



UNIVERSITÀ DI GENOVA

Corso di Laurea Magistrale in
Biologia Applicata e Sperimentale-Alimenti E Nutrizione

Effetto della dieta mediterranea sul recupero dello stress e sul miglioramento delle performance nell'allenamento su soggetti sportivi a seconda dello stato nutrizionale

Relatrice interna:
Prof.ssa Silvia Ravera

Relatore esterno:
Dott. Yann Zarco

Candidato
Dott. Gioele Vignale

INDICE

RIASSUNTO.....	6
ABSTRACT	7
INTRODUZIONE.....	8
1 – Macronutrienti e Performance Sportiva.....	9
1.1 Carboidrati: Il Substrato Energetico Predominante	10
1.1.1 Ruolo Metabolico e Funzionale	10
1.1.2 Ruolo Dei Carboidrati Negli Sport Di Forza E Di Potenza	10
1.1.3 Glicogeno Muscolare Come Substrato Elettivo.....	11
1.1.4 Impatto Sulla Forza Massimale e Sulla Fatica	11
1.1.5 Effetto Osmotico E Meccano Trasduzione	12
1.1.6 Quantità Consigliate Per L’atleta Di Forza.....	12
1.1.7 Quantità Consigliate Per Lo Sportivo	13
1.1.8 Conclusione Tecnica.....	13
1.2 Proteine: Turn-Over E Adattamento Strutturale.....	13
1.2.1 Ruolo Strutturale e Bioenergetico	13
1.2.2 Quantità Consigliate Per Lo Sportivo	14
1.3 Lipidi: La Riserva Energetica E La Regolazione Ormonale.....	14
1.3.1 Ruolo Fisiologico E Ormonale	15
1.3.2 Quantità Consigliate Per Lo Sportivo	15
1.3.3 Conclusione	16
2 – Micronutrienti e Performance Atletica.....	16
2.1 Vitamina D (Il “Pro-Ormone Della Forza”)	16
2.1.1 Magnesio (Cofattore Dell’atp E Rilassamento Muscolare).....	17
2.1.2 Ferro (Trasporto Dell’ossigeno E Ciclo Di Krebs)	17
2.1.3 Zinco (Sintesi Proteica E Salute Ormonale).....	18
2.1.4 Vitamine Del Gruppo B.....	19
3- Il Bilancio Energetico: Fondamenti Termodinamici E Fisiologici.....	19
3.1.1 Energia In Entrata (Energy Intake)	19
3.1.2 Energia In Uscita (Energy Expenditure).....	20
3.1.3 Stati Del Bilancio Energetico E Omeostasi.....	20
3.2 Meccanismi Fisiologici e Molecolari Del Surplus Calorico.....	21
3.2.1 Bilancio Azotato e Sintesi Proteica Muscolare (Mps).....	21
3.2.2 Risposta Endocrina e Sensibilità Insulinica	22
3.2.3 Efficienza Bioenergetica E Sviluppo Della Forza.....	22
3.2.4 Vantaggi Meccanici Del Peso Corporeo	23
3.3 Fisiologia E Biochimica Del Dimagrimento In Regime Ipocalorico.....	23
3.3.1 Cascata Della Lipolisi E Ossidazione Lipidica	24

3.3.2 Adattamenti Ormonali E Metabolici	24
3.3.3 Preservazione Della Massa Magra (Lbm) E Turn-Over Proteico.....	25
3.3.4 Flessibilità Metabolica.....	25
3.3.5 Dieta Per Forza E Potenza (Anaerobica).....	26
3.3.6 Dieta Per Endurance (Aerobica).....	26
3.3.7 Tabella Comparativa	27
3.4 La Dieta Come Modulatore Sistemico Dello Stress Nell'atleta.....	28
3.4.1 Asse Ipotalamo-Ipofisi-Surrene (Hpa)	28
3.4.2 Asse Intestino-Cervello E Umore.....	29
3.4.3 Nutrizione e Sonno.....	29
3.4.4 Resilienza e Vita Quotidiana.....	30
3.4.5 Alimenti Antistress.....	30
3.5 Stress: Un Nemico Dello Sportivo	31
3.5.1 Carico Allostatico	31
3.5.2 Performance Cognitiva E Motoria.....	32
3.5.3 Stress e Rischio Infortuni.....	33
3.5.4 Sistema Immunitario.....	33
3.5.5 Cortisolo e Grasso Corporeo	33
3.5.6 Catabolismo Muscolare	33
3.5.7 Leptina e Grelina.....	34
3.5.8 Cortisolo e Qualità Del Sonno	34
4 –SCOPO DELLA TESI	35
5-MATERIALI E METODI.....	36
5.1 Illustrazione Dello Studio	37
5.2 Protocollo Operativo E Anamnesi Iniziale.....	37
5.3 Strumenti Di Valutazione E Raccolta Dati.....	37
5.4 Valutazione Dei Dati	38
5.5 Analisi Dettagliata Del Lavoro Effettuato	38
5.6 Spiegazione Dell'etichetta Alimentare	38
6- Circonferenza, Plicometria, Peso E Altezza.....	39
6.1 Stadiometro Per Misurazione Altezza	39
6.2 Procedura Di Misurazione	40
6.3 Bilancia Professionale Per Valuta.....	40
6.4 Plicometro Professionale.....	41
6.4.1 Definizione e Principi Biomeccanici.....	41
6.4.2 Protocollo Di Misurazione e Riduzione Dell'errore.....	42
6.4.3 Descrizione Dei Siti Di Rilevazione	42
6.4.4 Considerazioni Tecniche Sulla Tecnica Di Presa	42

6.5 Metro Da Sarta	43
6.5.1 La Tecnica Di Misurazione Corretta	43
6.5.2 Circonferenza Vita	43
6.5.3 Circonferenza Fianchi.....	44
6.5.4 Circonferenza Del Petto.....	44
6.5.5 Posizionamento e Tecnica	44
6.5.6 Confronto Misurazioni.....	44
6.5.7 Il Confronto Tra Circonferenze E Plicometria: Analisi Comparativa.....	44
7- Frequenza Controlli.....	45
8 – Questionari Per Raccolta Dati.....	45
8.1 Medas.....	47
8.1.1 Struttura.....	47
8.1.2 Scoring	47
8.1.3 Interpretazione	47
8.1.4 Considerazioni Metodologiche.....	48
8.1.5 Interpretazione Dei Risultati	48
8.2 Rest-Q-Sport.....	48
8.2.1 Struttura E Finalità.....	51
8.2.2 Integrazione Dieta Mediterranea.....	51
8.3 metodo Di Somministrazione Questionari.....	52
8.4 Campione Di Controllo.....	52
9- Impostazione Del Piano Alimentare Personalizzato.....	52
9.1 Metabolismo Basale (Bmr).....	53
9.2 Tdee E Attività Fisica	53
9.3 Impostazione E Conta Dei Macronutrienti Nel Piano	54
9.3.1 Proteine	55
9.3.2 Grassi.....	55
9.3.3 Carboidrati	55
9.3.4 Schema Finale Normocalorica (75 kg - 2300 kcal)	56
9.3.5 Dieta Normocalorica 2300 Kcal,Esempio Concreto.....	56
9.3.6 Esempio Concreto Fase Di Ipercalorica Con Riferimento Alla Normocalorica Precedente	58
9.3.7 Esempio Di Fase Ipocalorica Sempre Prendendo Come Riferimento La Normocalorica	60
10- Integrazione Consigliata.....	62
10.1 Multivitaminici.....	63
10.2 Creatina.....	64

10.3 Proteine In Polvere	66
10.4 Omega-3.....	67
11-RISULTATI	68
11.1 Analisi Dei Dati.....	69
11.2 Risultati inerenti ai Soggetti aderenti al Piano Terapeutico	69
11.3 Distribuzione della popolazione in base all'età	69
11.4 Distribuzione della popolazione in base al Sesso.....	69
11.5 Aderenza al questionario Medas da parte de l gruppo aderente al Piano Terapeutico	70
11.6 Valutazione dello stress Totale del gruppo aderente al Piano Terapeutico	70
11.7 Valutazione del Recupero Totale del gruppo aderente al Piano Terapeutico	71
12- Risultati inerenti ai Soggetti che hanno seguito una Dieta Libera	73
12.1 Distribuzione della popolazione in base all'età	73
12.2 Distribuzione della popolazione in base al Sesso.....	73
12.3 Aderenza al Questionario Medas del gruppo mantenuto a Dieta Libera ...	73
12.4 Valutazione dello Stress Totale del gruppo mantenuto a Dieta Libera	74
12.5 Valutazione del Recupero Totale del gruppo mantenuto a Dieta Libera	75
13-Analisi dei Risultati: Studio di un Caso Clinico di Ricomposizione Corporea nell'Atleta	77
13.1 Prima Visita: Linea Di Base	77
13.2 Seconda Visita: Risposta Acuta Al Piano Nutrizionale	77
13.3 Terza Visita: Stabilizzazione E Shift Metabolico	78
13.4 Quarta Visita: Ottimizzazione Finale	78
13.5 Discussione Del Caso Nel Contesto Del Recupero E Dello Stress	79
14 Confronto dei risultati ottenuti nei due gruppi	80
14.1 Confronto dei Dati Aderenza alla Dieta Mediterranea	80
14.2 Confronto Dati sullo Stress Totale	81
14.3 Confronto dei Dati sul Recupero totale	82
14.4 Rapporto Recupero-Stress	83
15-DISCUSSIONE	85
16-CONCLUSIONI	89
17-SITOGRAFIA E BIBLIOGRAFIA.....	90

RIASSUNTO

Il presente elaborato analizza l'aderenza alla dieta mediterranea nei soggetti sportivi e il suo impatto sulla gestione dello stress e sulle prestazioni fisiche.

A tal fine, sono stati utilizzati strumenti validati: il questionario MEDAS (Mediterranean Diet Adherence Screener), per la valutazione dell'aderenza al modello alimentare mediterraneo, e il questionario RESTQ-Sport, per l'analisi del bilanciamento tra stress e recupero negli atleti.

L'indagine è stata condotta su due gruppi distinti di soggetti sportivi: un primo campione ampio di controllo, composto da individui che non seguivano un piano alimentare strutturato, e un secondo gruppo costituito da soggetti aderenti ad un percorso nutrizionale personalizzato, elaborato dall'autore in collaborazione con un dietista sportivo, basato sui principi della dieta mediterranea.

Inoltre, sono stati analizzati due casi studio relativi a soggetti aderenti ad un piano alimentare strutturato, monitorati per un periodo di circa quattro mesi, al fine di osservare eventuali variazioni nella composizione corporea e nelle performance fisiche in relazione all'intervento nutrizionale.

I risultati evidenziano come i soggetti aderenti a un piano alimentare di tipo mediterraneo presentino un miglior punteggio al questionario MEDAS e un più favorevole equilibrio tra stress e recupero, rispetto al gruppo di controllo. Nei casi studio analizzati, si osserva inoltre un progressivo miglioramento dei parametri fisici, suggerendo un effetto sinergico tra alimentazione e allenamento.

In conclusione, il lavoro sottolinea l'importanza di un approccio nutrizionale strutturato nel contesto sportivo, evidenziando come la dieta mediterranea possa rappresentare un valido modello per migliorare non solo lo stato di salute generale, ma anche la gestione dello stress e l'ottimizzazione della performance atletica.

ABSTRACT

This paper analyzes adherence to the Mediterranean diet in athletes and its impact on stress management and physical performance. To this end, validated instruments were used: the MEDAS (Mediterranean Diet Adherence Screener) questionnaire, to assess adherence to the Mediterranean dietary pattern, and the RESTQ-Sport questionnaire, to analyze the balance between stress and recovery in athletes.

The survey was conducted on two distinct groups of athletes: a first, large control sample consisting of individuals who did not follow a structured nutritional plan, and a second group comprising subjects adhering to a personalized nutritional program based on the principles of the Mediterranean diet, developed by the author in collaboration with a sports dietitian. In addition, two case studies of subjects adhering to the structured meal plan were analyzed and monitored over a period of approximately four months, with the aim of observing potential changes in body composition and physical performance in relation to the nutritional intervention.

The results highlight that subjects adhering to a Mediterranean-style dietary plan show higher scores on the MEDAS questionnaire and a more favorable balance between stress and recovery compared to the control group. Furthermore, the case studies revealed a progressive improvement in physical parameters, suggesting a synergistic effect between nutrition and training.

In conclusion, this work emphasizes the importance of a structured nutritional approach in the sports context, highlighting how the Mediterranean diet can represent a valuable model for improving not only general health status but also stress management and the optimization of athletic performance.

INTRODUZIONE

1 Micronutrienti E Macronutrienti Con Focus Sul Ruolo Nello Sportivo

Ogni alimento assunto attraverso la dieta possiede specifiche qualità nutrizionali, determinate dalla natura e dalla quantità dei nutrienti che lo compongono. I nutrienti sono sostanze indispensabili per il corretto funzionamento dell'organismo umano, in quanto forniscono energia, contribuiscono ai processi di crescita e di riparazione dei tessuti e regolano numerose funzioni fisiologiche. In base alla quantità necessaria all'organismo e al ruolo biologico svolto, essi vengono comunemente suddivisi in macronutrienti e micronutrienti.

I macronutrienti sono molecole richieste in quantità relativamente elevate e costituiscono la principale fonte di energia e di materiale strutturale per l'organismo. Essi comprendono carboidrati, proteine e lipidi, ai quali si affianca l'acqua, fondamentale per la vita pur non fornendo apporto energetico.



Figura 1: rappresentazione di fonti di micro e macronutrienti



Figura 2: grafico a torta con i cibi suddivisi per i macronutrienti che contengono

I carboidrati rappresentano la fonte energetica primaria, essenziale soprattutto per il funzionamento del sistema nervoso centrale e per l'attività muscolare. Le proteine svolgono un ruolo strutturale e funzionale, partecipando alla formazione di tessuti, enzimi, ormoni e anticorpi. I lipidi, oltre a costituire una riserva energetica concentrata, sono coinvolti nella composizione delle membrane cellulari, nella regolazione ormonale e nell'assorbimento delle vitamine liposolubili. L'acqua, infine, è indispensabile per i processi di digestione, trasporto dei nutrienti, termoregolazione ed eliminazione delle scorie metaboliche (Società Italiana di Nutrizione Umana, 2014).

I micronutrienti, al contrario, sono richiesti in quantità molto ridotte, ma risultano altrettanto essenziali per il mantenimento dello stato di salute. Essi comprendono vitamine e sali minerali, che non forniscono energia ma svolgono funzioni regolatrici e protettive. Le vitamine partecipano a numerosi processi metabolici, agendo spesso come cofattori enzimatici, mentre i sali minerali intervengono nella regolazione dell'equilibrio idro-elettrolitico, nella trasmissione degli impulsi nervosi e nella formazione di strutture come ossa e denti. Un'alimentazione equilibrata deve pertanto garantire un adeguato apporto sia di macronutrienti sia di micronutrienti, poiché la carenza o l'eccesso di uno o più nutrienti può compromettere il corretto funzionamento dell'organismo e favorire l'insorgenza di patologie. La comprensione del ruolo e dell'importanza dei nutrienti costituisce quindi il fondamento per lo studio della nutrizione umana e per la promozione di corretti stili alimentari. (Gropper, S. S., & Smith, J. L. 2018).

L'ottimizzazione della prestazione atletica dipende in modo critico dalla disponibilità di substrati energetici e dalla capacità dell'organismo di riparare i danni strutturali indotti dall'esercizio. I macronutrienti — carboidrati, proteine e grassi — non fungono solo da "carburante", ma agiscono come veri e propri modulatori metabolici e ormonali.

1.1 Carboidrati: Il Substrato Energetico Predominante

I carboidrati rappresentano la fonte energetica limitante per le attività fisiche ad alta intensità e di lunga durata. All'interno dell'organismo umano, essi vengono stoccati sotto forma di glicogeno muscolare ed epatico, configurandosi come il primo macronutriente a essere mobilitato all'inizio di qualsiasi sforzo e l'unico in grado di sostenere continuamente le richieste energetiche elevate.



Figura 3: rappresentazione delle principali fonti di carboidrati

La letteratura scientifica evidenzia le informazioni di seguito riportate. Durante l'esercizio, infatti, la velocità di sintesi dell'adenosina trifosfato (ATP) tramite l'ossidazione dei carboidrati è nettamente superiore a quella derivante dai lipidi. Da qui in poi, su tutto l'argomento inerente all'analisi dei carboidrati, in questo paragrafo e nei successivi si rimanda agli studi (Thomas et al. 2016) e (Ørtenblad et al. 2013).

1.1.1 Ruolo Metabolico e Funzionale

Questa efficienza cinetica li rende biochimicamente indispensabili non appena l'intensità del lavoro supera la soglia del 65-70% della VO₂ max.

Oltre alla pura produzione di ATP, la disponibilità di carboidrati esercita una fondamentale funzione di risparmio proteico. Una presenza adeguata di glucosio, infatti, inibisce le vie della gluconeogenesi, prevenendo così la scomposizione degli amminoacidi strutturali del tessuto muscolare a fini energetici. Parallelamente, il mantenimento dell'omeostasi glicemica risulta protettivo nei confronti del Sistema Nervoso Centrale (SNC). Essendo il glucosio ematico il combustibile primario per il cervello, una sua deplezione non solo compromette la performance periferica, ma accelera i meccanismi di fatica centrale, alterando la percezione dello sforzo e la coordinazione motoria.

1.1.2 Ruolo dei Carboidrati negli Sport di Forza e di Potenza

Negli sport caratterizzati da sforzi massimali o submassimali (come uno squat intenso, il

sollevamento pesi olimpico o il powerlifting), il sistema energetico predominante è quello anaerobico. Sebbene il sistema dei fosfageni (ATP-CP) sia il primo a intervenire nei primissimi secondi, la glicolisi anaerobica diventa il supporto fondamentale per sostenere l'intensità e il volume della sessione.

1.1.3 Glicogeno Muscolare come Substrato Elettivo

Il glicogeno, polisaccaride di riserva sintetizzato mediante la polimerizzazione di unità di glucosio all'interno delle cellule muscolari, non costituisce una semplice riserva energetica aspecifica, bensì un substrato energetico strategicamente localizzato nelle fibre muscolari scheletriche. Durante esercizi ad alta intensità — come, ad esempio, una serie di squat eseguita all'85% dell'1 RM (ripetizione massimale) — la richiesta di ATP aumenta a una velocità tale da rendere insufficiente il contributo dell'ossidazione lipidica, caratterizzata da una cinetica troppo lenta per sostenere adeguatamente la produzione energetica necessaria alla contrazione muscolare.

Dal punto di vista biochimico, il glicogeno rappresenta il substrato energetico maggiormente efficiente in termini di rapidità di disponibilità energetica, secondo soltanto al sistema fosfogeno basato sulla fosfocreatina. La sua degradazione attraverso la glicogenolisi consente infatti una rapida produzione di ATP, fondamentale per il mantenimento della performance durante sforzi anaerobici di elevata intensità.

Inoltre, il glicogeno muscolare presenta una distribuzione subcellulare altamente organizzata, essendo immagazzinato in differenti compartimenti della fibra. Il muscolare, tra cui le regioni intermiofibrillari, intramiofibrillari e subsarcolemmali. Evidenze ottenute mediante studi di microscopia elettronica hanno dimostrato che l'esercizio intenso determina una deplezione selettiva del glicogeno localizzato in prossimità delle pompe del calcio del reticolo sarcoplasmatico e delle proteine contrattili miofibrillari. Tale fenomeno influisce direttamente sull'efficienza della contrazione muscolare e sulla capacità di generare forza, sottolineando il ruolo non soltanto energetico, ma anche funzionale e regolatorio del glicogeno nel contesto della prestazione neuromuscolare.

1.1.4 Impatto sulla Forza Massimale e sulla Fatica

La saturazione delle scorte di glicogeno, ottenuta attraverso un adeguato introito di carboidrati, esercita un impatto diretto e multifattoriale sulla prestazione di forza, agendo sia a livello fisiologico sia sulla tolleranza al carico di lavoro.

Il primo effetto cruciale riguarda la prevenzione della fatica neuromuscolare. A livello cellulare, infatti, la carenza di glicogeno è direttamente associata a una riduzione del rilascio di ioni calcio (Ca^{2+}) dal reticolo sarcoplasmatico. Poiché il calcio è l'interruttore biologico che permette il legame tra actina e miosina, la sua scarsità indebolisce i ponti trasversali muscolari, provocando un calo immediato della forza prodotta che prescinde dalla volontà o dall'impegno dell'atleta.

Oltre a preservare la funzionalità della contrazione, il glicogeno rappresenta il carburante insostituibile per sostenere la glicolisi. Sebbene una singola ripetizione massimale dipenda prevalentemente dal sistema ATP-CP (adenosina trifosfato-creatinfosfato), un'intera sessione di allenamento richiede la scomposizione continua del glicogeno per far fronte a più serie e ripetizioni. Quando queste riserve si esauriscono, l'atleta va incontro a un precoce cedimento sia fisico che tecnico.

Questo supporto energetico si riflette direttamente sulla qualità globale dell'allenamento, influenzandone sia l'intensità che il volume complessivo. Anche quando si lavora con carichi elevati e basse ripetizioni — tipicamente tra l'80% e il 92% della ripetizione massimale (1RM) — il glicogeno rimane una delle molecole energetiche più sollecitate. Di conseguenza, mantenere le scorte sature permette non solo di gestire percentuali di carico importanti, ma anche di tollerare volumi di lavoro superiori. Poiché il volume complessivo è il principale motore dell'ipertrofia e degli adattamenti neurali, il carboidrato si rivela, seppur indirettamente, un nutriente fondamentale per lo sviluppo della forza nel lungo periodo.

1.1.5 Effetto Osmotico e Meccanotrasduzione

Un ulteriore aspetto di cruciale rilevanza, sebbene frequentemente sottovalutato nella letteratura sulla prestazione di forza, risiede nell'effetto volumizzante del glicogeno a livello cellulare. Dal punto di vista biochimico, ogni grammo di glicogeno stoccato all'interno del miocita è in grado di legare a sé circa 3-4 grammi d'acqua, esercitando così una marcata pressione osmotica che incrementa l'idratazione intracellulare e, di conseguenza, il turgore della cellula muscolare.

Questo stato di iperidratazione non ha una valenza puramente estetica o strutturale, ma funge da vero e proprio regolatore metabolico. Attraverso specifici meccanismi di mecano-trasduzione, l'aumento del volume cellulare viene percepito dalla cellula come un segnale anabolico di elevato stato energetico. Questa condizione stimola direttamente le vie di segnalazione che portano alla sintesi proteica e, contemporaneamente, esercita un ruolo protettivo nei confronti del tessuto muscolare, attenuando i processi catabolici indotti dallo sforzo fisico (Schoenfeld, 2013).

1.1.6 Quantità Consigliate per l'Atleta di Forza

La calibrazione dell'apporto glucidico rappresenta un fattore determinante per ottimizzare la performance dell'atleta di forza, in particolare per garantire che le riserve di glicogeno muscolare siano costantemente sature e pronte a sostenere la notevole richiesta metabolica imposta dal cosiddetto "sforzo di primo impatto". Questo requisito biologico diventa ancora più stringente durante le delicate fasi di picco agonistico (peaking), periodi in cui l'efficienza espansiva del sistema neuromuscolare dipende in modo critico dalla piena disponibilità di substrati energetici immediatamente spendibili.

All'interno di una programmazione strutturata, il fabbisogno giornaliero di carboidrati non rimane statico, ma subisce oscillazioni strategiche in stretta sinergia con le variazioni del carico di lavoro. Nelle fasi dedicate al mantenimento e all'ipertrofia, dove i volumi complessivi delle sessioni risultano mediamente più elevati, la letteratura suggerisce di mantenere un intake glucidico compreso tra i 4 e i 7 grammi per chilogrammo di peso corporeo (4-7 g/kg). Al contrario, quando la periodizzazione vira verso la forza pura — caratterizzata da una drastica riduzione del volume a favore di un'altissima intensità neurale —, la richiesta energetica quantitativa decresce, consentendo di ridimensionare il target giornaliero in un range compreso tra i 3 e i 5 grammi per chilogrammo (3-5 g/kg), senza per questo compromettere la qualità dello stimolo.

Oltre al computo totale giornaliero, la crononutrizione (nutrient timing) si rivela una variabile altrettanto cruciale per massimizzare l'efficacia dell'allenamento sul campo. Sotto questo profilo, l'assunzione di carboidrati complessi a medio-basso indice glicemico, programmata circa 2 o 3 ore prima di una sessione severa (come nel caso di una progressione di squat intenso), assicura una stabilità glicemica duratura e previene l'insorgenza di ipoglicemie reattive.

Inversamente, la finestra successiva all'allenamento richiede un approccio speculare: l'introduzione di carboidrati semplici ad alto indice glicemico nel post-workout sfrutta la temporanea upregulation dei trasportatori cellulari (Kerksick, C. M., et al. 2018)

1.1.7 Conclusione Tecnica

In sintesi, per l'atleta impegnato nelle discipline di forza, l'apporto di carboidrati non deve essere considerato una variabile accessoria, bensì il principale garante biologico della corretta funzionalità contrattile. L'evidenza scientifica sottolinea come, in assenza di una completa saturazione delle riserve di glicogeno intramuscolare, l'organismo si trovi nell'impossibilità di esprimere appieno il proprio potenziale di forza massima.

Questo limite non è esclusivamente energetico, ma prettamente biochimico: la deplezione dei substrati glucidici compromette infatti la rapidità di risintesi dell'ATP durante gli sforzi massimali e submassimali. Di conseguenza, viene a mancare il presupposto metabolico necessario per supportare l'alto tasso di scarica neuronale richiesto per reclutare e attivare efficacemente le unità motorie a contrazione rapida (fibre di tipo IIb e IIx). Queste ultime, caratterizzate da un potenziale glicolitico dominante, dipendono strettamente dalla disponibilità di glucosio per generare tensioni muscolari elevate in tempi ridotti; una loro ridotta attivazione si traduce inevitabilmente in un precoce calo della performance e nell'incapacità di raggiungere il picco di forza programmato.

1.1.8 Quantità Consigliate per lo Sportivo

Le linee guida delle principali organizzazioni internazionali (come l'ACSM e l'ISSN) suggeriscono di calcolare l'introito in base ai grammi per chilogrammo di peso corporeo (g/kg), piuttosto che in percentuali fisse:

- Attività a bassa intensità: 3-5 g/kg al giorno.
- Allenamento moderato (1 h al giorno): 5-7 g/kg al giorno.
- Endurance (1-3 h di alta intensità): 6-10 g/kg al giorno.
- Ultra-Endurance (>4-5h): Fino a 8-12 g/kg al giorno.

1.2 Proteine: Turn-over e Adattamento Strutturale

Le proteine sono i componenti fondamentali della struttura muscolare, ma la loro importanza per lo sportivo va oltre la mera ipertrofia.



Figura 4: rappresentazione delle principali fonti di proteine

Per le informazioni di seguito si rimanda allo studio (Jäger et al. 2017).

1.2.1 Ruolo Strutturale e Bioenergetico

Il ruolo delle proteine nell'atleta di forza si estende ben oltre la semplice funzione plastica, influenzando direttamente i processi di recupero, l'efficienza metabolica e il bilancio energetico durante l'esercizio.

In primo luogo, l'attività contro resistenze ad alta intensità induce inevitabilmente microlesioni a livello delle miofibrille. Questo stimolo meccanico attiva la sintesi proteica muscolare, un processo biologico strettamente dipendente dalla disponibilità di amminoacidi. L'apporto proteico esogeno fornisce i substrati necessari per riparare il danno ultrastrutturale indotto dall'allenamento, guidando gli adattamenti positivi a lungo termine, che si manifestano sia sotto forma di ipertrofia muscolare sia come miglioramento dell'efficienza mitocondriale.

Accanto alla funzione prettamente strutturale, le proteine ricoprono un ruolo regolatorio fondamentale. La quasi totalità degli enzimi e dei trasportatori cellulari che governano il metabolismo energetico — inclusi quelli responsabili della risintesi dell'ATP e della stessa glicolisi — possiede infatti una natura proteica. Di conseguenza, un corretto turnover proteico è indispensabile per mantenere inalterata la funzionalità di questi complessi enzimatici e preservare la capacità di generare forza.

Infine, sebbene il tessuto muscolare prediliga l'utilizzo di carboidrati e lipidi a scopo energetico, le proteine possono intervenire direttamente nel supporto calorico della sessione attraverso l'ossidazione amminoacidica. In condizioni di deplezione del glicogeno e stress metabolico prolungato, gli amminoacidi ramificati (BCAA), con particolare riferimento alla leucina, vengono transaminati nel muscolo scheletrico per essere utilizzati come substrato energetico. Questo percorso biochimico può arrivare a coprire una quota compresa tra il 5% e il 10% del costo energetico totale dell'esercizio; tuttavia, se non supportato da un adeguato introito nutrizionale, rischia di sottrarre amminoacidi preziosi alla via dell'anabolismo, promuovendo il catabolismo strutturale.

1.2.2 Quantità Consigliate per lo Sportivo

La vecchia credenza che bastino 0.8 g/kg (RDA per i sedentari) è ormai superata per chiunque pratichi attività fisica costante.

- **Atleti di Resistenza (Endurance):** 1.2-1.6 g/kg. Fondamentali per compensare l'ossidazione degli amminoacidi durante le lunghe sessioni.
- **Atleti di Forza e Potenza:** 1.6-2.2 g/kg. Necessari per massimizzare la sintesi proteica e la crescita muscolare.
- **Fase di Deficit Calorico:** In caso di perdita di peso, l'introito proteico può salire fino a 2.4-3.0 g/kg per preservare la massa magra.

1.3 Lipidi: La Riserva Energetica e la Regolazione Ormonale

I grassi sono spesso ingiustamente demonizzati, ma rappresentano il serbatoio energetico più vasto dell'organismo e sono vitali per la salute a lungo termine dell'atleta.



Figura 5: Rappresentazione delle principali fonti di lipidi

Qui e in seguito si rimanda il lettore a due studi: (Kerksick et al.,2018) e (Hargreaves, M., & Spriet, L. L.,2020).

1.3.1 Ruolo Fisiologico e Ormonale

Il ruolo dei lipidi nell'atleta di forza, sebbene spesso considerato secondario rispetto a quello di carboidrati e proteine, riveste in realtà un'importanza biologica fondamentale che spazia dall'efficienza energetica alla modulazione endocrina, fino all'integrità strutturale dell'organismo.

Dal punto di vista biochimico, i grassi rappresentano il substrato a più alta densità energetica, fornendo circa 9 kcal/g. Questa caratteristica li rende il combustibile d'elezione per sostenere i processi metabolici a riposo e durante le attività di intensità medio-bassa, permettendo così di preservare le preziose scorte di glicogeno muscolare per le fasi di sforzo massimale.

Al di là della funzione puramente calorica, l'apporto lipidico è un fattore determinante per il mantenimento dell'omeostasi ormonale. I lipidi, in particolare il colesterolo, fungono infatti da precursori biochimici indispensabili per la sintesi degli ormoni steroidei. Tra questi, il testosterone gioca un ruolo di primo piano nel contesto dell'allenamento contro resistenze, essendo il principale mediatore degli adattamenti ipertrofici, della sintesi proteica e dei processi di recupero neurale e muscolare. La letteratura scientifica evidenzia chiaramente come regimi alimentari eccessivamente restrittivi o cronicamente ipolipidici possano indurre una significativa Downregulation (riduzione della sensibilità o della produzione) di questi assi endocrini, compromettendo la performance e la salute dell'atleta.

Infine, i lipidi adempiono a una funzione strutturale e di trasporto imprescindibile. Essi costituiscono il doppio strato fosfolipidico delle membrane cellulari, regolandone la fluidità e la permeabilità, aspetti cruciali per lo scambio di nutrienti e la corretta conduzione dei segnali neuromuscolari. Contemporaneamente, una quota adeguata di grassi alimentari è il veicolo necessario per garantire la solubilizzazione, il trasporto e il successivo assorbimento intestinale delle vitamine liposolubili (A, D, E, K), cofattori essenziali in numerosi processi antiossidanti, metabolici e di mineralizzazione ossea.

1.3.2 Quantità Consigliate per lo Sportivo

Mentre carboidrati e proteine oscillano molto in base all'allenamento, i grassi dovrebbero rimanere costanti per garantire l'omeostasi.

- **Range Generale:** 0.8-1.2 g/kg al giorno (che solitamente corrisponde al 20-35% dell'introito calorico totale).
- **Composizione:** È prioritario favorire i grassi monoinsaturi (olio d'oliva) e polinsaturi (Omega-3), limitando i saturi a meno del 10% delle calorie totali.

1.3.3 Conclusione

Nella pratica clinica e sportiva, la gestione dei macronutrienti ha ormai abbandonato i vecchi schemi rigidi e statici per orientarsi verso un modello dinamico e fortemente integrato con la programmazione dell'allenamento. Questo moderno approccio prende il nome di periodizzazione nutrizionale (nutritional periodization) e si fonda sul principio che l'alimentazione debba adattarsi giorno per giorno — e persino pasto per pasto — alle reali richieste della sessione di lavoro.

Il cardine di questa strategia si riassume spesso nel concetto di calibrare il carburante in base all'impegno richiesto, il che si traduce in una fluttuazione mirata dei carboidrati: l'apporto glucidico viene infatti innalzato strategicamente nei giorni di massimo carico per saturare il glicogeno e sostenere l'alta intensità, mentre viene ridotto nelle giornate di recupero o di lavoro blando.

All'interno di questo flusso energetico variabile, l'apporto proteico rappresenta invece l'elemento di stabilità; mantenere la quota di proteine costantemente elevata nel tempo è indispensabile per garantire un afflusso continuo di amminoacidi, stimolare la sintesi proteica e proteggere i tessuti dai processi catabolici innescati dallo sforzo muscolare. A chiudere questo equilibrio intervengono i lipidi, la cui presenza non viene ridotta eccessivamente ma stabilizzata a un livello basale di sicurezza, una quota imprescindibile per proteggere l'efficienza del sistema endocrino, supportare la produzione ormonale e fungere da bilanciante calorico complessivo della dieta.

Esempio di Calcolo per un Atleta di 75 kg (Fase di carico):

- Carboidrati (7g/kg):525 g
- Proteine (1.8g/kg):135 g
- Grassi (1g/kg):75 g
- Totale kcal: 315 kcal

2 Micronutrienti Funzionali e Performance Atletica

I micronutrienti agiscono come catalizzatori nei processi di produzione energetica, sintesi proteica e protezione dallo stress ossidativo indotto dall'esercizio. Per uno sportivo, la carenza anche lieve di uno di questi elementi può tradursi in un calo della forza, anemia o aumentato rischio di infortuni.

2.1 Vitamina D (Il "Pro-ormone" della Forza)

Sebbene sia storicamente classificata come una vitamina, la vitamina D agisce a tutti gli effetti come un vero e proprio ormone steroideo, rivestendo un ruolo di fondamentale importanza per l'atleta impegnato in discipline di forza e potenza. Dal punto di vista funzionale, la sua azione biologica non si limita alla classica regolazione dell'omeostasi del calcio e del fosforo; la ricerca scientifica recente ha infatti evidenziato la presenza dei recettori della vitamina D (VDR) direttamente sulla superficie delle fibre muscolari.



Figura 6: Rappresentazione delle principali fonti di vitamina D

Questa interazione promuove attivamente la sintesi proteica e ottimizza in modo specifico la velocità di contrazione delle fibre di tipo II (fast-twitch), determinanti per l'espressione dei gesti atletici esplosivi. Di contro, l'insorgenza di uno stato di carenza si ripercuote negativamente sul profilo dello sportivo, correlandosi a debolezza muscolare, a una ridotta forza di presa e a una significativa alterazione dei livelli fisiologici di testosterone. Per queste ragioni, in ambito strettamente atletico, i parametri di riferimento risultano più stringenti: i livelli sierici ottimali di 25(OH)D — la forma di vitamina D misurata attraverso i comuni esami del sangue — dovrebbero assestarsi stabilmente intorno ai 40-50 ng/ml per garantire la piena efficienza neuromuscolare. (Larson-Meyer & Willis, 2010).

2.1.1 Magnesio (Co-fattore ATP e Rilassamento Muscolare)

Il magnesio rappresenta un micronutriente essenziale per l'omeostasi cellulare, partecipando attivamente a oltre 300 reazioni enzimatiche, la maggior parte delle quali risulta strettamente legata ai processi del metabolismo energetico.



Figura 7: Rappresentazione chimica del magnesio

Dal punto di vista biochimico e funzionale, questo minerale è indispensabile per garantire la stabilità della molecola di ATP; in assenza di adeguate concentrazioni di magnesio, infatti, l'ATP non può essere idrolizzato correttamente per liberare l'energia necessaria al lavoro biologico. Inoltre, a livello neuromuscolare, il magnesio agisce come un antagonista naturale del calcio all'interno del reticolo sarcoplasmatico, un meccanismo cruciale che favorisce il corretto rilassamento muscolare in seguito alla fase di contrazione. Di conseguenza, lo stato nutrizionale dell'atleta ne influenza direttamente la resa: una carenza di magnesio non solo riduce l'efficienza complessiva dell'organismo — determinando un aumento del consumo di ossigeno a parità di sforzo fisico — ma si associa anche alla comparsa di crampi, tremori e alterazioni del sonno, compromettendo in modo significativo i delicati processi di recupero neurale. (Volpe, 2015).

2.1.2 Ferro (Trasporto di Ossigeno e Ciclo di Krebs)

Il ferro riveste un ruolo biologico di primaria importanza nella fisiologia dello sport, configurandosi come il vero e proprio nucleo della capacità aerobica e del metabolismo ossidativo

dell'organismo. Dal punto di vista funzionale, questo oligoelemento costituisce il componente centrale sia dell'emoglobina, responsabile del trasporto dell'ossigeno nel flusso ematico, sia della mioglobina, deputata invece allo stoccaggio dell'ossigeno all'interno del tessuto muscolare scheletrico.

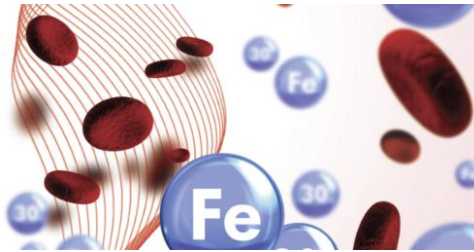


Figura 8: Rappresentazione chimica del ferro

Inoltre, a livello cellulare, il ferro rappresenta un fattore essenziale per la costituzione dei citocromi nella catena di trasporto degli elettroni all'interno dei mitocondri, risultando così indispensabile per la corretta produzione di energia per via aerobica. Per tali ragioni, l'ottimizzazione dei suoi depositi è cruciale per la performance, in particolare negli atleti di *endurance*. In queste discipline, infatti, l'organismo va incontro a costanti perdite di ferro dovute alla sudorazione profusa, a microtraumi a carico dell'apparato gastrointestinale e all'emolisi meccanica da impatto (causata ad esempio dal ripetuto appoggio del piede al suolo). Se non adeguatamente compensate, queste perdite possono favorire lo sviluppo di un'anemia sideropenica, una condizione patologica che si ripercuote direttamente sulla performance riducendo drasticamente la massima capacità aerobica e la tolleranza allo sforzo fisico. (Burden et al., 2015).

2.1.3 Zinco (Sintesi Proteica e Salute Ormonale)

Lo zinco si configura come un minerale traccia essenziale per l'omeostasi dell'organismo, rivestendo un ruolo determinante nei processi di crescita cellulare, nel metabolismo energetico, nella riparazione dei tessuti e nell'efficienza della difesa immunitaria.



Figura 9: Rappresentazione di un'immagine realistica dello Zinco

Dal punto di vista prettamente biochimico, questo elemento partecipa attivamente alla trascrizione del DNA e alla sintesi proteica, svolgendo inoltre un'azione critica nella modulazione endocrina. Esso è infatti direttamente coinvolto nei meccanismi di produzione e secrezione dei principali

ormoni anabolici, quali il testosterone e l'ormone della crescita (GH). Di conseguenza, il mantenimento di uno stato di sufficienza di questo micronutriente è cruciale per la gestione biologica dello sportivo: livelli ematici ridotti o deficitari di zinco si associano a una marcata compromissione delle capacità di recupero post-allenamento e a una contestuale depressione della funzionalità immunitaria, una condizione che incrementa sensibilmente la suscettibilità dell'atleta all'insorgenza di infezioni a carico delle vie respiratorie superiori (URTI). (Chu et al., 2018)

2.1.4 Vitamine del Gruppo B

Le vitamine del gruppo B costituiscono una classe di micronutrienti idrosolubili che agiscono, in modo sinergico, come il vero e proprio motore biochimico deputato al metabolismo dei macronutrienti. Dal punto di vista prettamente funzionale, ciascuna di queste molecole ricopre un ruolo altamente specifico e coordinato all'interno delle vie energetiche: la tiamina (vitamina B1) risulta fondamentale per le tappe biochimiche del metabolismo dei carboidrati, mentre la riboflavina (vitamina B2) e la niacina (vitamina B3) partecipano attivamente alle reazioni di ossidoriduzione cellulare. Un ruolo di primaria importanza per l'atleta è occupato dalla piridossina (vitamina B6), direttamente coinvolta nel metabolismo degli amminoacidi, nei processi di scomposizione del glicogeno e nelle vie di produzione energetica; tale composto risulta particolarmente critico durante l'esercizio fisico e nelle fasi di catabolismo proteico.



Figura 10: Rappresentazioni delle principali fonti di vitamine del gruppo B

A queste si aggiunge la cobalamina (vitamina B12), un fattore essenziale sia per la corretta eritropoiesi e formazione dei globuli rossi, sia per il mantenimento dell'integrità e della salute del sistema nervoso. Di conseguenza, l'equilibrio di questo complesso vitaminico è cruciale per la prestazione sportiva: uno stato di carenza a carico di tali micronutrienti si ripercuote negativamente sulla fisiologia dell'atleta, riducendone drasticamente la capacità di convertire efficientemente i substrati alimentari in energia biologicamente utilizzabile durante lo sforzo muscolare. (Woolf & Manore, 2006).

3 il Bilancio Energetico: Fondamenti Termodinamici e Fisiologici

Il bilancio energetico si configura come il rapporto dinamico tra l'energia introdotta nell'organismo attraverso l'assimilazione dei nutrienti e l'energia complessivamente spesa per sostenere le funzioni vitali e i livelli di attività fisica. Da un punto di vista biofisico, tale processo risponde rigorosamente al primo principio della termodinamica, il quale stabilisce che l'energia non può essere creata né distrutta, ma esclusivamente trasformata da una forma a un'altra (Bray et al., 2012). Nel contesto della fisiologia umana, questo principio fondamentale trova la sua espressione analitica nell'equazione che regola l'omeostasi ponderale e metabolica:

$$E = E_{in} - E_{out}$$

3.1.1 L'Energia in Entrata (Energy Intake)

L'apporto energetico viene introdotto nell'organismo sotto forma di energia chimica potenziale, racchiusa all'interno dei legami molecolari dei macronutrienti, quali carboidrati, lipidi, proteine e alcol. Tale energia viene successivamente liberata a livello cellulare attraverso i complessi processi di ossidazione e viene quantificata in kilocalorie (kcal) o in kilojoule (kJ). Sotto il profilo prettamente metabolico, risulta fondamentale considerare come la semplice misurazione dell'energia lorda introdotta con gli alimenti non rifletta accuratamente la reale disponibilità energetica per l'organismo; diventa pertanto necessario calcolare l'energia netta effettivamente metabolizzabile, ovvero la quota calorica reale che resta a disposizione del corpo al netto delle fisiologiche perdite energetiche che si verificano attraverso l'escrezione fecale e urinaria.

3.1.2 L'Energia in Uscita (Energy Expenditure)

Il dispendio energetico totale quotidiano, internamente definito come TDEE (*Total Daily Energy Expenditure*), è il risultato della complessa interazione di tre macro-componenti fisiologiche principali. La quota più rilevante di questo bilancio è rappresentata dal Metabolismo Basale (BMR), il quale da solo copre circa il 60-75% della spesa energetica complessiva ed esprime la quantità minima di energia necessaria per preservare le funzioni vitali dell'organismo in condizioni di assoluto riposo, tra cui la dinamica circolatoria, la ventilazione polmonare e l'attività omeostatica cerebrale. A questa quota si aggiunge la Termogenesi Indotta dalla Dieta (TID), un fattore metabolico che incide per circa il 10% sul dispendio totale e che quantifica il costo energetico richiesto dal corpo per i processi di digestione, assimilazione, trasporto e stoccaggio dei nutrienti introdotti. Infine, la componente più variabile del TDEE è costituita dalla Termogenesi da Attività Fisica, una voce che si suddivide a sua volta in due contributi distinti: l'esercizio fisico strutturato e programmato (*EAT - Exercise Activity Thermogenesis*) e la termogenesi legata alle attività quotidiane non prettamente sportive (*NEAT - Non-Exercise Activity Thermogenesis*), la quale include movimenti spontanei o involontari quali il camminare, il gesticolare e il mantenimento della postura eretta.

3.1.3 Stati del Bilancio Energetico e Omeostasi

La relazione dinamica tra l'introito calorico e il dispendio energetico complessivo determina la configurazione di tre distinti stati metabolici. Ciascuno di essi esercita un impatto diretto e specifico sulla modulazione della composizione corporea e sui processi di turnover tissutale:

- **Bilancio Energetico Neutro (Isocalorico):** Si verifica laddove l'apporto energetico esogeno eguaglia perfettamente il dispendio complessivo dell'organismo. In questa condizione di normocalorica, il soggetto si trova in uno stato di omeostasi ponderale; di conseguenza, i depositi di glicogeno epatico e muscolare, così come le riserve di tessuto adiposo, rimangono quantitativamente stabili nel tempo.
- **Bilancio Energetico Negativo (Ipocalorico):** Questa condizione si instaura quando l'energia introdotta con la dieta risulta inferiore alle richieste metaboliche dell'organismo. Per colmare tale deficit e garantire la sopravvivenza cellulare, il corpo è indotto a mobilitare le proprie riserve endogene attraverso vie cataboliche. Il risultato biologico è una riduzione della massa corporea complessiva, che avviene prevalentemente a spese del tessuto adiposo

e, in misura variabile e dipendente da molteplici fattori (quali l'apporto proteico e lo stimolo meccanico), della massa magra.

- **Bilancio Energetico Positivo (Ipercalorico):** Caratterizzato da un introito calorico superiore al fabbisogno effettivo, questo stato sposta l'equilibrio metabolico verso l'anabolismo. L'energia eccedente viene così stoccata sotto forma di substrati energetici: mentre una quota limitata viene convertita in glicogeno, la maggior parte del surplus viene risentitizzata in trigliceridi e accumulata all'interno degli adipociti. Tuttavia, in presenza di un adeguato stimolo meccanico — come l'allenamento contro resistenze —, una parte di questo surplus può essere indirizzata verso la sintesi proteica e la conseguente ipertrofia muscolare.

In sintesi, il bilancio energetico non deve essere interpretato come un sistema statico o puramente matematico, bensì come un processo dinamico e finemente regolato. L'organismo umano risponde alle fluttuazioni energetiche attraverso una complessa rete di segnali neuroendocrini — tra cui spiccano per importanza la leptina e l'insulina —, i quali cooperano per mantenere la stabilità del peso corporeo a lungo termine, modulando vicendevolmente il senso di appetito e l'efficienza del dispendio energetico stesso.

3.2 Meccanismi Fisiologici e Molecolari del Surplus Calorico nell'Ipertrofia e nella Forza

Il raggiungimento dell'ipertrofia muscolare e l'incremento della forza massimale sono processi che richiedono un costo energetico elevato, non solo per sostenere lo sforzo fisico, ma soprattutto per alimentare le cascate biochimiche responsabili della sintesi proteica e dell'adattamento neurale. L'adozione di una dieta ipercalorica (o surplus energetico) agisce come un facilitatore permissivo attraverso diversi canali fisiologici. (Slater et al.,2019).

3.2.1 Bilancio Azotato e Sintesi Proteica Muscolare (MPS)

Il principio biologico cardine che governa l'accrescimento e l'ipertrofia del tessuto scheletrico risiede nel mantenimento di un bilancio azotato positivo, una condizione metabolica in cui la sintesi proteica muscolare (*Muscle Protein Synthesis*, MPS) supera sistematicamente la degradazione proteica (*Muscle Protein Breakdown*, MPB). Il turnover delle proteine muscolari è un processo altamente plastico, modulato in modo sinergico sia dallo stimolo meccanico indotto dall'esercizio contro resistenze, sia dalla disponibilità di substrati amminoacidici ed energetici.

La transizione verso l'anabolismo o il catabolismo è strettamente mediata dallo stato energetico globale dell'organismo. In un contesto di restrizione calorica o deficit energetico, l'organismo adotta una strategia di conservazione biologica: per preservare l'omeostasi e i processi vitali primari, tende a down-regolare le vie metaboliche energeticamente dispendiose, tra cui spicca proprio la costruzione di nuovo tessuto contrattile.

Al contrario, l'instaurazione di un surplus energetico funge da potente segnale biochimico per i sistemi di *nutrient sensing* della cellula. In particolare, l'abbondanza di substrati calorici e amminoacidici attiva il complesso proteico mTORC1 (*Mammalian Target of Rapamycin Complex 1*), universalmente riconosciuto come il principale hub regolatorio dell'anabolismo e della crescita cellulare.

L'attivazione di questa cascata di segnalazione molecolare comunica alla cellula che la disponibilità di nutrienti ed energia è sufficiente per sostenere i costi termodinamici della traduzione dell'mRNA. Di conseguenza, viene avviata ed enfatizzata la sintesi di nuove proteine strutturali e

contrattili — nello specifico actina e miosina —, portando alla progressiva espansione dell'area della sezione trasversa del muscolo (ipertrofia miofibrillare).

In questa prospettiva, l'interazione tra l'apporto proteico descritto da (Phillips,2014) e la fine regolazione intracellulare approfondita da (Kimball e Jefferson,2006) evidenzia come il surplus calorico non rappresenti semplicemente un serbatoio di calorie, ma un prerequisito biochimico essenziale per sbloccare il pieno potenziale anabolico del tessuto muscolare.

3.2.2 Risposta Endocrina e Sensibilità Insulinica

L'adozione di un apporto calorico eccedentario, specialmente quando strutturato attraverso una calibrata ripartizione di carboidrati e lipidi, esercita un ruolo determinante nell'ottimizzazione dell'ambiente ormonale sistemico. Come ampiamente documentato nella letteratura scientifica e nei testi di riferimento della fisiologia dell'esercizio (Wilmore et al., 2008), le fluttuazioni dei macronutrienti e dello stato energetico complessivo si riflettono in modo diretto sulla secrezione e sull'efficacia dei principali ormoni anabolici e anticatabolici.

In primo luogo, l'incremento cronico della disponibilità energetica e glucidica induce una upregulation dei livelli circolanti di insulina. Questo ormone non si limita a svolgere la sua nota funzione metabolica di facilitatore nel trasporto transmembrana di glucosio e amminoacidi verso il miocita, ma agisce come un potente agente anticatabolico. L'insulina, infatti, inibisce per via enzimatica le cascate proteolitiche intracellulari, con particolare riferimento alla via dell'ubiquitina-proteasoma; riducendo la degradazione delle proteine strutturali, l'ormone sposta l'equilibrio del turnover proteico verso un bilancio netto positivo, preservando l'integrità del tessuto contrattile.

Parallelamente, il mantenimento di un'adeguata omeostasi energetica rappresenta un prerequisito biologico essenziale per sostenere l'asse gonadico e somatotropo, garantendo livelli fisiologici ottimali di ormoni chiave come il testosterone e l'IGF-1 (Insulin-like Growth Factor 1), i cui meccanismi d'azione nell'adattamento all'allenamento contro resistenze sono stati ampiamente dettagliati da (Kraemer e Ratamess 2005).

Questi mediatori ormonali svolgono un ruolo insostituibile nella regolazione delle cellule satellite, la popolazione di cellule staminali miogeniche quiescenti localizzate tra la lamina basale e il sarcolemma della fibra muscolare. Sotto l'influenza sinergica di stimoli meccanici ed endocrini (testosterone e IGF-1), le cellule satellite vengono attivate, proliferano e migrano verso i siti di danno o stress cellulare. In questa sede, esse si fondono con le fibre muscolari preesistenti, "donando" i propri nuclei al sincizio muscolare.

Questo processo di incremento del dominio mionucleare, descritto nei modelli fisiologici di (Wilmore et al.,2008), espande la capacità trascrizionale della fibra, fornendo il supporto genetico e strutturale indispensabile per permettere l'espansione volumetrica a lungo termine del tessuto muscolare (ipertrofia).

3.2.3 Efficienza Bioenergetica e Sviluppo della Forza

L'incremento della forza massimale in regime ipercalorico non può essere ridotto esclusivamente all'aumento della sezione trasversa del muscolo; esso risiede, in egual misura, nella capacità dell'organismo di tollerare e sostenere stimoli allenanti ad altissima intensità. In questo contesto, come approfondito nel lavoro scientifico di (Hargreaves e Spriet,2020), il surplus calorico esercita un impatto metabolico cruciale garantendo la saturazione costante delle riserve di glicogeno muscolare.

Questa disponibilità di substrati energetici non riveste soltanto un ruolo puramente energetico, ma interviene direttamente nei meccanismi intimi della contrazione. Riserve sature di glicogeno ottimizzano infatti la funzionalità delle pompe calcio-ATPasi e il conseguente rilascio di ioni calcio (Ca^{2+}) dal reticolo sarcoplasmatico verso il mioplasma. Dal punto di vista fisiologico, questo meccanismo assicura l'efficace formazione dei ponti trasversali tra actina e miosina, traducendosi in una contrazione muscolare più potente e ritardando l'insorgenza della fatica precoce durante l'esecuzione di esercizi multiarticolari pesanti, come lo squat o la panca piana.

Oltre ai benefici riscontrabili a livello periferico e strutturale, l'equilibrio energetico positivo svolge un'azione determinante nel facilitare il recupero del sistema nervoso centrale (SNC). Poiché l'espressione della forza massimale è in gran parte una componente neurale — dipendente dal grado di reclutamento delle unità motorie, dalla loro sincronizzazione e dalla frequenza di scarica degli impulsi —, l'efficienza del SNC diventa il fattore limitante della performance.

Un organismo che opera in condizioni di abbondanza calorica è in grado di ripristinare l'omeostasi neuroendocrina e di recuperare molto più rapidamente dallo stress sistemico indotto dai carichi submassimali e massimali. Questa accelerazione dei processi di emendamento dallo stress neurale previene lo stato di sovrallenamento (overtraining) e permette una progressione del carico più lineare, costante e sostenibile nel lungo periodo.

3.2.4 Vantaggi Meccanici del Peso Corporeo

Un ultimo aspetto di fondamentale rilevanza riguarda le modificazioni biomeccaniche indotte dall'incremento ponderale complessivo. L'aumento della massa corporea generato dal regime ipercalorico — sebbene non costituito esclusivamente da tessuto magro contrattile — esercita un impatto positivo sull'efficienza dei leveraggi e sulla stabilità articolare del soggetto. Nello specifico, durante l'esecuzione di esercizi di spinta multiarticolari, un maggior volume corporeo si traduce in un incremento della superficie di appoggio e della pressione intraddominale ed intratoracica. Dal punto di vista prettamente meccanico, questo fenomeno fornisce un vincolo e una base d'appoggio significativamente più solidi, ottimizzando il trasferimento delle forze e facilitando l'espressione della forza pura.

In conclusione, come evidenziato dai contributi scientifici di (Stone et al, 2007), l'applicazione strategica di una dieta ipercalorica controllata si configura come uno strumento altamente efficace per incrementare la forza assoluta e massimizzare la capacità di produzione di forza dell'atleta.

Tuttavia, la gestione del surplus energetico richiede una programmazione attenta e individualizzata. Un incremento ponderale privo di criteri selettivi, che esiti in un accumulo eccessivo di tessuto adiposo non funzionale, rischia di rivelarsi controproducente: un'eccessiva adiposità altera negativamente il rapporto peso/potenza, incrementando l'inerzia del corpo e compromettendo, di conseguenza, la performance atletica globale in tutti quegli esercizi che richiedono non solo forza assoluta, ma anche elevati livelli di forza relativa e potenza esplosiva.

3.3 Fisiologia e Biochimica del Dimagrimento in Regime Ipocalorico

Il processo di dimagrimento, inteso specificamente come riduzione selettiva della massa grassa (Fat Mass, FM), rappresenta un fenomeno biologico complesso che risponde imprescindibilmente al Primo Principio della Termodinamica, pur essendo finemente modulato dal network endocrino e dall'efficienza dell'attività mitocondriale.

Nel momento in cui si instaura uno stato di bilancio energetico negativo, ovvero attraverso la strutturazione di un regime dietetico ipocalorico, l'organismo si trova nella necessità di colmare il divario esistente tra l'energia introdotta con gli alimenti e il dispendio energetico giornaliero totale (Total Daily Energy Expenditure, TDEE). Per sopperire a tale carenza e garantire l'omeostasi cellulare, il corpo attiva specifiche vie cataboliche volte a mobilitare le proprie riserve substratiche endogene, orchestrando una transizione metabolica il cui obiettivo clinico e biochimico è il raggiungimento di un dimagrimento efficiente e qualitativamente ottimale. (Hall & Guo, 2017).

3.3.1 La Cascata della Lipolisi e dell'Ossidazione Lipidica

Il fulcro biologico del dimagrimento risiede nella mobilitazione guidata degli acidi grassi precedentemente stoccati all'interno del tessuto adiposo sotto forma di trigliceridi. Nel momento in cui l'organismo si trova in una condizione di restrizione calorica, si assiste a una fisiologica flessione dei livelli di insulina ematica, a cui si contrappone un incremento speculare nella secrezione delle catecolamine, in particolare della noradrenalina e dell'adrenalina. Questo specifico assetto neuroendocrino innesca una cascata di segnalazione intracellulare mediata dall'AMP ciclico, la quale culmina con l'attivazione e la traslocazione dell'enzima chiave del processo: la Lipasi Ormone-Sensibile.

L'attivazione di questo enzima dà ufficialmente inizio alla lipolisi, un processo idrolitico attraverso il quale i trigliceridi conservati negli adipociti vengono scissi, liberando nel torrente circolatorio una molecola di glicerolo e tre molecole di acidi grassi liberi.

Una volta immessi nel flusso ematico, questi acidi grassi vengono veicolati dalle proteine carrier fino ai tessuti metabolicamente attivi, con particolare precedenza per le cellule muscolari scheletriche. A livello miocitario, gli acidi grassi devono superare la barriera della membrana mitocondriale interna per poter essere convertiti in energia; tale passaggio critico è mediato dal sistema di trasporto della carnitina, che funge da vero e proprio scivolo enzimatico verso la matrice mitocondriale.

È proprio all'interno del mitocondrio che si compie la fase finale del processo attraverso la beta-ossidazione, un percorso catabolico sequenziale che accorcia progressivamente le catene carboniose degli acidi grassi per trasformarle in unità di Acetil-CoA. Questo metabolita intermedio confluisce infine nel Ciclo di Krebs, legandosi all'ossalacetato e alimentando la catena di trasporto degli elettroni per la produzione finale di ATP, completando così il viaggio molecolare che trasforma il grasso di riserva in energia cellulare spendibile (McGarry & Foster, 1980).

3.3.2 Adattamenti Ormonali e Metabolici

Sotto il profilo filogenetico, l'organismo umano si è evoluto attraverso i millenni per sviluppare robusti meccanismi di sopravvivenza volti a superare i periodi di severa carestia, piuttosto che per assecondare canoni di natura estetica. Di conseguenza, l'instaurazione di una restrizione calorica prolungata non viene percepita dal corpo come un processo virtuoso, bensì come una minaccia alla propria omeostasi; ciò innesca una serie di risposte compensatorie coordinate che la letteratura scientifica definisce complessivamente sotto il nome di termogenesi adattiva.

Il fulcro di questa risposta difensiva risiede nella complessa interazione tra il tessuto adiposo, l'ipotalamo e l'asse tiroideo. Nel momento in cui le riserve di adipe iniziano a ridursi, si assiste a una contestuale e marcata flessione dei livelli circolanti di leptina, l'ormone della sazietà secreto dagli adipociti. Questo crollo ormonale agisce come un segnale d'allarme biologico per l'ipotalamo,

il quale risponde orchestrando un rallentamento del metabolismo basale. Tale depressione metabolica si realizza principalmente attraverso una down-regulation della funzione tiroidea, nello specifico riducendo la conversione periferica dell'ormone tiroxina (T4) nella sua controparte metabolicamente attiva, la triiodotironina (T3). Il risultato di questo shift è un corpo notevolmente più efficiente dal punto di vista termodinamico, ovvero parsimonioso nel consumare calorie e propenso a minimizzare lo "spreco" energetico.

Parallelamente a questo rallentamento metabolico, la privazione calorica cronica si configura come un vero e proprio stressor fisiologico, capace di indurre un aumento sistematico e cronico dei livelli di cortisolo. Questa ipercortisolemia prolungata esercita un duplice effetto negativo sul piano antropometrico e strutturale: da un lato, favorisce una spiccata ritenzione idrica extracellulare che, accumulandosi, tende a mascherare l'effettiva perdita di grasso sulla bilancia, ingenerando spesso frustrazione nell'atleta; dall'altro, se i livelli rimangono eccessivamente elevati a lungo, il cortisolo accelera le vie di scomposizione delle proteine muscolari, minando l'integrità della massa magra e alterando la qualità del dimagrimento complessivo (Major et al., 2007).

3.3.3 Preservazione della Massa Magra (LBM) e Turn-over Proteico

Sotto il profilo filogenetico, l'organismo umano si è evoluto attraverso i millenni per sviluppare robusti meccanismi di sopravvivenza volti a superare i periodi di severa carestia, piuttosto che per assecondare canoni di natura estetica. Di conseguenza, l'instaurazione di una restrizione calorica prolungata non viene percepita dal corpo come un processo virtuoso, bensì come una minaccia alla propria omeostasi; ciò innesca una serie di risposte compensatorie coordinate che la letteratura scientifica definisce complessivamente sotto il nome di termogenesi adattiva.

Il fulcro di questa risposta difensiva risiede nella complessa interazione tra il tessuto adiposo, l'ipotalamo e l'asse tiroideo. Nel momento in cui le riserve di adipe iniziano a ridursi, si assiste a una contestuale e marcata flessione dei livelli circolanti di leptina, l'ormone della sazietà secreto dagli adipociti. Questo crollo ormonale agisce come un segnale d'allarme biologico per l'ipotalamo, il quale risponde orchestrando un rallentamento del metabolismo basale. Tale depressione metabolica si realizza principalmente attraverso una down-regulation della funzione tiroidea, nello specifico riducendo la conversione periferica dell'ormone tiroxina (T4) nella sua controparte metabolicamente attiva, la triiodotironina (T3). Il risultato di questo shift è un corpo notevolmente più efficiente dal punto di vista termodinamico, ovvero parsimonioso nel consumare calorie e propenso a minimizzare lo "spreco" energetico.

Parallelamente a questo rallentamento metabolico, la privazione calorica cronica si configura come un vero e proprio stressor fisiologico, capace di indurre un aumento sistematico e cronico dei livelli di cortisolo. Questa ipercortisolemia prolungata esercita un duplice effetto negativo sul piano antropometrico e strutturale: da un lato, favorisce una spiccata ritenzione idrica extracellulare che, accumulandosi, tende a mascherare l'effettiva perdita di grasso sulla bilancia, ingenerando spesso frustrazione nell'atleta; dall'altro, se i livelli rimangono eccessivamente elevati a lungo, il cortisolo accelera le vie di scomposizione delle proteine muscolari, minando l'integrità della massa magra e alterando la qualità del dimagrimento complessivo. (Major et al., 2007).

3.3.4 Il Ruolo della Flessibilità Metabolica

L'efficienza e la qualità del processo di dimagrimento sono intimamente legate al concetto di flessibilità metabolica, definibile come la capacità intrinseca delle cellule di adattare con rapidità

l'ossidazione dei substrati energetici in base alla loro disponibilità e alle richieste sistemiche, passando fluidamente dall'utilizzo dei carboidrati a quello dei lipidi.

Nel contesto specifico di una restrizione calorica, questa dote biochimica diventa un fattore discriminante per la performance e per la salvaguardia del tessuto magro. Gli atleti che presentano un'elevata densità mitocondriale e un network cellulare ben sviluppato dimostrano infatti una spiccata capacità di tollerare e sostenere volumi e intensità di allenamento elevati, pur operando in un regime di deficit energetico.

A livello puramente fisiologico, una simile efficienza mitocondriale permette all'organismo di ossidare preferenzialmente gli acidi grassi durante le attività a bassa e media intensità o nei periodi di riposo; questo switch metabolico preserva le limitate scorte di glicogeno muscolare ed epatico rimaste disponibili, lasciandole intatte per i momenti in cui l'esercizio richiede sforzi esplosivi, glicolitici e ad alta intensità, ottimizzando così la gestione energetica complessiva dell'atleta (Shulman, 2000).

3.3.5 Caratteristiche della Dieta per la Prestazione di Forza e Potenza (Anaerobica)

Nelle discipline caratterizzate da espressioni di forza pura e potenza esplosiva, quali il Powerlifting, il Weightlifting e le specialità di Sprint, l'obiettivo nutrizionale primario risiede nel supporto bioenergetico del sistema dei fosfageni (ATP-CP) e della glicolisi anaerobica lattacida e lattacida, parallelamente alla massimizzazione della sintesi proteica funzionale all'ipertrofia miofibrillare.

Per soddisfare tali requisiti, la strutturazione dei piani dietetici deve frequentemente prevedere l'instaurazione di un surplus calorico moderato, generalmente stimato tra le 200 e le 500 chilocalorie giornaliere oltre il fabbisogno di mantenimento. Questa eccedenza energetica non funge solo da carburante, ma agisce come un vero e proprio segnale biochimico in grado di attivare la via di segnalazione molecolare di mTOR, un passaggio cruciale per coordinare la riparazione delle microlesioni strutturali indotte dai carichi di lavoro pesanti e per promuovere l'adattamento ipertrofico delle fibre.

All'interno di questo quadro metabolico, l'apporto proteico si configura come il pilastro centrale della strategia nutrizionale, richiedendo il mantenimento di un range giornaliero compreso tra 1.8 e 2.2 grammi per chilogrammo di peso corporeo. Più che il quantitativo totale, diventa fondamentale la cinematica della loro assunzione: una distribuzione frazionata e costante dei blocchi proteici, idealmente ogni 3 o 4 ore, si rivela indispensabile per mantenere elevata e stabile la leucinemia ematica, fornendo un continuo stimolo alla sintesi proteica muscolare ed evitando pericolose finestre di catabolismo.

Parallelamente, sebbene le alzate massimali o gli sprint si esauriscano nell'arco di pochissimi secondi, l'apporto di carboidrati deve essere mantenuto su livelli medio-alti, oscillanti tra i 4 e i 7 grammi per chilogrammo. La saturazione delle riserve di glicogeno che ne consegue non assolve unicamente a una funzione energetica durante i volumi di allenamento elevati, ma incrementa significativamente il turgore cellulare; l'idratazione intracellulare legata al polimero del glucosio espande il volume del miocita, migliorando indirettamente i leveraggi meccanici e la stabilità articolare sotto carico.

Infine, sul piano dell'integrazione e della micronutrizione, una menzione d'obbligo spetta alla creatina. La saturazione esogena delle scorte di fosfocreatina muscolare rappresenta infatti il fattore limitante per l'efficienza della risintesi rapida di ATP, garantendo all'atleta la capacità di esprimere

picchi di potenza elevati e di mantenere intatta l'efficacia neurale e contrattile nel corso delle serie submassimali e massimali (Schoenfeld, 2013).

3.3.6 Caratteristiche della Dieta per la Prestazione di Endurance (Aerobica)

Nelle discipline di fondo e ultra-endurance, quali il ciclismo, la maratona e il triathlon, il focus della programmazione nutrizionale si sposta radicalmente rispetto agli sport di forza, ponendo come priorità assolute l'ottimizzazione dell'efficienza mitocondriale, la preservazione delle riserve di glicogeno e la fine gestione dell'ossidazione lipidica.

In questo contesto, la ripartizione dei macronutrienti vede il dominio indiscusso dei carboidrati, la cui quota giornaliera subisce un incremento drastico fino a raggiungere range compresi tra i 7 e i 12 grammi per chilogrammo di peso corporeo, specialmente nelle fasi di ricarica (carb-loading). Questa massiccia introduzione glucidica persegue l'obiettivo cruciale di saturare i depositi di glicogeno muscolare ed epatico per prevenire il fenomeno transitorio ma invalidante noto in ambito atletico come "muro", ovvero la deplezione totale dei carboidrati endogeni che determinerebbe l'inevitabile collasso della prestazione aerobica e l'insorgenza di una fatica precoce. Parallelamente, lo sviluppo di una spiccata flessibilità metabolica rappresenta un fattore determinante nelle competizioni di lunga durata; il piano nutrizionale deve infatti educare l'organismo a ossidare i lipidi in modo estremamente efficiente quando l'atleta opera a intensità moderate. A tal fine, i grassi alimentari devono coprire una quota pari al 25--30% dell'introito calorico giornaliero complessivo, configurandosi come una riserva energetica virtualmente illimitata e indispensabile per far fronte alle richieste metaboliche delle lunghe distanze senza intaccare precocemente le scorte glucidiche.

Per quanto concerne la quota proteica, pur mantenendo un ruolo di primo piano, essa viene ridimensionata quantitativamente rispetto alle discipline di potenza, assestandosi in un range compreso tra 1.2 e 1.5 grammi per chilogrammo. In questo scenario energetico, la funzione degli aminoacidi non è orientata all'induzione dell'ipertrofia strutturale, bensì al sostegno del turnover degli enzimi mitocondriali, alla gluconeogenesi laddove necessario e alla riparazione dei danni microstrutturali indotti dall'elevato stress ossidativo e dalle contrazioni eccentriche prolungate.

Infine, una menzione critica spetta alla gestione dell'idratazione e del bilancio elettrolitico, elementi cardine per sostenere i severi meccanismi di termoregolazione dell'atleta di endurance. Il piano dietetico e i protocolli di integrazione devono garantire un apporto costante e mirato di acqua e fluidi arricchiti con elettroliti essenziali — in primis sodio, potassio e magnesio. Questa precisa calibrazione salina si rende necessaria non solo per scongiurare il rischio clinico di iponatriemia da emodiluizione, causata dall'ingestione di sola acqua isolata, ma anche per mantenere stabili la volemia plasmatica, la gittata cardiaca e la conducibilità neuromuscolare durante l'intero arco della prestazione (Burke et al., 2018).

3.3.7 Tabella Comparativa di Sintesi

Caratteristica	Forza/Potenza (Anaerobica)	Endurance (Aerobica)
Obiettivo Primario	Forza contrattile e Ipertrofia	Efficienza e Resistenza alla fatica
Sistema Energetico	ATP-CP e Glicolisi Anaerobica	Sistema Aerobico (Ossidativo)
Proteine	Alte (1,8-2.2 g/kg)	Moderate (1.2-1,5 g/kg)
Carboidrati	Moderati/Alti (4-7 g/kg)	Molto Alti (7-12 g/kg)
Grassi	Funzionalità Ormonale (1 g/kg)	Supporto Energetico (1-1.5g/kg)

Integrazione Chiave	Creatina, Beta-Alanina	Elettroliti, Ciclodestrine, Caffeina
--------------------------------	------------------------	--------------------------------------

Figura 11: Tabella che rappresenta le quantità e gli effetti dei vari macro per prestazione di Endurance e di Forza

3.4 La Dieta come Modulatore Sistemico dello Stress nell'Atleta

L'omeostasi dell'atleta si configura come un equilibrio dinamico e precario, costantemente minacciato da agenti stressogeni di natura eterogenea che agiscono in modo sinergico sull'organismo. Accanto al carico meccanico e metabolico intrinseco all'esercizio fisico ad alta intensità, coesistono infatti fattori di stress psicosociale, come le scadenze lavorative e le pressioni quotidiane, nonché perturbazioni croniche delle fluttuazioni del ritmo circadiano legate a pattern di sonno alterati.

In questo scenario complesso, la letteratura scientifica più recente ha ridefinito il ruolo della nutrizione, dimostrando come la dieta non debba più essere considerata un mero supporto energetico finalizzato alla performance sportiva, bensì un potente modulatore dell'asse psiconeuroendocrinoimmunologico (PNEI).

Un approccio dietetico strategico e personalizzato è infatti capace di intervenire attivamente sulla complessa rete di comunicazione bidirezionale che unisce il sistema nervoso, il network endocrino e le risposte immunitarie. Nello specifico, attraverso una calibrata ripartizione dei macronutrienti e un adeguato apporto calorico, la strategia nutrizionale si rivela uno strumento biochimico imprescindibile per mitigare l'iperattivazione cronica dell'asse ipotalamo-ipofisi-surrene e la conseguente secrezione deleteria di cortisolo.

Questa fine sintonizzazione ormonale ed immunitaria riduce lo stato infiammatorio sistemico e preserva l'efficacia delle difese dell'organismo, migliorando in modo significativo la resilienza psicofisica globale dell'atleta e ottimizzando le sue capacità di adattamento e recupero di fronte agli stimoli stressogeni sia interni che esterni (Ader, 2007).

3.4.1 La Modulazione dell'Asse Ipotalamo-Ipofisi-Surrene (HPA)

Il cortisolo, classicamente identificato come l'ormone dello stress, riveste un ruolo fisiologico essenziale nella mobilitazione acuta delle risorse energetiche endogene; tuttavia, la sua elevazione cronica e incontrollata nel soggetto sportivo costituisce un fattore di rischio primario per l'instaurazione della sindrome da sovrallenamento (*overreaching* e *overtraining*) e per il conseguente deterioramento delle funzioni cognitive e della performance.

In questo contesto d'attivazione endocrina, il carico glicemico e la disponibilità di carboidrati nella dieta rappresentano i principali fattori nutrizionali di modulazione. L'adozione di un regime dietetico caratterizzato da un apporto glucidico insufficiente rispetto ai volumi e alle intensità dell'allenamento costringe infatti l'organismo a incrementare la gluconeogenesi epatica, un processo biochimico dispendioso stimolato e sostenuto proprio dalla secrezione di cortisolo. Al contrario, il mantenimento di una disponibilità costante e calibrata di glucosio ematico previene i picchi ipersecretivi di questo ormone corticosurrenalico, esercitando un'azione protettiva sia nei confronti dell'integrità della massa muscolare scheletrica, sia a salvaguardia della stabilità dell'umore e dell'equilibrio psicofisico dell'atleta.

Parallelamente alla gestione dei macronutrienti, anche lo stato dei micronutrienti interviene in modo determinante nei meccanismi di feedback dell'asse HPA. Elementi quali il magnesio e la vitamina C agiscono come cofattori enzimatici indispensabili sia nella sintesi e nel turnover dei neurotrasmettitori, sia nella fine regolazione della risposta biologica della corticale del surrene.

Nello specifico, una carenza di magnesio — condizione riscontrata frequentemente nella popolazione atletica a causa delle cospicue perdite idrosaline indotte dalla sudorazione profusa — provoca un'alterazione della permeabilità di membrana che aumenta l'eccitabilità neuronale. Questa ipereccitabilità si traduce sul piano clinico e psicologico in un abbassamento della soglia di tolleranza agli stimoli e in un netto incremento della percezione soggettiva dello stress, esacerbando l'impatto dei carichi lavorativi e agonistici sul benessere globale dell'individuo (Brody et al., 2002; Cuciureanu & Vink, 2011).

3.4.2 L'Asse Intestino-Cervello e l'Umore

L'apparato gastrointestinale viene ampiamente definito in ambito neurobiologico come un vero e proprio "secondo cervello", in virtù della fitta rete neuronale che costituisce il sistema nervoso enterico e della sua straordinaria capacità di sintetizzare molecole neuroattive. Per l'atleta che si trova a dover bilanciare le richieste della pratica agonistica con i ritmi della vita professionale, la salute del microbiota intestinale rappresenta l'anello di congiunzione imprescindibile tra l'omeostasi viscerale e la lucidità mentale.

La rilevanza di questo asse bidirezionale si manifesta in primo luogo nella modulazione del tono dell'umore attraverso la produzione di serotonina, un neurotrasmettitore di cui circa il 95% della quota corporea totale viene sintetizzato proprio a livello del tratto gastrointestinale. La strutturazione di una dieta mirata, caratterizzata da un generoso apporto di fibre prebiotiche e di triptofano — l'amminoacido essenziale precursore della serotonina, presente in concentrazioni elevate in alimenti quali le uova, la spirulina e il cioccolato fondente —, sostiene attivamente la proliferazione di ceppi batterici eubiotici. Questo specifico stimolo nutrizionale favorisce l'instaurarsi di uno stato di stabilità emotiva, potenziando le capacità di *coping* e il controllo neurale necessari per gestire con efficacia il complesso multitasking richiesto dal connubio tra carriera lavorativa e performance sportiva.

Al contrario, l'adozione di pattern alimentari disfunzionali, ricchi di cibi iper-processati e poveri di nutrienti essenziali, altera la composizione del microbiota inducendo uno stato di disbiosi che compromette l'integrità della barriera epiteliale. L'instaurarsi di questa iperpermeabilità intestinale (*leaky gut*) consente il passaggio di endotossine batteriche, come il lipopolisaccaride, all'interno del torrente ematico.

La conseguente risposta immunitaria innesca uno stato di infiammatorio sistemico di basso grado che, superando la barriera ematoencefalica, può tradursi in una vera e propria neuroinfiammazione. Sul piano clinico e cognitivo, questo fenomeno si manifesta attraverso la cosiddetta nebbia cognitiva (*brain fog*), un disturbo transitorio ma penalizzante che riduce drasticamente sia la produttività in ambito lavorativo, sia i tempi di reazione e le capacità di concentrazione strategica durante la competizione agonistica (Bischoff et al., 2014; Lassale et al., 2019).

3.4.3 Nutrizione e Architettura del Sonno

Il sonno rappresenta il principale e più potente strumento biologico per il recupero psicofisico dell'atleta, configurandosi come un processo attivo essenziale per il ripristino dell'omeostasi sistemica. Negli ultimi anni, la ricerca ha ampiamente dimostrato come la qualità e la latenza del sonno non dipendano esclusivamente da fattori ambientali o circadiani, ma siano direttamente influenzate dallo stato nutrizionale e dalla composizione della dieta, variabili in grado di modulare la sintesi di neurotrasmettitori e ormoni chiave come la melatonina (Gómez-Pinilla, 2008).

In questo scenario, il *nutrient timing* e la selezione delle fonti alimentari serali assumono un ruolo strategico. L'ingestione di carboidrati ad alto indice glicemico nelle ore che precedono il riposo notturno, ad esempio, induce una risposta insulinica che favorisce l'uptake degli amminoacidi ramificati da parte dei tessuti periferici. Questo meccanismo riduce la competizione amminoacidica a livello plasmatico, facilitando il passaggio del triptofano attraverso la barriera emato-encefalica; una volta nel sistema nervoso centrale, il triptofano funge da precursore diretto per la sintesi di serotonina e, successivamente, di melatonina, promuovendo l'induzione e il mantenimento del sonno profondo.

Parallelamente alla stimolazione ormonale, il recupero neuronale e l'ottimizzazione dell'architettura del sonno — in particolare della fase REM — sono strettamente legati all'apporto di molecole bioattive a spiccata azione antinfiammatoria e antiossidante. L'integrazione di polifenoli, ampiamente presenti nei frutti rossi e nel cacao, in sinergia con gli acidi grassi essenziali Omega-3, agisce riducendo lo stress ossidativo e l'infiammazione di basso grado accumulati a livello cerebrale durante l'attività diurna. Questa neuroprotezione non solo migliora l'efficienza riparativa della notte, ma si riflette direttamente sulla prontezza cognitiva e sulla lucidità mentale dell'atleta al risveglio, un fattore determinante per ottimizzare la performance e per gestire efficacemente gli impegni della routine quotidiana (Burke et al., 2011; Loucks, 2004). Questi studi valgono anche per il sottocapitolo successivo.

3.4.4 Impatto sulla Vita Quotidiana e Resilienza

Nel panorama dell'integrazione alimentare applicata allo sport, l'assunzione di acidi grassi polinsaturi a catena lunga Omega-3, specificamente l'acido eicosapentaenoico (EPA) e l'acido docosaesaenoico (DHA), ha ampiamente dimostrato in letteratura robusti effetti neuroprotettivi e di modulazione del tono dell'umore. Negli atleti sottoposti a costanti stressogeni fisici e mentali, l'azione di questi lipidi essenziali si esprime primariamente attraverso l'incorporazione nei fosfolipidi di membrana del tessuto cerebrale. Questo fenomeno biochimico ne incrementa la fluidità e la permeabilità, ottimizzando l'efficienza dei recettori e facilitando la trasmissione sinaptica.

I risvolti funzionali di tale ottimizzazione strutturale si riflettono direttamente sulla sfera cognitiva e comportamentale del soggetto, evidenziando due benefici principali:

In primo luogo, si osserva una migliore gestione del carico cognitivo ed esecutivo. La fatica centrale indotta da sessioni di allenamento ad alta intensità può temporaneamente compromettere le funzioni esecutive superiori; l'azione protettiva di EPA e DHA attenua questo declino, preservando la capacità di *problem solving* e il mantenimento dell'attenzione anche in contesti extra-sportivi, come l'ambiente lavorativo.

In secondo luogo, la stabilizzazione delle membrane neuronali e la concomitante riduzione dei biomarcatori infiammatori centrali contribuiscono in modo determinante all'omeostasi emotiva.

Gli stati di stanchezza cronica e il sovraccarico neuroendocrino tipici della routine atletica tendono a esacerbare i livelli di irritabilità, impattando negativamente sulle relazioni sociali; in questo contesto, l'integrazione con Omega-3 funge da modulatore dell'asse stress-risposta, supportando la stabilità affettiva e la resilienza psicologica quotidiana dell'individuo.

3.4.5 Alimenti Antistress

Nutriente / Categoria	Bersaglio Biologico	Effetto sullo Sportivo	Beneficio in Vita/Lavoro	Fonte Alimentare Chiave
Omega-3 (EPA/DHA)	Membrane neuronali e citochine	Riduce l'infiammazione muscolare post-workout.	Migliora la stabilità dell'umore e la concentrazione.	Pesce azzurro, noci, semi di lino.
Magnesio	Sistema nervoso e recettori GABA	Previene i crampi e regola la contrazione.	Riduce l'ansia, facilita l'addormentamento e la calma.	Spinaci, mandorle, cioccolato fondente.
Carboidrati Complessi	Asse HPA (Cortisolo)	Previene il catabolismo e l'esaurimento del glicogeno.	Evita i cali di energia pomeridiani (<i>brain fog</i>) al lavoro.	Cereali integrali, patate dolci, avena.
Triptofano	Sintesi di Serotonina e Melatonina	Regola il ritmo circadiano (recupero notturno).	Migliora la tolleranza allo stress sociale e la resilienza.	Uova, tacchino, latticini, legumi.
Vitamina C e Zinco	Ghiandole surrenali e Sistema Immunitario	Protegge l'atleta dalle infezioni post-sforzo (finestra aperta).	Riduce i giorni di malattia e aumenta la lucidità mentale.	Agrumi, peperoni, semi di zucca, ostriche.
Polifenoli	Stress ossidativo e microcircolo	Accelera il recupero dei tessuti danneggiati.	Protegge i neuroni dallo stress ossidativo legato al carico mentale.	Frutti di bosco, tè verde, uva.

Figura 12: Tabella che rappresenta i principali alimenti con funzioni di riduzione dello stress e del cortisolo

Spesso un migliore ed efficace effetto si ottiene tramite l'utilizzo sinergico di questi nutrienti.

3.5 Stress: Un Nemico Dello Sportivo

3.5.1 Modello del Carico Allostatico

Per comprendere a fondo l'impatto dei fattori psicosociali sulla performance e sul recupero dell'atleta, è fondamentale introdurre il concetto di omeostasi, un paradigma che si contrappone e al contempo integra quello classico di omeostasi. Mentre l'omeostasi mira a mantenere la stabilità interna del corpo attraverso parametri fisiologici fissi, l'allostasi rappresenta il processo attivo

attraverso cui l'organismo si adatta e raggiunge la stabilità attraverso il cambiamento, rispondendo alle continue sollecitazioni dell'ambiente esterno.

Quando un atleta si trova a dover gestire stimoli stressogeni cronici legati alla vita quotidiana — come tensioni familiari, instabilità economiche, pressioni accademiche o una scadente qualità del sonno — l'organismo attiva costantemente i propri sistemi di adattamento. Questo sforzo prolungato genera quello che in letteratura viene definito carico allostatico, ovvero il prezzo biologico che il corpo paga per costringersi a un adattamento continuo.

Questo meccanismo incide direttamente sulla performance sportiva attraverso due binari principali:

L'esaurimento delle risorse cognitive ed energetiche: La mente e il corpo attingono a un serbatoio di risorse limitato. Se una quota significativa di questa energia mentale viene erosa e consumata dalla gestione degli stress ambientali quotidiani, la disponibilità residua dell'atleta si riduce drasticamente. Di conseguenza, vengono meno le risorse psicofisiche necessarie per tollerare e metabolizzare l'intensità e il volume del carico di allenamento.

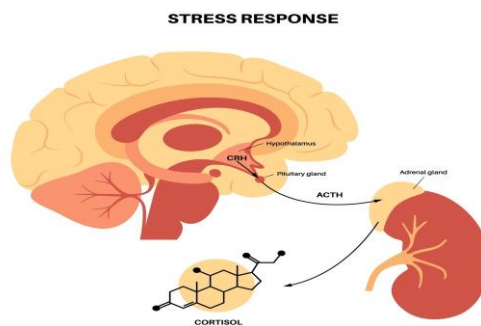


Figura 13: Immagine che rappresenta la risposta allo Stress

La risposta neuroendocrina e l'impatto muscolare: A livello sistemico, lo stress cronico stimola in modo persistente l'asse ipotalamo-ipofisi-surrene (HPA). Questa attivazione continuativa si traduce in un rilascio cronico di cortisolo nel flusso ematico. Se nel breve termine il cortisolo è funzionale alla gestione dell'emergenza, una sua presenza elevata e costante nel tempo inibisce la sintesi proteica e stimola il catabolismo muscolare. Questo switch metabolico ostacola direttamente i processi di supercompensazione e riparazione dei tessuti, di fatto vanificando o riducendo i benefici indotti dallo stimolo allenante (McEwen 2017) e (McEwen 2019).

3.5.2 Impatto sulla Performance Cognitiva e Motoria

L'azione deleteria dello stress non si limita alla sola sfera biofisiologica o muscolare, ma si estende in modo significativo alle funzioni cerebrali superiori, andando letteralmente a "ingombrare" il sistema nervoso centrale dell'atleta. Quando i processi cognitivi sono sovraccaricati da preoccupazioni estrinseche, l'efficienza neurale si riduce, compromettendo sia la performance cognitiva sia quella strettamente motoria (Arnsten, 2009).

Questo sovraccarico si manifesta principalmente attraverso due dinamiche disfunzionali:

Il restringimento del campo attentivo: In condizioni di stress elevato, la capacità di allocare in modo ottimale le risorse attentive subisce un'alterazione. L'atleta tende a manifestare una marcata riduzione della visione periferica (il cosiddetto "effetto tunnel") o, paradossalmente, a focalizzare

la propria attenzione su stimoli ambientali del tutto irrilevanti ai fini del gesto atletico. Questa distorsione percettiva compromette la corretta lettura del contesto di gara, elevando drasticamente la percentuale di errore tecnico e inficiando la precisione esecutiva.

Il rallentamento dei tempi di reazione: Lo stress cronico agisce come un elemento di disturbo nell'elaborazione e nell'integrazione delle informazioni sensoriali, dilatando la latenza della risposta motoria. Questa perdita di reattività rappresenta un fattore estremamente critico, in particolare negli sport di situazione — come il calcio, il tennis o la scherma — dove la velocità decisionale, l'anticipazione motoria e la rapidità di esecuzione in contesti mutabili determinano lo scarto tra il successo e il fallimento della prestazione (Arnsten, 2009).

3.5.3 Stress e Rischio di Infortunio

Il legame tra fattori psicosociali e vulnerabilità fisica rappresenta uno dei filoni di ricerca più solidi e consolidati nell'ambito della psicologia dello sport. È ampiamente documentato, infatti, come gli atleti esposti ad alti livelli di stress vitale presentino una probabilità significativamente maggiore di incorrere in infortuni acuti. Tale vulnerabilità si manifesta principalmente attraverso due meccanismi fisiologici interconnessi: da un lato, lo stress determina un incremento della tensione muscolare basale, alterando la biomeccanica del movimento e rendendo i tessuti biologicamente più suscettibili a lesioni; dall'altro, lo stato di attivazione psicofisiologica prolungata compromette i processi di recupero, rallentando la fisiologica riparazione dei micro-traumi post-allenamento e favorendo la cronicizzazione di fastidi originariamente di lieve entità (Williams & Andersen, 1998).

3.5.4 Compromissione del Sistema Immunitario

L'atleta professionista o di élite si trova costantemente a dover gestire un carico di stress fisico intrinseco alla pratica sportiva stessa. Quando a questo stimolo stressorio di natura biologica si sovrappone uno stress di matrice psicologica, l'organismo va incontro a un fenomeno di sommazione degli stimoli, che si traduce in un marcato deficit a carico delle difese immunitarie. Questa sinergia negativa incrementa in modo significativo la suscettibilità alle infezioni più comuni delle vie respiratorie superiori (URTI), eventi patologici che impongono una battuta d'arresto forzata e compromettono la linearità della programmazione e della preparazione atletica (McEwen, 2017).

3.5.5 Stress, Cortisolo e Ridistribuzione del Grasso

Il cortisolo, pur essendo universalmente classificato come un ormone a marcata azione catabolica, esercita un effetto estremamente specifico e asimmetrico sulla distribuzione del tessuto adiposo e sulla composizione corporea globale. Lungi dal promuovere un deperimento omogeneo, questo glucocorticoide stimola la lipolisi a livello periferico, favorendo la mobilitazione degli acidi grassi dagli arti superiori e inferiori, e parallelamente induce una lipogenesi di tipo viscerale nella regione addominale. Tale dicotomia distrettuale è sostenuta da una precisa base molecolare: gli adipociti localizzati nel compartimento viscerale presentano infatti una densità di recettori per i glucocorticoidi significativamente superiore rispetto a quelli del tessuto sottocutaneo (Torres & Nowson, 2007).

3.5.6 Il Catabolismo Muscolare (Atrofia da Stress)

In ambito sportivo, l'espressione più deleteria dell'ipercortisolemia è rappresentata dall'induzione

dei processi di proteolisi. Elevati livelli ematici di cortisolo, infatti, fungono da segnale sistemico per la conversione degli amminoacidi strutturali del muscolo scheletrico in glucosio tramite la via della gluconeogenesi, un meccanismo ancestrale finalizzato a garantire substrati energetici immediati a fronte di una minaccia percepita. Oltre a promuovere questa via catabolica, lo stress cronico agisce negativamente anche sul versante anabolico: da un lato, esso inibisce direttamente il pathway molecolare di mTOR, asse centrale per la sintesi proteica muscolare; dall'altro, incrementa l'espressione genica della miostatina, un fattore di crescita appartenente alla superfamiglia del TGF-beta che limita la proliferazione e l'ipertrofia del tessuto muscolare (Kyrou & Tsigos, 2009).

3.5.7 Alterazione dei Segnali di Fame (Leptina e Grelina)

Gli eventi stressogeni quotidiani esercitano una profonda influenza anche sulla regolazione omeostatica dell'organismo, alterando significativamente sia i ritmi circadiani sia i segnali neuroendocrini deputati al controllo della sazietà. Sul piano ormonale, lo stress cronico induce una progressiva resistenza alla leptina, determinando una desensibilizzazione dei recettori ipotalamici che compromette la corretta ricezione del segnale di sazietà periferica. A questa downregulation si sovrappone una concomitante ipersecrezione di grelina; l'incremento di questo ormone oressigeno stimola l'appetito e orienta selettivamente le preferenze alimentari dell'atleta verso i cosiddetti comfort foods. Questi alimenti, caratterizzati da un'elevata iperpalatabilità dovuta alla densità di zuccheri semplici e grassi saturi, alterano l'introito calorico giornaliero e favoriscono un peggioramento del partizionamento dei nutrienti, a svantaggio del rapporto tra massa magra e massa grassa (Torres & Nowson, 2007).

3.5.8 Cortisolo e Qualità del Sonno

Quando l'organismo è esposto a condizioni di stress cronico, si assiste a una costante iperattivazione dell'asse ipotalamo-ipofisi-surrene (HPA), che si traduce nel mantenimento di elevati livelli ematici di cortisolo anche nelle ore serali, impedendo il fisiologico drop notturno. Questa alterazione endocrina mantiene il sistema nervoso simpatico in uno stato di perenne vigilanza autonoma. Di conseguenza, il quadro polisonnografico dell'atleta risulta fortemente compromesso, manifestandosi attraverso una spiccata latenza d'insorgenza del sonno (difficoltà ad addormentarsi), frequenti risvegli notturni e una marcata frammentazione dell'architettura del sonno stessa. Sotto il profilo rigenerativo, l'effetto più penalizzante è la drastica riduzione del sonno a onde lente (slow-wave sleep, SWS), la fase profonda deputata al recupero biologico. In termini evolutivi, il sistema nervoso centrale interpreta tale stimolazione ormonale come segnale di minaccia continua, inducendo uno stato di vigilanza incompatibile con i processi omeostatici di riparazione. Per lo sportivo, tale deficit cronico rappresenta un fattore limitante critico: l'assenza di un riposo qualitativamente e quantitativamente adeguato instaura un circolo vizioso caratterizzato da un recupero muscolare incompleto, da un netto decremento della performance neuromuscolare, da un'efficienza immunitaria subottimale e, infine, da un incremento esponenziale del rischio di infortunio (McEwen, 2006).

4 OBIETTIVO E SCOPO DELLA TESI

L'obiettivo del presente elaborato è analizzare il ruolo della dieta mediterranea, intesa come modello nutrizionale strutturato, personalizzato e adattato alle esigenze dell'atleta, nella modulazione dello stress psicofisico e nel miglioramento della performance sportiva. In particolare, lo studio si propone di valutare se un'elevata aderenza ai principi della dieta mediterranea sia associata a un migliore equilibrio tra stress e recupero, a un'ottimizzazione della composizione corporea e a un incremento delle prestazioni fisiche negli sportivi.

Attraverso l'utilizzo dei questionari validati MEDAS e RESTQ-Sport, la ricerca mira inoltre a confrontare soggetti non seguiti da un piano alimentare strutturato con atleti inseriti in un percorso nutrizionale personalizzato basato sul modello mediterraneo, al fine di evidenziare il possibile impatto di un intervento dietetico mirato sul benessere psicofisico e sull'efficienza della prestazione atletica.

SOGGETTI E METODI

5.1 Illustrazione dello studio

Il presente lavoro consiste in uno studio osservazionale prospettico condotto su un campione di $n=30$ soggetti sportivi, afferenti a un ambulatorio nutrizionale professionale. L'obiettivo dello studio è stato valutare l'impatto di un percorso di ricomposizione corporea sull'aderenza alla Dieta Mediterranea e sulla gestione dello stress percepito.

I soggetti sono stati seguiti per un periodo medio di quattro mesi, con una frequenza di controlli variabile in base a quanto i soggetti intendevano continuare il percorso.

Questi sono stati poi confrontati con un vasto campione di controllo di circa 60 soggetti sportivi che non hanno seguito un piano alimentare.

5.2 Protocollo operativo e anamnesi iniziale

Il percorso ha avuto inizio con una seduta di anamnesi iniziale strutturata, fondamentale per la definizione del piano nutrizionale personalizzato. Durante questa fase sono stati raccolti i seguenti dati mediante apposito foglio:

- Anamnesi clinica: valutazione della storia fisiopatologica e dei parametri biochimici.
- Storia ponderale: analisi delle variazioni di peso nel tempo e dei precedenti tentativi dietetici.
- Anamnesi alimentare: indagine sulle abitudini quotidiane, gusti, avversioni e stile di vita, condotta tramite un colloquio mirato.
- Misurazioni Circonferenze: mediante un normale metro da sarta
- Misurazioni pliche mediante plicometro: il plicometro misura il tessuto adiposo sottocutaneo. Il presupposto scientifico è che esista una correlazione diretta tra il grasso depositato subito sotto la pelle e il grasso corporeo totale.
tuttavia, tale metodica è stata applicata selettivamente: sono stati esclusi dalla rilevazione plicometrica i soggetti con eccessivo tessuto adiposo sottocutaneo, in quanto lo spessore delle pliche superava la capacità di apertura dello strumento o ne comprometteva la precisione della misura. In tali casi, il monitoraggio è stato affidato esclusivamente alle circonferenze corporee e all'analisi del peso.
- Analisi del peso: mediante apposita bilancia professionale.
- Misurazione dell'altezza: quest'ultima presa solo la prima seduta a differenza delle altre misurazioni valutate invece periodicamente ad ogni seduta di controllo.

Sulla base di questi dati, è stato elaborato un piano di ricomposizione corporea mirato all'ottimizzazione del rapporto tra massa magra e massa grassa.

5.3 Strumenti di valutazione e raccolta dati

Per valutare l'efficacia dell'intervento e l'impatto psicofisico sui pazienti, sono stati somministrati due questionari specifici dopo un periodo di circa 4-8 settimane dall'inizio del trattamento. Questa tempistica è stata scelta per consentire al soggetto di metabolizzare il cambiamento e fornire risposte basate su una reale aderenza al nuovo regime.

1. Valutazione dell'Aderenza Alimentare: è stato utilizzato un questionario focalizzato sulla Dieta Mediterranea per quantificare quanto il paziente fosse in grado di seguire i principi cardine del modello alimentare proposto.
2. Valutazione dello Stress e Recupero: è stato somministrato un test sulla percezione soggettiva dello stress per indagare se il percorso di ricomposizione corporea e il cambiamento delle abitudini avessero influito positivamente sulla gestione emotiva e sul benessere generale e sulle prestazioni nell'allenamento.

5.4 Valutazione dei Dati

I dati raccolti durante le sedute di osservazione e tramite i questionari sono stati raggruppati in un database per l'analisi descrittiva. Grazie alla presenza di un gruppo di controllo esterno, lo studio ha adottato un approccio intra-soggetto, utilizzando le informazioni raccolte durante l'anamnesi iniziale come linea di base (*baseline*) per valutare i progressi e le correlazioni tra aderenza dietetica e miglioramento dello stato di stress.

5.5 Analisi dettagliata del lavoro effettuato

La prima seduta consisteva nel valutare la situazione generale del paziente mediante un'anamnesi alimentare, attuata mediante apposito foglio. All'interno i dati che venivano annotati consistevano nella rappresentazione delle varie abitudini legate a cibo, gusti, storia del peso e conseguentemente tutta la cronaca clinica del paziente, compresa l'attività fisica del soggetto.

Sempre al primo incontro veniva effettuata una piccola parte iniziale divulgativa sulla spiegazione del concetto di caloria e della funzione e definizione dei principali macronutrienti. Con particolare attenzione invece venivano illustrate le basi delle dinamiche della ricomposizione corporea con spiegazione del bilancio energetico): ovvero il rapporto fra le calorie assunte e quelle bruciate: (Rubner, M. 1902)

Surplus Calorico (o bilancio positivo): Si dice quando mangi più di quanto consumi. L'energia in eccesso viene immagazzinata sotto forma di tessuto adiposo (grasso). È così che si ingrassa.

Deficit Calorico (o bilancio negativo): Si dice quando consumi più di quanto mangi. Il corpo è costretto a attingere alle riserve di grasso per ottenere l'energia mancante. È l'unico modo in cui si dimagrisce.

5.6 Spiegazione dell'etichetta Alimentare

Un cenno importante veniva fatto sul come leggere un'etichetta alimentare, fondamentale per conoscere il contenuto nutrizionale e calorico di ogni specifico alimento in modo tale che il soggetto seguito potesse imparare a comprendere meglio ciò di cui si nutriva. (Regolamento UE n. 1169/2011)

Soprattutto però tramite l'apprendimento della lettura dell'etichetta alimentare la persona poteva autogestire in modo più sano e equilibrato l'acquisto dei prodotti all'interno dei supermarket.

DICHIARAZIONE NUTRIZIONALE			
	Per 100 g	Per fetta (ca. 9,8 g)	%AR* per fetta
ENERGIA	1703 kJ 403 kcal	167 kJ 39 kcal	2% 2%
GRASSI di cui acidi grassi saturi	6,2 g 1,3 g	0,6 g <0,1 g	1% 1%
CARBOIDRATI di cui zuccheri	73 g 11 g	7,2 g 1,1 g	3% 1%
FIBRE	5,7 g	0,6 g	-
PROTEINE	11 g	1,1 g	2%
SALE	0,80 g	0,08 g	1%

Figura 14: Rappresentazione di un'Etichetta Alimentare

In suddetto foglio si possono ricavare le specifiche quantità dei vari macronutrienti e delle calorie contenute.

I valori sono valutabili sia per porzione che per 100 grammi di prodotto come possiamo evidenziare dall'immagine sopra illustrata.

Si valuta mediante l'etichetta alimentare principalmente il quantitativo in grammi di:

- carboidrati, specificando la percentuale di zuccheri semplici
- proteine
- fibre
- grassi
- energia espressa in KJ e KCAL.

6 Valutazione delle misure Antropometriche: Circonferenza, Plicometria, Peso e Altezza

A questo punto veniva chiesto al paziente di spogliarsi, senza obbligare coloro che non sentendosi a proprio agio con il loro corpo preferivano tenere una maglietta al di sopra di sopra di esso.

Inizialmente venivano valutati peso e altezza.

6.1 Stadiometro Per Misurazione Altezza

Per il rilevamento della statura dei soggetti è stato impiegato uno stadiometro meccanico a colonna.



Figura 15: Rappresentazione di uno Stadiometro Professionale

Questo strumento di precisione si compone di una pedana di base, sulla quale il soggetto si posiziona a piedi nudi, disposta perpendicolarmente a un'asta verticale graduata. Quest'ultima, generalmente realizzata in alluminio o acciaio, presenta una scala millimetrata che garantisce una precisione della misurazione pari a 0,1 cm. La rilevazione viene effettuata tramite un cursore mobile (o squadretta), ovvero un braccio orizzontale che scorre lungo la colonna verticale e viene abbassato progressivamente fino a stabilire un contatto stabile con il vertex, identificato come il punto più alto della testa del soggetto (Stewart et al., 2011)

6.2 Procedura di Misurazione

Per il rilevamento della statura dei soggetti è stato impiegato uno stadiometro meccanico a colonna, costituito da una pedana di base perpendicolare a un'asta verticale graduata in alluminio o acciaio, la cui scala millimetrata garantisce una precisione di 0,1 cm. Al fine di garantire la rigorosa riproducibilità del dato, la misurazione è avvenuta seguendo accuratamente i protocolli standard. Nello specifico, ciascun soggetto è stato invitato a posizionarsi scalzo sulla pedana, mantenendo i talloni uniti e a contatto con la colonna verticale, assicurandosi al contempo che anche la schiena e i glutei fossero ben aderenti alla sbarra. Una volta stabilita la postura corretta, la rilevazione è stata effettuata abbassando delicatamente il cursore mobile (o squadretta) sul capo, fino a toccare il *vertex* (il punto più alto della testa); il valore è stato quindi letto direttamente in corrispondenza dell'indice di lettura dello strumento (Stewart et al., 2011).

6.3 Bilancia Professionale Per Valutazione Del Peso

Per la rilevazione della massa corporea dei soggetti è stata impiegata una bilancia elettronica professionale a piattaforma da pavimento. Lo strumento utilizzato è una bilancia digitale ad alta precisione, dotata di una cella di carico elettronica con una portata massima fino a 200 kg e una risoluzione di lettura pari a 0,1 kg (100 grammi).



Figura 16: Rappresentazione di una bilancia professionale per la misurazione del peso

La struttura è caratterizzata da un design a basso profilo, concepito specificamente per favorire la stabilità del soggetto, e presenta un piano d'appoggio costituito da una pedana antiscivolo di ampie dimensioni per consentire il corretto posizionamento dei piedi.

Al fine di garantire l'accuratezza e la massima riproducibilità del dato, la bilancia è stata preventivamente collocata su una superficie perfettamente orizzontale e indeformabile, verificando la funzione di "auto-zero" (tara) prima di effettuare ogni singola misurazione. Il protocollo d'esame ha previsto che il soggetto venisse pesato scalzo e con indosso solo indumenti leggeri; l'acquisizione del dato è avvenuta invitando il partecipante a posizionare i piedi in modo simmetrico al centro della piattaforma, mantenendo lo sguardo rivolto in avanti e distribuendo equamente il peso corporeo su entrambi gli arti inferiori (Stewart et al., 2011).

6.4 Plicometro Professionale



Figura 17: Rappresentazione di un Plicometro Professionale

6.4.1 Definizione e Principi Biomeccanici

La plicometria si configura come una metodica di valutazione della composizione corporea di tipo indiretto, basata sulla misurazione dello spessore del tessuto adiposo sottocutaneo in punti anatomici predefiniti. Il presupposto teorico di tale approccio risiede nella correlazione lineare esistente tra il grasso localizzato a livello sottocutaneo e la massa grassa totale (Body Fat, BF), la quale può essere stimata attraverso l'applicazione di specifiche equazioni di regressione. Al fine di garantire l'accuratezza e la riproducibilità della rilevazione, la procedura prevede l'utilizzo di un plicometro di precisione (come i modelli Harpenden o Lafayette); tale strumento è caratterizzato da una molla tarata che esercita una pressione costante di 10 g/mm quadro sull'intera superficie di contatto, standardizzando così la compressione del pannicolo adiposo (Jackson & Pollock, 1978).

6.4.2 Protocollo di Misurazione e Riduzione dell'Errore

Al fine di garantire la riproducibilità del dato e minimizzare la variabilità intra-operatore, il protocollo adottato prevede l'esecuzione di tre misurazioni per ogni sito anatomico.

La procedura metodologica che ho eseguito è stata tramite queste seguenti fasi:

1. Rilevazione: Si effettuano tre misurazioni distinte per ogni punto di repere, avendo cura di rilasciare completamente la plica tra una prova e l'altra per permettere ai tessuti di riacquistare la forma originaria.
2. Validazione: Qualora le tre misure presentino una divergenza superiore al 5-10%, si procede a un'ulteriore serie di rilevazioni.
3. Media Aritmetica: Il valore finale utilizzato per il calcolo della densità corporea non è una singola lettura, bensì la media aritmetica delle tre misure effettuate. Tale valore, espresso in millimetri.

6.4.3 Descrizione dei Siti di Rilevazione (Repere Anatomici)

Secondo gli standard internazionali (ISAK), le misurazioni devono essere effettuate sul lato destro del soggetto. I principali siti utilizzati sono:

- Pettorale (Chest): Plica diagonale. Localizzata a metà tra la linea ascellare anteriore e il capezzolo (nell'uomo) o a un terzo della distanza (nella donna).
- Addominale (Abdominal): Plica verticale. Localizzata circa lateralmente rispetto all'ombelico.
- Soprailiaca (Suprailiac): Plica diagonale. Presa sopra la cresta iliaca, sulla linea ascellare media, inclinata a circa 45° verso il basso.
- Tricipitale (Triceps): Plica verticale. Misurata nel punto medio tra l'acromion della scapola e l'olecrano dell'ulna, sulla faccia posteriore del braccio rilassato.
- Sottoscapolare (Subscapular): Plica diagonale. Localizzata o sotto l'angolo inferiore della scapola, seguendo le linee di clivaggio naturale della pelle.
- Coscia (Thigh): Plica verticale. Rilevata sulla linea mediana anteriore della coscia, a metà tra l'inguine e il margine superiore della patella.

6.4.4 Considerazioni Tecniche sulla Tecnica di Presa

La plica deve essere sollevata tramite una presa a "pinza" tra pollice e indice, assicurandosi di includere esclusivamente il doppio strato cutaneo e il tessuto adiposo sottocutaneo, escludendo il tessuto muscolare sottostante. Il plicometro va posizionato perpendicolarmente alla plica, a circa di distanza dalle dita dell'operatore; la lettura deve avvenire entro secondi dal rilascio della molla per evitare il fenomeno di "creeping" (compressione eccessiva dei fluidi interstiziali).

6.5 Metro Da Sarta

L'utilizzo del metro da sarta (o nastro anelastico) in ambito nutrizionale è fondamentale per valutare la composizione corporea e il rischio cardio-metabolico.



Figura 18: Rappresentazione di un metro normalmente utilizzato per misurazioni

Mentre la bilancia misura il peso totale, il metro "mappa" dove quel peso è distribuito.

Ecco una guida specifica sulle misurazioni principali e la tecnica corretta utilizzata nel mio caso specifico insieme al dietista.

6.5.1 La Tecnica di Misurazione Corretta

Al fine di ottenere dati precisi, ripetibili e biologicamente validi per il monitoraggio dei soggetti, la tecnica di misurazione dei circonferenze corporee ha seguito criteri metodologici rigorosi e standardizzati. Lo strumento impiegato è stato un nastro metrico flessibile in fibra di vetro (o metallico), preferito ai comuni nastri in tessuto per via della sua indeformabilità, caratteristica fondamentale per prevenire fenomeni di estensione o restringimento del materiale nel tempo che avrebbero potuto alterare i risultati.

Durante la rilevazione, è stata prestata massima attenzione alla tensione del nastro, assicurando che aderisse perfettamente alla superficie cutanea senza esercitare una pressione eccessiva in grado di comprimere i tessuti molli sottostanti o creare solchi sulla pelle. Per garantire l'accuratezza geometrica del dato, il nastro è stato costantemente mantenuto parallelo al piano del pavimento lungo tutto l'asse orizzontale della misurazione. Infine, le rilevazioni effettuate a livello del tronco sono state eseguite rispettando la dinamica respiratoria del soggetto; i dati sono stati infatti registrati al termine di un'espirazione naturale spontanea, per evitare l'alterazione dei volumi dovuta ad apnee forzate o alla contrazione volontaria della parete addominale.

6.5.2 Circonferenza Vita (Waist Circumference)

È l'indicatore principe del grasso viscerale (quello profondo tra gli organi), strettamente correlato al rischio di diabete tipo 2 e malattie cardiovascolari.

- Punto di reperi: Si misura nel punto più stretto dell'addome. Se il punto vita non è evidente, si prende il punto medio tra l'ultima costa e la cresta iliaca (l'osso dell'anca).
- Valori di soglia (Linee guida OMS):
- Uomini: Rischio aumentato sopra i 94 cm; rischio elevato sopra i 102 cm.

- Donne: Rischio aumentato sopra gli 80 cm; rischio elevato sopra gli 88 cm

(Stewart et al., 2011)

6.5.3 Circonferenza Fianchi (Hip Circumference)

Utilizzata principalmente per valutare la distribuzione del grasso gluteo-femorale.

- Punto di repere: Si misura a livello della massima circonferenza dei glutei, con il paziente in piedi e i piedi uniti.
- Utilità: Serve a calcolare il rapporto WHR (Waist-to-Hip Ratio).

6.5.4 La Circonferenza del Petto (Torace)

In ambito antropometrico, questa misura serve a monitorare le variazioni della massa muscolare (pettorali e dorsali) e del tessuto adiposo sottocutaneo della parte alta del tronco. (Stewart et al., 2011)

6.6.5 Posizionamento e Tecnica

- **Punto di repere:** Il metro viene fatto passare orizzontalmente a livello del **quarto spazio intercostale**.

Nell'uomo: Generalmente coincide con la linea dei capezzoli.

Nella donna: Il nastro viene fatto passare sopra il seno, a livello del cavo ascellare (misura del torace alto), poiché la misura del seno vero e proprio varia troppo in base al ciclo ormonale o al tipo di intimo.

- **Postura:** Il paziente deve stare in piedi, con le braccia leggermente abdotte (aperte) per permettere il passaggio del nastro e poi riportate lungo i fianchi in posizione rilassata.
- **Respirazione:** È fondamentale misurare alla fine di una **espirazione normale**. Non si misura a pieni polmoni (a meno che non si voglia valutare l'espansione toracica), per evitare di sovrastimare la misura a causa dell'aria nei polmoni.

6.5.6 Confronto Misurazioni

Finite tutte le varie misurazioni, sono state annotate e conservate per poter poi confrontarle con quelle prese nelle sedute successive come strumento di valutazione dell'effettivo funzionamento del piano nutrizionale impostato. Di grande importanza è stato il confronto fra le misurazioni effettuate mediante plicometro e mediante circonferenza.

6.5.7 Il Confronto tra Circonferenze e Plicometria: Analisi Comparativa

L'utilizzo combinato della plicometria e della misurazione delle circonferenze antropometriche consente di superare i limiti intrinseci della sola valutazione ponderale tramite bilancia, offrendo una visione dinamica, distrettuale e qualitativa della composizione corporea. Mentre la plicometria quantifica lo spessore del tessuto adiposo sottocutaneo espresso in millimetri, le circonferenze registrano il perimetro totale dell'arto o del tronco, includendo sia la componente

adiposa che quella muscolare e scheletrica. Il confronto incrociato e l'evoluzione temporale di questi due parametri permettono di dedurre con precisione quale compartimento corporeo stia andando incontro a modificazioni:

- **Ipertrofia muscolare:** l'evidenza clinica di un aumento della circonferenza distrettuale associato a una contestuale diminuzione dello spessore della plica indica inequivocabilmente uno sviluppo della massa miofibrillare. In questo scenario, l'espansione del tessuto muscolare spinge i piani superficiali verso l'esterno, mentre lo strato adiposo sovrastante subisce un processo di assottigliamento dovuto al deficit calorico o all'efficienza metabolica.
- **Catabolismo muscolare:** una riduzione della circonferenza corporea a fronte di uno spessore plicometrico invariato è indice di una perdita netta di massa muscolare. Questa condizione rappresenta un evento critico e disfunzionale, tipicamente riscontrabile in contesti di restrizione calorica mal impostata o in presenza di un insufficiente stimolo allenante, in cui l'organismo attinge alle proteine strutturali per scopi energetici.
- **Ricomposizione corporea:** il riscontro di una circonferenza costante associata a una contestuale riduzione della plica riflette un processo di ricomposizione corporea positivo e ottimale. In questa specifica transizione, il soggetto sperimenta una simultanea riduzione della massa grassa e un incremento della massa muscolare in proporzioni geometricamente equivalenti, determinando un miglioramento qualitativo del tessuto senza variazioni macroscopiche del volume totale del distretto esaminato.

7 Frequenza Controlli

Finita la prima visita con anamnesi alimentare e conoscitiva, spiegazioni varie e misurazioni, si impostava un corretto piano alimentare personalizzato e ci si dava appuntamento per la prossima seduta di controllo che ricadeva a 6 settimane di distanza. Nei controlli periodici si ripetevano le varie misurazioni, si faceva un resoconto sull'andamento della dieta impostata e in base a ciò si valutavano le kcal da inserire nella modifica del piano alimentare.

8 Questionari Per Raccolta Dati

Oltre alla valutazione del miglioramento della composizione corporea mese per mese, abbiamo valutato anche e soprattutto come principale obbiettivo della tesi l'effettiva adesione alla dieta mediante un questionario approvato scientificamente, ovvero il MEDAS. Estruch, R., et al. (2013)

Il questionario MEDAS (*Mediterranean Diet Adherence Screener*) è uno degli strumenti più validi e citati in letteratura scientifica per valutare in modo rapido l'aderenza alla Dieta Mediterranea.

1. Usi principalmente olio d'oliva come principale fonte di condimento?	SÌ ☐ NO ☐
---	---

2. Consumi più di 4 cucchiaini da tavola (circa 40 ml) di olio d'oliva al giorno (incluso quello usato per cucinare?)	SÌ ☐ NO ☐
3. Consumi almeno 2 porzioni di verdura al giorno?	SÌ ☐ NO ☐
4. Consumi almeno 3 porzioni di frutta al giorno?	SÌ ☐ NO ☐
5. Consumi meno di una porzione di carne rossa o insaccati al giorno?	SÌ ☐ NO ☐
6. Consumi meno di una porzione di burro, margarina o panna al giorno?	SÌ ☐ NO ☐
7. Consumi meno di una bevanda zuccherata al giorno?	SÌ ☐ NO ☐
8. Consumi almeno 7 bicchieri di vino alla settimana (opzionale, se compatibile con la tua condizione di salute)?	SÌ ☐ NO ☐
9. Consumi legumi almeno 3 volte alla settimana?	SÌ ☐ NO ☐
10. Consumi pesce o frutti di mare almeno 3 volte alla settimana?	SÌ ☐ NO ☐
11. Consumi dolci o pasticceria commerciale meno di 3 volte alla settimana?	SÌ ☐ NO ☐
12. Consumi frutta secca (noci, mandorle, nocciole) almeno 3 volte alla settimana?	SÌ ☐ NO ☐
13. Preferisci pollo, tacchino o coniglio al posto della carne rossa?	SÌ ☐ NO ☐

14. Consumi almeno 2 volte alla settimana piatti a base di soffritto (pomodoro, cipolla, aglio e olio d'oliva?	SÌ [] NO []
--	-------------

Figura 19: Rappresentazione del questionario Medas

8.1 Il Questionario MEDAS (Mediterranean Diet Adherence Screener)

Il MEDAS è un test validato composto da 14 domande (item) che analizzano le abitudini alimentari del soggetto negli ultimi mesi. È stato sviluppato e validato originariamente all'interno dello studio *PREDIMED* (*Prevención con Dieta Mediterránea*).

8.1.1 struttura e Composizione

Il test utilizzato per la valutazione dell'aderenza al modello alimentare si articola complessivamente in quattordici quesiti, suddivisi in due sezioni tematiche ben distinte:

- Abitudini alimentari generali: una prima sezione, composta da due domande, è finalizzata a indagare l'utilizzo dell'olio d'oliva come principale fonte di grassi da condimento all'interno della dieta e a quantificarne il consumo giornaliero stimato.
- Frequenza di consumo dei gruppi alimentari: la seconda sezione, più corposa, comprende dodici domande mirate a quantificare la frequenza di assunzione — espressa su base settimanale o giornaliera — sia di categorie di alimenti tipiche e protettive del pattern mediterraneo (quali frutta, verdura, legumi e prodotti della pesca), sia di alimenti considerati "critici" o da limitare se assunti in eccesso (tra cui carni rosse e processate, prodotti dolciari e bevande zuccherate).

8.1.2 Sistema di Punteggio (Scoring)

Il sistema è binario (0 o 1):

- 1 punto: Se il consumo dell'alimento rispetta il criterio della Dieta Mediterranea (es. ≥ 2 porzioni di verdura al giorno).
- 0 punti: Se il consumo non rispetta il criterio.

Il punteggio totale varia da 0 a 14.

8.1.3 Interpretazione dei Risultati

Il punteggio finale permette di classificare l'aderenza del paziente secondo tre fasce:

- 0 - 5 punti: Bassa aderenza.
- 6 - 9 punti: Media aderenza.
- 10 - 14 punti: Alta aderenza.

La scelta di tale strumento è motivata dalla sua validazione scientifica nell'ambito dello studio multicentrico PREDIMED (Estruch, R., et al. (2013)). e dalla sua capacità di quantificare in modo oggettivo la qualità delle abitudini alimentari.

Tuttavia, in fase di analisi dei risultati, è stata operata una necessaria distinzione metodologica tra l'aderenza teorica (il punteggio massimo di 14/14) e l'aderenza clinica prevista dal protocollo dietetico assegnato.

8.1.4 Considerazioni metodologiche sullo Scoring

Il piano nutrizionale elaborato per il campione in esame, pur ricalcando fedelmente i pilastri della Dieta Mediterranea, ha introdotto alcune restrizioni mirate a ottimizzare la densità energetica e il profilo metabolico. Di conseguenza, il raggiungimento del punteggio massimo di 14 è risultato precluso alla maggior parte dei soggetti per i seguenti motivi:

- **Esclusione delle bevande alcoliche:** In controtendenza con l'item del MEDAS che assegna un punto per il consumo di vino (≥ 7 bicchieri/settimana), il protocollo ha previsto l'eliminazione dell'alcol per massimizzare il deficit calorico e la salute epatica.
- **Gestione dell'apporto lipidico:** Al fine di controllare l'introito calorico totale, il quantitativo di olio extravergine d'oliva (EVO) è stato calibrato individualmente, spesso attestandosi su soglie inferiori ai 4 cucchiai giornalieri richiesti dal test per l'assegnazione del punteggio.
- **Metodi di cottura:** È stato scoraggiato l'utilizzo sistematico di soffritti (base di aglio/cipolla e olio, ≥ 2 volte/settimana), prediligendo tecniche di preparazione che preservassero l'integrità dei micronutrienti senza l'aggiunta di grassi ossidati dal calore.

8.1.5 Interpretazione dei risultati

Alla luce di queste premesse, un punteggio compreso tra 9 e 11 punti è stato considerato indicativo di un'aderenza ottimale al protocollo prescritto. I valori che si discostano da tale range, al netto di specifiche eccezioni individuali, sono stati interpretati come indicatori di una ridotta *compliance* (conformità) del soggetto alle indicazioni fornite. Tale approccio ha permesso di utilizzare il MEDAS non solo come strumento di screening qualitativo, ma anche come parametro di verifica della fedeltà dei partecipanti al percorso nutrizionale intrapreso.

Per valutare invece i benefici che questo piano alimentare ha effettivamente dato alla gestione dello stress e al conseguente miglioramento psico-fisico delle prestazioni sportive del soggetto, si è valutato l'utilizzo di un altro questionario scientificamente validato dallo studio di Kellmann, M., & Kallus, K. W. (2001), nominato REST-Q-SPORT.

8.2 REST-Q-SPORT

Stress (fattori di fatica, tensione e sovraccarico)

1. Ho avuto difficoltà a rilassarmi.	0 1 2 3 4 5 6
2. Mi sono sentito teso o stressato.	0 1 2 3 4 5 6
3. Ho dormito male.	0 1 2 3 4 5 6
4. Mi sono sentito fisicamente stanco.	0 1 2 3 4 5 6
5. Mi sono preoccupato per qualcosa.	0 1 2 3 4 5 6
6. Ho avuto dolori o fastidi fisici.	0 1 2 3 4 5 6
7. Ho avuto poca energia per allenarmi.	0 1 2 3 4 5 6
8. Ho avuto discussioni o tensioni con altre persone.	0 1 2 3 4 5 6
9. Ho sentito che non riuscivo a concentrarmi bene.	0 1 2 3 4 5 6
10. Ho avuto problemi a completare i miei compiti quotidiani.	0 1 2 3 4 5 6
11. Mi sono sentito sopraffatto dagli impegni.	0 1 2 3 4 5 6
12. Ho avuto pensieri negativi riguardo alle mie prestazioni.	0 1 2 3 4 5 6
13. Mi sono sentito frustrato o irritato.	0 1 2 3 4 5 6
14. Ho percepito pressione a ottenere risultati.	0 1 2 3 4 5 6

15. Ho notato una riduzione della mia motivazione ad allenarmi	0 1 2 3 4 5 6
16. Ho sentito dolori muscolari o rigidità persistente.	0 1 2 3 4 5 6

Figura 20: Rappresentazione del questionario Rest-q-Sport nella parte inerente allo Stress

Recupero (fattori di ripristino, benessere e supporto)

1. Mi sono sentito rilassato e tranquillo.	0 1 2 3 4 5 6
2. Ho dormito bene e a sufficienza.	0 1 2 3 4 5 6
3. Mi sono sentito in forma fisicamente.	0 1 2 3 4 5 6
4. Mi sono sentito soddisfatto dei miei progressi.	0 1 2 3 4 5 6
5. Ho trascorso momenti piacevoli con amici o familiari.	0 1 2 3 4 5 6
6. Mi sono sentito mentalmente fresco.	0 1 2 3 4 5 6
7. Ho avuto fiducia nelle mie capacità.	0 1 2 3 4 5 6
8. Mi sono sentito riposato dopo l'allenamento.	0 1 2 3 4 5 6
9. Ho ricevuto sostegno da allenatori o compagni.	0 1 2 3 4 5 6
10. Mi sono sentito emotivamente stabile.	0 1 2 3 4 5 6
11. Ho percepito equilibrio tra allenamento e recupero.	0 1 2 3 4 5 6
12. Ho provato piacere nel mio sport.	0 1 2 3 4 5 6

13. Ho avuto tempo per me stesso.	0 1 2 3 4 5 6
14. Mi sono sentito motivato e positivo	0 1 2 3 4 5 6
15. Ho potuto dedicarmi a hobby o interessi extra-sportivi.	0 1 2 3 4 5 6
16. Mi sono alimentato in modo equilibrato e regolare.	0 1 2 3 4 5 6
17. Ho percepito che i miei sforzi venivano apprezzati.	0 1 2 3 4 5 6

Figura 21: Rappresentazione del questionario Rest-q-Sport nella parte inerente al Recupero

A differenza dei tradizionali strumenti di monitoraggio della fatica, il REST-Q-Sport si distingue per un approccio **bio-psico-sociale**, volto a quantificare non solo l'entità degli stimoli stressogeni, ma soprattutto l'efficacia dei processi di recupero messi in atto dal soggetto.

8.2.1 Struttura e Finalità dello Strumento

Il questionario indaga la frequenza di determinati stati psicofisici riferiti agli ultimi tre giorni e tre notti, attraverso 17 scale calibrate su una scala Likert con valori da 0 a

6(0=mai,1=raramente,2=qualche volta,3=spesso,4=molto spesso,5=quasi sempre,6=sempre).

La sua architettura multifattoriale permette di ottenere un profilo dettagliato suddiviso in quattro aree macroscopiche:

1. Stress Generale: Indicatori di pressione sociale, emotiva e affaticamento sistemico.
2. Recupero Generale: Risorse legate al benessere fisico, alla qualità del sonno e al successo sociale.
3. Stress Specifico dello Sport: Stress legato all'allenamento, ai conflitti agonistici e al rischio di infortuni.
4. Recupero Specifico dello Sport: Capacità di auto-efficacia, preparazione mentale e percezione dello stato di forma (*fitness*).

8.2.2 Integrazione con l'Aderenza alla Dieta Mediterranea

L'adozione del questionario *RESTQ-Sport* all'interno del presente disegno sperimentale non si è limitata al convenzionale monitoraggio del carico di allenamento, ma è stata specificamente finalizzata all'analisi della Dieta Mediterranea come potenziale fattore di modulazione e ottimizzazione dei processi di recupero. L'ipotesi di ricerca si fonda sul presupposto che

un'elevata aderenza al pattern alimentare mediterraneo — caratterizzato da un apporto sistematico di molecole antiossidanti, acidi grassi essenziali e carboidrati a basso indice glicemico

possa influenzare positivamente il profilo psicofisico dell'atleta, agendo sulle scale del questionario secondo due direttrici sinergiche.

In primo luogo, l'azione sistemica e marcatamente antinfiammatoria dei nutrienti tipici di questo modello dietetico favorisce l'ottimizzazione del recupero fisico e mentale, mostrando una correlazione positiva con le scale relative al *Benessere Fisico* e alla *Qualità del Sonno*, elementi essenziali per supportare i processi di supercompensazione cellulare e sistemica dell'atleta. In secondo luogo, una nutrizione qualitativamente ottimale si configura come un vero e proprio "tampone" biochimico in grado di incrementare la resilienza allo stress somatico e mitigare i biomarcatori dell'affaticamento da esercizio; tale effetto si riflette, a livello clinico, in una riduzione attesa dei punteggi nelle scale delle *Lamentele Fisiche* e della *Stanchezza da Allenamento*, agendo come fattore preventivo nei confronti delle manifestazioni precoci di *overreaching* non funzionale o di *burnout* sportivo.

In sintesi, l'analisi incrociata tra il punteggio di aderenza dietetica ottenuto tramite il questionario MEDAS e il profilo multidimensionale generato dal *RESTQ-Sport* ha permesso di valutare in che misura un piano alimentare strutturato sia in grado di modulare la capacità adattiva dell'atleta. In questa prospettiva, la Dieta Mediterranea viene ridefinita, non essendo più intesa come mero supporto energetico e calorico, ma come una vera e propria strategia attiva ed endogena per la gestione dello stress psicofisico e il potenziamento complessivo della performance sportiva.

8.3 Metodo Di Somministrazione Dei Questionari Nei Soggetti Seguiti In Studio

La somministrazione di tali questionari ai vari soggetti sportivi seguiti (MEDAS e REST-Q-SPORT) avveniva nella seconda/terza seduta di controllo, ovvero mediamente nella sesta o dodicesima settimana. Ciò variava anche in base ai feedback dei soggetti alla dieta e alla loro capacità di adattarsi al seguire questo nuovo percorso intrapreso.

8.4 Campione Di Controllo

Allo stesso modo ho fatto compilare i vari questionari anche a un macro-campione di soggetti sportivi che non hanno seguito un percorso nutrizionale appositamente calcolato e analizzato in modo tale da poterli confrontare con i casi seguiti.

9 Impostazione Del Piano Alimentare Personalizzato

La somministrazione dei questionari MEDAS e *RESTQ-Sport* è stata strategicamente inserita all'interno del percorso metodologico in corrispondenza della seconda o della terza seduta di controllo dei soggetti sportivi, collocandosi in una finestra temporale compresa, mediamente, tra la sesta e la dodicesima settimana dall'inizio dello studio. Questa flessibilità nella timeline di rilevazione è stata volutamente prevista per assecondare la variabilità individuale dei partecipanti: la pianificazione specifica ha infatti tenuto conto dei feedback soggettivi forniti in merito alla compliance dietetica, nonché della capacità di adattamento dimostrata da ciascun atleta nel seguire il nuovo percorso nutrizionale intrapreso. Tale approccio ha permesso di somministrare

gli strumenti di valutazione in una fase di stabilizzazione delle nuove abitudini alimentari, garantendo così una rilevazione dei dati più accurata, veritiera e direttamente correlata agli effetti a medio termine del protocollo applicato.

Di seguito la descrizione della procedura passo dopo passo:

9.1 Calcolare il Metabolismo Basale (BMR)

La formula più accurata e utilizzata oggi è la formula di Mifflin-St Jeor. Esistono differenze tra uomini e donne: (Mifflin et al., 1990)

- Uomini:

$$\text{BMR} = (10 \times \text{peso in kg}) + (6.25 \times \text{altezza in cm}) - (5 \times \text{età}) + 5$$

- Donne:

$$\text{BMR} = (10 \times \text{peso in kg}) + (6.25 \times \text{altezza in cm}) - (5 \times \text{età}) - 161$$

Nota: Se sei un atleta con molta massa muscolare, la formula di Katch-McArdle ($\text{BMR} = 370 + (21.6 \times \text{Massa Magra in kg})$) è più precisa poiché si basa sulla massa magra, ma richiede la conoscenza della propria percentuale di grasso corporeo.

9.2 Applicare il Livello di Attività Fisica (LAF)

Una volta ottenuto il BMR, è stato moltiplicato per un coefficiente che rifletta il tuo stile di vita. Questo risultato è il TDEE (*Total Daily Energy Expenditure*), ovvero la quota normocalorica. (FAO/WHO/UNU, 2001)

Livello di Attività	Descrizione	Moltiplicatore
Sedentario	Lavoro d'ufficio, poco o nessun esercizio	1.40 – 1.59
Leggermente attivo	Esercizio leggero 1-3 giorni a settimana	1.60 – 1.69
Moderatamente attivo	Esercizio moderato 3-5 giorni a settimana	1.70 – 1.99
Molto attivo	Esercizio intenso 6-7 giorni a settimana	2.00 – 2.39
Extra attivo	Lavoro fisico pesante o atleta professionista	≥ 2.40

Figura 22: Rappresentazione dei Moltiplicatori del Livello di Attività Fisica

Una volta definito il quantitativo calorico di un piano normocalorico del soggetto si andava a impostare in base alla necessità dell'individuo un piano alimentare ipocalorico, ipercalorico o una semplice normocalorica ma impostata con una corretta e equilibrata spartizione dei nutrienti.

Giusto per ricordare al lettore:

dieta ipocalorica: regime alimentare caratterizzato da un apporto energetico (calorie) inferiore rispetto al fabbisogno calorico giornaliero di un individuo.

Dieta ipercalorica: regime alimentare in cui l'apporto di energia (calorie) è superiore al fabbisogno calorico giornaliero totale dell'individuo.

Per la validità scientifica di questo metodo si rimanda allo studio che ha concretizzato il concetto del bilancio energetico di Bray et al. (2012), studio moderno che si riaggancia al già citato Rubner et al.(1902).

La pianificazione nutrizionale in ambito sportivo deve essere strettamente individualizzata in base alla composizione corporea di partenza e agli obiettivi prestazionali. Nello specifico:

- I soggetti caratterizzati da una ridotta percentuale di grasso corporeo e dalla necessità di incremento ipertrofico sono stati indirizzati verso un regime ipercalorico.
- Al contrario, i soggetti con eccesso di tessuto adiposo e necessità di calo ponderale hanno seguito un regime ipocalorico.
- Gli atleti normopeso sono stati invece orientati verso un percorso di ricomposizione corporea.

È tuttavia fondamentale sottolineare che, prima di impostare un deficit o un surplus energetico, la priorità deve essere la corretta ripartizione dei macronutrienti.

Spesso, l'ottimizzazione della dieta normocalorica attraverso il bilanciamento dei nutrienti è di per sé sufficiente a generare miglioramenti significativi, che la maggior parte dei soggetti non esperti non riesce a ottenere a causa di una gestione alimentare approssimativa, limitando così i benefici potenziali di un'alimentazione correttamente strutturata.

9.3 Impostazione E Conta Dei Nutrienti Nel Piano Alimentare

Al fine di contestualizzare l'applicazione pratica dei fabbisogni energetici e nutrizionali nello sportivo, è possibile esaminare il modello di un soggetto maschile normopeso il cui piano normocalorico sia stato fissato a un apporto giornaliero di 2300 kcal. La strutturazione di un piano alimentare destinato a un individuo che pratica regolarmente attività fisica richiede una calibrazione dei macronutrienti nettamente differenziata rispetto a quella di un sedentario, a causa delle aumentate richieste metaboliche e del turnover proteico indotti dall'esercizio. Nella determinazione di tale assetto bromatologico, la priorità metodologica prevede la definizione della quota proteica e lipidica in relazione al peso corporeo del soggetto, destinando la restante frazione del budget calorico alla copertura tramite i carboidrati. Nello specifico, l'apporto proteico viene impostato a 1,8 g/kg di peso corporeo, un valore in linea con la necessità di

supportare la sintesi proteica e il recupero muscolare, considerando l'equivalente energetico standard di 4 kcal per grammo di proteina. Parallelamente, la quota lipidica viene fissata a 0,8 g/kg, corrispondenti a 9 kcal per grammo, un quantitativo sufficiente a garantire il supporto ormonale e l'integrità strutturale delle membrane cellulari senza gravare eccessivamente sulla digestione. Una volta sottratto l'introito calorico derivante da proteine e grassi dal totale energetico stabilito, la quota rimanente viene interamente coperta dai carboidrati, i quali, apportando 4 kcal per grammo, si configurano come il substrato energetico primario per sostenere l'intensità della performance e risaturare le scorte di glicogeno (Erdman & Burke, 2016).

9.3.1 Proteine (priorità plastica)

Per le proteine nello specifico, l'apporto proteico è stato fissato a 1,8–2,0 g/kg di peso corporeo, in alcuni casi superiore a 2 g/kg per brevi periodi, come già analizzato nella parte introduttiva.

- Calcolo: $75 \text{ kg} \times 1.8 \text{ (g/kg)} = 135 \text{ g}$
- Apporto calorico: $135 \times 4 \text{ (kcal/g)} = 540 \text{ kcal}$

9.3.2 Grassi (priorità ormonale)

Per i grassi, sempre inerentemente alle linee guida viste nella parte introduttiva, si è volutamente deciso di restare fra i valori 0,8-1,2 g/kg.

- Calcolo: $75 \text{ kg} \times 0,8 \text{ (g/kg)} = 60 \text{ g}$
- Apporto calorico: $60 \text{ g} \times 9 \text{ kcal/g} = 540 \text{ kcal}$

9.3.3 Carboidrati (fonte principale di energia)

Stesso discorso è stato fatto per i carboidrati, più o meno maggiorato come già valutato e analizzato nella parte introduttiva seguendo le direttive dell'ISSN (International Society of Sports Nutrition)"

Negli sport di forza, come il powerlifting e altre discipline in cui è richiesto il sollevamento a singola ripetizione di carichi molto pesanti, è spesso consigliato un apporto medio di carboidrati maggiorato per permettere di avere una maggiore quantità di glicogeno disponibile per sforzi anaerobici elevati e di breve durata con un fabbisogno intorno a 4-5 g per kg di peso corporeo.

Per i praticanti di sport di endurance il fabbisogno di carboidrati nel piano alimentare raggiunge anche i 9-12 g per kg.

Per sportivi agonisti professionisti in ciclismo/maratone, per esempio, è necessaria un'assunzione continua e periodica di zuccheri semplici contenuti in gel specifici per poter gestire al meglio lunghi sforzi continui.

Calcoliamo quanto manca per arrivare a 2300 kcal.

- Calorie occupate (Prot + Grassi): $540 + 540 = 1080 \text{ kcal}$

- Calorie rimanenti: $2300 - 1080 = 1220$ kcal
- Calcolo in grammi: $1220 \text{ kcal} : 4 \text{ kcal/g} = 305 \text{ g}$

9.3.4 Schema Finale Normocalorica (75 kg - 2300 kcal)

Macronutriente	Grammi	Calorie	g/kg di peso	% sul totale
Proteine	135 g	540 kcal	1,8 g/kg	23,5%
Grassi	60 g	540 kcal	0,8 g/kg	23,5%
Carboidrati	305 g	1220 kcal	~4,1 g/kg	53%
TOTALE		2300 kcal		100%

Figura 23: Rappresentazione della suddivisione dei macro in un esempio di Normocalorica

9.3.5 Esempio Pratico di Dieta normocalorica 2300 kcal

Pasto	Alimenti	Quantità	Carboidrati (g)	Proteine (g)	Grassi (g)
Colazione	Latte parz. scremato	250 ml	12	8	4
	Fiocchi d'avena	60 g	40	8	4
	Banana	1 media	27	1	0
	Burro di arachidi	15 g	3	4	8
Spuntino mattina (nuovo)	Proteine in polvere (whey)	30 g	2	24	2

Pasto	Alimenti	Quantità	Carboidrati (g)	Proteine (g)	Grassi (g)
	Mandorle	20 g	4	4	10
Pranzo	Pasta integrale	100 g	70	12	2
	Petto di pollo	150 g	0	33	3
	Olio extravergine d'oliva	10 g	0	0	10
	Verdure	q.b.	5	2	0
Spuntino pomeriggio	Yogurt greco 0%	170 g	6	17	0
	Miele	10 g	8	0	0
Cena	Riso basmati	100 g	78	7	1
	Salmone	150 g	0	30	18
	Olio extravergine d'oliva	5 g	0	0	5
	Verdure	q.b.	5	2	0

Figura 24: Rappresentazione di un Piano Normocalorico Completo

Note Tecniche:

- **Rapporto bilanciato:** In questa impostazione (molto comune nel fitness), le calorie provenienti da proteine e grassi sono identiche (540 e 540), rendendo la dieta facile da spiegare e memorizzare.

- **Flessibilità dei carboidrati:** i carboidrati (in questo caso circa 4 g per kg di peso) sono la variabile che si "muove" di più: se il soggetto aumenta l'attività fisica, si alzano i carboidrati; se diventa più sedentario, si abbassano, mantenendo però stabili proteine e grassi.

Al controllo delle 6 settimane, l'adeguamento calorico veniva calibrato non solo sulla variazione ponderale, ma sulla qualità della composizione corporea rilevata tramite circonferenze e pliche. Un incremento di peso e di circonferenze accompagnato da una stabilità delle pliche cutanee confermava l'efficacia del surplus, portando alla decisione di mantenere l'apporto o incrementarlo ulteriormente di un 10% per proseguire la fase di massa.

Un decremento invece delle pliche corporee accompagnato da un più o meno stabile valore delle circonferenze e ad un peso inferiore corrispondeva invece ad un'efficace piano di deficit calorico portandolo ad ulteriore decremento anche qui di circa il 10/15 %.

Per intenderci il valore in kcal in fase di surplus è di circa 100-300 kcal.

Invece in fase di deficit il valore aumenta a circa 200-400 kcal.

Mentre in fase di mantenimento rimane più o meno invariato, si parla di 100 kcal al massimo di differenza.

9.3.6 Esempio Concreto Fase Di Ipercalorica Con Riferimento Alla Normocalorica Precedente

Dieta ipercalorica +200 kcal (~2500 kcal)

Pasto	Alimenti	Quantità	Carboidrati (g)	Proteine (g)	Grassi (g)
Colazione	Latte parz. scremato	300 ml (+50 ml)	15	10	5
	Fiocchi d'avena	70 g (+10 g)	47	9	5
	Banana	1 media	27	1	0
	Burro di arachidi	15 g	3	4	8

Pasto	Alimenti	Quantità	Carboidrati (g)	Proteine (g)	Grassi (g)
Spuntino mattina	Proteine in polvere (whey)	30 g	2	24	2
	Mandorle	25 g (+5 g)	5	5	13
Pranzo	Pasta integrale	110 g (+10 g)	77	13	2
	Petto di pollo	160 g (+10 g)	0	35	3
	Olio extravergine d'oliva	10 g	0	0	10
	Verdure	q.b.	5	2	0
Spuntino pomeriggio	Yogurt greco 0%	170 g	6	17	0
	Miele	15 g (+5 g)	12	0	0
Cena	Riso basmati	110 g (+10 g)	85	8	1
	Salmone	160 g (+10 g)	0	32	20
	Olio extravergine d'oliva	10 g (+5 g)	0	0	10
	Verdure	q.b.	5	2	0

Figura 25: Rappresentazione di una Dieta Ipercalorica con surplus giornaliero di 200 kcal

Totale giornaliero:

- **Carboidrati:** 335 g
- **Proteine:** 145 g
- **Grassi:** 70 g
- **Calorie:** 2500 kcal

Cosa cambia rispetto alla normocalorica?

- carboidrati → più energia per allenamento e recupero
- grassi → supporto ormonale e aumento calorico pulito
- proteine leggermente → migliore stimolo anabolico

aumento distribuito (non “sporco” o sbilanciato)

Perché è una buona ipercalorica

- ✓ surplus moderato (+200 kcal → lean bulk controllato)
- ✓ stessi cibi → facile da seguire
- ✓ aumento progressivo → minimizza accumulo di grasso
- ✓ ideale per forza + massa senza “gonfiarsi”

9.3.7 Esempio Di Fase Ipocalorica Sempre Prendendo Come Riferimento La Normocalorica Iniziale

Dieta ipocalorica (~2050 kcal, -250 kcal)

Pasto	Alimenti	Quantità	Carboidrati (g)	Proteine (g)	Grassi (g)
Colazione	Latte parz. scremato	200 ml (-50 ml)	10	7	3
	Fiocchi d'avena	50 g (-10 g)	33	6	3
	Banana	1 media	27	1	0
	Burro di arachidi	10 g (-5 g)	2	3	5

Pasto	Alimenti	Quantità	Carboidrati (g)	Proteine (g)	Grassi (g)
Spuntino mattina	Proteine in polvere (whey)	30 g	2	24	2
	Mandorle	15 g (-5 g)	3	3	8
Pranzo	Pasta integrale	80 g (-20 g)	56	10	2
	Petto di pollo	150 g	0	33	3
	Olio extravergine d'oliva	5 g (-5 g)	0	0	5
	Verdure	q.b.	5	2	0
Spuntino pomeriggio	Yogurt greco 0%	170 g	6	17	0
	Miele	5 g (-5 g)	4	0	0
Cena	Riso basmati	80 g (-20 g)	62	6	1
	Salmone	120 g (-30 g)	0	24	14
	Olio extravergine d'oliva	5 g	0	0	5
	Verdure	q.b.	5	2	0

Figura 26: Rappresentazione di una Dieta Ipolacorica con una riduzione giornaliera di 250 kcal

La determinazione del bilancio energetico quotidiano — che nel contesto di questo studio si attesta su un target stimato di 2050 kcal, ripartite in 220–230 g di carboidrati, 130–135 g di proteine e 45–50 g di grassi — risponde a criteri bioenergetici ben precisi. In ambito clinico e sportivo, si osserva spesso la necessità di impostare un taglio calorico più marcato durante le fasi di deficit rispetto all'entità del surplus richiesto nelle fasi di ipercalorica. Questa discrepanza non è una scelta arbitraria, ma deriva da una fondamentale asimmetria energetica radicata nella fisiologia umana e nei meccanismi evolutivi di sopravvivenza.

Quando il corpo viene posto in una condizione di ipocalorica, percepisce la carenza di substrati energetici esterni come una minaccia all'omeostasi. Di conseguenza, si attiva un complesso fenomeno noto come **adattamento metabolico**, mirato a difendere le riserve energetiche dell'organismo. Questa risposta protettiva si manifesta attraverso una cascata di eventi coordinati: a livello endocrino si assiste a una downregulation degli ormoni tiroidei, in particolare della triiodotironina libera (T_3), che rallenta il metabolismo basale, parallelamente a un aumento della secrezione di grelina che stimola l'appetito. Dal punto di vista comportamentale e neurobiologico, si verifica una riduzione inconscia del *Non-Exercise Activity Thermogenesis* (NEAT), portando il soggetto a muoversi meno spontaneamente durante la giornata. Poiché questa compensazione verso il basso riduce progressivamente il deficit reale originariamente impostato, la strategia dietetica richiede un taglio iniziale più netto e deciso, essenziale per superare le resistenze metaboliche e indurre una lipolisi efficace senza intaccare la massa magra.

Al contrario, la risposta fisiologica a un regime ipercalorico segue logiche del tutto differenti, in quanto l'organismo non avverte la necessità di attivare meccanismi di difesa biologica di fronte alla disponibilità di energia in eccesso. In regime di surplus, il tasso metabolico tende a salire leggermente a causa dell'incremento della termogenesi indotta dalla dieta (TID) e della spesa energetica complessiva. Parte delle calorie introdotte in eccesso viene infatti dissipata sotto forma di calore, riducendo l'efficienza netta dello stoccaggio adiposo.

Alla luce di questa asimmetria, l'approccio strategico nei due contesti deve essere diametralmente opposto. Mentre in fase ipocalorica è necessario stimolare il sistema in modo chiaro per contrastare il risparmio energetico riflesso dell'organismo, in fase ipercalorica è sufficiente e auspicabile inserire un surplus minimo efficace — generalmente quantificabile tra le +150 e le +300 kcal rispetto al fabbisogno di mantenimento. Questo approccio minimalista in ipercalorica permette di sostenere la sintesi proteica e la costruzione di massa muscolare in modo controllato, limitando al contempo l'accumulo di tessuto adiposo superfluo che deriverebbe dalla saturazione delle capacità di stoccaggio dei nutrienti.

10 Integrazione Consigliata

In tutti i soggetti sportivi seguiti è stato consigliato l'utilizzo di integratori quali:

- multivitaminici
- proteine in polvere
- creatina
- omega -3

10.1 Multivitaminici

I formulati multivitaminici rappresentano supplementi nutrizionali complessi, caratterizzati da una combinazione sinergica di vitamine ed elementi minerali essenziali (quali le vitamine dei gruppi A, B, C, D, E, associati a micronutrienti minerali come zinco, magnesio, ferro e selenio).



Figura 27: Illustrazione di un comune multivitaminico in commercio

Sotto il profilo bioenergetico, tali composti non esercitano un'azione stimolante diretta, né possiedono proprietà ergogene intrinseche volte all'incremento della massa muscolare o alla riduzione del tessuto adiposo. La loro ratio applicativa risiede primariamente nella capacità di colmare eventuali lacune nutrizionali e ottimizzare l'omeostasi cellulare nell'atleta.

L'utilità di questa integrazione nel soggetto sportivo è giustificata, in prima istanza, dall'incremento del fabbisogno indotto dall'esercizio fisico. L'attività motoria intensa comporta infatti un aumento della spesa energetica, un'accelerazione del turnover cellulare e una stimolazione dei processi di riparazione tissutale. Tali dinamiche determinano una deplezione e un conseguente maggiore utilizzo di micronutrienti specifici: le vitamine del gruppo B, ad esempio, operano come cofattori enzimatici cruciali nelle vie metaboliche deputate alla conversione dei macronutrienti in energia; il magnesio risulta fondamentale per la sintesi di ATP cellulare, mentre lo zinco sostiene la funzionalità ormonale e la contrattilità muscolare. Una carenza subclinica di questi elementi rischia di compromettere l'efficienza dei sistemi energetici, inficiando la resa atletica anche a parità di apporto calorico.

Parallelamente alle aumentate richieste biologiche, si riscontra una frequente difficoltà pratica nel soddisfare interamente tali fabbisogni attraverso la sola alimentazione, persino all'interno di piani dietetici accuratamente strutturati. La densità micronutrizionale dei cibi è per sua natura variabile, influenzata da fattori quali la stagionalità, le tecniche di coltivazione, la qualità del suolo e i metodi di cottura. Inoltre, la routine organizzativa di molti atleti tende a favorire schemi alimentari monotoni e ripetitivi, che limitano la varietà dei nutrienti introdotti. In questo scenario, il multivitaminico si configura come una vera e propria "rete di sicurezza nutrizionale" atta a prevenire stati carenziali.

Questo supporto biochimico si rivela essenziale anche per la modulazione della risposta immunitaria e la gestione dello stress fisiologico. L'allenamento ad alto volume o ad alta intensità induce microlesioni muscolari e picchi ematici di cortisolo, configurando una transitoria finestra

di immunodepressione e un aumento dello stress ossidativo. L'apporto esogeno di agenti antiossidanti e immunomodulatori — quali la vitamina C, la vitamina D e lo zinco — coadiuva la neutralizzazione dei radicali liberi e sostiene le difese immunitarie, accelerando le tempistiche di recupero tra le sessioni.

L'indicazione all'uso di tali integratori diviene particolarmente stringente durante le fasi di restrizione calorica. Nei regimi ipocalorici, la necessaria riduzione volumetrica del cibo introdotto contrae inevitabilmente l'introito complessivo di vitamine e minerali, esacerbando il rischio di deficit. In tale contesto, l'integrazione permette di salvaguardare la copertura dei fabbisogni minimi, garantendo il mantenimento delle performance neuromuscolari e l'efficienza dei processi di recupero a dispetto del bilancio energetico negativo.

In conclusione, sebbene i complessi multivitaminici non agiscano direttamente sui parametri della performance atletica, essi operano un'ottimizzazione dell'ambiente fisiologico generale, creando i presupposti necessari affinché l'atleta possa esprimere e mantenere il proprio potenziale. È tuttavia doveroso evidenziare, in linea con le evidenze di Huang et al. (2021), che la supplementazione non può in alcun modo surrogare i benefici di una dieta equilibrata, né tantomeno compensare condotte alimentari inadeguate. L'efficacia terapeutica e sportiva di questi integratori trova la sua massima espressione clinica esclusivamente qualora sussistano condizioni di accertata parzialità dietetica, elevato stress psicofisico o marcata restrizione calorica.

10.2 Creatina

La creatina (acido alphas-metilguanidinoacetico) rappresenta uno degli integratori più studiati e validati dalla letteratura scientifica internazionale nel contesto delle discipline di forza e delle attività ad alta intensità. Si tratta di un composto azotato non proteico sintetizzato per via endogena a livello epatico, renale e pancreatico a partire dagli amminoacidi glicina, arginina e metionina, oltre a essere introdotto esogenamente attraverso la dieta, principalmente tramite il consumo di carne e pesce. All'interno del tessuto muscolare scheletrico, circa il 65-70% della creatina totale viene immagazzinata sotto forma di fosfocreatina (PCr), una molecola ad alta energia che costituisce il fulcro del sistema energetico anaerobico alattacido.



Figura 28: Rappresentazione a scopo illustrativo di un contenitore di creatina disponibile in commercio

Il meccanismo d'azione della creatina risiede nella cinetica di risintesi dell'adenosina trifosfato (ATP). Durante sforzi massimali e di breve durata, come il sollevamento pesi, gli sprint o i

protocolli di High-Intensity Interval Training (HIIT), l'efficienza dei sistemi energetici dipende strettamente dalla rapidità con cui l'organismo rigenera le molecole di ATP consumate. La fosfocreatina funge da donatore immediato di un gruppo fosfato per l'adenosina difosfato (ADP), reazione catalizzata dall'enzima creatina chinasi. Incrementando la disponibilità di fosfocreatina intramuscolare mediante la supplementazione, si ottimizza la velocità di questo processo, potenziando la capacità dell'atleta di sostenere e reiterare sforzi ad altissima intensità.

Le implicazioni di questo potenziamento bioenergetico sulla performance atletica sono molteplici. In primo luogo, l'aumento delle riserve di fosfocreatina si traduce in un incremento diretto della forza massimale e della potenza esplosiva. In secondo luogo, l'ottimizzazione della risintesi di ATP accelera il recupero tra le serie di allenamento, consentendo all'atleta di tollerare un volume di lavoro complessivo superiore, sia in termini di ripetizioni eseguite sia di carico sollevato. Questo aumento del carico di lavoro agisce come un potente stimolo indiretto per l'ipertrofia muscolare sul lungo periodo. Inoltre, la creatina esercita un effetto osmotico, promuovendo un incremento dell'acqua intracellulare. Questo fenomeno di volumizzazione cellulare non solo conferisce un aspetto più turgido al muscolo, ma funge anche da segnale biologico che stimola la sintesi proteica e l'anabolismo cellulare. Oltre ai benefici prettamente neuromuscolari, recenti evidenze scientifiche attribuiscono alla creatina proprietà protettive a livello del sistema nervoso centrale, evidenziando risvolti positivi sulle funzioni cognitive, sulla soglia di attenzione e sulla mitigazione della fatica mentale, in particolare in contesti caratterizzati da elevato stress psicofisico o privazione di sonno.

Sotto il profilo metodologico, l'ottimizzazione dei depositi muscolari può essere perseguita attraverso differenti protocolli di assunzione. Il modello standard, frequentemente adottato nella pratica clinica e sportiva per la sua linearità e tollerabilità, prevede l'assunzione cronica di una dose di mantenimento pari a 3–5 g al giorno, somministrata quotidianamente sia nei giorni di allenamento sia in quelli di riposo. Esiste, in alternativa, un protocollo basato su una fase di carico iniziale, caratterizzato dall'assunzione di circa 20 g al giorno suddivisi in più somministrazioni per una durata di 5–7 giorni, seguita dalla medesima dose di mantenimento di 3–5 g al giorno. Sebbene la fase di carico consenta una saturazione dei recettori muscolari in tempi più rapidi, essa non si rivela strettamente indispensabile ai fini dell'efficacia a lungo termine e può talvolta indurre lievi disturbi gastrointestinali in soggetti sensibili.

Per quanto concerne il timing di assunzione, le evidenze suggeriscono che l'orario non rivesta un ruolo critico rispetto alla costanza della somministrazione quotidiana. Tuttavia, dal punto di vista strategico, l'assunzione nel post-allenamento o in concomitanza con un pasto ricco di carboidrati e proteine può risultare vantaggiosa, sfruttando la spinta insulinica per facilitare l'ingresso della creatina nelle cellule muscolari tramite i trasportatori specifici.

In conclusione, la creatina monoidrato si configura come un integratore estremamente efficace e sicuro; in soggetti sani e ai dosaggi raccomandati, la letteratura concorda sul fatto che non vi siano evidenze di danni a carico della funzionalità renale o epatica. L'unico effetto collaterale riscontrabile, di natura puramente fisiologica, è rappresentato dall'incremento ponderale iniziale, riconducibile alla ritenzione idrica intracellulare e all'aumento della massa d'acqua corporea, dinamica che riflette l'avvenuta ed efficace saturazione del tessuto muscolare (Kreider et al., 2017).

10.3 Proteine In Polvere

Le proteine in polvere, con particolare riferimento alle whey protein isolate (WPI), costituiscono una fonte proteica ad altissimo valore biologico estratta dal siero del latte. Il processo di isolamento mediante microfiltrazione a flusso incrociato o scambio ionico conferisce a questa specifica materia prima un grado di purificazione estremamente elevato, determinando una frazione proteica netta generalmente superiore al 90% e riducendo al minimo la presenza di lipidi e di lattosio. Questa peculiare composizione biochimica si traduce in una digeribilità ottimale e in una cinetica di assorbimento e assimilazione straordinariamente rapida, rendendo gli aminoacidi immediatamente disponibili per il torrente ematico.



Figura 29: Rappresentazione a scopo illustrativo delle Proteine in Polvere

Nel contesto della nutrizione sportiva, la rilevanza delle whey isolate è intrinsecamente legata al loro profilo amminoacidico, caratterizzato da un'elevata concentrazione di aminoacidi essenziali (EAA) e, nello specifico, di aminoacidi a catena ramificata (BCAA). Tra questi, la leucina riveste un ruolo biologico primario, agendo come vero e proprio interruttore molecolare capace di attivare il complesso della protein-chinasi mammalian target of rapamycin (mTORC1). Questo pathway di segnalazione intracellulare è il principale responsabile dell'avvio della sintesi proteica muscolare (Muscle Protein Synthesis - MPS), un meccanismo biochimico imprescindibile per supportare i processi di riparazione strutturale, il recupero e l'adattamento ipertrofico in risposta agli stimoli meccanici indotti dall'allenamento contro resistenze.

Sotto il profilo strategico e applicativo, l'inclusione delle proteine in polvere risponde a criteri di sostenibilità e praticità nella gestione del piano alimentare dell'atleta. Il raggiungimento del fabbisogno proteico quotidiano — che nella letteratura scientifica rivolta a soggetti sportivi si attesta stabilmente in un range compreso tra 1,6 e 2,2 g/kg di peso corporeo in base agli obiettivi specifici — può risultare complesso se affidato esclusivamente alle fonti alimentari solide. Le WPI si rivelano particolarmente efficienti nei contesti di restrizione calorica o di elevato dispendio energetico, in quanto permettono di isolare l'apporto dei soli aminoacidi, garantendo una quota proteica elevata a fronte di un impatto calorico estremamente contenuto e privo di grassi o carboidrati accessori.

Nel protocollo d'intervento considerato, la somministrazione di una dose standard di circa 30 g di proteine isolate è stata strategicamente collocata nelle finestre temporali intercorrenti tra i pasti principali. Questa periodizzazione dei nutrienti (protein pacing) è finalizzata a ottimizzare la distribuzione della quota proteica nell'arco delle ventiquattro ore, garantendo il raggiungimento della "soglia leucina" a ogni assunzione e mantenendo costante lo stimolo anabolico, limitando al contempo i fenomeni di proteolisi. In conclusione, è opportuno ribadire che tali formulati non

devono essere intesi come sostituti di una dieta variata ed equilibrata, bensì come un supporto nutrizionale e tecnologico funzionale alla gestione logistica e quantitativa della quota proteica in ambito sportivo (Phillips, 2015).

10.4 OMEGA-3

Gli acidi grassi omega-3 rappresentano una classe di lipidi polinsaturi essenziali, fondamentali per il corretto funzionamento dell'organismo umano. Tra questi, gli acidi eicosapentaenoico (EPA) e docosaesaenoico (DHA) rivestono un ruolo particolarmente rilevante in ambito sportivo, in quanto coinvolti in numerosi processi fisiologici legati alla risposta allo sforzo e al recupero.



Figura 30: Rappresentazione a scopo illustrativo degli omega-3 e di una delle sue principali fonti, ovvero il salmone

Nel soggetto sportivo, l'intensa attività fisica determina un aumento dello stress ossidativo e della risposta infiammatoria, fenomeni che, se non adeguatamente controllati, possono compromettere il recupero e la performance. In questo contesto, gli omega-3 si distinguono per la loro capacità di modulare i processi infiammatori, contribuendo alla riduzione della produzione di mediatori pro-infiammatori e favorendo un ambiente fisiologico più favorevole al recupero muscolare.

Un ulteriore aspetto di rilievo riguarda il ruolo degli omega-3 nella funzione muscolare. Diversi studi suggeriscono che EPA e DHA possano contribuire a migliorare la sintesi proteica muscolare e a ridurre il danno muscolare indotto dall'esercizio, con conseguente attenuazione del dolore muscolare a insorgenza ritardata (DOMS). Questo si traduce in tempi di recupero più rapidi e in una maggiore capacità di sostenere carichi di allenamento elevati.

Dal punto di vista cardiovascolare, gli omega-3 esercitano effetti benefici sulla funzione endoteliale e sulla regolazione della frequenza cardiaca, contribuendo a migliorare l'efficienza del sistema cardiovascolare, elemento chiave soprattutto negli sport di endurance. Parallelamente, il DHA svolge un ruolo cruciale a livello del sistema nervoso centrale, supportando funzioni cognitive quali attenzione, concentrazione e tempi di reazione, aspetti determinanti in molte discipline sportive.

Nel complesso, l'integrazione o un adeguato apporto alimentare di omega-3 si configura come una strategia nutrizionale efficace per supportare la performance sportiva, migliorare il recupero e promuovere uno stato di salute ottimale. Tuttavia, è importante sottolineare come il fabbisogno debba essere sempre personalizzato in base alle caratteristiche individuali dell'atleta, al tipo di sport praticato e al carico di allenamento (Calder, 2023).

RISULTATI

11.1 ANALISI DEI DATI

Al termine del progetto, sono stati elaborati i dati raccolti da due gruppi di soggetti: un gruppo costituito da individui che hanno seguito un piano terapeutico personalizzato e un gruppo di controllo composto da soggetti sportivi che seguivano una dieta libera, senza aver intrapreso un percorso strutturato con un dietista o nutrizionista.

Il gruppo dei soggetti con Piano Terapeutico comprendeva 37 individui, mentre il gruppo dei soggetti a Dieta Libera, utilizzato come controllo, comprendeva 60 individui.

I dati ottenuti sono stati rappresentati graficamente, analizzati e successivamente confrontati tra i due gruppi. Nella descrizione dei risultati e nella discussione, i soggetti appartenenti al primo gruppo sono stati indicati come “soggetti Piano Terapeutico”, mentre quelli appartenenti al secondo gruppo sono stati definiti “soggetti Dieta Libera”.

I grafici relativi alla distribuzione per sesso ed età sono stati inseriti con finalità descrittiva e illustrativa, ma non sono stati utilizzati per i successivi confronti statistici dello studio.

11.2 Risultati inerenti al Soggetti aderenti al Piano Terapeutico

Iniziamo con i grafici che rappresentano il campione dello studio denominato Piano Terapeutico

11.3 Distribuzione della popolazione in base all'età



Figura 31: Grafico che illustra la suddivisione per età

11.4 Distribuzione della popolazione in base al Sesso



Figura 32: Grafico che illustra la suddivisione per sesso

11.5 Aderenza al Questionario Medas da parte del gruppo aderente al Piano Terapeutico

Come mostrato in Figura 33, l'aderenza alla Dieta Mediterranea, valutata mediante questionario MEDAS, ha mostrato una variabilità interindividuale tra i 37 piani terapeutici analizzati. Il punteggio medio osservato è stato pari a 8,49, indicando nel complesso un livello di aderenza moderato-buono. I valori registrati si distribuiscono prevalentemente in un intervallo medio-alto, con diversi soggetti che raggiungono punteggi compresi tra 10 e 12, mentre una quota minore presenta punteggi più bassi, indicativi di una minore aderenza al modello mediterraneo. Nessun soggetto ha raggiunto il punteggio massimo teorico del MEDAS, pari a 14 punti, e il valore massimo osservato nel campione è stato 12.

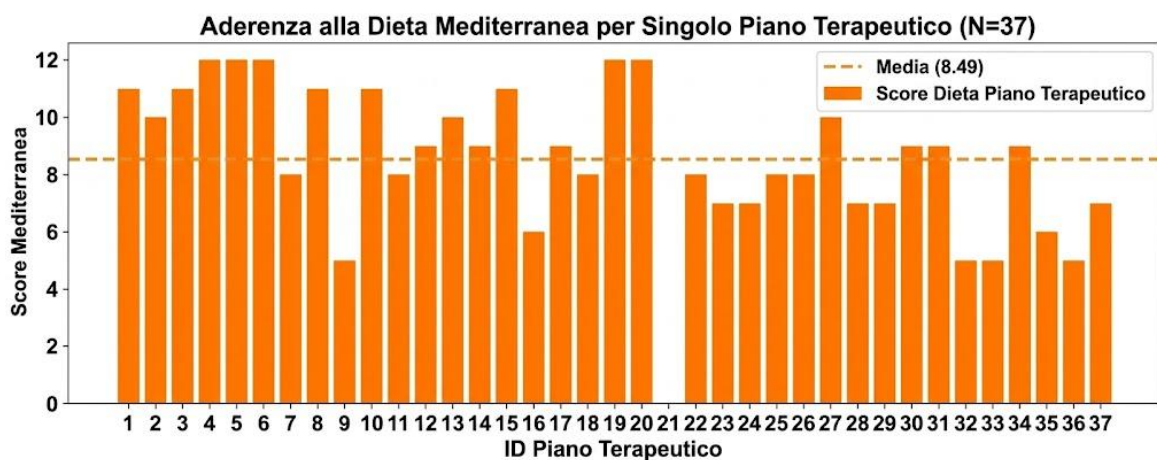


Figura 33: Punteggio di Aderenza alla Dieta Mediterranea per ogni soggetto del gruppo aderente al Piano Terapeutico. La linea tratteggiata indica il valore medio ottenuto

11.6 Valutazione dello Stress Totale del gruppo aderente al Piano Terapeutico

L'analisi del punteggio totale di stress nei 37 soggetti appartenenti al gruppo Piano Terapeutico ha evidenziato un'elevata variabilità interindividuale.

La scala dell'asse delle ordinate è stata mantenuta ampia per rappresentare correttamente l'intera distribuzione dei dati e consentire la visualizzazione dei valori più elevati senza comprimerne graficamente l'andamento.

Il valore medio del campione è risultato pari a 32,30, ma la distribuzione dei punteggi non appare omogenea: alcuni soggetti presentano valori contenuti, inferiori a 20 punti, mentre altri mostrano punteggi nettamente superiori alla media.

In particolare, si osservano diversi soggetti con livelli di stress elevati, con valori superiori a 50 punti e alcuni casi che raggiungono punteggi prossimi o superiori a 70. Questi valori più alti contribuiscono ad aumentare la dispersione complessiva del campione e indicano la presenza di soggetti caratterizzati da un maggiore carico percepito di stress rispetto alla media del gruppo.

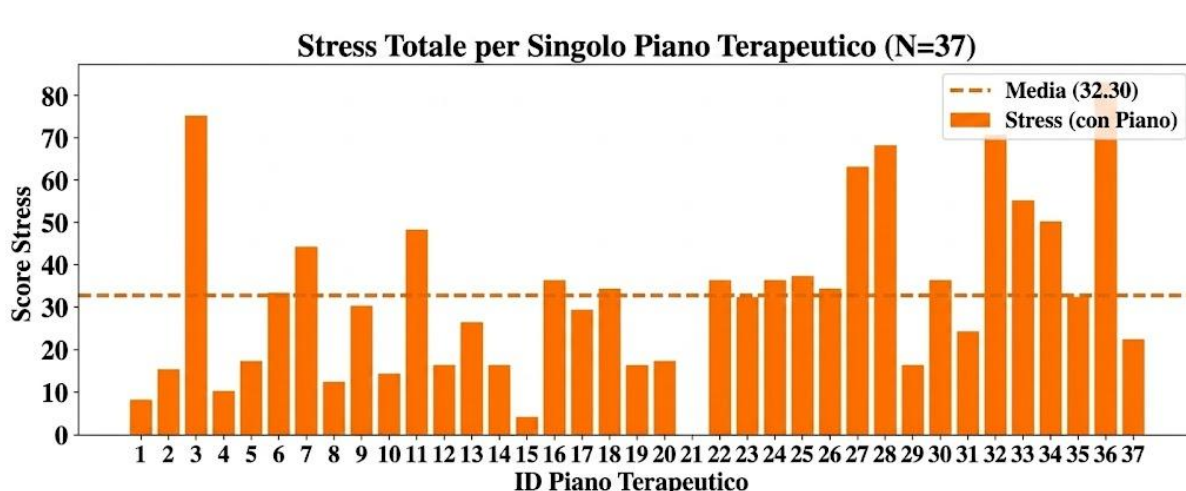


Figura 34: Punteggio relativo allo Stress Totale per ogni individuo aderente al Piano Terapeutico, ottenuto mediante il questionario Rest-q-Sport. La linea tratteggiata indica il valore medio ottenuto.

11.7 Valutazione del Recupero Totale del gruppo aderente al Piano Terapeutico

L'esame approfondito dei dati relativi al recupero totale, monitorato sui 37 soggetti sottoposti al Piano Terapeutico, mette in luce una marcata eterogeneità nei profili individuali.

La scala dell'asse delle ordinate è stata impostata su un range da 0 a 100 per rappresentare correttamente l'intera estensione teorica e reale della distribuzione dei dati, consentendo la visualizzazione dei picchi massimi senza comprimerne graficamente l'andamento.

Sebbene il valore medio del campione si attesti a 57,89, l'andamento dei punteggi si rivela fortemente disomogeneo lungo tutta la coorte: si riscontrano infatti sia soggetti con livelli di recupero particolarmente ridotti, inferiori a 40 o persino a 30 punti (con il minimo registrato dal soggetto 37 e la mancata rilevazione per i casi 20 e 21), sia individui che si collocano ben al di sopra della tendenza media generalizzata.

In particolare, si osservano diversi soggetti con livelli di recupero decisamente elevati, con valori ampiamente superiori a 80 punti e alcuni casi spiccatamente virtuosi che raggiungono o superano i 90 punti (come nel caso dei soggetti 8 e 10). Questi valori più alti contribuiscono ad aumentare

la dispersione complessiva del campione e indicano la presenza di soggetti caratterizzati da un ottimo outcome e da una maggiore capacità percepita di recupero rispetto alla media del gruppo.

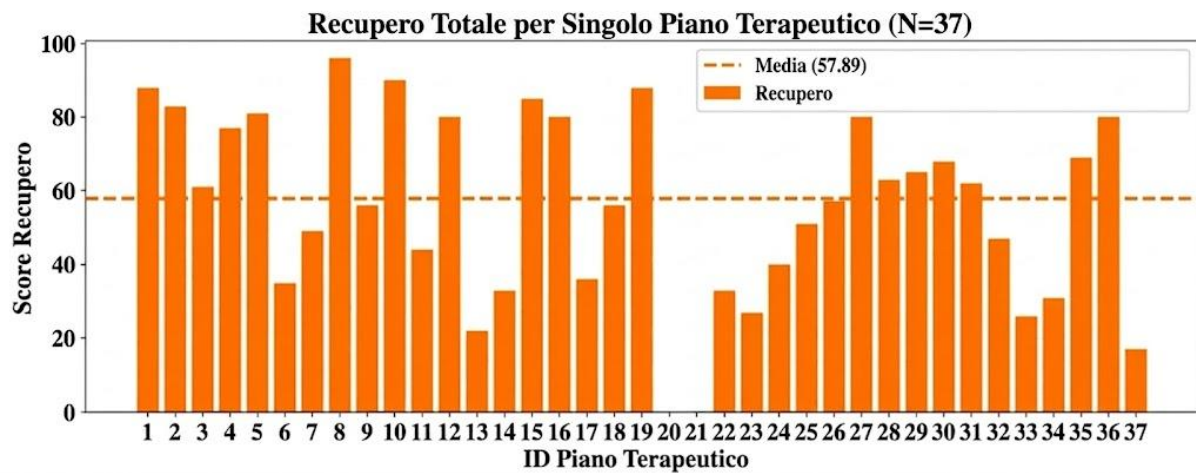


Figura 35: Punteggio relativo allo Stress Totale per ogni individuo aderente al Piano Terapeutico, ottenuto mediante il questionario Rest-q-Sport. La linea tratteggiata indica il valore medio ottenuto.

12 Risultati inerenti ai Soggetti che hanno seguito una Dieta Libera

Di seguito sono riportati i risultati del secondo gruppo di campione denominato Dieta Libera.

12.1 Distribuzione della popolazione in base all'età

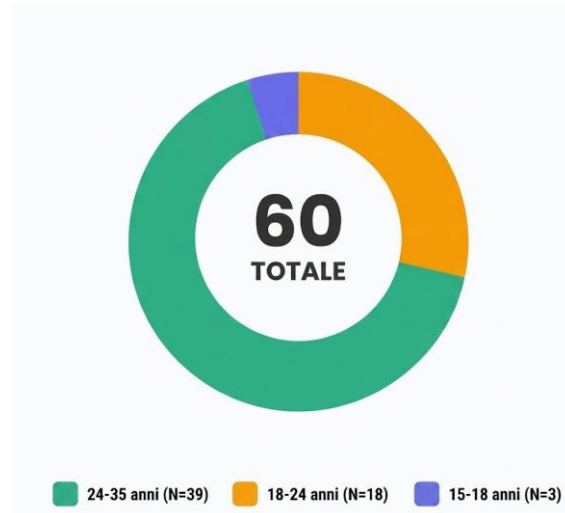


Figura 36: Suddivisione in base alle età dei soggetti

12.2 Distribuzione della popolazione in base al Sesso

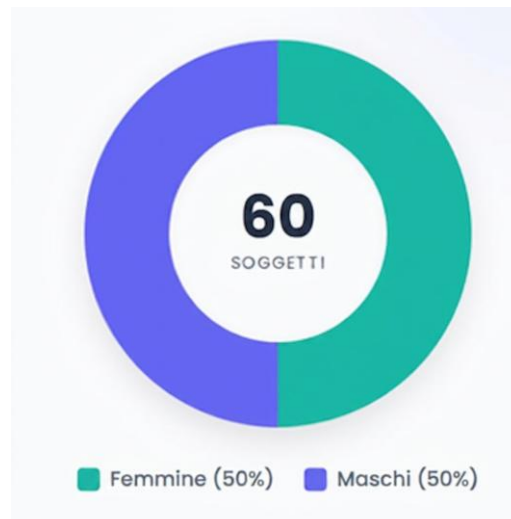


Figura 37: suddivisione in base al sesso

12.3 Aderenza al Questionario Medas del gruppo mantenuto a Dieta Libera

L'analisi del punteggio totale di aderenza alla dieta mediterranea nei 60 soggetti appartenenti al gruppo Dieta Libera ha evidenziato una spiccata variabilità interindividuale.

La scala dell'asse delle ordinate è stata calibrata in modo preciso per contenere l'intera estensione dei punteggi MEDAS osservati (fino a un massimo di 13 punti), permettendo di mappare visivamente ogni singola oscillazione senza alcuna compressione grafica del dato.

Il valore medio del campione è risultato pari a 7,60, ma la distribuzione dei punteggi mostra un andamento tutt'altro che omogeneo tra i singoli partecipanti: molti soggetti si collocano al di sotto della linea di tendenza media, evidenziando score speculari a scelte alimentari frammentarie, mentre una porzione ristretta mostra un'aderenza nettamente superiore.

In particolare, si osservano diversi soggetti con livelli di aderenza minimi o marcatamente insufficienti, con valori che scendono frequentemente a 5 punti e che registrano il picco più basso in corrispondenza del soggetto ID 27, il quale totalizza un punteggio pari a 3. Sul versante opposto, si rilevano rari casi isolati caratterizzati da un'ottima compliance spontanea al modello mediterraneo, con punteggi pari o superiori a 10; tra questi spicca l'ID 14, che raggiunge il valore massimo assoluto di 13 punti, seguito dall'ID 51 con uno score di 12. Questi exploit individuali contribuiscono a innalzare matematicamente la media complessiva, pur non rispecchiando l'andamento della maggior parte del campione in esame.

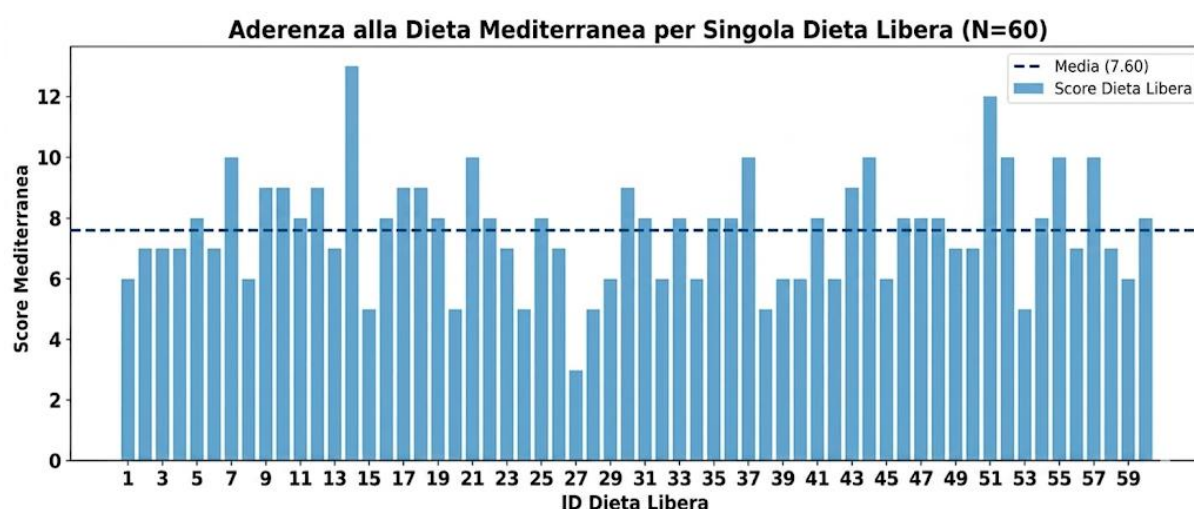


Figura 38: Punteggio di Aderenza alla Dieta Mediterranea per ogni soggetto del gruppo aderente al Piano Terapeutico. La linea tratteggiata indica il valore medio ottenuto.

12.4 Valutazione dello Stress Totale del gruppo mantenuto a Dieta Libera

Passando all'esame dello stress totale nel gruppo in Dieta Libera (N=60), l'istogramma riportato in Figura 39 offre una panoramica dettagliata sulla distribuzione dei singoli punteggi, mettendo in luce una marcata frammentazione delle risposte individuali.

Anche in questa rappresentazione, l'asse delle ordinate mantiene un'estensione ampia per accogliere l'estrema dispersione dei dati, evitando di comprimere visivamente le risposte più acute.

Il valore medio calcolato per questo braccio sperimentale si attesta a 36,47; tale valore, rappresentato dalla linea tratteggiata, funge tuttavia da semplice astrazione matematica che non riesce a riflettere fedelmente la reale ed eterogenea condizione psicofisica dei partecipanti.

Emergono infatti forti discrepanze tra i soggetti all'interno del grafico: una quota rilevante esibisce un ottimo controllo dello stress con punteggi marcatamente ridotti, che scendono sotto i 15 punti o sfiorano lo zero (come nei casi degli ID 24 e 42). Al polo opposto, si registra una presenza cospicua di soggetti che manifestano un carico tensivo severo, i cui score superano abbondantemente la soglia dei 60 punti; emblematico è il caso del soggetto ID 19, il quale mostra il picco acuto più elevato dell'intero campione, spingendosi oltre gli 80 punti.

L'andamento del grafico conferma, in definitiva, come l'autogestione dello stile di vita si associ a un quadro psicofisico altamente polarizzato e privo di omogeneità, dove le singole realtà personali si distanziano in modo netto dal valore medio di gruppo.

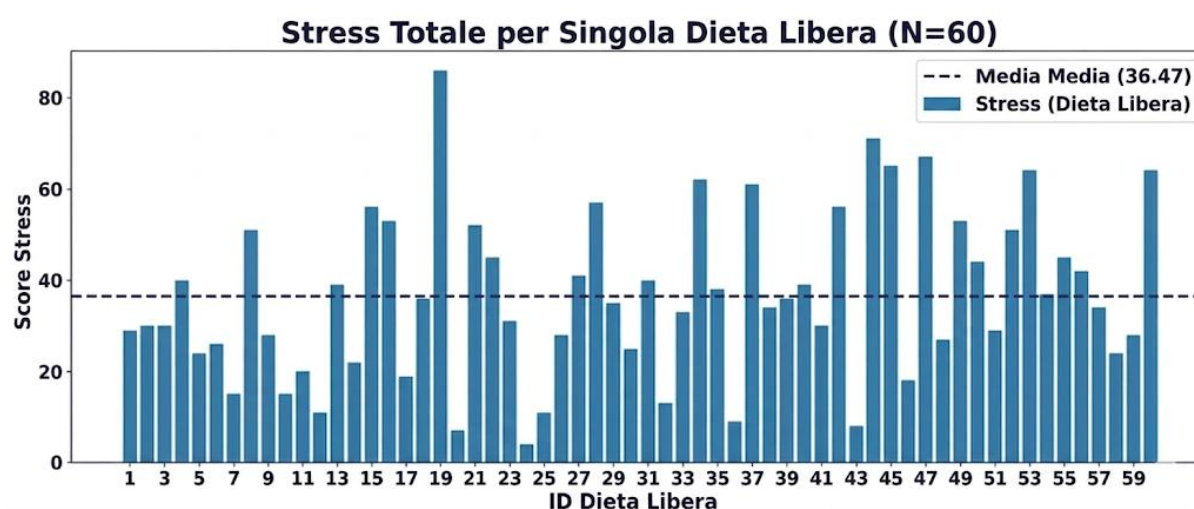


Figura 39: Punteggio relativo allo Stress Totale per ogni individuo aderente al Piano Terapeutico, ottenuto mediante il questionario Rest-q-Sport. La linea tratteggiata indica il valore medio ottenuto.

12.5 Valutazione del Recupero Totale del gruppo mantenuto a Dieta Libera.

Focalizzando infine l'attenzione sulle capacità rigenerative complessive del gruppo in Dieta Libera (N=60), l'istogramma in Figura 40 delinea l'andamento dello Score Recupero individuale, mostrando anche in questo caso una marcata frastagliatura dei dati. La scelta di mantenere l'asse delle ordinate interamente esteso fino a 100 permette di mappare graficamente questo vasto spettro di risposte senza comprimerne i dati. La linea tratteggiata identifica un valore medio di 56,63, un parametro centrale che tuttavia appiattisce visivamente una realtà individuale estremamente diversificata e soggettiva.

Dall'osservazione delle singole barre si nota chiaramente come l'assenza di un vincolo terapeutico si traduca in risposte fortemente altalenanti nel campione. Da un lato, un gruppo consistente di soggetti manifesta evidenti difficoltà nei processi di ripristino psicofisico, con punteggi che

crollano frequentemente al di sotto della soglia dei 30 punti (come per gli ID 5, 7, 20 e 55) o che toccano addirittura minimi critici pari a 20 punti, come si osserva nel soggetto ID 26. Al contrario, si distingue una serie di picchi d'eccellenza in cui i partecipanti sperimentano capacità di recupero straordinarie, superando ampiamente il punteggio di 80 o proiettandosi a ridosso del valore massimo della scala; spiccano in tal senso gli ID 24, 36 e 43, i cui score superano con decisione la soglia dei 90 punti.

L'andamento complessivo in Figura 40 conferma, in conclusione, come il regime autogestito dia origine a risposte fortemente polarizzate: una parte dei soggetti riesce spontaneamente a mantenere un'ottima efficienza rigenerativa, mentre un'altra quota altrettanto significativa palesa carenze evidenti, ribadendo ancora una volta l'inadeguatezza della sola media aritmetica nel descrivere la reale complessità biologica del campione.

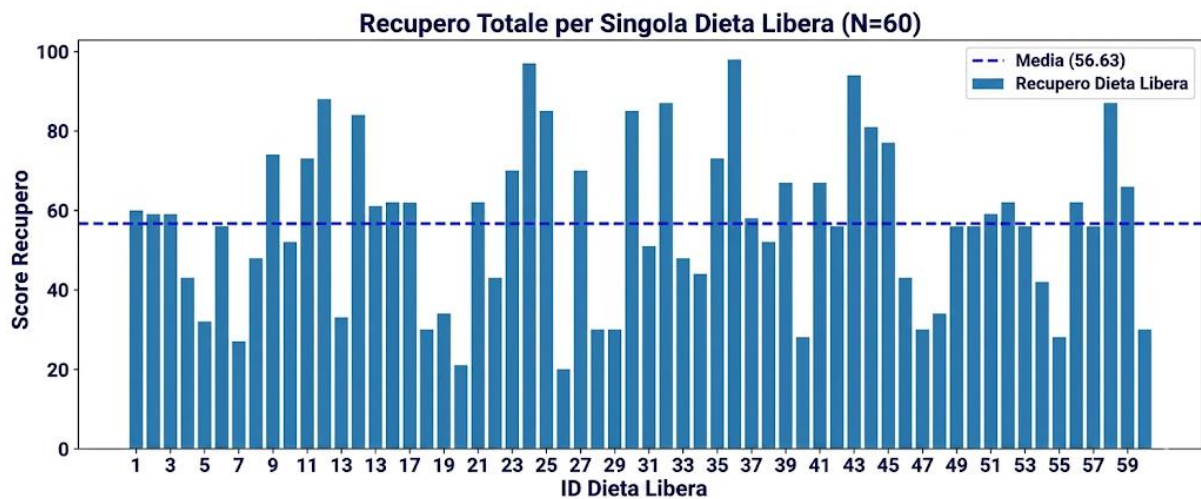


Figura 40: Punteggio relativo allo Recupero Totale per ogni individuo aderente al Piano Terapeutico, ottenuto mediante il questionario Rest-q-Sport. La linea tratteggiata indica il valore medio ottenuto.

13 Analisi dei Risultati: Studio di un Caso Clinico di Ricomposizione Corporea nell'Atleta

Al fine di contestualizzare i dati raccolti sulla popolazione dello studio, viene qui esaminato il percorso di ricomposizione corporea e ottimizzazione nutrizionale di un soggetto sportivo, seguito in ambito ambulatoriale durante il periodo di tirocinio. L'obiettivo principale del protocollo è stato il miglioramento della composizione corporea — inteso come riduzione della massa grassa e preservazione/incremento della massa magra — parallelamente alla gestione strategica dei carichi energetici per supportare la performance e il recupero psicofisico.

I dati antropometrici e plicometrici completi sono stati rilevati nel corso di quattro visite distinte.

13.1 Prima Visita: Linea di Base (Baseline)

Al controllo iniziale, l'atleta presentava un peso corporeo di 81,2 kg a fronte di un'altezza di 168 cm. L'analisi antropometrica ha evidenziato una circonferenza vita di 83,5 cm, una circonferenza ombelicale di 84,5 cm e una circonferenza rilevata 3 cm sotto l'ombelico pari a 85 cm. La valutazione plicometrica iniziale ha mostrato i seguenti valori:

- Plica addominale: 22 mm
- Plica sovrailiaca: 24,51 mm
- Plica pettorale: 11 mm
- Plica sottoscapolare: 16 mm
- Plica tricipitale: 20 mm
- Plica della gamba: 31 mm

Il primo approccio nutrizionale (Dieta 1) è stato impostato su un regime di ciclizzazione calorica e dei carboidrati (carb-cycling) per favorire l'efficienza metabolica:

- Giorni ON: 2400 kcal, 189 g di proteine (P), 53,5 g di grassi (G), 290,5 g di carboidrati (C) e 21 g di fibre (F).
- Giorni OFF: 2150 kcal, 166,6 g di proteine, 76 g di grassi, 200,8 g di carboidrati e 21 g di fibre.

13.2 Seconda Visita: Reset Metabolico

Al secondo controllo, si è registrato un marcato calo ponderale, con il peso sceso a 75,6 kg (-5,6 kg). Questo decremento riflette una rapida deplezione del glicogeno muscolare, la perdita di liquidi intracellulari ed extracellulari e l'avvio del processo di lipolisi.

Le circonferenze si sono ridotte in modo uniforme (vita: 79 cm; ombelicale: 79,5 cm; 3 cm sotto-ombelicale: 79,8 cm). Parallelamente, il profilo plicometrico ha mostrato una netta flessione della componente adiposa: plica addominale a 16 mm, sovrailiaca a 17 mm, pettorale a 7 mm, sottoscapolare a 12 mm e tricipitale a 16 mm, con la plica della coscia/gamba assestata a 24 mm.

Per evitare stalli metabolici e sostenere le richieste energetiche dell'attività fisica, la strategia nutrizionale è stata modificata incrementando l'apporto glucidico e calorico (Dieta 2):

Giorni ON: 2650 kcal (P: 185 g, G: 50,7 g, C: 361,5 g, F: 26 g).

Giorni OFF: 2460 kcal (P: 145 g, G: 75,8 g, C: 301 g, F: 30 g).

13.3 Terza Visita: Stabilizzazione e Shift Metabolico

La terza visita ha evidenziato una sostanziale stabilizzazione del peso corporeo, pari a 75,2 kg (-400 g rispetto alla seconda visita), segno del raggiungimento di un nuovo equilibrio omeostatico. Le circonferenze centrali hanno mostrato un ulteriore, seppur lieve, affinamento (vita: 78 cm; ombelicale: 78 cm; 3 cm sotto-ombelicale: 79 cm).

L'aspetto più rilevante è emerso dal trend plicometrico, che ha confermato la prosecuzione della perdita di massa grassa localizzata nonostante la stabilità del peso: la plica addominale è scesa a 12 mm, la sovrailiaca a 13 mm, la pettorale a 6 mm, la sottoscapolare a 11 mm e la tricipitale a 11 mm, con una plica della gamba a 18,5 mm. Questa dissociazione tra calo ponderale minimo e riduzione plicometrica è l'indicatore clinico standard di una ricomposizione corporea di successo (perdita di grasso e simultaneo guadagno/ripristino di massa magra e idratazione muscolare).

Per supportare questo shift e incrementare la spinta anabolica/ipertrofica negli allenamenti, la quota di carboidrati è stata ulteriormente alzata (Dieta 3):

- Giorni ON: 3000 kcal (P: 165 g, G: 64 g, C: 436 g, F: 25 g).
- Giorni OFF: 2650 kcal (P: 167 g, G: 77,4 g, C: 319,6 g, F: 33 g).

13.4 Quarta Visita: Ottimizzazione Finale

Al quarto controllo, il peso si è definitivamente stabilizzato a 75,4 kg (+200 g), confermando la sostenibilità del piano energetico. Le circonferenze si sono ridotte ulteriormente nei punti critici dell'accumulo adiposo maschile (vita: 73,5 cm; ombelicale: 73,5 cm; 3 cm sotto-ombelicale: 73 cm).

Il quadro plicometrico finale ha documentato il raggiungimento di uno stato di eccellente definizione muscolare:

- Plica addominale: 13,5 mm
- Plica sovrailiaca: 15 mm
- Plica pettorale: 6 mm
- Plica sottoscapolare: 10,5 mm
- Plica tricipitale: 12 mm
- Plica della gamba: 13 mm

L'ultima variazione dietetica (Dieta 4) ha consolidato l'approccio iperglicidico, ottimizzando l'intake nei giorni di riposo per favorire i processi di supercompensazione e recupero sistemico:

- Giorni ON: 3384 kcal (P: 199 g, G: 60,5 g, C: 496 g, F: 27 g).
- Giorni OFF: 2700 kcal (P: 154,7 g, G: 91 g, C: 311,7 g, F: 33 g).

13.5 Discussione del Caso nel Contesto del Recupero e dello Stress

L'andamento di questo protocollo clinico si allinea coerentemente con l'ipotesi centrale della presente tesi. L'adozione di una dieta strutturata, basata sulla ciclizzazione dei nutrienti e su un incremento progressivo e ragionato della quota glucidica (passata nei giorni ON da 292,5 g a ben 436 g), ha permesso al soggetto sportivo di sostenere volumi di allenamento intensi senza incorrere in sindromi da sovrallenamento o distress metabolico.

Il progressivo aumento delle calorie (da 2400 kcal iniziali a 3384 kcal finali nei giorni ON), associato a un miglioramento dei parametri antropometrici, dimostra come un'adeguata disponibilità energetica e una corretta ripartizione dei macronutrienti ottimizzino la tolleranza allo stress psicofisico e accelerino i tempi di recupero, permettendo una ricomposizione corporea ottimale anche in contesti di alta performance.

14 Confronto dei risultati ottenuti nei due gruppi

Per poter comprendere quale dei due approcci abbia fornito i risultati migliori in termini di aderenza alla dieta mediterranea, dei livelli di stress totali e del recupero di tali stress, per ogni dato è stata eseguita un'analisi statistica con t-Student.

14.1 Confronto dei Dati Aderenza alla Dieta Mediterranea

L'aderenza alla dieta mediterranea è stata valutata mediante il questionario MEDAS. Come mostrato in Figura 41, il gruppo sottoposto a un piano terapeutico presenta punteggi più elevati rispetto al gruppo in dieta libera. La differenza tra i due gruppi risulta statisticamente significativa, come indicato dal doppio asterisco (**), corrispondente a un valore di $p < 0,01$.

Dal box plot si osserva che il gruppo in dieta libera presenta una maggiore dispersione dei punteggi, con valori minimi più bassi. Questo dato suggerisce una maggiore variabilità nell'aderenza al modello mediterraneo quando l'alimentazione non è guidata da uno schema strutturato. Al contrario, nel gruppo Piano terapeutico i punteggi risultano mediamente più alti e più concentrati, indicando una maggiore uniformità nell'adesione alle indicazioni nutrizionali.

Il confronto con i grafici precedenti relativi all'aderenza alla dieta mediterranea, riportati nelle Figure 33 e 38, conferma questa tendenza. Il gruppo Piano terapeutico presenta infatti un punteggio medio superiore rispetto al gruppo Dieta libera, pari rispettivamente a 8,49 e 7,60. Sebbene la differenza media complessiva sia di circa un punto, l'analisi dei singoli item del questionario permette di evidenziare alcune differenze qualitative rilevanti.

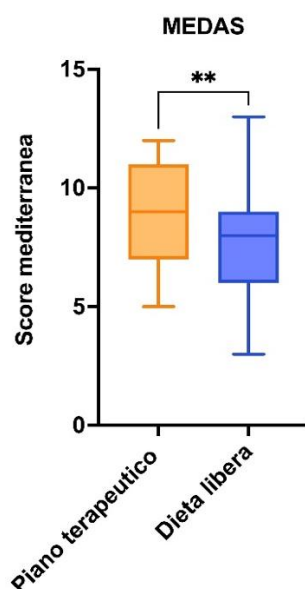


Figura 41: Confronto statistico fra i due gruppi in relazione ai dati MEDAS

Inoltre, sulla base dei grafici a torta sottostanti, nel gruppo sottoposto a intervento dietetico si osserva una maggiore adesione ad alcune componenti caratteristiche della dieta mediterranea, come il consumo di vegetali, pesce e carne bianca, insieme a una riduzione del consumo di carne rossa rispetto al gruppo in Dieta libera. Questi risultati indicano che il Piano terapeutico non si

associa soltanto a un punteggio MEDAS complessivamente più alto, ma anche a scelte alimentari più coerenti con il modello mediterraneo.

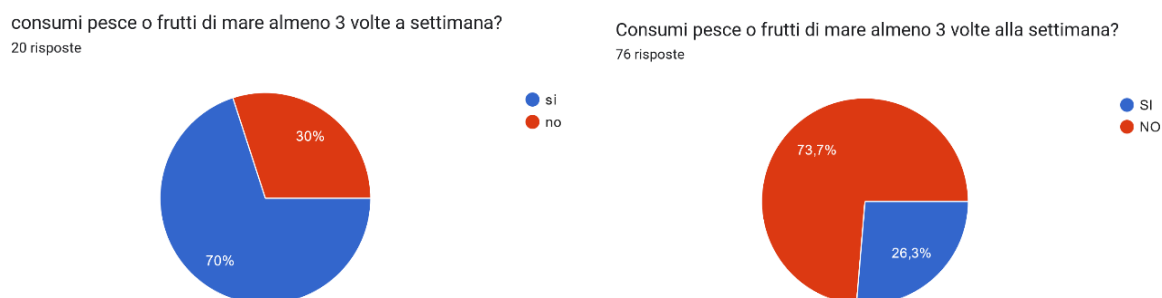


Figura 42: Distribuzione percentuale delle risposte relative al consumo settimanale di pesce o frutti di mare nei soggetti aderenti al Piano Terapeutico (sx) e nei soggetti a Dieta Libera (dx)

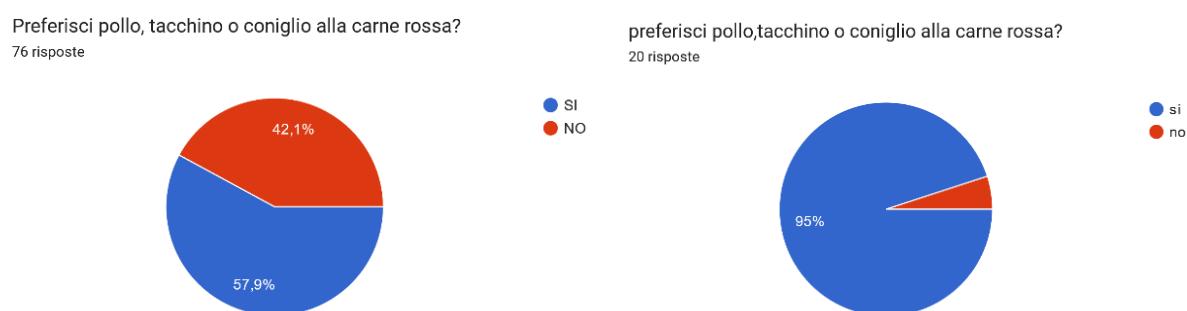


Figura 43: Distribuzione percentuale risposte sulla preferenza della carne bianca sulle carni rosse nei soggetti aderenti al Piano Terapeutico (sx) e nei soggetti a Dieta Libera (dx)

Tuttavia, il motivo per cui il punteggio totale del gruppo del Piano Terapeutico non distacca nettamente l'altro gruppo risiede nella struttura rigida del punteggio MEDAS. Il test assegna un punto positivo a consumi elevati di specifici alimenti (ad esempio, un consumo pari o superiore a 7 bicchieri di vino a settimana o quantitativi elevati di olio d'oliva). Nel gruppo seguito, il mancato raggiungimento di questi target — e il conseguente punteggio formale inferiore — non è indice di una mancata aderenza allo stile mediterraneo, bensì l'effetto diretto delle restrizioni caloriche e qualitative previste dal protocollo dietetico stesso. Pertanto, il comportamento del gruppo del Piano Terapeutico si dimostra clinicamente e qualitativamente più favorevole, nonostante la penalizzazione formale nel calcolo del punteggio standard.

14.2 Confronto dei Dati sullo Stress Totale

Lo stress percepito è stato valutato mediante il questionario REST-Q-Sport. Come mostrato in Figura 44, il confronto tra il gruppo sottoposto a Piano terapeutico e il gruppo in Dieta libera non evidenzia una differenza statisticamente significativa, come indicato dalla sigla “ns”.

Dal punto di vista descrittivo, il gruppo Piano terapeutico mostra una mediana leggermente inferiore rispetto al gruppo Dieta libera, suggerendo una possibile tendenza verso valori più bassi di stress percepito. Tuttavia, questa differenza è modesta e non consente di concludere che il Piano terapeutico abbia determinato una riduzione significativa dello stress.

La distribuzione dei dati mostra inoltre un'ampia variabilità in entrambi i gruppi, con valori che si estendono da punteggi molto bassi fino a livelli elevati di stress. Questo dato indica che la percezione dello stress è influenzata da diversi fattori individuali e ambientali, non necessariamente legati alla sola alimentazione. Tra questi possono rientrare il carico di allenamento, la qualità del sonno, gli impegni lavorativi o accademici e la risposta personale allo stress.

Nel complesso, i risultati suggeriscono che il Piano terapeutico potrebbe essere associato a una lieve riduzione dello stress percepito, ma tale andamento rimane soltanto descrittivo e non raggiunge la significatività statistica. Pertanto, il dato deve essere interpretato con cautela e non può essere considerato una prova di efficacia dell'intervento nutrizionale sullo stress globale.

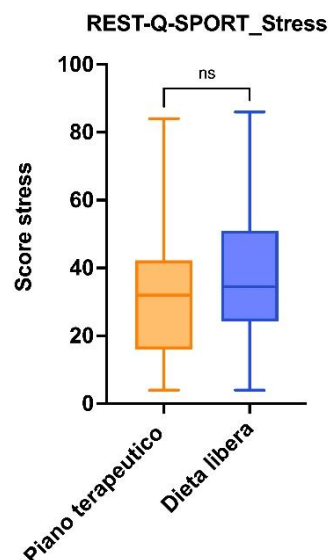


Figura 44: Confronto statistico fra i due gruppi in relazione ai dati Rest-q-Sport nella sezione Stress

14.3 Confronto dei Dati sul Recupero totale

Il recupero psicofisico è stato valutato mediante lo score totale di recupero del questionario REST-Q-Sport. Come mostrato in Figura 45, il confronto tra il gruppo sottoposto a Piano terapeutico e il gruppo in Dieta libera non evidenzia una differenza statisticamente significativa, come indicato dalla sigla “ns”.

Dal punto di vista descrittivo, il gruppo Piano terapeutico presenta una mediana leggermente superiore rispetto al gruppo Dieta libera, suggerendo una possibile tendenza verso valori più alti di recupero percepito. Tuttavia, la differenza tra i due gruppi è limitata e non consente di affermare che il Piano terapeutico abbia determinato un miglioramento significativo del recupero psicofisico.

La distribuzione dei dati mostra inoltre un'ampia variabilità in entrambi i gruppi. I punteggi si estendono infatti da valori relativamente bassi fino a valori elevati, indicando che il recupero percepito è influenzato da molteplici fattori individuali. Tra questi possono rientrare la qualità del sonno, il carico di allenamento, i tempi di riposo, lo stress quotidiano e le caratteristiche soggettive di risposta allo sforzo.

Nel complesso, i dati suggeriscono che il gruppo Piano terapeutico possa mostrare una lieve tendenza a un migliore recupero rispetto al gruppo Dieta libera. Tuttavia, poiché la differenza non raggiunge la significatività statistica, questo risultato deve essere interpretato come un andamento descrittivo e non come una prova di efficacia dell'intervento nutrizionale sul recupero.

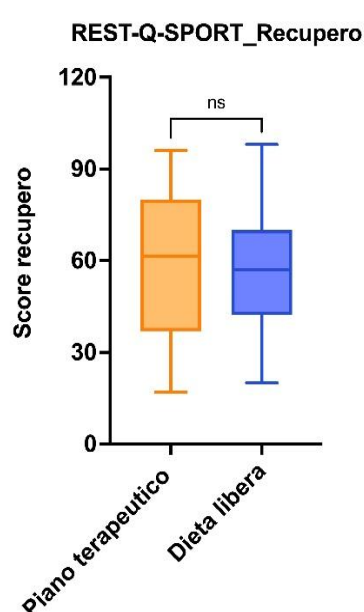


Figura 45: Confronto statistico fra i due gruppi in relazione ai dati Rest-q-Sport nella sezione Recupero

14.4 Rapporto Recupero-Stress

Poiché stress e recupero rappresentano due dimensioni strettamente correlate dell'equilibrio psicofisico, è stato valutato anche il rapporto recupero/stress, con l'obiettivo di ottenere un indicatore sintetico del bilanciamento tra risorse di recupero disponibili e carico percepito.

Come mostrato in Figura 46, il gruppo sottoposto a Piano terapeutico presenta valori del rapporto recupero/stress più elevati rispetto al gruppo in Dieta libera. La differenza tra i due gruppi risulta altamente significativa, come indicato dai quattro asterischi (****), corrispondenti a un valore di $p < 0,0001$.

Dal punto di vista descrittivo, il gruppo Piano terapeutico mostra una mediana più alta e una distribuzione complessivamente spostata verso valori superiori. Questo suggerisce un migliore equilibrio tra recupero e stress nei soggetti che hanno seguito il piano nutrizionale strutturato. Al contrario, il gruppo in Dieta libera presenta valori più bassi del rapporto, indicando una condizione

meno favorevole, caratterizzata da un recupero relativamente inferiore rispetto allo stress percepito.

Questo risultato è particolarmente interessante perché, mentre gli score di stress e recupero considerati singolarmente non mostravano differenze statisticamente significative, il loro rapporto evidenzia una separazione più marcata tra i due gruppi. Ciò suggerisce che l'intervento nutrizionale possa essere associato non tanto a una variazione isolata dello stress o del recupero, quanto a un migliore bilanciamento complessivo tra queste due componenti.

Nel complesso, i dati indicano che il Piano terapeutico si associa a un profilo psicofisico più favorevole rispetto alla Dieta libera, espresso da un rapporto recupero/stress significativamente più alto. Tuttavia, il risultato va interpretato come un'associazione tra intervento nutrizionale e migliore equilibrio psicofisico, evitando di attribuire al solo piano alimentare un effetto causale diretto senza ulteriori conferme.

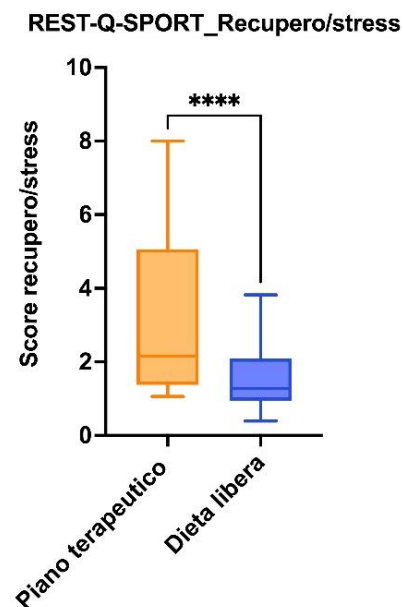


Figura 46: Confronto statistico del Rapporto Recupero/Stress

DISCUSSIONE

Il presente lavoro ha valutato la relazione tra aderenza alla Dieta Mediterranea, stress percepito e recupero psicofisico in soggetti sportivi, confrontando un gruppo sottoposto a Piano terapeutico con un gruppo in Dieta libera. L'utilizzo del questionario MEDAS ha consentito di stimare il grado di aderenza al modello alimentare mediterraneo, mentre il REST-Q-Sport ha permesso di analizzare il bilancio tra stress e recupero, due dimensioni strettamente correlate nello stato psicofisico dell'atleta (Kellmann & Kallus, 2001).

Il primo dato rilevante riguarda la maggiore aderenza alla Dieta Mediterranea osservata nel gruppo Piano terapeutico. Questo risultato suggerisce che un intervento nutrizionale strutturato possa favorire scelte alimentari più coerenti con il modello mediterraneo rispetto a una gestione autonoma della dieta. Tale osservazione è in linea con l'idea che un'alimentazione organizzata, personalizzata e monitorata possa migliorare la qualità complessiva dell'introito alimentare, non solo in termini quantitativi ma anche qualitativi.

Questo aspetto assume particolare importanza nel contesto sportivo, dove la dieta non rappresenta soltanto una fonte di energia, ma anche uno strumento di supporto ai processi di adattamento, recupero e mantenimento dello stato di salute. La disponibilità di carboidrati è fondamentale per sostenere l'esercizio e preservare le scorte di glicogeno, soprattutto in condizioni di allenamento intenso (Thomas et al., 2016; Ørtenblad et al., 2013). Allo stesso tempo, un adeguato apporto proteico contribuisce alla riparazione del danno muscolare e alla sintesi proteica post-esercizio (Jäger et al., 2017), mentre i lipidi svolgono un ruolo energetico, strutturale e ormonale rilevante (Kerksick et al., 2018; Hargreaves & Spriet, 2020).

Nel gruppo Piano terapeutico, la maggiore aderenza al modello mediterraneo può quindi essere interpretata come un indicatore di migliore qualità nutrizionale complessiva. La Dieta Mediterranea è infatti caratterizzata da un elevato consumo di alimenti vegetali, olio extravergine d'oliva, cereali integrali, pesce, legumi e frutta secca, con un ridotto apporto di alimenti ultraprocessati e carni rosse. Questo modello è stato associato a effetti favorevoli sulla salute cardiovascolare e metabolica (Estruch et al., 2013) e, più recentemente, anche a possibili benefici sul benessere psicologico e sulla salute mentale (Godos et al., 2020).

È tuttavia opportuno interpretare il punteggio MEDAS con cautela. Alcuni item del questionario, come il consumo di vino o specifiche quantità di olio d'oliva, possono non essere pienamente applicabili a un piano alimentare sportivo personalizzato, soprattutto quando il programma prevede un controllo calorico o una distribuzione mirata dei macronutrienti. Pertanto, il punteggio complessivo deve essere letto insieme alla qualità delle scelte alimentari e agli obiettivi nutrizionali del soggetto.

Per quanto riguarda lo stress percepito, il confronto tra i due gruppi non ha evidenziato una differenza statisticamente significativa. Questo dato suggerisce che, nel campione analizzato, il solo intervento nutrizionale non sia sufficiente a determinare una riduzione chiaramente dimostrabile dello stress globale. Tale risultato è coerente con la natura multifattoriale dello stress, che dipende da variabili biologiche, psicologiche e ambientali. Il carico di allenamento,

la qualità del sonno, gli impegni lavorativi o accademici, la risposta emotiva individuale e il contesto sociale possono influenzare in modo rilevante la percezione dello stress.

Da questo punto di vista, il risultato ottenuto è coerente con la letteratura sul carico allostatico e sulla risposta allo stress. Lo stress cronico, attraverso la modulazione dell'asse ipotalamo-ipofisi-surrene e dei livelli di cortisolo, può influenzare metabolismo, sonno, comportamento alimentare, funzione cognitiva e rischio di infortunio (McEwen, 2017; McEwen, 2019; Arnsten, 2009; Williams & Andersen, 1998; Kyrrou & Tsigos, 2009; Torres & Nowson, 2007). Tuttavia, proprio per questa complessità, è difficile aspettarsi che una sola variabile, come l'alimentazione, determini da sola una riduzione statisticamente evidente dello stress percepito.

Anche lo score totale di recupero non ha mostrato una differenza statisticamente significativa tra Piano terapeutico e Dieta libera. Pur osservandosi una tendenza descrittiva favorevole nel gruppo sottoposto a piano nutrizionale, il dato non consente di affermare che l'intervento abbia determinato un miglioramento significativo del recupero psicofisico. Anche questo risultato è plausibile, poiché il recupero dipende da molteplici fattori: disponibilità energetica, qualità e quantità del sonno, distribuzione dei carichi di allenamento, riposo passivo, stato emotivo e strategie individuali di gestione della fatica.

La nutrizione può certamente contribuire al recupero, fornendo substrati energetici e plastici necessari alla riparazione tissutale e al ripristino delle riserve metaboliche. In questo senso, l'adeguata disponibilità di carboidrati, proteine, acidi grassi essenziali e micronutrienti rappresenta un elemento importante nella gestione dello sportivo (Thomas et al., 2016; Jäger et al., 2017; Tomczyk et al., 2023; Huang et al., 2021). Tuttavia, i dati ottenuti indicano che il recupero percepito non può essere spiegato esclusivamente dalla dieta, ma deve essere considerato come il risultato dell'interazione tra alimentazione, allenamento, sonno e stress quotidiano. Il ruolo del sonno è particolarmente rilevante, poiché rappresenta una componente centrale dei processi di recupero fisico e mentale (McEwen, 2006; Doherty et al., 2021).

L'aspetto più interessante dello studio emerge dall'analisi del rapporto recupero/stress. Dopo aver analizzato separatamente le due dimensioni, il rapporto tra recupero e stress è stato utilizzato come indicatore sintetico del bilanciamento tra risorse disponibili e carico percepito. A differenza degli score singoli, questo parametro mostra una differenza significativa tra i due gruppi, con valori più favorevoli nel gruppo Piano terapeutico.

Questo risultato suggerisce che il Piano terapeutico non si associ necessariamente a una modificazione isolata dello stress o del recupero, ma piuttosto a un migliore equilibrio complessivo tra queste due componenti. Tale interpretazione è coerente con il concetto di bilancio stress-recupero descritto in ambito sportivo. Secondo questo modello, stress e recupero non dovrebbero essere considerati come variabili indipendenti: un determinato livello di stress può essere tollerato se accompagnato da adeguate risorse di recupero, mentre può diventare sfavorevole quando il recupero è insufficiente (Kellmann, 2010; Hecksteden et al., 2016).

In questa prospettiva, il dato del rapporto recupero/stress appare più informativo rispetto alla sola valutazione dei singoli score. La letteratura sulla prevenzione dell'over-training sottolinea infatti che condizioni di sovraccarico e under-recovery derivano dall'interazione tra carico fisico, recupero insufficiente, stress psicologico, sonno inadeguato e stato nutrizionale non ottimale (Meeusen et al., 2013). Anche studi più recenti confermano l'importanza del recupero per la salute fisica e mentale dell'atleta, evidenziando come una condizione di recupero insufficiente possa favorire fatica, peggioramento del benessere e riduzione della capacità di adattamento (Chu et al., 2023; Reynoso-Sánchez et al., 2021).

Nel complesso, i risultati suggeriscono che il Piano terapeutico sia efficace nel migliorare l'aderenza alla Dieta Mediterranea e possa associarsi a un profilo psicofisico più favorevole, soprattutto quando stress e recupero vengono valutati in rapporto tra loro. Al contrario, gli score singoli di stress e recupero non mostrano differenze statisticamente significative e devono quindi essere interpretati con prudenza.

Un limite importante dello studio è rappresentato dall'assenza di un controllo sistematico di alcune variabili potenzialmente confondenti, come qualità del sonno, volume e intensità dell'allenamento, livello di stress extra-sportivo, esperienza atletica e motivazione personale. Inoltre, MEDAS e REST-Q-Sport sono questionari auto-riferiti e, pur essendo strumenti utili, possono risentire della percezione soggettiva del partecipante.

16 CONCLUSIONI

Il presente lavoro ha valutato il rapporto tra aderenza alla Dieta Mediterranea, stress percepito e recupero psicofisico in soggetti sportivi, confrontando un gruppo sottoposto a Piano terapeutico con un gruppo in Dieta libera.

I risultati mostrano che il Piano terapeutico si associa a una maggiore aderenza alla Dieta Mediterranea, come evidenziato dal punteggio MEDAS significativamente più alto. Questo suggerisce che un intervento nutrizionale personalizzato possa favorire scelte alimentari più coerenti con il modello mediterraneo rispetto a una gestione autonoma della dieta.

Per quanto riguarda stress e recupero valutati singolarmente tramite REST-Q-Sport, non sono emerse differenze statisticamente significative tra i due gruppi. Tuttavia, il gruppo Piano terapeutico mostra una tendenza favorevole, con valori leggermente inferiori di stress e leggermente superiori di recupero. Tali dati devono essere interpretati con cautela, poiché stress e recupero dipendono anche da fattori come sonno, carico di allenamento, impegni quotidiani e caratteristiche individuali.

Il risultato più rilevante riguarda il rapporto recupero/stress, significativamente più alto nel gruppo Piano terapeutico. Questo dato suggerisce che il piano nutrizionale possa associarsi a un migliore equilibrio complessivo tra carico percepito e capacità di recupero, più che a una modifica isolata dello stress o del recupero.

In conclusione, il lavoro sostiene l'utilità di un approccio nutrizionale strutturato nello sportivo, non come unico determinante della performance o del benessere psicofisico, ma come componente di un modello più ampio che integri alimentazione, allenamento, sonno e gestione dello stress. La Dieta Mediterranea, adattata alle esigenze del soggetto sportivo, può rappresentare un modello alimentare valido per migliorare la qualità nutrizionale e favorire un migliore bilanciamento tra stress e recupero. Studi futuri, condotti su campioni più ampi e con un controllo più rigoroso delle variabili legate allo stile di vita e al carico di allenamento, saranno necessari per confermare questi risultati e chiarire meglio il contributo specifico dell'intervento nutrizionale.

17 SITOGRAFIA E BIBLIOGRAFIA

Società Italiana di Nutrizione Umana (SINU). (2014). *LARN: Livelli di Assunzione di Riferimento di Nutrienti ed energia per la popolazione italiana (IV Revisione)*. Milano: SICS.

Gropper, S. S., & Smith, J. L. (2018). *Advanced Nutrition and Human Metabolism* (7th ed.). Cengage Learning.

Thomas, D. T., Erdman, K. A., & Burke, L. M. (2016). American College of Sports Medicine Joint Position Statement. Nutrition and Athletic Performance. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 48(3), 543-568.

Ørtenblad, N., Westerblad, H., & Nielsen, J. (2013). Muscle glycogen stores and fatigue. *The Journal of Physiology*, 591(18), 4405-4413.

Schoenfeld, B. J. (2013). Potential mechanisms for a role of metabolic stress in hypertrophic adaptations to resistance training. *Sports Medicine*, 43(3), 179-194.

Kerksick, C. M., et al. (2018). *International Society of Sports Nutrition position stand: nutrient timing*. *Journal of the International Society of Sports Nutrition*, 15(1), 38.

Jäger, R., Kerksick, C. M., Campbell, B. I., Cribb, P. J., Wells, S. D., Skwiat, T. M., Purpura, M., Ziegenfuss, T. N., Ferrando, A. A., Arent, S. M., Smith-Ryan, A. E., & Antonio, J. (2017). International Society of Sports Nutrition Position Stand: protein and exercise. *Journal of the International Society of Sports Nutrition*, 14(1)

Kerksick, C. M., Wilborn, C. D., Roberts, M. D., Smith-Ryan, A., Kleiner, S. M., Jäger, R., Collins, R., Cooke, M., Davis, J. N., Galvan, E., Greenwood, M., Lowery, L. M., Wildman, R., Antonio, J., & Kreider, R. B. (2018). ISSN exercise & sports nutrition review update: research & recommendations. *Journal of the International Society of Sports Nutrition*, 15(1), 38.

Hargreaves, M., & Spriet, L. L. (2020). Skeletal muscle energy metabolism during exercise. *Nature Metabolism*, 2(9), 817-828.

Larson-Meyer, D. E., & Willis, K. S. (2010). Vitamin D and athletes. *Current Sports Medicine Reports*.

Volpe, S. L. (2015). Magnesium and the Athlete. *Current Sports Medicine Reports*.

Richard j. Burden, Morton, K., Richards, T., Whyte, G. P., & Pedlar, C. R. (2015).

Is iron treatment beneficial in iron-deficient but non-anaemic endurance athletes? A systematic review and meta-analysis. *British Journal of Sports Medicine*, 49(21), 1389–1397.

Maughan, R. J., et al. (2018). IOC consensus statement: dietary supplements and the high-performance athlete. *British Journal of Sports Medicine*.

- Chu, A., Holdaway, C., Varma, T., Petocz, P., & Samman, S. (2018). Lower serum zinc concentration despite higher dietary zinc intake in athletes: a systematic review and meta-analysis. *Sports Medicine*, 48(2), 327–336.
- Woolf, K., Manore, M. M. (2006). B-vitamins and exercise: does exercise alter requirements? *International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism*, 16(5), 453–484
- Slater, G. J., Dieter, B. P., Marsh, D. J., Helms, E. R., Shaw, G., & Iraki, J. (2019). Is an Energy Surplus Required to Maximize Skeletal Muscle Hypertrophy? With Recommendations on Individualizing Energy Intakes. *Frontiers in Nutrition*, 6, 131. <https://doi.org/10.3389/fnut.2019.00131>
- Phillips, S. M. (2014). A brief review of critical processes in exercise-induced muscular hypertrophy. *Sports Medicine*, 44(Suppl 1), S71–S77.
- Kimball, S. R., & Jefferson, L. S. (2006). Signaling pathways and the regulation of protein synthesis. *The Journal of Nutrition*, 136(1), 227–231.
- Wilmore, J. H., Costill, D. L., & Kenney, W. L. (2008). *Physiology of Sport and Exercise. Human Kinetics*.
- Kraemer, W. J., & Ratamess, N. A. (2005). Hormonal responses and adaptations to resistance exercise and training. *Sports Medicine*, 35(4), 339–361
- Hargreaves, M., & Spriet, L. L. (2020). Skeletal muscle energy metabolism during exercise. *Nature Metabolism*, 2, 817–828.
- Nicholas P.Ader, N. P. (2007). *Psychoneuroimmunology* (4th ed.). Academic Press.
- Jhon F. Cryan, J. F., & Dinan, T. G. (2012). Mind-altering microorganisms: the impact of the gut microbiota on brain and behaviour. *Nature Reviews Neuroscience*, 13(10), 701–712.
- Stone, M. H., & Stone, M. (2007). *Principles of strength training and conditioning. Human Kinetics*.
- Fernando Gómez-Pinilla, F. (2008). Brain foods: the effects of nutrients on brain function. *Nature Reviews Neuroscience*, 9(7), 568–578.
- Hall, K. D., & Guo, J. (2017). Health implications of obesity and the dietary management of weight loss. *Clinical Diabetes and Endocrinology*.
- Camille Lassale, C., et al. (2019). Healthy dietary indices and risk of depressive outcomes: a systematic review and meta-analysis of observational studies. *Molecular Psychiatry*, 24, 965–986.
- Jhan Bischoff, S. C., et al. (2014). Intestinal permeability – a new target for disease prevention and therapy. *BMC Gastroenterology*, 14, 189

MacLean, P. S., et al. (2011). Biology's response to dieting: the impetus for weight regain. *American Journal of Physiology-Regulatory, Integrative and Comparative Physiology*

Burke, L. M., Hawley, J. A., Wong, S. H., & Jeukendrup, A. E. (2011). Carbohydrates for training and competition. *Journal of Sports Sciences*, 29(sup1), S17–S27.

Cuciureanu, M. D., & Vink, R. (2011). Magnesium and stress. In *Magnesium in the Central Nervous System*. University of Adelaide Press.

Kreher, J. B., & Schwartz, J. B. (2012). Overtraining syndrome: A practical guide. *Sports Health*, 4(2), 128–138.

Loucks, A. B. (2004). Energy balance and body composition in sports and exercise. *Journal of Sports Sciences*, 22(1), 1–14.

Sapolsky, R. M. (2004). *Why zebras don't get ulcers* (3rd ed.). Holt Paperbacks.

Major, G. C., Doucet, E., Trayhurn, P., Astrup, A., & Tremblay, A. (2007). Clinical significance of adaptive thermogenesis. *International Journal of Obesity*, 31, 204–212.

Garry, J. D., & Foster, D. W. (1980). Regulation of hepatic fatty acid oxidation and ketone body production. *Annual Review of Biochemistry*, 49, 395–420.

Helms, E. R., Zinn, C., Rowlands, D. S., & Brown, S. R. (2014). A systematic review of dietary protein during caloric restriction in resistance trained lean athletes: a case for higher intakes. *International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism*.

Shulman, G. I. (2000). Metabolic flexibility: nature and regulation in health and disease. *Diabetes*, 49(11), 2045–2048.

Burke, L. M., et al. (2018). Fueling strategies to optimize performance and training adaptation in critical sports.

Schoenfeld, B. J. (2013). The mechanisms of muscle hypertrophy and their application to resistance training.

Bruce S. McEwen.(2017). Neurobiological and systemic effects of chronic stress. *Chronic Stress*, 1, 1–11.

Bruce S. McEwen.(2019). What is the confusion with cortisol? *Chronic Stress*, 3, 1–3.

Arnsten.(2009). Stress signalling pathways that impair prefrontal cortex structure and function. *Nature Reviews Neuroscience*, 10(6), 410–422.

Jean Williams & Mark B. Andersen. (1998). Psychosocial antecedents of sport injury: Review and critique of the stress and injury model. *Journal of Applied Sport Psychology*, 10(1), 5–25.

Ioannis Kyrou & Constantinos Tsigos. (2009). Stress hormones: Physiological stress and regulation of metabolism. *Current Opinion in Pharmacology*, 9(6), 787–793.

Susan J. Torres & Caryl A. Nowson. (2007). Relationship between stress, eating behavior, and obesity. *Nutrition*, 23(11–12), 887–894.

Bruce S. McEwen. (2006). Sleep deprivation as a neurobiologic and physiologic stressor: Allostasis and allostatic load. *Metabolism*, 55(10 Suppl 2), S20–S23.

Andrew Stewart, Marfell-Jones, M., Olds, T., & de Ridder, H. (2011). International standards for anthropometric assessment. International Society for the Advancement of Kinanthropometry (ISAK).

Andrew S. Jackson, & Michael L. Pollock. (1978). Generalized equations for predicting body density of men. *British Journal of Nutrition*, 40(3), 497–504.

Estruch, R., et al. (2013). Primary Prevention of Cardiovascular Disease with a Mediterranean Diet. *New England Journal of Medicine*, 368(14), 1279-1290.

Kellmann, M., & Kallus, K. W. (2001). *The Recovery-Stress Questionnaire for Athletes: User Manual*. Champaign, IL: Human Kinetics.

Mark D. Mifflin, Sachiko T. St Jeor, Lisa A. Hill, Barbara J. Scott, Sandra A. Daugherty, & Y. O. Koh. (1990). A new predictive equation for resting energy expenditure in healthy individuals. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 51(2), 241–247.

Food and Agriculture Organization, World Health Organization, & United Nations University. (2001). *Human energy requirements: Report of a Joint FAO/WHO/UNU Expert Consultation*. FAO Food and Nutrition Technical Report Series No. 1. FAO Human energy requirements report(laf)

Bray, G. A., Smith, S. R., de Jonge, L., Xie, H., Rood, J., Martin, C. K., Most, M., Brock, C., Mancuso, S., & Redman, L. M. (2012). Effect of dietary protein content on weight gain, energy expenditure, and body composition during overeating: a randomized controlled trial. *JAMA*, 307(1), 47–55

Tomczyk, M., Heileson, J. L., Babiartz, M., & Calder, P. C. (2023). Athletes can benefit from increased intake of EPA and DHA—Evaluating the evidence. *Nutrients*, 15(23), 4925.

Devries, M. C., & Phillips, S. M. (2015). Supplemental protein in support of muscle mass and health: advantage whey. *Journal of Food Science*, 80(S1), A8–A15.

Kreider, R. B., Kalman, D. S., Antonio, J., Ziegenfuss, T. N., Wildman, R., Collins, R., Candow, D. G., Kleiner, S. M., Almada, A. L., & Lopez, H. L. (2017). International Society of Sports Nutrition position stand: creatine supplementation and exercise. *Journal of the International Society of Sports Nutrition*, 14, 18.

- Devries, M. C., & Phillips, S. M. (2015). Supplemental protein in support of muscle mass and health: advantage whey. *Journal of Food Science*, 80(S1), A8–A15.
- Huang, S. W., & et al. (2021). Micronutrient supplementation and athletic performance: a review. *Nutrients*, 13(9), 2830.
- Godos, J., Currenti, W., Sclafani, S., et al. (2020). *Mediterranean Diet and Mental Health: A Systematic Review and Meta-Analysis of Observational Studies*. *Nutrients*, 12(8), 2381.
- Hecksteden, A., Kellmann, M., & Meyer, T. (2016). *The Concept of Recovery-Stress Balance in Sports: Methodological Considerations and Statistical Power in Individual Analysis*. *Frontiers in Physiology*, 7, 75.
- Meeusen, R., Duclos, M., Foster, C., et al. (2013). *Prevention, diagnosis, and treatment of the overtraining syndrome: joint consensus statement of the European College of Sport Science and the American College of Sports Medicine*. *European Journal of Sport Science*, 13(1), 1-24.
- Chu, T. L. A., Harmison, R. J., & Martin, S. B. (2023). *The Importance of Recovery for Physical and Mental Health; Negotiating the Effects of Underrecovery*. *Journal of Clinical Sport Psychology*.
- Doherty, R., Madigan, S. M., Nevill, A., Warrington, G., & Ellis, J. G. (2021). *The Sleep and Recovery Practices of Athletes*. *Nutrients*, 13(4), 1330.
- Kellmann, M. (2010). *Preventing overtraining in athletes in high-intensity sports and stress/recovery monitoring*. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, 20(s2), 95-102.
- Reynoso-Sánchez, L. F., Pérez-Verduzco, G., Celestino-Sánchez, M. A., et al. (2021). *Competitive Recovery—Stress and Mood States in Youth Athletes*. *Frontiers in Psychology*, 11, 627828.