



Żywnienie pozajelitowe w oddziale intensywnej terapii

- optymalizacja leczenia w dobie
kalorymetrii pośredniej.

27 kwiecień 2015

Warszawa | Polska



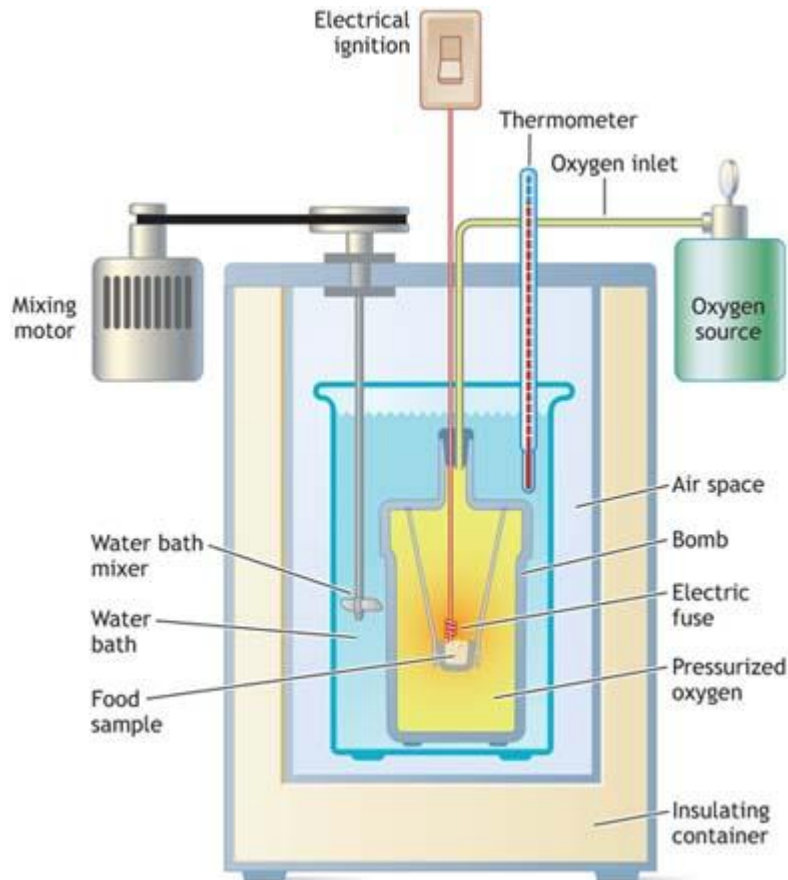
Rodzaje kalorymetrów, zasada działania, błędy pomiaru i interpretacji

dr hab. med. Jacek Sobocki

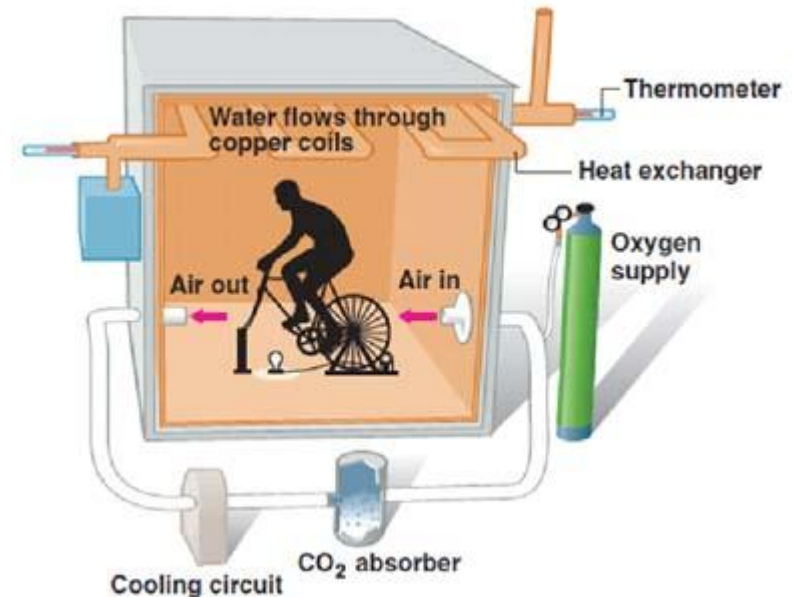
Klinika Chirurgii Ogólnej i Żywienia Klinicznego
Warszawski Uniwersytet Medyczny

Kalorymetria bezpośrednia

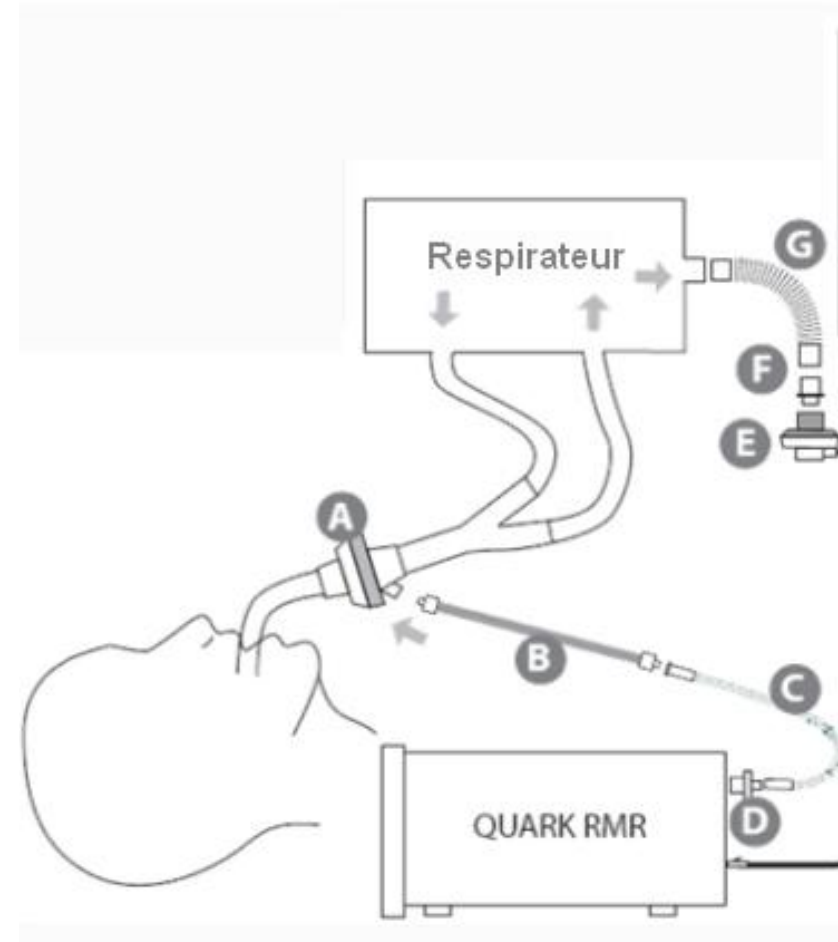
Bomba kalorymetryczna



Bezpośredni pomiar ciepła



Kalorymetria pośrednia



Połączenie systemu

- Oddech spontaniczny

- Ustnik
- Maska
- Klosz



- Respirator



Urządzenia



Quark RMR
[Cosmed, Rome, Italy]

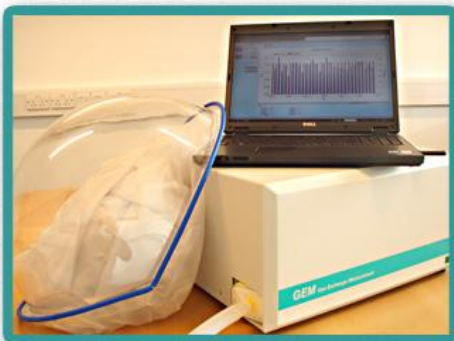


CCM Express
[Medgraphics Corp, St Paul, Minneapolis, USA]

The Deltatrac II Metabolic Monitor
(Datex-Ohmeda Inc., Finland)



GEM (Gas Exchange Measurement, GEMNutrition Ltd, UK)



ECAL (Energy Testing Solutions Ltd, Australia)

Różnice metodyki pomiaru

Deltatrac (Datex-Ohmeda Inc., Finland)

- **Pomiar tlenu**
 - Wysokiej wydajności paramagnetyczny czujnik tlenowy
- **Pomiar dwutlenku węgla**
 - Czujnik dwutlenku węgla w podczerwieni
- **Pomiar przepływu**
 - Brak pomiaru
- **Sposób pomiaru**
 - Zasysa próbkę do komory gdzie ją rozcieńcza i mierzy
- **Pomiar**
 - Co 1 minutę

Różnice metodyki pomiaru

Quark RMR [Cosmed, Rome, Italy]

- **Pomiar tlenu**
 - Wysokiej wydajności paramagnetyczny czujnik tlenowy
- **Pomiar dwutlenku węgla**
 - Czujnik dwutlenku węgla w podczerwieni
- **Pomiar przepływu**
 - Przepływomierz turbinowy
- **Sposób pomiaru**
 - Ciągły pomiar przez łącznik Y
- **Pomiar**
 - Każdy oddech

Różnice metodyki pomiaru

CCM Express

[Medgraphics Corp, St Paul, Minneapolis, USA])

- **Pomiar tlenu**
 - Czujnik tlenowy – ogniwo galwaniczne
- **Pomiar dwutlenku węgla**
 - Czujnik dwutlenku węgla w podczerwieni
- **Pomiar przepływu**
 - Przepływomierz pneumatyczny
- **Sposób pomiaru**
 - Zasysa próbkę do komory gdzie ją rozcieńcza i mierzy
- **Pomiar**
 - co 1 minutę

Różnice metodyki pomiaru

GEM (Gas Exchange Measurement, GEMNutrition Ltd, UK)

- **Pomiar tlenu**
 - Wysokiej wydajności paramagnetyczny czujnik tlenowy
- **Pomiar dwutlenku węgla**
 - Czujnik dwutlenku węgla w podczerwieni
- **Pomiar przepływu**
 - W standardowej temperaturze i ciśnieniu (Thermal mass flow meter)
- **Sposób pomiaru**
 - Zasysa próbkę do komory gdzie ją rozcieńcza i mierzy
- **Pomiar**
 - Co 1 minutę

Różnice metodyki pomiaru

ECAL (Energy Testing Solutions Ltd, Australia)

- **Pomiar tlenu**
 - Czujnik tlenowy – ogniwo galwaniczne
- **Pomiar dwutlenku węgla**
 - Oryginalny układ diody emisyjnej bliskiej IR i czujnika
- **Pomiar przepływu**
 - b d
- **Sposób pomiaru**
 - Zasysa próbkę do komory gdzie ją rozcieńcza i mierzy
- **Pomiar**
 - Każdy oddech

Porównanie DT – Quark – CCM Express

Table 1

Resting energy expenditure (REE), respiratory quotient (RQ), oxygen production (VO_2), carbon dioxide production (VCO_2), and minute ventilation (MV) from series ($n = 48$) of sequential measurements including the three different instruments in mechanically ventilated patients ($n = 24$).

	Deltatrac		<i>P</i>	CCM Express		<i>P</i>	Quark RMR		<i>P</i>
	Mean	SD		Mean	SD		Mean	SD	
REE (kcal/24 h)	1749	389		2876	656	<0.0001 ^a	1788	494	0.17 ^a
RQ	0.74	0.06		0.87	0.06	<0.0001 ^a	0.81	0.07	<0.0001 ^a
VO_2 (mL/min)	261	57		408	94	<0.0001 ^a	259	72	0.58 ^a
VCO_2 (mL/min)	193	44		352	78	<0.0001 ^a	211	59	<0.0001 ^a
MV instrument (L/min)	9.7	2.3		11.6	2.6		9.1	2.4	
MV ventilator (L/min)	11.1	2.4		11.2	2.5		11.0	2.5	
MV difference (%)	88		<0.0001 ^b	103	8	0.007 ^b	83	7	<0.0001 ^b

SD = standard deviation.

^a Denotes *P*-value from comparison to the Deltatrac measurements.

^b Denotes *P*-value from comparison to ventilator MV.

	Deltatrac		CCM Express		Quark RMR	
	Mean	SD	Mean	SD	Mean	SD
REE (kcal/24 h)	1749	389	2876	656	1788	494

Porównanie DT - GEM - ECAL

Table 1. Deltatrac, ECAL & GEM RMR correlations within tests and between tests (repeatability)

		Test 1			Test 2		
		DT	GEM	ECAL	DT	GEM	ECAL
Test 1	DT	×	×	×	0.87	×	×
	GEM	0.95	×	0.74	×	0.80	×
	ECAL	0.78	×	×	×	×	0.85
Test 2	DT	×	×	×	×	×	×
	GEM	×	×	×	0.93	×	0.84
	ECAL	×	×	×	0.86	×	×

Table 2. Deltatrac, ECAL & GEM mean RMR differences (kcal/day) within tests & between tests (repeatability)

		Test 1				Test 2							
		DT	SD	GEM	SD	ECAL	SD	DT	SD	GEM	SD	ECAL	SD
Test 1	DT	×	×	×	×	×	×	31.1	116.9	×	×	×	×
	GEM	314.1	64.3	×	×	204.2	369.9	×	×	-2.4	167.5	×	×
	ECAL	109.9	360.6	×	×	×	×	×	×	×	×	113.4	258.3
Test 2	DT	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×
	GEM	×	×	×	×	×	×	342.8	107.3	×	×	88.3	239.2
	ECAL	×	×	×	×	×	×	254.5	247.4	×	×	×	×

		DT	SD
Test 1	DT	×	×
	GEM	314.1	64.3
	ECAL	109.9	360.6

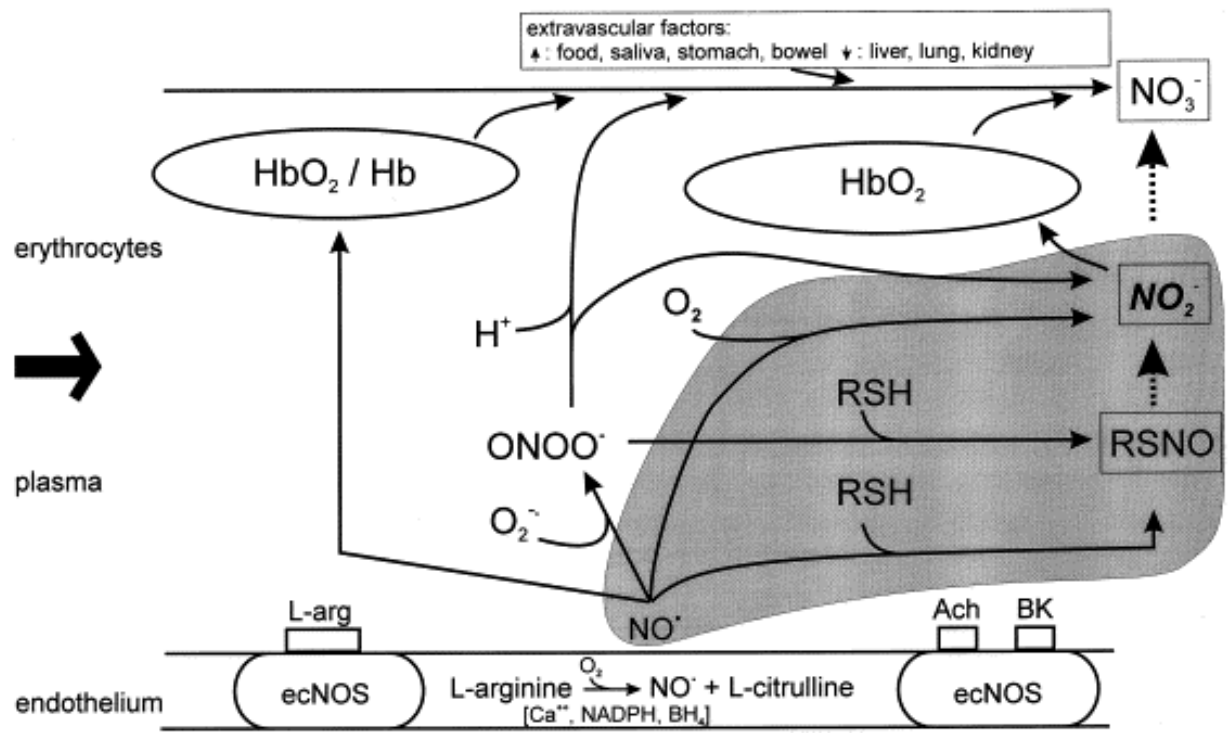
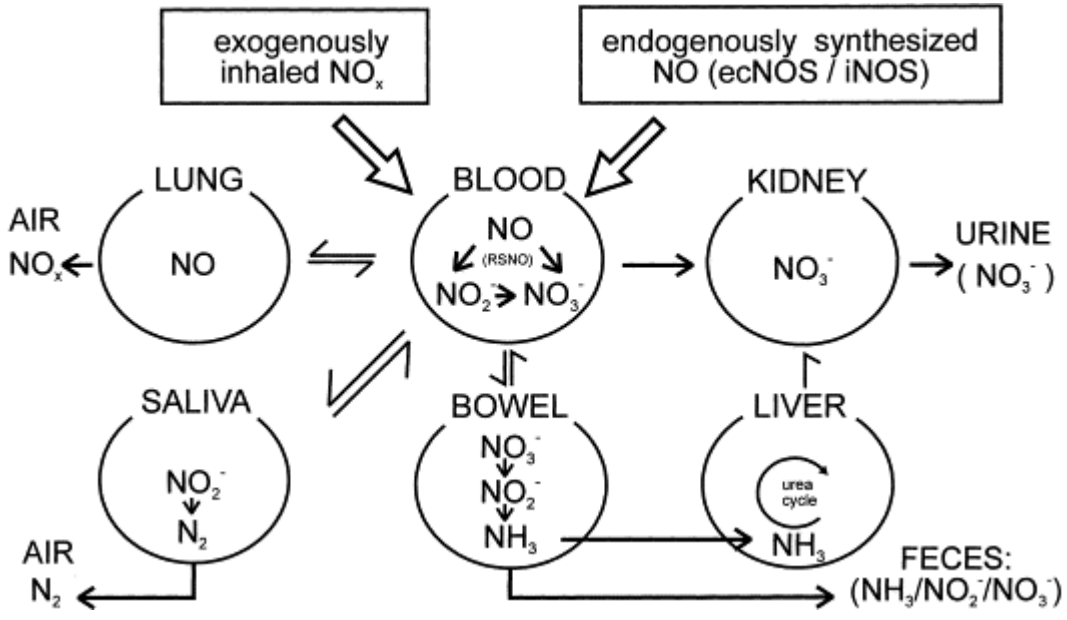
Warunki prowadzenia pomiaru

Przeciwwskazania do pomiaru

- ECMO
- $FiO_2 > 60\%$
- $PEEP > 12 \text{ cm H}_2\text{O}$

- Przepięcie gazu w układzie
- Drenaż klatki piersiowej z przepięciem

- Niestabilność hemodynamiczna (*wpływ zmiennego wlewu amin*)
- Terapia nerkozastępcza ???
- Wlew NO



Warunki prowadzenia pomiaru

- Ciągły stały wlew żywienia TPN/EN
3 godziny przed i w trakcie pomiaru
- Ciągła terapia nerkozastępcza (CRRT) na stałym poziomie
1 godzinę przed i w trakcie pomiaru
CRRT – możliwy błąd pomiaru
- Ustawienia respiratora na stałym poziomie
1-2 godziny przed i w trakcie pomiaru
- Stała temperatura reprezentatywna dla większości doby

Warunki prowadzenia pomiaru

- Sedacja, leczenie przeciwbólowe, zwiotczenie na stałym stabilnym poziomie **1 godzinę** przed i w trakcie pomiaru
- Eliminacja forsowanych i stresujących zabiegów **1 godzina** przed i w trakcie pomiaru
 - *zabiegi higieniczne,*
 - *fizykoterapia*
 - *zabiegi inwazyjne i diagnostyczne*
 - *odwiedziny bliskich*
- Zakłócenie w trakcie pomiaru
 - **dodatkowe 15 minut** pomiaru

Czas pomiaru

- Zależy od zaleceń producenta i wystąpienia anomalii w trakcie pomiaru
- Stabilność pomiaru minimum
 - 5-10 minut (Quark RMR, CCM Express)
 - 20 minut (Deltatrac)
- Stabilność = zmienność pomiaru $< 10\%$
- W przypadku dużej niestabilności zmienność $< 20\%$ jest w praktyce akceptowalna
- Niestabilność $> 20\%$ pomiar niewiarygodny

Błędy pomiaru

Błędy pomiaru

do wyeliminowania przed rozpoczęciem pomiaru

- Niewystarczający czas rozgrzania aparatu
(wg wskazań producenta - zwykle 15-30min)
- Niewłaściwa kalibracja
- Niezauważony przeciek powietrza z układu
 - *Nieszczelność mechaniczna układu*
 - *Przetoka opłucnowa, oskrzelowa, tchawicza*
- $FiO_2 > 60\%$
- Zawilgocenie układu
 - *Wyłączyć nawilżanie przed podłączeniem do systemu*

Zakłócenia pomiaru

Zależne od respiratora

- Niestabilny FiO_2
 - przy FiO_2 40% różnica pomiaru stężenia 1% = błąd REE 15%
- Niestabilny przepływ wdechu i wydechu
- Nieszczelność układu
- Wilgoć zaburza prawidłową pracę czujników

Zakłócenia pomiaru

Zależne od stanu chorego

- Niestandardowa aktywność ruchowa
- Gorączka
- Hiperwentylacja
 - wypłukuje z buforu HCO_3^-
 - zawyża RQ i REE
- Hemodializa – wypłukuje HCO_3^-
 - zaniżenie RQ i REE

Zakłócenia pomiaru

Zależne od urządzenia pomiarowego

- Urządzenie nieskalibrowane
- Kalibracja w oparciu o zły gaz referencyjny
 - niewłaściwe stężenia gazów
- Nieprawidłowa kalibracja przepływomierza
- Brak rozpoznania zaburzeń przepływu
- Zawilgocenie systemu

Zakłócenia pomiaru

Zależne od personelu

Zbyt krótki czas pomiaru !!!!!!!

Ryzyko infekcji

- Ryzyko kontaminacji związane z nieprzestrzeganiem procedury
 - Prawidłowe połączenie
 - Jednorazowe przewody
- Urządzenie pomiarowe i chory przedzielony filtrem antybakteryjnym

Miejsce połączenia
z urządzeniem



PYTANIA?