

L'ATLETICA ITALIANA DA PARIS2024
A BRISBANE2032 STEP LOS ANGELES2028

**IV CONVENTION NAZIONALE
DEI TECNICI DI ATLETICA LEGGERA**

L'ATLETA AL CENTRO:
ELEMENTI CONDIZIONALI,
TECNICI E PRESTAZIONE
NELL'ATLETICA DI OGGI

Nuove conoscenze, attuali tendenze, nostre esperienze

Ancona / 4 - 6 aprile 2025
Sala Convegni FIGC
Via Schiavoni

 **atletica
italiana**

 **FIDAL
CENTRO STUDI
& RICERCHE**

**Strategie
nutrizionali per
atleti di
resistenza e di
potenza**


Antonio Paoli
Director - Nutrition and Exercise Physiology Laboratory
Department of Biomedical Sciences
University of Padova Italy

 **UCAM
UNIVERSIDAD
CATOLICA DE MURCIA**

 **LOBACHEVSKY
UNIVERSITY**



1


*L'atletica leggera
nella scuola italiana*
Fernando Portzoni


atleticastudi
RIVISTA DI SCIENZA SCORICA
E TECNICA APPLICATA ALL'ATLETICA LEGGERA
1983 1984
**Attività giovanile:
manuale
per l'allenatore**
ANTONIO PAOLI

Paoli A.



2

concetti chiave




QUANDO VEDRETE QUESTO SIMBOLO:
ATTENZIONE, È UN CONCETTO CHIAVE

strumenti pronti



QUANDO VEDRETE QUESTO SIMBOLO:
ATTENZIONE, È UNO STRUMENTO DA UTILIZZARE

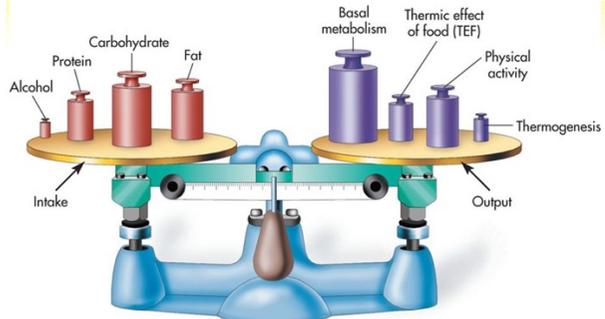
Paoli A.


3

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI PADOVA

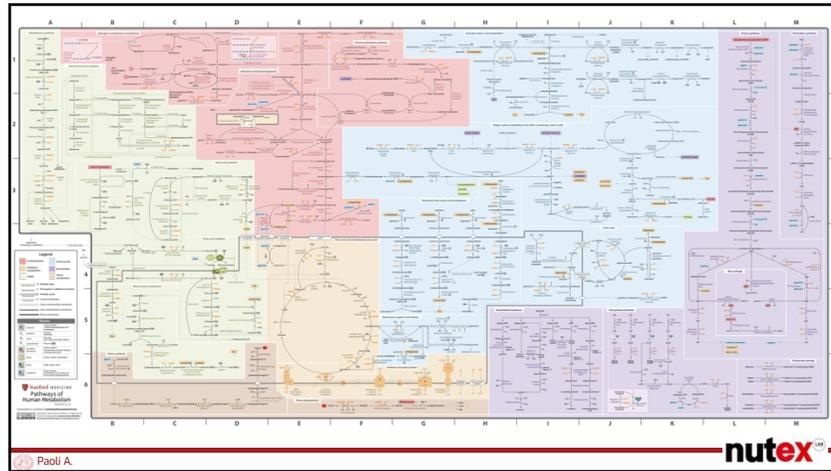
È TUTTA QUESTIONE DI...

METABOLISMO = μεταβολή (meta ballein) = cambiamento



Paoli A.


4



5

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI PADOVA

È COMPLESSO!

La parola "complesso" scivola tra le mani di chi cerca di darle una definizione precisa." G. Parisi, Padova 30 Gennaio 2023

COMPLICATO:

SEMPLICE:

COMPLESSO:

Nei sistemi complessi esistono equilibri multipli

Paoli A. nutex

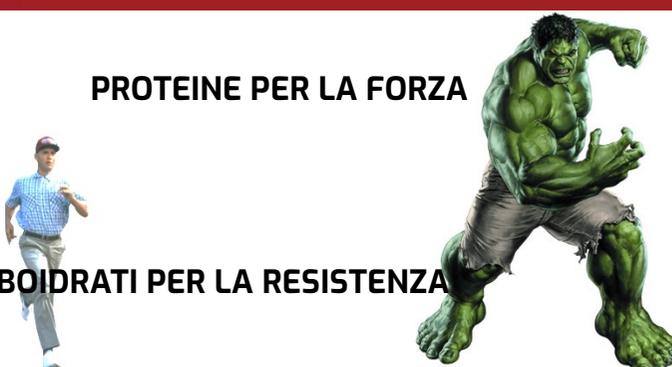
6

UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
DI PADOVA

NON È SEMPLICE

PROTEINE PER LA FORZA

CARBOIDRATI PER LA RESISTENZA



Paoli A. nutex

7

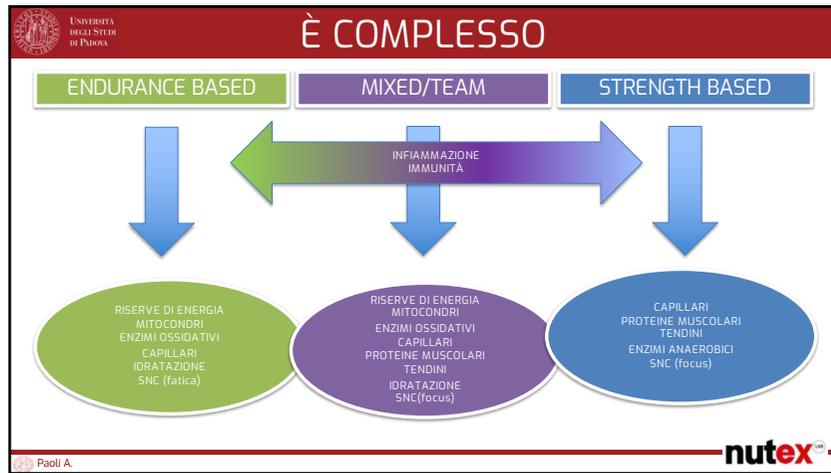
Ne abbiamo fatto di strada

Thomas Hicks
Vinse la medaglia d'oro nella maratona alle Olimpiadi di Saint Louis (1904) a uova, stricnina e brandy!!!

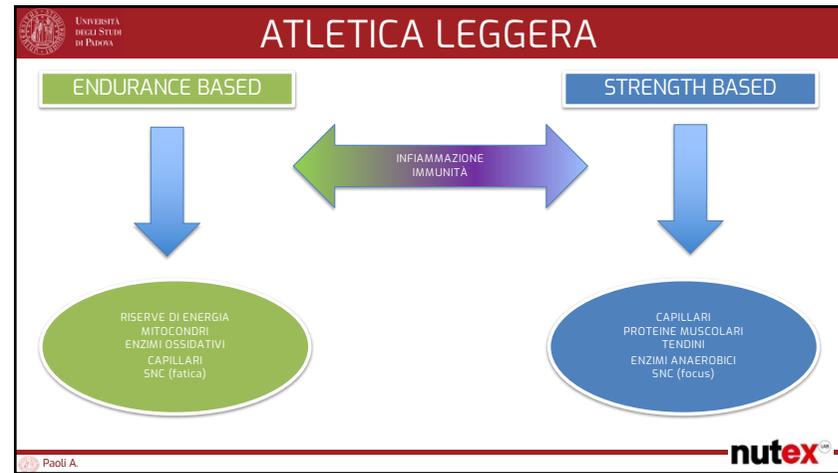


Paoli A. nutex

8



9



10

UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
DI PADOVA

PERSONALIZZAZIONE



- ▶ Richieste energetiche
- ▶ Carburante preferenziale
- ▶ Sudorazione e perdita di liquidi
- ▶ Perdita di elettroliti
- ▶ Recupero
- ▶ Infortuni
- ▶ Preferenze
- ▶ Obiettivi

OGNI ATLETA È DIVERSO

Paoli A. nutex

11

UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
DI PADOVA

APPORTO ENERGETICO

Un adeguato apporto energetico è alla base di tutto il resto

Se non vi è un apporto energetico almeno pari alla spesa:

1. Prevalenza organi energivori
2. Impairment omeostasi

Se non vi è un apporto energetico superiore alla spesa:

1. Inefficacia meccanismi legati all'ipertrofia

Paoli A. nutex

12

Si parte dalla misura

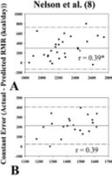


Table 2. Summary of RMR prediction equations.*

Equations	Formula
Nelson equation (9)	$RMR (kcal \cdot d^{-1}) = 25.80 \times \text{fat-free mass (kg)} + 4.04 \times \text{fat mass (kg)}$
Mifflin-St. Jeor equation (6)	$RMR (kcal \cdot d^{-1}) = 9.99 \times \text{body mass (kg)} + 6.25 \times \text{height (cm)} - 4.92 \times \text{age} + 186 \times \text{sex (men, 1; women, 0)} - 161$
M Harris-Benedict equation (4)	Men: $RMR (kcal \cdot d^{-1}) = 66.47 + 13.75 \times \text{body mass (kg)} + 5 \times \text{height (cm)} - 6.76 \times \text{age (y)}$ Women: $RMR (kcal \cdot d^{-1}) = 655.1 + 9.56 \times \text{body mass (kg)} + 1.85 \times \text{height (cm)} - 4.68 \times \text{age (y)}$
De Lorenzo equation (7)	$RMR (kcal \cdot d^{-1}) = -857 + 9 \times \text{body mass (kg)} + 11.7 \times \text{height (cm)}$
Cunningham equation (5)	$RMR (kcal \cdot d^{-1}) = 500 + 22 \times \text{fat-free mass (kg)}$

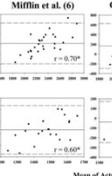
*RMR = resting metabolic rate.

Nelson et al. (8)



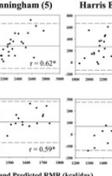
$r = 0.39^*$

Mifflin et al. (6)



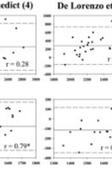
$r = 0.70^*$

Cunningham (5)



$r = 0.62^*$

Harris Benedict (4)



$r = 0.28$

De Lorenzo et al. (7)



$r = 0.52^*$

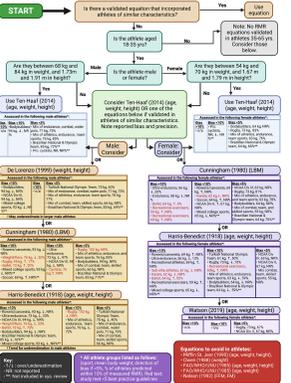
Mean of Actual and Predicted RMR (kcal/day)

Paoli A. Jagim et al. J Strength Cond Res. 2018 Jul;32(7):1875-1881

Si parte dalla misura



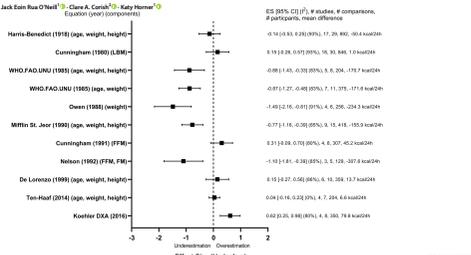
START



Accuracy of Resting Metabolic Rate Prediction Equations in Athletes: A Systematic Review with Meta-analysis

Jack Ekin-Rae O'Neill^{1,2}, Claire A. Cunniff^{3,4}, Katy Humeau⁵

SYSTEMATIC REVIEW



Equation (year) (components)	ES (95% CI) (I ²)	# studies, # comparisons, # participants, mean difference
Harris-Benedict (1918) (age, weight, height)	-0.14 (-0.33, 0.20) (85%)	17, 20, 892, 80.4 kcal/day
Cunningham (1980) (LBM)	0.19 (0.24, 0.35) (85%)	16, 20, 846, 1.0 kcal/day
WHO/FAO/UNU (1985) (age, weight, height)	-0.01 (-0.14, 0.12) (85%)	8, 20, 441, -17.9 kcal/day
WHO/FAO/UNU (1985) (age, weight)	-0.07 (-0.27, 0.14) (85%)	7, 11, 376, -17.6 kcal/day
Owen (1988) (weight)	-1.40 (-2.16, -0.64) (91%)	4, 6, 296, -24.3 kcal/day
Mifflin St. Jeor (1990) (age, weight, height)	-0.77 (-1.16, -0.39) (85%)	8, 15, 418, -18.9 kcal/day
Cunningham (1981) (FFM)	0.31 (0.08, 0.70) (85%)	4, 8, 207, 45.2 kcal/day
Nelson (1982) (FFM, FFM)	-1.10 (-1.81, -0.29) (85%)	5, 15, 387.6 kcal/day
De Lorenzo (1999) (age, weight, height)	0.10 (0.24, 0.56) (85%)	6, 15, 388, 13.7 kcal/day
Tou-Hoat (2014) (age, weight, height)	0.04 (0.14, 0.34) (85%)	4, 7, 264, 6.6 kcal/day
Koehler DKA (2016)	0.03 (0.20, 0.14) (85%)	4, 8, 160, 7.8 kcal/day

Effect Size (Hedge's g)

Paoli A.





QUANDO SI PARLA DI ALIMENTAZIONE E ATLETI
IL PRIMO PUNTO È L'INTAKE CALORICO



LE FORMULE PER CALCOLARE IL RMR SONO:
HARRISON-BENEDICT PER GLI UOMINI
CUNNINGHAM PER LE DONNE

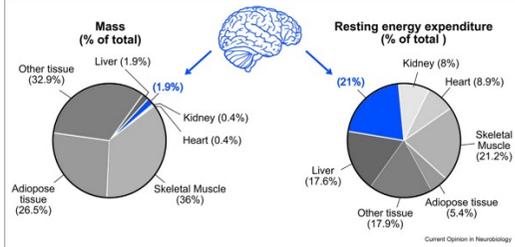
Paoli A.


15

Riduciamo energia per perdere peso?

Attenzione che comanda il cervello

Age	Resting Metabolic Rate (kcal/day)	Cost of the Brain
Newborn	161	87%
3 months	300	64%
18 months	590	53%
5 years	830	44%
10 years	1160	34%
Adult male	1800	23% (414kcal)
Adult female	1480	27% (400kcal)



Paoli A.
Padamsey & Rochefort. Curr Opin Neurobiol. 2023 Feb;78:102668


16

Comanda proprio lui

Model Comparison

Data: Obesity, Type 2 Diabetes Mellitus, Caloric Restriction, Stroke, Type 1-Diabetes Mellitus, Stress, Sleep

Predictions: P-models could only predict data on obesity and type 2 diabetes. A-models could accurately predict all data.

Models: P-Models understand the brain as only being passively supplied. A-models understand the brain as actively procuring itself according to the 'energy-on-demand' principle.

Brain-Pull: Brain-Pull refers to the mechanisms by which the brain actively demands energy from the body.

Il cervello è un organo egoista (selfish): se non dispone di energia sufficiente per il suo funzionamento, la prende dagli altri organi

Paoli A.
Peters et al. Neurosci Biobehav Rev. 2022 Oct;41:104847
nutex

17

Comanda proprio lui

Basal Metabolic Rate

Total body	7000 Kj/day (1673,04 Kcal/day)
Brain	2000 Kj/day (478,01 Kcal/day)
Immune S.	2000 Kj/day (478,01 Kcal/day)
Muscle	2000 Kj/day (478,01 Kcal/day)

The Big Three

- Brain: >2000 kJ/d
- Immune system and growth-related phenomena: >2000 kJ/d
- Muscle: >2000 kJ/d

Signaling: IL-6 and other cytokines, hormones sympathetic activity and IL-6.

Process: energy re-allocation.

Paoli A.
Straub RH. Arthritis Res Ther. 2014 Feb 13;16(1):203.
nutex

18

Comanda proprio lui

Cervello e Sistema Immunitario sono organi **energivori** ma anche **Egoisti** (selfish): in caso di carenza energetica tolgono energia agli altri organi insulino dipendenti (Fegato, Muscolo) attivando **Insulina Resistenza**

Richiesta Energetica del cervello

Sistema nervoso simpatico
Asse Ipotalamo-Ipofisi-Surrene (cortisolo)
Asse somatotropico (GH)
Sistema simpatico renina-angiotensina-Aldosterone
Vasopressina da ipofisi posteriore
Inibizione parasimpatico (insulina)
Riduzione Androgeni

Richiesta Energetica del sistema immunitario

Citochine (TNF, IL-1 β , IL-6)
Segnali di danno (agonisti recettori Toll-like)
Cortisolo epatico da citochine
Cortisolo da cellule immunitarie
Vasopressina da cellule immunitarie
Attivazione ormoni tiroidei
GH da cellule immunitarie

- Il **sistema immunitario** riceve un ulteriore vantaggio in quanto l'**insulina** è un importante fattore di crescita per i **leucociti**
- L'**iperglicemia** da insulino resistenza fornisce circa **900 kJ (215 kcal)** nelle **24 ore** ad **entrambi i sistemi**

nutex

Paoli A. Straub RH. Prog Lipid Res. 2020 Jul;79:101049

Ma quanto mi costa? La sintesi proteica

La sintesi proteica è un processo metabolicamente impegnativo. È stato stimato che sono necessari ~ 4/5 ATP per legame peptidico o ~ 2300 ATP per una tipica proteina sintetizzata.

Questo fabbisogno equivale all'energia di ~ 1100 molecole di glucosio processate attraverso la glicolisi o ~ 60-70 molecole di glucosio per OXPPOS, se questi processi fossero efficienti al 100%. Marchingo & Cantrell DA. Cell Mol Immunol. 2022 Mar;19(3):303-315.

nutex

Paoli A.

Ma quanto mi costa? La sintesi proteica

Nel muscolo scheletrico, la sintesi proteica varia da ~ 0,23 a 0,90 kg/giorno, a seconda della quantità di massa muscolare.

Poiché vengono utilizzati 4 moli di ATP per mole di amminoacidi incorporati nella proteina e poiché l'idrolisi di 1 mole di ATP rilascia 20 kcal di energia, l'energia rilasciata al giorno come risultato della sintesi proteica muscolare può variare da ~ 485 kcal/giorno in un giovane uomo ben muscoloso a ~ 120 kcal/giorno in una donna anziana attiva. (Wolfe RR. Am J Clin Nutr. 2006 Sep;84(3):475-82)



**LA SINTESI PROTEICA È UN PROCESSO
ENERGETICAMENTE COSTOSO:
È NECESSARIO UN SURPLUS DI ENERGIA PER IPERTROFIA MUSCOLARE**

Paoli A.

nutex

21

Questione di gerarchie

L'attivazione del sistema immunitario indotto da esercizio può aumentare la richiesta energetica

Nei bambini, un aumento, anche limitato, dell'attivazione del sistema immunitario può portare ad una riduzione del 49% della velocità di crescita Urlacher et al. Proc Natl Acad Sci U S A. 2018 Apr 24;115(17):E3914-E3921.

Negli adulti, l'attivazione acuta del sistema immunitario aumenta del 8-14% il REE ed una diminuzione del 10-30% del testosterone.

Muehlenbein et al. Am J Hum Biol. 2010 Jul-Aug;22(4):546-56

Paoli A.

nutex

22

Attenzione a ridurre l'EI

Stress fracture (SF) is one of the most common and prevalent injuries in sports, where track and field and runners have the highest incidence compared to other sports (even among Olympic athletes).



Paoli A. Fredricson et al 1995; Adachi et al 2022; Hoenig et al 2023



Una finestra (e non sarà l'ultima)

Marker	Marathon race (Change)	Walking bout (Change)
DTH response	-3.5	-1.5
Salivary IgA	-1.5	1.0
T cell function	-1.0	1.5
NK activity	-1.5	1.0
Macrophage function	-1.5	1.0
Granulocyte OB	-1.5	1.0
Ne/Ly	1.0	4.0
Cytokines	1.0	4.0
Stress hormone	1.0	4.0

Fig. 4. The contrast in acute immune responses to heavy exertion (e.g., a marathon race) and a 30- to 45-min walking bout. DTH = delayed-type hypersensitivity; IgA = immunoglobulin A; Ne/Ly = neutrophil/lymphocyte ratio; NK = natural killer; OB = oxidative burst.

Paoli A, Nieman & Wentz J Sport Health Sci. 2019 May;8(3):201-217 Nieman & Bishop. J Sports Sci. 2006 Jul;24(7):763-72





 DAL PUNTO DI VISTA ENERGETICO COMANDANO:
CERVELLO
SISTEMA IMMUNITARIO

 CALCOLARE LA SPESA ENERGETICA TOTALE:
 $REE (BMR) + NEAT + EAT + TEF$
CALCOLARE EVENTUALE SURPLUS ENERGETICO PER ALTRI SCOPI
+ ENERGIA POST TRAINING PER SISTEMA IMMUNITARIO

Paoli A. 

25

 UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
DI PADOVA **ALIMENTAZIONE ED ENDURANCE**

PRIMA

DURANTE

DOPO

Paoli A. 

26

Le scorte

RISERVE DI ENERGIA
MITOCONDRI
ENZIMI OSSIDATIVI
CAPILLARI
SNC (fatica)

Riserve di energia
Quantità: assoluta (grammi), relativa (Kcal)
Tipologia: CHO e LIPIDI
Localizzazione: sottocutanea (L), viscerale (L), **intramuscolare (L+C)**, epatica (C)
Mobilizzazione: meccanismi e velocità

Group	IMCL (% area lipid)
Lean	~1.5
Obese	~1.8
Type 2 DM	~3.0*
Trained	~2.3**

ATHLETE'S PARADOX

Stellingwerff et al. Am J Physiol Endocrinol Metab. 2007 Jun;292(6):E1715-23

Paoli A. Goodpastor et al. J Clin Endocrinol Metab. 2001 Dec;86(12):5755-61

27

Aumentare IMTG per la performance

Il consumo di una dieta ricca di grassi può aumentare la concentrazione di IMTG a riposo. La ricerca ha evidenziato che una dieta ad alto contenuto lipidico può aumentare le riserve di IMTG e promuovere la lipolisi a livello sistemico durante l'esercizio.

A

B

C

Zderic et al. Am J Physiol Endocrinol Metab. 2004 Feb;286(2):E217-25

L'integrazione di una dieta low-carb high-fat (LCHF) con l'allenamento può favorire l'accumulo di grassi intramuscolari. Questo approccio porta a un aumento della disponibilità di substrati lipidici e a un cambiamento nel pattern di utilizzo dei carburanti, con potenziali benefici sulla performance di endurance.

Paoli A.

28

Aumentare IMTG per la performance

Le modificazioni dell'ossidazione dei substrati indotte da una dieta LCHF (low-carbohydrate, high-fat) permangono anche dopo l'aumento della disponibilità di carboidrati, sia endogeni che esogeni.

1. Adattamenti mitocondriali positivi (miglioramento Fat max, flessibilità metabolica),
2. potrebbero compromettere qualità dell'allenamento e del recupero.



**UTILIZZARE SOLO CON ALLENAMENTI A BASSA INTENSITÀ (Z2):
PER RIDURRE AL MINIMO L'IMMUNOSOPPRESSIONE
INDOTTA DALL'ESERCIZIO FISICO, L'ALLENAMENTO RIDOTTO DEVE ESSERE
EFFETTUATO DURANTE LE SESSIONI CHE NON SONO DEDICATE A CARICHI DI
ALLENAMENTO NON ABITUALI (CIOÈ SFORZI SOVRA-MASSIMALI, ALLENAMENTI
PROLUNGATI E INTENSI).**

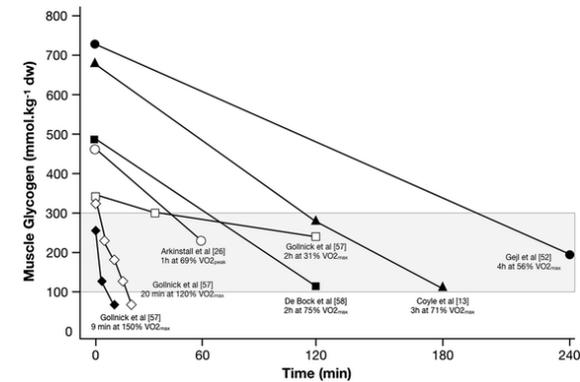


Paoli A.

nutex

29

Il glicogeno per l'endurance: basta tanta pasta?

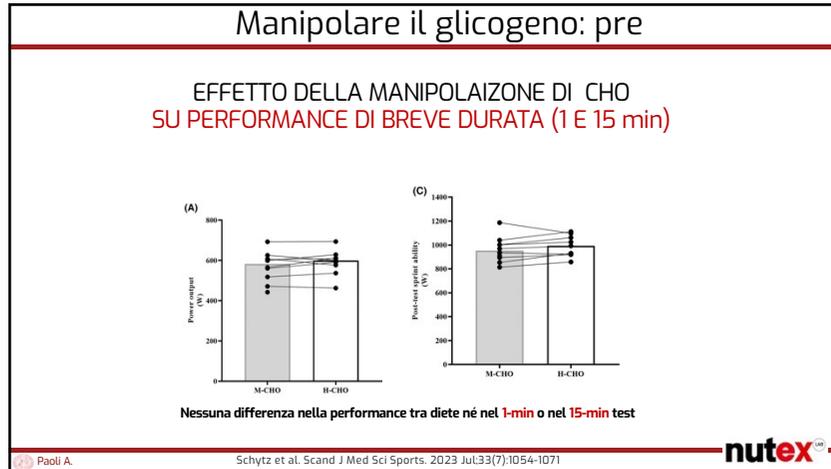


Paoli A.

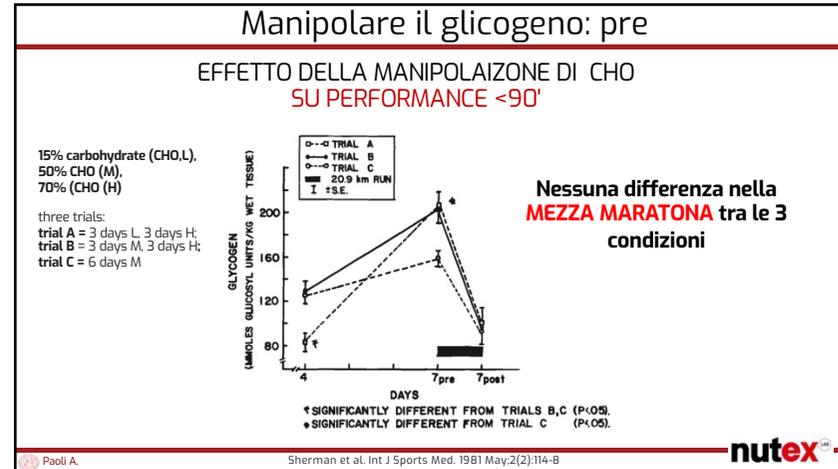
Areta et al. Sports Med. 2018 Sep;48(9):2091-2102

nutex

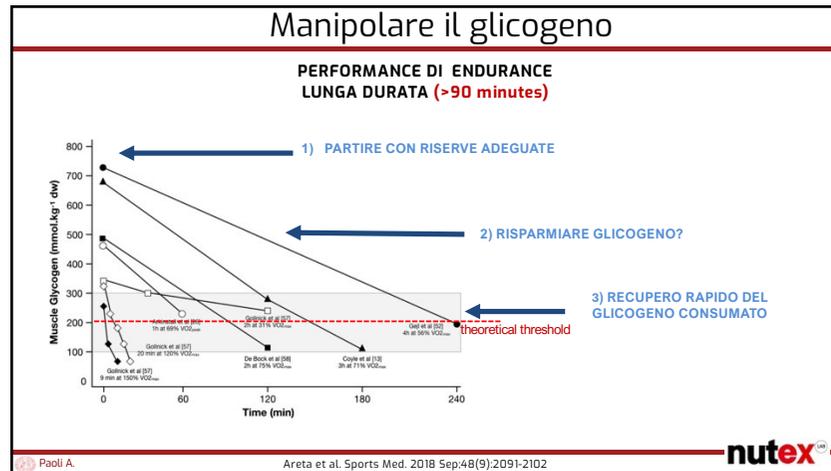
30



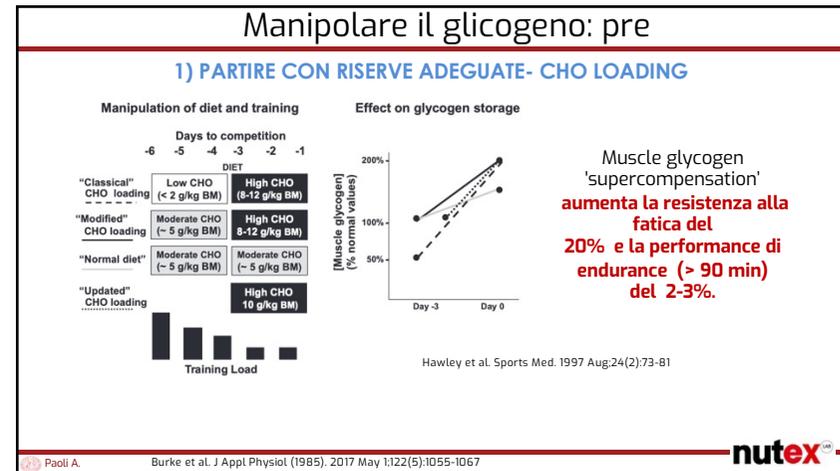
31



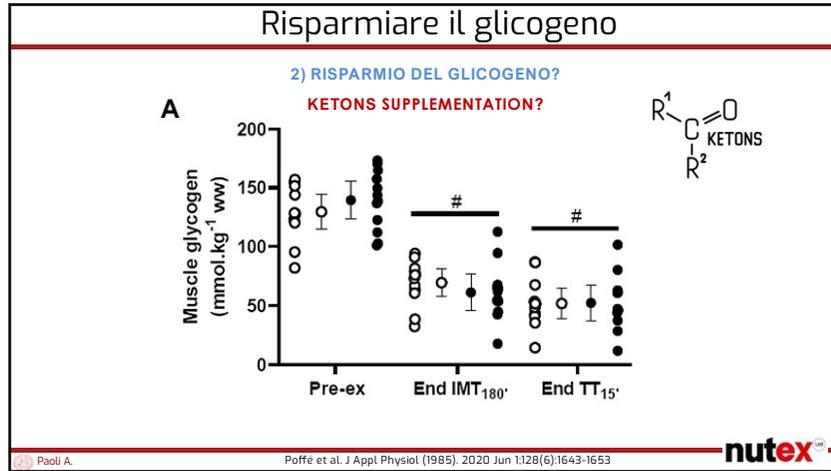
32



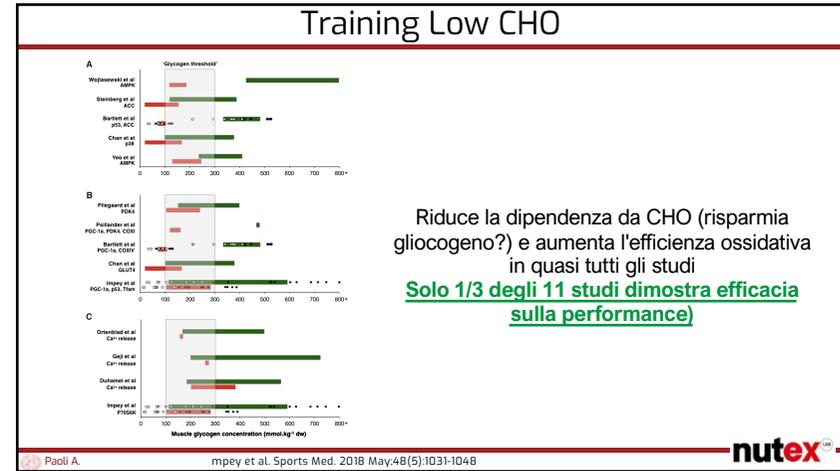
33



34



35



36



Training Low CHO



Utilizzare solo con:

Allenamenti a bassa intensità (Z2): Per ridurre al minimo l'immunosoppressione indotta dall'esercizio fisico, l'allenamento ridotto deve essere effettuato durante le sessioni che non sono dedicate a carichi di allenamento non abituali (cioè sforzi sovra-massimali, allenamenti prolungati e intensi).

Abbinare una corretta strategia di nutrizione sia intra che pre-post esercizio:

- PRE: utilizzare zero o pochi carboidrati (più sostenibile) prediligendo fonti a BASSO INDICE GLICEMICO (avena, quinoa, orzo, farro). L'assunzione di proteine (ad esempio 20-25 g) deve avvenire pre esercizio per promuovere la sintesi proteica.
- DURANTE: basso apporto di CHO (max 30-50g/h, con una quantità crescente nelle ore di esercizio). Utilizzare MCT e EAA per supportare lo sforzo. Eventualmente includere mouth-rinse CHO durante l'esercizio fisico.
- POST: assumere un'adeguata quantità di proteine (20-25g) + carboidrati e grassi a seconda dell'obiettivo e del tipo di esercizio effettuato

Paoli A.


37

Glicogeno: non solo per ATP

Glycogen dependent component in skeletal muscle fatigue

Preparation (level of analysis)

- SR vesicle
- Mechanically skinned fibre
- Intact fibre
- Whole muscle
- Whole body

Skeletal muscle E-C coupling

- AP (Na, K-ATPase)
- SR Ca²⁺ release
- Intracellular tetanic free [Ca²⁺]_i
- Force production

James et al. 1999
Dutka & Lamb 2007
(glycolytic derived ATP)

Duhamel et al. 2006ab
Ørtenblad et al. 2011

Chin & Allen 1997
Kabbara et al. 2000
Helander et al. 2002

Bergstöm et al. 1967
Pernov & Saltin 1971
Bangsbo et al. 1992
Stephenson et al. 1999
Nielsen et al. 2009



Paoli A.


38

Ma ricostruiamo 'sto glicogeno post!

Per ricostituire le scorte di glicogeno muscolare un'assunzione elevata di carboidrati (9,8 g/kg BW/d) per 24 ore ricostituisce al 93% le scorte (esaurite con un esercizio di 2 ore al 60% VO2max);

Table 1. *Intramuscular substrates before, immediately after, and 24 h after 120-min cycling bout*

Substrate	Preride	Postride	24-h Postride
Triglyceride			
Hi-CHO	33.0 ± 2.3	30.9 ± 2.4	27.5 ± 2.1*
Hi-Fat	37.0 ± 2.1	32.8 ± 1.6	44.7 ± 2.4*†‡
Glycogen			
Hi-CHO	571 ± 38	241 ± 36*	549 ± 38†
Hi-Fat	599 ± 41	285 ± 22*	327 ± 21*‡

Paoli A.

Starling et al. J Appl Physiol (1985). 1997 Apr;82(4):1185-9

nutex™

39

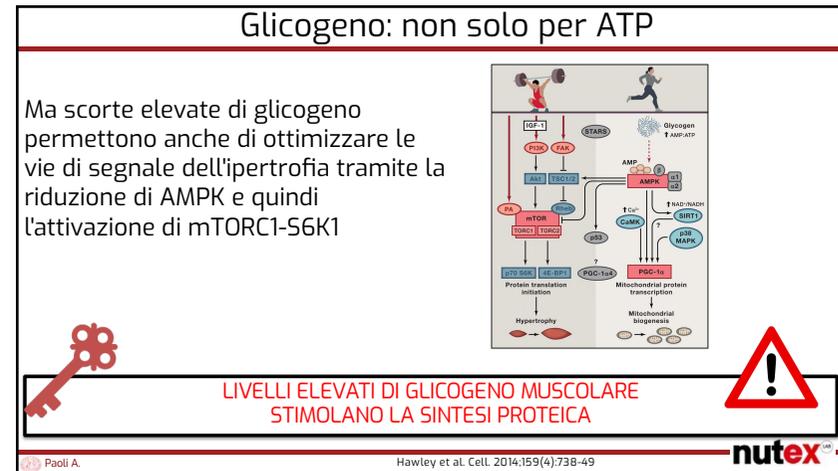
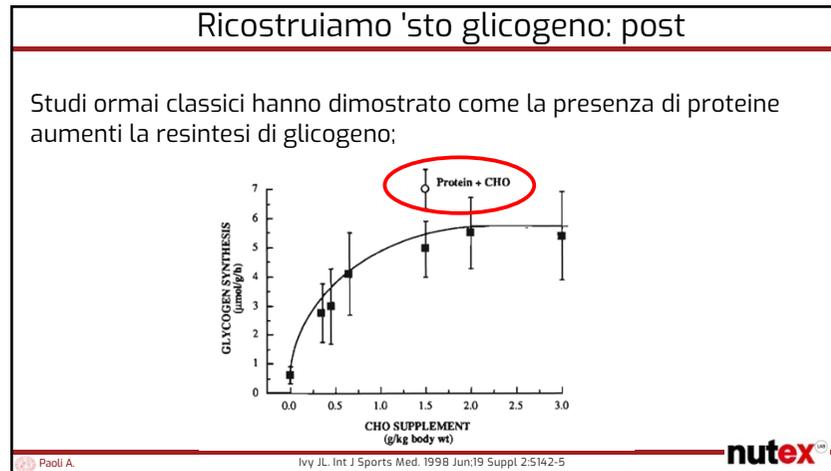
Ricostruiamo 'sto glicogeno: post

- Nel breve termine sappiamo che la supplementazione di CHO immediatamente post esercizio porta ad una ricostituzione del glicogeno di circa 6/7 $\mu\text{mol/g wet wt/h}$;
- Questa velocità di ricostituzione scende al 50% dopo 2 ore (insieme al ritorno alla normalità di glicemia ed insulina);
- Se vengono dati dopo 2 ore la ricostituzione del glicogeno sarà di circa 3/4 $\mu\text{mol/g wet wt/h}$ (anche in presenza di un aumento normale di insulina e glicemia);

Paoli A.

nutex™

40



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI PADOVA

PARLIAMO DI SINTESI PROTEICA

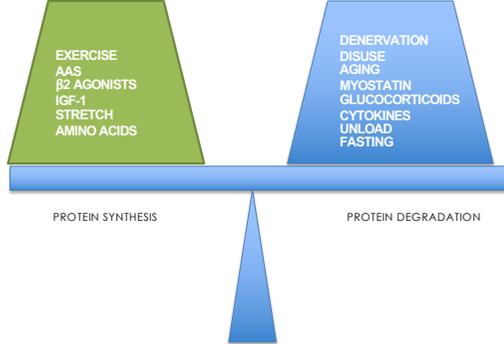


CAPILLARI
PROTEINE MUSCOLARI
TENDINI
ENZIMI ANAEROBICI
SNC (focus)

Paoli A. **nutex**

43

Bilancio proteico



EXERCISE
AAS
P2 AGONISTS
IGF-1
STRETCH
AMINO ACIDS

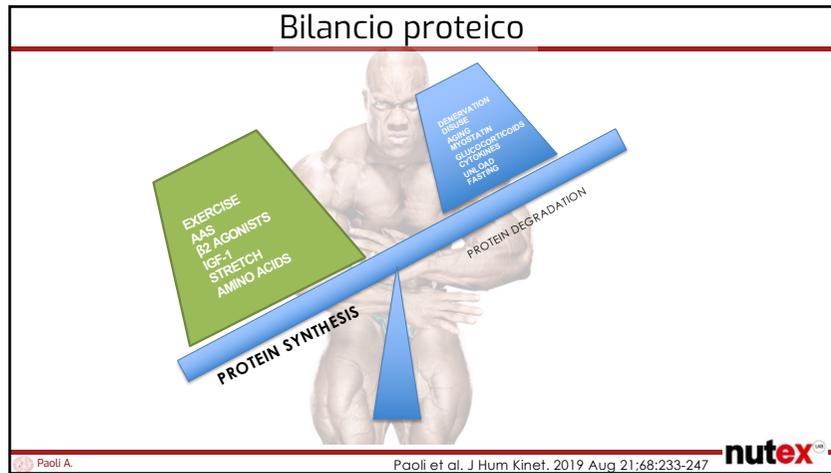
PROTEIN SYNTHESIS

DENERVATION
DISUSE
AGING
MYOSTATIN
GLUCOCORTICOIDS
CYTOKINES
UNLOAD
FASTING

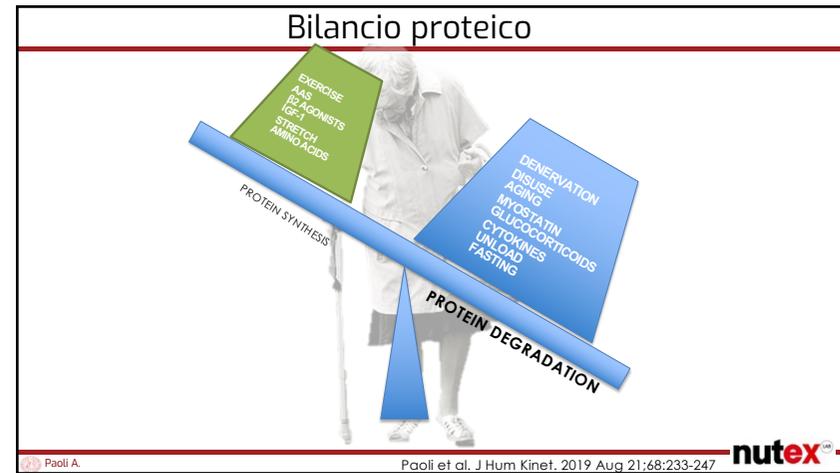
PROTEIN DEGRADATION

Paoli A. Paoli et al. J Hum Kinet. 2019 Aug 21;68:233-247 **nutex**

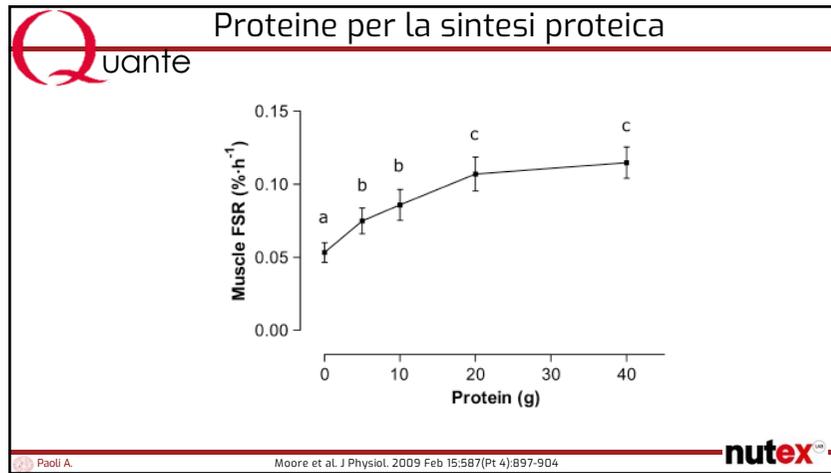
44



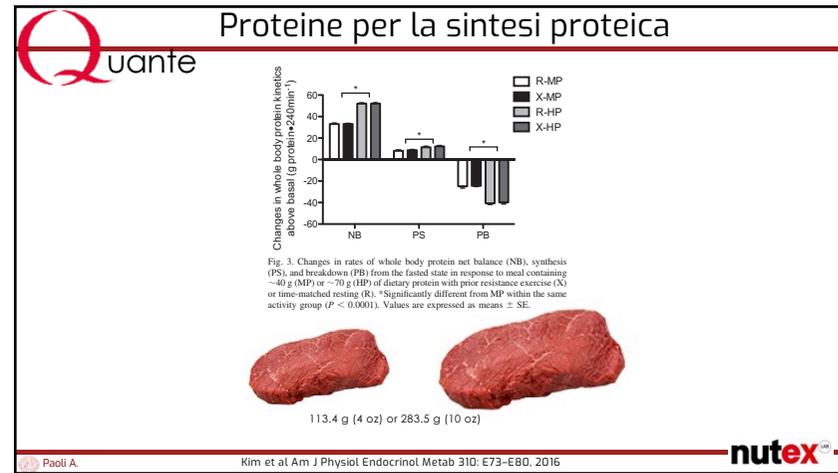
45



46



47



48

Quante Proteine per la sintesi proteica

A 20-g dose of whey protein is sufficient for the maximal stimulation of postabsorptive rates of myofibrillar MPS in rested and exercised muscle of w80-kg resistance-trained, young men. A dose of whey protein >20 g stimulates amino acid oxidation and ureagenesis.

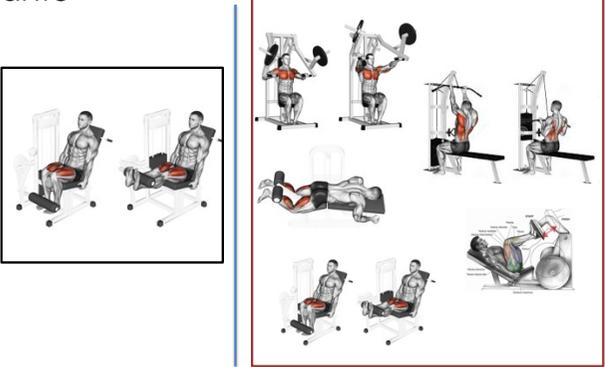
Witard et al. Am J Clin Nutr 2014;99:86-95

Our data indicate that ingestion of 40 g whey protein following whole-body resistance exercise stimulates a greater MPS response than 20 g in young resistance-trained men. However, with the current doses, the total amount of LBM does not seem to influence the response.

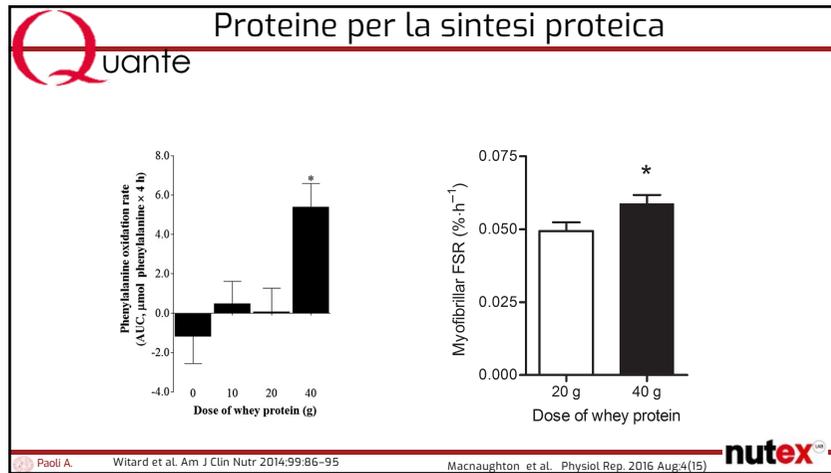
Macnaughton et al. Physiol Rep. 2016 Aug;4(15)

Paoli A. **nutex**

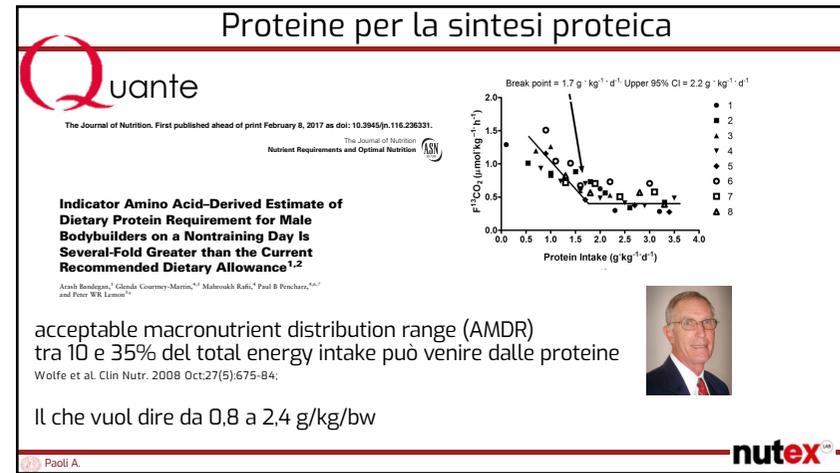
Quante Proteine per la sintesi proteica



Paoli A. **nutex**



51



52

Proteine per la sintesi proteica

Quante

"the AMDR for protein at 10–35% of energy coming from protein is concept that is more in line with an optimal rather than a minimal dietary strategy"
Phillips Front Nutr. 2017 4:13.



✓ **L'ATLETA DI FORZA/POTENZA HA BISOGNO DI PIÙ PROTEINE RISPETTO A QUANTO GENERALMENTE CONSIGLIATO**

✗ **LA QUANTITÀ RACCOMANDATA VA, GENERALMENTE, DA 1,2 A 2,4 G/KG PESO CORPOREO/DIE (CON % GRASSO NORMALE)**



Paoli A. **nutex**

53

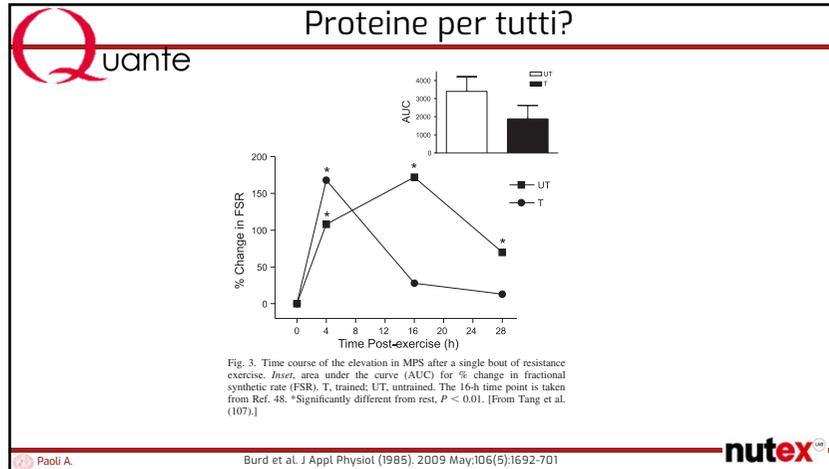
Proteine per tutti?

Quante



Paoli A. **nutex**

54



55

Proteine per tutti?

Study Protocol:

- Anthropometric measurements
- Strength tests
- Blood samples
- 1 week
- T
- 2 months RT (NP/HP diet)
- T
- 2 days
- Blood samples
- Strength tests
- Anthropometric measurements

18 male subjects
 age 24.9 ± 5.3 years
 HP = $1.8 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{day}^{-1}$
 NP = $0.85 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{day}^{-1}$

- 1 week 2 sets of 9-11 repetitions at 75-80% 1RM (2 min rest between each set)
- 2-4 weeks 3 sets.
- 5 week 80-85% 1RM 3 sets of 6-8 repetitions. (3 min of rest for all exercise)
- 6-8 weeks 4 sets.

Paoli A. Paoli et al. J Med Food. 2015 Jan;18(1):137-43

56

Quante Proteine per tutti?

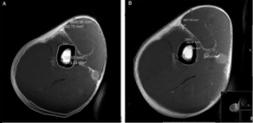


Table 1 Values pre and post 8 weeks of resistance training and normal (NP) or high protein (HP) diet. MIP= maximal isometric strength at Pull Grip Dynamometer (expressed in newton); MA= muscle area (expressed in cm²); EM= fat mass (expressed in kilograms); MM= muscle mass (expressed in kilograms). SIG= significance, Ns= not significant. Data are expressed as mean and standard error of mean. NP vs HP was analyzed through Bonferroni multiple comparison after two-way ANOVA repeated measurements.

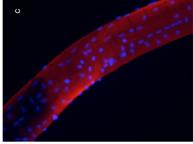
	Pre NP	Post NP	% Δ SIG	Pre HP	Post HP	% Δ SIG	Pre merged	Post merged	% Δ SIG	NP vs HP
MIP	436.4±61.52	472.8±41.86	+8.34 p<0.05	558.1±68.96	602.3±76.05	+7.9 p<0.05	500.8±42.95	541.4±46.4	+8.1 p<0.008	ns
MA	44.25±6.64	45.4±4.2	+2.85 p<0.05	45.89±4.37	47.18±5.0	+4.45 p<0.05	45.13±3.3	47.94±4.4	+3.56 p<0.005	ns
FM	12.61±2.02	13.77±1.45	+8.43 ns	12.31±1.84	11.31±1.49	-8.41 ns	12.46±1.35	12.54±1.05	-0.64 ns	ns
MM	34.11±1.84	35.64±2.2	+4.48 p<0.05	33.44±2.4	35.37±2.38	+5.77 p<0.005	33.77±1.47	35.51±1.57	+5.12 p<0.0003	ns

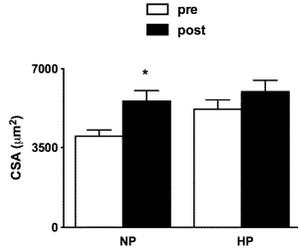
Paoli A. | Paoli et al. J Med Food. 2015 Jan;18(1):137-43 | **nutex**

57

Quante Proteine per tutti?



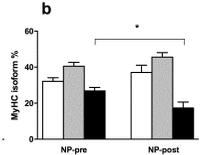




CSA (µm²)

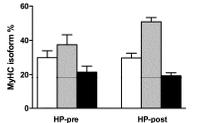
NP HP

pre post



MyHC isoform %

NP-pre NP-post

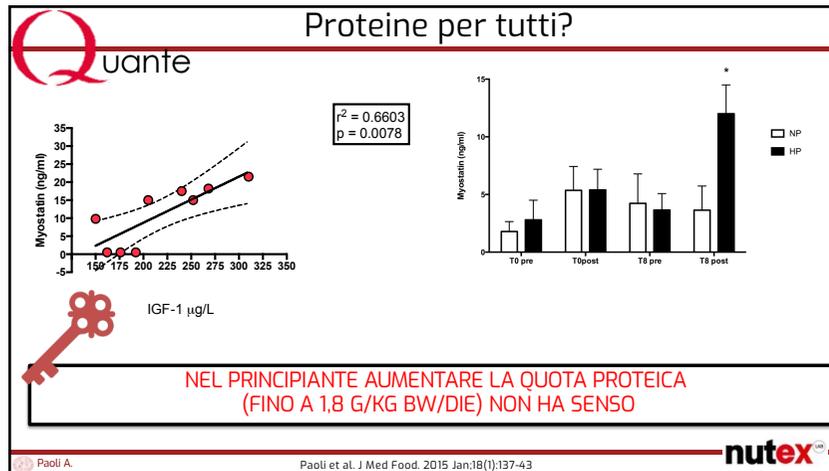


MyHC isoform %

HP-pre HP-post

Paoli A. | Paoli et al. Nutrients. 2016 Jun 18;8(6):331 | **nutex**

58



59

Proteine per tutti?

Il tapis roulant fu inventato duecento anni fa in Inghilterra come strumento di riabilitazione carcerario. L'obiettivo era di far faticare i carcerati ri-educarli tramite la sofferenza, il dolore ed il sudore. Fu bandito come crudele ed inumano verso il 1900. *(Peters D. JSTOR Daily May 2, 2018).*

nutexTM

Paoli A.

60

Proteine per atleta di endurance

Quante

1. Need for mitochondrial protein synthesis? (Halloszy and Booth, 1976)
Yes but regardless exercise modes (Wilkinson et al., 2008; Robinson et al., 2010; Breen et al., 2011; Coffey et al., 2011; Burd et al., 2012; Donges et al., 2012)
2. Increased enhanced AA oxidation during ET? (Tarnopolsky, 2004; Moore et al., 2014).
Yes through stimulation of protein breakdown rate (Lemon and Mullin, 1980; Bowtell et al., 2000; Harber et al., 2010; Howarth et al., 2010)
3. Increased need for enzymes production, capillarization and for hemoglobin and myoglobin synthesis? (Tarnopolsky, 2004).
??? theory

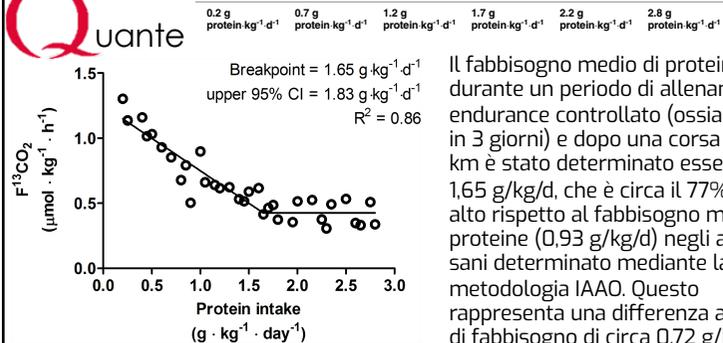
Paoli A.

nutex[®]

61

Proteine per atleta di endurance

Quante



Il fabbisogno medio di proteine durante un periodo di allenamento di endurance controllato (ossia 35 km in 3 giorni) e dopo una corsa di 20 km è stato determinato essere di 1.65 g/kg/d , che è circa il 77% più alto rispetto al fabbisogno medio di proteine (0.93 g/kg/d) negli adulti sani determinato mediante la metodologia IAAO. Questo rappresenta una differenza assoluta di fabbisogno di circa 0.72 g/kg/d ."

Paoli A.

Kato et al. PLoS One. 2016 Jun 20;11(6):e0157406

nutex[®]

62





**ANCHE GLI ATLETI DI ENDURANCE HANNO NECESSITÀ
DI AUMENTARE LE PROTEINE (MA COMANDA L'ENERGIA)**

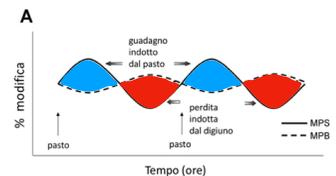


1,6 G/KG/DIE FINO A 1,8

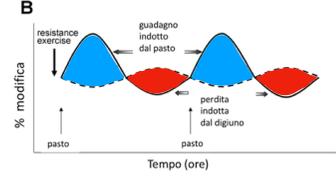
Paoli A.


63

Quando C'è un tempo per ogni cosa...



Tempo (ore)



Tempo (ore)

Paoli A.
Paoli A. in Muscle Injuries 2019 I.S.Mu.L.T. Guidelines. Maffulli et al. eds. 2019


64

Quando Ecco la seconda finestra

Aragon and Schoenfeld *Journal of the International Society of Sports Nutrition* 2013, 10:5
<http://www.jissn.com/content/10/1/5>

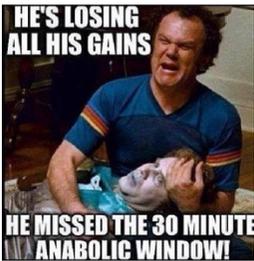
REVIEW Open Access

Nutrient timing revisited: is there a post-exercise anabolic window?

Alan Albert Aragon¹ and Brad Jon Schoenfeld^{2*}

It appears optimal to ingest protein in the post-exercise period though the purported "anabolic window" for protein ingestion lasts at least 24h (Burd et al., 2011) and does not have as drastic an effect on outcomes as has been believed (Schoenfeld et al., 2013).

It is also important to ingest protein in sufficient doses (~0.4 g/kg/meal) distributed throughout the day (Areta et al., 2013).

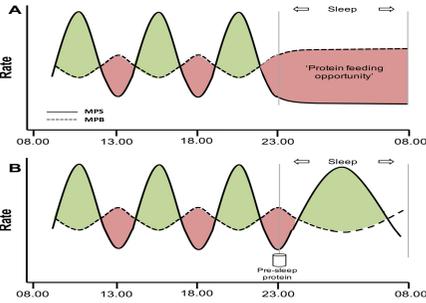



Paoli A. Morton et al. *Front Physiol.* 2015 Sep 3;6:245

nutex

65

Quando C'è un tempo per ogni cosa...



Ingesting AAs in larger doses of protein (40g casein or up to 0.6g/kg/meal) pre-sleep appears to augment both acute overnight MPS (Res et al., 2012) and chronic skeletal muscle adaptations (Snijders et al., 2015).

Paoli A. Trommelen & van Loon. *Nutrients.* 2016 Nov 28;8(12)

nutex

66

Quando C'è un tempo per ogni cosa...

Cell Reports Medicine Article

The anabolic response to protein ingestion during recovery from exercise has no upper limit in magnitude and duration *in vivo* in humans

36 uomini giovani e sani, fisicamente attivi.

parallel group
0 g, 25 g, or 100 g intrinsically L-[1-13C]-phenylalanine and L-[1-13C]-leucine labeled milk protein

60' di RT

Nessun plateau nella sintesi proteica misurata con metodica isotopica

Group	endogenous AA (%)	exogenous AA (%)
0PRO	100%	0%
25PRO	91%	9%
100PRO	72%	28%

Paoli A. Trommelen et al. Cell Rep Med. 2023 Dec 19;4(12):101324. nutex

67

NON ESISTE LA FINESTRA ANABOLICA

L'IMPORTANTE È ASSUMERLE ENTRO LE 34 H ANCHE PRIMA DI DORMIRE SE SI VERIFICA LA NECESSITÀ, ANCHE IN UN'UNICA IMPORTANTE ASSUNZIONE GIORNALIERA

Paoli A. nutex

68

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI PADOVA

PARLIAMO DI ...

The diagram shows a human figure with various microbiota locations labeled: Oral, Nasal, Skin, Urinary, Vaginal, Lung, Stomach, Small intestine, and Large intestine. A table provides the microbial density for the gut microbiota.

Gut microbiota	
Location	Microbial density (gram)
Stomach	1×10^1
Duodenum	1×10^4
Jejunum	1×10^4
Ileum	1×10^7
Colon	1×10^{12}

Il microbiota rappresenta la popolazione di microrganismi (batteri, funghi, protozoi e virus) che colonizza un ambiente (i.e.: pelle, intestino, ecc)

Il **microbiota** rappresenta la popolazione di microrganismi (batteri, funghi, protozoi e virus) che colonizza un ambiente (i.e.: intestino)

Il **microbioma** rappresenta la totalità del patrimonio genetico espresso dal microbiota.

Paoli A. Hashimoto K. Mol Psychiatry. 2023 Sep;28(9):3625-3637

nutex

69

Quale microbiota...

The figure shows a human silhouette where the body is composed of a dense collection of small, multi-colored dots, representing the vast diversity and quantity of the human microbiota.

Il microbiota intestinale comprende 100.000 miliardi di batteri e pesa 2 kg.

Il microbioma consiste di 150 volte più geni rispetto alle nostre cellule umane.

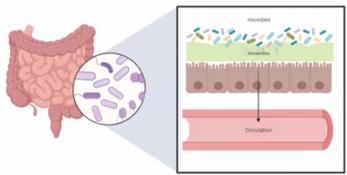
The diagram illustrates the interaction between gut microbiota and the host. It shows the gut containing microbes, genes, and proteins. These interact with metabolites, which then influence the mucosal layer. This leads to either 'No inflammation (healthy gut barrier)' or 'Unresolved Compromise inflammation gut barrier'. The process involves a 'Bottom-up approach' (microbes to host) and a 'Top-down approach' (host to microbes). Key components include epithelial cells, lymphoid cells, and dendritic cells.

Paoli A. Moya & Ferrer M. Trends Microbiol. 2016 May;24(5):402-413

nutex

70

Cosa fa



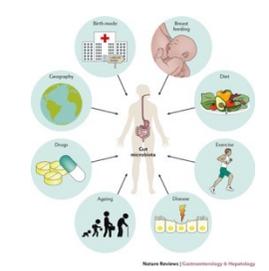
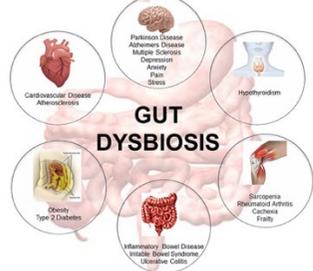
- Utilizza l'energia proveniente dal cibo
- Migliora la funzione gastrointestinale
- Migliora la barriera intestinale
- Protegge dai batteri patogeni
- Produce metaboliti essenziali per la salute
- Sintetizza ormoni e vitamina
- Migliora il sistema immunitario
- Regola alcune condizioni quali l'insulino-resistenza e la dislipidemia

nutex

71

Una strada a due vie

Così come ci sono fattori esterni che influenzano il microbiota così il microbiota influenza diversi aspetti della salute

nutex

72

Una strada a due vie

EXERCISE METABOLISM IN 2019

Microbiota and muscle highway — two way traffic

John A. Hawley

Exercise is a potent modulator of intestinal microbiota composition and function. In 2019, several studies uncovered biologically important links between skeletal muscle and the gut microbiota, revealing how the gut bacteria respond to an exercise challenge and have reciprocal roles in fuel availability, muscle function and endurance performance.

NATURE REVIEWS | ENDOCRINOLOGY | VOLUME 15 | FEBRUARY 2020 | 71



Anche sulla performance
una strada a due vie



nutex

Paoli A.

73

Una strada a due vie

Esiste un percorso bidirezionale tra il microbioma e l'allenamento e l'"impronta" metabolomica dei diversi sport e delle modalità di allenamento.

Gli atleti di alto livello hanno:

- una maggiore diversità microbica (α diversity),
- una crescita più elevata di specie specifiche come *Akkermansia muciniphila*,
- una maggiore produzione microbica di acidi grassi a catena corta (SCFA),
- un'associazione diretta con il fitness cardiorespiratorio (VO_2 max)
- la composizione relativa del microbiota (rapporto Firmicutes/Bacteroides),
- una maggiore capacità metabolica rispetto ai controlli sedentari abbinati.

Possiamo modulare il microbioma per migliorare la salute e le prestazioni di un atleta?

Paoli A.

nutex

74

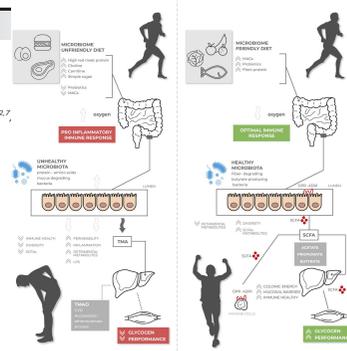
Esiste un MB ideale per l'atleta?

ARTICLE

Optimizing Microbiota Profiles for Athletes

Laura Mancini^{1,2}, Ian Rollo^{3,4}, Joao Felipe Mota⁵, Fabio Piccini⁶, Mattia Carletti^{2,7}, Gian Antonio Susto^{2,7}, Giorgio Valle^{8,9}, and Antonio Paoli^{1,2,10}



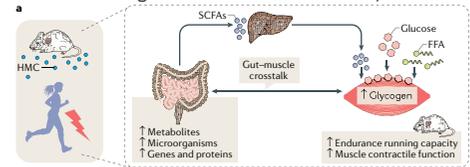
nutex

75

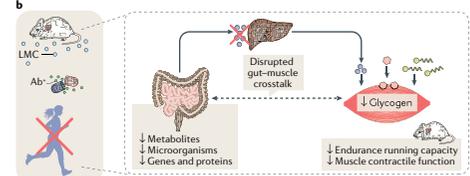
Il microbiota amico dell'atleta

Low and high microbiota-accessible carbohydrate

a



b





nutex

76

Il microbiota amico dell'atleta

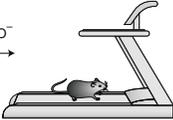
Microbiome surveys in athletes and controls



Fecal transplantation



Performance enhancement in supplemented mice



Plasma lactate



Gut lumen



Lactate

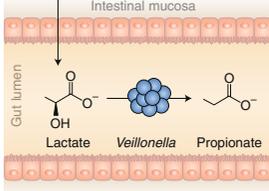


Veillonella

Propionate



Intestinal mucosa



- Increased *Veillonella*:
 - Runners versus controls
 - Post-race versus pre-race
- Increased microbial genes for lactate-to-propionate conversion via the methylmalonyl-CoA pathway

- Increased treadmill running times with *Veillonella* or propionate supplementation
- Performance gains linked to propionate production rather than lactate clearance

Veillonella atypica vs *Lactobacillus*

Scheiman et al. Nat Med. 2019 Jul;25(7):1104-1109

Carmody & Baggish. Nat Metab. 2019 Jul;1(7):658-659.



77

<https://doi.org/10.1038/441586-022-04355-3>

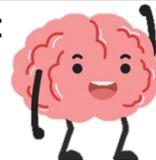
News & views

Microbiology

Gut microbes shape athletic motivation

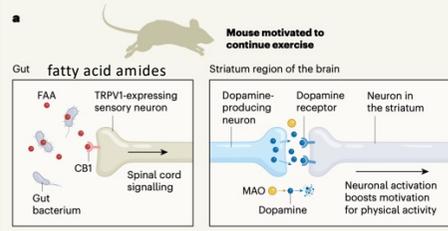
Gulistan Agirman & Elaine Y. Hsiao

Un altro attore:



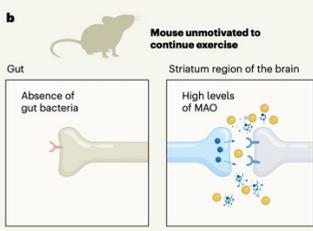
a

Mouse motivated to continue exercise



b

Mouse unmotivated to continue exercise



cannabinoid 1 receptor

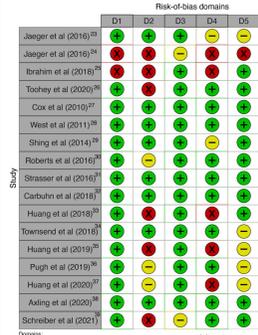
78

Probiotici e prebiotici

- PROBIOTICO: microrganismi che si dimostrano in grado, una volta ingeriti in adeguate quantità, di esercitare funzioni benefiche per l'organismo.
- ALIMENTI/INTEGRATORI CON PROBIOTICI: alimenti che contengono, in numero sufficientemente elevato, microrganismi probiotici vivi e attivi, in grado di raggiungere l'intestino, moltiplicarsi ed esercitare un'azione di equilibrio sul microbiota intestinale mediante colonizzazione diretta.
- PREBIOTICO: sostanze non digeribili di origine alimentare, come la fibra, che, assunte in quantità adeguata, favoriscono selettivamente la crescita e l'attività di uno o più batteri già presenti nel tratto intestinale o assunti insieme al prebiotico.
- SIMBIOTICO: alimento o integratore che contiene miscele di probiotici e prebiotici.

Paoli A. 

Probiotici e performance



Systematic Review

Effects of probiotic supplementation on performance of resistance and aerobic exercises: a systematic review

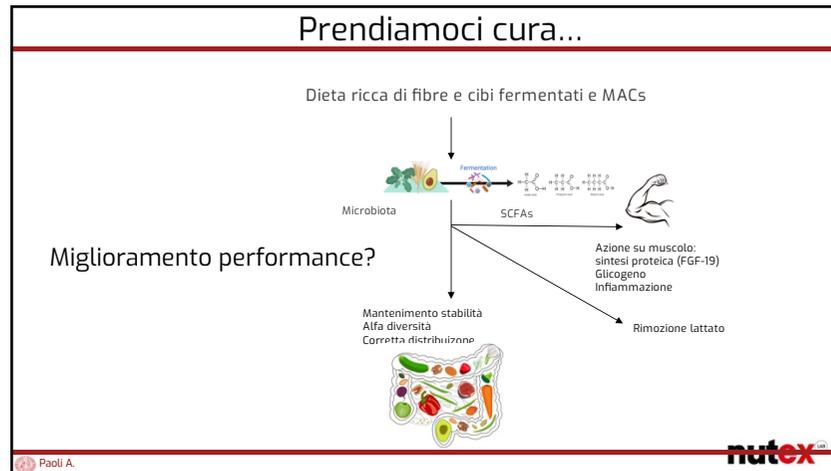
Anne K.F. de Paiva, Erick P. de Oliveira, Laura Mancini, Antonio Paoli , and João F. Mota 

CONCLUSION

This systematic review found insufficient evidence that probiotic supplementation improves athletic performance. Further studies are necessary to draw definitive conclusions, as most studies had important methodological limitations such as study design, types of strains used, population investigated, and types of physical tests employed to assess performance. Nevertheless, some potential effects were observed, such as decreased intestinal permeability, reduced symptoms of upper respiratory tract infections, and modulation of the immune response. Only a limited number of clinical interventions tested the ability of probiotics to improve performance and validated which strains and quantities are specific to athletes and practitioners of physical exercise. Thus, new randomized, controlled studies that examine these issues and aim to accurately determine the effect of probiotic supplementation on physical performance are warranted.

Paoli A. 

de Paiva et al. Nutr Rev. 2023 Jan 10;81(2):153-167



81





IL MICROBIOTA SEMBRA ESSERE L'ULTIMA FRONTIERA
ANCHE PER LA PRESTAZIONE SPORTIVA



NON CI SONO ANCORA DATI MA SEMBRA CHE
LA VEILONELLA POSSA AVERE UNAIZONE POSITIVA
UN'ALIMENTAIZONE EQUILIBRATA CON MAC PER SCFAs

nutex

Paoli A.

82

UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
DI PADOVA

CONCLUSIONI

1. L'alimentazione gioca un ruolo fondamentale nel mantenimento della salute e nella prestazione per gli atleti;
2. Non esiste la dieta perfetta;
3. La manipolazione dei macro andrebbe sincronizzata con la programmazione dell'allenamento;
4. Il recupero passa anche attraverso l'alimentazione;
5. L'alimentazione DEVE essere personalizzata;
6. Si può allenare anche l'intestino;
7. Sembra che anche il microbiota possa giocare un ruolo;
8. MANGIA E SPINGI

Paoli A. 

83

SPORT SCIENCE FROM RENAISSANCE TO THE MILLENNIAL ERA

1-4 JULY 2025 | PALACONGRESSI DI RIMINI

#WeAreSportScience | #ECSS2025



Read more 

UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
DI PADOVA

84

