
Love Your Life – Guide
BIOCHIMICA FUNZIONALE
Principi, valutazione integrata e applicazioni nella medicina del terreno
Biochimica
Fisiologia
Biofisica
ATP
ADP + Pi
Giovanni Chetta

BIOCHIMICA FUNZIONALE

Principi, valutazione integrata e applicazioni nella medicina del terreno

Giovanni Chetta

Le Guide Love Your Life

Questo volume propone una lettura integrata dei dati biologici. Nel testo, l'espressione "Biochimica Funzionale" possiede un significato operativo e descrittivo: mette in relazione biochimica, fisiologia e biofisica con i principali determinanti modificabili della funzione, senza sostituirsi alla diagnosi e alla terapia medica ma integrandosi complementariamente.

Sommario

Guida alla lettura 4

Sezione I – Fondamenti e metodo 7

- Capitolo 1 – Che cosa si intende per Biochimica Funzionale 7
- Capitolo 2 – Omeostasi, allostasi, resilienza e terreno biologico 8
- Capitolo 3 – Biochimica, fisiologia e biofisica: tre linguaggi dello stesso organismo 9
- Capitolo 4 – Dal dato isolato al pattern 11

Sezione II – Il terreno biologico 13

- Capitolo 5 – Metabolismo, bioenergetica e mitocondri 13
- Capitolo 6 – Equilibrio ossidoriduttivo, infiammazione e riparazione 15
- Capitolo 7 – Microbiota, barriere biologiche e comunicazione con l'ospite 16
- Capitolo 8 – Regolazione neuroendocrina e risposta allo stress 17
- Capitolo 9 – Sonno e ritmi circadiani 18

Sezione III – Determinanti modificabili della funzione 20

- Capitolo 10 – Nutrizione e stato nutrizionale 20
- Capitolo 11 – Exercise physiology, adattamento e recupero 21
- Capitolo 12 – Postura, movimento e rieducazione posturale 22
- Capitolo 13 – Composizione corporea, idratazione, BIA e BIS 23
- Capitolo 14 – Circolazione, microcircolazione e respirazione 24

Sezione IV – Valutazione integrata 27

- Capitolo 15 – Interpretare gli esami di laboratorio 27
- Capitolo 16 – Valutazioni strumentali e funzionali 29

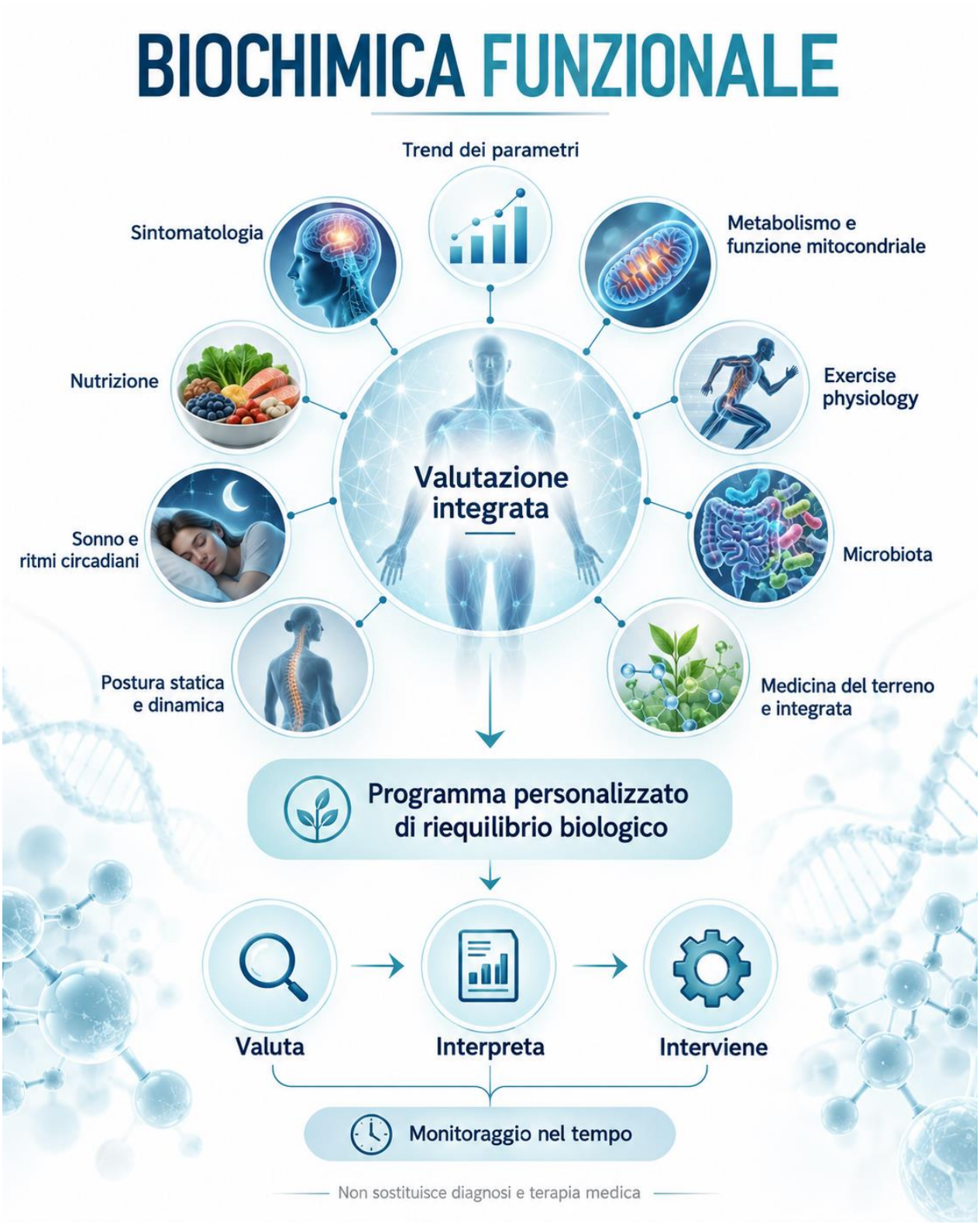
Capitolo 17 – Lettura per relazioni: esempi di pattern funzionali 31
Sezione V – Dal profilo funzionale al programma personalizzato 32
Capitolo 18 – Definire priorità e costruire il programma 32
Capitolo 19 – Nutraceutica: criteri, opportunità e limiti 32
Capitolo 20 – Monitoraggio, rivalutazione e collaborazione con il medico 33
Capitolo 21 – Casi esemplificativi di ragionamento funzionale 34
Capitolo 22 – Limiti, errori comuni e prospettive future 35
Glossario 37
Bibliografia 39
L'Autore 41

Guida alla lettura

Il volume può essere letto in modo lineare oppure consultato per temi. Il percorso principale parte da omeostasi e bioenergetica e arriva alla costruzione del programma personalizzato. Tabelle, schemi e riquadri consentono invece una lettura trasversale, collegando i dati di laboratorio con composizione corporea, nutrizione, esercizio, sonno, postura, microbiota e altri elementi del contesto individuale.

Le sigle e gli acronimi vengono sciolti alla prima occorrenza utile in ogni capitolo. Il Glossario, collocato al termine del volume, raccoglie i termini principali per una consultazione rapida. Le tabelle non propongono valori “ideali” universali: intervalli di riferimento, limiti decisionali e obiettivi clinici dipendono dal metodo analitico, dalla popolazione, dall’età, dal sesso, dal contesto e dalle indicazioni mediche.

Chiave di lettura. Un singolo numero può essere corretto e poco informativo oppure alterato e transitorio. Il significato aumenta quando il dato viene confrontato con la storia individuale, con altri marker coerenti, con la variabilità biologica e con l’andamento nel tempo.


BIOCHIMICA FUNZIONALE
Trend dei parametri
Sintomatologia
Metabolismo e funzione mitocondriale
Nutrizione
Exercise physiology
Valutazione integrata
Sonno e ritmi circadiani
Microbiota
Postura statica e dinamica
Medicina del terreno e integrata
Programma personalizzato di riequilibrio biologico
Valuta
Interpreta
Interviene
Monitoraggio nel tempo
Non sostituisce diagnosi e terapia medica


MEDICINA CLASSICA
Diagnosi
Protocollo terapeutico
Gestione della patologia
BIOCHIMICA FUNZIONALE
Trend dei parametri
Sintomatologia
Terreno biologico
Stile di vita
Approcci complementari
MEDICINA INTEGRATA
Valutazione completa
Programma personalizzato
Monitoraggio
Non sostituisce diagnosi e terapia medica

Sezione I – Fondamenti e metodo

Capitolo 1 – Che cosa si intende per Biochimica Funzionale

La Biochimica Funzionale, nel significato adottato in questo volume, interpreta i meccanismi biochimici in rapporto alla funzione dell'organismo. Il dato non coincide quindi con la sola concentrazione di una sostanza nel sangue: conta anche il sistema che la produce, la utilizza, la trasforma, la trasporta o la elimina. La domanda diventa più ampia: non soltanto "quanto misura il parametro?", ma "quale processo biologico descrive e come si inserisce nel profilo della persona?".

Questo modo di leggere i dati richiede rigore. I risultati di laboratorio conservano il significato attribuito loro dalla medicina di laboratorio e non diventano diagnosi alternative. Gli intervalli di riferimento descrivono la distribuzione di un analita in una popolazione selezionata, mentre alcuni limiti decisionali derivano dal rischio o da linee guida specifiche. La lettura funzionale aggiunge relazioni, andamento nel tempo e contesto, senza sostituire questi concetti con soglie arbitrarie.

Il percorso va dalla molecola alla persona. Una variazione di glucosio, ferritina, omocisteina, vitamina D, trigliceridi o creatinina acquista maggiore significato quando viene collegata a metabolismo energetico, infiammazione, stato nutrizionale, funzione d'organo, composizione corporea, carico di esercizio, sonno e altri determinanti. L'integrazione serve a costruire ipotesi coerenti e priorità operative, non ad accumulare interpretazioni prive di riscontro.

Livello	Domanda principale	Esempio di informazione
Biochimico	Quali reazioni, substrati o segnali sono coinvolti?	Glucosio, lipidi, aminoacidi, enzimi, vitamine, ormoni, metaboliti.
Fisiologico	Come funziona il sistema nel suo insieme?	Regolazione glicemica, perfusione, filtrazione, termoregolazione, recupero.
Biofisico	Quali gradienti, flussi, forze o proprietà elettriche intervengono?	Potenziale di membrana, impedenza, pressione, shear stress, meccanotrasduzione.
Funzionale	Quali relazioni e compensi emergono nel contesto individuale?	Pattern tra esami, composizione corporea, sonno, movimento, nutrizione e sintomi.
Clinico	Esiste una condizione che richiede diagnosi o trattamento medico?	Valutazione e decisione di competenza del medico e degli altri professionisti sanitari abilitati.



Biochimica, fisiologia e biofisica forniscono livelli complementari di lettura. Il contesto individuale consente di collegarli alla persona.

In sintesi. La Biochimica Funzionale è una lettura per relazioni. Il dato laboratoristico conserva il proprio significato analitico e clinico, mentre l'integrazione serve a comprendere meccanismi, compensi e priorità modificabili.

Capitolo 2 – Omeostasi, allostasi, resilienza e terreno biologico

L'omeostasi è la capacità dell'organismo di mantenere le variabili interne entro intervalli compatibili con la funzione. Stabilità non significa immobilità: glicemia, temperatura, pressione, osmolarità, pH e secrezioni endocrine oscillano continuamente. Sensori, centri di integrazione, effettori e sistemi di feedback coordinano queste variazioni su tempi differenti.

L'allostasi descrive un passaggio ulteriore: l'organismo anticipa e affronta le richieste modificando temporaneamente la propria organizzazione. Durante l'esercizio aumenta la frequenza cardiaca, il cortisolo segue un ritmo circadiano, il digiuno mobilizza le riserve energetiche e un'infezione modifica la risposta immunitaria. Questi adattamenti restano fisiologici quando sono proporzionati allo stimolo e seguiti da un recupero adeguato.

Il carico allostatico cresce quando stimoli intensi o ripetuti si associano a recupero insufficiente, sonno inadeguato, sedentarietà, eccesso di esercizio, alimentazione non adeguata o condizioni patologiche. Non identifica una singola malattia. Esprime il costo cumulativo dell'adattamento e aiuta a capire perché parametri diversi possano cambiare nella stessa direzione senza che uno solo spieghi l'intero quadro.

In questo volume il "terreno biologico" indica l'insieme delle condizioni metaboliche, infiammatorie, nutrizionali, endocrine, vascolari, microbiche, composizionali e comportamentali

nelle quali si esprime la funzione. Il termine viene usato in senso descrittivo e non sostituisce le categorie diagnostiche. Ricorda però un punto essenziale: la stessa sollecitazione può produrre effetti differenti in persone con riserve, adattamenti e vulnerabilità differenti.



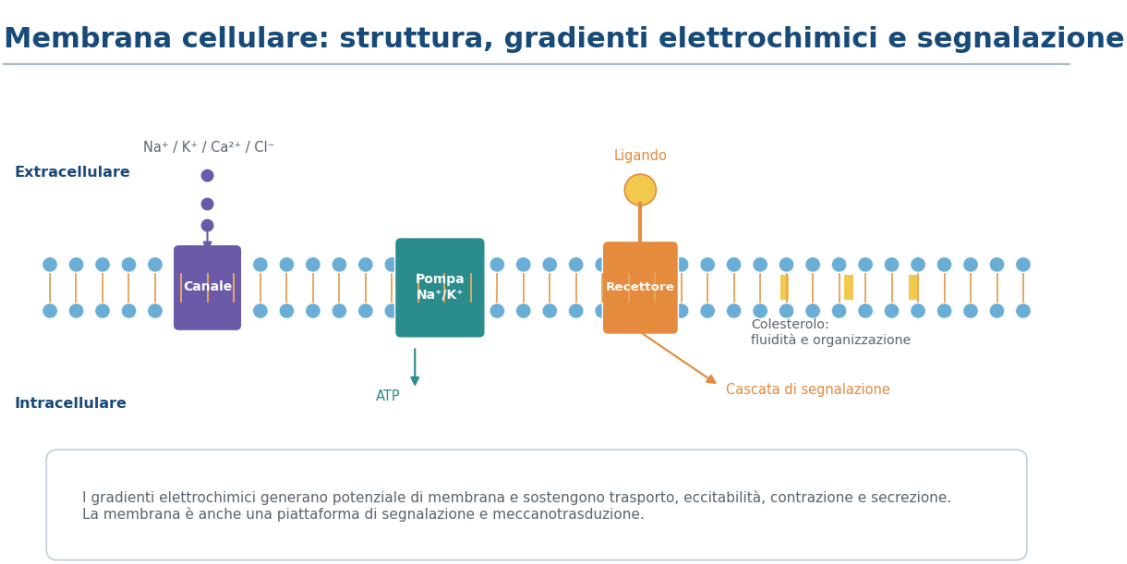
Lo stesso stimolo può produrre adattamento utile oppure aumentare il carico allostatico quando la richiesta supera le risorse e il recupero.

In sintesi. La salute funzionale dipende dalla capacità di adattarsi e recuperare. Il terreno biologico descrive il contesto nel quale avvengono questi adattamenti e rende più utile la lettura combinata dei dati.

Capitolo 3 – Biochimica, fisiologia e biofisica: tre linguaggi dello stesso organismo

La biochimica descrive le trasformazioni molecolari: enzimi che accelerano reazioni, cofattori che ne permettono lo svolgimento, substrati che diventano prodotti, recettori che riconoscono segnali e vie intracellulari che modulano l'espressione genica. La fisiologia osserva come questi processi producano funzioni coordinate nei tessuti e negli organi. La biofisica completa il quadro considerando energia, cariche elettriche, gradienti, pressioni, deformazioni, flussi e proprietà dei materiali biologici.

La membrana cellulare rende evidente questa integrazione. La distribuzione asimmetrica di sodio (Na^+), potassio (K^+), calcio (Ca^{2+}) e cloro (Cl^-) genera gradienti elettrochimici. Canali, pompe e trasportatori utilizzano tali gradienti per produrre potenziali di membrana, segnali nervosi, contrazione muscolare, secrezione e trasporto. Né la concentrazione di un singolo ione né la sola anatomia del tessuto bastano a spiegare la funzione.



Membrana cellulare: doppio strato fosfolipidico, proteine di trasporto e segnalazione e gradienti elettrochimici.

La composizione della membrana condiziona fluidità, organizzazione dei recettori e risposta ai segnali. Fosfolipidi, colesterolo, glicolipidi e proteine formano microambienti dinamici. Le pompe ioniche consumano adenosina trifosfato per mantenere gradienti sfruttati da canali e cotrasportatori; la concentrazione citosolica di calcio svolge inoltre una funzione di segnale intracellulare.

La circolazione segue la stessa logica integrata. La biochimica dell'ossido nitrico (NO) contribuisce al tono vascolare; la fisiologia governa gittata cardiaca e distribuzione del flusso; la biofisica descrive pressione, resistenza, viscosità e shear stress, cioè lo sforzo tangenziale esercitato dal sangue sull'endotelio. L'esercizio fisico modifica simultaneamente tutte queste dimensioni.

La meccanotrasduzione costituisce un altro ponte tra i tre livelli. Cellule muscolari, osteociti, fibroblasti e cellule endoteliali percepiscono tensione, compressione e flusso e trasformano gli stimoli meccanici in segnali biochimici. Movimento e postura rientrano quindi nella fisiologia integrata e dialogano con il metabolismo.

La matrice extracellulare (MEC) non è un semplice materiale di riempimento. Collagene, elastina, proteoglicani, glicoproteine e acqua determinano proprietà meccaniche e biochimiche del tessuto. Le integrine collegano la MEC al citoscheletro e permettono alle cellule di tradurre tensione e deformazione in segnali capaci di modulare metabolismo, espressione genica, rimodellamento e riparazione.

L'equilibrio idro-elettrolitico e acido-base richiede la stessa lettura integrata. Sistemi tampone, ventilazione e funzione renale cooperano per mantenere il pH entro limiti compatibili con l'attività enzimatica e cellulare. Sodio, potassio, cloro, calcio, magnesio e bicarbonato vanno interpretati insieme a idratazione, funzione renale, assetto ormonale, farmaci e stato clinico. La concentrazione sierica, da sola, non coincide automaticamente con il contenuto totale dell'organismo.

Concetto biofisico	Significato biologico	Esempi
Gradiente elettrochimico	Differenza di concentrazione e carica che può compiere lavoro	Potenziale di membrana, trasporto di ioni, eccitabilità.
Osmosi	Movimento dell'acqua in risposta a differenze di attività osmotica	Equilibrio intra- ed extracellulare, edema, volume plasmatico.
Pressione e flusso	Relazione tra forza motrice e resistenza	Circolo arterioso e venoso, filtrazione renale, ventilazione.
Shear stress	Forza tangenziale del fluido sulla parete	Segnalazione endoteliale e adattamento vascolare.
Meccanotrasduzione	Conversione di stimoli meccanici in segnali cellulari	Muscolo, osso, fascia, endotelio, matrice extracellulare.
Impedenza	Opposizione al passaggio di corrente alternata	Bioimpedenza, stima dei compartimenti idrici e angolo di fase.

In sintesi. Biochimica, fisiologia e biofisica non sono discipline concorrenti. Descrivono aspetti diversi dello stesso fenomeno e diventano più informative quando vengono interpretate insieme.

Capitolo 4 – Dal dato isolato al pattern

Un pattern è una configurazione coerente di informazioni. La Biochimica Funzionale lo utilizza per mettere in relazione i dati senza trasformarli automaticamente in diagnosi. Una ferritina ridotta, a esempio, assume un significato diverso quando viene letta insieme a emoglobina, volume corpuscolare medio, sideremia, transferrina, saturazione della transferrina, proteina C-reattiva e storia alimentare. Una ferritina elevata richiede invece attenzione al contesto infiammatorio, epatico, metabolico e clinico.

L'omocisteina offre un altro esempio. Il suo metabolismo coinvolge folato o vitamina B9, vitamina B12, vitamina B6 e riboflavina o vitamina B2, oltre a funzione renale, genetica, farmaci e altri fattori. Un valore aumentato non consente di attribuire automaticamente il quadro a una singola carenza. L'interpretazione integrata orienta gli approfondimenti e riduce il rischio di interventi troppo semplici per un problema multifattoriale.

Anche il tempo fa parte del pattern. Un risultato isolato può risentire di esercizio intenso, digiuno, idratazione, ciclo mestruale, infezione recente, orario del prelievo o variazioni preanalitiche. La tendenza osservata in condizioni comparabili è spesso più informativa del confronto ossessivo con una soglia. Il monitoraggio dovrebbe quindi mantenere, per quanto possibile, condizioni di misurazione simili.

Fermati e collega. Prima di interpretare un valore chiedi: che cosa misura realmente? Quali fattori lo modificano? Quali marker indipendenti possono confermare o smentire l'ipotesi? Il dato è stabile nel tempo? Esistono condizioni che richiedono valutazione medica?

In sintesi. Il pattern riduce il rischio di sovrainterpretare un singolo numero. La qualità dell'interpretazione dipende dalla coerenza tra meccanismo, contesto, marker indipendenti e andamento nel tempo.

Sezione II – Il terreno biologico

Capitolo 5 – Metabolismo, bioenergetica e mitocondri

L'adenosina trifosfato (ATP) è il principale vettore energetico immediato della cellula. L'energia chimica ricavata da carboidrati, lipidi e aminoacidi passa attraverso glicolisi, beta-ossidazione, ciclo dell'acido citrico e fosforilazione ossidativa. I mitocondri occupano una posizione centrale in questa rete e partecipano anche al metabolismo del calcio, alla produzione di specie reattive, alla termogenesi e alla regolazione della morte cellulare.

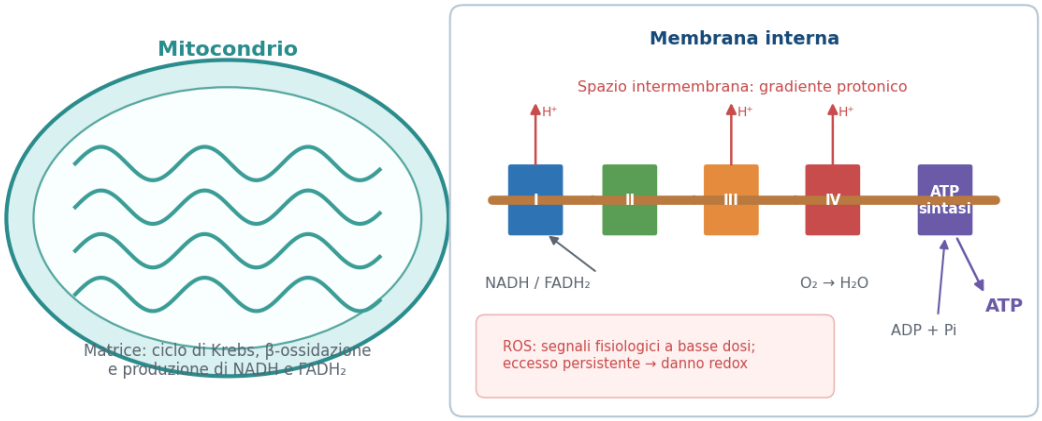
La flessibilità metabolica esprime la capacità di adattare l'uso dei substrati alla disponibilità e alla richiesta. Dopo un pasto aumenta l'utilizzo e lo stoccaggio del glucosio; nel digiuno cresce il contributo degli acidi grassi; durante esercizi di intensità diversa cambia la quota relativa di carboidrati e lipidi. Insulino-resistenza, inattività, perdita di massa muscolare e sovraccarico energetico possono ridurre questa flessibilità. L'esercizio regolare tende invece a sostenerla attraverso adattamenti enzimatici e mitocondriali.

Il lattato non è soltanto un prodotto terminale da eliminare. È un metabolita intermedio, un vettore di carbonio e anche un segnale. Può essere prodotto da un tessuto e ossidato da un altro oppure riconvertito in glucosio. Durante l'esercizio la sua dinamica riflette l'equilibrio tra produzione, trasporto e utilizzazione e non coincide con la semplice presenza o assenza di ossigeno.

Il metabolismo non appartiene a un singolo organo. Fegato, muscolo scheletrico, tessuto adiposo, intestino ed endotelio scambiano continuamente substrati e segnali; miochine, adipochine, metaboliti, ormoni e mediatori vascolari modificano l'uso dei nutrienti e la risposta all'esercizio, al digiuno e ai pasti. Questa comunicazione inter-organica spiega perché un cambiamento locale possa riflettersi su più sistemi senza identificare, da solo, una causa unica.

La funzione mitocondriale non è facilmente misurabile nella pratica clinica ordinaria. La maggior parte degli esami di routine non quantifica direttamente la capacità respiratoria dei mitocondri. Parametri metabolici, performance, composizione corporea, recupero e stato redox possono offrire indizi indiretti, mentre le metodiche specifiche appartengono alla ricerca o a contesti clinici selezionati.

Bioenergetica mitocondriale: compartimenti, catena respiratoria e ATP



La produzione di ATP integra disponibilità dei substrati, ciclo di Krebs, catena respiratoria e stato redox. Le specie reattive dell'ossigeno hanno anche una funzione di segnale.

Elemento	Ruolo funzionale	Lettura integrata
ATP	Energia immediatamente utilizzabile	Dipende da domanda, disponibilità di substrati, ossigeno e capacità mitocondriale.
Nicotinammide adenina dinucleotide, forme ossidata e ridotta (NAD+/NADH)	Coppia redox e trasporto di equivalenti riducenti	Riflette lo stato redox cellulare e collega molte vie metaboliche.
Lattato	Metabolita e navetta energetica	Va interpretato in funzione di produzione, clearance, intensità e tessuto.
Creatina/fosfocreatina	Buffer energetico rapido	Importante soprattutto nei tessuti ad alta richiesta energetica.
Specie reattive dell'ossigeno (Reactive Oxygen Species, ROS)	Specie reattive dell'ossigeno	Segnali fisiologici a basse/moderate quantità; danno potenziale se produzione e difese risultano sbilanciate.

In sintesi. La bioenergetica descrive come l'organismo converte nutrienti e ossigeno in lavoro biologico. I mitocondri sono nodi centrali, ma la loro funzione va letta nel sistema e non dedotta da un singolo biomarcatore.

Capitolo 6 – Equilibrio ossidoriduttivo, infiammazione e riparazione

Le specie reattive dell'ossigeno (Reactive Oxygen Species, ROS) e dell'azoto (Reactive Nitrogen Species, RNS) non sono soltanto molecole dannose. A concentrazioni controllate partecipano alla segnalazione, alla difesa antimicrobica e agli adattamenti all'esercizio. Lo stress ossidativo emerge quando la produzione di specie reattive supera la capacità di controllo e riparazione fino ad alterare lipidi, proteine, acidi nucleici o vie di segnalazione.

Il glutatione ridotto (GSH) è uno dei principali componenti della difesa redox intracellulare. Superossido dismutasi, catalasi e glutatione perossidasi lavorano insieme a micronutrienti e reti metaboliche. La protezione non dipende però da un singolo antiossidante: l'organismo regola sintesi, riciclo, compartimentalizzazione e segnali trascrizionali, tra cui la via di Nrf2, Nuclear factor erythroid 2-related factor 2.

Il fegato collega metabolismo, difesa redox e biotrasformazione. Le reazioni di fase I, spesso sostenute dai citocromi P450 (CYP), modificano numerosi xenobiotici e molecole endogene; le reazioni di fase II favoriscono la coniugazione con gruppi come glucuronato, solfato o glutatione; i sistemi di trasporto contribuiscono infine all'eliminazione biliare o renale. Questi processi richiedono energia, cofattori e integrità epatica. Il termine "detossificazione" non dovrebbe quindi diventare un sinonimo generico di benessere né una prova implicita di efficacia di un integratore.

L'infiammazione è una risposta fisiologica al danno e all'infezione. Il problema nasce quando persiste, si amplifica o non raggiunge una corretta risoluzione. La proteina C-reattiva ad alta sensibilità (hs-CRP), la velocità di eritrosedimentazione e altri marker possono contribuire alla valutazione, con specificità differenti. Nessun marker infiammatorio identifica da solo la causa.

Nella medicina del terreno, equilibrio redox, infiammazione e riparazione vengono letti insieme a sonno, adiposità viscerale, attività fisica, salute orale, microbiota, fumo, alcol, infezioni e condizioni cliniche. Il punto non è "spegnere" ogni segnale infiammatorio. Occorre distinguere una risposta proporzionata da un contesto che ne favorisce la persistenza o rende incompleto il recupero.

Marker/area	Che cosa può indicare	Limiti di interpretazione
hs-CRP	Infiammazione sistemica di basso grado o risposta acuta	Aspecifica; infezioni, trauma e molte condizioni ne modificano il valore.
Ferritina	Riserva di ferro e proteina di fase acuta	Può aumentare con infiammazione; va letta con assetto marziale e contesto.
Acido urico	Metabolismo purinico e capacità antiossidante plasmatica	Valori elevati si associano a diversi contesti metabolici; non è marker redox isolato.
Gamma-glutamiltransferasi (GGT)	Enzima epatobiliare collegato anche al metabolismo del glutatione	È aspecifica e risente di fegato, alcol, farmaci e metabolismo.
Lipoproteine a bassa densità ossidate (oxidized LDL, oxLDL)	Lipoproteine a bassa densità ossidate	Metodi e standardizzazione variano; non sostituisce i marker lipidici consolidati.

In sintesi. Redox e infiammazione sono reti dinamiche. La lettura funzionale deve distinguere segnali adattativi, risposta acuta e persistenza cronica e deve evitare di attribuire a un solo marker un significato che non possiede.

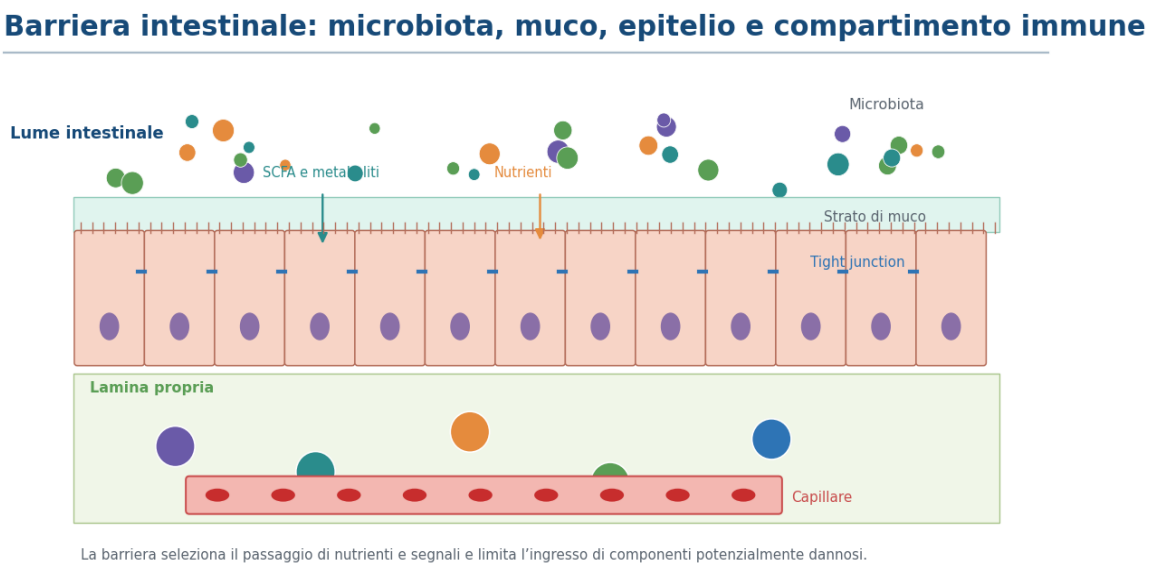
Capitolo 7 – Microbiota, barriere biologiche e comunicazione con l'ospite

Il microbiota intestinale comprende comunità microbiche che interagiscono con dieta, farmaci, età, ambiente e fisiologia dell'ospite. Conta l'ecologia complessiva e, soprattutto, ciò che queste comunità sono in grado di fare sul piano metabolico. Acetato, propionato e butirrato appartengono agli acidi grassi a catena corta (Short-Chain Fatty Acids, SCFA), prodotti soprattutto dalla fermentazione di substrati non digeriti e coinvolti nella regolazione della barriera epiteliale, dell'immunità e del metabolismo.

La barriera intestinale non è un muro impermeabile. Seleziona il passaggio di nutrienti, acqua, elettroliti e segnali e limita l'ingresso di componenti potenzialmente dannosi. Muco, epitelio, giunzioni intercellulari, immunità mucosale e microbiota cooperano in questa funzione. Alterazioni della barriera possono accompagnare diverse condizioni, ma la "permeabilità" non dovrebbe diventare una spiegazione universale per sintomi aspecifici.

La stessa prospettiva comprende microbiota orale, cutaneo e urogenitale. La salute parodontale, a esempio, può contribuire al carico infiammatorio sistemico e richiede igiene e valutazione odontoiatrica quando indicato. La cute svolge una funzione di barriera sia fisica sia immunologica. L'ecosistema urogenitale presenta invece caratteristiche proprie che cambiano con l'età e con l'assetto ormonale.

Gli interventi sul microbiota partono prima di tutto dal contesto: qualità della dieta, quantità e varietà delle fibre tollerate, attività fisica, sonno, uso appropriato di antibiotici e altri farmaci, gestione delle patologie gastrointestinali. Probiotici, prebiotici e postbiotici possono avere indicazioni specifiche. Ceppo, dose, durata e obiettivo contano però più dell'etichetta generica "per il microbiota".



La barriera intestinale integra microbiota, muco, epitelio e immunità. Gli SCFA costituiscono uno dei collegamenti tra dieta, metabolismo microbico e ospite.

In sintesi. Il microbiota va interpretato come ecosistema. La funzione emerge dall'interazione tra comunità microbiche, barriera, immunità e stile di vita; nessun singolo ceppo o test descrive da solo questo sistema.

Capitolo 8 – Regolazione neuroendocrina e risposta allo stress

Il sistema nervoso autonomo, l'asse ipotalamo-ipofisi-surrene e i principali assi endocrini coordinano la risposta ai cambiamenti interni ed esterni. Cortisolo, catecolamine, insulina, ormoni tiroidei, ormoni sessuali e mediatori dell'appetito agiscono in rete. Insieme modulano disponibilità energetica, pressione, termogenesi, comportamento alimentare, sonno e recupero.

Il cortisolo segue un ritmo circadiano, con livelli generalmente più elevati nelle prime ore della giornata e più bassi durante la notte. La sua interpretazione dipende dal tipo di campione, dall'orario, dalla condizione clinica e dai farmaci. Un principio analogo vale per gli ormoni tiroidei: tireotropina (TSH), tiroxina libera (FT4) e triiodotironina libera (FT3) richiedono una lettura clinica che consideri storia farmacologica e intervalli specifici del laboratorio.

Lo stress psicologico non si lascia ridurre a un unico ormone. La risposta coinvolge attenzione, tono autonomico, comportamento, sonno, immunità e metabolismo. Un'attivazione transitoria può essere utile e sostenere la performance. Se diventa persistente e il recupero resta insufficiente, può invece contribuire a modificazioni del sonno, dell'appetito, della pressione, della sensibilità insulinica e della percezione del dolore.

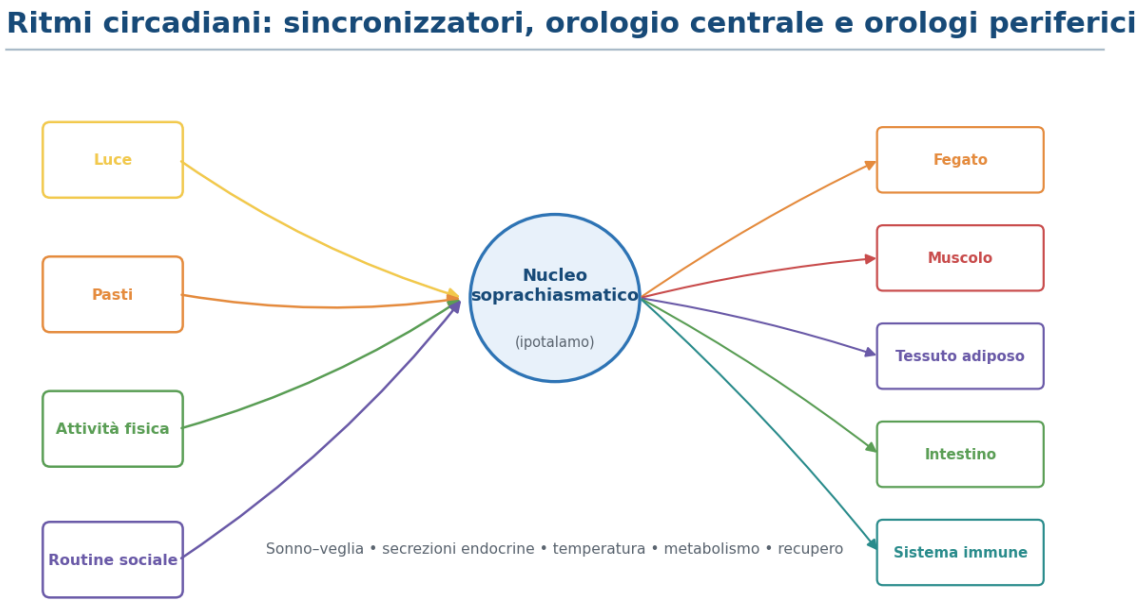
In sintesi. La regolazione neuroendocrina è temporale e contestuale. Ormoni e sistema nervoso autonomo coordinano adattamento e recupero e devono essere interpretati con attenzione a orario, farmaci, condizioni cliniche e storia individuale.

Capitolo 9 – Sonno e ritmi circadiani

Il sonno è un processo attivo che sostiene plasticità neuronale, regolazione immunitaria, metabolismo, funzione endocrina e recupero. Nell'adulto sano le raccomandazioni di riferimento indicano in genere almeno sette ore di sonno regolare, pur riconoscendo differenze individuali. Durata, continuità, orario e qualità percepita descrivono aspetti diversi e vanno letti insieme.

Il sistema circadiano sincronizza numerosi processi biologici con il ciclo giorno-notte. Il nucleo soprachiasmatico dell'ipotalamo riceve le informazioni luminose e coordina gli orologi periferici. Pasti, attività fisica e routine sociali partecipano alla sincronizzazione. La melatonina funziona soprattutto come segnale temporale e non coincide semplicemente con un "ormone del sonno".

Privazione di sonno, marcata irregolarità e disallineamento circadiano possono influenzare appetito, sensibilità insulinica, pressione, recupero muscolare e comportamento. Una valutazione funzionale considera orari abituali, latenza di addormentamento, risvegli, esposizione alla luce, sonnolenza diurna, uso di stimolanti e sintomi compatibili con disturbi respiratori del sonno. Il sospetto di apnea ostruttiva richiede una valutazione medica specifica.



Luce, pasti, attività fisica e sonno sono sincronizzatori che modulano gli orologi centrali e periferici.

Dimensione	Domande utili	Possibili indicatori
Durata	Il tempo di sonno è sufficiente per la persona?	Ore effettive, tempo a letto, sonnolenza diurna.

Dimensione	Domande utili	Possibili indicatori
Continuità	Il sonno è frammentato?	Numero e durata dei risvegli, efficienza del sonno.
Timing	Gli orari sono coerenti con il ritmo individuale e sociale?	Ora di addormentamento e risveglio, jet lag sociale.
Respirazione	Sono presenti russamento o pause respiratorie riferite?	Screening e invio medico quando indicato.
Recupero	La persona si sente ristorata?	Energia mattutina, performance, percezione del recupero.

In sintesi. Il sonno è una variabile biologica centrale. Quantità, continuità e timing modulano numerosi sistemi e meritano lo stesso livello di attenzione riservato a nutrizione e attività fisica.

Sezione III – Determinanti modificabili della funzione

Capitolo 10 – Nutrizione e stato nutrizionale

La nutrizione fornisce energia, aminoacidi, acidi grassi essenziali, vitamine, minerali, fibre e molecole bioattive. La valutazione funzionale non cerca l'alimento "perfetto". Verifica piuttosto la coerenza tra fabbisogno, composizione della dieta, tolleranza, stato nutrizionale, obiettivi e condizioni cliniche. Quantità e qualità hanno entrambe importanza.

La distribuzione dei macronutrienti va adattata al contesto. Un soggetto sedentario, un atleta di endurance, una persona anziana con rischio di sarcopenia e un paziente con malattia renale presentano esigenze e vincoli differenti. Anche la quota proteica deve essere rapportata a età, massa magra, funzione renale, esercizio e apporto energetico complessivo.

I micronutrienti meritano attenzione perché carenza, insufficienza, eccesso e interazioni possono modificare la funzione. Magnesio (Mg), sodio (Na), potassio (K), calcio (Ca), paratormone (PTH), vitamina D misurata come 25-idrossivitamina D [25(OH)D], vitamina B6, folato o vitamina B9, vitamina B12 e omocisteina sono esempi di parametri utili in un pannello ragionato, da concordare con il medico secondo il caso. La scelta non è universale e va integrata con anamnesi, farmaci, alimentazione e altri esami.

La qualità della dieta comprende densità nutrizionale, varietà vegetale, presenza adeguata di proteine, qualità dei grassi, fibre compatibili con la tolleranza, idratazione e gestione del carico glicemico, con prevalenza di alimenti minimamente processati. Anche comportamento alimentare, orari dei pasti e sostenibilità del piano incidono sul risultato. Una strategia teoricamente ottimale ma impraticabile ha scarso valore funzionale.

Area	Obiettivo di lettura	Esempi di elementi
Energia	Coerenza tra introito, spesa e obiettivi	Peso, composizione corporea, attività, fame, andamento nel tempo.
Proteine	Disponibilità di aminoacidi e supporto alla massa magra	Quantità, distribuzione, qualità, digestione, funzione renale.
Carboidrati	Gestione della richiesta energetica e glicemica	Qualità, fibre, timing, attività fisica, risposta individuale.
Lipidi	Membrane, segnali, energia e trasporto lipoproteico	Mono/polinsaturi, omega-3, saturi, contesto lipidico.
Micronutrienti	Cofattori, struttura e regolazione	Vitamine, minerali, interazioni, eventuali carenze documentate.
Idratazione	Volume, osmolarità e performance	Acqua, elettroliti, sudorazione, clima, farmaci.

In sintesi. La nutrizione funzionale parte dal fabbisogno reale e dal contesto, non da regole isolate. Stato nutrizionale, composizione corporea, attività, tolleranza e obiettivi devono guidare le scelte.

Capitolo 11 – Exercise physiology, adattamento e recupero

L'esercizio fisico è uno stimolo biologico capace di modificare metabolismo, mitocondri, muscolo, osso, endotelio, sistema nervoso e immunità. La risposta dipende da frequenza, intensità, durata, modalità e progressione. Il principio FITT, Frequency, Intensity, Time and Type, offre una cornice utile e va completato con volume totale, densità delle sedute, recupero e risposta individuale.

L'attività aerobica aumenta la capacità ossidativa e induce adattamenti cardiovascolari. L'esercizio contro resistenza sostiene forza, massa e funzione muscolare e contribuisce alla salute ossea. Potenza, equilibrio e mobilità acquistano maggiore rilievo con l'età o in sport specifici. Un programma completo non deve però contenere tutto nello stesso momento: le priorità dipendono dalla persona e dagli obiettivi.

L'adattamento matura durante il recupero successivo allo stimolo. Sonno, apporto energetico e proteico, idratazione, stress, età e programmazione influenzano la capacità di recuperare. Dolore persistente, calo inspiegato della performance, disturbi del sonno, alterazioni del ciclo mestruale o marcata stanchezza meritano attenzione e, quando opportuno, valutazione sanitaria.

L'esercizio può modificare temporaneamente diversi esami. Creatinchinasi (CK), aspartato aminotransferasi (AST), lattato deidrogenasi (LDH), creatinina e altri parametri possono risentire di sedute intense. Per confrontare correttamente i risultati nel tempo conviene annotare l'attività svolta nei giorni precedenti il prelievo e standardizzare, per quanto possibile, le condizioni.

Componente	Adattamenti principali	Indicatori pratici
Aerobica	Capacità cardiorespiratoria, mitocondri, endotelio	Frequenza cardiaca, velocità/potenza, percezione dello sforzo, consumo di ossigeno (VO_2) quando disponibile.
Forza	Massa e funzione neuromuscolare	Carichi, ripetizioni, forza di presa, test funzionali.
Potenza	Rapidità di produzione della forza	Salti, alzate rapide, test specifici e sicuri.
Mobilità/controllo	Escursione e qualità del movimento	Test articolari e compiti funzionali.
Recupero	Consolidamento dell'adattamento	Sonno, stanchezza, performance, dolore, frequenza cardiaca a riposo.

In sintesi. L'esercizio è una terapia comportamentale potente solo quando dose, progressione e recupero sono appropriati. Il programma deve essere misurabile e adattato alla risposta individuale.

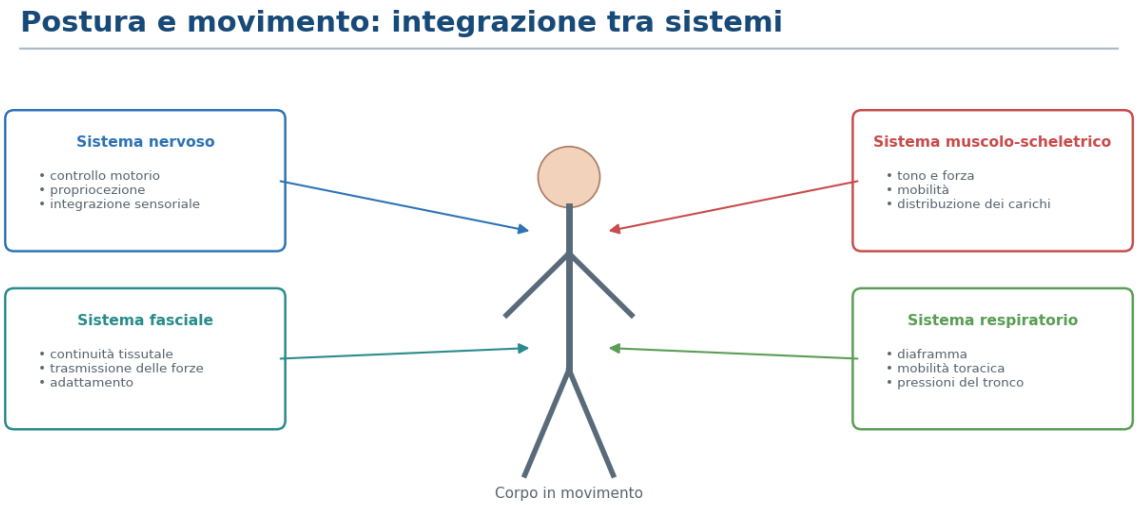
Capitolo 12 – Postura, movimento e rieducazione posturale

La postura non è una posizione ideale da mantenere rigidamente. È una strategia dinamica con cui il sistema nervoso organizza segmenti corporei, tono muscolare, equilibrio e orientamento rispetto al compito. Variazioni anatomiche e asimmetrie sono comuni. Una deviazione posturale non equivale automaticamente a dolore o malattia: acquista significato soltanto se viene messa in rapporto con sintomi, capacità, carichi, storia e funzione.

L'analisi posturale può osservare allineamento, appoggi, mobilità, controllo motorio, simmetrie, respirazione e strategie di movimento. L'osservazione statica diventa più informativa quando viene collegata a compiti dinamici, a esempio cammino, squat, flessione, estensione, rotazione, salita di un gradino o gesti sportivi. La domanda utile non è soltanto "come appare la postura?", ma "come gestisce il carico e il movimento?".

Respirazione e postura si influenzano reciprocamente. Il diaframma partecipa sia alla ventilazione sia alla gestione delle pressioni del tronco. Mobilità toracica, coordinazione tra diaframma e parete addominale e posizione del bacino possono modificare il modo in cui la persona respira e stabilizza il corpo. Queste relazioni non giustificano però l'attribuzione di ogni sintomo a un'unica catena posturale.

La rieducazione posturale, quando indicata, può integrare movimento, esposizione progressiva al carico, forza, mobilità, respirazione e consapevolezza corporea. Lo scopo non è costruire una postura "perfetta", ma ampliare le opzioni motorie e migliorare tolleranza, efficienza e autonomia. Dolore persistente, deficit neurologici, trauma, deformità strutturali o altri segnali di allarme richiedono una valutazione sanitaria appropriata.



Analisi posturale e funzionale: assetto, capacità e compito • rieducazione attraverso movimento, forza, mobilità e respirazione

Postura, respirazione e movimento appartengono allo stesso sistema funzionale. L'analisi deve collegare assetto, capacità e compito, senza attribuire valore patologico automatico alle asimmetrie.

Ambito	Che cosa osservare	Come usarlo
Statica	Allineamento, appoggi, asimmetrie, distribuzione dei carichi	Descrive il punto di partenza, non determina da sola la causa dei sintomi.
Dinamica	Controllo durante compiti e transizioni	Mostra strategie, compensi e tolleranza al carico.
Mobilità	Escursione attiva e passiva	Aiuta a distinguere limiti articolari, tessutali e strategie motorie.
Forza/controllo	Capacità di produrre e modulare forza	Guida la progressione dell'esercizio e della rieducazione.
Respirazione	Pattern, espansione toracica, coordinazione diaframmatica	Integra ventilazione, controllo del tronco e gestione delle pressioni.
Sintomi	Dolore, affaticamento, parestesie, instabilità	Definiscono priorità e necessità di eventuale invio medico.

In sintesi. La postura ha lo stesso peso degli altri determinanti funzionali quando è pertinente al caso. La valutazione migliore combina osservazione, movimento, capacità e sintomi e orienta una rieducazione progressiva, non una correzione estetica.

Capitolo 13 – Composizione corporea, idratazione, BIA e BIS

Il peso corporeo non descrive come il corpo sia distribuito tra massa grassa, massa magra, acqua e tessuti metabolicamente attivi. La composizione corporea aggiunge quindi informazioni utili per nutrizione, exercise physiology, invecchiamento e monitoraggio. Ogni metodo si basa su assunzioni e modelli e presenta un errore di misura che va considerato prima di attribuire significato a variazioni piccole.

La bioimpedenziometria (Bioelectrical Impedance Analysis, BIA) misura l'opposizione dei tessuti al passaggio di una corrente alternata di bassa intensità. La resistenza dipende soprattutto dai fluidi conduttivi, mentre la reattanza risente delle proprietà capacitive delle membrane e delle interfacce cellulari. I dispositivi multifrequenza e la spettroscopia di impedenza bioelettrica (Bioimpedance Spectroscopy, BIS) consentono modelli più articolati dei compartimenti idrici.

L'angolo di fase, Phase Angle (PhA), deriva dalla relazione tra reattanza e resistenza. È un indicatore bioelettrico associato a massa cellulare, integrità delle membrane, stato nutrizionale e alcune condizioni cliniche. Non misura direttamente la funzione mitocondriale. Può tuttavia contribuire a una lettura complessiva della qualità cellulare, nella quale stato di membrana, massa cellulare, infiammazione, nutrizione e bioenergetica sono interdipendenti.

L'idratazione modifica le stime. Orario, pasti, esercizio, temperatura, ciclo mestruale, edema e posizione corporea possono cambiare l'impedenza. Il monitoraggio richiede perciò protocolli

standardizzati. La tendenza ottenuta con lo stesso strumento e in condizioni confrontabili è spesso più utile del confronto tra apparecchi diversi.

Parametro	Significato	Cautela
R	Resistenza al passaggio della corrente	Dipende soprattutto dai fluidi e dalla geometria corporea.
Xc	Reattanza capacitiva	È influenzata da membrane e interfacce cellulari.
PhA	Angolo di fase calcolato da R e Xc	Non è un marker mitocondriale diretto; dipende da età, sesso, dispositivo e stato clinico.
TBW	Total Body Water, acqua corporea totale	Stima modellistica, sensibile a idratazione e assunzioni.
ECW/ICW	Acqua extracellulare/intracellulare	Utile per osservare distribuzione dei fluidi, soprattutto con metodi multifrequenza/BIS.
FFM/FM	Massa priva di grasso/massa grassa	Stime dipendenti dalle equazioni e dal modello del dispositivo.

In sintesi. BIA e BIS sono strumenti di monitoraggio, non fotografie perfette della composizione corporea. Standardizzazione, tendenza nel tempo e interpretazione con altri dati aumentano il valore dell'esame.

Capitolo 14 – Circolazione, microcircolazione e respirazione

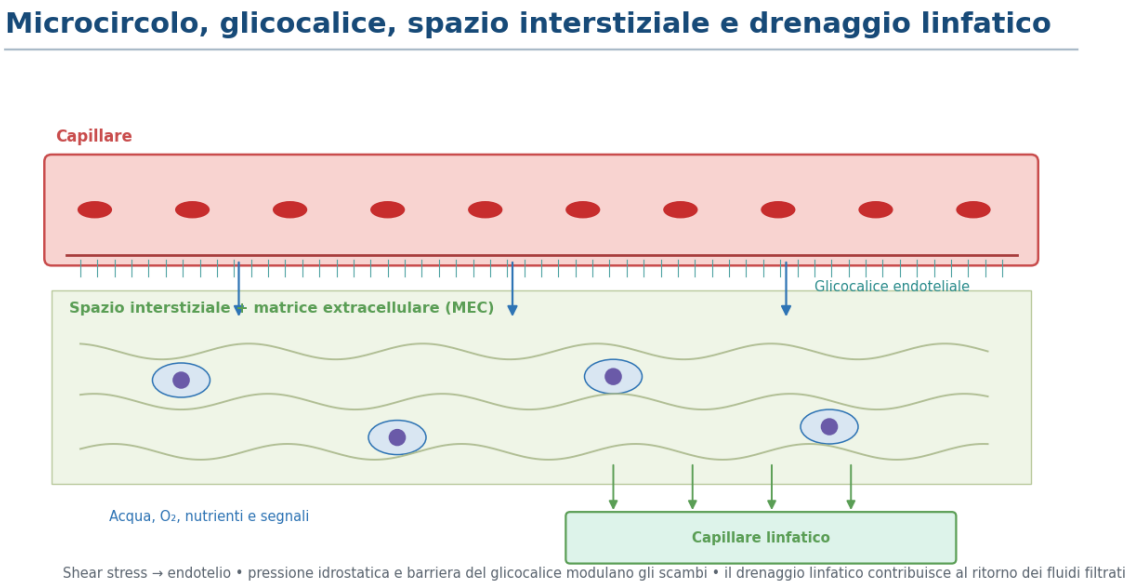
La circolazione distribuisce ossigeno, nutrienti, ormoni e cellule immunitarie. L'endotelio è un organo diffuso che risponde al flusso, alla pressione e ai segnali metabolici. Ossido nitrico, prostacicline, endotelina e numerosi altri mediatori partecipano alla regolazione del tono vascolare e dell'emostasi.

Il microcircolo comprende arteriole, capillari e venule ed è la sede principale degli scambi. Perfusione, pressioni idrostatica e oncotica, permeabilità e funzione linfatica concorrono alla distribuzione dei fluidi. Edema e ritenzione non dipendono da una sola variabile: vanno considerate cause venose, linfatiche, cardiache, renali, epatiche, farmacologiche e locali.

Il glicocalice endoteliale, formato da glicoproteine, proteoglicani e componenti plasmatici associati alla superficie vascolare, partecipa alla percezione dello shear stress e alla regolazione della permeabilità. L'endotelio converte gli stimoli meccanici del flusso in segnali biochimici che influenzano tono vascolare, adesione cellulare, coagulazione e rimodellamento. La sua funzione dipende quindi sia dalla biochimica sia dalla biofisica del flusso.

Lo spazio interstiziale e la matrice extracellulare (MEC) costituiscono il compartimento attraverso il quale avviene gran parte degli scambi tra capillare e cellule. La distribuzione dei fluidi dipende

dalle pressioni idrostatiche, dalle proprietà della barriera endoteliale e del glicocalice, dalla composizione interstiziale e dal drenaggio linfatico. Una quota rilevante del liquido filtrato viene recuperata attraverso il sistema linfatico. Edema e congestione richiedono quindi una lettura multifattoriale.



Microcircolo e interstizio: endotelio e glicocalice regolano gli scambi; la MEC organizza lo spazio tissutale e il sistema linfatico contribuisce al ritorno dei fluidi filtrati.

La respirazione collega ventilazione, equilibrio acido-base e ritorno venoso. L'eliminazione di anidride carbonica modifica rapidamente la componente respiratoria del sistema bicarbonato, mentre il rene regola più lentamente l'escrezione degli acidi e il recupero o la produzione di bicarbonato. La lettura di bicarbonato, elettroliti ed emogasanalisi, quando indicata, deve distinguere componenti metaboliche e respiratorie e resta di competenza clinica.

Elemento	Funzione principale	Lettura funzionale
Endotelio e glicocalice	Regolano tono, permeabilità, adesione e risposta allo shear stress.	Valutare nel contesto di pressione, metabolismo, attività fisica, fumo, infiammazione e patologie vascolari.
Capillari e interstizio	Consentono scambi di gas, nutrienti, metaboliti e acqua.	Considerare pressioni, permeabilità, composizione della MEC e funzione linfatica.
Sistema linfatico	Riporta fluidi e macromolecole dal compartimento interstiziale.	Movimento, pompa muscolare e respirazione possono favorire il flusso, senza sostituire la valutazione delle cause di edema.
Pompa muscolare	La contrazione comprime le vene e favorisce il ritorno venoso.	Sedentarietà e immobilità ne riducono l'efficacia; l'esercizio va adattato al quadro clinico.

Elemento	Funzione principale	Lettura funzionale
Diaframma e respirazione	Le variazioni pressorie toraco-addominali influenzano ventilazione e ritorno venoso.	Coordinazione respiratoria, mobilità toracica e postura possono essere considerate insieme.

La respirazione favorisce il ritorno venoso attraverso le variazioni pressorie toraco-addominali. La pompa muscolare degli arti inferiori e il movimento della caviglia sostengono a loro volta il flusso venoso. Sedentarietà prolungata, immobilità e ridotta attività muscolare possono favorire la stasi; esercizio e movimento frequente rappresentano invece stimoli fisiologici, compatibilmente con le condizioni individuali.

La postura partecipa a questa rete come fattore meccanico e comportamentale, senza sostituire le cause vascolari o mediche. Una valutazione integrata considera respirazione, movimento, appoggio, attività quotidiana, composizione corporea, pressione arteriosa e segni clinici. Dolore toracico, dispnea improvvisa, edema monolaterale acuto o altri segnali di allarme richiedono una valutazione medica urgente.

In sintesi. Circolazione e microcircolazione collegano biochimica, fisiologia e biofisica. Endotelio, muscoli, respirazione, fluidi e movimento cooperano, mentre i segni di possibile patologia richiedono sempre il corretto inquadramento medico.

Sezione IV – Valutazione integrata

Capitolo 15 – Interpretare gli esami di laboratorio

La medicina di laboratorio distingue concetti che nel linguaggio comune vengono spesso sovrapposti. L'intervallo di riferimento descrive la distribuzione dei risultati in una popolazione definita e non coincide necessariamente con un limite di rischio o con un obiettivo terapeutico. I limiti decisionali clinici possono derivare da studi prognostici o linee guida e dipendono dalla condizione considerata. L'espressione "valore ottimale" va quindi utilizzata con cautela e sempre definita nel contesto.

La variabilità preanalitica comprende preparazione, digiuno, orario, postura durante il prelievo, esercizio, conservazione e trasporto. La variabilità biologica comprende oscillazioni intraindividuali legate a ritmi, ciclo mestruale, stagionalità e adattamenti. Conta anche il metodo analitico. Nelle letture seriali è preferibile mantenere, quando possibile, lo stesso laboratorio e condizioni comparabili.

La prima domanda riguarda sicurezza e significato clinico. Valori critici, sintomi importanti o pattern compatibili con patologie richiedono il medico. Solo dopo si possono esplorare relazioni funzionali, tendenze e aree modificabili. Questa sequenza evita che l'interesse per il "terreno" faccia perdere priorità alle condizioni che necessitano diagnosi o terapia.

Area glicemica e metabolica

Parametro	Che cosa descrive	Relazioni utili
Glicemia	Concentrazione di glucosio nel momento del prelievo	Digiuno, stress, farmaci, pasti recenti, attività.
Emoglobina glicata (HbA1c)	Emoglobina glicata, proxy dell'esposizione glicemica nelle settimane precedenti	Turnover eritrocitario, anemia, emoglobinopatie e altre condizioni possono alterarla.
Insulina	Risposta endocrina alla disponibilità di nutrienti	Può essere utile nel contesto appropriato; metodo e condizioni di prelievo contano.
Homeostatic Model Assessment of Insulin Resistance (HOMA-IR)	Indice calcolato da glicemia e insulina a digiuno	Stima indiretta; non sostituisce metodiche di riferimento né diagnosi.
Trigliceridi / colesterolo HDL (HDL-C)	Assetto lipidico e contesto metabolico	Da leggere con LDL-C, non-HDL-C, ApoB e altri fattori di rischio.

Area lipidica e cardiovascolare

Il colesterolo delle lipoproteine a bassa densità (LDL-C), il colesterolo non-HDL (non-HDL-C), l'apolipoproteina B (ApoB) e la lipoproteina(a) [Lp(a)] descrivono aspetti diversi del trasporto lipoproteico. ApoB approssima il numero di particelle aterogene, mentre Lp(a) è in larga parte

determinata geneticamente. Il rischio cardiovascolare e le eventuali decisioni terapeutiche devono essere valutati dal medico considerando rischio globale, anamnesi e linee guida correnti.

Area epatica, renale e muscolare

Area	Parametri comuni	Punti di attenzione
Fegato	Alanina aminotransferasi (ALT), aspartato aminotransferasi (AST), gamma-glutamiltransferasi (GGT), fosfatasi alcalina, bilirubina	AST può aumentare anche per origine muscolare; pattern e anamnesi sono essenziali.
Rene	Creatinina, velocità di filtrazione glomerulare stimata (estimated Glomerular Filtration Rate, eGFR), azotemia, urinalisi, albuminuria	Creatinina dipende anche da massa muscolare; cistatina C può essere utile in casi selezionati.
Muscolo	Creatinchinasi (CK), lattato deidrogenasi (LDH), aspartato aminotransferasi (AST)	Esercizio, trauma e farmaci possono modificare i valori.
Elettroliti	Sodio (Na), potassio (K), calcio (Ca), magnesio (Mg), fosforo	Equilibrio idrico, rene, ormoni e farmaci sono determinanti.
Acido-base	Bicarbonato e, in contesti clinici, emogasanalisi	Interpretazione clinica e respiratoria/metabolica integrata.

Ferro, emopoiesi e micronutrienti

Parametro	Significato principale	Da leggere insieme a
Emoglobina / emocromo	Trasporto di ossigeno e caratteristiche cellulari	Volume corpuscolare medio (MCV), contenuto emoglobinico corpuscolare medio (MCH), ampiezza di distribuzione eritrocitaria (RDW), reticolociti e contesto clinico.
Ferritina	Depositi di ferro e fase acuta	Sideremia, transferrina, saturazione transferrina, proteina C-reattiva (CRP).
Vitamina B12	Cobalamina circolante	Omocisteina e acido metilmalonico quando indicato.
Folato/B9	Disponibilità di folati	Omocisteina, dieta, farmaci e B12.
Vitamina B6	Cofattore in molte reazioni	Stato nutrizionale, farmaci, funzione renale.
25-idrossivitamina D [25(OH)D]	Principale marker dello stato vitaminico D	paratormone (PTH), calcio, magnesio, funzione renale e contesto clinico.

Parametro	Significato principale	Da leggere insieme a
Omocisteina	Metabolismo metionina-folati	B2, B6, B9, B12, rene, farmaci e genetica.

Infiammazione e contesto immunitario

Proteina C-reattiva (CRP), emocromo con formula, ferritina e altri marker possono descrivere il contesto infiammatorio, ma non identificano da soli sede e causa. Una CRP elevata durante un'infezione acuta ha un significato diverso da una lieve elevazione persistente. Ripetere il test dopo la risoluzione dello stimolo può essere più informativo di un'interpretazione immediata fuori contesto.

Regola pratica. Prima di aggiungere nuovi esami, chiedere quale decisione potrebbe cambiare grazie al risultato. Un pannello ampio senza una domanda chiara aumenta il rischio di reperti casuali, ripetizioni e interpretazioni improprie.

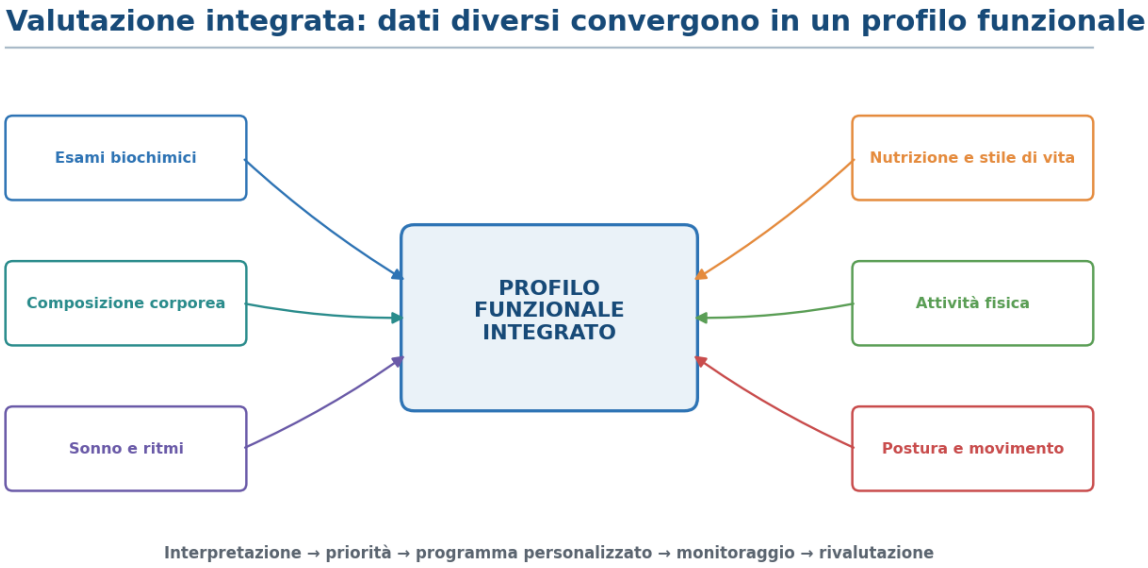
In sintesi. Gli esami devono essere interpretati secondo metodo, intervallo, variabilità biologica, contesto e trend. La lettura funzionale aggiunge relazioni senza sostituire i limiti decisionali e le competenze cliniche.

Capitolo 16 – Valutazioni strumentali e funzionali

La valutazione funzionale amplia l'osservazione oltre il laboratorio. Pressione arteriosa, frequenza cardiaca, composizione corporea, forza, capacità aerobica, mobilità, postura, sonno e attività quotidiana offrono informazioni complementari. Ogni misura acquista valore quando risponde a una domanda precisa e viene raccolta con un protocollo ripetibile.

La pressione arteriosa richiede una tecnica corretta, un bracciale adeguato e, quando indicato, misurazioni ripetute o monitoraggio domiciliare secondo indicazione medica. La frequenza cardiaca a riposo varia con allenamento, stress, temperatura, farmaci e stato di salute. La variabilità della frequenza cardiaca (Heart Rate Variability, HRV) descrive le variazioni tra gli intervalli cardiaci. Metodo e condizioni la influenzano in modo rilevante, perciò non dovrebbe essere trasformata in un punteggio assoluto di "stress".

I test di forza e capacità funzionale possono essere semplici e molto informativi. Handgrip, sit-to-stand, velocità del cammino, test submassimali o misure di potenza documentano cambiamenti che il peso corporeo non mostra. In presenza di malattia, sintomi o rischio cardiovascolare, scelta e supervisione del test devono rispettare criteri di sicurezza e competenza professionale.



Una valutazione integrata mette insieme dati biochimici, composizione corporea, sonno, alimentazione, esercizio, postura e movimento. Nessuno strumento dovrebbe dominare il quadro senza una ragione precisa.

Strumento/area	Informazione	Condizioni per usarla bene
Bioimpedenziometria (BIA) / Bioimpedance Spectroscopy (BIS)	Composizione e compartimenti idrici stimati	Standardizzazione e stesso dispositivo nel follow-up.
Pressione arteriosa	Carico pressorio	Tecnica corretta e misure ripetute.
Frequenza cardiaca/HRV	Risposta autonomica e recupero, in modo indiretto	Stesso orario, posizione e dispositivo; interpretazione prudente.
Test di forza	Capacità neuromuscolare	Protocollo ripetibile e adattato al soggetto.
Test aerobici	Capacità cardiorespiratoria	Scelta in base a rischio, obiettivo e supervisione.
Analisi posturale/movimento	Strategie di carico e controllo	Collegare sempre il dato a funzione e sintomi.
Diario sonno/attività	Timing e comportamento	Più giorni e contesto, evitando conclusioni da una singola notte.

In sintesi. La valutazione strumentale è utile quando produce dati ripetibili e collegati a una decisione. Misurare di più non significa comprendere di più; serve una domanda prima dello strumento.

Capitolo 17 – Lettura per relazioni: esempi di pattern funzionali

La lettura per relazioni non costruisce diagnosi parallele. Organizza le informazioni per capire quali approfondimenti siano ragionevoli e quali aree modificabili meritino priorità. I pattern che seguono hanno funzione didattica. Ogni quadro reale richiede la storia della persona, l'esame clinico quando pertinente e la valutazione medica per gli aspetti diagnostici.

Pattern osservato	Possibili relazioni da esplorare	Cosa evitare
Glicemia e trigliceridi in aumento, circonferenza vita elevata, attività ridotta	Sensibilità insulinica, dieta, sonno, attività fisica, fegato, farmaci	Concludere che esista una sola causa o usare un integratore come soluzione principale.
Ferritina bassa con MCV/MCH in calo	Apporto e assorbimento di ferro, perdite, vitamina C, infiammazione, valutazione medica	Trattare a lungo senza cercare la causa.
Omocisteina elevata	B12, folati/B9, B6, B2, funzione renale, farmaci, genetica	Attribuirla automaticamente a una sola vitamina.
PhA in calo con perdita di forza e massa magra	Nutrizione, attività, malattia, infiammazione, idratazione, invecchiamento	Interpretare l'angolo di fase come misura diretta dei mitocondri.
Sonno frammentato, recupero scarso, performance in calo	Carico di allenamento, stress, timing, apporto energetico, disturbi del sonno	Aumentare ulteriormente il carico perché "manca allenamento".
Dolore e rigidità con alterazioni posturali	Carichi, forza, mobilità, sonno, fattori psicosociali e valutazione clinica	Assumere che una singola asimmetria sia la causa certa del dolore.

Un pattern è utile quando conduce a una decisione proporzionata. Se due spiegazioni restano plausibili, conviene cercare un dato indipendente che permetta di distinguerle. Se una variazione non modifica il piano, il suo valore operativo è limitato. Questo criterio riduce esami ridondanti e interventi casuali.

In sintesi. Un pattern è utile quando collega meccanismi e decisioni. L'obiettivo non è dare un nome nuovo al problema, ma rendere più ordinato il ragionamento e più verificabile il percorso.

Sezione V – Dal profilo funzionale al programma personalizzato

Capitolo 18 – Definire priorità e costruire il programma

Un programma personalizzato efficace non nasce sommando tutte le strategie disponibili. Richiede una gerarchia. Prima vengono sicurezza e condizioni che necessitano valutazione medica; poi gli obiettivi con maggiore impatto e concreta possibilità di modifica; infine pochi interventi misurabili, inseriti in un orizzonte temporale realistico.

La priorità non coincide sempre con ciò che appare più “anormale” nel referto. Una lieve deviazione laboratoristica può avere meno peso di un sonno gravemente insufficiente, di una sedentarietà marcata, di una perdita progressiva di forza o di un’alimentazione inadeguata. Il programma deve pesare significato biologico, rischio, reversibilità, preferenze e aderenza.

Gli interventi di base possono riguardare alimentazione, attività fisica ed exercise physiology, sonno e ritmi, postura e movimento, gestione dello stress, composizione corporea e altre componenti dello stile di vita pertinenti al caso. La nutraceutica entra nel programma quando esiste un obiettivo chiaro e un rapporto beneficio-rischio ragionevole. La terapia farmacologica rimane di competenza medica e non deve essere modificata autonomamente.

1. Definire il problema operativo in termini misurabili.
2. Scegliere uno o pochi indicatori di esito e di processo.
3. Correggere per primi i fattori a maggiore impatto e più facilmente modificabili.
4. Concordare tempi, frequenza e modalità del monitoraggio.
5. Rivalutare: mantenere ciò che funziona, modificare ciò che non produce un beneficio verificabile.

In sintesi. La personalizzazione non significa complessità. Significa scegliere l’intervento giusto, nella dose giusta, per quella persona e in quel momento, con indicatori che permettano di verificarne l’effetto.

Capitolo 19 – Nutraceutica: criteri, opportunità e limiti

La nutraceutica può sostenere obiettivi specifici quando il razionale biochimico è coerente con l’evidenza disponibile. Un meccanismo plausibile, da solo, non dimostra un beneficio clinico. Occorre distinguere dati in vitro, studi animali, studi nell’uomo, endpoint intermedi e risultati clinicamente rilevanti.

La scelta di una sostanza deve considerare forma chimica, biodisponibilità, dose, durata, qualità del prodotto, tollerabilità, interazioni con farmaci e supplementi, funzione renale ed epatica, età, gravidanza e altre condizioni. “Naturale” non equivale automaticamente a sicuro. Anche vitamine e minerali possono provocare eccessi o interferenze.

Le combinazioni richiedono una logica precisa. Prodotti che condividono lo stesso ingrediente o lo stesso effetto farmacodinamico possono aumentare il rischio di sovradosaggio. Chelanti e minerali possono interferire con l'assorbimento reciproco; sostanze che agiscono su coagulazione, pressione, glicemia o sistema nervoso possono sommarsi agli effetti dei farmaci. Anche il timing può quindi diventare parte del programma.

Domanda	Criterio pratico
Perché usarlo?	Obiettivo definito e collegato a un bisogno documentato o plausibile.
Quale evidenza?	Preferire dati clinici pertinenti alla popolazione e all'esito di interesse.
Quale forma e dose?	Usare forma con biodisponibilità e sicurezza note; evitare escalation non necessarie.
Per quanto tempo?	Stabilire durata e momento di rivalutazione.
Quali interazioni?	Verificare farmaci, altri integratori, patologie, gravidanza e funzione renale/epatica.
Come monitorare?	Definire sintomi, performance o biomarcatori che giustifichino il proseguimento.

Principio di parsimonia. Se alimentazione, sonno, esercizio e altri determinanti di base non sono stati affrontati, aggiungere molti integratori raramente rende il programma più funzionale. L'integrazione dovrebbe colmare un bisogno o supportare un obiettivo, non sostituire la fisiologia.

In sintesi. La nutraceutica è uno strumento, non il centro del metodo. Razionale, evidenza, sicurezza, interazioni e monitoraggio determinano il suo reale valore.

Capitolo 20 – Monitoraggio, rivalutazione e collaborazione con il medico

Il monitoraggio verifica se il programma produce il cambiamento atteso e se emergono effetti indesiderati. La frequenza dipende dalla velocità con cui il parametro può cambiare, dal rischio e dal tipo di intervento. Peso, pressione o diario del sonno richiedono tempi di osservazione diversi rispetto a ferritina, HbA1c, vitamina D o composizione corporea.

Il confronto ha senso soltanto in condizioni sufficientemente coerenti. Una bioimpedenziometria (Bioelectrical Impedance Analysis, BIA) eseguita dopo esercizio intenso non è direttamente confrontabile con una misurazione a riposo e con idratazione diversa. Anche un pannello lipidico o un dosaggio ormonale possono risentire di farmaci e condizioni temporanee. Registrare le circostanze aiuta a evitare falsi segnali di miglioramento o peggioramento.

La collaborazione con il medico curante e con gli specialisti appartiene al metodo. Il biochimico può organizzare e spiegare relazioni biochimiche e proporre un monitoraggio da concordare. Diagnosi, prescrizione farmacologica e gestione della patologia restano invece di competenza delle professioni abilitate. Se un dato suggerisce un problema clinico, la priorità diventa l'invio e non l'ottimizzazione del terreno.

Fase	Obiettivo	Esempio
Baseline	Definire punto di partenza e condizioni di misura	Esami, BIA/BIS, test funzionali, diario sonno/attività.
Prime settimane	Verificare aderenza e tollerabilità	Sintomi, energia, sonno, esecuzione del programma.
Medio termine	Misurare adattamenti che richiedono tempo	Composizione corporea, performance, alcuni marker ematici.
Rivalutazione	Confrontare esiti con obiettivi	Mantenere, modificare o interrompere gli interventi.
Sorveglianza	Individuare segnali che richiedono approfondimento	Valori critici, nuovi sintomi, peggioramento non spiegato.

Formula consigliata nelle relazioni. "Monitoraggio consigliato, da concordare con il proprio medico curante", con indicazione del motivo per cui ciascun parametro viene richiesto e del momento in cui può risultare informativo.

In sintesi. Il monitoraggio trasforma il programma in un processo verificabile. Misure comparabili, tempi appropriati e collaborazione con il medico riducono il rischio di interpretazioni arbitrarie.

Capitolo 21 – Casi esemplificativi di ragionamento funzionale

Caso didattico A – Profilo metabolico in peggioramento

Una persona adulta presenta un aumento progressivo della circonferenza vita, una riduzione dell'attività quotidiana, sonno irregolare e un incremento di trigliceridi e glicemia rispetto agli anni precedenti. Il ragionamento funzionale non parte da un integratore "per la glicemia". Parte dal trend e mette in relazione composizione corporea, attività, qualità della dieta, sonno e altri fattori di rischio. Il medico stabilisce se siano presenti prediabete, diabete o altre condizioni. Il programma interviene sui fattori modificabili e misura la risposta.

Caso didattico B – Stanchezza e riduzione della performance

Una persona riferisce affaticamento e calo della performance dopo mesi di carico elevato. Un emocromo normale non esclude tutti i fattori rilevanti. Possono essere considerati ferro e ferritina, funzione tiroidea se clinicamente indicata, vitamina B12 e folati, stato energetico, sonno,

carico di allenamento, infezioni recenti, farmaci e composizione corporea. Quando i sintomi lo richiedono, la priorità resta l'esclusione delle cause mediche.

Caso didattico C – Invecchiamento, forza e composizione corporea

Una persona oltre i sessant'anni mantiene un peso stabile ma perde forza e massa magra. La bilancia, da sola, non intercetta il cambiamento. Bioimpedenziometria (Bioelectrical Impedance Analysis, BIA) e spettroscopia di impedenza bioelettrica (Bioimpedance Spectroscopy, BIS), test di forza, apporto proteico, attività contro resistenza, vitamina D e altri elementi possono contribuire al quadro. Un angolo di fase ridotto rispetto al proprio trend può aggiungere informazione, ma non sostituisce la valutazione nutrizionale e clinica.

Caso didattico D – Dolore, postura e sedentarietà

Una persona con dolore lombare presenta asimmetrie posturali e trascorre molte ore seduta. L'asimmetria, da sola, non prova di essere la causa del dolore. L'analisi considera mobilità, forza, tolleranza al carico, pattern respiratorio, sonno, attività, fattori psicosociali e segni neurologici. La rieducazione può integrare movimento e forza progressiva. La presenza di segnali di allarme richiede una valutazione medica.

Caso didattico E – Pattern redox, infiammatorio e metabolico

Una persona presenta aumento della circonferenza vita, trigliceridi in crescita, gamma-glutamiltransferasi (GGT) lievemente elevata e proteina C-reattiva ad alta sensibilità (hs-CRP) persistentemente superiore al proprio valore precedente, senza un quadro diagnostico definito. La lettura funzionale non attribuisce automaticamente questi dati allo "stress ossidativo". Verifica l'andamento nel tempo, la qualità del sonno, l'attività fisica, l'alimentazione, il consumo di alcol, la salute orale, i farmaci e la funzione epatica e valuta con il medico gli approfondimenti necessari. Lo scopo è distinguere i fattori modificabili dai segnali che richiedono una valutazione clinica specifica.

Caso didattico F – Sonno, stress e regolazione neuroendocrina

Una persona riferisce sonno irregolare, risveglio poco ristoratore, maggiore uso di caffeina e calo della performance. Un singolo dosaggio di cortisolo non descrive da solo la risposta allo stress. L'analisi considera orari di sonno ed esposizione alla luce, carico di lavoro e allenamento, alimentazione, attività fisica, sintomi, farmaci e andamento degli esami. Un primo intervento può riguardare regolarità circadiana e recupero, mantenendo la valutazione medica quando sintomi o dati fanno sospettare una patologia endocrina o di altra natura.

> **In sintesi.** I casi didattici mostrano il metodo: escludere priorità cliniche, cercare relazioni plausibili, scegliere pochi interventi ad alto rendimento e misurare la risposta.

Capitolo 22 – Limiti, errori comuni e prospettive future

Un errore frequente consiste nel confondere una correlazione con una causa: un biomarcatore può associarsi a una condizione senza esserne il motore. Un altro errore consiste nel trasformare ogni deviazione dall'intervallo medio in un problema da "ottimizzare". È altrettanto fuorviante

usare un singolo dato per spiegare sintomi complessi oppure introdurre molti interventi contemporaneamente, rendendo impossibile capire quale abbia prodotto l'effetto.

Gli strumenti digitali richiedono la stessa prudenza. Wearable, sensori continui, app e algoritmi generano una quantità crescente di dati. Frequenza cardiaca, sonno stimato, temperatura cutanea e glucosio interstiziale possono essere utili in contesti appropriati, ma la precisione varia e l'eccesso di misure può aumentare rumore e preoccupazione. Un dato diventa davvero utile quando modifica una decisione ragionevole.

Le scienze "omiche" - genomica, epigenomica, trascrittomica, proteomica e metabolomica - stanno ampliando la capacità di descrivere sistemi complessi. La medicina di precisione potrà integrare questi livelli con fenotipo, ambiente e comportamento. Resta però essenziale distinguere gli strumenti validati dalle promesse commerciali premature.

L'intelligenza artificiale può aiutare a riconoscere pattern e organizzare grandi quantità di informazioni, ma la qualità del risultato dipende dai dati, dai modelli impiegati e dal controllo umano. La decisione sanitaria rimane un processo responsabile che richiede competenza, contestualizzazione e comunicazione. La Biochimica Funzionale può utilizzare strumenti avanzati senza perdere il proprio principio centrale: comprendere le relazioni biologiche prima di intervenire.

Errore	Perché è un problema	Correzione
Soglia unica per tutti	Ignora metodo, popolazione e contesto	Usare intervalli e limiti appropriati e considerare il trend.
Un biomarcatore = una causa	Molti marker sono aspecifici	Cercare conferme indipendenti e diagnosi differenziale medica.
Molti interventi insieme	Impossibile attribuire l'effetto	Procedere per priorità e step misurabili.
Tecnologia senza domanda	Aumenta il rumore	Misurare ciò che può cambiare una decisione.
Postura perfetta	Semplifica eccessivamente la biomeccanica	Valutare funzione, variabilità e tolleranza al carico.
Integratore come scorciatoia	Sposta l'attenzione dai determinanti maggiori	Usare la nutraceutica solo con obiettivo e monitoraggio.

In sintesi. Il futuro porterà più dati. Il valore della Biochimica Funzionale dipenderà dalla capacità di selezionare i dati affidabili, integrarli con metodo e trasformarli in decisioni proporzionate e verificabili.

Glossario

25(OH)D: 25-idrossivitamina D; principale forma misurata nel sangue per valutare lo stato vitaminico D.

Allostasi: Adattamento dinamico dell'organismo alle richieste interne ed esterne.

ALT: Alanina aminotransferasi; enzima presente soprattutto nel fegato, utilizzato nel contesto della valutazione epatocellulare.

Angolo di fase (PhA): Parametro bioelettrico calcolato da resistenza e reattanza; associato a proprietà cellulari e massa cellulare, non misura direttamente i mitocondri.

ApoB: Apolipoproteina B; componente strutturale delle principali particelle lipoproteiche aterogene.

AST: Aspartato aminotransferasi; enzima presente in fegato, muscolo e altri tessuti, da interpretare nel contesto.

ATP: Adenosina trifosfato; principale vettore energetico immediato delle cellule.

BIA: Bioelectrical Impedance Analysis; bioimpedenziometria.

BIS: Bioimpedance Spectroscopy; spettroscopia di impedenza bioelettrica multifrequenza.

Carico allostatico: Costo cumulativo di adattamenti ripetuti o prolungati, soprattutto quando il recupero è insufficiente.

CK: Creatinchinasi; enzima coinvolto nel metabolismo energetico muscolare, che può aumentare dopo esercizio o danno muscolare.

CRP / hs-CRP: Proteina C-reattiva; nella versione ad alta sensibilità consente la misura di concentrazioni più basse.

CYP: Citocromi P450; famiglia di enzimi coinvolti nella biotrasformazione di farmaci, xenobiotici e molecole endogene.

ECW / ICW: Extracellular Water / Intracellular Water; acqua extracellulare / intracellulare.

eGFR: Estimated Glomerular Filtration Rate; stima della velocità di filtrazione glomerulare.

FFM / FM: Fat-Free Mass / Fat Mass; massa priva di grasso / massa grassa.

FITT: Frequency, Intensity, Time, Type; principi per descrivere la dose di esercizio.

FT3 / FT4: Triiodotironina libera / tiroxina libera.

GGT: Gamma-glutamiltransferasi; enzima utilizzato nella valutazione epatobiliare e collegato al metabolismo del glutatione.

GSH: Glutatione ridotto; importante componente della rete antiossidante intracellulare.

HbA1c: Emoglobina glicata; indice dell'esposizione glicemica delle settimane precedenti.

HDL-C / LDL-C / non-HDL-C: Colesterolo trasportato rispettivamente dalle lipoproteine ad alta densità, a bassa densità e dall'insieme delle lipoproteine non-HDL.

HOMA-IR: Homeostatic Model Assessment of Insulin Resistance; indice calcolato da glicemia e insulina a digiuno, usato come stima indiretta dell'insulino-resistenza.

HRV: Heart Rate Variability; variabilità degli intervalli tra battiti cardiaci.

LDH: Lattato deidrogenasi; enzima presente in molti tessuti, aspecifico e sensibile anche a esercizio e danno cellulare.

Lp(a): Lipoproteina(a); particella lipoproteica in larga parte geneticamente determinata.

Matrice extracellulare: Rete di proteine e polisaccaridi che sostiene i tessuti e partecipa alla segnalazione meccanica e biochimica.

MCH: Mean Corpuscular Hemoglobin; contenuto emoglobinico corpuscolare medio.

MCV: Mean Corpuscular Volume; volume corpuscolare medio degli eritrociti.

MEC: Matrice extracellulare; rete di proteine, glicoproteine, proteoglicani e acqua che sostiene i tessuti e partecipa alla segnalazione meccanica e biochimica.

Meccanotrasduzione: Conversione di uno stimolo meccanico in una risposta biochimica o cellulare.

Metabolomica: Studio sistematico dei metaboliti presenti in un sistema biologico.

NAD+/NADH: Nicotinammide adenina dinucleotide nelle forme ossidata e ridotta; coppia redox coinvolta nel trasferimento di elettroni e nel metabolismo energetico.

NO: Ossido nitrico; mediatore gassoso coinvolto, tra le altre funzioni, nella regolazione del tono vascolare.

Nrf2: Nuclear factor erythroid 2-related factor 2; fattore trascrizionale coinvolto nella risposta a stress ossidativo e xenobiotici.

Omeostasi: Mantenimento dinamico di variabili interne entro intervalli compatibili con la funzione.

oxLDL: Oxidized Low-Density Lipoproteins; lipoproteine a bassa densità ossidate.

PTH: Paratormone; ormone coinvolto nella regolazione di calcio, fosforo e metabolismo osseo.

R / Xc: Resistenza / reattanza nella bioimpedenza.

RDW: Red Cell Distribution Width; ampiezza di distribuzione dei volumi eritrocitari.

RNS: Reactive Nitrogen Species; specie reattive dell'azoto.

ROS: Reactive Oxygen Species; specie reattive dell'ossigeno.

SCFA: Short-Chain Fatty Acids; acidi grassi a catena corta, tra cui acetato, propionato e butirrato.

Shear stress: Sforzo tangenziale esercitato da un fluido sulla superficie; nel vaso agisce sull'endotelio.

TBW: Total Body Water; acqua corporea totale.

TSH: Tireotropina; ormone ipofisario che regola la funzione tiroidea.

Variabilità biologica: Oscillazione fisiologica dei parametri all'interno dello stesso individuo o tra individui.

VO_2: Consumo di ossigeno; può essere espresso in termini assoluti o relativi alla massa corporea.

Bibliografia

Hall JE, Hall ME. Guyton and Hall Textbook of Medical Physiology. 15a ed. Elsevier; 2025.

Rodwell VW, Bender DA, Botham KM, Kennelly PJ, Weil PA. Harper's Illustrated Biochemistry. 33a ed. McGraw Hill; 2026.

Nelson DL, Cox MM. I principi di biochimica di Lehninger. 8a ed. italiana. Zanichelli; 2021.

Abali EE, Cline SD, Franklin DS, Viselli SM. Lippincott Illustrated Reviews: Biochemistry. 8th ed. Wolters Kluwer; 2022.

Boron WF, Boulpaep EL. Medical Physiology. 3rd ed. Elsevier; 2016.

American College of Sports Medicine. ACSM's Guidelines for Exercise Testing and Prescription. 12th ed. Wolters Kluwer; 2025.

World Health Organization. WHO Guidelines on Physical Activity and Sedentary Behaviour. Geneva: WHO; 2020.

Watson NF, Badr MS, Belenky G, et al. Recommended Amount of Sleep for a Healthy Adult: A Joint Consensus Statement of the American Academy of Sleep Medicine and Sleep Research Society. Sleep. 2015;38:843-844.

Mann ER, Lam YK, Uhlig HH. Short-chain fatty acids: linking diet, the microbiome and immunity. Nat Rev Immunol. 2024;24:577-595.

Berger MM, Shenkin A, Schweinlin A, et al. ESPEN micronutrient guideline. Clin Nutr. 2022;41:1357-1424.

Volkert D, Beck AM, Cederholm T, et al. ESPEN practical guideline: Clinical nutrition and hydration in geriatrics. Clin Nutr. 2022;41:958-989.

Clinical and Laboratory Standards Institute (CLSI). Defining, Establishing, and Verifying Reference Intervals in the Clinical Laboratory. EP28. CLSI.

Aarsand AK, Webster C, Fernandez-Calle P, Jonker N, Diaz-Garzon J, Coskun A, et al. The EFLM Biological Variation Database. European Federation of Clinical Chemistry and Laboratory Medicine; biologicalvariation.eu (accessed 2026).

Westgard JO, Westgard SA. Basic Quality Management Systems and concepts of analytical variation in laboratory medicine. Westgard QC.

McEwen BS. Protective and damaging effects of stress mediators: central role of the brain. Dialogues Clin Neurosci. 2006;8:367-381.

Picard M, McEwen BS. Psychological stress and mitochondria: a systematic review. Psychosom Med. 2018;80:141-153.

Jones DP. Redefining oxidative stress. Antioxid Redox Signal. 2006;8:1865-1879.

Sies H. Oxidative stress: a concept in redox biology and medicine. Redox Biol. 2015;4:180-183.

Powers SK, Jackson MJ. Exercise-induced oxidative stress: cellular mechanisms and impact on muscle force production. Physiol Rev. 2008;88:1243-1276.

Pedersen BK, Febbraio MA. Muscles, exercise and obesity: skeletal muscle as a secretory organ. Nat Rev Endocrinol. 2012;8:457-465.

Hawley JA, Hargreaves M, Joyner MJ, Zierath JR. Integrative biology of exercise. Cell. 2014;159:738-749.

Goodpaster BH, Sparks LM. Metabolic flexibility in health and disease. Cell Metab. 2017;25:1027-1036.

Brooks GA. The science and translation of lactate shuttle theory. Cell Metab. 2018;27:757-785.

Picard M, Wallace DC, Burelle Y. The rise of mitochondria in medicine. Mitochondrion. 2016;30:105-116.

Bohannon RW. Muscle strength: clinical and prognostic value of hand-grip dynamometry. Curr Opin Clin Nutr Metab Care. 2015;18:465-470.

Kyle UG, Bosaeus I, De Lorenzo AD, et al. Bioelectrical impedance analysis—part I: review of principles and methods. Clin Nutr. 2004;23:1226-1243.

Norman K, Stobäus N, Pirlich M, Bosy-Westphal A. Bioelectrical phase angle and impedance vector analysis—clinical relevance and applicability. Clin Nutr. 2012;31:854-861.

Pereira JPC, Rebouças AS, Prado CM, Gonzalez MC, Cabral PC, Diniz AS, Fayh APT, Silva FM. Phase angle as a marker of muscle quality: A systematic review and meta-analysis. Clin Nutr. 2024;43(12):308-326. doi:10.1016/j.clnu.2024.11.008.

Sugavanam T, Sannasi R, Anand PA, Javia PA. Postural asymmetry in low back pain - a systematic review and meta-analysis of observational studies. Disabil Rehabil. 2025;47(7):1659-1676. doi:10.1080/09638288.2024.2385070.

American Heart Association / American College of Cardiology. Contemporary guidance on cardiovascular risk assessment, blood pressure and lipid management; consult current condition-specific guidelines.

Mach F, Koskinas KC, Roeters van Lennep JE, et al. 2025 Focused Update of the 2019 ESC/EAS Guidelines for the management of dyslipidaemias. Eur Heart J. 2025;46(42):4359-4378. doi:10.1093/eurheartj/ehaf190.

Kidney Disease: Improving Global Outcomes (KDIGO) CKD Work Group. KDIGO 2024 Clinical Practice Guideline for the Evaluation and Management of Chronic Kidney Disease. Kidney Int. 2024;105(4S):S117-S314. doi:10.1016/j.kint.2023.10.018.

Sandberg S, Carobene A, Bartlett B, et al. Biological variation: recent development and future challenges. Clin Chem Lab Med. 2023;61:741-750. doi:10.1515/cclm-2022-1255.

National Academies / Institute of Medicine. Dietary Reference Intakes series. Washington, DC: National Academies Press.

L'Autore



Giovanni Chetta

Biochimico, fisiologo e biofisico, con una formazione multidisciplinare nelle scienze biomediche e numerosi percorsi di alta specializzazione nell'ambito della fisiologia, nutrizione, nutraceutica, fitoterapia, biomeccanica.

L'intero percorso professionale si è sviluppato in ambito medico, in costante collaborazione con medici specialisti e altri professionisti sanitari. Questa esperienza gli ha consentito di coniugare il rigore delle scienze di base con le esigenze della pratica clinica, sviluppando una visione integrata dei meccanismi fisiologici e fisiopatologici che regolano l'organismo umano.

Dal 1988 si dedica allo studio del metabolismo, dell'infiammazione cronica, della bioenergetica cellulare e delle interazioni tra i sistemi che mantengono l'omeostasi.

La sua attività è orientata a integrare le conoscenze della fisiologia classica con le più recenti evidenze della ricerca scientifica, promuovendo un approccio che considera la terapia farmacologica e gli interventi sul terreno biologico come strumenti complementari di un'unica strategia terapeutica.

«Biochimica, fisiologia e biofisica compongono il linguaggio della medicina: comprenderne i meccanismi aumenta la consapevolezza riguardo salute, malattia e cura.»

giovannichetta.com

Copyright e note legali

Versione 1.0 – 2026

© 2026 Giovanni Chetta. Tutti i diritti riservati.

È vietata la riproduzione, anche parziale, del presente documento senza preventiva autorizzazione scritta dell'Autore, salvo quanto previsto dalla normativa vigente in materia di diritto d'autore.

Le informazioni contenute in questa guida hanno finalità esclusivamente divulgative ed educative e non sostituiscono il parere del medico o di altri professionisti sanitari qualificati. Ogni decisione diagnostica o terapeutica deve essere presa nell'ambito di una valutazione clinica individuale.

Questa guida potrà essere periodicamente aggiornata alla luce delle nuove evidenze scientifiche. La versione riportata in copertina o frontespizio e/o in questa pagina identifica il testo di riferimento.