

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** m² BMI **33**
 OBESITY

Hb **8,8** g/dl
 FI O₂ **0,35**

pH **7,49**

PaO₂ **103** mmHg
 SaO₂ (O₂Hb) **96,7** %
 PaCO₂ **42** mmHg

pH **7,44** CVC

PvO₂ **40** mmHg
 SvO₂ (O₂Hb) **70,7** %
 PvCO₂ **49** mmHg

arterial O₂ tot **11,9** ml/dl
 11,6 Hb linked
 0,3 solved in plasma

venous O₂ tot **8,6** ml/dl
 8,5 Hb linked
 0,1 solved in plasma

PaO₂ / FiO₂ 294

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

Lactate **0,9** mmol/l

note **Lentini non sedata - ventilata**

DO₂

Delivery
535 ml/min
298 ml/min/m2

VO₂

Consumption
149 ml/min
83 ml/min/m2

extr

Extraction **28 %**
SvO₂ **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
 date **30/08/2023**

Weight **80** Kgs
 Height **155** cms
 BSA **1,79** m²

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

Hb **8,8** g/dl
 FI O₂ **0,35**

pH 7,49

PaO₂ **103** mmHg
 SaO₂ (O₂Hb) **96,7** %
 PaCO₂ **42** mmHg

pH 7,44 CVC

PvO₂ **40** mmHg
 SvO₂ (O₂Hb) **70,7** %
 PvCO₂ **49** mmHg

arterial O₂ tot
11,9 ml/dl

11,6 Hb linked
 0,3 solved in plasma

venous O₂ tot
8,6 ml/dl

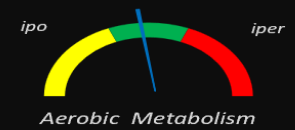
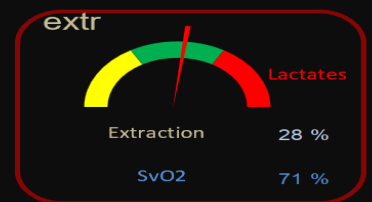
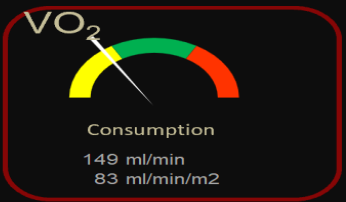
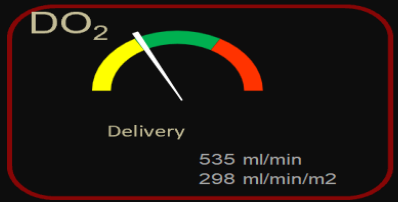
8,5 Hb linked
 0,1 solved in plasma

PaO₂ / FiO₂ **294**

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

Lactate **0,9** mmol/l

note **Lentini non sedata - ventilata**



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

Method	Value (Kcal/die)	Value (Kcal/kg IBW/die)	Notes
Energy Expend (approx)	1.043	18	adult woman
Harris Benedict	1.119	19	adjusted on IBW
Weir Formula -simplified	1.005	17	

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)

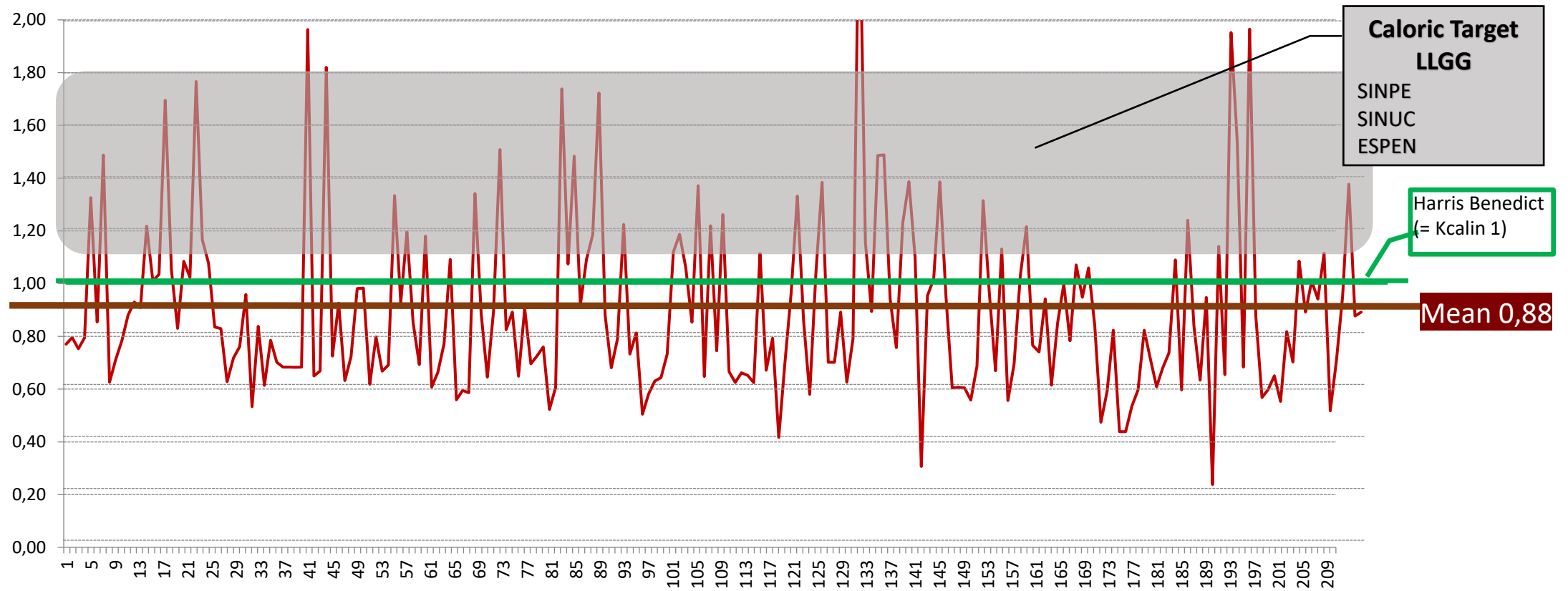


Risultati

Totale misurazioni (214)

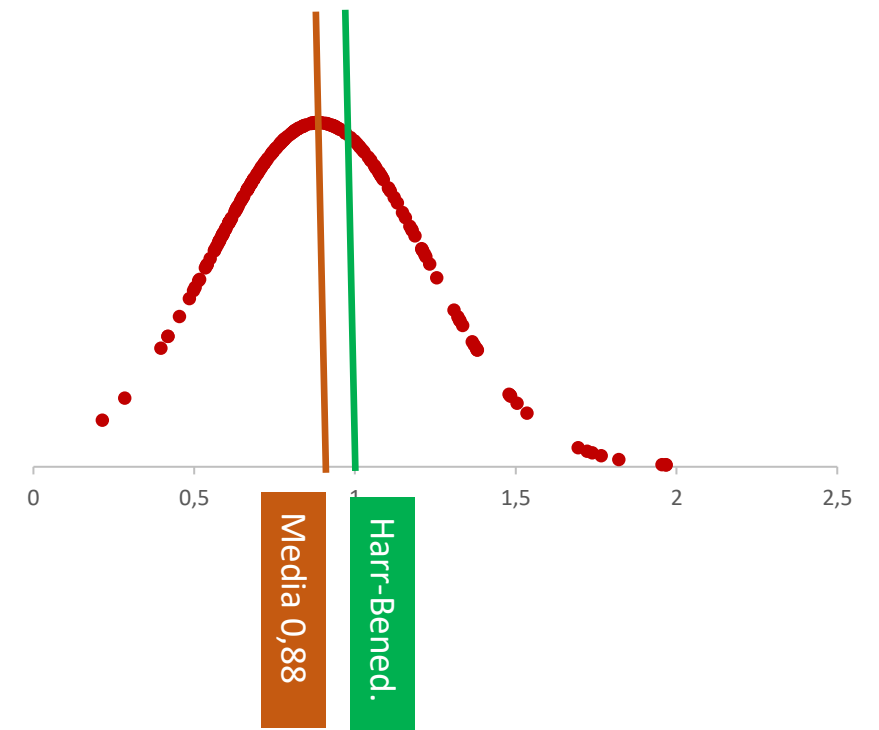
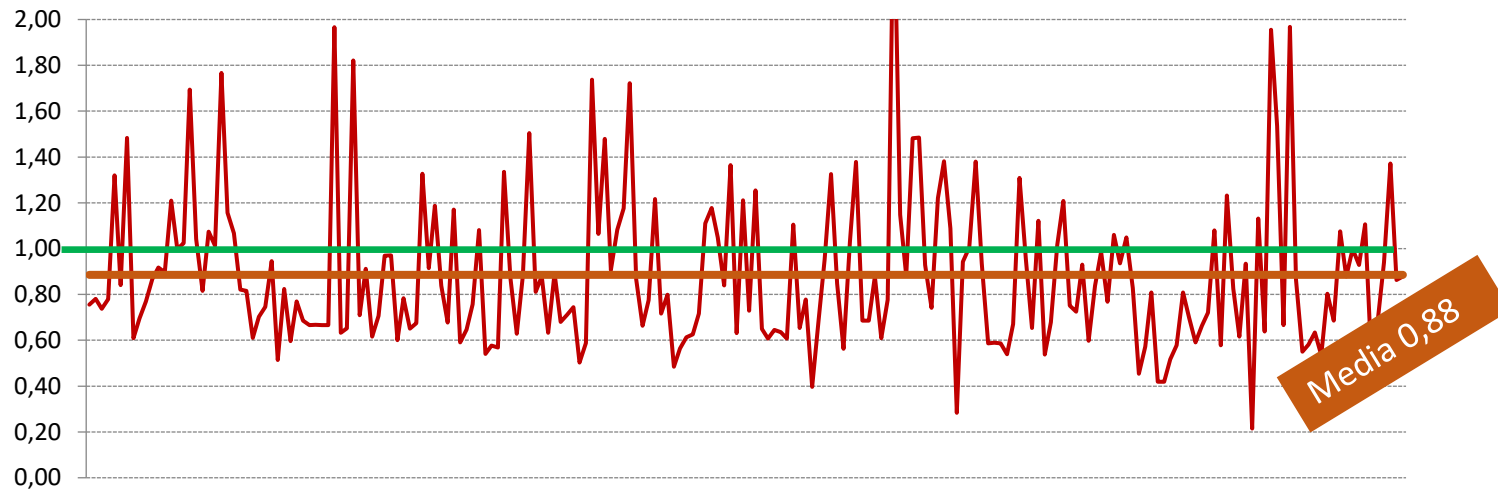
Kcalin

Kcalorimetric Index

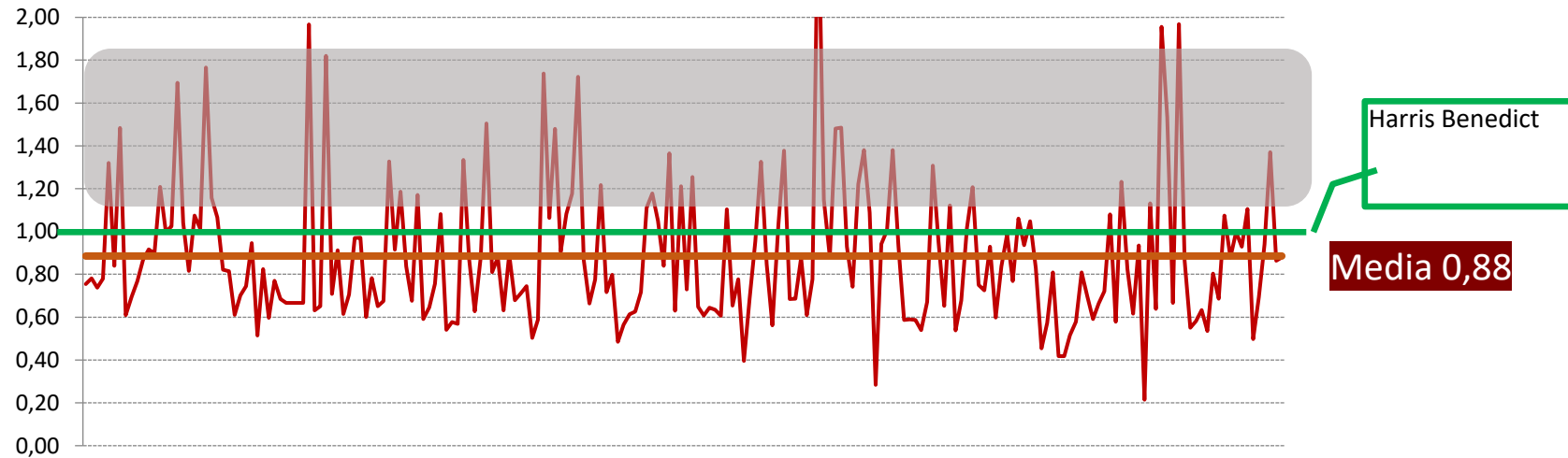


Risultati

Totale misurazioni (214)



Risultati



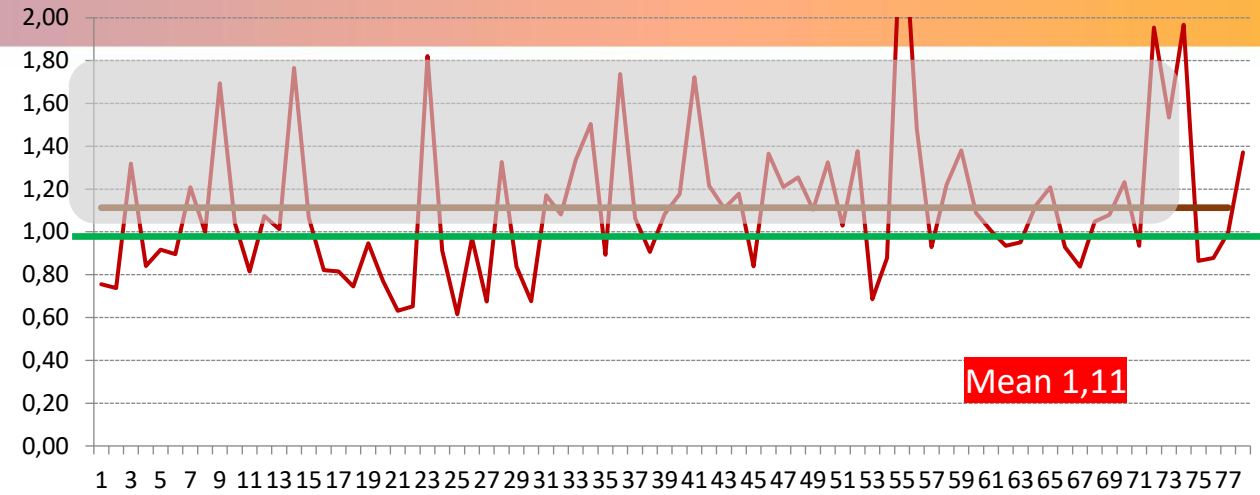
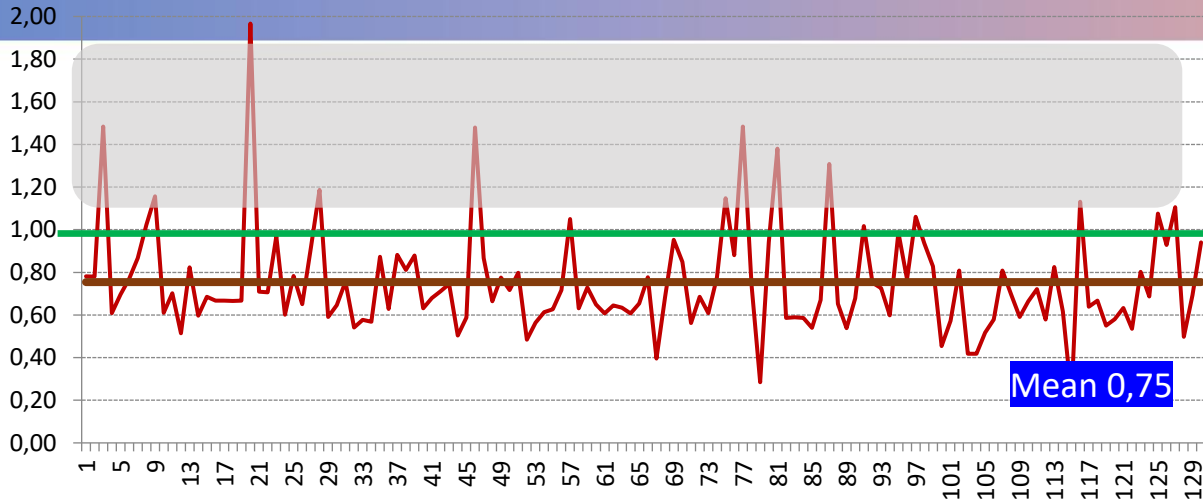
Ma allora possiamo dire che la Harris Benedict sbaglia?

NO!

Risultati: creiamo due sottogruppi....

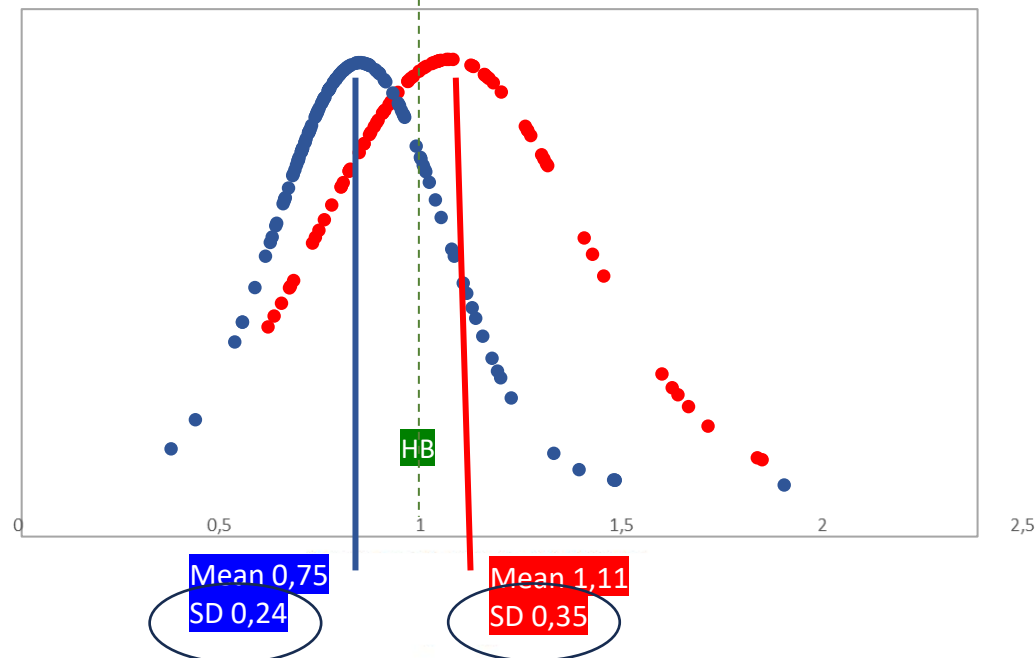
Pz ventilati

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 ¹, Najate Achamrah ², Mette M. Berger ³ and Claude Pichard ^{1,*}

¹ Clinical Nutrition, Geneva University Hospital (HUG), 1205 Geneva, Switzerland

² Nutrition Department, Rouen University Hospital Center, 76000 Rouen, France

³ 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

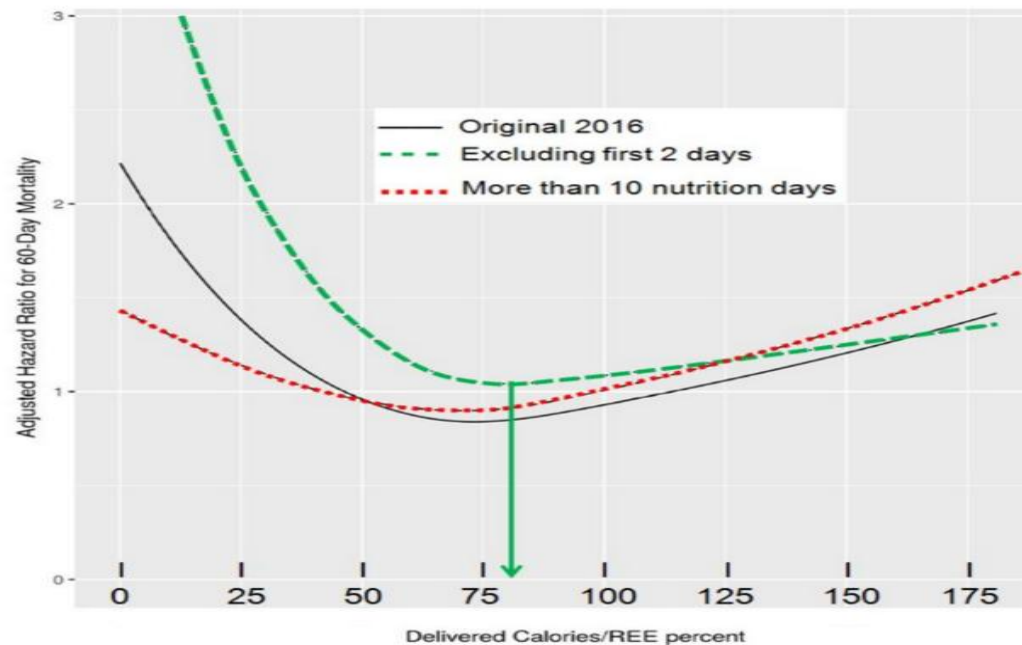


Figure 4. Association of delivered calories/resting energy expenditure (REE) percent by indirect calorimetry (IC) with 60-day mortality in different models: the authors recalculated their original 2016 data to integrate the fact that energy delivery increased progressively during the initial 2–3 days, 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

