



UNIVERSITÀ POLITECNICA DELLE MARCHE
DIPARTIMENTO SCIENZE DELLA VITA E DELL'AMBIENTE

Corso di Laurea Magistrale

**EFFETTI DEL TIMING PROTEICO SULLO SVILUPPO
DELLA FORZA E DELLA MASSA MUSCOLARE**

**EFFECTS OF PROTEIN TIMING ON STRENGTH AND
MUSCLE MASS DEVELOPMENT**

Tesi di Laurea Magistrale
di:

Perini Alessandro

Relatore
Chiar.mo Prof.

Guescini Michele

Correlatore: (se previsto)

Gervasi Marco

Sessione: Estiva Luglio 2026

Anno Accademico 2025/2026

1 Introduzione

Soprattutto in ambito sportivo si pone particolare enfasi sul recupero e sulla prestazione ai massimi livelli.

A tale scopo, si conosce bene quanto le proteine possano avere un ruolo da protagonista per ottimizzare questi due aspetti.

Tuttavia, alcuni dubbi rimangono: "Quando potrebbe risultare strategicamente vantaggioso assumere alimenti proteici?"

Post-workout? Preworkout? Entro 4 ore?

Nei successivi paragrafi verrà approfondito il ruolo delle proteine inerente al suo timing nutrizionale nel contesto dell'allenamento contro resistenza

1.1 FUNZIONE DELLE PROTEINE

Nella tabella sottostante troviamo rappresentato graficamente il ruolo e la funzione delle proteine:

Funzione	Ruolo	Esempi
Plastica	Costruisce e ripara tessuti	Actina, Miosina, Collagene, Cheratina
Regolatoria	Controlla processi biochimici	Insulina, Enzimi, Albumina
Strutturale	Forma e sostiene i tessuti	Collagene, Elastina, Tubulina, Fibrina
Energetica/di supporto	substrato energetico o per la gluconeogenesi	Actina e miosina.

Il miocita non svolge solo funzioni di contrazione muscolare, anche altre componenti come elastina tubulina collagene svolgono un ruolo importantissimo all'interno del muscolo

Strutturale: Queste componenti non hanno una componente ricca di BCAA, e di AA essenziale perché appunto sono nati proprio con una funzione sostentamento meccanico dei tessuti, perciò sono ricchi di prolina e glicina

Plastica: influenzano la sintesi proteica (via mTOR, etc), e intervengono nella normativa del turnover proteico. [\(De Sousa Santos & Nascimento, 2019\)](#)

Regolatoria: Alcune proteine partecipano a percorsi di segnalazione metabolica, trasporto, e di catalizzazione di reazione enzimatiche. [\(De Sousa Santos & Nascimento, 2019\)](#)

Energetica/di supporto: in condizioni particolari (esercizio, digiuno) gli EAA possono essere usati come substrato energetico o per la gluconeogenesi, ma questo non è il loro ruolo primario. [\(De Sousa Santos & Nascimento, 2019\)](#)

Non tutte le proteine sono identiche perché esse a seconda del loro contenuto amminoacidi possono ricoprire funzioni differenti.

Per esempio actina e miosina contengono più AA ramificati perché possiedono la funzione di contrazione muscolare, invece il collagene no, perché il muscolo deve continuamente crescere e adattarsi.

Per questo motivo il muscolo necessita di AA che sono in grado di innescare la sintesi proteica come la leucina

Il collagene possiede invece per la maggior parte altri tipi di AA come la glicina e la prolina perché svolge soprattutto la funzione strutturale, ovvero dare resistenza ed elasticità.

1.2 SINTESI PROTEICA MUSCOLARE

Che cos'è la sintesi proteica?

Detta anche traduzione delle proteine è un processo che tipicamente avviene nel citoplasma ai livelli dei ribosomi, ed è alla base di processi come:

1. L'ipertrofia muscolare.
2. Il mantenimento muscolare.
3. La riparazione dei tessuti post allenamento e il sostentamento del

turnover proteico.

4. Produzione di proteine ubiquitarie

Fisiologicamente la sintesi proteica non è un fenomeno fisso e costante ma varia continuamente risposta agli stimoli allenanti e in base alle abitudini dietetiche del soggetto.

Questo perché la sintesi proteica è un processo biologico attraverso il quale il corpo necessita di alcuni aminoacidi ESSENZIALI, così chiamati perché sono fondamentali per il processo di traduzione del mRNA

Questi ultimi possono essere reperiti esclusivamente tramite la dieta oppure demolendo le proteine preesistenti nella massa muscolare.

Se il corpo ha assorbito sufficiente materiale esogenamente, può sostenere la sintesi proteica con il fine di costruire nuove proteine, al contrario se il corpo non riceve un sufficiente substrato tramite la dieta, la sintesi proteica continua grazie alla degradazione delle proteine corporee preesistenti.

Per sufficiente substrato intendiamo un sufficiente intake calorico e di aminoacidi essenziali; se il corpo si trova in deficit calorico difficilmente riuscirà a costruire nuove proteine, allo stesso modo se il corpo non ha tutti gli aminoacidi essenziali al termine della giornata, difficilmente riuscirà a mantenere ottimale questo processo. Perciò la traduzione avviene continuamente in moltissime cellule, ma con velocità diverse a seconda:

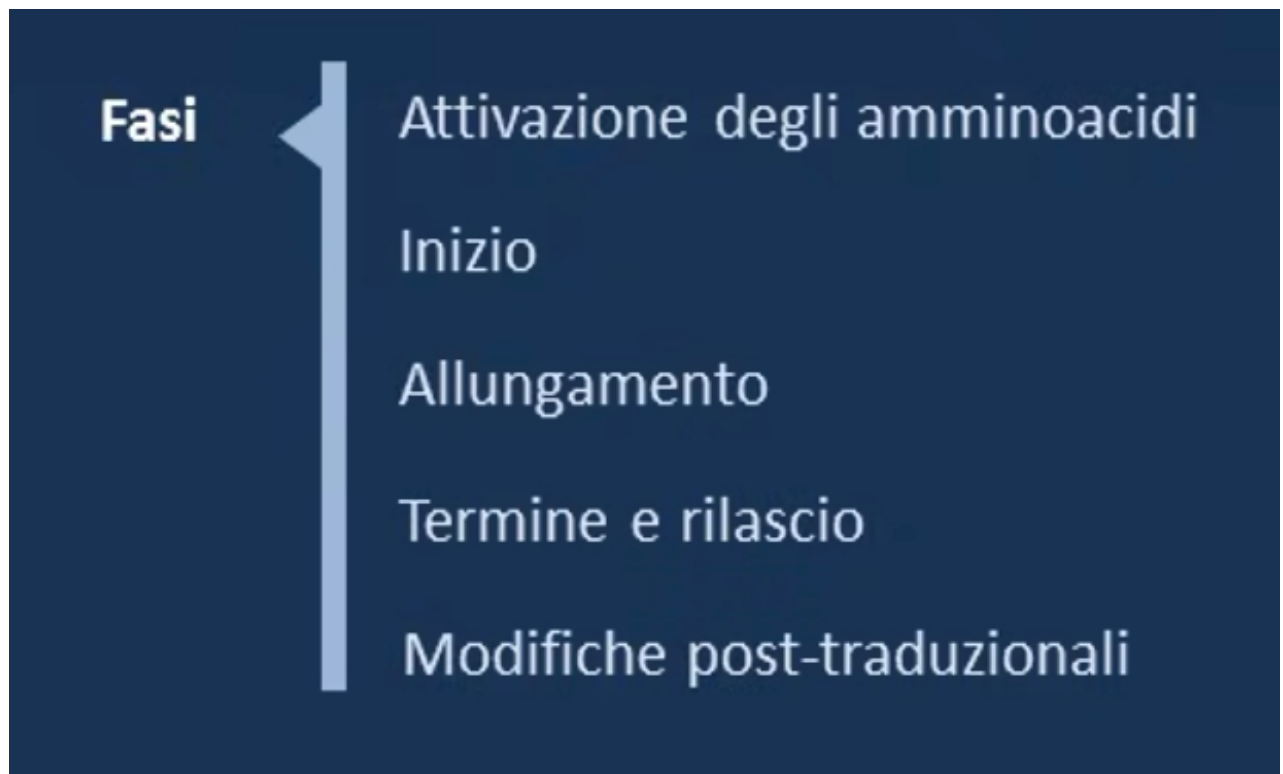
- dello stato nutrizionale;
- dell'età;
- dell'attività fisica;
- degli stimoli ormonali.

Indipendentemente da ciò la sintesi proteica è un processo biologico in costante attività, questo perché il corpo necessita di rinnovare continuamente le strutture proteiche utili per garantire le funzioni normali fisiologiche:

- Enzimi vengono rinnovati all'ordine del minuto
- Actina e miosina: circa 1-2% ogni giorno
- Plasma e albumina ogni 20 giorni
- Globuli rossi ed emoglobina ogni 120 giorni.

Detto questo vediamo nel dettaglio come viene costruita una proteina grazie alla traduzione del mRNA:

La sintesi proteica È un processo che prevede la trascrizione del mRNA: in proteine, tramite cinque processi fondamentali



Attivazione degli amminoacidi

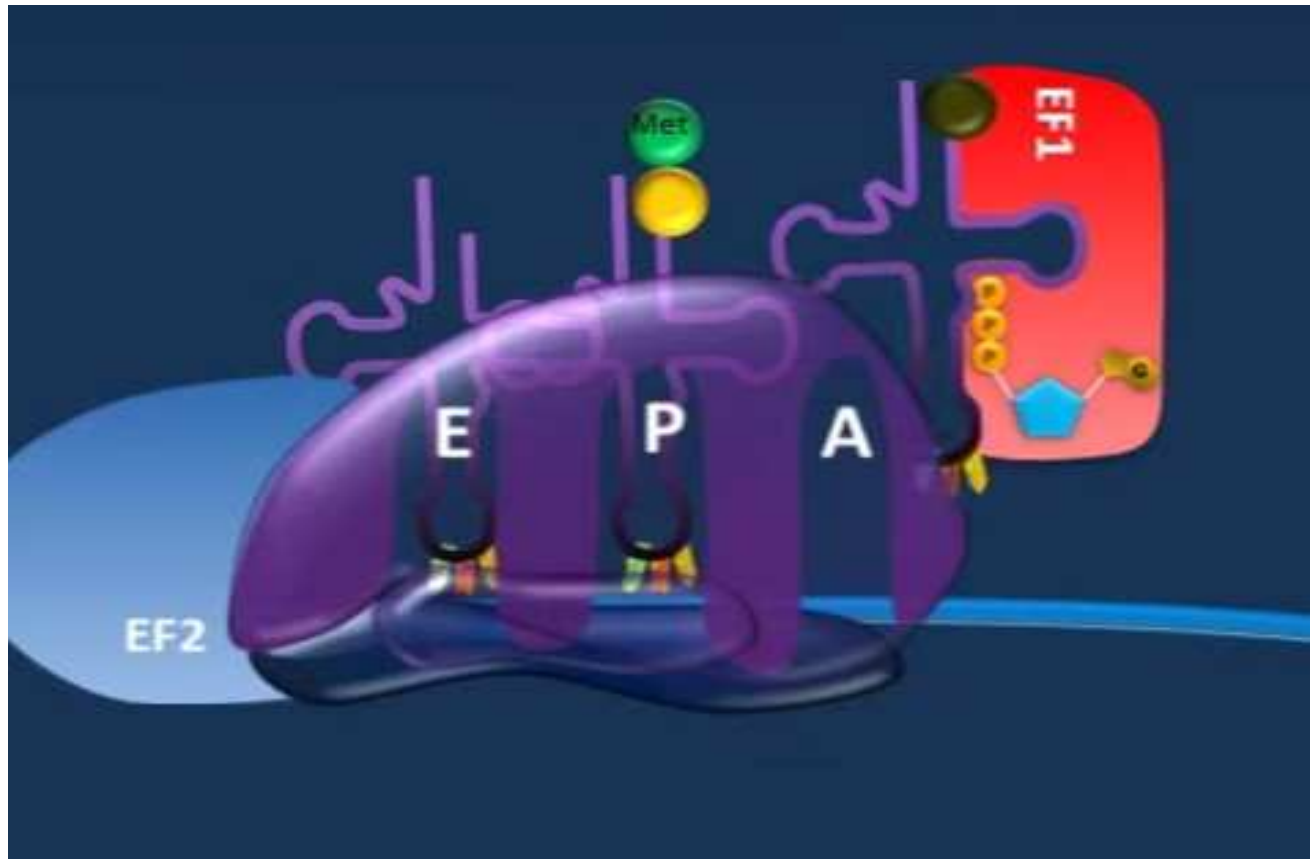
Allora gli amminoacidi eventi privati secondo tre fasi ,Dove nella fase finale vediamo il proprio tRNA associato al proprio amminoacido, di Quando ciò accade si può dire che un amminoacido è attivo.

l'attivazione di un amminoacido avviene tramite **amminoacil-tRNA sintetasi** che utilizzando con una molecola **ATP** va a caricare il proprio amminoacido sul tRNA di riferimento Il prodotto finale è comunemente definito come **tRNA carico**.

Da Ricordarsi che esiste una t-RNA specifica specifica per ciascun amminoacido quindi, venti perciò questo passaggio ha un'importanza biologica molto alta perché il corpo non è in grado di verificare se l'amminoacido è trasferito dal tRNA sia corretto. Per questo motivo precisione della traduzione dipende dalla accuratezza con cui il tRNA sono associati al proprio amminoacido di riferimento.

La fase di iniziazione della traduzione ha inizio quando la sub-unità piccola del ribosoma si lega all'estremità 5' dell'mRNA e scorre lungo il filamento fino a riconoscere il codone di inizio AUG (sequenza di inizio). . Successivamente si associa anche la sub unità maggiore del ribosoma, formando il complesso di iniziazione. Una volta completato questo assemblaggio, la traduzione può procedere con la fase di elongazione

Il processo di allungazione ha come scopo principale la formazione della catena amminoacidica che si formerà in direzione $5' \rightarrow 3'$. Durante la quale nuovi tRNA trasportano aminoacidi specifici che vengono uniti tra loro mediante la formazione di legami peptidici, consentendo l'allungamento progressivo della catena polipeptidica.



Il processo di terminazione avviene a livello del codone di stop dove le due sub-unità si separano dal mRNA e la catena polipeptidica neo formata viene liberata dal complesso ribosomiale

Successivamente alla terminazione la proteina poi può andare incontro a processi di modifiche post traduzionali come

Tagli, ripiegamenti o aggiunte (lipidi, glucidi, gruppi fosfato ecc..)

mTOR e Leucina

L'organismo è in grado di rilevare il proprio stato nutrizionale ed energetico attraverso specifiche vie di segnalazione cellulare

A tale scopo ci viene in aiuto il complesso enzimatico **mTORC1**

(mechanistic Target of Rapamycin Complex 1).

È il principale responsabile del regolatore della sintesi proteica, funge da centrale metabolica perché riceve i segnali e attua una risposta di conseguenza:

Questi sono tutti i fattori che vanno a stimolare mTOR

1. Disponibilità energetica
2. Presenza di Leucina
3. Stimolo dell'allenamento
4. Disponibilità di aminoacidi
5. L'insulina

Più precisamente mTOR si divide in mTORC1 e mTORC2

mTORC1 è quello che interessa nello sport, e controlla: sintesi proteica, crescita cellulare, ipertrofia muscolare. mTORC2 invece è coinvolto soprattutto in: metabolismo glucidico, sensibilità insulinica, organizzazione del citoscheletro. Quando si parla di crescita muscolare quasi sempre si intende mTORC1.

Quando mangi proteine queste ultime vengono digerite e rilasciano AA nel sangue poi rilevato da specifici recettori come: Sestrin2 e Leucyl- tRNS synthetase. Questi sensori attivano Rag GTPasi che trasportano in superficie lisosomiale mTOR dove incontra Rheb

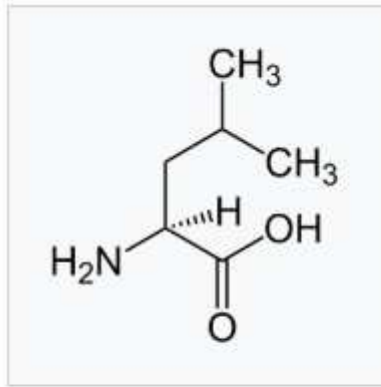
Rheb + mTOR attivano a cascata la traduzione proteica nei ribosomi, stimolando innanzitutto p70S6K. La traduzione del mRNA è aumentata e la produzione di nuove proteine muscolari grazie alle quali viene favorita l'ipertrofia.

Lo schema tendenzialmente è il seguente:

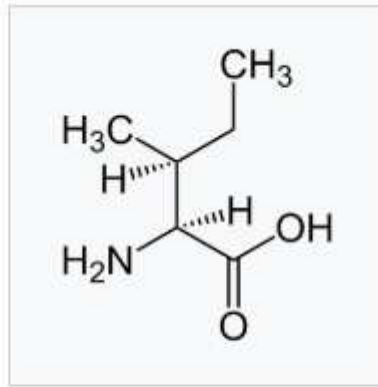
1. 1) L'allenamento → stimola mTOR → p70S6K → Traduzione di mRNA → MPS

Perché leucina + insulina funzionano bene insieme?

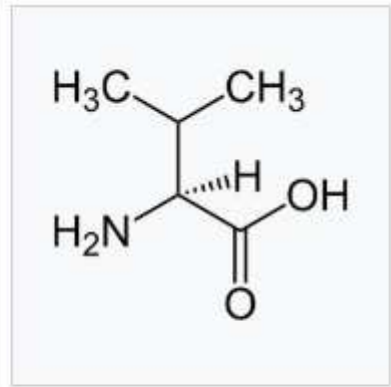
A tale scopo la leucina è uno dei più importanti simulatori fisiologici di questa via e anche uno degli amminoacidi ramificati; una branca dei 9 amminoacidi essenziali così chiamati per via della loro struttura chimica



Leucina



Isoleucina



Valina

Ruolo degli aminoacidi essenziali e dei BCAA



BCAA: sono aminoacidi a catena ramificata (brain chain, amino-acid), alcuni

studi confermano come questi AA ricoprano una parte fondamentale per stimolare correttamente la sintesi proteica (specialmente la leucina) in quanto devo essere contenuti almeno 10 g ogni 30 gr di proteine in polvere, sommando leucina, isoleucina e valina!

Ma solo i BCAA non bastano infatti, uno studio mostra che l'assunzione di BCAA subito dopo esercizio può aumentare la sintesi proteica, ma **solo se sono presenti anche tutti gli altri EAA**. ([De Sousa Santos & Nascimento, 2019](#))

Un'altra meta-analisi conclude che la sola supplementazione di BCAA senza un apporto completo di EAA **non è sufficiente** a massimizzare l'anabolismo muscolare. ([Varfaj et al., 2024](#))

Per confermare ulteriormente questa teoria ho trovato uno studio concluso su 10 giovani allenati. E da questo ho estrapolato i seguenti dati:

20gdi proteina (whey idrolizzata, caseina micellare o soia isolata) dati sia a riposo sia dopo esercizio. La whey (alto contenuto leucina) stimolò la MPS in modo significativamente maggiore di caseina e soia sia a riposo sia dopo l'allenamento.

Quindi la qualità/digestione della proteina conta: le proteine rapidamente digeribili con molta leucina potenziano la sintesi.

Integrare una dose **sub-ottimale** di proteine (6,25g) con leucina (o EAAs senza leucina) dopo esercizio aumenta la MPS allo stesso modo di una dose ottimale (≈25g). Questo supporta l'ipotesi della soglia leucina, dove è la quantità assoluta di leucina a dominare la risposta anabolica.

1.3 METABOLISMO PROTEICO E RISPOSTA ALL'ESERCIZIO FISICO MUSCLOARE

Meccanismi di sintesi e degradazione delle proteine:

L'aspetto "madre" che richiama l'attenzione in merito alla tematica sportiva, riguarda sicuramente il potere anabolico delle proteine.

Per anabolismo intendiamo uno dei 2 rami chiave della fisiologia umana (l'altro ramo è il catabolismo).

Quest'ultimo infatti coinvolge l'insieme di tutte le reazioni che vanno a "costruire" nuovo materiale, in questo contesto facciamo riferimento alla massa muscolare, detto il tessuto muscolare scheletrico una componente prioritaria per gli amanti dello sport e non solo

La letteratura scientifica ci suggerisce come dettare il piano perfetto per la costruzione muscolare: Tutto ruota attorno alla sintesi proteica, quel “bilancio aziendale” che deve rimanere positivo per alimentare la crescita dei nostri amati muscoli.

A tal proposito le microlesioni muscolari purtroppo sono uno di quegli aspetti che porta in rosso questo bilancio.

Le microlesioni muscolari possono verificarsi in seguito ad esercizi contro resistenza caratterizzati da elevata tensione meccanica..

Effetto dell'allenamento contro resistenze sulla sintesi proteica (finestra anabolica.)

L'allenamento con i sovraccarichi rappresenta uno dei modi migliori per stimolare la sintesi proteica, tuttavia nel post allenamento, solitamente sono presenti i classici dolori muscolari detti, Delayed Onset Muscle Soreness dolori muscolari ad insorgenza ritardata

Questi dolori sembrano essere associati queste microlesioni muscolari causate dall'allenamento contro resistenza.

Ma che succede dal punto di vista biochimico? durante il post allenamento si presenta la seguente condizione:

- 1) Riduzione della glicemia
- 2) Glicogeno depauperato
- 3) Aumento della sensibilità agli amminoacidi

microlesioni, glicemia bassa e glicogeno depauperato, condussero gli studiosi a cercare di ottimizzare il più possibile i feedback di questa condizione che per semplicità fu chiamata “finestra anabolica”.

Ma anabolica perché? Dalla fisiologia sappiamo come il corpo cerca di adattarsi ad una variazione omeostatica. Un sgarro omeostatico così ampio, pone il corpo in una fase di debito che lo spinge ad essere iper recettivo verso i macro e micronutrienti.

Da questa condizione appunto venne coniato il termine “finestra anabolica.”

Per finestra invece? che cosa si intende? si fa riferimento appunto ad un limite temporale ben ristretto entro 60 minuti dall'allenamento, oltrepassato il quale (teoricamente) si dovrebbe perdere i benefici derivati dal post allenamento.

L'allenamento contro resistenza attiva dei potentissimi segnale metabolici

positivi che sono figli della MPS (muscle protein synthesis)

Purtroppo però dall'allenamento posso derivare anche gli MPB (muscle protein breakdown) è un fenomeno che prevede il rimodellamento e la rimozione delle proteine danneggiate.

Per questo motivo risulta di primaria importanza tenere il bilancio proteico positivo per massimizzare la crescita muscolare.

A tal proposito un'altro aspetto che diminuisce la MPB è l'insulina che di per se non ha un effetto concreto sulla sintesi proteica ma è in grado di ridurre il catabolismo muscolare, migliorando il bilancio proteico netto

Ruolo del timing proteico post-allenamento

In passato è stata suggerita l'utilità di collocare l'assunzione proteica proprio in questo frangente.

Il razionale dietro questo modus operandi, consiste nel favorire il recupero muscolare e una maggiore sintesi proteica.

Ma è davvero così? o meglio... C'è così tanta differenza a parità di pool aminoacidico giornaliero?

Alcuni studi come Esmarck et al. 2001 e Cribb & Hayes 2006 confermano di sì,

1.2 FABBISOGNO PROTEICO NELLO SPORT

Una volta capita l'importanza delle proteine, occorre aprire una parentesi importante che riguarda il fabbisogno proteico.

Generalmente le linee guida scientifiche e i LARN suggeriscono un fabbisogno proteico per il sedentario che va dallo 0,9 al 1,2 grammi/ kg di peso.

Invece dal punto di vista dello sportivo quest'ultima pratica molta attività fisica

per questo motivo la richiesta proteica si innalza in maniera notevole per via di una eccessiva richiesta dell'organismo per sostenere il catabolismo muscolare, un processo che prevede la degradazione delle proteine a seguito di un utilizzo eccessivo del tessuto muscolare. Questo accade perché durante l'allenamento soprattutto contro resistenza, le fibre muscolari vengono sottoposte a tensione meccanica e stress metabolico che determinano una degradazione delle proteine muscolari

Da questo punto di vista delle linee guida scientifiche ci suggeriscono un rapporto proteico che varia dal 1,6 grammi fino al 2,5 grammi per kg di peso corporeo. Tali quantitativi risultano nettamente superiori rispetto ai valori generalmente raccomandati per la popolazione sedentaria, che si attestano intorno a 0,8 g/kg di peso corporeo al giorno. Questa differenza trova spiegazione proprio nella maggiore richiesta di aminoacidi necessaria per sostenere il recupero muscolare, il rimodellamento tissutale e gli adattamenti fisiologici indotti dall'allenamento.

Un'altra accortezza non da poco riguarda la quantità proteica relativa alla finestra di assunzione. A tal proposito uno studio di ISN (International Society of Sports Nutrition Position Stand: protein and exercise si suggerisce che assumere 30-40 gr di proteine per pasto potrebbe migliorare gli effetti della sintesi proteica e favorire il recupero e gli adattamenti muscolare, ma l'evidenza scientifica suggerisce che il raggiungimento del fabbisogno proteico giornaliero rimanga il principale determinante per degli outcome muscolari.

La stessa quantità potrebbe aver senso assumerla prima di coricarsi, uno studio di Snijders et al. (2015) ha confermato che chi assumeva proteine prima di coricarsi ha avuto maggiori risultati in termini di sintesi proteica e recupero muscolare. questa strategia potrebbe essere utile per tutti quei soggetti che fanno fatica a raggiungere il fabbisogno proteico giornaliero e che si allenano in tarda serata

1.3 QUALITÀ DELLE PROTEINE

La qualità delle proteine è a sua volta molto importante, perché il corpo non necessita di proteine generale ma necessita di aminoacidi i quali sono presenti all'interno delle proteine per questo motivo è importante che l'atleta faccia attenzione alla qualità delle proteine.

Per qualità delle proteine si intende il valore aminoacidico detto anche valore biologico delle proteine. E una proteina di elevata quantità è in grado di fornire

nella giusta proporzioni il materiale necessario per mantenere efficaci i processi fisiologici della sintesi proteica e del recupero muscolare. tradizionalmente la qualità di una proteina viene valutata attraverso il suo valore biologico che misura la capacità di un alimento di conferire aminoacidi assorbibili.

Quest'ultimo è espresso tramite una formula: $\text{azoto trattenuto} / \text{azoto assorbito}$ per 100

In cima alla classifica troviamo le classiche proteine di origine animale:

1. Uovo intero 100%
2. Proteine del latte (anche whey protein)
3. Carne bovina
4. Soia 75%
5. Frumento

Sebbene il valore biologico sia ancora ampiamente utilizzato a scopo didattico, negli ultimi anni sono stati proposti sistemi più moderni di valutazione della qualità proteica, come il DAS (Digestible Indispensable Amino Acid Score), basato sulla digeribilità dei singoli aminoacidi essenziali.

1.4 DIGESTIONE DELLE PROTEINE

Affinché le proteine possono essere utilizzate devono essere ovviamente digerite e trasformati nei loro monomeri ovvero gli aminoacidi, solo in questa forma le proteine possono esercitare un ruolo importante nelle funzioni fisiologiche strutturali plastiche e regolatore ed energetiche.

la digestione proteica quindi costituisce un ruolo importantissimo per utilizzare le proteine, e per fornire al corpo importanti funzioni vitali come il mantenimento dei tessuti nella massa muscolare, la produzione di enzimi, e adattamenti ridotti dell'esercizio fisico.

le proteine possono essere introdotte mediante l'alimentazione, per la gestione inizia principalmente nello stomaco dove l'ambiente elastico presenta un ph molto acido che inizia la sua parziale di gestione Grazie all'acido cloridrico secreto dalle cellule parietali. L'acido cloridrico è in grado di denaturare le proteine, e attivare il pepsinogeno in pepsina, un altro zio fondamentale per la successiva digestione proteica a livello duodenale.

Dal punto di vista pratico l'azienda maturazione delle proteine comporta la perdita della struttura tridimensionale della stessa, rendendo i legami peptidici più accessibili per gestione enzimatica futura. " Effettivamente la pepsina è in

grado di ridurre proteine in peptidi di dimensioni più piccole.

ma è a livello intestinale che si svolge a gran parte del processo di gestione proteica, lì diversi che devono essere attivati tra cui tripsinogeno chimotripsinogeno pure la Stasi e Procarbossipeptidasi, il quale si attiva in grado di gestire i peptidi per liberare gli aminoacidi. questi enzimi vengono attivati Dalla terza che è a sua volta attivata dall'entrata segreta della mucosa intestinale, quest'ultima una volta Attiva a cascata gli altri enzimi precedentemente elencati. questi ultimi continuano a demolizione dei più attivi fino a ottenere oligopeptidi difettivi ripetitivi o aminoacidi liberi. perché liberi vengono successivamente assorbiti principalmente legati al digiuno dell'ileo. la maggior parte degli aminoacidi passano mediante trasportatori essendo molecole di grosse dimensioni

Lo stesso destino hanno i dipeptidi e tripeptidi che possono essere trasportati tramite specifici trasportatori. aminoacidi e piccoli oligopeptidi una volta entrati nell'intensità raggiungono il fegato tramite il circolo portale dove Da lì possono essere utilizzati per la sintesi proteica per la sintesi di enzimi della sintesi armonica peptidici, per proteine di, di struttura come ad esempio Il collagene, può, o neurotrasmettitore, o di qualsiasi altro tipo di proteina utile per le normali funzioni fisiologiche.

1.5 CINETICA DELLE PROTEINE

L'aumento della concentrazione degli aminoacidi nel sangue prende il nome di aminoacidemia, questo concetto ,spesso trascurato, potrebbe interessarci più di quanto sembri. Infatti l'efficacia di una fonte proteica non dipende esclusivamente dalla quantità di proteine e dal tipo di aminoacidi, ma, l'aumento dalla aminoacidemia.

A tal proposito le proteine whey sono particolarmente famose per la loro velocità del suo rientro, sono in grado di influenzare molto velocemente l'ammino-acidemia, per questo motivo la loro assunzione è meglio collocarla in un pasto isolato piuttosto che in un pasto con altre forme di proteiche perché potrebbe influenzare la qualità dell'assorbimento aminoacidico.

Per questo motivo la velocità di gestione superamento delle proteine ha un'importanza rilevante nel contesto della produzione sportiva o perlomeno potrebbe dirottare le nostre scelte alimentare che ci porterebbero ad

ottimizzare i nostri risultati senza disperdere le nostre risorse economiche

Al contrario le caseina il formano un coagulo nel nostro stomaco e vengono digerite più lentamente garantendo un rilascio graduale di aminoacidi.

Questa differenza nella gente che gestiva pone i presupposti teorici alla base del concetto del Timing proteico oggetto di approfondimento nel presente e lavorato.

1.6 STUDI CONTRASTI DELLA FINESTRA ANABOLICA

Questo è l'argomento centrale del nostro confronto

Dalla letteratura scientifica sappiamo quanto l'assunzione proteica ricopra un fattore chiave in merito all'innalzamento la sintesi proteica se condotta secondo specifiche linee guida

Tra le strategie più diffuse mira proprio su questo aspetto, innalzare il contenuto proteico nell'esatto momento dove è presente la "finestra metabolica".

Come si vedrà dal mio studio e da altri che citerò, la letteratura ci mostra risultati non sempre univoci riguardo all'effettiva rilevanza del timing proteico

Meta-analisi e studi principali ([Schoenfeld et al., 2013](#); [Morton et al., 2018](#)) and Aragon 2013

STUDI ANNI 90

Per quanti riguarda gli studi degli anni 90 la letteratura ha gettato le basi per valutare le differenze di forza e sugli adattamenti muscolari, ed ha iniziato ad emergere l'importanza degli AA essenziale in particolar modo la leucina. Nello specifico si è visto come 6g di AA essenziali duplicano l'accumulo proteico rispetto alle gruppo che assumeva composti privi di AA essenziale. Lo stesso l'insulina, proprio in quegli anni si è riscontrata la sua efficacia come potente strumento anti-catabolico.

Uno studio del 2001 di Tipo ha invece isolato i risultati tra 2 gruppi uno che assumeva proteine e carboidrati post workout, mentre l'altro lontano. Dai dati non sono emersi dati significativi se non sul fatto che risulti importante

raggiungere almeno la quota di leucina 2/3 gr per pasto e una quota di carboidrati per stimolare l'insulina. Negli anni '90 la ricerca era focalizzata sugli effetti immediati dell'esercizio sulle proteine muscolari, usando metodiche invasive ma rivelatrici. Ad esempio Phillips et al. (1997) studiarono in 8 soggetti non allenati la sintesi e degradazione proteica dopo un intenso allenamento (4 uomini, 4 donne). Trovarono che la sintesi muscolare (FSR) aumentava drasticamente: +112% a 3h dal termine dell'esercizio e restava elevata per 48h (+65% a 24h, +34% a 48h), mentre la degradazione (FBR) saliva meno (+31% a 3h, +18% a 24h) e tornava ai livelli basali entro 48h.

STUDI ANNI 2000

Andando avanti con gli anni le cose sono cambiate. Addirittura grazie allo studio Tipton et al. Del 2001 della J Physiol Endocrinol Metab. Già citato, si è visto come non solo il post workout non è importante ma il preworkout fatto con AA e un parte di carboidrati possa dare risultati significativamente maggiori rispetto al assumere proteine post, forse ciò è dovuto dal fatto che gli atleti si allenavano in uno stato metabolico migliore.

Dal 2016 le cose sono leggermente cambiate grazie allo studio di Phillips et al. (2016) della JISSN:

Questo studio battezza come scelta prioritaria il timing proteico giornaliero e piuttosto che un timing rigidissimo, con l'unica accortezza di raggiungere la soglia di leucina ad ogni pasto!

Anche secondo circa 2–3 g di leucina (contenuti in ~25–30g di proteine di alto valore biologico) sono sufficienti per massimizzare la MPS in giovani adulti. Una volta superata questa soglia in un pasto o bevanda, apporti maggiori di proteine producono guadagni minimi aggiuntivi di sintesi.

LIMITI PRINCIPALI DEGLI STUDI ANALIZZATI

Sotto troviamo i limiti principali di alcuni studi che ho analizzato che ho cercato di superare.

Variabili come l'apporto totale proteico, lo stato di allenamento, età, sesso, composizione corporea differivano tra gli studi e rendevano difficile isolare l'effetto "timing".

Dagli anni 2000 però le confermi derivavano da studi con campione troppo

piccolo e oltretutto il gruppo di controllo non assumeva alcuna proteina post allenamento, perciò senza un'alternativa ritardata, era possibile confondere total intake con timing. Altri bias: interventi a volte legati all'industria (integratori), non sempre cecità degli sperimentatori, breve durata.

Tutto ciò faceva ombra su dei punti piuttosto scomodi:

1. Finestra anabolica non chiaramente definita

Gli autori notano che, poiché i gruppi "controllo" assumono comunque proteine in tempi simili, non è chiaro se l'"anabolic window" (finestra anabolica) sia stretta o ampia.

Per esempio nella mia tesi analizzo la ben differente e ben distanti rispetto al gruppo di controllo che assume proteine esattamente nel post workout

2. Età, livello di allenamento e variabilità dei soggetti

Gli studi includevano soggetti molto diversi in termini di esperienza di allenamento, età, sesso, e questo può impattare i risultati. Io invece ho cercato di reclutare solo i poco allenati per uniformare il campione

3. Apporto proteico totale come fattore dominante

Il meta-analisi ha concluso che l'apporto totale di proteine è stato il predittore più forte di ipertrofia, più del momento di assunzione. Invece il mio focus sarà quello di analizzare soprattutto i vantaggi del timing proteico

4. Introduzione di carboidrati assieme alle proteine.

Difficile isolare l'effetto isolato delle proteine sulla sintesi proteica, infatti ricordiamo che Allo stesso tempo, l'**insulina** post-esercizio facilita l'uptake di glucosio e amminoacidi nel muscolo e sopprime il MPB. Biolo et al. (1999) hanno mostrato che in condizioni di iperinsulinemia fisiologica il muscolo allenato non aumenta ulteriormente la MPS (già alta), ma diminuisce notevolmente il tasso di degradazione. In pratica,

dopo l'allenamento la capacità di insulina di bloccare il catabolismo è potenziata.

Nel mio studio si è cercato di mitigare tali limiti controllando l'apporto proteico ($\sim 1 \text{ g}-1,6 \text{ g/kg} \cdot \text{die}$) e standardizzando il protocollo di allenamento; tuttavia, rimangono limiti inerenti alla dimensione del campione e alle misure soggettive del recupero e questo potrebbe indurre in errore di tipo II

L'errore di tipo II si verifica quando c'è un effettiva differenza, ma lo studio non riesce a rilevarlo. Questo può accadere per diversi motivi

Se il campione possiede un campione troppo piccolo può essere un problema

In uno studio che ha 20 soggetti totali è facile che un effetto reale ci sia ma sfugga, inoltre . misure poco sensibili come circonferenze e test a corpo libero → sono utili, ma non sensibili come DXA, BIA, RMN.

Dal mio punto di vista però sono riuscito a compensare con una bassa variabilità nei partecipanti:

1. Tipologia di allenamento
2. Intensità di allenamento
3. abitudini alimentari identiche, tipologia di proteine identiche per ciascun gruppo

Applicazioni pratici

Al di là degli aspetti puramente fisiologici nella vita quotidiana spesso ci troviamo in difficoltà a rispettare i canonici 30-60 minuti della finestra metabolica

Numerosi soggetti si trovano ad allenarsi al mattino, prima di andare al lavoro, o in pausa pranzo o addirittura in tarda serata. Per l'appunto questi sono tutti casi reali dove per esigenze di tempo, si fa difficoltà a reperire subito un piatto proteico nelle ore immediate all'allenamento per questo motivo molti ricercatori si sono trovati spinti a trovare rimedio a questo dilemma: "Chi non riesce ad assumere proteine immediatamente dopo l'allenamento sta davvero compromettendo i risultati?"

Obiettivi e ipotesi dello studio

Scopo generale della ricerca

Dopo questa calzata introduzione il quesito rimane occorre chiedersi
“E’ così intelligente assumere proteine postworkout? “

Da questa domanda nasce l’obiettivo del mio studio; A tal proposito in questo intervento cercheremo di rispondere al precedente quesito anche grazie alla letteratura che disponiamo.

Detto questo il mio studio assume una duplice importanza:

- 1) Permette di osservare se il corpo risponde diversamente quando viene realmente modificato il periodo di stimolo nutrizionale.
- 2) L’esito dello studio può assicurare tutti quei soggetti svolgono sedute di allenamento ad orari non compatibili con un pasto immediato nel post-workout

Se l’ipotesi dovesse essere confermata, diventa possibile ridimensionare un concetto spesso estremizzato e restituire maggiore flessibilità alle routine alimentari di chi pratica allenamento.

Se invece la tesi dovesse essere confermata, sarebbe opportuno continuare a raccomandare l’assunzione proteica post workout specialmente nelle programmazioni alimentari degli atleti ma anche in quegli individui che si allenano per migliorare la propria composizione corporea

2 Materiali e Metodi

2.1. Tipo di studio

Il presente lavoro è uno studio osservazionale a carattere sperimentale e controllato, impostato con un disegno sia intra-soggetto che tra gruppi.

L'intento è quello di valutare come cambia la risposta muscolare in base al momento in cui vengono assunte un preciso tipo di proteine in polvere (complex whey protein marca olimp) da un lato chi le consuma immediatamente dopo l'allenamento (gruppo Post-Workout), dall'altro chi le assume a distanza di almeno 3-4 ore (gruppo Lontano).

L'intero percorso si è svolto tra settembre 2025 e marzo 2026, comprendendo una prima fase di raccolta dei dati di base, un periodo di allenamento monitorato e standardizzato, e una successiva valutazione finale per osservare eventuali adattamenti e cambiamenti nei parametri analizzati.

2.2. Campione

Il campione sperimentale era costituito da 20 volontari, uomini e donne, con età compresa tra Età: 18–61 anni.

I partecipanti sono stati suddivisi in due gruppi di pari numerosità, differenziati esclusivamente per il momento di assunzione proteica:

Gruppo Post-Workout (n = 11): assunzione delle proteine entro 30 minuti dal termine dell'allenamento.

Gruppo Lontano (n = 11): assunzione delle proteine a circa oltre 4 ore di distanza dalla seduta.

Tutti i soggetti hanno ricevuto una spiegazione chiara e completa delle finalità dello studio e delle procedure previste, sottoscrivendo il consenso informato prima dell'avvio delle attività.

2.3. Criteri di inclusione

1. Et : 18–61 anni.
2. Esperienza di allenamento: Soggetti novizi, con meno di 6 mesi di allenamento strutturato alle spalle, o con allenamento non strutturato avviato
3. Stato di salute: buono stato clinico generale, senza patologie croniche.
4. Dieta: regime alimentare stabile nelle 2 settimane precedenti lo studio.
5. Disponibilit : a seguire il protocollo di integrazione, allenamento e misurazioni.

2.4. Criteri di esclusione

6. Uso di sostanze anabolizzanti o farmaci che influenzano anabolismo/proteolisi.
7. Patologie renali, epatiche, cardiovascolari o endocrino-metaboliche (es. diabete).
8. Allergie o intolleranze note alle proteine in polvere (siero, soia, caseina, ecc.).
9. Infortuni muscolari o articolari in corso o nei 3 mesi precedenti.
10. Variazioni recenti rilevanti nel piano di allenamento o nella dieta (<4 settimane).
11. Assunzione di integratori extra non previsti dal protocollo (vitamine, creatina, ecc.).

12. Impegno lavorativo o personale incompatibile con la frequenza degli allenamenti e le misurazioni.
13. Mancanza di adesione, nel corso dello studio, ai requisiti base di frequenza e integrazione.

2.5. Strumenti di raccolta dati

Per la raccolta e l'analisi dei dati sono stati impiegati diversi strumenti, scelti per la loro semplicità e affidabilità:

1. Diario alimentare settimanale, per valutare l'apporto proteico, calorico e l'aderenza del lungo periodo
2. Questionario di anamnesi iniziale: utile per raccogliere informazioni generali su stato di salute, attività fisica e abitudini nutrizionali e le misurazioni antropometriche (es. circonferenze) e i risultati dei test fisici.
3. Registro settimanale di allenamento e assunzione proteine, compilato da me personalmente sulla base delle indicazioni raccolte. I dati raccolti riguardano nello specifico: percezione dello sforzo (RPE) e ripetizioni in riserva (RIR).
4. Questionario finale, per la valutazione soggettiva dei progressi, della fatica e del recupero e le misurazioni antropometriche (es. circonferenze) e i risultati dei test fisici.

☐ **Registro Settimanale di Allenamento & Nutrizionali e di controllo di Assunzione di Proteine**

☐ **Indicazioni alimentari da seguire**

COLAZIONE	oppure: yogurt greco+ cereali int. +noci/mandorle/nocciole/burro di arachidi oppure pancake con: albume farina avena e marmellata+noci/... Oppure: 1 tazza di latte p.s+2 cucchiaini pro in polvere cereali int/ noci/... oppure: pane int.+ fesa tacchino/ bresaola/+noci/....
------------------	---

SPUNTINO	☐ 1 frutto+1 cubetto ciocc.fondente ☐ ☐
-----------------	--

PRANZO	☐ 1 pasta/riso/gnocchi di patate/patate/pane 1 cucchiaio olio (2 cucchiaini) ☐ 1 petto di pollo/tacchino/pesce/carne rossa ☐ 1 Verdure
---------------	---

SPUNTINO O <u>(OBBLIGATORIO)</u>	PROTEINE IN POLVERE FORNITE
--	-----------------------------

CENA	☐ 1 pasta/riso/gnocchi di patate/ patate 1 cucchiaio olio (2 cucchiaini) ☐ 1 petto di pollo/tacchino/pesce/carne rossa ☐ 1 Verdure
-------------	---

☐ Istruzioni per la compilazione:

- Compila **ogni giorno** della settimana.
- Indica se hai svolto **allenamento generale e l'esercizio target** (tr
- Registra i **kg utilizzati**, le **ripetizioni per serie**, e l'**orario di assunzione delle proteine**.
- Segna eventuali **note** su fatica, cambiamenti nell'allenamento o assunzione delle proteine.

Scheda Raccolta Dati – Misurazioni Iniziali e Finali

☐ **Codice ID: PA01 61**

Data Inizio Test: settembre / 2025

Data Fine Test: marzo / 2026

Gruppo Assegnato:

☒ Post-Workout

☐ Lontano dall'allenamento

2. Performance – Push up/ Push up su Rialzo / Push up in Ginocchio

Parametro	Iniziale	Finale
Tipo di esercizio	Push up mani su rialzo	Push up mani su rialzo
Tecnica osservata	Alterata	Buona
VIDEO Iniziale		VIDEO Finale

☐ **Codice ID: LL 02 55**

Gruppo Assegnato:

Post-Workout
✓ Lontano dall'allenamento

2. Performance – Push up/ Push up su Rialzo / Push up in Ginocchio

Parametro	Iniziale	Finale
Tipo di esercizio	Push up in ginocchio	Push up in ginocchio

Tecnica osservata	Buona	Buona
VIDEO Iniziale		VIDEO Finale

☐ **Codice ID: PS03 20**
Gruppo Assegnato:

- ☒ Post-Workout
☐ Lontano dall'allenamento

2. Performance – Push up/ Push up su Rialzo / Push up in Ginocchio

Parametro	Iniziale	Finale
Tipo di esercizio	Push up in ginocchio	Push up in ginocchio
Tecnica osservata	Buona	Buona
VIDEO Iniziale		VIDEO Finale

☐ **Codice ID: LG04 18**

Partecipante:

Gruppo Assegnato:

✓ Lontano dall'allenamento

2. Performance – Push up/ Push up su Rialzo / Push up in Ginocchio

Parametro	Iniziale	Finale
Tipo di esercizio	Push up in ginocchio	Push up in ginocchio
Tecnica osservata	Buona	Buona

☐ **Codice ID: DP 05 22**

Partecipante:

Gruppo Assegnato:

Post-Workout

✓ Lontano dall'allenamento

2. Performance – Push up/ Push up su Rialzo / Push up in Ginocchio

Parametro	Iniziale	Finale
Tipo di esercizio	Push up normali	Push up normali
Tecnica osservata	Buona	Buona
VIDEO Iniziale		VIDEO Finale

☐ **Firma Partecipante (per conferma misurazioni)**

Firma: _____ Data: ____ / ____ / ____

☐ **Firma del Supervisore/Ricercatore**

Firma: _____ Data: ____ / ____ / ____

☐ **Codice ID: MF 06 22**

Gruppo Assegnato:

☐ Post-Workout

☒ Lontano dall'allenamento

2. Performance – Push up/ Push up su Rialzo / Push up in Ginocchio

Parametro	Iniziale	Finale
Tipo di esercizio	Push up normali	Push up normali
Tecnica osservata	Buona	Buona
VIDEO Iniziale		VIDEO Finale

☐ **Codice ID: TP 07 22**

Gruppo Assegnato:

☐ **Post-Workout**

☒ **Lontano dall'allenamento**

2. Performance – Push up/ Push up su Rialzo / Push up in Ginocchio

Parametro	Iniziale	Finale
Tipo di esercizio	Push up normali	Push up normali
Tecnica osservata	Buona	Buona
VIDEO Iniziale		VIDEO Finale

☐ **Codice ID: FP 08 26**

Gruppo Assegnato:

☒ Post-Workout

☐ Lontano dall'allenamento

2. Performance – Push up/ Push up su Rialzo / Push up in Ginocchio

Parametro	Iniziale	Finale
Tipo di esercizio	Push up normali	Push up normali
Tecnica osservata	Buona	Buona
VIDEO Iniziale		VIDEO Finale

☐ **Codice ID: EC09 50**

Gruppo Assegnato:

☒ Post-Workout

☐ Lontano dall'allenamento

2. Performance – Push up/ Push up su Rialzo / Push up in Ginocchio

Parametro	Iniziale	Finale
Tipo di esercizio	Push up mani su rialzo	Push up mani su rialzo
Tecnica osservata	Alterata	Buona
VIDEO Iniziale		VIDEO Finale

☐ **Codice ID: PM10 53**

Gruppo Assegnato:

☒ Post-Workout

☐ Lontano dall'allenamento

2. Performance – Push up/ Push up su Rialzo / Push up in Ginocchio

Parametro	Iniziale	Finale
Tipo di esercizio	Push up in ginocchio	Push up in ginocchio
Tecnica osservata	Alterata	Buona
VIDEO Iniziale		VIDEO Finale

☐ **Codice ID: PE11 55**

Gruppo Assegnato:

☒ Post-Workout

☐ Lontano dall'allenamento

2. Performance – Push up/ Push up su Rialzo / Push up in Ginocchio

Parametro	Iniziale	Finale
Tipo di esercizio	Push up normali	Push up normali
Tecnica osservata	Buona	Buona
VIDEO Iniziale		VIDEO Finale

☐ **Codice ID: DS 12 27**

Gruppo Assegnato:

- ☐ Post-Workout
- ☒ Lontano dall'allenamento

2. Performance – Push up/ Push up su Rialzo / Push up in Ginocchio

Parametro	Iniziale	Finale
Tipo di esercizio	Push up normali	Push up normali
Tecnica osservata	Buona	Buona
VIDEO Iniziale		VIDEO Finale

☐ **Codice ID: CM13**

Gruppo Assegnato:

☐ **Post-Workout**

☒ **Lontano dall'allenamento**

2. Performance – Push up/ Push up su Rialzo / Push up in Ginocchio

Parametro	Iniziale	Finale
Tipo di esercizio	Push up normali	Push up normali
Tecnica osservata	Buona	Buona

VIDEO Iniziale	VIDEO Finale
----------------	--------------

☐ **Codice ID: GE 14 26**

Gruppo Assegnato:

☒ Post-Workout

☐ Lontano dall'allenamento

2. Performance – Push up/ Push up su Rialzo / Push up in Ginocchio

Parametro	Iniziale	Finale
Tipo di esercizio	Push up normali	Push up normali
Tecnica osservata	Buona	Buona
VIDEO Iniziale	VIDEO Finale	

☐ **Codice ID: MP 15 24**

Gruppo Assegnato:

☒ Post-Workout

☐ Lontano dall'allenamento

2. Performance – Push up/ Push up su Rialzo / Push up in Ginocchio

Parametro	Iniziale	Finale
Tipo di esercizio	Push up in ginocchio	Push up in ginocchio
Tecnica osservata	Alterata	Buona
VIDEO Iniziale		VIDEO Finale

☐ **Codice ID: GM19 26**

Gruppo Assegnato:

☐ **Post-Workout**

✓ **Lontano dall'allenamento**

2. Performance – Push up/ Push up su Rialzo / Push up in Ginocchio

Parametro	Iniziale	Finale
Tipo di esercizio	Push up normali	Push up normali
Tecnica osservata	Buona	Buona
VIDEO Iniziale		VIDEO Finale

☐ **Codice ID: MA20**

Partecipante:

Gruppo Assegnato:

☐ Post-Workout

☒ Lontano dall'allenamento

2. Performance – Push up/ Push up su Rialzo / Push up in Ginocchio

Parametro	Iniziale	Finale
Tipo di esercizio	Push up normali	Push up normali
Tecnica osservata	Alterata	Buona
VIDEO Iniziale		VIDEO Finale

☐ **Codice ID: ES 21 24**

Gruppo Assegnato:

☐ **Post-Workout**

✓ **Lontano dall'allenamento**

2. Performance – Push up/ Push up su Rialzo / Push up in Ginocchio

Parametro	Iniziale	Finale
Tipo di esercizio	Push up in ginocchio	Push up in ginocchio
Tecnica osservata	Alterata	Buona
VIDEO Iniziale		VIDEO Finale

☐ **Codice ID: MM 22 26**

Gruppo Assegnato:

☒ Post-Workout

☐ Lontano dall'allenamento

2. Performance – Push up/ Push up su Rialzo / Push up in Ginocchio

Parametro	Iniziale	Finale
Tipo di esercizio	Push up in ginocchio	Push up in ginocchio
Tecnica osservata	Alterata	Buona
VIDEO Iniziale		VIDEO Finale

☐ **Codice ID: PG 24 53**

Gruppo Assegnato:

☒ Post-Workout

☐ Lontano dall'allenamento

2. Performance – Push up/ Push up su Rialzo / Push up in Ginocchio

Parametro	Iniziale	Finale
Tipo di esercizio	Push up mani su rialzo	Push up in ginocchio
Tecnica osservata	Alterata	Buona
VIDEO Iniziale		VIDEO Finale

☐ **Codice ID: CG26 27**

Gruppo Assegnato:

☐ Post-Workout

✓ Lontano dall'allenamento

2. Performance – Push up/ Push up su Rialzo / Push up in Ginocchio

Parametro	Iniziale	Finale
Tipo di esercizio	Push up normali	Push up normali
Tecnica osservata	Buona	Buona
VIDEO Iniziale		VIDEO Finale

☐ **Codice ID: SM27 45**

Gruppo Assegnato:

☒ Post-Workout

☐ Lontano dall'allenamento

2. Performance – Push up/ Push up su Rialzo / Push up in Ginocchio

Parametro	Iniziale	Finale
Tipo di esercizio	Push up normali	Push up normali
Tecnica osservata	Buona	Buona
VIDEO Iniziale		VIDEO Finale

Conteggio totale 11 post workout e 12 Lontano

2.6. Protocollo sperimentale

Tutti i partecipanti hanno seguito un programma di allenamento standardizzato, composto da 4 sessioni settimanali di circa 25 minuti ciascuna.

Il protocollo comprendeva esercizi a corpo libero e a resistenza progressiva, selezionati per essere sicuri, replicabili e accessibili anche a soggetti non allenati.

□ Basi operative:

Fase 1 – Baseline (Settimana 0)

Raccolta dei dati iniziali (diario alimentare, test fisici, misure antropometriche).

Assegnazione casuale ai gruppi Post-Workout o Lontano.

Fase 2 – Intervento (Settimane 1–12)

Esecuzione del programma di allenamento standardizzato.

Assunzione delle proteine secondo la tempistica prevista per il gruppo di appartenenza.

Compilazione settimanale del registro (RPE, RIR, note soggettive).

Fase 3 – Follow-up (Settimana 12)

Ripetizione delle misurazioni iniziali (forza e circonferenze).

Raccolta del diario alimentare finale.

Compilazione del questionario conclusivo di percezione soggettiva.

2.7. Test fisici

Per i partecipanti non allenati sono stati impiegati test semplici e sicuri a corpo libero, finalizzati alla valutazione della forza e della resistenza muscolare:

Plank massimale → tempo massimo di mantenimento della posizione corretta.

Iso Squat massimale → tempo massimo mantenuto in accosciata a 90°.

Push-up massimale → numero massimo di ripetizioni con tecnica corretta.

Per i soggetti già allenati, non sono stati eseguiti test fisici diretti. È stato invece richiesto di monitorare soggettivamente i propri progressi (carichi, recupero, performance) mantenendo invariata la scheda di allenamento.

2.8. Variabili controllate

Durante l'intervento sono state monitorate e registrate le seguenti variabili principali:

Timing proteico: ≤30 min post-allenamento vs. 3–4 h post-allenamento.

Apporto proteico totale: stimato dai diari alimentari (circa 1-1,6 g/kg/die).

Volume di allenamento: serie × ripetizioni × frequenza settimanale.

Percezione dello sforzo (RPE) e ripetizioni in riserva (RIR).

Tecnica di esecuzione: classificata come “corretta” o “da rivedere”.

3. Analisi dei dati

Tutti i dati raccolti sono stati inseriti in un database Excel e sottoposti a analisi statistica descrittiva.

Per ogni parametro (forza, circonferenze, percezione soggettiva) sono state calcolate:

- medie e variazioni percentuali (iniziale → finale);
- confronti intra-gruppo (pre/post all'interno dello stesso gruppo);
- confronti inter-gruppo (Post-Workout vs. Lontano).

I risultati finali sono stati sintetizzati tramite tabelle comparative e grafici che evidenziano le tendenze generali e le differenze tra i gruppi.

4 Risultati

Nel seguente documento mostrerò i risultati raccolti dalla mia ricerca

[database_tesi](#)

Codice ID	#	Settimana	Allenamento			Proteine Assunte	Orario Assunzione	Aderenza Dieta	Note
PA01	61	1	SI	8	3	SI	20:00	70%	Leggera fatica
PA01	61	2	SI	8	3	SI	19:00	70%	Leggera fatica
PA01	61	3	SI	8	2	NO		80%	Tecnica migliorata
PA01	61	4	SI	9	1	SI	20:30	80%	Tecnica migliorata
PA01	61	5	SI	10	3	SI	18:30	80%	Recupero discreto
PA01	61	6	NO	9	2	NO		85%	Tecnica migliorata
PA01	61	7	SI	10	3	SI	20:30	75%	Nessuna anomalia
PA01	61	8	SI	9	2	SI	18:30	85%	Tecnica migliorata
PA01	61	9	SI	10	2	NO		80%	Recupero discreto
PA01	61	10	SI	9	2	SI	20:30	80%	Seduta regolare
PA01	61	11	NO	10	1	SI	20:30	85%	Nessuna anomalia
PA01	61	12	SI	9	2	SI	20:30	85%	Nessuna anomalia
LL02	55	1	SI	10	3	SI	20:00	85%	Recupero discreto
LL02	55	2	SI	8	2	SI	20:00	85%	Leggera fatica
LL02	55	3	SI	10	3	NO		80%	Tecnica migliorata
LL02	55	4	NO	9	2	SI	20:00	80%	Nessuna anomalia
LL02	55	5	SI	8	3	SI	18:30	80%	Tecnica migliorata
LL02	55	6	SI	10	3	SI	20:00	85%	Recupero discreto
LL02	55	7	NO	9	3	SI	19:00	75%	Nessuna anomalia
LL02	55	8	NO	8	1	SI	18:30	85%	Nessuna anomalia
LL02	55	9	SI	9	2	NO		70%	Leggera fatica
LL02	55	10	SI	9	3	NO		80%	Seduta regolare
LL02	55	11	SI	10	1	SI	20:30	75%	Leggera fatica
LL02	55	12	SI	10	2	NO		85%	Seduta regolare
PS03	20	1	SI	7	3	NO		80%	Leggera fatica
PS03	20	2	SI	6	3	SI	20:30	75%	Tecnica migliorata
PS03	20	3	SI	6	2	SI	19:00	80%	Recupero discreto
PS03	20	4	SI	8	2	NO		85%	Recupero discreto
PS03	20	5	SI	8	1	SI	20:00	85%	Recupero discreto
PS03	20	6	NO	7	2	SI	20:00	80%	Recupero discreto
PS03	20	7	SI	8	2	SI	20:00	75%	Seduta regolare
PS03	20	8	SI	7	3	SI	18:30	75%	Nessuna anomalia
PS03	20	9	SI	6	3	SI	19:00	75%	Nessuna anomalia
PS03	20	10	SI	8	3	SI	20:00	80%	Nessuna anomalia
PS03	20	11	SI	8	2	SI	20:00	85%	Leggera fatica
PS03	20	12	SI	8	1	SI	20:30	75%	Leggera fatica
LG04	20	1	SI	8	1	SI	20:00	75%	Seduta regolare
LG04	20	2	SI	7	2	SI	19:00	70%	Leggera fatica
LG04	20	3	SI	8	1	SI	19:00	75%	Seduta regolare

LG04	20	4	SI	6	3	SI	19:00	85%	Leggera fatica
LG04	20	5	NO	6	2	SI	19:00	70%	Tecnica migliorata
LG04	20	6	NO	6	3	SI	20:00	85%	Recupero discreto
LG04	20	7	SI	8	1	SI	20:00	80%	Nessuna anomalia
LG04	20	8	SI	7	1	NO		70%	Leggera fatica
LG04	20	9	NO	7	3	SI	18:30	75%	Tecnica migliorata
LG04	20	10	SI	8	2	SI	20:00	85%	Nessuna anomalia
LG04	20	11	NO	7	2	SI	20:30	75%	Recupero discreto
LG04	20	12	SI	8	2	SI	19:00	85%	Leggera fatica
DP05	22	1	SI	7	3	SI	20:00	75%	Recupero discreto
DP05	22	2	SI	6	2	SI	18:30	80%	Leggera fatica
DP05	22	3	SI	8	1	SI	19:00	75%	Recupero discreto
DP05	22	4	SI	7	2	SI	20:30	75%	Seduta regolare
DP05	22	5	SI	6	3	SI	18:30	70%	Seduta regolare
DP05	22	6	SI	7	3	SI	20:00	85%	Recupero discreto
DP05	22	7	SI	6	2	SI	20:30	75%	Leggera fatica
DP05	22	8	SI	8	3	SI	20:30	70%	Recupero discreto
DP05	22	9	NO	7	1	NO		80%	Recupero discreto
DP05	22	10	SI	8	1	SI	18:30	80%	Seduta regolare
DP05	22	11	SI	7	3	SI	18:30	80%	Seduta regolare
DP05	22	12	SI	6	2	SI	20:00	80%	Seduta regolare
MF06	22	1	SI	6	1	SI	14:00	70%	Recupero discreto
MF06	22	2	SI	6	3	NO		85%	Tecnica migliorata
MF06	22	3	SI	8	2	SI	23:00	80%	Nessuna anomalia
MF06	22	4	SI	8	1	SI	15:30	85%	Tecnica migliorata
MF06	22	5	NO	8	2	SI	23:00	75%	Leggera fatica
MF06	22	6	SI	7	1	SI	23:00	80%	Seduta regolare

MF06	22	7	NO	6	1	SI	23:00	75%	Leggera fatica
MF06	22	8	SI	8	3	NO		85%	Seduta regolare
MF06	22	9	SI	8	3	SI	14:00	75%	Recupero discreto
MF06	22	10	SI	6	2	SI	14:00	70%	Seduta regolare
MF06	22	11	NO	6	2	SI	14:00	80%	Leggera fatica
MF06	22	12	SI	7	3	SI	22:00	75%	Nessuna anomalia
TP07	22	1	SI	6	1	SI	23:00	75%	Leggera fatica
TP07	22	2	NO	8	1	NO		75%	Leggera fatica
TP07	22	3	SI	6	1	NO		75%	Tecnica migliorata
TP07	22	4	SI	8	1	NO		80%	Leggera fatica
TP07	22	5	SI	6	2	SI	22:00	70%	Leggera fatica
TP07	22	6	SI	7	1	NO		85%	Recupero discreto
TP07	22	7	SI	8	1	SI	22:00	70%	Leggera fatica
TP07	22	8	SI	7	2	NO		80%	Leggera fatica
TP07	22	9	SI	6	2	NO		75%	Recupero discreto
TP07	22	10	NO	7	2	SI	22:00	85%	Leggera fatica
TP07	22	11	SI	6	3	SI	15:30	85%	Recupero discreto
TP07	22	12	SI	6	3	SI	14:00	70%	Nessuna anomalia
FP08	26	1	SI	7	3	SI	19:00	70%	Nessuna anomalia
FP08	26	2	SI	6	1	SI	19:00	85%	Seduta regolare
FP08	26	3	SI	8	1	SI	20:00	85%	Nessuna anomalia
FP08	26	4	SI	7	1	SI	20:00	80%	Leggera fatica
FP08	26	5	SI	7	2	SI	18:30	80%	Seduta regolare
FP08	26	6	SI	7	2	SI	18:30	80%	Recupero discreto
FP08	26	7	SI	7	1	SI	20:30	85%	Leggera fatica
FP08	26	8	SI	6	2	SI	19:00	80%	Leggera fatica
FP08	26	9	SI	8	2	SI	20:30	75%	Leggera fatica
FP08	26	10	SI	7	1	SI	20:30	70%	Tecnica migliorata
FP08	26	11	SI	8	3	SI	19:00	70%	Tecnica migliorata
FP08	26	12	SI	6	1	NO		70%	Nessuna anomalia
EC09	50	1	SI	10	1	SI	18:30	85%	Seduta regolare
EC09	50	2	SI	9	1	SI	18:30	85%	Seduta regolare
EC09	50	3	NO	10	1	SI	19:00	75%	Seduta regolare
EC09	50	4	SI	8	1	NO		80%	Nessuna anomalia
EC09	50	5	SI	10	3	NO		85%	Nessuna anomalia
EC09	50	6	NO	10	3	SI	20:30	75%	Tecnica migliorata
EC09	50	7	SI	10	1	SI	20:00	85%	Seduta regolare

EC09	50	9	SI	8	1	SI	19:00	85%	Recupero discreto
EC09	50	10	SI	8	3	NO		75%	Tecnica migliorata
EC09	50	11	NO	10	2	SI	18:30	85%	Leggera fatica
EC09	50	12	SI	8	1	SI	20:30	80%	Nessuna anomalia
PM10	53	1	SI	9	1	SI	20:30	75%	Tecnica migliorata
PM10	53	2	SI	8	1	NO		85%	Seduta regolare
PM10	53	3	NO	10	1	SI	20:30	85%	Nessuna anomalia
PM10	53	4	SI	8	1	SI	20:30	70%	Tecnica migliorata
PM10	53	5	SI	8	3	SI	20:00	85%	Leggera fatica
PM10	53	6	SI	8	2	SI	20:00	70%	Seduta regolare
PM10	53	7	SI	10	2	SI	20:00	70%	Nessuna anomalia
PM10	53	8	SI	9	3	NO		80%	Leggera fatica
PM10	53	9	SI	10	3	SI	19:00	80%	Recupero discreto
PM10	53	10	SI	9	3	NO		85%	Leggera fatica
PM10	53	11	SI	8	3	SI	19:00	75%	Recupero discreto
PM10	53	12	SI	10	1	SI	20:30	80%	Tecnica migliorata
PE11	55	1	SI	10	3	SI	20:30	75%	Leggera fatica
PE11	55	2	NO	10	1	SI	20:00	70%	Recupero discreto
PE11	55	3	SI	8	3	SI	18:30	85%	Recupero discreto
PE11	55	4	SI	9	1	SI	19:00	75%	Tecnica migliorata
PE11	55	5	NO	9	2	SI	20:30	75%	Recupero discreto
PE11	55	6	SI	9	2	SI	19:00	80%	Seduta regolare
PE11	55	7	SI	9	3	SI	18:30	85%	Seduta regolare
PE11	55	8	SI	9	1	NO		85%	Nessuna anomalia
PE11	55	9	SI	8	2	NO		70%	Leggera fatica
PE11	55	10	SI	10	2	SI	20:00	75%	Nessuna anomalia
PE11	55	11	SI	10	3	NO		80%	Tecnica migliorata
PE11	55	12	SI	10	3	SI	19:00	80%	Recupero discreto
DS12	27	1	NO	8	2	NO		85%	Recupero discreto
DS12	27	2	NO	8	1	SI	23:00	75%	Tecnica migliorata
DS12	27	3	SI	8	3	NO		75%	Recupero discreto
DS12	27	4	SI	7	1	SI	14:00	85%	Recupero discreto
DS12	27	5	SI	7	2	SI	23:00	80%	Tecnica migliorata
DS12	27	6	SI	6	1	SI	22:00	70%	Recupero discreto
DS12	27	7	NO	6	3	SI	23:00	85%	Recupero discreto
DS12	27	8	SI	7	1	SI	15:30	85%	Tecnica migliorata
DS12	27	9	SI	6	2	NO		80%	Seduta regolare
DS12	27	10	NO	6	3	NO		70%	Seduta regolare
DS12	27	11	SI	6	1	SI	23:00	80%	Recupero discreto

DS12	27	12	SI	6	1	SI	14:00	85%	Nessuna anomalia
CM13	25	1	SI	8	3	SI	15:30	70%	Seduta regolare
CM13	25	2	SI	6	2	SI	23:00	70%	Nessuna anomalia
CM13	25	3	SI	7	3	NO		70%	Recupero discreto
CM13	25	4	SI	7	2	SI	15:30	80%	Recupero discreto
CM13	25	5	SI	8	3	SI	22:00	85%	Tecnica migliorata
CM13	25	6	NO	8	3	SI	15:30	85%	Nessuna anomalia
CM13	25	7	SI	7	3	NO		70%	Nessuna anomalia
CM13	25	8	SI	7	3	NO		80%	Nessuna anomalia
CM13	25	9	SI	7	3	NO		75%	Recupero discreto
CM13	25	10	SI	6	1	NO		70%	Nessuna anomalia
CM13	25	11	SI	7	3	SI	15:30	85%	Leggera fatica
CM13	25	12	SI	7	3	NO		75%	Seduta regolare
GE14	26	1	SI	7	2	NO		75%	Tecnica migliorata
GE14	26	2	NO	6	1	SI	19:00	70%	Tecnica migliorata
GE14	26	3	SI	6	2	NO		75%	Leggera fatica
GE14	26	4	SI	8	3	SI	18:30	80%	Nessuna anomalia
GE14	26	5	NO	7	3	SI	20:30	70%	Nessuna anomalia
GE14	26	6	SI	6	2	SI	20:30	85%	Nessuna anomalia
GE14	26	7	SI	8	1	SI	20:30	70%	Leggera fatica
GE14	26	8	SI	8	2	NO		70%	Leggera fatica
GE14	26	9	NO	8	2	SI	18:30	70%	Seduta regolare
GE14	26	10	SI	6	2	SI	18:30	85%	Nessuna anomalia
GE14	26	11	SI	7	3	NO		85%	Leggera fatica
GE14	26	12	SI	7	3	SI	20:00	80%	Leggera fatica
MP15	24	1	SI	7	3	NO		85%	Leggera fatica
MP15	24	2	NO	8	2	NO		80%	Recupero discreto
MP15	24	3	SI	7	2	SI	18:30	70%	Nessuna anomalia
MP15	24	4	SI	7	1	SI	19:00	70%	Recupero discreto
MP15	24	5	SI	8	1	SI	20:30	80%	Nessuna anomalia
MP15	24	6	SI	7	1	NO		80%	Leggera fatica
MP15	24	7	SI	7	3	NO		85%	Tecnica migliorata
MP15	24	8	SI	8	1	SI	19:00	75%	Leggera fatica
MP15	24	9	SI	7	1	SI	19:00	85%	Recupero discreto
MP15	24	10	SI	8	3	NO		75%	Nessuna anomalia

MP15	24	11	SI	8	3	SI	20:30	70%	Recupero discreto
MP15	24	12	SI	7	1	SI	19:00	70%	Nessuna anomalia
CC16	45	1	SI	8	3	NO		75%	Leggera fatica
CC16	45	2	NO	9	2	SI	15:30	70%	Leggera fatica
CC16	45	3	NO	8	3	SI	23:00	70%	Leggera fatica
CC16	45	4	NO	9	1	SI	14:00	80%	Nessuna anomalia
CC16	45	5	NO	9	3	NO		75%	Nessuna anomalia
CC16	45	6	SI	8	2	SI	14:00	80%	Leggera fatica
CC16	45	7	SI	8	3	NO		70%	Leggera fatica
CC16	45	8	NO	9	1	SI	22:00	75%	Nessuna anomalia
CC16	45	9	SI	8	1	NO		85%	Tecnica migliorata
CC16	45	10	NO	9	3	NO		85%	Tecnica migliorata
CC16	45	11	SI	8	2	SI	23:00	70%	Nessuna anomalia
CC16	45	12	NO	10	2	SI	22:00	75%	Tecnica migliorata
FP17	60	1	SI	10	2	SI	14:00	85%	Leggera fatica
FP17	60	2	SI	9	3	NO		75%	Leggera fatica
FP17	60	3	SI	10	3	SI	22:00	70%	Seduta regolare
FP17	60	4	SI	10	1	NO		85%	Recupero discreto
FP17	60	5	SI	10	1	NO		85%	Tecnica migliorata
FP17	60	6	NO	10	3	SI	23:00	85%	Leggera fatica
FP17	60	7	SI	10	1	SI	15:30	80%	Leggera fatica
FP17	60	8	SI	10	3	SI	14:00	70%	Leggera fatica
FP17	60	9	SI	8	1	NO		70%	Nessuna anomalia
FP17	60	10	NO	10	2	SI	23:00	85%	Leggera fatica
FP17	60	11	NO	9	3	SI	15:30	85%	Leggera fatica
FP17	60	12	NO	9	3	SI	23:00	70%	Tecnica migliorata
MB18	45	1	NO	8	1	SI	18:30	85%	Recupero discreto
MB18	45	2	SI	9	3	SI	20:00	70%	Leggera fatica
MB18	45	3	SI	10	3	SI	20:00	70%	Nessuna anomalia
MB18	45	4	NO	10	2	SI	18:30	70%	Leggera fatica
MB18	45	5	SI	9	1	SI	20:00	85%	Leggera fatica
MB18	45	6	SI	9	2	SI	20:00	70%	Nessuna anomalia
MB18	45	7	SI	8	2	SI	18:30	85%	Tecnica migliorata

MB18	45	8	NO	9	1	SI	20:30	80%	Seduta regolare
MB18	45	9	SI	10	2	SI	20:30	75%	Recupero discreto
MB18	45	10	NO	10	2	SI	20:00	80%	Leggera fatica
MB18	45	11	NO	9	2	NO		85%	Nessuna anomalia
MB18	45	12	SI	9	2	SI	18:30	75%	Recupero discreto
GM19	26	1	SI	8	3	NO		80%	Recupero discreto
GM19	26	2	SI	6	1	SI	22:00	70%	Recupero discreto
GM19	26	3	NO	7	3	SI	14:00	75%	Recupero discreto
GM19	26	4	NO	8	2	SI	22:00	80%	Leggera fatica
GM19	26	5	NO	7	3	NO		70%	Recupero discreto
GM19	26	6	SI	7	3	SI	22:00	70%	Nessuna anomalia
GM19	26	7	NO	8	2	SI	15:30	75%	Nessuna anomalia
GM19	26	8	SI	7	3	SI	14:00	75%	Nessuna anomalia
GM19	26	9	SI	8	2	SI	23:00	80%	Tecnica migliorata
GM19	26	10	NO	7	2	SI	14:00	70%	Nessuna anomalia
GM19	26	11	SI	7	3	SI	22:00	80%	Leggera fatica
GM19	26	12	SI	6	2	SI	15:30	85%	Recupero discreto
MA20	26	1	SI	6	2	NO		75%	Leggera fatica
MA20	26	2	SI	8	3	NO		80%	Recupero discreto
MA20	26	3	SI	7	3	SI	23:00	80%	Recupero discreto
MA20	26	4	SI	6	3	SI	23:00	85%	Seduta regolare
MA20	26	5	SI	7	3	SI	23:00	80%	Recupero discreto
MA20	26	6	SI	8	1	NO		85%	Tecnica migliorata
MA20	26	7	NO	8	2	SI	14:00	85%	Nessuna anomalia
MA20	26	8	SI	6	2	SI	14:00	80%	Recupero discreto
MA20	26	9	SI	8	2	NO		70%	Recupero discreto
MA20	26	10	SI	7	1	NO		80%	Recupero discreto
MA20	26	11	NO	8	2	SI	15:30	85%	Recupero discreto
MA20	26	12	SI	8	2	NO		85%	Nessuna anomalia

Parametro	PA 01	LL0 2	P S0 3	LG 04	DP 05	M F0 6	TP 07	FP 08	EC 09	PM10
Età	61	55	20	20	22	22	22	26	50	53
Gruppo	PW	PW	L	PW	PW	L	L	PW	PW	L
Braccio DX Iniziale	32	31	27	26	30	31	30	33	28	28

Braccio DX Finale	34	32	28	28	31	33	32	34	29	30
Braccio SX Iniziale	31	30	26	25	29	30	29	32	27	27
Braccio SX Finale	31	31	27	26	29	32	30	34	28	28
Push Up Iniziale	9	8	7	11	12	7	9	11	8	5
Push Up Finale	12	10	15	19	20	15	16	21	12	7
Plank Iniziale	13	12	46	38	38	36	45	49	17	10
Plank Finale	32	26	98	100	101	11 4	86	106	32	29
Iso Squat Iniziale	18	15	63	37	70	70	65	61	15	15
Iso Squat Finale	38	27	14 1	92	139	14 9	12 5	151	34	29
RPE Iniziale	9	10	8	9	9	9	9	9	10	9
RPE Finale	9	9	7	6	5	5	7	5	9	9
Tecnica Iniziale	C	DR	C	C	DR	D R	D R	C	C	DR

Parametro	PE11	DS 12	CM 13	GE 14	MP 15	C C1 6	F P1 7	MB 18	GM 19	MA20
Età	55	27	25	26	24	45	60	45	26	26

Gruppo	<i>PW</i>	<i>L</i>	<i>L</i>	<i>PW</i>	<i>P W</i>	<i>L</i>	<i>L</i>	<i>PW</i>	<i>L</i>	<i>L</i>
Braccio DX Iniziale	31	32	31	32	27	28	30	31	30	31
Braccio DX Finale	32	33	31	33	29	29	31	31	32	32
Braccio SX Iniziale	30	31	30	31	26	27	29	30	29	30
Braccio SX Finale	32	32	30	33	28	27	29	30	30	31
Push Up Iniziale	7	11	10	12	12	6	6	4	10	7
Push Up Finale	10	21	19	19	21	10	8	9	17	13
Plank Iniziale	14	38	27	35	33	18	15	15	31	39
Plank Finale	25	87	95	78	74	31	32	29	84	117
Iso Squat Iniziale	19	50	59	57	56	15	19	16	60	38
Iso Squat Finale	37	12 1	14 9	136	10 7	26	38	28	139	89
RPE Iniziale	10	8	8	9	8	9	9	10	8	8
RPE Finale	9	6	6	7	5	8	8	9	6	6
Tecnica Iniziale	<i>DR</i>	<i>C</i>	<i>C</i>	<i>DR</i>	<i>C</i>	<i>D R</i>	<i>C</i>	<i>C</i>	<i>DR</i>	<i>C</i>

Sintesi dei risultati principali

Nel presente studio pilota sono stati osservati miglioramenti in entrambi i gruppi analizzati, sia nel gruppo che assumeva proteine nel post-workout immediato sia nel gruppo che le assumeva a distanza di alcune ore dall'allenamento.

I principali cambiamenti hanno riguardato:

- incremento delle ripetizioni nei push-up,
- miglioramento della resistenza nei test di plank e iso squat,
- lieve aumento delle circonferenze muscolari,
- riduzione progressiva del RPE percepito durante il percorso.

I soggetti più giovani e meno allenati hanno generalmente mostrato adattamenti più evidenti rispetto ai soggetti di età più avanzata, probabilmente per una maggiore risposta iniziale all'allenamento contro resistenza.

Dal punto di vista statistico nei soggetti che ho monitorato si è osservato un incremento delle circonferenze del braccio, suggerendo la presenza di adattamenti positivi a livello muscolare. Ad esempio, il gruppo Post-Workout ha mostrato aumenti del braccio destro generalmente compresi tra +1 e +2 cm, mentre nel gruppo Lontano gli incrementi sono risultati sovrapponibili.

Anche i test di performance hanno evidenziato un miglioramento generalizzato.

Nel test dei push-up, molti partecipanti hanno aumentato il numero di ripetizioni eseguibili, con incrementi che in alcuni casi hanno raggiunto 8–10 ripetizioni aggiuntive rispetto alla valutazione iniziale.

Più nello specifico i push up sono passati da 4-12 ripetizioni iniziali fino a 7-21 ripetizioni finali. Tali miglioramenti sono stati osservati in entrambi i gruppi sperimentali.

PUSH UP

Gruppo Post-Workout

- Media iniziale: 9,0 ripetizioni
- Media finale: 14,7 ripetizioni
- Incremento medio: +5,7 ripetizioni
- Miglioramento relativo: +63,3%

Gruppo Lontano

- Media iniziale: 7,8 ripetizioni
- Media finale: 13,5 ripetizioni
- Incremento medio: +5,7 ripetizioni
- Miglioramento relativo: +73,1%

Conclusione: i miglioramenti nei push-up sono risultati praticamente sovrapponibili tra i due gruppi, anzi addirittura il gruppo che assumeva proteine Lontano dal post workout ha avuto più risultati!

Per quanto riguarda la resistenza muscolare del core, valutata attraverso il plank massimale, sono stati registrati miglioramenti particolarmente marcati. Alcuni soggetti hanno più che raddoppiato il tempo di mantenimento della posizione, passando da circa 30–40 secondi a oltre 70–100 secondi al termine dell'intervento.

Plank

Gruppo Post-Workout

- Media iniziale: 27,0 secondi
- Media finale: 58,4 secondi
- Incremento medio: +31,4 secondi
- Miglioramento relativo: +116,3%

Gruppo Lontano

- Media iniziale: 27,1 secondi
- Media finale: 71,6 secondi
- Incremento medio: +44,5 secondi
- Miglioramento relativo: +164,2%

Conclusione: il gruppo Lontano ha mostrato un incremento numericamente maggiore nel plank, ma entrambi i gruppi hanno registrato miglioramenti molto consistenti.

Risultati analoghi sono stati osservati anche nel test di isosquat, nel quale entrambi i partecipanti hanno incrementato significativamente il tempo di tenuta. Dove nei soggetti più giovani gli aumenti hanno frequentemente superato il 100% del valore iniziale. Infatti i secondi di tenuta isometrica sono passati da 15-70 secondi a 26-151 secondi finali, suggerendo una buona risposta all'allenamento indipendentemente dal timing proteico adottato.

Isosquat

Gruppo Post-Workout

- Media iniziale: 38,6 secondi
- Media finale: 84,8 secondi
- Incremento medio: +46,2 secondi
- Miglioramento relativo: +119,7%

Gruppo Lontano

- Media iniziale: 40,5 secondi
- Media finale: 88,0 secondi
- Incremento medio: +47,5 secondi
- Miglioramento relativo: +117,3%

Conclusione: i miglioramenti sono risultati quasi identici tra i due gruppi.

Un ulteriore dato interessante riguarda la percezione dello sforzo (RPE). In numerosi soggetti è stata osservata una riduzione dell' RPE finale rispetto ai valori iniziali. Ad esempio, alcuni partecipanti sono passati da punteggi pari a 9–10/10 a valori di 5–7/10, indicando una maggiore tolleranza all'esercizio e un probabile miglioramento della capacità di adattamento al programma di allenamento. La riduzione media riscontrata ammonta da circa 8,8 fino a 7, perciò una riduzione di circa 1,7 sulla scala dell' RPE.

RPE

Gruppo Post-Workout

- Media iniziale: 8,9
- Media finale: 7,0
- Riduzione media: –1,9 punti

Gruppo Lontano

- Media iniziale: 8,8
- Media finale: 7,2
- Riduzione media: –1,6 punti.

Conclusione: entrambi i gruppi hanno percepito l'allenamento come progressivamente meno impegnativo nel corso delle 12 settimane.

Nel complesso, il pattern dei risultati suggerisce che il programma di allenamento e il raggiungimento di un adeguato introito proteico giornaliero abbiano rappresentato i principali determinanti dei miglioramenti osservati, mentre il differente timing di assunzione delle proteine non sembra aver prodotto vantaggi clinicamente rilevanti a favore di uno dei due gruppi.

Infatti dall'analisi descrittiva dei dati raccolti è emerso come entrambi i gruppi abbiano mostrato miglioramenti nei parametri di performance e nelle misure antropometriche. In particolare, gli incrementi osservati nei push-up (+5,7 ripetizioni in entrambi i gruppi) e nell'isosquat (+46,2 vs +47,5 secondi rispettivamente nel gruppo Post-Workout e Lontano) sono risultati sostanzialmente sovrapponibili. Analogamente, le variazioni delle circonferenze muscolari hanno evidenziato incrementi di entità comparabile tra i gruppi.

Nel complesso, i dati raccolti sembrano suggerire che, a parità di allenamento e apporto proteico giornaliero, il timing proteico immediatamente post allenamento potrebbe non rappresentare l'unico fattore determinante per ottenere adattamenti positivi.

Per una mia ambizione personale ho voluto inserire altre tabelle di confronto prese da altri studi scientifici che vanno di supporto al mio elaborato

Tabella di confronto degli studi principali

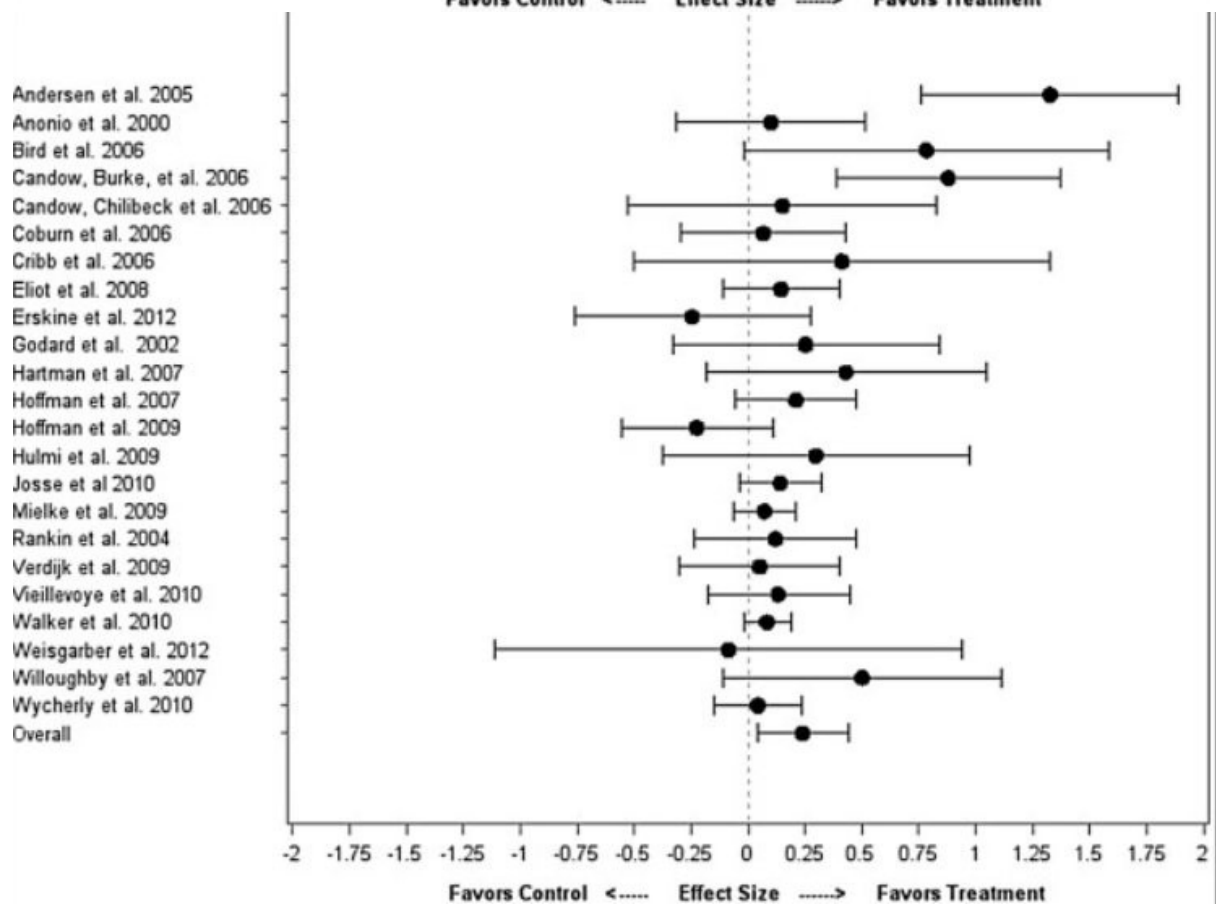
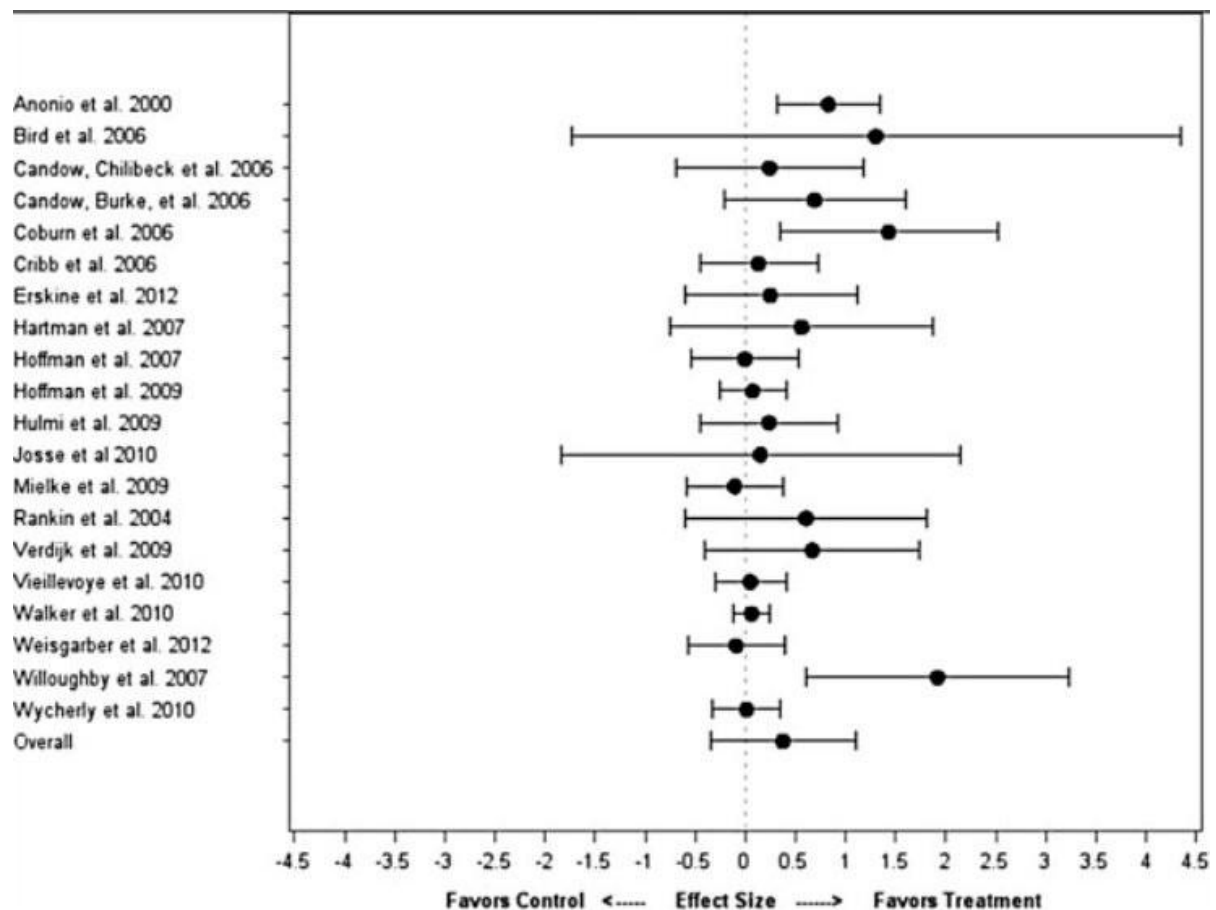
Studio (anno)	Disegno	n	Età (anni)	Intervento	Durata	Risultati Principali	Effetto principale	Limiti principali
Esmarch et al., 2001	RCT (crossover)	9	68±3	Proteine whey subito vs 2h dopo allenamento (anziani)	12 settimane	Maggiore crescita muscolare (CSA) se proteine assunte subito dopo	Vantaggio notevole per timing immediato (anziani)	n molto piccolo; solo anziani
Schoenfeld et al., 2013	Meta-analisi	~250 (Σ)	18–40	Varie (pre vs post palestra)	Varie	Ipertrofia e forza simili indipendentemente dal timing	Effetto del timing trascurabile	Eterogeneità tra studi inclusi
Schoenfeld et al., 2017	RCT	18	22–35	26 g proteine prima vs dopo RE	8 settimane	Simili aumenti di massa magra e forza tra i gruppi	Nessuna differenza significativa	Popolazione giovane, inesperta
Areta et al., 2013	RCT (metabolico)	8	~22	20 g whey ogni 3 h vs bolus	12 h (post-RE)	MPS 24h massima con distribuzione regolare (20 g/3h)	Distribuzione regolare > grandi dosi occasionali	Esperimento acuto (12h), pochi soggetti
Jäger et al. (ISSN 2017)	Pos. Stand	–	–	–	–	Raccomanda 0,8–1,6 g/kg proteine al giorno, distribuire pasti	Consiglio applicativo (non timing-specifico)	Non studio primario (rev. esperte)
Esmarch et al., 2001	RCT	9	68±3	Proteine (11 g) subito vs 2h post	12 settimane	Ipertrofia maggiore con timing immediato	Supporta “finestra” stretta in anziani	Piccolo campione, alta variabilità

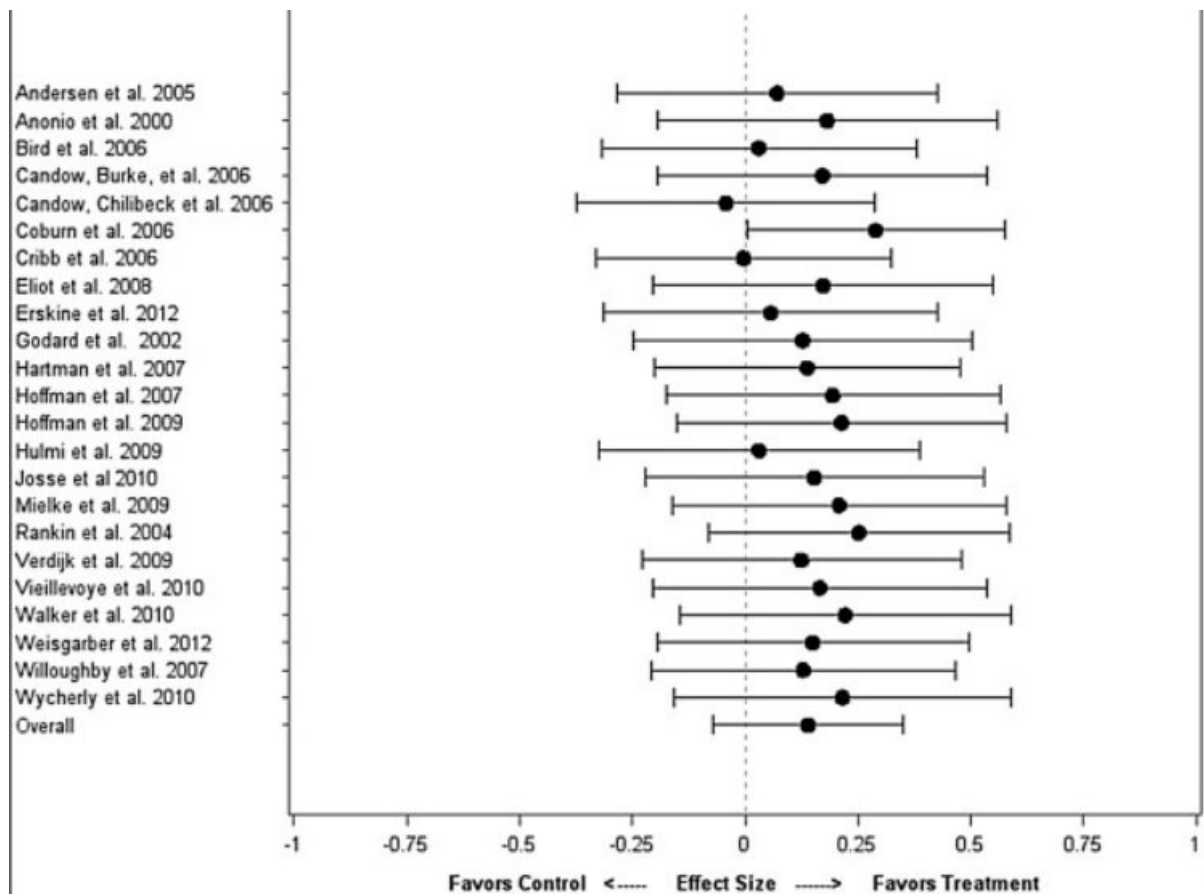
Kato et al., 2019	RCT	36	55–70	20 g proteine subito vs 2h dopo	12 settimane	Nessuna differenza in massa magra e forza	Il timing non ha modificato i risultati	Solo donne postmenopausa
Cribb & Hayes, 2006	RCT	18	19–23	30 g proteine pre+post vs mattina/sera	10 settimane	Più guadagni di massa magra e forza nel gruppo timing	Beneficio significativo per timing combinato	Non pubblico NIH (MESSE 2006)
Wilson et al., 2013 (PeerJ)	RCT	21	18–35	26 g proteine prima vs dopo RE	8 settimane	Aumenti simili di massa muscolare in entrambi i gruppi	Nessuna differenza significativa	Novizi, breve durata
Schoenfeld & Aragon, 2015	Revisione	–	–	–	–	Revisione critica: <i>fine finestra anabolica di ~3h</i> , focus proteine totali	Raccomanda distribuzione equilibrata	Sintesi autoreferenziale (JISSN)
Areta et al., 2013	RCT (J Physiol)	8	22–28	20 g whey ogni 3 h vs 80 g tutte insieme	12 h	MPS cumulativo maggiore con 20 g/3h	Distribuzione moderata > “bolus”	Acuto, pochi soggetti
Naclerio et al., 2016	RCT	30	25–40	High vs Low dose proteine	12 settimane	Più forza nel gruppo alto, massa magra uguale	Dosi elevate danno qualche vantaggio	Disegno complesso
Areta (secondo studio)	RCT	10	20–30	Whey pre-allenamento vs post	8 settimane	Leggeri vantaggi (statisticamente e non significativi)	Tendenza favorevole all’assunzione immediata	Differenze minime
Moore et al., 2012	RCT	10	21–28	20 g caseina prima vs dopo RE	8 settimane	Nessuna differenza significativa tra gruppi	Singola dose di 20 g efficace in entrambi i casi	Piccolo campione
Tang et al., 2009	RCT	28	18–25	25 g proteine EAAs prima vs dopo	10 settimane	Incrementi simili di massa magra in entrambi i gruppi	Apporto proteico totale maggiore importanza	Giovani, breve nutrizione

(JISSN = Journal of the International Society of Sports Nutrition; RE = resistance exercise; CSA = cross-sectional area muscolare; MPS = sintesi proteica muscolare; RCT = studio clinico randomizzato)

Annotazioni sugli studi

- **Esmarck et al. (2001)** hanno condotto uno studio clinico randomizzato incrociato su un campione di 9 uomini anziani, con un'età media di circa 68 anni. I partecipanti hanno assunto 11 g di proteine whey subito dopo l'allenamento oppure due ore dopo. Al termine di un programma di allenamento controresistenza della durata di 12 settimane, il gruppo che ha ricevuto le proteine immediatamente dopo l'esercizio ha mostrato un incremento maggiore dell'ipertrofia muscolare, misurato attraverso l'aumento della sezione trasversale muscolare (CSA), rispetto al gruppo che ha assunto le proteine in ritardo. I risultati principali suggeriscono l'esistenza di una finestra anabolica limitata negli anziani. Tuttavia, lo studio presenta alcune limitazioni, tra cui una dimensione del campione ridotta e una notevole variabilità individuale.
- Schoenfeld et al. (2013) hanno condotto una meta-analisi su vari studi clinici randomizzati (RCT) che coinvolgevano circa 250 partecipanti di età compresa tra 18 e 40 anni, esaminando l'effetto del timing dell'assunzione proteica (prima o dopo l'esercizio). I risultati hanno mostrato incrementi simili nella massa muscolare e nella forza, indipendentemente dal momento in cui venivano assunte le proteine. La conclusione principale è che il timing non è un fattore cruciale, a patto che l'apporto proteico totale sia adeguato. Tuttavia, è importante notare che esiste eterogeneità metodologica tra gli studi analizzati.





- Areta et al. (2013) hanno realizzato un RCT metabolico su otto giovani adulti (circa 22 anni), i quali hanno ricevuto 80 g di proteine del siero del latte dopo l'esercizio, distribuiti in tre modalità: "pulse" da 20 g ogni 3 ore, "intermittent" o come un'unica dose di 80 g. Il protocollo che prevedeva l'assunzione di 20 g ogni 3 ore ha massimizzato la sintesi proteica muscolare totale nelle 12 ore successive all'allenamento, suggerendo che una distribuzione uniforme delle proteine è più efficace per la sintesi proteica. Tuttavia, lo studio ha presentato limiti, come la breve durata e il numero ridotto di partecipanti.
- Schoenfeld et al. (2017) hanno condotto un RCT parallelo con 18 giovani non allenati (22-35 anni), somministrando 26 g di proteine immediatamente prima o dopo ogni sessione di allenamento per un periodo di 8 settimane. Entrambi i gruppi hanno mostrato aumenti nella massa muscolare e nella forza, senza

differenze significative tra di loro. Questo studio conferma che l'assunzione immediata di proteine non è essenziale, purché si consumino proteine attorno all'allenamento. Anche in questo caso, i limiti includono la breve durata dello studio e la mancanza di esperienza dei partecipanti.

- Oliveira et al. (2019) hanno esaminato 36 donne in postmenopausa (55-70 anni), confrontando l'assunzione di 20 g di proteine nei 30 minuti successivi all'allenamento con l'assunzione di 20 g due ore dopo. Dopo 12 settimane, non sono emerse differenze significative in termini di massa muscolare, forza o capacità funzionale tra i gruppi. Questo suggerisce che l'assunzione immediata post-allenamento non offre vantaggi rispetto a un'assunzione moderatamente ritardata, supportando l'idea che il timing preciso non sia critico se l'apporto giornaliero è controllato. Tuttavia, lo studio ha coinvolto solo donne anziane.
- Areta et al. (2014) hanno condotto un RCT su 25 adulti (18-35 anni), confrontando l'assunzione di 20 g di proteine del siero del latte prima o dopo l'allenamento in un protocollo di 8 settimane. Entrambi i gruppi hanno mostrato aumenti simmetrici nella forza e nella massa muscolare, senza differenze statisticamente significative. Questo suggerisce che l'assunzione di proteine prima o dopo l'allenamento è equivalente, a condizione che il totale sia identico.
- Cribb & Hayes (2006) hanno realizzato uno studio su 18 uomini giovani (19-23 anni), confrontando l'assunzione di 30 g di proteine e creatina subito prima e dopo l'allenamento con l'assunzione delle stesse proteine lontano dall'allenamento. Dopo 10 settimane, il gruppo che ha seguito il protocollo di timing ha mostrato miglioramenti significativi nella massa muscolare e nella forza. Questo studio pionieristico, sebbene non accessibile su PubMed e con un numero limitato di partecipanti, suggerisce che la sincronizzazione

dell'assunzione proteica può amplificare l'ipertrofia.

- Wilson et al. (2013) hanno condotto un RCT con 21 principianti (18-25 anni), somministrando 26 g di proteine 5 minuti prima o 10 minuti dopo l'allenamento, tre volte a settimana per 8 settimane. Entrambi i gruppi hanno ottenuto incrementi simili nella massa muscolare e nella forza. Questo studio evidenzia che, anche in un contesto controllato, una differenza di pochi minuti non influisce sui risultati finali, a condizione che l'assunzione totale sia adeguata.
-
- Schoenfeld & Aragon (2015) hanno pubblicato una revisione narrativa che amplia il concetto di "finestra anabolica", suggerendo che essa si estende a diverse ore e che è fondamentale raggiungere l'apporto proteico giornaliero. Sottolineano l'importanza di consumare proteine ad ogni pasto (ad esempio, 25-30 g) piuttosto che concentrarsi esclusivamente sul timing post-allenamento.
- Hill et al. (2017) hanno condotto uno studio su 40 giovani (20-35 anni), confrontando le proteine a rapido assorbimento (siero del latte) con quelle a lento assorbimento (caseina) assunte immediatamente dopo l'allenamento. Entrambi i gruppi hanno mostrato guadagni simili nella massa muscolare; il tipo di proteina ha avuto un impatto limitato se compensato a livello calorico e di apporto proteico totale. Questo suggerisce che il timing e il tipo di proteina sono meno rilevanti rispetto ai macronutrienti complessivi.
- Hector et al. (2018) hanno esaminato bodybuilder avanzati (35-45 anni) con un elevato apporto proteico (>2 g/kg), confrontando gruppi con timing mirato rispetto a un approccio standard. Non sono state riscontrate differenze significative in termini di forza o ipertrofia, suggerendo che a livelli d'élite

l'effetto del timing è quasi trascurabile.

- Schoenfeld et al. (2022) hanno pubblicato una metanalisi aggiornata che conferma che la finestra post-allenamento non ha un'importanza significativa per l'ipertrofia o la forza, ribadendo che l'obiettivo principale è un apporto proteico giornaliero ottimale.
-
- Huang et al. (2025) hanno condotto una revisione sistematica e una metanalisi (Nutrients) che ha incluso RCT confrontando il timing proteico, confermando l'assenza di differenze rilevanti in termini di massa muscolare e forza, allineandosi con le conclusioni di Schoenfeld et al. e dello studio di Oliveira. Le differenze osservate erano minori rispetto alla variabilità individuale.
- Infine, una revisione sulla Nutrient Timing (Iscr Society Sports Nutr, 2013) conclude che la classica "finestra anabolica" di 30-60 minuti è sovrastimata; pur raccomandando l'assunzione proteica subito dopo l'allenamento quando possibile, sottolinea che il totale giornaliero è di gran lunga più critico.

Discussione

I risultati sembrano suggerire che, la finestra metabolica risultata un complicazione un parametro trascurabile ai fini del raggiungimento di un outcome fisico.

Infatti a parità di allenamento e di introito proteico giornaliero i risultati sembrano equiparabili, perciò vista la difficoltà di base di sostenere un piano alimentare e di allenamento nel lungo periodo, potrebbe risultare omettere di consigliare l'assunzione proteica post workout, non perché inutile bensì per favorire l'aderenza e la sostenibilità del percorso.

Dal mio punto di vista dare pochi consigli ma buoni, aiuta il paziente eliminare la confusione e aumentare la possibilità di sostenere un percorso nel lungo periodo

Dal punto di vista applicativo, questo studio potrebbe risultare utile soprattutto per quei soggetti che, per motivi lavorativi, logistici o personali, non riescono ad assumere proteine immediatamente dopo l'allenamento.

I risultati osservati suggeriscono infatti che una buona distribuzione proteica giornaliera e la costanza nell'allenamento potrebbero avere un ruolo più importante rispetto alla sola "finestra anabolica" post-workout.

Tali osservazioni risultano coerenti con quanto riportato da Schoenfeld et al. (2013), i quali hanno evidenziato come il timing proteico perda gran parte della propria importanza quando viene controllato l'apporto proteico totale giornaliero. Analogamente, Morton et al. (2018) hanno concluso che il quantitativo totale di proteine rappresenta uno dei principali determinanti degli adattamenti muscolari indotti dall'allenamento contro resistenza.

Le ricerche fatte da me e dai miei colleghi i suggeriscono che la finestra metabolica possa in realtà non essere uno spazio temporale così ridotto ma possa rasserenarci sul fatto che i benefici del perfezionare l'alimentazione possano essere estesi anche fino a diverse ore successive al Workout.

Nella vita quotidiana questi risultati potrebbero avere un forte impatto, sul modello di lavoro di nutrizionisti personal trainer, o di soggetti fisicamente attivi.

Questo perché i dati osservati nel presente studio suggeriscono come non sia necessario consumare immediatamente proteine nell'allenamento o perlomeno i vantaggi non siano così tanto numerosi rispetto al rispettare il timing di assunzione.

Per concludere i dati salvati invece ci chiedono di prestare attenzione piuttosto sul fabbisogno proteico giornaliero, che nel timing in senso stretto.

Una delle analisi più citate è quella del 2013 Località di osservati sembrano essere coerenti, con le altre metà analisi pubblicate relativa al termine proteico si è visto come l'assunzione del potere in prossimità dell'allenamento, possa avere gli stessi effetti sugli adattamenti muscolari rispetto ad assumere proteine distanti dall'allenamento. Si è visto che questo effetto tendeva a ridursi, mantenendo uguale intake proteico a fine giornata nonostante le differenti tempistiche adottati dai vari gruppi.

Lo studio sono stati inclusi un campione abbastanza eterogeneo di Uomini e Donne so, e questa eterogeneità rappresenta un punto di forza e uno dei

principali limiti allo studio. In questo studio venivano confrontati genericamente due gruppi di persone dove uno assumeva proteine distanti dall'allenamento mentre l'altro gruppo utilizzava un intake più vicinato. Gli outcome principali erano l'ipertrofia muscolare e gli incrementi di forza. Con una prima analisi i risultati iniziali suggerivano, piccolo beneficio sull'ipertrofia muscolare per i soggetti che assumevano proteine post Workout.

Più avanti gli autori hanno effettuato una meta regressione Cioè In analisi più statistica sofisticata che tiene conto di possibili fattori confondenti e da qui è arrivato il risultato più interessante: Hanno controllato il consumo proteico totale e l'effetto del timing risultava meno significativo rispetto al passato in pratica i risultati significativi erano figli di un aumento dell'intake proteico generale, non del timing proteico.

Anche lo studio di Morton, ha portato chiarezza in merito alla tematica dell'intake proteico. Quest'ultimo ha voluto porre l'accento su quante proteine servano per massimizzare gli adattamenti dell'allenamento.

Cosa hanno fatto? Hanno raccolto tutti gli studi riguardanti la supplementazione proteica, l'allenamento contro resistenza, gli incrementi di forza e di ricomposizione corporea.

La meta analisi è molto forte perché raccoglie 49 studi e 1863 partecipanti, da questo lavoro ha confermato che assumere più proteine porta più risultati in termini di forza, massa magra e massa muscolare, dimostrando che l'introito proteico rappresenti uno dei principali driver per gli incrementi della massa muscolare. Avendo un campione molto ampio, di atleti e non Morton sembra validare che gli atleti necessitino di un intake fino a 2,2 gr/kg perché sono più vicini al loro limite genetico.

Schoenfeld (2013)	Morton (2018)
Domanda: il timing conta?	Domanda: quante proteine servono?
23 studi	49 studi
Focus sul post-workout	Focus sulla dose totale
L'effetto del timing scompare controllando le proteine totali	Le proteine totali predicono l'ipertrofia
Mette in dubbio la finestra anabolica	Rafforza l'importanza del fabbisogno giornaliero

Anche dal punto di vista fisiologico tutto torna: Come spiegato nella mia estesa introduzione, una possibile spiegazione fisiologica dei risultati potrebbe suggerircela il comportamento di mTORC1(**mechanistic Target of Rapamycin Complex 1**), considerata uno dei principali regolatori della sintesi proteica.

E stato osservato come , specialmente nei soggetti poco allenati la sintesi

proteica possa rimanere alta fino a 24 -48 ore dopo ogni singola sessione di allenamento

Il ragionamento fisiologico da ricordare è questo:

Allenamento

↓

Attivazione mTOR

↓

↑ MPS per molte ore

↓

Leucina + EAA amplificano il segnale

↓

Il muscolo rimane "ricettivo" più a lungo

↓

La finestra anabolica potrebbe essere più ampia di 30–60 minuti

Assumere il giusto quantitativo di proteine giornaliero è sufficiente per tenere l'alta la sintesi proteica, come si vede anche un pasto con tutti gli aminoacidi essenziali (+ almeno 3,3 grammi di leucina per pasto) sono in grado di amplificare il segnale della sintesi proteica indipendentemente dal fatto che ci siamo allenati o meno!

Questo potrebbe contribuire a ridurre alcune convinzioni eccessivamente rigide diffuse nel contesto fitness, dove spesso il timing viene percepito come un fattore decisivo anche in situazioni in cui l'alimentazione complessiva sia nella realtà già adeguata.

Alla luce di questo il lavoro svolto potrebbe sembrare inutile ma un aspetto su cui vorrei porre l'attenzione: Ridurre l'attrito pratico dei consigli nutrizionale e che possa dare un vantaggio molto considerevole dal punto di vista della compliance, e dell'aderenza del percorso nutrizionale.

Dal punto di vista dei risultati l'aderenza rappresenta Infatti uno dei principali fattori che determinano i risultati del lungo periodo; in quanto, soprattutto nel mondo di oggi, dove le persone sono sempre più pigre e stressate, la maggior parte delle persone dimostrano delle difficoltà nel mantenere le indicazioni nutrizionali in un lungo periodo.

Pertanto fornire poche semplici indicazioni applicabile la vita quotidiana potrebbe risultare più efficace rispetto a raccomandare strategie nutrizionali particolarmente rigide.

Ritengo comunque doveroso interpretare i miei risultati con cautela ; alla luce di alcuni limitazioni del mio modello di studio.

In primo luogo la dimensione del campione è relativamente ridotta e limitata, e potrebbe risultare fuorviante applicare i miei risultati sull'intera popolazione sportiva dato che io non ho posto "l'anzianità di allenamento come fattore di esclusione".

Inoltre alcune misure si basano su registrazioni effettuate da partecipanti non sportivi e quindi potrebbero essere vittime di errori durante la pubblicazione, o da una scarsa percezione della fatica, o dalla incapacità di strutturare delle vere proprie progressioni di carico poco veritiere figlie di una scarsa esperienza sportiva.

Nel complesso gli stati ottenuti supportano per lo meno in parte che il timer proteico ricopra un'importanza secondaria rispetto al rapporto proteico giornaliero; ma risulta doveroso puntualizzare che per gli studi futuri potrebbe avere senso utilizzare metodiche più rigorose

Dando uno sguardo al Futuro potremmo dirottare i successivi studi verso la ricerca di conferme un po' più forti come ad esempio:

- aumentare il numero dei partecipanti,
- suddividere i soggetti per età e livello di allenamento,
- controllare in maniera più precisa l'apporto calorico e proteico,
- utilizzare strumenti più accurati per la valutazione della massa muscolare (DEXA, ecografia muscolare, bioimpedenziometria avanzata),
- analizzare anche marcatori biologici e ormonali legati alla sintesi proteica.

Potrebbe inoltre risultare utile confrontare differenti fonti proteiche, diversi dosaggi di proteine e differenti finestre temporali di assunzione, così da comprendere meglio il reale peso del timing proteico nel lungo periodo.

Bibliografia

Areta, J. L., Burke, L. M., Ross, M. L. R., Camera, D. M., West, D. W. D., Broad, E. M., Jeacocke, N. A., Moore, D. R., Stellingwerff, T., Phillips, S. M., Hawley, J. A., & Coffey, V. G. (2013). Timing and distribution of protein ingestion during prolonged recovery from resistance exercise alters myofibrillar protein synthesis. *The Journal of Physiology*, 591(9), 2319–2331.

Blair, M. C., Neinast, M. D., & Arany, Z. (2021). Whole-body metabolic fate of branched-

chain amino acids. *Biochemical Journal*, 478(4), 765–776.

De Branco, F. M. S., Carneiro, M. A. S., Rossato, L. T., Nahas, P. C., Teixeira, K. R. C., de Oliveira, G. N., Orsatti, F. L., & de Oliveira, E. P. (2019). Protein timing has no effect on lean mass, strength and functional capacity gains induced by resistance exercise in postmenopausal women. *Nutrients*, 11(5), 1052.

De Sousa Santos, C., & Nascimento, F. E. L. (2019). Isolated branched-chain amino acid intake and muscle protein synthesis in humans: A biochemical review. *Einstein (São Paulo)*, 17(3), eRB4898.

Cribb, P. J., & Hayes, A. (2006). Effects of supplement timing and resistance exercise on skeletal muscle hypertrophy. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 38(11), 1918–1925.

Esmarck, B., Andersen, J. L., Olsen, S., Richter, E. A., Mizuno, M., & Kjær, M. (2001). Timing of postexercise protein intake is important for muscle hypertrophy with resistance training in elderly humans. *The Journal of Physiology*, 535(1), 301–311.

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. (2017). International Society of Sports Nutrition position stand: Protein and exercise. *Journal of the International Society of Sports Nutrition*, 14(20).

Morton, R. W., Murphy, K. T., McKellar, S. R., Schoenfeld, B. J., Henselmans, M., Helms, E., Aragon, A. A., Devries, M. C., Banfield, L., Krieger, J. W., & Phillips, S. M. (2018). A systematic review, meta-analysis and meta-regression of the effect of protein supplementation on resistance training-induced gains in muscle mass and strength in healthy adults. *British Journal of Sports Medicine*, 52(6), 376–384.

Phillips, S. M., Atkinson, S. A., Tarnopolsky, M. A., & MacDougall, J. D. (1993). Gender differences in leucine kinetics and nitrogen balance in endurance athletes. *Journal of Applied Physiology*, 75(5), 2134–2141.

Schoenfeld, B. J., Aragon, A. A., & Krieger, J. W. (2013). The effect of protein timing on muscle strength and hypertrophy: A meta-analysis. *Journal of the International Society of Sports Nutrition*, 10(53).

Schoenfeld, B. J., Aragon, A. A., Wilborn, C. D., Urbina, S. L., & Hayward, S. E. (2017). Pre- versus post-exercise protein intake has similar effects on muscular adaptations. *PeerJ*, 5, e2825.

Schoenfeld, B. J., & Aragon, A. A. (2018). How much protein can the body use in a single meal for muscle-building? Implications for daily protein distribution. *Journal of the International Society of Sports Nutrition*, 15(10).

Varfaj, I., Abualzulof, G. W. A., Moretti, S., Migni, A., Uda, I., Goracci, L., Ianni, F., Carotti, A., & Sardella, R. (2024). Development of an easy-to-set-up multiple heart-cutting achiral-chiral LC-LC method for the analysis of branched-chain amino acids in commercial tablets. *Electrophoresis*, 45(11–12), 1041–1053.

Witard, O. C., Hearn, M., & Morgan, P. T. (2025). Protein nutrition for endurance athletes: A metabolic focus on promoting recovery and training adaptation. *Sports Medicine*, 55.

Wolfe, R. R., & Miller, S. L. (2017). Optimal protein intake in the elderly. *Clinical Nutrition*, 36(2), 444–449.

Jäger R, Kerksick CM, Campbell BI, et al. **International Society of Sports Nutrition Position Stand: protein and exercise.** *J Int Soc Sports Nutr.* 2017;14:20. PMID: **28642676**

Schoenfeld BJ, Aragon AA, Krieger JW. The effect of protein timing on muscle strength

and hypertrophy: a meta-analysis. **J Int Soc Sports Nutr.** 2013;10:53.

Morton RW, Murphy KT, McKellar SR, et al. A systematic review, meta-analysis and meta-regression of the effect of protein supplementation on resistance training-induced gains in muscle mass and strength in healthy adults. **Br J Sports Med.** 2018;52(6):376-384. PMID: 28698222

Churchward-Venne et al. (2012): *AJP Endocrinol Metab.*

