

**Resposta metabólica ao estresse orgânico
e a subnutrição protéica aguda**

**Gasto energético de crianças gravemente
enfermas e utilização de substratos**

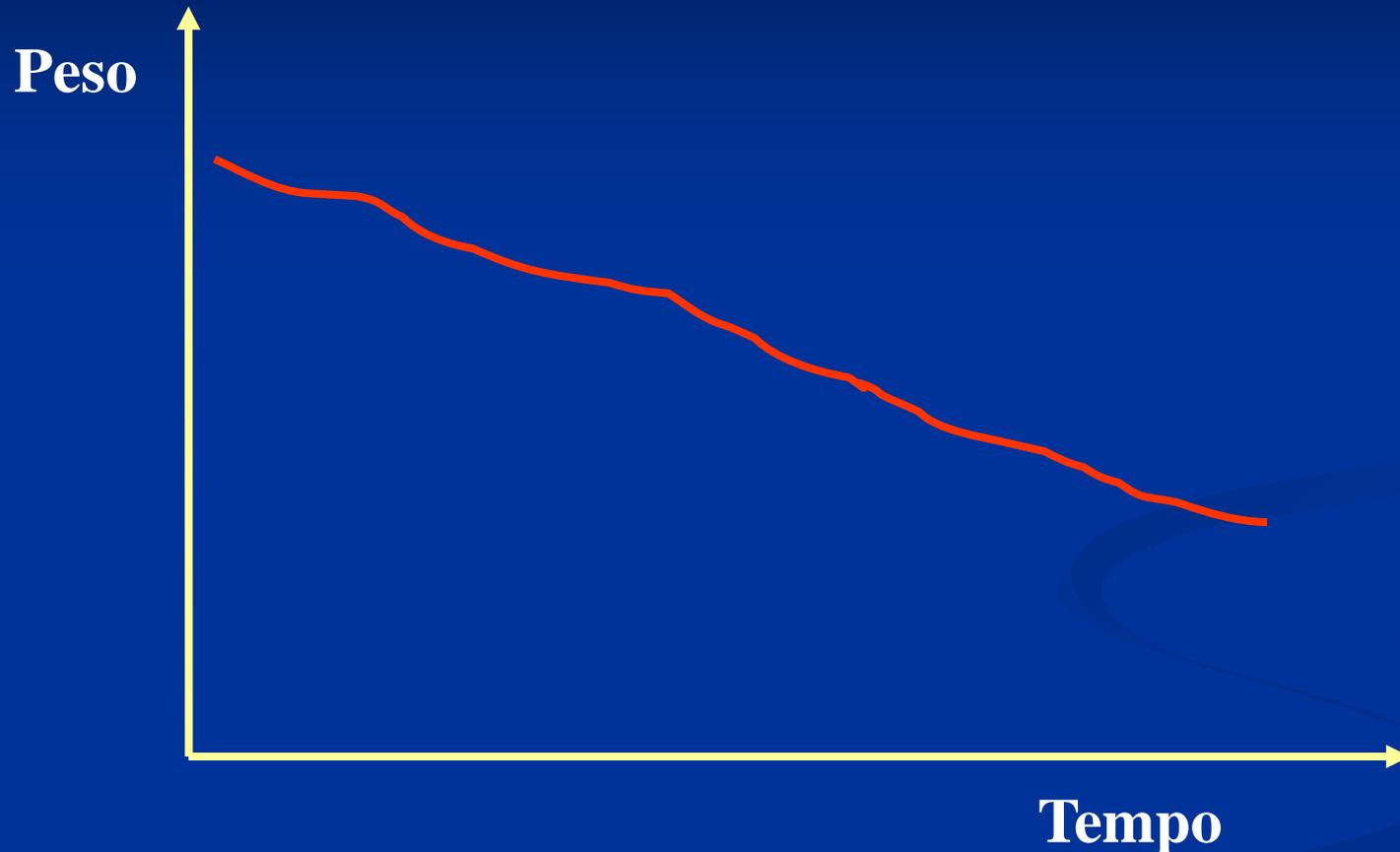
**Departamento de Puericultura e Pediatria
Nutrição na criança gravemente enferma**

Que tipo de subnutrição essa criança apresenta?

- ✓ Energética?
- ✓ Protéica?



Subnutrição energética crônica - Marasmo



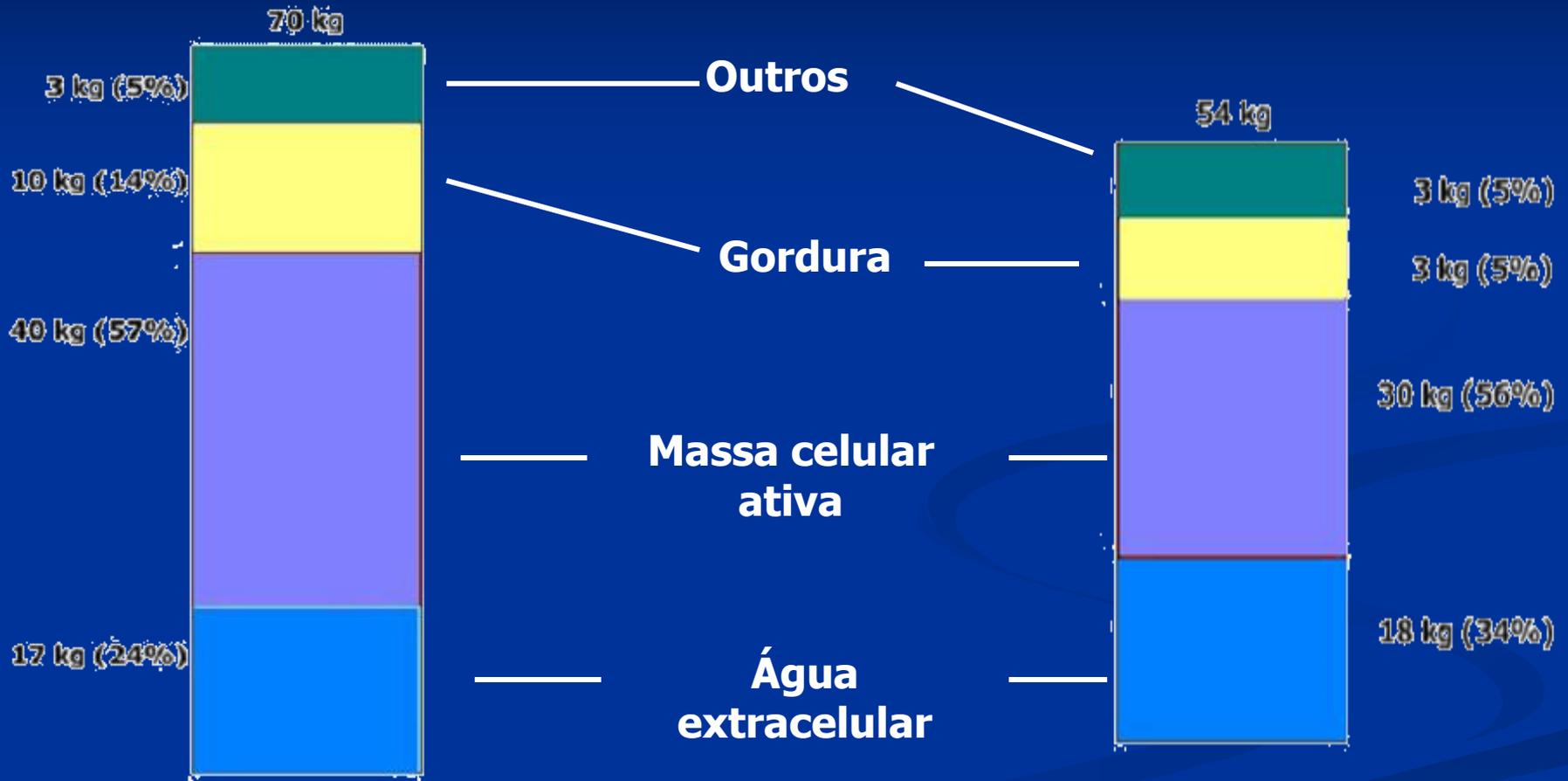
**Hipotrofia de massa corporal gorda e relativa
preservação de massa corporal magra**

Subnutrição energética crônica - Marasmo

- ✓ Deficiência (↑) energético – (↓) protéica
 - ✓ Subnutrição comum em lactentes
- Deficiente ingestão de nutrientes
(Fisiopatologia da subnutrição)



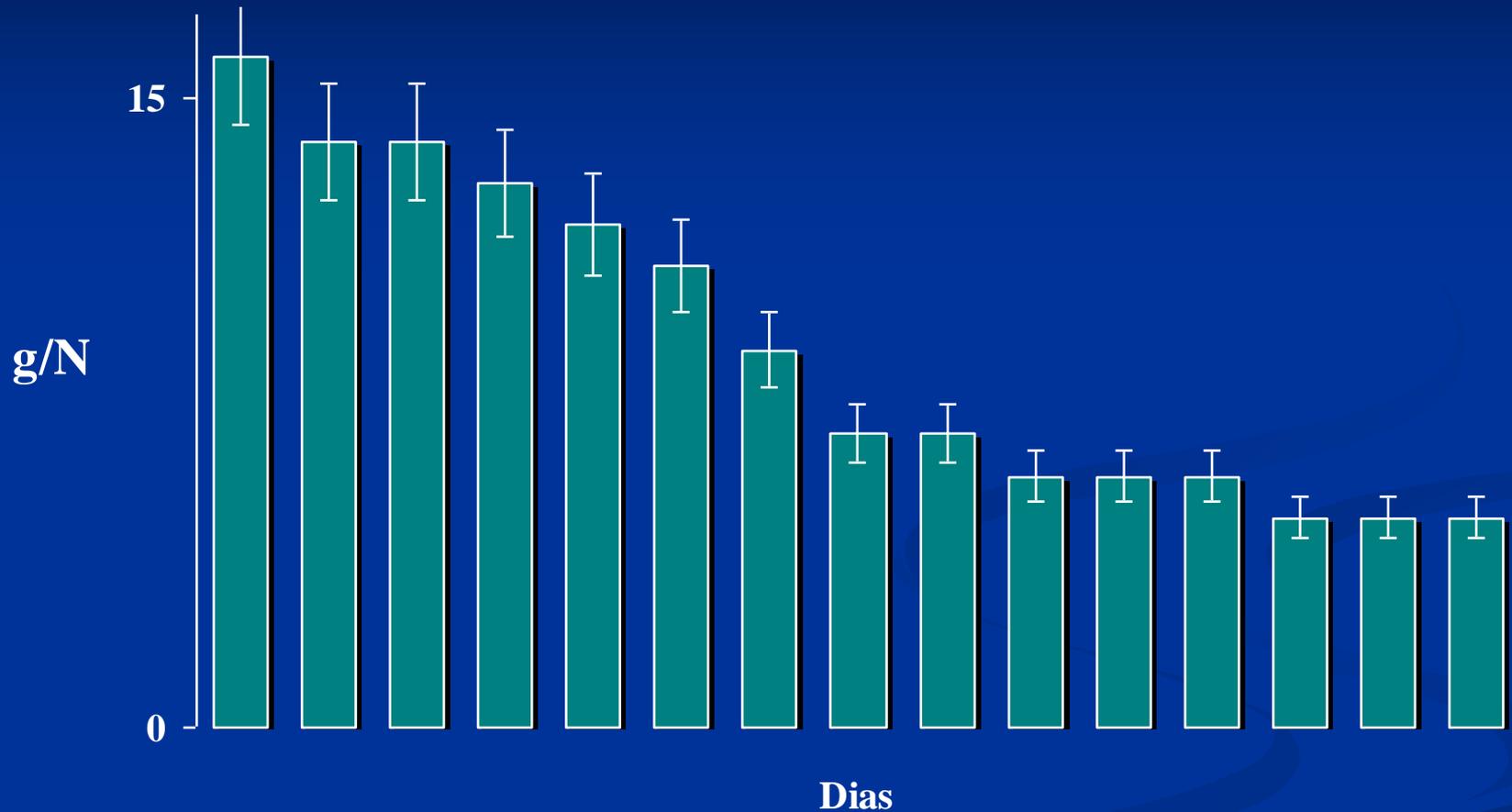
Efeitos da inanição na composição corporal



Composição normal

Após 16 semanas de inanição

Excreção diária de nitrogênio urinário durante a inanição

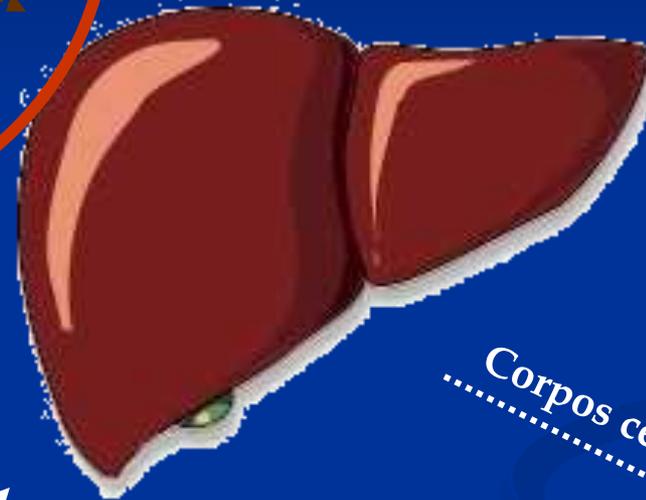


JEJUM (Marasmo)



Proteína muscular

Aminoácidos, 70g

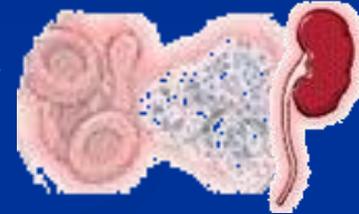


Glicose, 160g



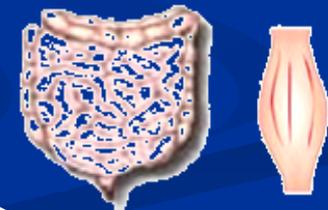
SNC

Glicose, 16g

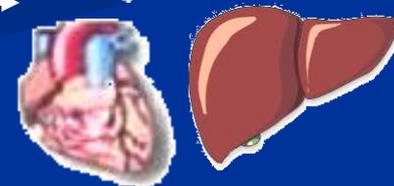


Hemácias, leucócitos, medula renal

Corpos cetônicos, 60g

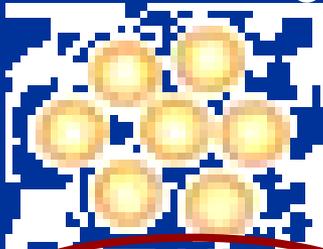


Ácidos graxos, 120g



Glicerol, 16g

Ác. graxos, 40g



Gordura, 160g



Aprender através de um problema...



Será que ela tem subnutrição protéica?

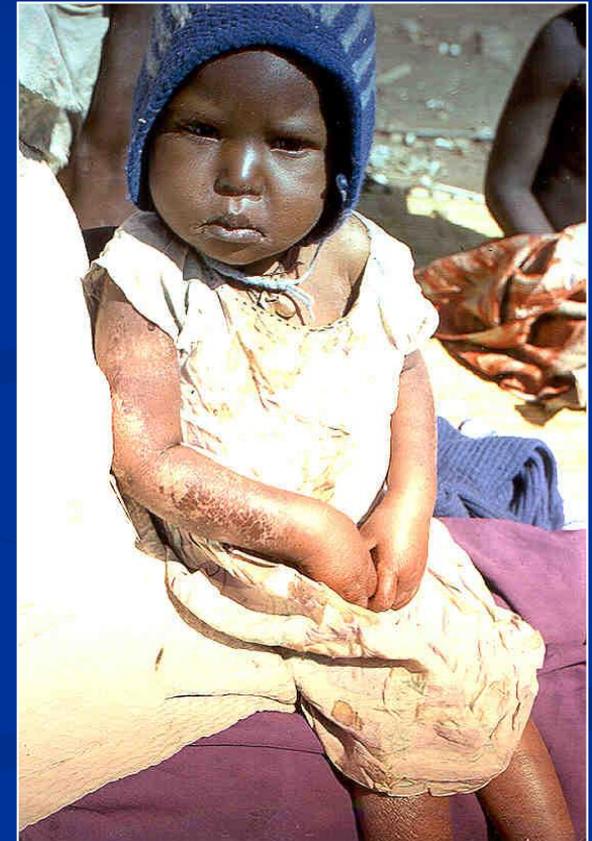
JPM, feminina, 14 meses de vida, internada na UTI com quadro **avançado de pneumonia**, desidratação e déficit pômdero-estatural. Nasceu a termo pesando 2000g. Evoluiu com **sepsis**, **diarréia** e dependência do respirador (**edema 3+/4+**; **queda cabelo**; **pele em aspecto celofane**). Revela baixa ingestão energética (< 60% necessidades) há 3 meses. **Evolui em UTI com inadequação da oferta energética e protéica**

Subnutrição protéica - *Kwashiorkor*

Deficiência de ingestão protéica

- ✓ Edema
- ✓ Queda de cabelo e mudança de cor
- ✓ Descamação da pele
- ✓ Anorexia
- ✓ Esteatose hepática
- ✓ Irritabilidade
- ✓ ↓ **albumina sérica**

Teoria Clássica



Williams C D.
Lancet, 1935

Kwashiorkor infantil

Hipoalbuminemia crônica *versus*
hipoalbuminemia aguda

Lunn P G. *et al.*, 1979

Fisiopatologias diferentes?



Pneumonia em crianças

Fisiopatologia

- **Intensa resposta de fase aguda**
- **Aumento do número de neutrófilos**
- **Linfócitos T ativados → citocinas pró-inflamatórias**
- **Hipoalbuminemia → edema**

Subnutrição protéica – Novo conceito



Kwashiorkor-like

(após estresse orgânico)

**Subnutrição protéico
aguda**

Reação de fase aguda

**Síndrome da resposta
inflamatória sistêmica**

Kwashiorkor-like

Exame bioquímico

- Albumina - $< 2,8\text{g/dl}$
- Transferrina - $< 150\text{mg/dl}$
- Capacidade total de ligação de ferro - \downarrow
- Ferro sérico - \downarrow
- Ferritina - \uparrow (excesso aparente de ferro em crianças com *Kwashiorkor* – Sive A A et al. 1996; S Afr Med J)



Kwashiorkor-like

Exame bioquímico

- Proteína C reativa - $> 7\text{mg/dl}$; $> 20\text{mg/dl}$ (Índice sensível da infecção bacteriana em crianças – Ekanem E E. *et al.* 1997; *Acta Paediatr*)
- Balanço nitrogenado < 0
- Índice creatinina altura $< 80\%$
- Sódio sérico $< 136\text{mEq/l}$
- Glicemia - $> 120\text{mg/dl}$



Subnutrição protéico aguda

Infeção



Macrófago



Interleucinas (citocinas)

Subnutrição protéica aguda – Patogênese

Resposta Metabólica ao estresse orgânico

Citocinas anti-inflamatórias



TNF α

IL-6

IL-1

IL-4

IL-10

IL-13

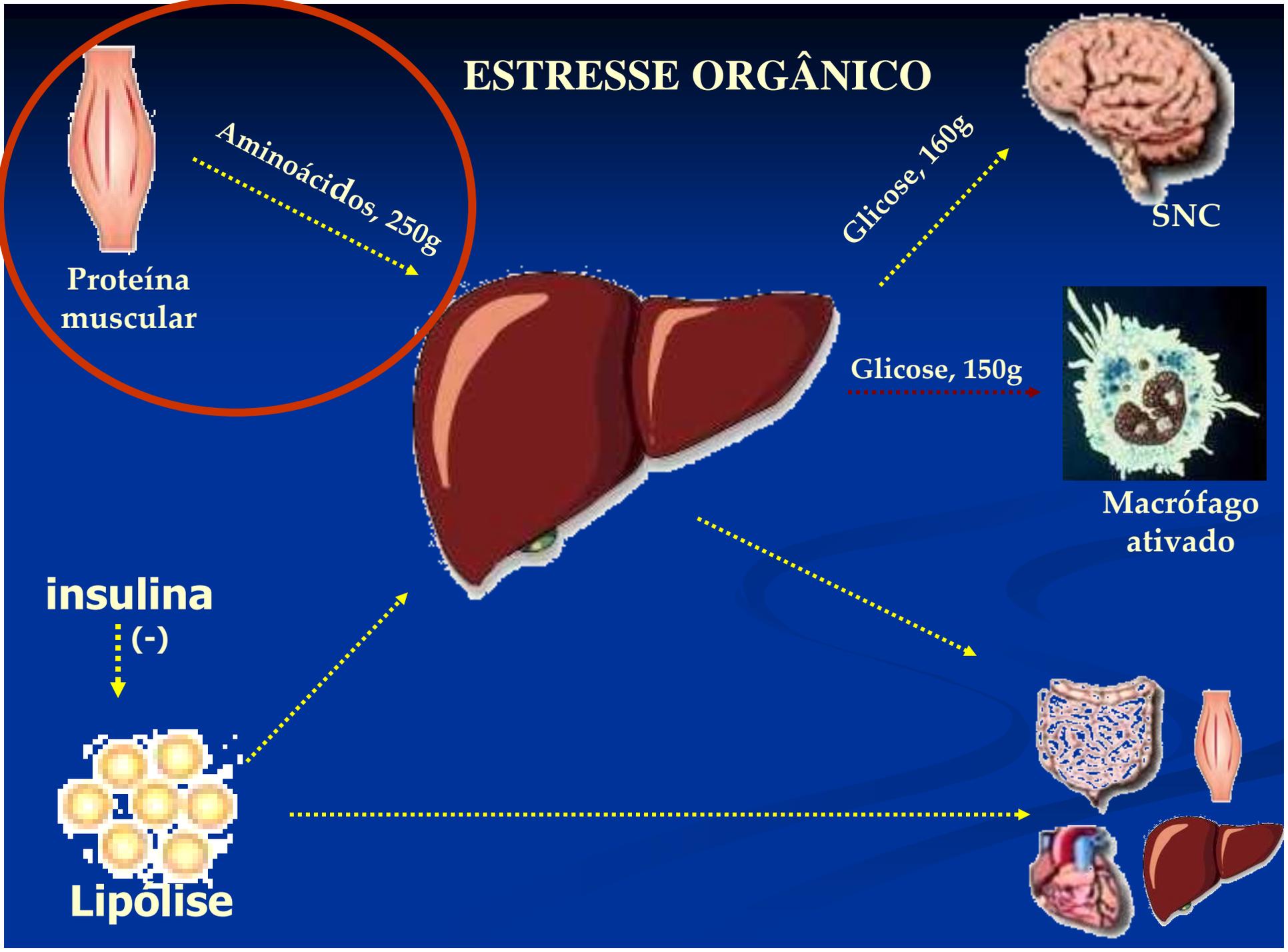
TGF β

Citocinas pró-inflamatórias

Respostas biológicas às interleucinas

- ❖ **SNC: anorexia, febre, sonolência.**
- ❖ **Metabolismo: hiperglicemia, proteólise, balanço nitrogenado negativo.**
- ❖ **Medula óssea: anemia, leucocitose.**
- ❖ **Fígado: menor síntese de albumina e transferrina, maior síntese de PCR, ferritina, fibrinogênio.**

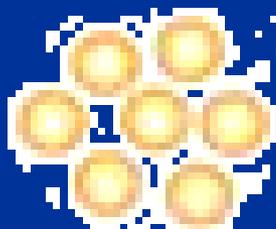
ESTRESSE ORGÂNICO



Proteína muscular

Aminoácidos, 250g

insulina (-)



Lipólise



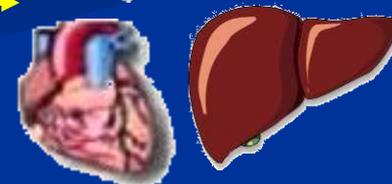
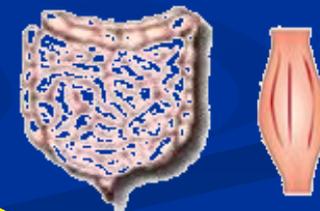
SNC

Glicose, 160g



Macrófago ativado

Glicose, 150g



Metabolismo na inanição e no estresse orgânico grave

	Inanição	Estresse orgânico
Anorexia	-	+
Lipólise	++	+
Gasto energético	↓	↑↑ ?
Proteólise	↑	↑↑
Síntese de albumina	↓	↓↓
Síntese de proteínas de fase aguda	-	↑
Albumina sérica	Normal/↓	< 2,8g/dl



Criança gravemente enferma



Estresse metabólico



Qual o impacto no estado nutricional?

(Fisiopatologia da subnutrição)

Resposta Metabólica ao Estresse Orgânico

Criança

versus

Adulto



Resposta metabólica difere quantitativamente

Composição corporal de neonatos, crianças e adultos não obesos e a porcentagem do peso corporal total

Idade	% proteína	% gordura	% carboidrato
Neonatos	11	14	0,4
Crianças (10 anos)	15	17	0,4
Adultos	18	19	0,4

Recomendação de energia e proteína

Idade	Proteína (g/kg/d)	Energia (kcal/kg/d)
Neonatos	2,2	120
Crianças (10 anos)	1,0	70
Adultos	0,8	35

Criança é mais susceptível ao catabolismo do estresse orgânico do que o adulto

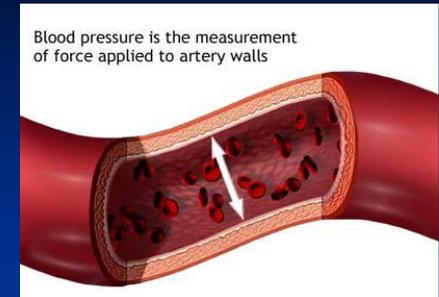


↓ Reserva

↑ demanda metabólica

Subnutrição protéica aguda

Resposta neuroendócrina ao estresse metabólico



Hormônios catabólicos

- ↑ pressão sanguínea e frequência cardíaca
- Liberação de catecolaminas da medula adrenal
- ↑ cortisol, glucagon
- ↑ hormônio de crescimento
- ↑ hormônio antidiurético
- ↓ inicial de insulina, ↑ insulina sérica posteriormente

Exames bioquímicos



Por quê JPM tem ↓
albumina, ↓
transferrina e ↑
proteína C reativa?

Parâmetros	Valor encontrado	Padrão
Albumina (g/dl)	2,4	4 - 6
Transferrina (mg/dl)	131	250 - 300
Proteína C reativa (mg/dl)	3,3	Até 0,5
Glicemia (mg/dl)	131	70 - 110
Sódio (mEq/L)	128	135 - 145

Causas de hipoalbuminemia

- perdas urinárias - descartada proteinúria
- ↓ síntese hepática de albumina por doença hepática - descartada
- ↑ perdas intestinais: descartada má-absorção intestinal

Resposta de fase aguda (RFA)

ou síndrome da resposta inflamatória sistêmica (SIRS), constitui-se numa seqüência alterações neurohumorais, metabólicas e imunológicas, em resposta ao trauma tecidual e/ou infecção

↓

↑ síntese das proteínas de fase aguda

↓

protegem o organismo, limitam a agressão e contribuem para a reparação tecidual

↓

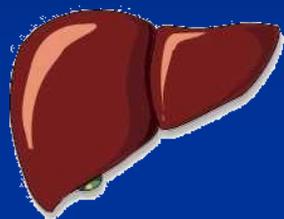
↓ síntese hepática de albumina

↓

hipoalbuminemia

oferta protéica insuficiente

↓ síntese de albumina na dependência da duração da privação



Inicialmente, 50% a 90% dos AA que são utilizados para a síntese de albumina são oriundos da quebra das proteínas hepáticas



Para a síntese de outras proteínas, o fígado utiliza como substrato, aminoácidos obtidos da quebra das proteínas da musculatura esquelética

Se o período de privação se estende

↓ mRNA responsáveis pela síntese de albumina

Subnutrição protéica aguda = kwashiorkor-like

RESPOSTA SISTÊMICA À INFECÇÃO

↓ níveis de albumina

↑ ADH, renina, aldosterona

↓ pressão oncótica

↑ retenção corporal de Na^+ e água

EDEMA HIPOALBUMINÊMICO



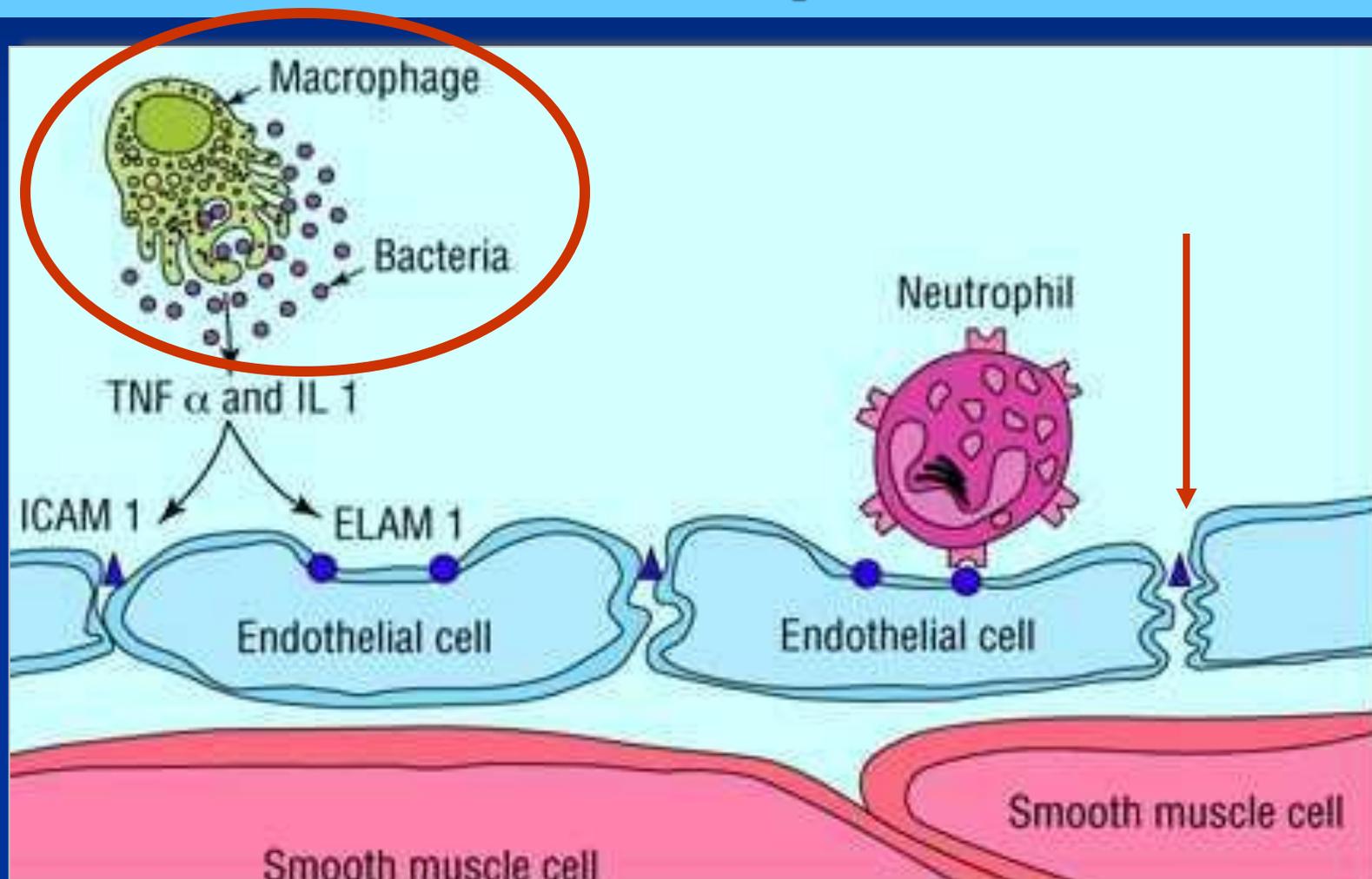
Subnutrição protéica aguda

Causas de hipoalbuminemia na resposta de fase aguda

- Hemodiluição
- Menor ingestão protéica
- Síntese hepática diminuída
- Aumento do catabolismo
- **Extravasamento capilar sistêmico**

Causas de hipoalbuminemia

Extravasamento capilar sistêmico

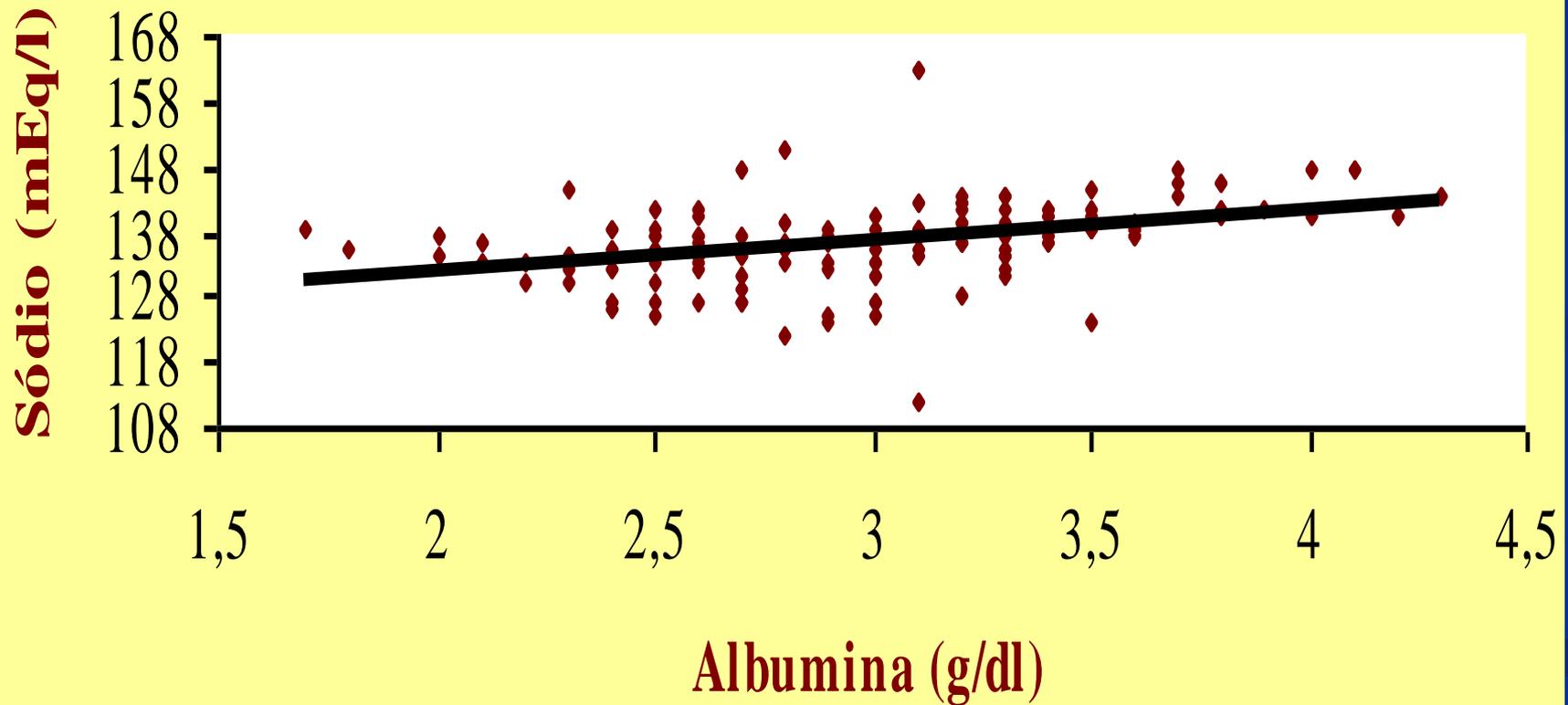


Níveis séricos de albumina e sódio em adultos com síndrome da RFA

Parâmetros	RFA-positivos (n=99)	RFA-negativos (n=43)
Albumina* (g/dl)	2,74 ± 0,35	3,58 ± 0,28
Sódio* (mEq/l)	135,1 ± 6,4	139,9 ± 4,8

* p < 0,05

Correlação entre níveis séricos de sódio e albumina em adultos hospitalizados



Aumento das proteínas de fase aguda (horas) após o estresse orgânico

> 3 h	proteína C reativa (PCR) e 1-antiquimotripsina
> 12 h	1-glicoproteína
> 24 h	1-antitripsina, haptoglobina, C4, fibrinógeno e 2-macroglobulina
> 72 h	ceruloplasmina e C3

Metabolismo de carboidrato

- Reserva de glicogênio limitado
- $\uparrow\uparrow$ turnover da glicose, oxidação e gliconeogênese
- Oferta de glicose $<$ gliconeogênese
- É mais importante a oferta adequada de carboidrato do que uma dieta hiperprotéica
- Excesso de glicose $\rightarrow \uparrow \text{CO}_2 - \uparrow \text{RQ} \rightarrow \uparrow$ esforço ventilatório
- RQ desejável – 0.8 (4g lipídio/kg/d) + até 6mg glicose/kg/min



Hiperglicemia

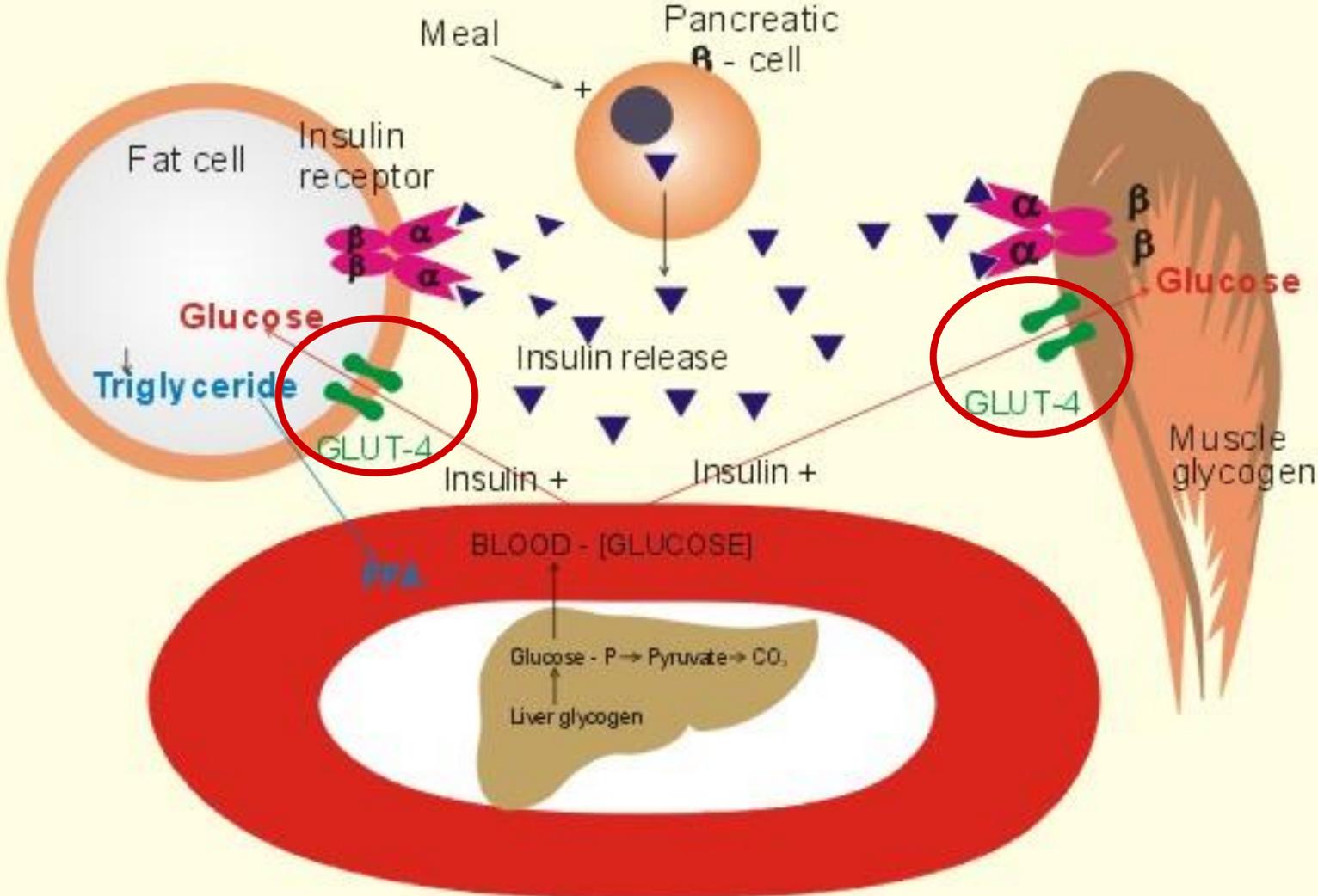
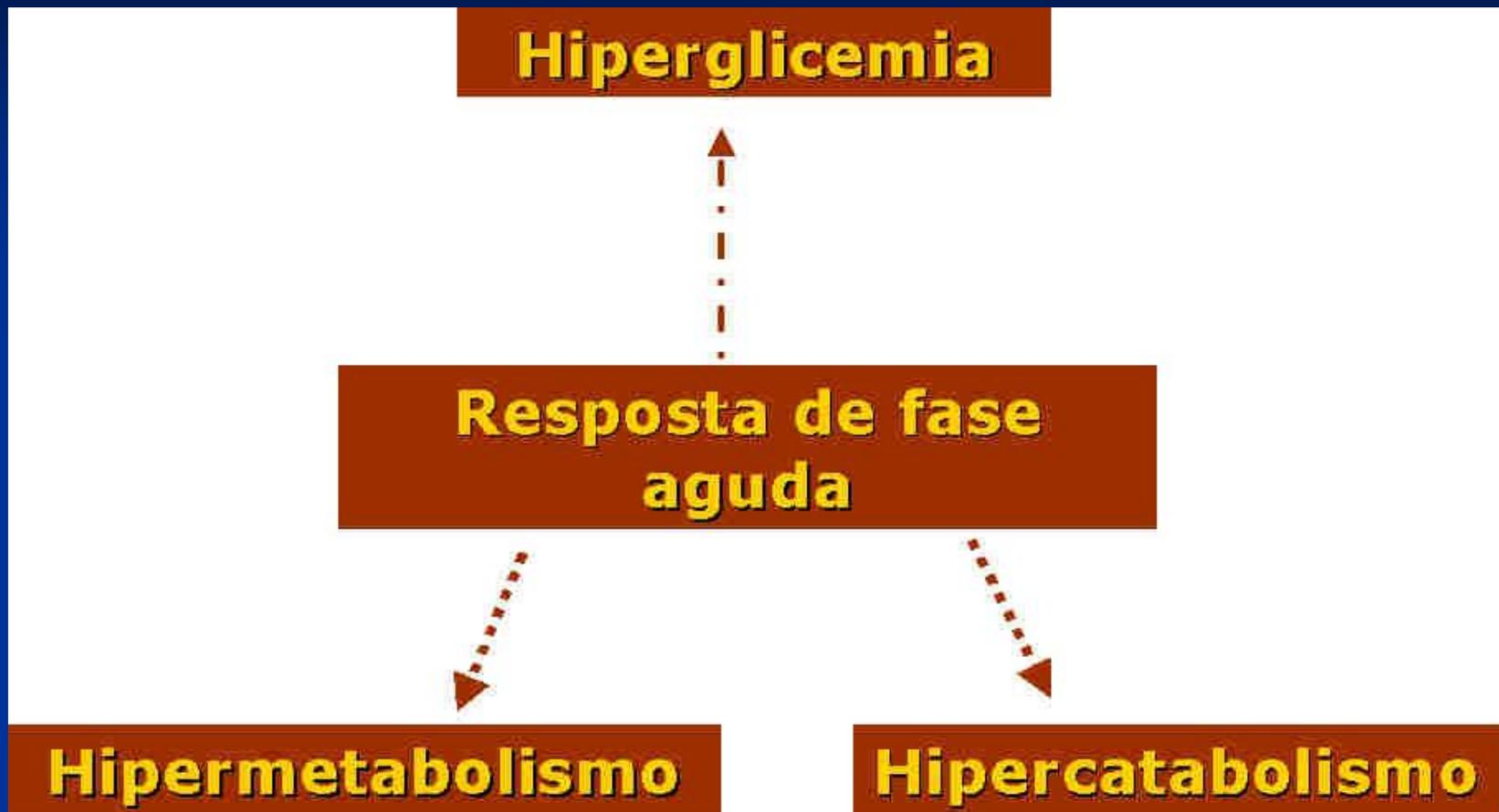
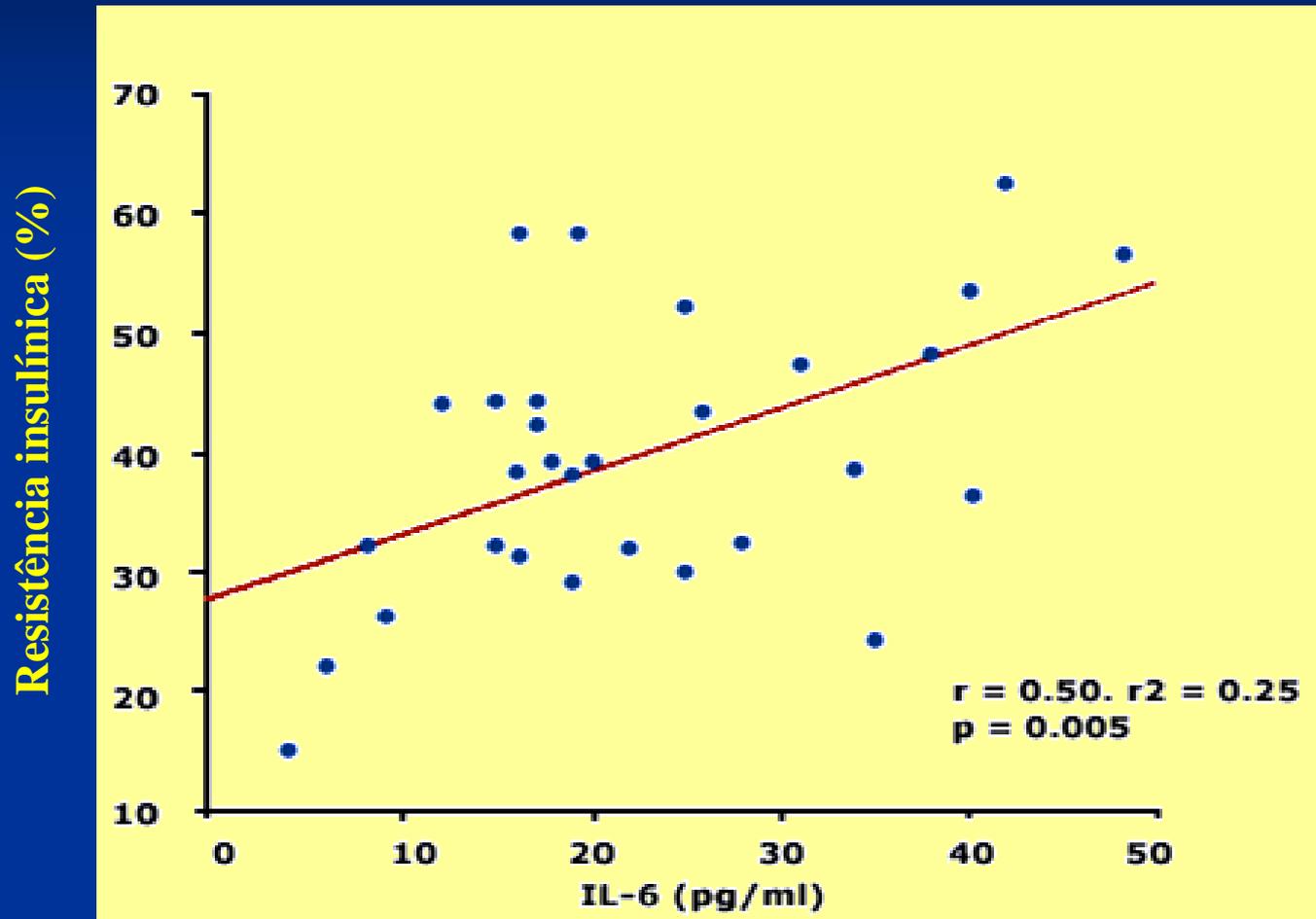


Fig. 27-1

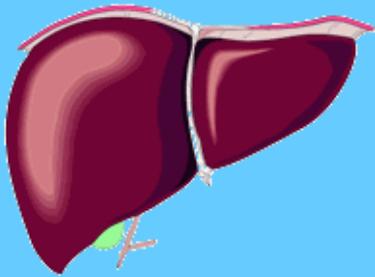


Cunha DF, Bianco MP, Lenza M, Cunha SFC. Resposta de fase aguda e níveis séricos de magnésio em pacientes hospitalizados. *Rev Assoc Med Bras*, 45, 1999

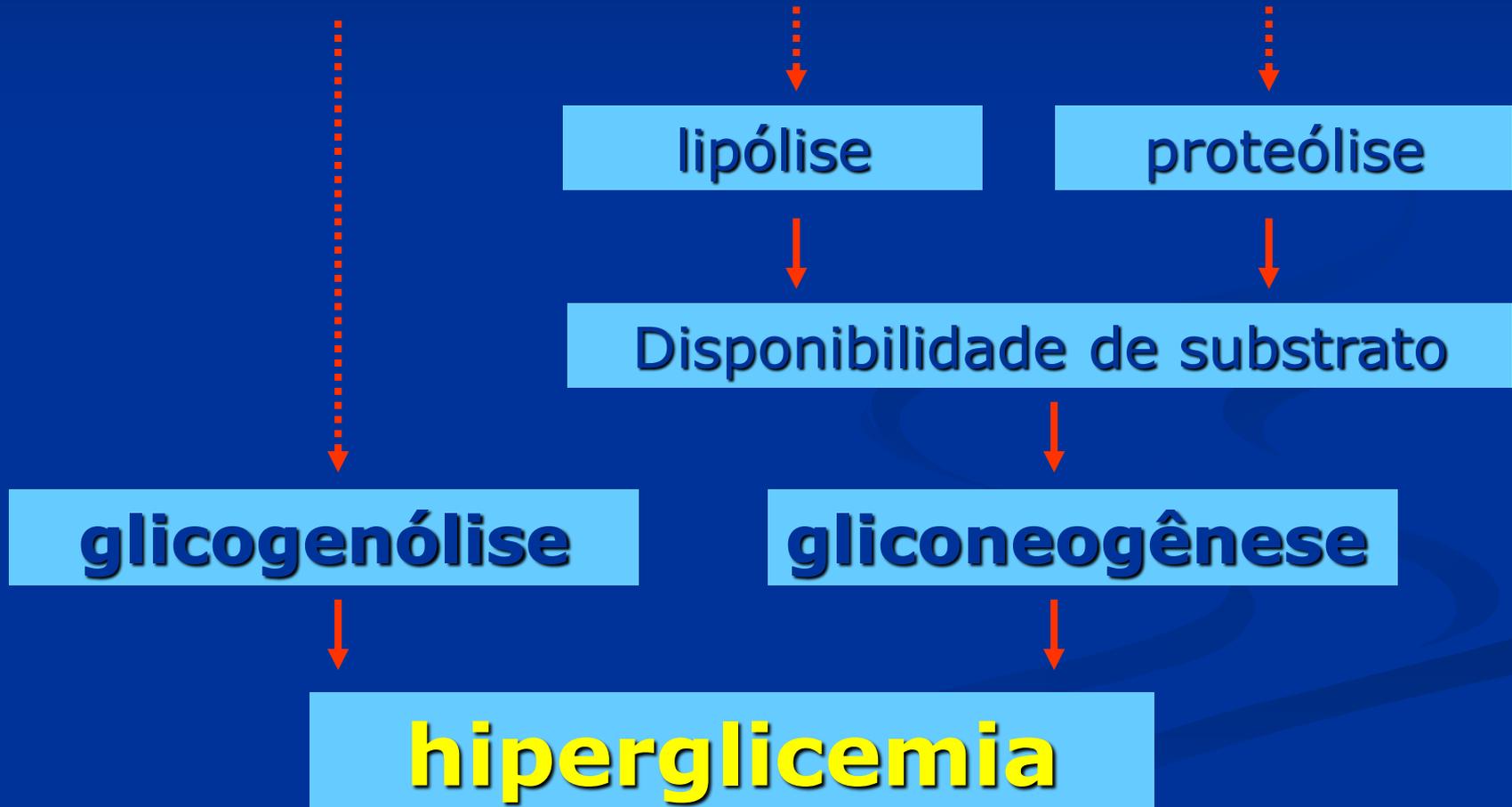
Resistência insulínica e níveis séricos de interleucina-6



Fonte: Thorell et al. Clin Nutr, 1996; 15: 95-97.



Catecolaminas – Glucagon – Cortisol GH – Interleucinas



Hiperglicemia em crianças de UTI

- em 3x o risco de morte
- ↓ Função pulmonar
- ↓ esvaziamento gástrico
- ↓ motilidade intestinal
- ↑ infecção

↑ glicemia → ↑ mortalidade

Duração da hiperglicemia
está associada com a
mortalidade



Metabolismo de lipídio



- Metabolismo lipídico acelerado
- ↑↑ triglicerídeo
- ↑↑ turnover lipídico (30 a 40% dos ácidos graxos oxidados)
- Neonatos (baixa reserva lipídica) → deficiência de ácidos graxos essenciais; linoléico 4,5% VCT e linolênico 0,5% VCT; lipídios IV 0,5g/kg/d → 2 a 4g/kg/d

Metabolismo de Vitaminas e Minerais



- DRIs tem sido usado com pouca evidência de inadequação nutricional
- Mais estudos são necessários

Subnutrição Protéica Aguda



Alto risco de morbidade e mortalidade devido a ↓↓
da massa muscular e do tecido adiposo

Malnutrition as an independent predictor of clinical outcome in critically ill children

Fernanda de Souza Menezes R.D., M.Sc.^a, Heitor Pons Leite M.D., Ph.D.^{a,*},
Paulo Cesar Koch Nogueira M.D., Ph.D.^b

^aDiscipline of Nutrition and Metabolism, Department of Pediatrics of the Federal University of São Paulo, São Paulo, Brazil

^bPediatric Nephrology Sector, Department of Pediatrics of the Federal University of São Paulo, São Paulo, Brazil

Table 3

Exposure variables for greater length of ventilation—multiple logistic regression model

Variable	Incidence	Odds ratio (95% confidence interval)	<i>P</i>
Septic shock	30/43	1.87 (0.89–3.92)	0.098
PELOD >11	92/146	2.76 (1.68–4.52)	<0.001
Diagnosis—clinical	94/167	1.64 (0.99–2.70)	0.055
Malnutrition	77/134	1.76 (1.08–2.88)	0.024

Estresse orgânico e Subnutrição



Gravemente enferma

- ❖ 5 a 7 dias em UTI → ↑ subnutrição (Huddleston KC et al., Nurs Clin North Am, 1993)
- ❖ 24% subnutrição aguda ou crônica em UTI (Hulst JM. 2004)

Nutrition Therapy in a Pediatric Intensive Care Unit: Indications, Monitoring, and Complications

Patrícia Zamberlan, MSc¹; Artur Figueiredo Delgado, MD²; Cláudio Leone, PhD³; Rubens Feferbaum, MD⁴; and Thelma Suely Okay, PhD⁴

Table 2. Frequency of Malnutrition on Admission to the Pediatric Intensive Care Unit (n = 90)^a

Indicator	Cutoff Point	% Patients
H/A or L/A	« - 2 dp	50.0
W/A	« - 2 dp	27.7
W/H or W/L	« - 2 dp	8.0
BMI/A	« - 2 dp	13.3
AC/A	« - 2 dp	47.8
TST	« p5	33.0
AMC	« p5	46.6
AMA	« p5	45.5

A, age; AC, arm circumference; AMA, arm muscle area; AMC, arm muscle circumference; BMI, body mass index; H, height; L, length; TST, triceps skinfold thickness; W, weight.

^aAccording to various anthropometric indicators used in the screening.

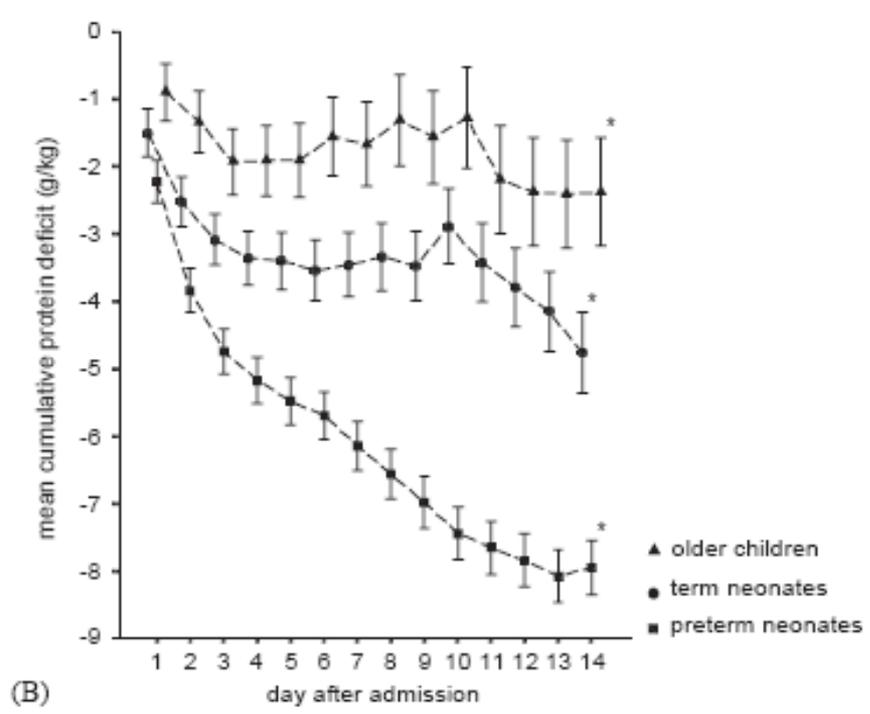
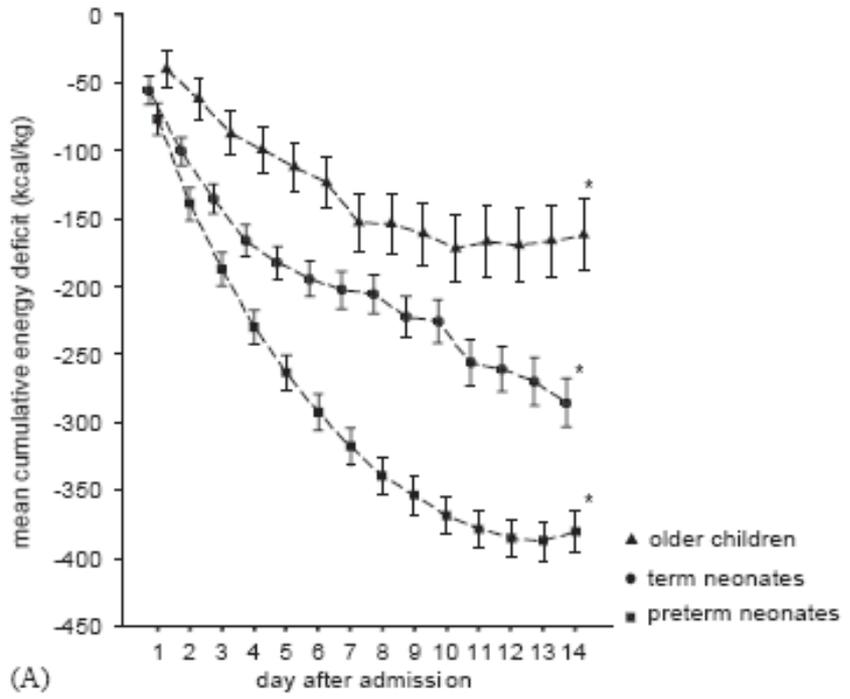
Fatores associados à subnutrição em UTI

- ❖ Gravidade da doença
- ❖ Avaliação nutricional incompleta
- ❖ Difusão de responsabilidade
- ❖ Falta de interação na equipe
- ❖ Terapia Nutricional inadequada
- ❖ Poucos registros de peso e estatura
- ❖ Registros inadequados da ingestão
- ❖ Constante jejum para exame e etc
- ❖ Atraso da Terapia Nutricional



The effect of cumulative energy and protein deficiency on anthropometric parameters in a pediatric ICU population

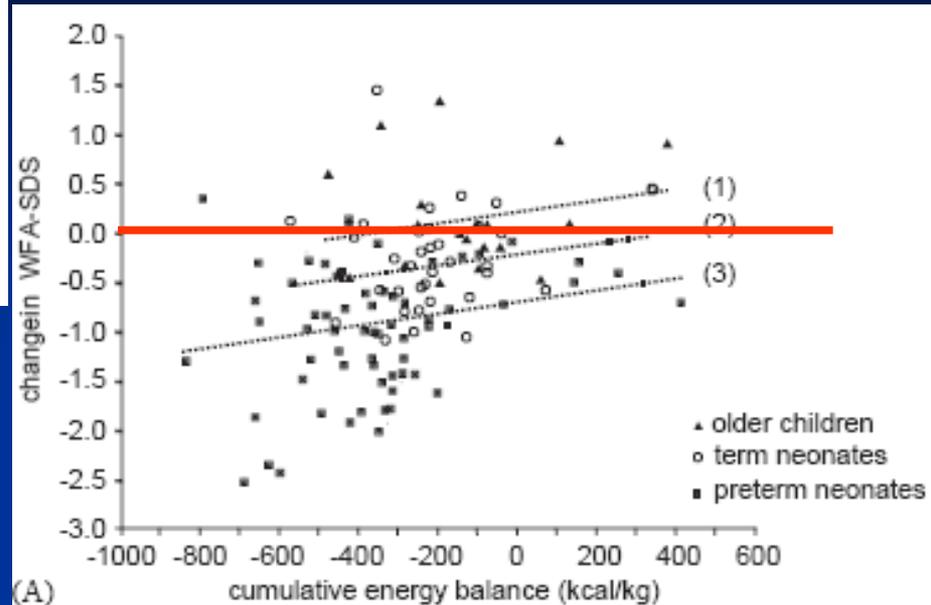
- ❖ Pré-termo: 27kcal/kg//dia; 0.6g ptn/kg/dia
- ❖ A termo: 20kcal/kg/dia; 0.3g ptn/kg/dia
- ❖ Crianças idades > 30 dias: 12kcal/kg/dia; 0.2g ptn/kg/dia



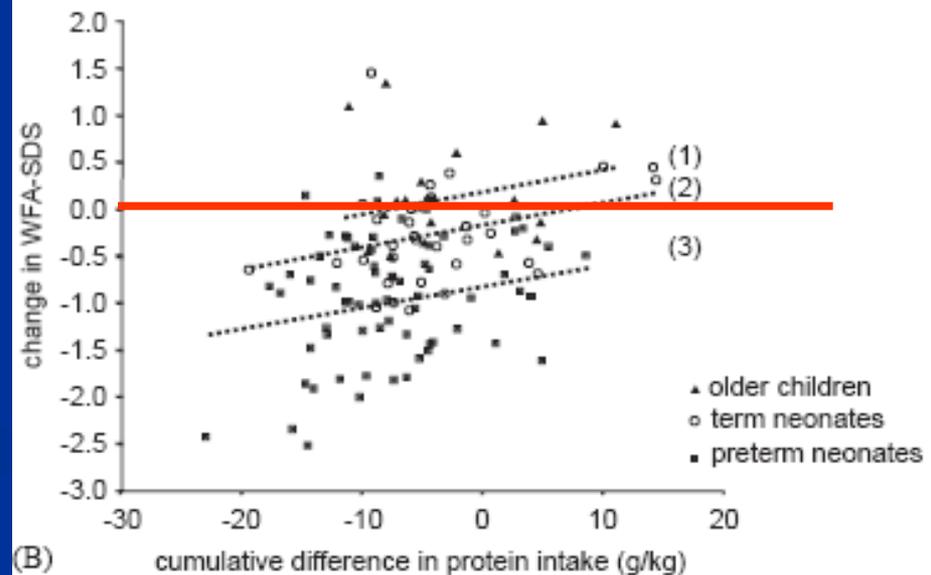
The effect of cumulative energy and protein deficiency on anthropometric parameters in a pediatric ICU population

Jessie M. Hulst^{a,b}, Johannes B. van Goudoever^b, Luc J.I. Zimmermann^b,
Wim C.J. Hop^c, Marcel J.I.J. Albers^{a,d}, Dick Tibboel^a, Koen F.M. Joosten^{b,*}

E o impacto na antropometria?



(A)



(B)

Nutritional goals, prescription and delivery in a pediatric intensive care unit [☆]

Marjorie de Neef^{a,*}, Vincent G.M. Geukers^a, Aafke Dral^b, Robert Lindeboom^c, Hans P. Sauerwein^d, Albert P. Bos^a

Table 2 Percentages of patient days with adequate, under-, and over-nutrition of calories and macronutrients.

Percentage of target	< 90%	90–110%	> 110%
Energy	49.9	23.6	26.5
Fat	66.0	14.6	19.4
Protein	84.5	10.7	4.8
Carbohydrates	56.1	18.7	25.1

Alta frequência de pacientes subalimentados → ↑ subnutrição

Gasto Energético e Utilização de Substratos



Oferta inadequada de energia e subnutrição



Aumento do gasto energético

- Queimados
- Sepsis neonatal
- Doença cardíaca congênita
- Trauma encefálico

■ Febre

Mayes T et al. JADA, 1996; Bauer J et al. Pediatrics, 2002; van der Kuip M et al. Acta Paediatr, 2003; Phillips R et al. J Neurosurg, 1987

Diminuição do gasto energético

- Sedação
- Ventilação mecânica
- Hipotermia

Vernon DD et al. Crit Care Med, 2000; Coss-Bu JA et al. Am J Clin Nutr, 1998

- ✓ Qual o gasto energético basal?
- ✓ “Overfeeding”!? (termogênese, \uparrow CO₂, esteatose hepática)
- ✓ “Underfeeding”!? (\uparrow lipólise e proteólise)
- ✓ REE x fator estresse? (REE: Harris-Benedict, Talbot, Schofield, FAO/OMS)



Cálculo do gasto energético



✓ Schofield (kcal/dia)

- < 3 anos: menina – $(16,252 \times \text{peso}) + (10,232 \times \text{altura}) - 413,5$
= 414,1kcal/d (+30%) = 538,33kcal/d (89,7kcal/kg atual/d)

✓ OMS (kcal/dia)

- < 3 anos: menina – $(61 \times \text{peso}) - 51 = 559\text{kcal/d (+30\%)} =$
726,7kcal/d (121kcal/kg atual/d)

✓ Talbot 1936

- 6kg = 336kcal/d

✓ Holliday e Segar, 1967

- até 10kg = 100kcal/kg PI/d = 600kcal/d

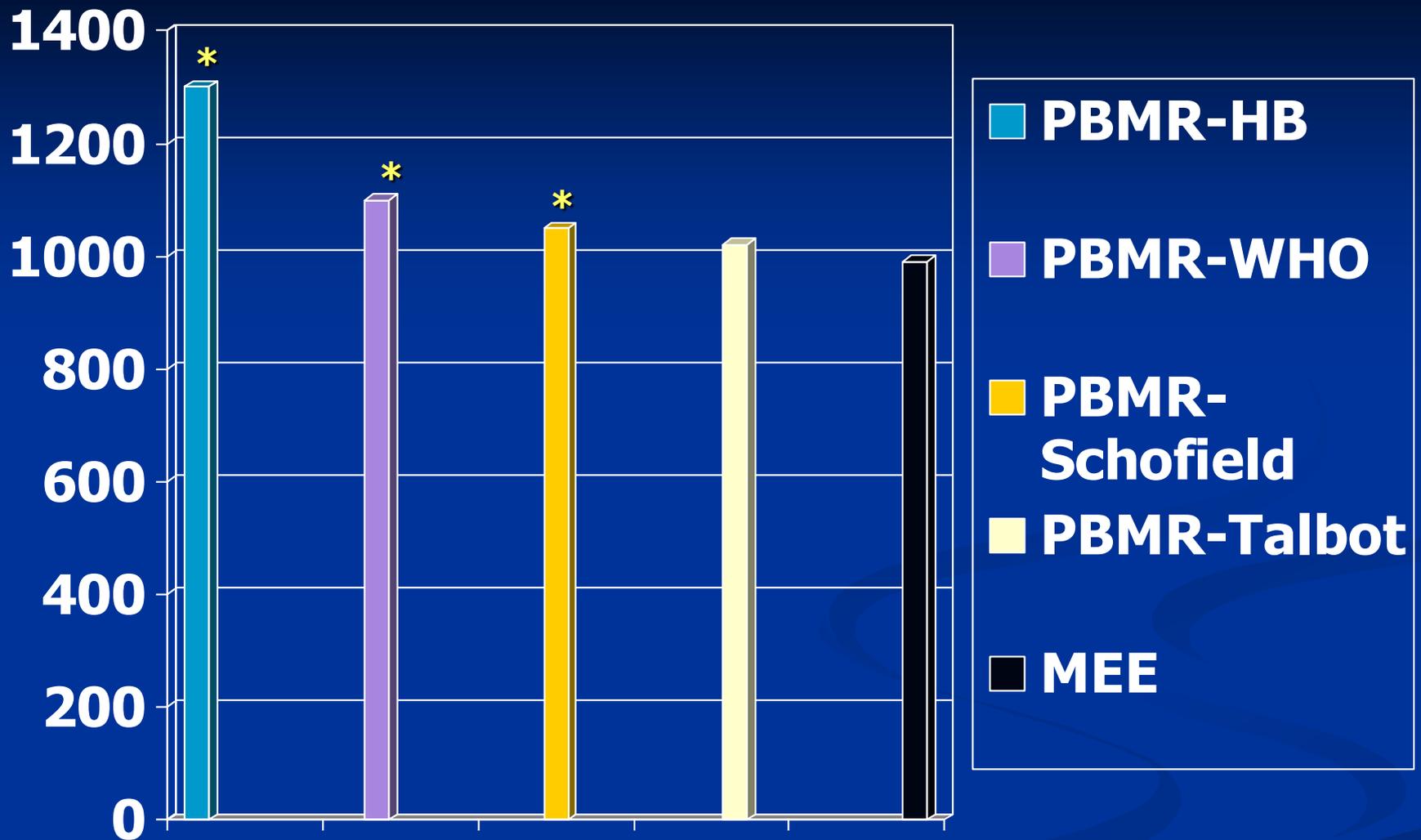


Fig. 1: Comparação entre o gasto energético medido e o GEB predito por equações. HB – Harris Benedict; WHO – FAO/OMS; MEE – gasto energético medido

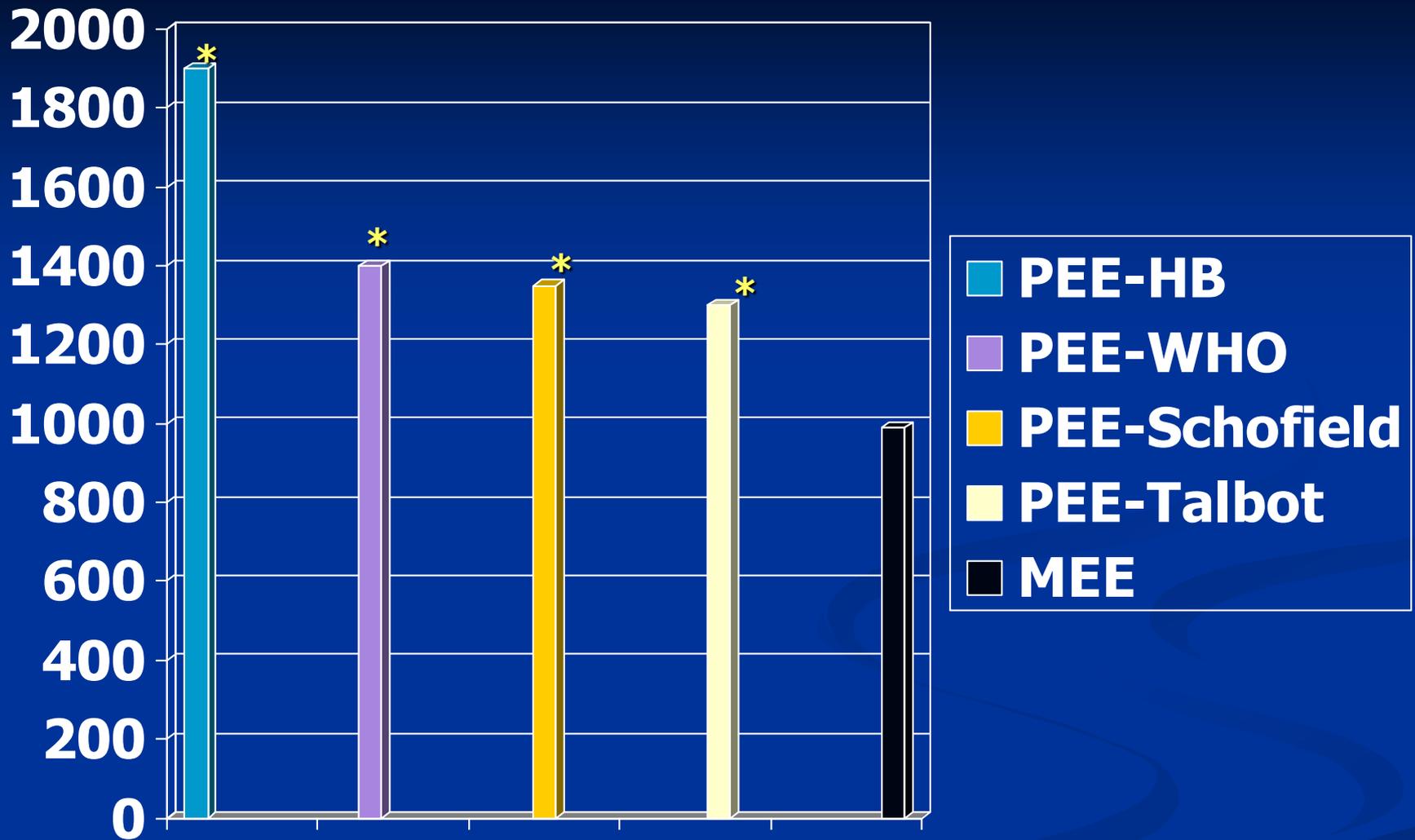


Fig. 2: Comparação entre o gasto energético medido e o GET predito por equações. HB – Harris Benedict; WHO – FAO/OMS; MEE – gasto energético medido

Resting energy expenditure in children and adolescents: agreement between calorimetry and prediction equations

G. RODRÍGUEZ,* L. A. MORENO,† A. SARRÍA,* J. FLETA,† M. BUENO*

*Departamento de Pediatría, Facultad de Medicina, Universidad de Zaragoza, Zaragoza, Spain, †E.U. Ciencias de la Salud, Universidad de Zaragoza, Zaragoza, Spain (Correspondence to: GR, Departamento de Pediatría, Facultad de Medicina, C/Domingo Miral, s/n, 50009 Zaragoza, Spain).

Table 5 Agreement between predictive equations and calorimetry in all the studied subjects

	Mean difference MREE–PREE (kcal/d)	Limits of agreement (mean difference ± 2 SD)	95% confidence interval for the bias (kcal/d)
FAO/WHO/UNU	–21.2	–310 and 267	–48.3 to 5.8
Maffeis et al.	182.0	–112 and 476	154.6 to 209.8
Harris–Benedict	58.0	–203 and 319	33.5 to 82.5
Schofield-W	–38.6	–468 and 391	–78.9 to 1.7
Schofield-HW	3.7	–293 and 300	–24.0 to 31.5

MREE: measured resting energy expenditure.

PREE: predicted resting energy expenditure.

Não recomenda ! →

A landscape photograph showing a dense, green forest covering a hillside. The sky is filled with dark, grey clouds, and a vibrant rainbow is visible, arching across the upper portion of the frame. In the lower right quadrant, there is a white thought bubble containing text.

**Somos eficientes na
prescrição dietética
do nosso paciente?**

Como estimar o gasto energético basal?

Equações Preditivas ou
calorimetria indireta?

Sub-alimentação

Hiper-alimentação



Complicações
Metabólicas



Table 1
Standard equations used to predict energy expenditure in children

Harris-Benedict equation (kcal/d) Boys: $66.4730 + (5.0033 \times \text{height}) + (13.7516 \times \text{weight}) - (6.7550 \times \text{age})$ Girls: $655.0955 + (1.8496 \times \text{height}) + (9.5634 \times \text{weight}) - (4.6756 \times \text{age})$
Schofield-W 3–10 y Girls: $22.5 \times \text{weight} + 99$ Boys: $22.7 \times \text{weight} + 495$ 11–18 y Girls: $17.5 \times \text{weight} + 651$ Males: $12.5 \times \text{weight} + 746$
Schofield-HW 3–10 y Girls: $16.97 \times \text{weight} + 1.618 \times \text{height} + 371.2$ Boys: $19.6 \times \text{weight} + 1.033 \times \text{height} + 414.9$ 11–18 y Girls: $8.365 \times \text{weight} + 4.65 \times \text{height} + 200$ Boys: $16.25 \times \text{weight} + 1.372 \times \text{height} + 515.5$
Schofield equations (kj/d) (1 kcal = 4.186 kj) < 3 y Boys: $(0.0007 \times \text{weight}) + (6.349 \times \text{height}) - 2.584$ Girls: $(0.068 \times \text{weight}) + (4.281 \times \text{height}) - 1.730$ 3–10 y Boys: $(0.082 \times \text{weight}) + (0.545 \times \text{height}) + 1.736$ Girls: $(0.071 \times \text{weight}) + (0.677 \times \text{height}) + 1.553$ 10–18 y Boys: $(0.068 \times \text{weight}) + (0.574 \times \text{height}) + 2.157$ Girls: $(0.035 \times \text{weight}) + (1.948 \times \text{height}) + 0.837$
White (kj/d) $17 \times \text{age [mo]} + (48 \times \text{weight [kg]}) + (292 \times \text{body temp } ^\circ\text{C}) - 9677$
FAO/WHO/UNU equations < 3 y Boys: (kcal/d): $(60.9 \times \text{weight}) - 54$ Girls: (kcal/d): $(61 \times \text{weight}) - 51$ 3–10 y old (1 kcal = 4.186 kj) Boys: (kj/g): $(95 \times \text{weight}) + 2071$ Girls: (kj/d): $(94 \times \text{weight}) + 2088$ 10–18 y Boys: (kcal/d): $(16.6 \times \text{weight}) + (77 \times \text{height}) + 572$ Girls (kcal/d): $(7.4 \times \text{weight}) + (482 \times \text{height}) + 217$
Maffei equations (kj/d) (1 kcal = 4.186 kj) Boys: $(28.6 \times \text{weight}) + (23.6 \times \text{height}) - (69.1 \times \text{age}) + 1287$ Girls: $(35.8 \times \text{weight}) + (15.6 \times \text{height}) - (36.3 \times \text{age}) + 1552$
Fleisch equation (kcal/d) Boys: 1–12 y: $24 \times \text{BSA} \times (54 - 0.885 \times \text{age})$ 13–19 y: $24 \times \text{BSA} \times (42.5 - [0.64 \times \{\text{age} - 13\}])$ Girls: 1–10 y: $24 \times \text{BSA} \times (54 - 1.045 \times \text{age})$ 11–19 y: $24 \times \text{BSA} \times (42.5 - [0.778 \times \{\text{age} - 11\}])$
Kleiber equations (kcal/d) PEE = $70 \times \text{weight}^{0.75}$
Dreyer equation (kcal/d) Boys: $\text{weight}^{1/2} / (0.1015 \times \text{age}^{0.1333})$ Girls: $\text{weight}^{1/2} / (0.1127 \times \text{age}^{0.1333})$
Caldwell-Kennedy equation (kcal/d): $22 + (31.05 \times \text{weight}) + (1.16 \times \text{age})$
Hunter equation (kcal/d) PEE = $22 \times \text{weight}$

Que equação usar?



- ✓ Equações para pacientes?
- ✓ Equações com fator injúria?
- ✓ Equações para subnutridos?
- ✓ Equações para pacientes críticos?

Gasto energético



Criança Gravemente
enferma

- Diagnóstico
- Tratamento
- Idade/crescimento
- Febre
- Tipo de alimento
- Atividade física (rotina: banho e exame físico) pode aumentar o GET em até 35%
- Variação genética

Equações Preditivas para Determinar Gasto Energético

TABLA 1. Propuestas de aporte calórico en niños de Holliday¹⁶⁶ y Darrow¹⁶⁷

	Peso corporal (kg)	Aporte calórico (kcal/kg/día)
Holliday	3-10	100
	11-20	50
	> 20	20
Darrow	< 3 kg	47 ± 4
	3-10	70 ± 5
	11-15	57 ± 4
	16-25	45 ± 4
	26-35	37 ± 3

Equações Preditivas para Determinar Gasto Energético

- Derivadas de populações saudáveis
- Erros de estimativa podem ser maiores que 40% (superestimativa)
- Não levam em conta estado patológico e fisiológico
- Equação de Schofield: mais adequada

Coss-Bu JA et al. Am J Clin Nutr, 1998; Schofield WN. Hum Nutr Clin Nutr 1985;

Vazquez Martinez JL et al. Pediatr Crit Care Med 2004; Goran MI et al. Am J Physiol 1993; Thompson MA et al. J Pediatr 1995; Kaplan AS et al. J Pediatr 1995

Resting energy expenditure in severely burned children: Analysis of agreement between indirect calorimetry and prediction equations using the Bland–Altman method

Oscar E. Suman^{a,b,*}, Ronald P. Mlcak^{a,c}, David L. Chinkes^{a,b}, David N. Herndon^{a,b}

Burns 32 (2006) 335–342

Table 1
Equations used to predict resting energy expenditure in this study

Authors	Data collection period	No. of subjects (2ry)	Population	Equation for REE
FAO/WHO/UNU [14]	1910–1980	>7500	Children and adolescents, 3–18 years old	F (3–10 yr): $REE = 22.5W + 499$ M (3–10 yr): $REE = 22.7W + 495$ F (10–18 yr): $REE = 17.5W + 651$ M (10–18 yr): $REE = 12.2W + 746$
Schofield- <i>HW</i> [12]	1935–1985 FAO/WHO/UNU data included	>7500	Children and adolescents, 3–18 years old	F: (3–10 yr): $REE = 16.97W + 1.618H + 371.2$ M: (3–10 yr): $REE = 19.6W + 1.033H + 414.9$ F: (10–18 yr): $REE = 8.365W + 4.65H + 200$ M: (10–18 yr): $REE = 16.25W + 1.372H + 515.5$
Harris–Benedict [13]	1909–1917	241	Mostly adults and a small number of infants	F: $REE = 655.10 + 9.56W + 1.85H - 4.68A$ M: $REE = 66.47 + 13.75W + 5.0H - 6.76A$

REE: resting energy expenditure (kcal/day); *W*: weight (kg); *H*: height (cm); *A*: age (years); F: female; M: male; 2ry: secondary analysis of data compiled from various sources or studies. Table is adapted and modified from Ref. [16].

Resting energy expenditure in severely burned children: Analysis of agreement between indirect calorimetry and prediction equations using the Bland–Altman method

Oscar E. Suman^{a,b,*}, Ronald P. Mlcak^{a,c}, David L. Chinkes^{a,b}, David N. Herndon^{a,b}

Table 3
Comparison between measured REE and predicted REE (calculated with
three equations)

	All subjects (<i>n</i> = 91)	Males (<i>n</i> = 54)	Females (<i>n</i> = 37)
Indirect calorimetry			
Measured REE (kcal/day)	1851 ± 750	2068 ± 708 ^a	1536 ± 704
FAO/WHO/UNU			
REE (kcal/day)	1203 ± 303 [*]	1293 ± 300 ^{*,a}	1072 ± 259 [*]
Correlation (<i>r</i>)	0.75	0.72	0.72
% Predicted	152 ± 39	159 ± 35	140 ± 42
Schofield-<i>HW</i>			
REE (kcal/day)	1219 ± 403 [*]	1384 ± 421 ^{*,a}	979 ± 212 [*]
Correlation (<i>r</i>)	0.74	0.74	0.69
% Predicted	152 ± 40	151 ± 34	15 ± 49
Harris–Benedict			
REE (kcal/day)	1215 ± 346 [*]	1302 ± 413 ^{*,a}	1088 ± 146 [*]
Correlation (<i>r</i>)	0.72	0.77	0.68
% Predicted	152 ± 43	162 ± 35	138 ± 50

Data presented as means ± S.D.; REE: resting energy expenditure; %
predicted = measured REE/predicted REE × 100.

^{*} *p* = <0.05 between measured and predicted.

^a *p* = <0.05 between males vs. females.

Resting energy expenditure in severely burned children: Analysis of agreement between indirect calorimetry and prediction equations using the Bland–Altman method

Oscar E. Suman^{a,b,*}, Ronald P. Mlcak^{a,c}, David L. Chinkes^{a,b}, David N. Herndon^{a,b}

Table 5
Agreement between predicted equations and indirect calorimetry in all the subjects studied

	Mean differences MREE–PREE (kcal/day)	Limits of agreement (mean differences \pm S.D.)	95% confidence interval for the bias (kcal/day)
FAO/WHO/UNU	652 \pm 559	–263 to –668 low 1567–1973 high	535–769
Schofield- <i>HW</i>	635 \pm 526	–226 to –608 low 1497–1878 high	525–745
Harris–Benedict	640 \pm 555	–269 to –672 low 1549–1952 high	524–756

Data presented as means \pm S.D.; MREE: measured resting energy expenditure; PREE: predicted resting energy expenditure; $p = 0.98$ for comparisons of mean differences (MREE–PREE) between the three equations.

Hipermetabolismo?



Catecolaminas e IL6

Tabela: Gasto energético predito e medido em crianças sob ventilação mecânica, gravemente enfermas

PEE, kcal/dia	-
Harris-Benedict	848 ± 256,4*
Caldwell-Kennedy	625,7 ± 403,2
Schofield	761,7 ± 320,8*
FAO/WHO/UNU	740,7 ± 338,8*
Maffeis	855,9 ± 188,1*
Fleisch	726,4 ± 298,8
Kleiber	536,8 ± 285,4*
Dreyer	963,8 ± 221,7*
Hunter	350,8 ± 263,5*
MEE, kcal/dia	673,8 ± 384

✓ 46 crianças – 1^{as} seis horas após a injúria

✓ PEE – superestimativa do gasto energético

✓ MEE → hipometabolismo

■ Ventilação mecânica

■ Analgesia

■ Sedação

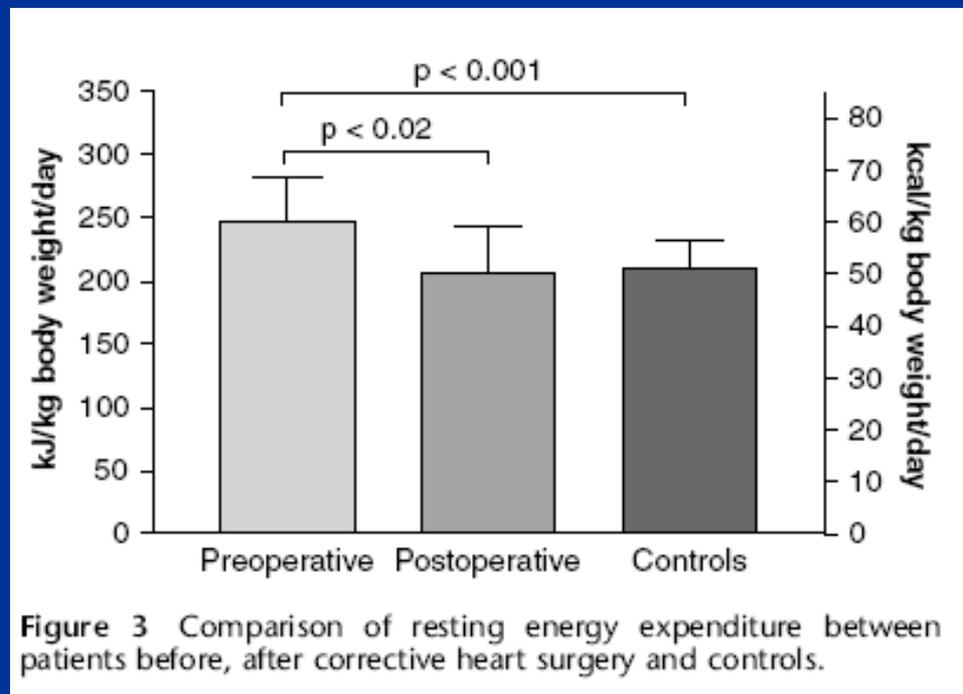
■ Bloqueador neuro-muscular

■ Subnutrição

Changes in resting energy expenditure in children with congenital heart disease

A Nydegger¹, A Walsh², DJ Penny³, R Henning⁴ and JE Bines^{1,5,6}

European Journal of Clinical Nutrition (2007), 1–6



Utilização de substrato



- ✓ Carboidrato
- ✓ Proteína
- ✓ Lipídeo



- ✓ Diferença no consumo de O_2 e na produção de CO_2

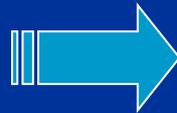


Utilização de substrato

✓ 1 kcal de Carboidrato

✓ 1 kcal de Proteína

✓ 1 kcal de Lipídeo



✓ 200 ml de O₂; 200 ml de VCO₂

✓ 239 ml de O₂; 191 ml de VCO₂

✓ 212 ml de O₂; 157 ml de VCO₂

$$RQ = VCO_2 / VO_2$$

✓ RQ = 0,707; utilização de lípidos

✓ RQ ≥ 1; utilização de carboidrato

✓ RQ = 0,84; utilização de proteína

Calorimetria e utilização de substrato

Para que serve?

Avaliação da adequação da terapia nutricional

- ✓ VO_2
 - ✓ VCO_2
 - ✓ Excreção de nitrogênio urinário
-  $RQ = VCO_2/VO_2$

- ✓ Utilização de proteína (g/min) = $6,25 \times$ nitrogênio uréico urinário (N)
- ✓ Utilização de gordura (g/min) = $1,67 (VO_2 - VCO_2) - 1,92N$
- ✓ Síntese de gordura (g/min) = $1,67 (VO_2 - VCO_2) + 1,92N$
- ✓ Utilização de glicose (g/min) = $4,55 VCO_2 - 3,21 VO_2 - 2,87$ (utilização de gordura)
- ✓ Utilização de glicose (g/min) = $1,34 (VCO_2 - 4,88N)$ (síntese de gordura)

Calorimetria e utilização de substrato

Para que serve?

Avaliação da adequação da terapia nutricional

$$RQ = VCO_2/VO_2$$

- ✓ RQ = reflete a % de utilização de gordura e de carboidrato
- ✓ RQ > 1 = Hiperventilação; acidose metabólica; “overfeeding”; LIPOGÊNESE
- ✓ RQ < 1 = Hipoventilação; subalimentação; Fase aguda da doença; LIPÓLISE
- ✓ A utilização de substrato depende da ingestão de substrato

Clinical Dilemma: Which Energy Expenditure Equation to Use?

Carol Ireton-Jones, PhD, RD, LD, CNSD

Nutrition Services, Coram Healthcare, Carrollton, Texas

- ✓ Equipe multidisciplinar
- ✓ Equação como primeiro passo
- ✓ Experiência clínica
- ✓ Monitoramento adequado
- ✓ **Nutrigenômica**





Obrigada...