

Giuseppe Umana

Rianimazione

Ospedale San Marco  
Catania

# Energy Expenditure in ICU

*Measured values and Predicted Formula,  
related to Guidelines*

**27 - 29 novembre 2025**

Padova Congress  
Via Carlo Goldoni 8, Cancellò C - Padova



# Obiettivi del lavoro

## Obiettivo 1

- Misurare il dispendio energetico (Energy Expenditure) di pazienti in Rianimazione

## Obiettivo 2

- Confrontare le misurazioni con la formula predittiva Harris Benedict e le principali Linee Guida internazionali (SINPE, ESPEN)



# Misurare il dispendio energetico (EE Energy Expenditure)

## Formule predittive

### Harris Benedict (1919)

BEE (Basal)

+10% REE (Resting)

+ 10-70% TEE (Total)

## Misurazioni dirette

- Calorimetria Indiretta
- Principio di Fick inverso



# Misurare il dispendio energetico (EE Energy Expenditure)

## Formule predittive

### Harris Benedict (1919)

**BEE** (Basal)

+10% REE (Resting)

+ 10-70% TEE (Total)

## Misurazioni dirette

- Calorimetria Indiretta
- **Principio di Fick inverso**

# Harris Benedict

## Harris-Benedict formula

For men,  
the B.E.E. =  $66.5 + (13.75 \times \text{kg}) + (5.003 \times \text{cm}) - (6.775 \times \text{age})$

For women,  
the B.E.E. =  $655.1 + (9.563 \times \text{kg}) + (1.850 \times \text{cm}) - (4.676 \times \text{age})$

Total Caloric Requirements equal the B.E.E. multiplied by the sum of the stress and activity factors. Stress plus activity factors range from 1.2 to over 2.

· *Harris J, Benedict F. A biometric study of basal metabolism in man. Washington D. C. Carnegie Institute of Washington. 1919.*

Now that you know your BMR, you can calculate TDEE by multiplying your BMR by your activity multiplier from the chart below:

Activity Multiplier

· Sedentary (desk job, with little or no exercise)

= BMR X 1.2

· Lightly active (light exercise/sports 1-3 days/week)

= BMR X 1.375

· Moderately active (moderate exercise/sports 3-5 days/week)

= BMR X 1.55

· Very active (intensive exercise/sports 6-7 days/week)

= BMR X 1.725

· Extremely active (intensive daily exercise/sports & physical job or twice per day training for marathon, races, fitness contests, etc.)

= BMR X 1.9

# Misurare il dispendio energetico (Energy Expenditure) in pazienti critici (Rianimazione)

Principio di Fick

$$\frac{\text{Consumo di Ossigeno}}{(\text{CaO}_2 - \text{CvO}_2)} = \text{Cardiac Output}$$

Principio di Fick inverso

$$(\text{CaO}_2 - \text{CvO}_2) \times \text{Card. Output} = \text{Consumo di Ossigeno}$$

  
ENERGIA

# CIRO

*Per rendere più facili le misurazioni abbiamo creato un foglio Excel®...*

*...e lo abbiamo chiamato **CIRO** (**C**ardiac **I**ndex **R**elated to **O**xygen)*



# CIRO.xls (Cardiac Index Related to Oxygen)

name **Fazio Rosaria** Age (y) **80**  M  F today  
 date **30/08/2023**

Weight **80** Kgs IBW **58** Kgs  
 Height **155** cms  
 BSA **1,79** m<sup>2</sup> BMI **33**  
 OBESITY

Hb **8,8** g/dl  
 FI O<sub>2</sub> **0,35**

pH **7,49**

PaO<sub>2</sub> **103** mmHg  
 SaO<sub>2</sub> (O<sub>2</sub>Hb) **96,7** %  
 PaCO<sub>2</sub> **42** mmHg

pH **7,44** CVC

PvO<sub>2</sub> **40** mmHg  
 SvO<sub>2</sub> (O<sub>2</sub>Hb) **70,7** %  
 PvCO<sub>2</sub> **49** mmHg

arterial O<sub>2</sub> tot **11,9** ml/dl  
 11,6 Hb linked  
 0,3 solved in plasma

venous O<sub>2</sub> tot **8,6** ml/dl  
 8,5 Hb linked  
 0,1 solved in plasma

**PaO<sub>2</sub> / FiO<sub>2</sub> 294**

CO **4,5** l/min  
 Cl **2,51**

Lactate **0,9** mmol/l

note **Lentini non sedata - ventilata**

**DO<sub>2</sub>**

Delivery  
535 ml/min  
298 ml/min/m<sup>2</sup>

**VO<sub>2</sub>**

Consumption  
149 ml/min  
83 ml/min/m<sup>2</sup>

**extr**

Lactates  
Extraction 28 %  
SvO<sub>2</sub> 71 %

adult woman  
 Energy Expend (approx) Kcal/die **1.043**  
 18 Kcal/kg IBW/die

**Aerobic Metabolism**  
 Kcalorimetric Index ( Kcalin ) **0,93**

name **Fazio Rosaria** Age (y) **80** today **30/08/2023**

Weight **80** Kgs  
 Height **155** cms  
 BSA **1,79** m<sup>2</sup>  
 Hb **8,8** g/dl  
 FI O<sub>2</sub> **0,35**

IBW **58** Kgs  
 BMI **33**  
 OBESITY

**pH 7,49**

PaO<sub>2</sub> **103** mmHg  
 SaO<sub>2</sub> (O<sub>2</sub>Hb) **96,7** %  
 PaCO<sub>2</sub> **42** mmHg

**pH 7,44** CVC

PvO<sub>2</sub> **40** mmHg  
 SvO<sub>2</sub> (O<sub>2</sub>Hb) **70,7** %  
 PvCO<sub>2</sub> **49** mmHg

arterial O<sub>2</sub> tot  
**11,9** ml/dl

11,6 Hb linked  
 0,3 solved in plasma

venous O<sub>2</sub> tot  
**8,6** ml/dl

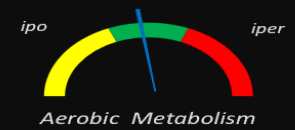
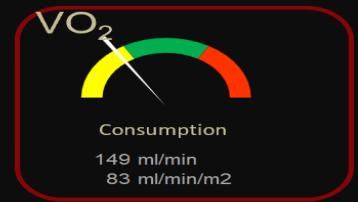
8,5 Hb linked  
 0,1 solved in plasma

PaO<sub>2</sub> / FiO<sub>2</sub> **294**

CO **4,5** l/min  
 CI **2,51**

Lactate **0,9** mmol/l

note **Lentini non sedata** - ventilata



Kcalorimetric Index ( Kcalin ) **0,93**

			adult woman
Energy Expend (approx) Kcal/die	<b>1.043</b>	18	Kcal/kg IBW/die
<i>adjusted on IBW</i>		18	
Harris Benedict (Kcal/die)	<b>1.119</b>	19	Kcal/kg IBW/die
Weir Formula -simplified (Kcal/die)	1.005	17	Kcal/kg IBW/die

by dr. Giuseppe Umata  
 Rianimazione Osp S. Marco - Catania

# Confrontare le misurazioni con le principali Linee Guida internazionali (SINPE, ESPEN)

*Poiché le differenze di età, di sesso, di corporatura, rendono molto variabile la condizione di «normalità» di Dispendio Energetico, noi...*

*... **abbiamo «normalizzato» i valori ottenuti (espressi in Kcal/die) indicizzandoli all'Equazione di Harris-Benedict.***

Abbiamo chiamato questo rapporto **Kcalin** (Kcalorimetric Index).

Esempi:

Kcalin 1: Il paziente consuma la stessa Energia prevista dalla HB (Harris-Benedict)

Kcalin 0,8: Il paziente consuma il 20% in meno dell'Energia prevista dalla HB

Kcalin 1,4: Il paziente consuma il 40% in più dell'Energia prevista dalla HB

Kcalin 2: Il paziente consuma il doppio dell'Energia prevista dall'HB



## LIMITI della metodica

- Misura solo l'Energia prodotta dal Metabolismo Aerobio
- La misurazione di Cardiac Output, dove effettuata con ecocardiografia, è operatore-dipendente
- Il sangue venoso è prelevato da CVC: per essere formalmente ineccepibili andrebbe prelevato da Art Polmonare

## CRITERI DI ESCLUSIONE

- Pz con attivazione di Metabolismo Anaerobio (Lattati)
- Pz in Morte Cerebrale o con gravissime lesioni cranio encefaliche
- Pz con difficoltà alla misurazione di Cardiac Output
- Pz con shunt Artero-Venosi



# Materiale e metodi 214 misurazioni

- 214 misurazioni
- 132 pazienti (età 15 – 88 anni media 66 anni)
- 129 misurazioni su m
- 85 misurazioni su f
- Cardiac Output misurata quasi esclusivamente con ecocardiografia, e in pochi casi con strumenti invasivi (PiCCO, EV1000)

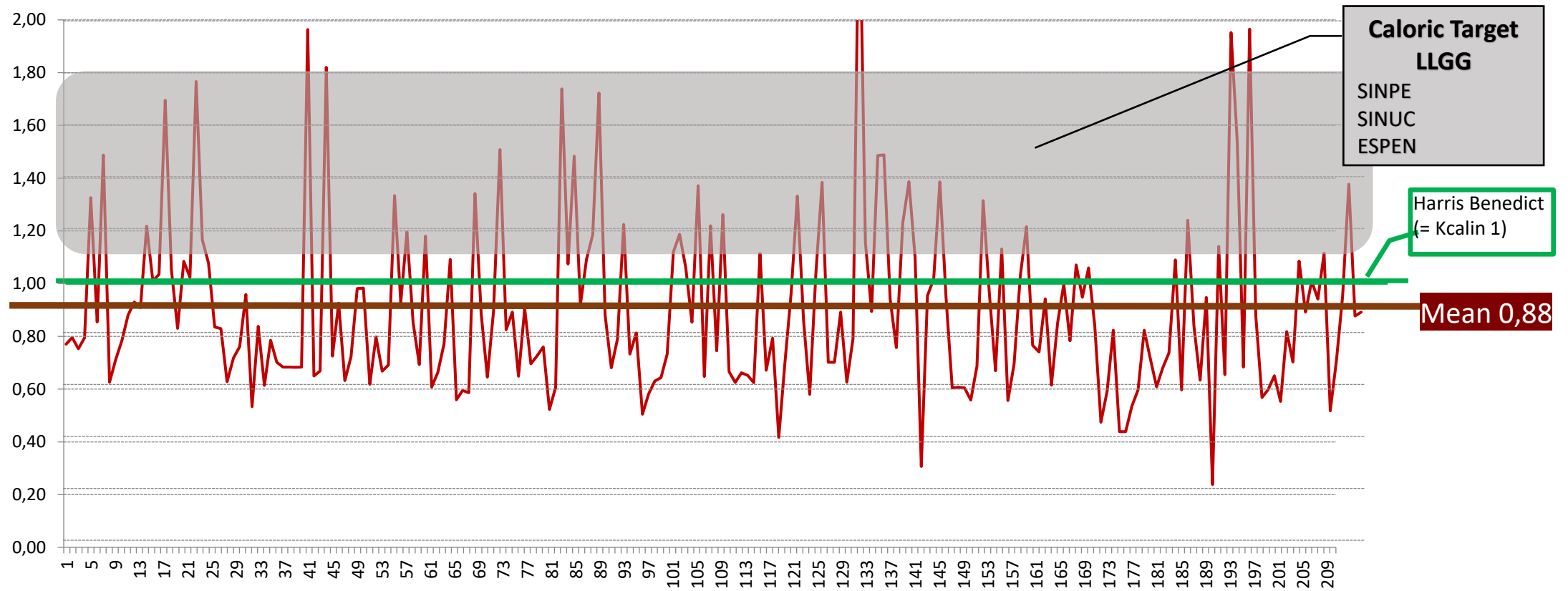


# Risultati

Totale misurazioni (214)

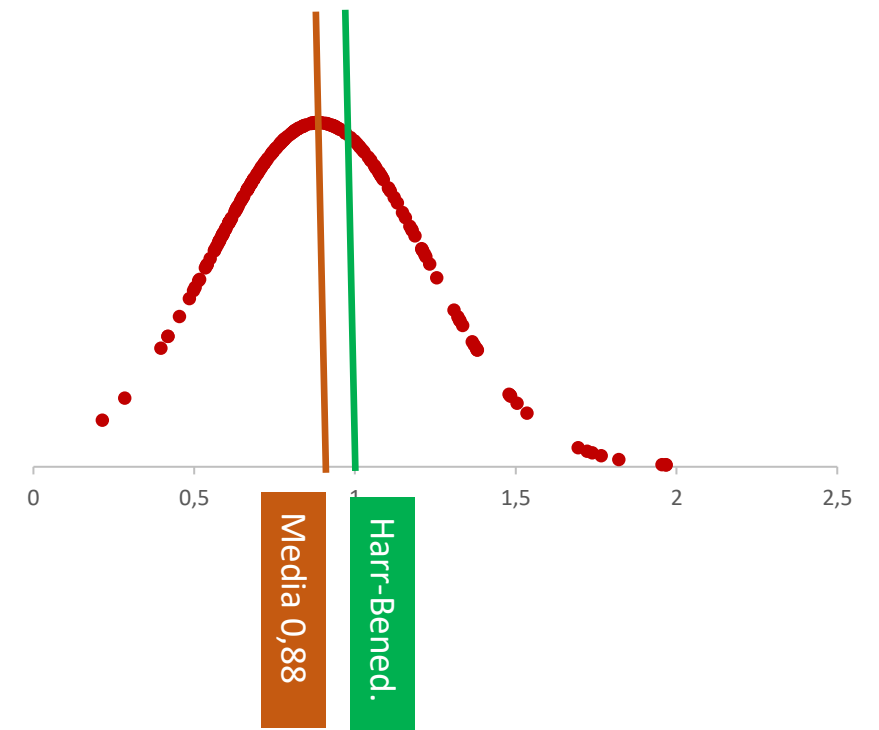
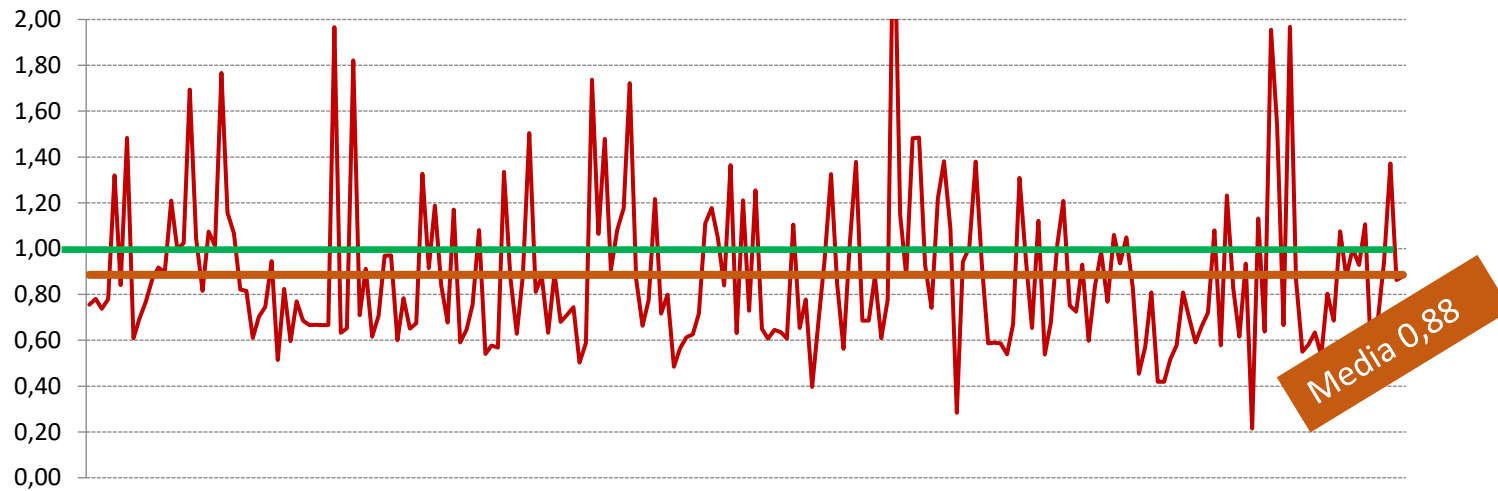
## Kcalin

### Kcalorimetric Index

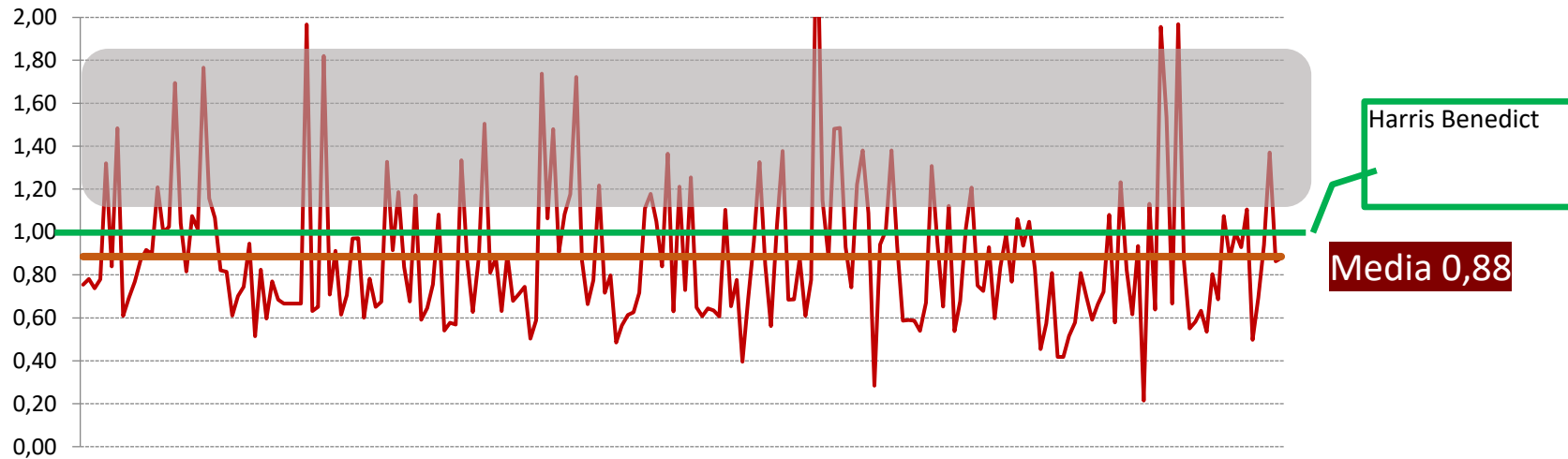


# Risultati

Totale misurazioni (214)



# Risultati



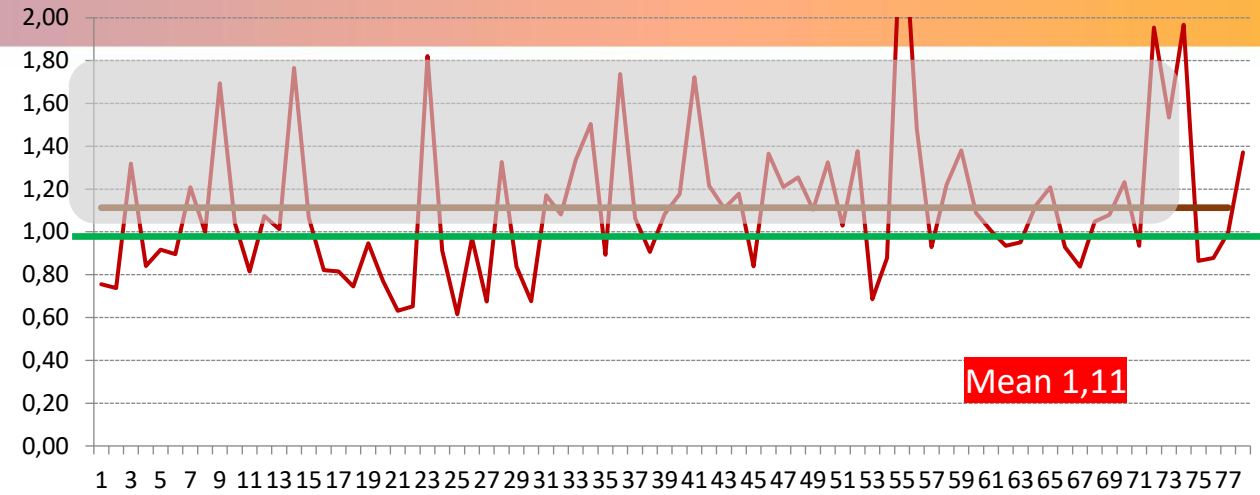
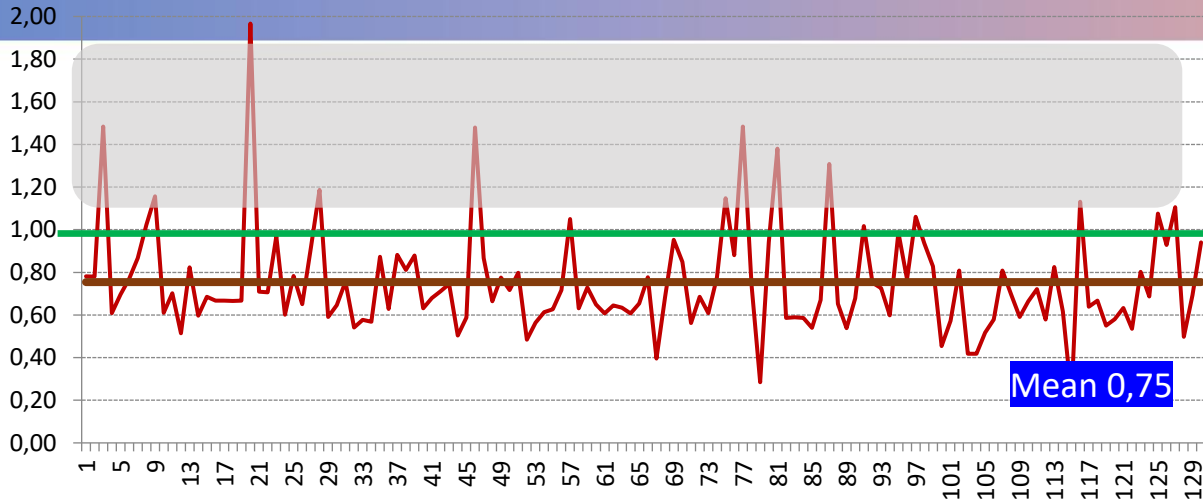
Ma allora possiamo dire che la Harris Benedict sbaglia?

**NO!**

# Risultati: creiamo due sottogruppi....

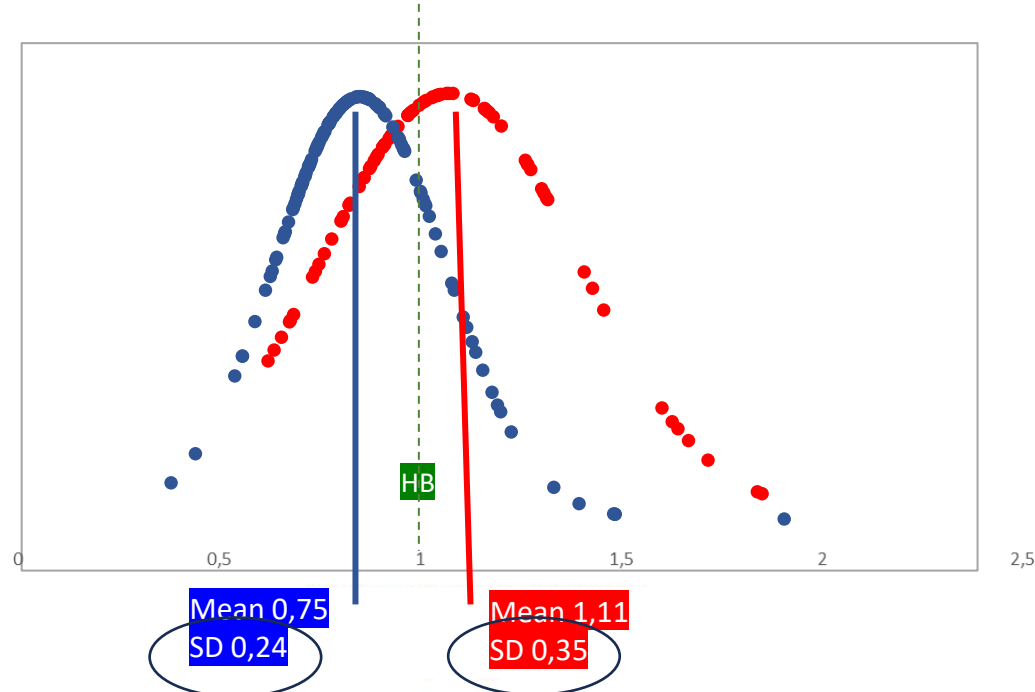
Pz ventilati

Resp spontaneo



Ventilated  
(135 misurazioni)

Spont Breath  
(79 misurazioni)



Nel 1919 Harris e Benedict non avevano pazienti ventilati !

**27 - 29 novembre 2025**

Padova Congress  
Via Carlo Goldoni 8, Cancellò C - Padova

Per richiedere (gratuitamente) CIRO:

*giuseppeumana@gmail.com*

*«...se non fossi anestesista,  
dovrei cercarmi un lavoro!»*

[CIRO.xlsm](#) >>



# Cose già viste, ma non dette

Review

## Indirect Calorimetry in Clinical Practice

Marta Delsoglio <sup>1</sup>, Najate Achamrah <sup>2</sup>, Mette M. Berger <sup>3</sup> and Claude Pichard <sup>1,\*</sup>

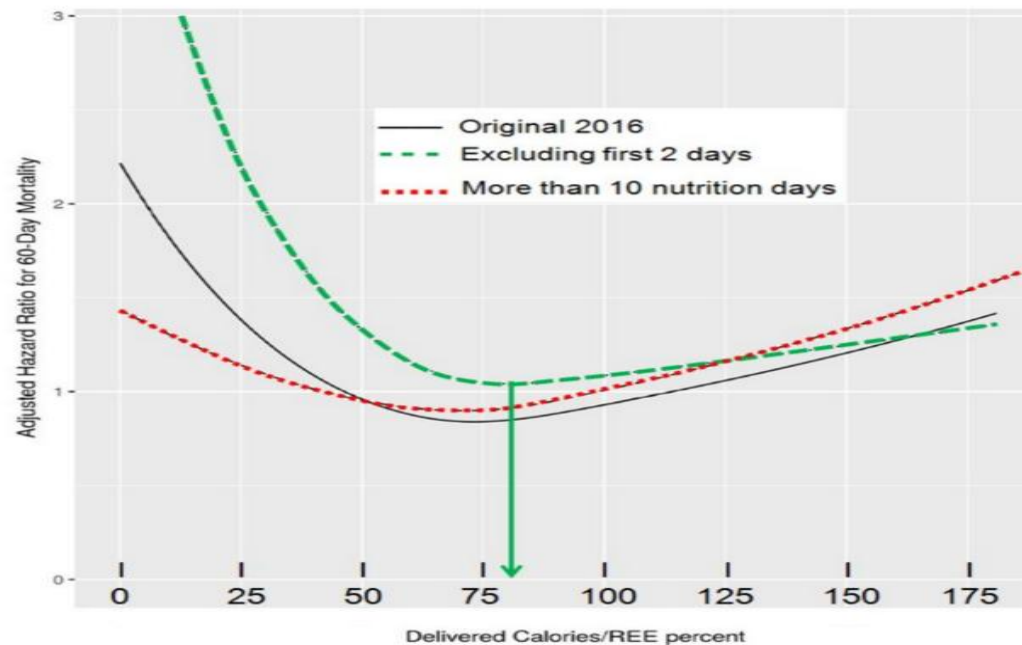
<sup>1</sup> Clinical Nutrition, Geneva University Hospital (HUG), 1205 Geneva, Switzerland

<sup>2</sup> Nutrition Department, Rouen University Hospital Center, 76000 Rouen, France

<sup>3</sup> Service of Intensive Care Medicine & Burns, University of Lausanne Hospitals (CHUV), 1005 Lausanne, Switzerland

\* Correspondence: Claude.Pichard@unige.ch; Tel.: +41-(0)22-372-9345; Fax: +41-(0)22-372-9363

Received: 9 August 2019; Accepted: 30 August 2019; Published: 5 September 2019



**Figure 4.** Association of delivered calories/resting energy expenditure (REE) percent by indirect calorimetry (IC) with 60-day mortality in different models: the authors recalculated their original 2016 data to integrate the fact that energy delivery increased progressively during the initial 2–3 days, reducing the mean value in stays <5 days. The lowest ICU mortality was observed when percent of delivered calories by REE obtained by IC was 80% (excluding first two feeding days) and 75% (with >10 evaluable nutrition days) ( $p < 0.05$ ). On the contrary, increments of the ratio above that



Congresso Nazionale SINPE 2025

**CLINICAL NUTRITION: shaping a better future of health care**

