SINPE
Società Italiana di Nutrizione Artificiale e Metabolismo

FABBISOGNI NUTRIZIONALI

Le basi della nutrizione artificiale in ospedale e a domicilio

Obiettivi didattici

- Conoscere il fabbisogno di calorie, macro e micronutrienti nel paziente normonutrito, malnutrito e ipercatabolico
- Conoscere i criteri per la verifica della tolleranza all’apporto di calorie e di proteine
- Conoscere i limiti da non superare nella somministrazione di macronutrienti in NA

Fabbisogni nutrizionali

ENERGIA

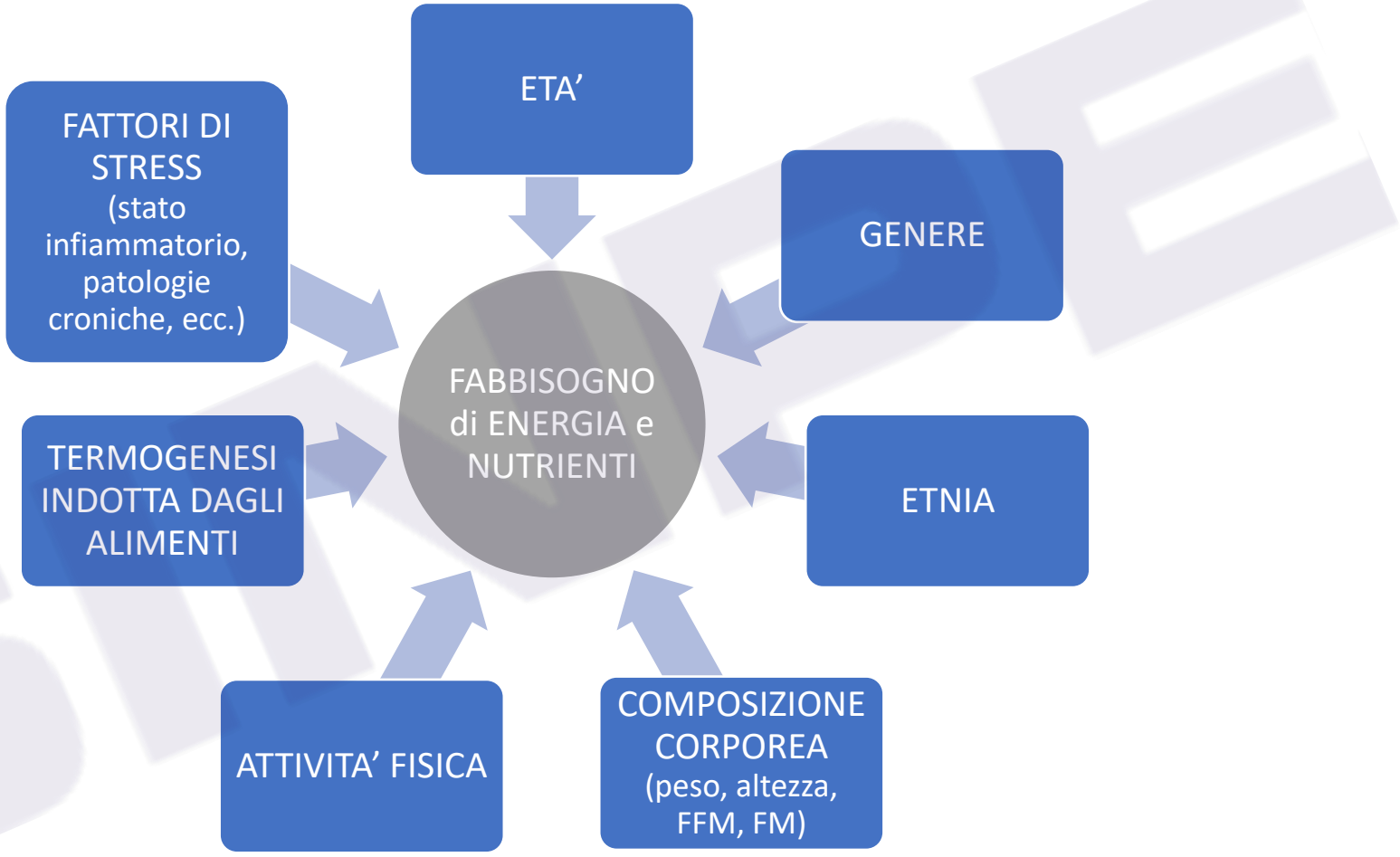
MACRONUTRIENTI
- Fabbisogno proteico (azotato)
- Fabbisogno lipidico
- Fabbisogno glucidico

MICRONUTRIENTI
- Elettroliti (Ca, Mg, P, K, …)
- Vitamine
- Oligoelementi (Fe, Cu, Zn, …)

FIBRA

ACQUA

Condizioni che influenzano i fabbisogni



Fabbisogni nutrizionali

ENERGIA

MACRONUTRIENTI
- Fabbisogno proteico (azotato)
- Fabbisogno lipidico
- Fabbisogno glucidico

MICRONUTRIENTI
- Elettroliti (Ca, Mg, P, K, …)
- Vitamine
- Oligoelementi (Fe, Cu, Zn, …)

FIBRA

ACQUA

La spesa energetica

Attività fisica 20-40%	Termogenesi da alimenti 5-10%	Metabolismo basale 50-70%

BASAL ENERGY EXPENDITURE (BEE)

Dispendio energetico di un soggetto a riposo, supino, in perfetto equilibrio termico, a digiuno da 12 ore. Misurato appena dopo il risveglio, prima delle attività quotidiane.

= spesa per mantenere i processi vitali

La spesa energetica

Attività fisica 20-40%	Termogenesi da alimenti 5-10%	Metabolismo basale 50-70%

TOTAL ENERGY EXPENDITURE (TEE, kcal/die)

Spesa totale giornaliera, definita da:
REE + attività fisica + termogenesi indotta dagli alimenti

RESTING ENERGY EXPENDITURE (REE)

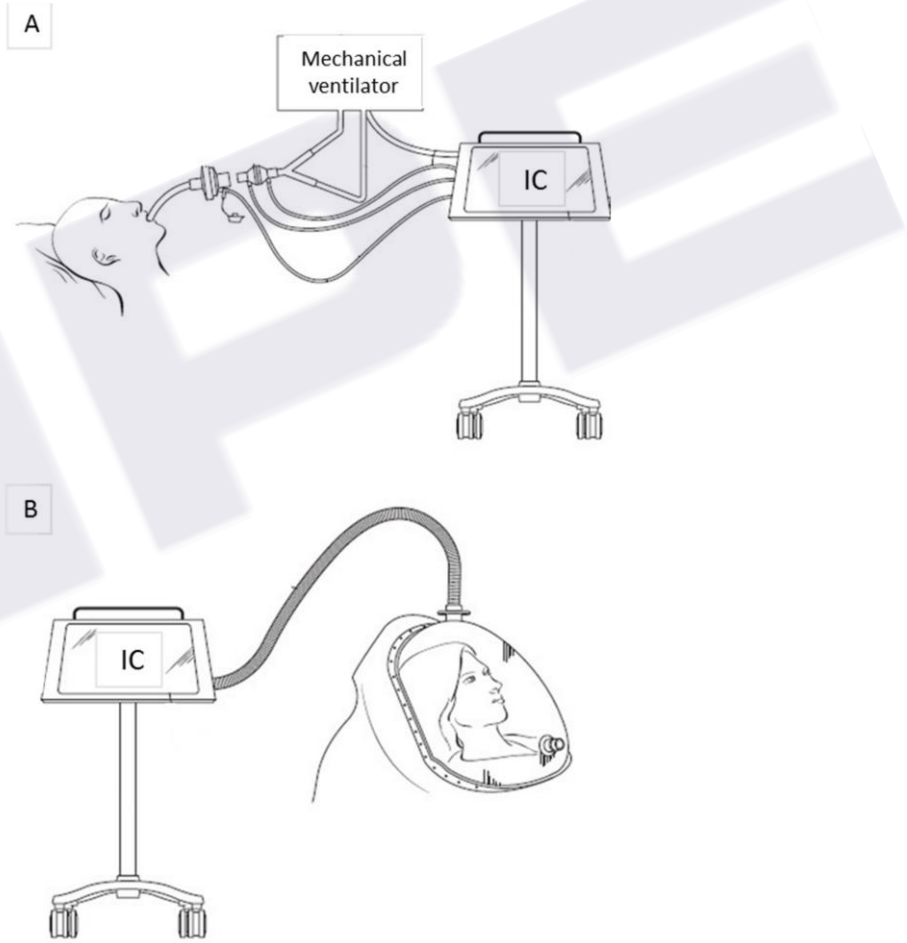
Stima del dispendio energetico di un soggetto a riposo, supino, in perfetto equilibrio termico, a digiuno da 10-12 ore.
Varia anche in relazione allo stato di salute

Influenza di alcune condizioni cliniche sul REE

Effetti sul REE	Fattori	
↑	• Ustioni • Iperventilazione • Ipertermia • Ipertiroidismo, feocromocitoma • Infiammazione/sepsi/stress • Acidosi metabolica	• Agitazione fisica
↓	• Coma/sonno profondo • Anestesia generale • Sedazione profonda • Ipotiroidismo • Ipoventilazione	• Alcalosi metabolica • Paralisi • Sarcopenia, cachessia (per riduzione massa muscolare)

Calcolo fabbisogno energetico

GOLD STANDARD:
calorimetria indiretta



Stima fabbisogno energetico

Formula di Harris-Benedict

uomini: 66,5 + [13,75 x kg attuali] + [5 x altezza (cm)] - [6,75 x età (anni)]

donne: 655 + [9,56 x kg attuali] + [1,85 x altezza (cm)] - [4,67 x età (anni)]

bambini: 22,1 + [31,05 x peso att. (Kg)] + [1,16 x altezza (cm)]

PESO CORRETTO = peso ideale + (peso attuale x 0,25)

Stima fabbisogno energetico: fattori di correzione

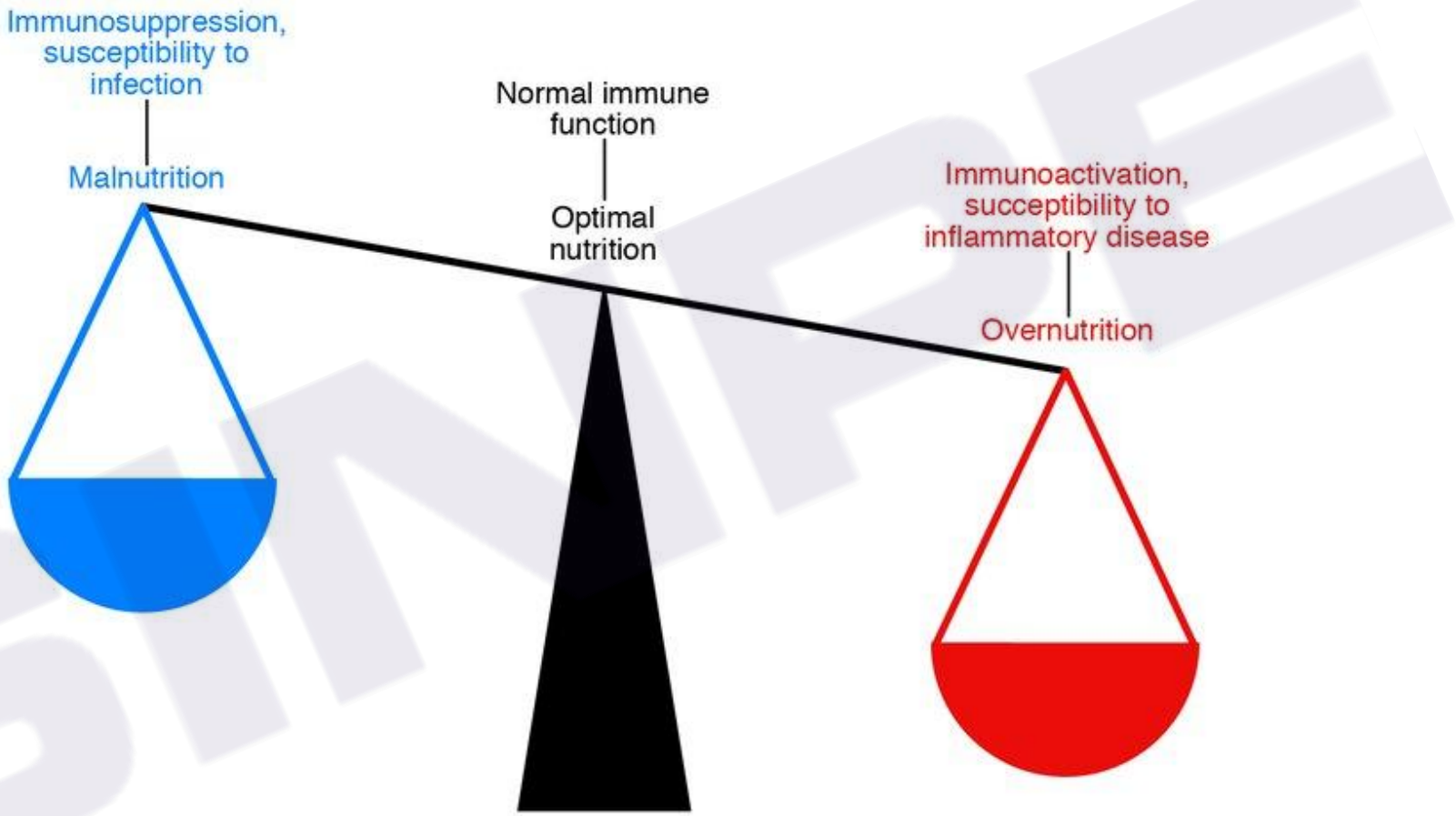
ATTIVITA' FISICA		PATOLOGIA	
Allettato	1	Febbre	1,07 per ogni F
Sedentari	1-1,4	Chirurgia minore	1-1,2
Poco attivi	1,4-1,6	Peritonite	1,2-1,5
Attivi	1,6-1,9	Trauma tessuti molli	1,14-1,37
Molto attivi	1,9-2,5	Trauma scheletrico	1,35
		Sepsi maggiore	1,4-1,6
		Ustione	2

Stima fabbisogno energetico

Sulla base delle evidenze scientifiche sono state proposte semplici equazioni basate sul **peso** del paziente

Anziano	30 kcal/kg/die
Insufficienza cardiaca	20-25 kcal/kg/die
Chirurgico	25-30 kcal/kg/die
Oncologico	25-30 kcal/kg/die
MICI (Rettocolite ulcerosa e Morbo di Crohn)	25-35 kcal/kg/die
Epatite cronica	30-35 kcal/kg/die
Pancreatite (acuta e cronica)	25-35 kcal/kg/die non proteiche
Paziente critico	20-25 kcal/kg/die

Undernutrition e Overnutrition



Fabbisogni nutrizionali

ENERGIA

MACRONUTRIENTI

- Fabbisogno proteico (azotato)
- Fabbisogno lipidico
- Fabbisogno glucidico

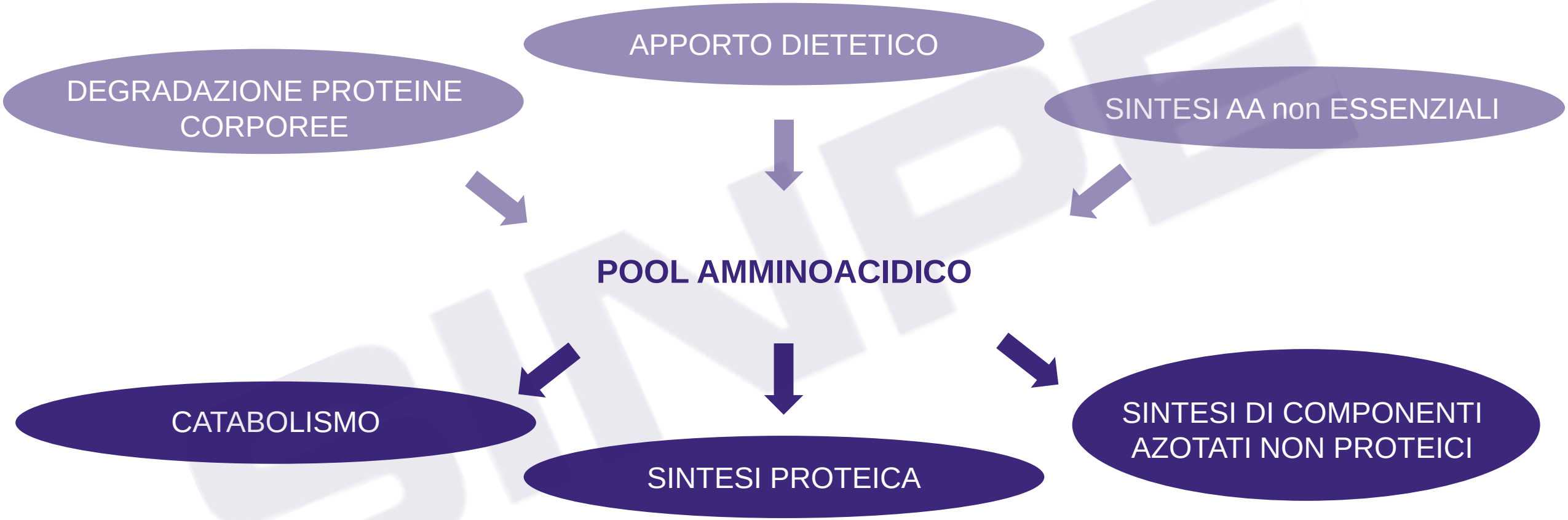
MICRONUTRIENTI

- Elettroliti (Ca, Mg, P, K, …)
- Vitamine
- Oligoelementi (Fe, Cu, Zn, …)

FIBRA

ACQUA

Fabbisogno proteico



Stima fabbisogno proteico

Perdite di azoto totali = Urea urinaria (g/24h) × 0.46 + 4

$N_{ingerito} < N_{escreto}$ → catabolismo

$N_{ingerito} = N_{escreto}$ → equilibrio

$N_{ingerito} > N_{escreto}$ → anabolismo

Fabbisogno proteico

Adulto sano	0,8 g/kg/die
Crescita e sviluppo	0,9-1,3 g/kg/die
Gravidanza	+ 1 g/die +8 g/die + 26 g/die
Allattamento	+ 21 g/die + 14 g/die
Anziano	>1 g/kg/die
Chirurgico	1,5 g/kg/die
Oncologico	1,2-1,5 g/kg/die fino anche a 2 g/kg/die in gravemente malnutriti
Malattie Inf. Croniche Intestinali	1 g/kg/die in fase cronica 1,2-1,5 g/kg/die in fase acuta
Epatite cronica/acuta	1,2 g/kg/die per normonutriti 1,5 g/kg/die per malnutriti
Pancreatite	1,2-1,5 g/kg/die

Amminoacidi essenziali e condizionatamente essenziali

Amminoacidi essenziali	Amminoacidi non essenziali	Amminoacidi condizionatamente essenziali
Fenilalanina Isoleucina Metionina Triptofano Treonina Valina Leucina Lisina Istidina	Alanina Aspartato Asparagina Glutammato Serina	Aginina Cisteina Glutammina Glicina Prolina Tirosina

Fabbisogno proteico: massimo

Apporti fino al 35% dell’energia non sembrano determinare effetti avversi, mentre segni di tossicità acuta, anche con esiti letali, sono stati osservati con livelli >45% dell’energia totale giornaliera.

In un adulto senza insufficienza d’organo il limite massimo suggerito è ~2.4 g AA/Kg/die.

Verifica della tolleranza dell’apporto proteico

- **Aumento di azotemia e creatininemia**
  >30% rispetto a valori basali
- **Aumento ammoniemia**
- **Acidosi metabolica**

Fabbisogno glucidico

I carboidrati (o glucidi) sono il substrato preferenziale per la produzione di energia.

Quantitativo minimo richiesto: **2 mg/kg/minuto** (50-100g/die per evitare la chetosi; 130g/die per assicurare al cervello la quantità di glucosio per le funzioni vitali).

Rappresentano circa il **45-60%** della quota calorica giornaliera.

In alcune condizioni patologiche, un eccessivo apporto di energia derivante dal glucosio è associata a iperglicemia, aumento della produzione di CO_2 della lipogenesi e delle richieste di insulina.
Nei pazienti critici la quantità di glucosio somministrata non dovrebbe eccedere i **5 mg/kg/minuto**.

Fabbisogno lipidico

I lipidi rappresentano il **20-35%** dell'energia giornaliera.

Funzione:

- Energetica;
- Strutturale per le membrane cellulari;
- Precursori di molecole con importanti attività biologiche (PUFA n-3 e n-6);
- Trasportatori di vitamine liposolubili.

Acidi grassi essenziali:

- PUFA n-6: 4-8% dell'energia totale giornaliera
- PUFA n-3: 0,5-1% dell'energia totale giornaliera

In nutrizione parenterale, emulsioni lipidiche possono essere somministrate in modo sicuro in un apporto massimo di **2,5 g/kg/die** (0,7-1,5 g/kg nelle 12-24h per i pazienti critici).

Fabbisogni nutrizionali

ENERGIA

MACRONUTRIENTI
- Fabbisogno proteico (azotato)
- Fabbisogno lipidico
- Fabbisogno glucidico

MICRONUTRIENTI
- Elettroliti (Ca, Mg, P, K, …)
- Vitamine
- Oligoelementi (Fe, Cu, Zn, …)

FIBRA

ACQUA

	Ca (mg)	P (mg)	Mg (mg)	Na (g)	Cl (g)	K (g)	Fe (mg)
Maschi	1000-1200	700	240	1,2-1,5	1,9-2,3	3,9	10
Femmine	1000-1200	700	240	1,2-1,5	1,9-2,3	3,9	10-18

Fabbisogno di elettroliti

Condizioni particolari:

- Rialimentazione;
- Abuso di alcolici;
- Uso-abuso di farmaci chelanti (es. antiacidi a base di alluminio);
- Malassorbimento;
- Intercorrenti patologie/specifiche condizioni cliniche (es. fibrosi cistica, SBS);
- Aumentate perdite (vomito, diarrea, ustioni, chetoacidosi diabetica, uso-abuso di diuretici)

Fabbisogno di vitamine e oligoelementi

Vitamine idrosolubili

Vitamine liposolubili

	Vit. C (mg)	Vit B_1 (mg)	Vit B_2 (mg)	Vit B_3 (mg)	Vit B_5 (mg)	Vit. B_6 (mg)	Vit B_8 (µg)	Folati (µg)	Vit.B_{12} (µg)	Vit. A (µg)	Vit. D (µg)	Vit. E (mg)	Vit. K (µg)
Maschi	105	1,2	1,6	18	5,0	1,3	30	400	2,4	700	15	13	140
Femmine	85	1,1	1,3	18	5,0	1,3	30	400	2,4	600	15	12	140

	Zn (mg)	Cu (mg)	Se (µg)	I (µg)	Mn (mg)	Mo (µg)	Cr (µg)	F (mg)
Maschi	12	0,9	55	150	2,7	65	35	3,5
Femmine	9	0,9	55	150	2,3	65	25	3,0

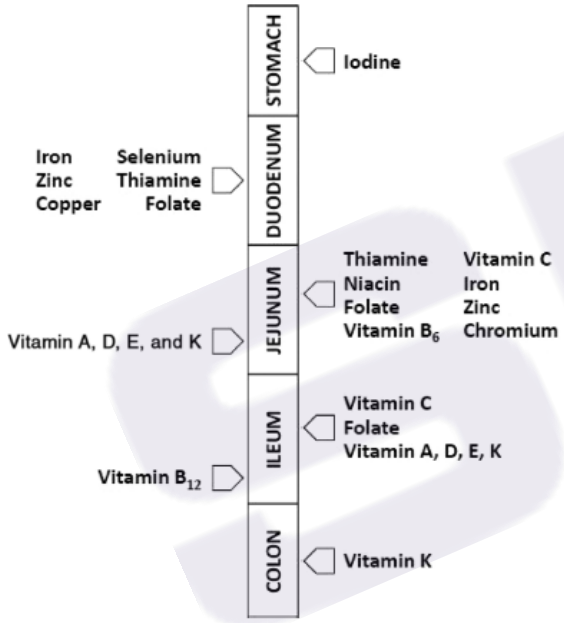
Fabbisogno di vitamine e oligoelementi in NP e NE

	PN Home & long-term A	PN high requirements[a] B	EN in 1500 kcal[b] C	EN high requirements in 1500 kcal[c]	DRI per day Age 31->70 yrs	EC directive[d]: Min-max per 1500 kcal [25]
Trace elements						
Chromium	10–15 μg	15 μg	35–150 μg	200 μg	20–35 μg	18.75–225 μg
Copper	0.3–0.5 mg	0.5–1.0 mg	1–3 mg	Same as C	0.9 mg	0.9–7.5 mg
Fluoride	0–1 mg	Same as A	0–3 mg	3–4 mg	3–5 mg (AI)	0–3 mg
Iodine	130 μg	Same as A	150–300 μg	Same as C	150 μg	97.5–525 μg
Iron	1 mg	Same as A	18–30 mg	30 mg	8 mg (18 mg F 19–50yrs)	7.5–30 mg
Manganese	55 μg	Same as A	2–3 mg	Same as C	1.8–2.3 mg	0.75–7.5 mg
Molybdenum	19–25 μg	Same as A	50–250 μg	250 μg	45 μg	52.5–270 μg
Selenium	60–100 μg	150–200 μg	50–150 μg	200 μg	55 μg	37.5–150 μg
Zinc	3–5 mg	6–12 mg	10–20 mg	20 mg	8–11 mg	7.5–22.5 mg
Lipo-soluble vitamins						
A Retinol[e]	800–1100 μg	1100 μg	900–1500 μg	1500 μg	700–900 μg	525–2700 μg
D3 Cholecalciferol	200 IU/5 μg	800–1000 IU/ 20–25 μg	25 μg	30 μg	15–20 μg	7,5–37,5 μg
E α-tocopherol	≥9 mg	20 mg	15 mg	40 mg	15 mg	7.5–45 mg
K1 phylloquinone	150 μg[f]	1–10 mg[g]	120 μg	Same as C	90–120 μg	52.5–300 μg
Water-soluble vitamins	Provide at least[h]		Provide at least[h]:			
B1 Thiamine	2.5 mg	100–200 mg	1.5 mg	100 mg	1.1–1.2 mg	0.9–7.5 mg
B2 Riboflavin	3.6 mg	10 mg	1.2 mg	10 mg	1.1–1.3 mg	1.2–7.5 mg
B3 Niacin	40 mg	Same as A	18 mg	40 mg	11–16 mg	13.5–45 mg
B5 Pantothenic acid	15 mg	Same as A	5 mg	7.5 mg	5 mg	2.25–22.5 mg
B6 Pyridoxine	4 mg	6 mg	1.5 mg	7.5 mg	1.5–1.7 mg	1.2–7.5 mg
B7 Biotin	60 μg	Same as A	30 μg	75 μg	30 μg (AI)	11.25–112.5 μg
B9 Folic acid	400 μg	600–1000 μg	330–400 μg DFE	500 μg	400 μg DFE	150–750 μg
B12 Cyancobalamin	5 μg	Same as A	>2.5 μg	7.5 μg	2.4 μg	1.05–10.5 μg
C Ascorbic acid	100–200 mg	200–500 mg	100 mg	200 mg	75–90 mg	33.75–330 mg

Fabbisogno di microelementi: condizioni particolari

Rischio di malnutrizione selettiva per micronutrienti:

- ustionati gravi;
- perdite da ferite chirurgiche, trauma, patologie a carico del tratto gastrointestinale o resezioni determinanti una riduzione della superficie assorbente;
- terapia renale sostitutiva continua (CRRT) e/o uso di alcuni farmaci
- Refeeding syndrome.



GIT area resected	Potential micronutrient deficiency
Gastric resection	• Vitamin D[18] • Vitamin K[18] • Iron[4,20] • Vitamin B_{12}[4,20]
Gastric bypass surgery	• Vitamin K[18] • Copper[19]
Gallbladder resection	• Vitamins A, D, E, and K[4]
Jejuno-ileal bypass surgery	• Vitamins A, D, E, K,[18,126] and calcium[126]
Whipple (pancreatico-duodenectomy)	• Vitamins A, D, E, K, B_{12}, and iron[127]
Proximal jejunum	• Duodenum and proximal jejunum—zinc,[61] copper[128]
Terminal ileum	• Vitamin B_{12}[4,18,20,126]
Short bowel syndrome	• Vitamin B_2,[18] A, E, K (if colon is resected),[18,20] folic acid, chromium,[18] zinc, and iron due to losses[19]

Therapy	MN deficit due to treatment
Renal replacement therapy	all water-soluble vitamins, Carnitine Cu, Fe, Se,
Diuretic therapy	Thiamine (B1) Se
Proton Pump Inhibitors	B12 Fe
Metformin	B12
Isoniazid treatment	B6
Antiretroviral HIV therapy	D
Antiepileptic drugs	B9, B12, D
Thymoglobulin (immunosuppression)	B6

Fabbisogno di microelementi: condizioni particolari

Disease	Deficiency favouring disease development	Inadequacy or deficit worsening the condition	Deficiency as a result of disease
Alcoholism		B1, Fe	A, D, E, K, B1, B2, B6, B7, B9, B12, C, Zn
Alcoholic hepatitis	B6, Zn	Se, Zn	
Anaemia	B1, B6, B9, B12, Fe, Cu, Co		
Cancer cachexia	D, Zn		
Cardiomyopathies/ Heart failure	B1, B6, D, Se, Fe	Se	
Chronic obstructive pulmonary disease	D, Cu, Se, Mn, Zn		
Chronic intestinal failure			B2, B7, B9, B12, A, D, E, K, Cu, Fe, Zn
Chronic (atrophic) gastritis			B9, B12, C, D, Fe
Diabetes mellitus	B9, Cr		
Inflammatory bowel diseases		Zn	B1, B6, B12, A, D, E, K, Fe, Se, Zn
Non-alcoholic fatty liver disease	Cu		
Liver diseases		Zn	B12, A, D, E, Se, Zn
Multiple Sclerosis	B7		
Obesity	β-carotene, E, Se, Zn	B1, B9, D, Fe, Se, Zn	
Obesity Post Bariatric surgery			A, D, E, K, B1, B9, B12, C, Cu, Fe, Zn
Osteoporosis	B12, D, K, Cu, Fe, Zn, Mn, F, Bo		
Renal failure (chronic)			B1, B6, B9, K, D, Cu, Se, Zn
Sarcopenia	B1, B12, D, carnitine, Zn	D, Se, Zn	
Critical illness		B1, C, D, Cu, Fe, Se, Zn	B1, B12, C, D, Fe, Se, Zn

Fabbisogni nutrizionali

ENERGIA

MACRONUTRIENTI
- Fabbisogno proteico (azotato)
- Fabbisogno lipidico
- Fabbisogno glucidico

MICRONUTRIENTI
- Elettroliti (Ca, Mg, P, K, …)
- Vitamine
- Oligoelementi (Fe, Cu, Zn, …)

FIBRA

ACQUA

Fabbisogno di fibre

Le fibre sono polisaccaridi non digeribili che agiscono a livello del colon: la fermentazione batterica della fibra che arriva indigerita al colon produce Acidi Grassi a Catena Corta. Include i prebiotici.

	SOLUBILE	INSOLUBILE
QUALI	Pectine, gomme, mucillaggini e galattomannani	Cellulosa, emicellulosa e lignina
ALIMENTI	Frutta fresca, verdura, legumi	Cereali integrali, frutta oleosa
FUNZIONE	• ↑ massa fecale • Rallenta assorbimento di nutrienti • Rallenta il transito intestinale	• ↑ transito intestinale

Fabbisogno per popolazione sana adulta: circa **25-30g/die** (12,6-16,7 g/1000 kcal/die)
Controversa l'indicazione della fibra nei pazienti critici.

Fabbisogni nutrizionali

ENERGIA

MACRONUTRIENTI
- Fabbisogno proteico (azotato)
- Fabbisogno lipidico
- Fabbisogno glucidico

MICRONUTRIENTI
- Elettroliti (Ca, Mg, P, K, …)
- Vitamine
- Oligoelementi (Fe, Cu, Zn, …)

FIBRA

ACQUA

Fabbisogno idrico

Adulto sano (18-65 anni)	30-35 ml/kg/die
Adulto sano >65 anni	30 ml/kg/die
Febbre	+ 2-2,5 ml/kg per ogni °C sopra i 37°C per 24h di febbre
Perdita di liquidi	Assessment giornaliero