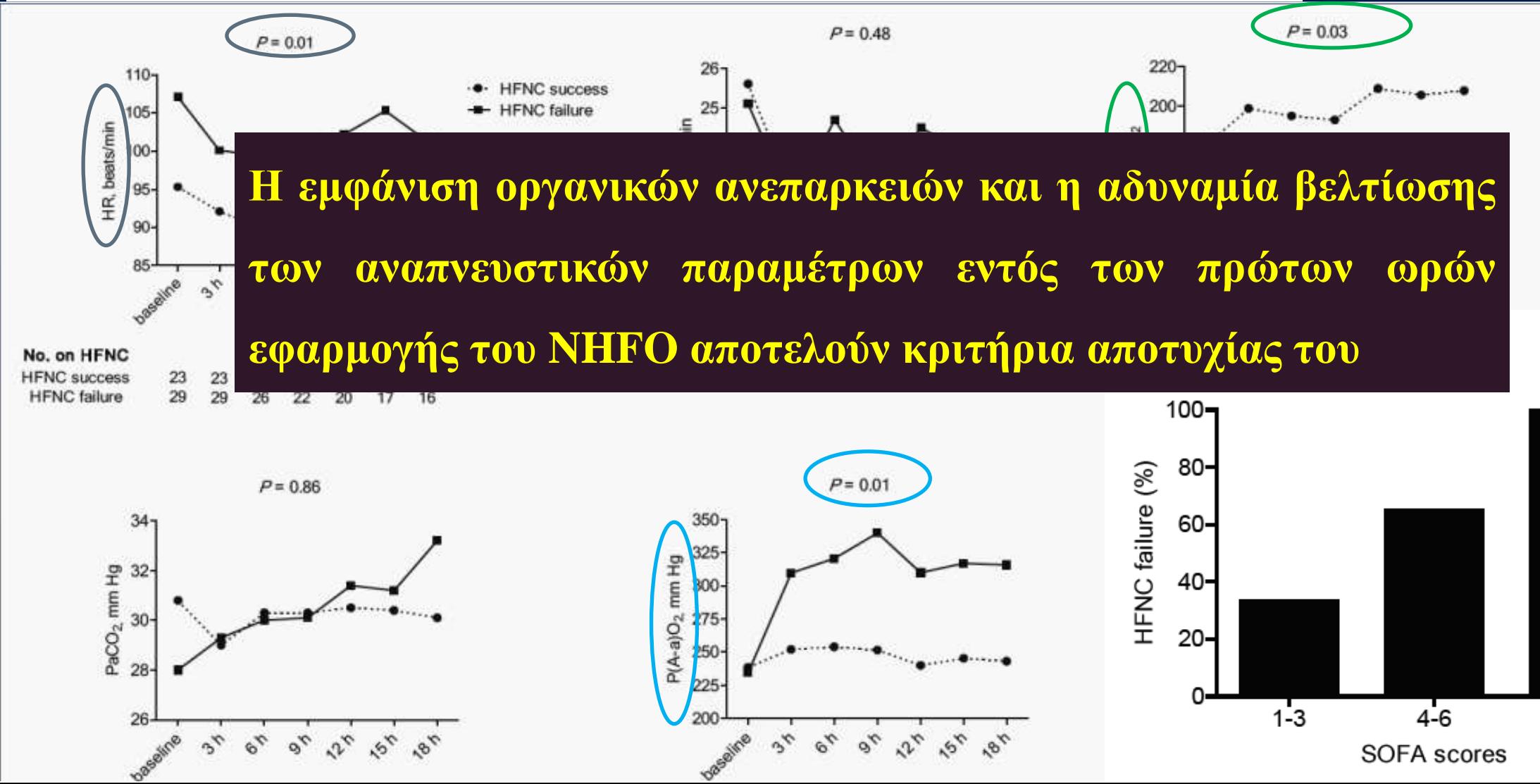
Εκτίμηση  
αποτελεσματικότητας,  
ασφάλειας και έκβασης  
σε ασθενείς με ΑΑ στη  
ΜΕΘ υπό NHF

Avoidance of intubation >75%

# Predictors of high flow nasal cannula failure in immunocompromised patients with acute respiratory failure due to non-HIV pneumocystis pneumonia

Won-Young Kim<sup>1,2</sup>, Heungsup Sung<sup>3</sup>, Sang-Bum Hong<sup>4</sup>, Chae-Man Lim<sup>4</sup>, Younsuck Koh<sup>4</sup>, Jin Won Huh<sup>4</sup>

J Thorac Dis 2017;9(9):3013-3022



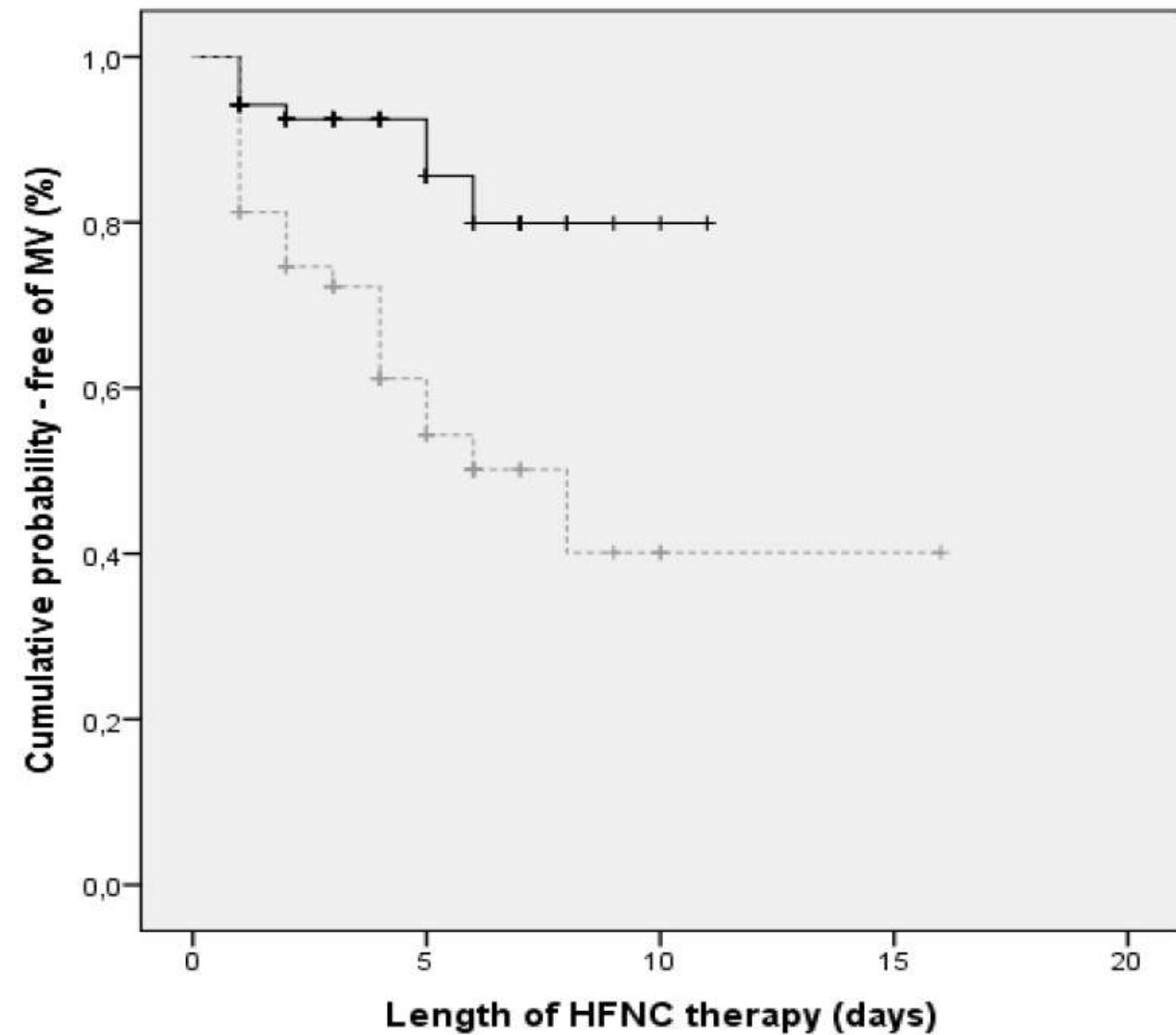
# Predicting Success of High Flow Nasal Cannula in Pneumonia Patients with Hypoxemic Respiratory Failure: The Utility of the ROX Index

Oriol Roca MD, PhD, Jonathan Messika MD, Berta Caralt MD, Marina García-de-Acilio MD, Benjamin Sztrymf MD, PhD, Jean-Damien Ricard MD, PhD, Joan R. Masclans MD, PhD

*J Crit Care.* 2016 Oct;35:200-205

$$\text{SpO}_2/\text{FiO}_2 / \text{RR} = 4.88$$

- Στις 12 ώρες έχει τη καλύτερη προγνωστική ακρίβεια
- Η τιμή 4.88 στις 12 ώρες έχει ευαισθησία 70.1% και ειδικότητα 72.4% στη πρόβλεψη αποτυχίας
- Όσοι παρέμειναν σε NHFO μετά τις 12 ώρες ο δείκτης συνέχιζε να αυξάνεται



## NHF initiation

$F_{iO_2}$  100%, flow rate  $60 \text{ L}\cdot\text{min}^{-1}$

Temperature  $37^\circ\text{C}$

Within  
1–2 h

## Monitoring

Presence of one of the following: respiratory rate  $>35 \text{ breaths}\cdot\text{min}^{-1}$ ,  $SpO_2 <88\text{--}90\%$ , thoraco-abdominal asynchrony and/or persistent auxiliary muscle use, respiratory acidosis ( $P_{aCO_2} >45 \text{ mmHg}$  with  $pH <7.35$ )

No

## Titration<sup>+</sup>

$F_{iO_2}$  based on target  $SpO_2 (>88\text{--}90\%)$

Flow rate based on  $<25\text{--}30 \text{ breaths}\cdot\text{min}^{-1}$  and patient comfort

Temperature based on patient comfort

Yes

## Noninvasive MV

Short trial (1–2 h)

## **Titration<sup>+</sup>**

$F_{iO_2}$  based on target  $S_{pO_2}$  (>88–90%)

Flow rate based on <25–30 breaths·min<sup>-1</sup>  
and patient comfort

Temperature based on patient comfort



## **Monitoring**

Presence of one of the following within hours (maximum 48 h), besides optimum NHF titration: respiratory rate >35 breaths·min<sup>-1</sup>,  $S_{pO_2}$  <88–90%, thoraco-abdominal asynchrony and/or persistent auxiliary muscle use, respiratory acidosis ( $P_{aCO_2}$  >45 mmHg with pH <7.35), haemodynamic instability<sup>§</sup>

Byung Ju Kang  
Younsuck Koh  
Chae-Man Lim  
Jin Won Huh  
Seunghee Baek  
Myongja Han  
Hyun-Suk Seo  
Hee Jung Suh  
Ga Jin Seo  
Eun Young Kim  
Sang-Bum Hong

## Failure of high-flow nasal cannula therapy may delay intubation and increase mortality

Intensive Care Med 2015 Apr;41(4):623-32

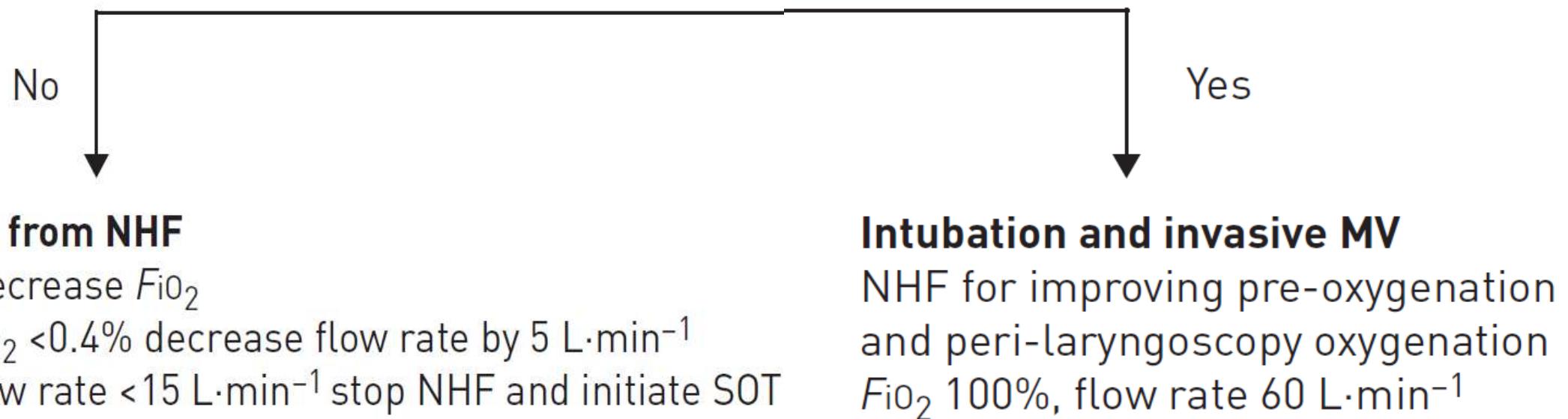
Ποσοστά θνητότητας ασθενών με ΑΑ υπό NHF που διασύνεται

Variable	P value <sup>a</sup>		
	Group (n = 45)	Group (n = 45)	
Failure rate of NHF <sup>b</sup>	51 (39.2)	30 (66.7)	0.001
Median time from intubation to extubation, n (%) <sup>c</sup>	49 (37.7)	7 (15.6)	0.006
	72 (55.4)	13 (28.9)	0.002
Mean days to extubation, n (%) <sup>c</sup>	8.6 ± 10.1	3.6 ± 7.5	0.001

Conclusion: early intubation (i.e., within 48 h of starting NHF) is associated with lower overall ICU mortality, better extubation success and more ventilator-free days than late intubation (i.e., after 48 h of starting NHF) when patients had received NHF therapy that failed

## Monitoring

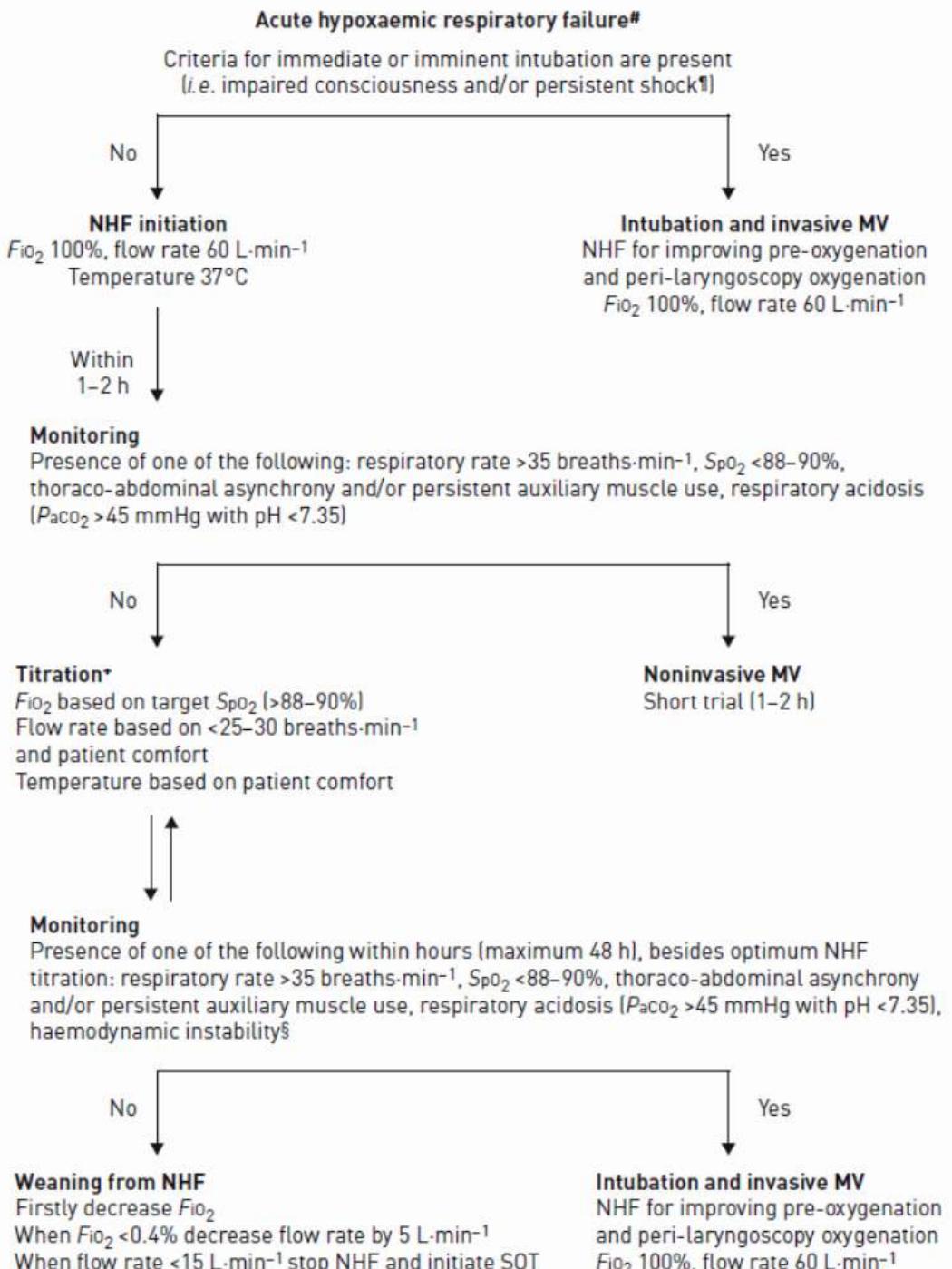
Presence of one of the following within hours (maximum 48 h), besides optimum NHF titration: respiratory rate  $>35 \text{ breaths} \cdot \text{min}^{-1}$ ,  $\text{SpO}_2 <88\text{--}90\%$ , thoraco-abdominal asynchrony and/or persistent auxiliary muscle use, respiratory acidosis ( $\text{PaCO}_2 >45 \text{ mmHg}$  with  $\text{pH} <7.35$ ), haemodynamic instability<sup>§</sup>



# Nasal high flow therapy: a novel treatment rather than a more expensive oxygen device

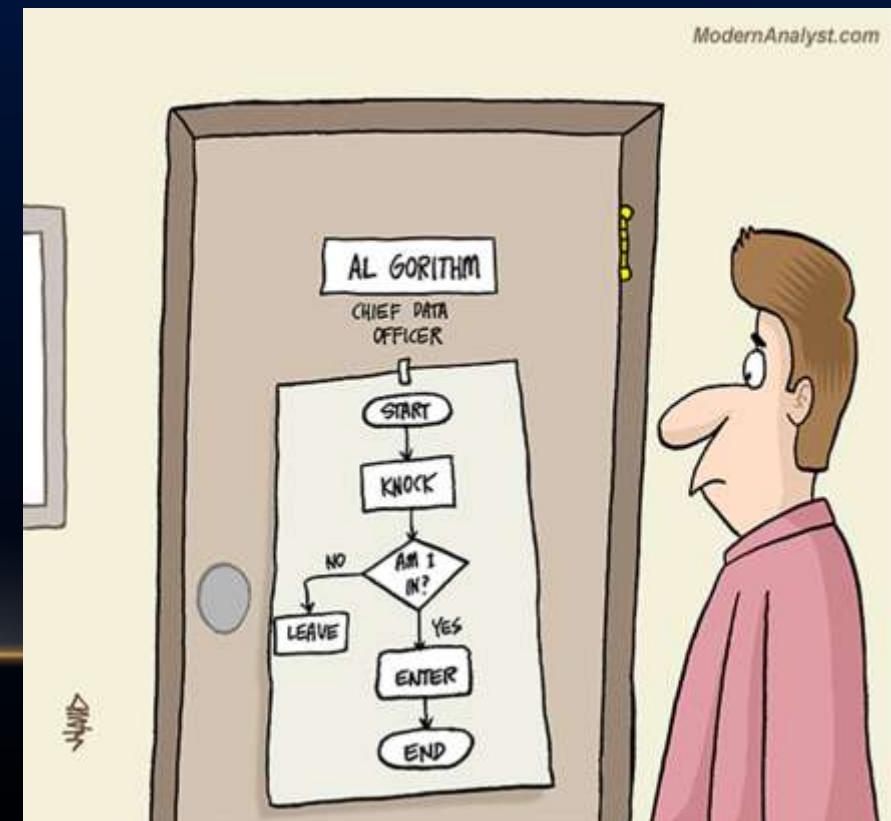
Eleni Ischaki, Ioannis Pantazopoulos and Spyros Zakynthinos

Eur Respir Rev. 2017 Aug 9;26(145)



## Θέματα υπό διερεύνηση / μελέτη

- Χρειάζονται μεγάλες τυχαιοποιημένες μελέτες ώστε να γίνουν συγκεκριμένες συστάσεις στην έναρξη, τιτλοποίηση και απογαλακτισμό από το NHF στην υποξαιμική αναπνευστική ανεπάρκεια
  - για κάθε νόσο ξεχωριστά
  - στα διάφορα στάδια βαρύτητας
- Ποια η θέση του στην υπερκαπνική αναπνευστική ανεπάρκεια?
- Ποιες είναι οι αιμοδυναμικές επιπτώσεις από την εφαρμογή του?



# Eυχαριστώ

That is ~~so~~ mainstream.



"Take my advice kid, just go with the flow."