



KEYWORDS

Hybrid training, concurrent training, interference effect, AMPK, HIIT, periodization.

Allenamento ibrido: analisi dell'effetto interferenza e strategie di ottimizzazione per la performance

INTRODUZIONE ALL'ALLENAMENTO CONCOMITANTE

Definizione e cenni storici: origine del concetto e prime preoccupazioni legate al cosiddetto *interference effect*

Sebbene l'allenamento sia spesso associato alla specializzazione (come il bodybuilding o la corsa), per raggiungere una vera atleticità è necessario un approccio multilaterale, che impiega modalità da diverse discipline sportive.

L'allenamento concomitante (o concorrente) è un approccio che com-

бина l'esercizio anaerobico con i pesi e quello aerobico di endurance in sessioni ravvicinate. Nonostante si tema che gli adattamenti post-allenamento delle due discipline possano competere, alcuni studi suggeriscono che l'attività aerobica possa aiutare a ridurre il catabolismo e a stimolare l'ipertrofia.

L'obiettivo finale è diventare un atleta completo, eccellendo in cinque componenti chiave del fitness: Forza Assoluta (sollevare il massimo peso una volta), Forza Resistente (eseguire ripetizioni moderate per un periodo prolungato), Capacità Cardio-Respiratoria (fornire ossigeno ai muscoli), Mobilità (gamma completa di movimento articolare) e Equilibrio (mantenere il controllo del corpo). L'"effetto interferenza" descrive come l'allenamento cardiovascolare possa potenzialmente bloccare i progressi nella forza e nell'ipertrofia.

Questo ha creato l'errata convinzione che le due forme di allenamento siano incompatibili; tuttavia, con un approccio corretto, possono essere combinate efficacemente.

Questo fenomeno è stato definito negli anni '80, in particolare dallo studio fondamentale di Robert Hickson (1980). Hickson osservò che l'allenamento di resistenza (aerobico) riduceva i guadagni di forza e massa muscolare attivati dall'allenamento contro resistenza, poiché attivava vie di segnalazione molecolare opposte. Il suo studio di 10 settimane, diviso in tre gruppi (solo forza RT, solo aerobico AT, o entrambi CT), dimostrò che il gruppo CT, dopo 6-7 settimane, mostrava una forte riduzione dei guadagni di forza nella parte inferiore del corpo rispetto al gruppo che faceva solo allenamento di forza.



Campaniello Francesco Pio

Laureato magistrale in Scienze e tecniche delle attività motorie preventive e adattate; personal trainer.

francescocampaniello22@gmail.com



Per spiegare questa interferenza, sono state suggerite ipotesi acute e croniche:

1. **Ipotesi acuta:** la fatica residua dell'allenamento aerobico riduce la capacità di sviluppare tensione (forza) nella successiva sessione con i pesi.
2. **Ipotesi cronica:** le due tipologie di allenamento provocano adattamenti fisiologici differenti e contrastanti.

Importanza attuale per atleti, sportivi e popolazione generale

L'allenamento concomitante (*concurrent training*) è molto importante sia per gli atleti, che devono ottimizzare la crescita muscolare e la resistenza, sia per la popolazione generale, che mira a un miglior benessere fisico.

Per gli atleti, è un approccio fondamentale per combinare strategicamente forza e resistenza, migliorando così la performance complessiva e riducendo il rischio di infortuni, ed è parte integrante della preparazione in molti sport. Per la popolazione generale, i benefici principali includono un miglior dimagrimento, un aumento della forza e una maggiore capacità di resistere agli infortuni. Si sceglie questo metodo per ottenere un fitness completo, ma richiede una programmazione strategica per massimizzare i benefici e minimizzare i conflitti tra gli stimoli, noti come "effetto interferenza". Per ridurre questa interferenza, è cruciale gestire l'ordine (solitamente la forza prima per un focus neuromuscolare più efficiente) e la separazione temporale delle sessioni. Sebbene questo approccio migliori la composizione corporea e il metabolismo, va notato che può limitare il raggiungimento dei picchi massimi di forza e ipertrofia rispetto a programmi di allenamento specializzati.

ALLENAMENTO CONCORRENTE: ANALISI DELL'EFFETTO INTERFERENZA, EVIDENZE SCIENTIFICHE E CONFLITTI BIOMOLECOLARI

Il fenomeno dell'*interference effect*

Per "effetto interferenza" nell'allenamento si intende il fenomeno per cui la pratica di un tipo di allenamento (es. forza) compromette gli adattamenti positivi attesi dall'altro (es. resistenza). Questo si manifesta principalmente nell'allenamento combinato e può essere causato da fattori acuti (come la fatica residua) o cronici (adattamenti fisiologici diversi), influenzando negativamente la crescita muscolare, la forza, la potenza e la resistenza.

L'interferenza si distingue in:

- **Acuta:** un effetto immediato o a breve termine, causato dalla fatica residua di un tipo di esercizio che riduce la qualità o l'abilità nell'esecuzione dell'altro.
- **Cronica:** un effetto a lungo termine in cui gli adattamenti fisiologici dei due tipi di allenamento si contrastano. I processi biochimici di forza (che stimola la crescita muscolare) e resistenza (che migliora l'efficienza cardiovascolare e mitocondriale) si oppongono, ostacolando gli adattamenti reciproci.

L'interferenza può anche essere **locale**, verificandosi quando l'allenamento aerobico e quello di forza coinvolgono gli stessi gruppi muscolari, compromettendo in particolare l'allenamento della forza esplosiva.

Spiegazione delle evidenze scientifiche principali

Diversi studi recenti confermano che l'allenamento simultaneo (concurrent training o CT) offre

numerosi vantaggi per la salute e la performance. L'integrazione di stimoli di forza ed endurance è una strategia robusta per migliorare molteplici qualità fisiche, sebbene la programmazione ottimale sia cruciale.

Studi specifici evidenziano l'efficacia del CT in diverse popolazioni:

- Ruiz-Alias et al. (2024) hanno dimostrato che 8 settimane di CT in giovani adulti hanno migliorato la capacità ossidativa muscolare, la forza e la mobilità funzionale.
- Wang et al. (2025) sottolineano che i miglioramenti nella qualità muscolare indotti dall'allenamento di resistenza sono determinanti per la funzione muscolare e la potenza.
- Burley et al. (2020) hanno riscontrato che un protocollo ibrido ad alto volume e intensità su reclute militari ha migliorato significativamente sia la forza che la resistenza aerobica (VO_{2max}).
- Una meta-analisi di Khalafi et al. (2022) su 49 studi (età 55-88 anni) ha concluso che il CT è efficace per aumentare la capacità cardiorespiratoria e la forza, e, soprattutto, non ha mostrato alcun effetto negativo (interferenza) sui guadagni rispetto all'allenamento singolo, validandolo come strategia sicura per gli anziani.

Inoltre, la ricerca evidenzia l'importanza di un adeguato supporto nutrizionale per sostenere gli elevati carichi metabolici del CT. Complessivamente, la letteratura scientifica conferma che l'allenamento ibrido è un approccio valido e versatile, con benefici che vanno dal miglioramento della composizione corporea nei giovani alla prevenzione del declino legato all'età negli anziani, a condizione che sia programmato correttamente per bilanciare carichi e recupero.

Differenze tra modalità (corsa vs ciclismo), durata e frequenza del lavoro aerobico.

Corsa e ciclismo sono allenamenti aerobici con differenze significative.

La **corsa** è un allenamento ad **alto impatto**, più stressante per le articolazioni, e coinvolge il corpo in modo più completo (movimenti concentrici ed eccentrici) in una catena cinetica aperta. Il **ciclismo** è a **basso impatto**, più gentile sulle articolazioni, si concentra sul movimento concentrico ed è a catena cinetica chiusa.

A causa della maggiore intensità e dell'impatto, le sessioni di **corsa** sono tipicamente **più brevi** (es. 35-45 minuti, 3-4 volte/settimana) per ottenere un effetto simile al ciclismo. Il **ciclismo**, essendo a basso impatto, permette sessioni **più lunghe** (da 30 minuti a un'ora, 3-4 volte/settimana).

A parità di sforzo, la **frequenza cardiaca** è generalmente più alta nella corsa (stimata tra 8-15 bpm in più) rispetto al ciclismo. Riguardo al dispendio energetico, la corsa brucia più calorie a parità di tempo.

Tuttavia, il ciclismo, potendo essere sostenuto per durate maggiori, può risultare efficace per il dispendio calorico complessivo.

Uno studio (Scott, 2006) ha mostrato che, sebbene la corsa su tapis roulant possa aumentare la produzione totale di lavoro (componenti orizzontali e verticali), prove di 1 minuto equivalenti in termini di lavoro (ciclismo e corsa in salita) mostrano somiglianze nel dispendio energetico totale, nell'assorbimento di O_2 e nel lattato.



Aspetti biomolecolari: conflitto tra vie AMPK (endurance) e mTORC1 (forza).

Il conflitto biomolecolare tra AMPK (legato all'endurance) e mTORC1 (legato alla forza) nasce dalle loro funzioni opposte.

L'**AMPK** (Adenosina Monofosfato Kinase) si attiva in condizioni di **bassa energia** (basso ATP). Il suo ruolo è catabolico: promuove la produzione di energia (come l'ossidazione dei grassi) e inibisce i processi anabolici (come la sintesi proteica). L'esercizio di endurance attiva fortemente l'AMPK, migliorando l'efficienza mitocondriale.

Al contrario, l'**mTORC1** (Mammalian Target of Rapamycin Complex 1) si attiva in presenza di **energia e nutrienti** (soprattutto amminoacidi). È il principale regolatore della crescita e della sintesi proteica (anabolismo). L'allenamento di forza attiva l'mTORC1, portando all'ipertrofia.

Il **conflitto funzionale** avviene perché l'attivazione dell'AMPK (causata dall'endurance) inibisce direttamente o indirettamente l'attività di mTORC1, limitando così la crescita muscolare. Al contrario, l'attivazione di mTORC1 (causata dalla forza) promuove l'ipertrofia, ma ostacola gli adattamenti metabolici dell'endurance.

In conclusione, l'interazione tra AMPK e mTORC1 è un meccanismo che regola crescita muscolare e metabolismo in risposta a stimoli esterni come nutrizione e attività fisica (Mounier R. et al., 2011). Un atleta che cerca di massimizzare entrambi gli adattamenti deve bilanciare attivamente questi stimoli contrastanti.

PROGETTAZIONE DELL'ALLENAMENTO IBRIDO: STRATEGIE DI PROGRAMMAZIONE PER OTTIMIZZARE GLI ADATTAMENTI E GESTIRE L'INTERFERENZA

Strutturare un programma di hybrid training

L'allenamento ibrido è una metodologia che combina diverse qualità atletiche - forza, resistenza, potenza, velocità e mobilità - in un'unica programmazione strutturata, unendo allenamenti di forza (come i pesi) e cardiovascolari (come la corsa) nello stesso programma settimanale. L'obiettivo è migliorare contemporaneamente diverse capacità condizionali per creare un atleta più versatile e una condizione fisica completa e bilanciata, a differenza della specializzazione in un unico sport. Per ottenere risultati ottimali, prevenire il sovraccarico e gli infortuni, è essenziale un programma ben progettato che bilanci strategicamente volume, intensità e frequenza. Questo garantisce che i diversi stimoli non interferiscano tra loro, massimizzando i benefici di ogni sessione e ottimizzando il recupero.

Le componenti chiave includono:

- **Forza:** allenamento con pesi, esercizi funzionali (squat, affondi, stacchi) e macchinari (ergometri).
- **Cardio:** sessioni di corsa, vogatore o altre attività per la resistenza cardiovascolare.
- **Potenza:** esercizi come sled push and pull.

I benefici principali sono uno sviluppo fisico più equilibrato, un potenziamento atletico sia nella forza che nella resistenza, e una maggiore varietà che riduce la noia e rende l'allenamento più sostenibile.

L'approccio alla programmazione inizia definendo gli obiettivi e i

volumi di esercizi di forza e cardiovascolari, per poi passare a un programma strategico che alterna le sessioni, fino a poter evolvere verso sessioni di allenamento concomitante.

Sequenza degli stimoli

La "sequenza degli stimoli" in un allenamento ibrido si riferisce all'ordine e al modo in cui si combinano esercizi con carichi di lavoro e intensità diversi (es. forza, cardio) per raggiungere obiettivi specifici, bilanciando beneficio e recupero. Un allenamento ibrido combina stili diversi, come forza e resistenza, e la sequenza degli stimoli è il modo in cui questi stili vengono organizzati per massimizzare i risultati e ridurre l'interferenza tra le diverse qualità fisiche. La sequenza è scelta in base agli obiettivi: ad esempio, chi fa sollevamento pesi (*powerlifter*) darà priorità a stimoli di forza anche se faticosi, mentre un atleta di resistenza potrebbe preferire varianti meno intense per recuperare meglio.

La sequenza di stimoli in un allenamento ibrido alterna esercizi di forza e di endurance per sviluppare capacità complementari. La struttura tipica prevede la suddivisione degli stimoli durante la settimana, alternando sessioni di pesi (come allenamenti di tipo Push/Pull/Legs) a sessioni di corsa a intensità variabile (fondi, ripetute, fartlek) e periodi di recupero completo.

I principi chiave:

- **Alternanza degli stimoli:** la chiave è alternare sessioni di forza e cardio, spesso anche a distanza di poche ore, per consentire al corpo di recuperare e adattarsi.
- **Progressione graduale:** inizia con carichi di lavoro gestibili per il corpo. Ad esempio, se parti dalla

corsa, aumenta gradualmente la durata delle corse e la frequenza degli allenamenti.

- **Periodizzazione:** pianifica l'allenamento in cicli, dando priorità a una disciplina rispetto all'altra in periodi diversi per ottimizzare i progressi.
- **Focus sugli esercizi fondamentali:** concentrati su movimenti multiarticolari come squat, stacchi da terra, panca piana e trazioni, che hanno un alto impatto sulla forza e sulla massa muscolare.
- **Stima del recupero:** valuta il costo di recupero di ogni esercizio e come questo influenzi le prestazioni nei giorni successivi. Ad esempio, gli stacchi da terra pesanti possono essere molto produttivi ma richiedono un recupero più lungo rispetto ad esercizi più leggeri.

Separazione temporale

Per separazione temporale nell'allenamento ibrido si intende il distanziamento nel tempo (idealmente almeno 6 ore o in giorni separati) degli allenamenti di forza e resistenza. Questo approccio massimizza la capacità del corpo di recuperare e adattarsi a entrambi gli stimoli, riducendo le interferenze tra i due tipi di allenamento e migliorando le prestazioni complessive.

La sessione prioritaria deve essere eseguita per prima quando si è più freschi. Ad esempio, se l'obiettivo è la forza, la sessione di pesi va fatta quando il sistema nervoso centrale e i muscoli sono riposati.

Strategie di separazione temporale

Se si allenano forza e resistenza nello stesso giorno, è cruciale separare le sessioni con un intervallo di almeno 6 ore.

- **Priorità alla forza:** se il tuo obiettivo principale è la forza, esegui prima la sessione di pesi, quando

il sistema nervoso centrale è più riposato, e il cardio in un secondo momento.

- **Priorità alla resistenza:** se l'obiettivo primario è la resistenza, la sessione aerobica può essere svolta prima, ma assicurati di non raggiungere l'esaurimento prima di iniziare il lavoro di forza.

La soluzione più efficace per minimizzare le interferenze è dedicare giorni diversi all'allenamento di forza e alla resistenza.

- **Esempio:** lunedì allenamento di forza, martedì allenamento aerobico, mercoledì riposo o recupero attivo, giovedì allenamento di forza, ecc.

Suggerimenti pratici

- **Intensità degli allenamenti:** nella forza, concentrati su esercizi fondamentali con movimenti multiarticolari come squat, stacchi, panca piana e trazioni, e lavora su rep range che spaziano da 4 a 8. L'allenamento aerobico dovrebbe essere a intensità moderata (Zona 2) per massimizzare la capacità mitocondriale senza compromettere il recupero muscolare.

- **Gestire la fatica:** pianifica periodi di "deload" (scarico) e monitora i segnali del tuo corpo attraverso il sonno, la nutrizione e possibilmente l'Heart Rate Variability (HRV) per prevenire il sovrallenamento.

- **Durata e frequenza delle sessioni:** le sessioni di cardio dovrebbero prevedere 10 minuti di riscaldamento, intervalli di lavoro/recupero e 5 minuti di defaticamento. A seconda del tuo programma, mantieni 1-2 sessioni di forza e cardio a settimana.

Modalità

Nell'allenamento ibrido, la "modalità" si riferisce alla combinazione di diverse discipline (come forza e resistenza, sollevamento pesi, corsa o yoga) all'interno dello stesso programma, con l'obiettivo di sviluppare più capacità fisiche contemporaneamente e ottenere un miglioramento atletico completo, bilanciando gli allenamenti in modo strategico.

Gli aspetti chiave da considerare sono:

- **Pianificazione:** è fondamentale creare una routine flessibile e realistica che bilanci le diverse componenti in base agli obiettivi e al tempo. Bisogna strutturare un piano che alterni sessioni intense e di recupero, includendo esercizi fondamentali sia per la forza (squat, stacchi) che per il cardio (corsa, ciclismo). Il recupero è cruciale: si devono alternare giorni intensi a giorni di riposo o recupero attivo, e, se ci si allena due volte nello stesso giorno, lasciare almeno 3-6 ore di pausa tra le sessioni di forza e cardio.

- **Gestione del carico:** si basa sul monitoraggio e sulla progressione ciclica, alternando periodi di maggiore volume e intensità per forza e resistenza, seguiti da fasi di scarico e recupero attivo.

Richiede l'uso del sovraccarico progressivo per la forza (aumento di carichi/ripetizioni) e l'alternanza di sessioni a bassa intensità e lunga durata (Zona 2) con sessioni intense (ripetute) per la corsa. La programmazione del carico può essere strutturata per:

- *Progressione ciclica:* allenamento a blocchi (es. 4 settimane), aumentando gradualmente il carico nelle prime tre settimane e dedicando la quarta al recupero (scarico).



- *Variazione dell'intensità*: alternare fasi di tensione meccanica (focus su carichi elevati e recuperi lunghi per la forza) con fasi di stress metabolico (volume maggiore, alta densità).

● **Tecnica**: si riferisce all'esecuzione specifica in un mix personalizzato di discipline (es. movimenti funzionali, palestra, endurance) adattato agli obiettivi dell'atleta. È cruciale padroneggiare la tecnica delle singole attività per prevenire infortuni. Una sessione può includere esercizi multiarticolari pesanti (con focus sulla tecnica) e sessioni di forza funzionale (come Sled Push/Pull) o pliometria per la potenza.

Dose e intensità: gestione di volumi e frequenze per minimizzare interferenza

La gestione di volumi e frequenze nell'allenamento ibrido consiste nello strutturare le sessioni per bilanciare le esigenze di forza e resistenza, minimizzando l'interferenza tra i due tipi di stimolo.

Questo si ottiene pianificando allenamenti ad alta intensità e basso volume all'inizio della settimana e quelli a basso volume e alta densità verso la fine, lasciando giorni di riposo o recupero attivo adeguati.

L'obiettivo è permettere al corpo di recuperare tra le sessioni, evitando un eccessivo accumulo di fatica che potrebbe compromettere la progressione di volume, intensità e frequenza.

- *Volume*: si intende la quantità totale di lavoro eseguito in un allenamento o in una settimana (numero di serie, ripetizioni e durata degli esercizi).

- *Intensità*: rappresenta il livello di sforzo applicato a ciascun esercizio (percentuale sul massimale nell'allenamento della forza, per-

centuale della frequenza cardiaca massima nell'allenamento cardiovascolare).

- *Frequenza*: è il numero di volte in cui una determinata qualità atletica viene allenata ogni settimana.

Il successo della gestione dell'intensità e delle interferenze è determinato dalla pianificazione di sessioni ad alta intensità e basso volume, come gli allenamenti di forza, che dovrebbero essere collocate in modo tale da non compromettere il recupero per le sessioni ad alto volume e bassa intensità, come il cardio, e viceversa.

Un volume eccessivo, specialmente di cardio ad alta intensità, può portare a un deficit calorico e a un'interferenza con la sintesi proteica, motivo per il quale è fondamentale gestire il volume complessivo per evitare il sovrallenamento.

I benefici che l'allenamento di resistenza a intensità moderata può apportare sono dati da una migliore capillarizzazione e funzione mitocondriale, il che può supportare il recupero e la performance di forza.

Generalmente la frequenza degli allenamenti di forza deve essere distribuita in 2-3 volte a settimana in modo tale da mantenere l'adattamento neuromuscolare, mentre gli allenamenti di resistenza suddivisi in 2-4 sessioni settimanali, a seconda delle priorità e degli obiettivi.

L'inserimento di esercizi di sprint e forza esplosiva può essere introdotto all'interno del programma quando l'atleta raggiunge un livello di performance più alto, in quanto possono aumentare il sovraccarico del Sistema Nervoso Centrale.

HIIT vs lavoro continuo: pro e contro, come inserirli senza penalizzare gli adattamenti

Nel contesto della letteratura scientifica, l'High-Intensity Interval Training (HIIT) è definito come una metodologia di esercizio che alterna brevi e intense esplosioni di attività fisica (tipicamente >80-85% della frequenza cardiaca massima) con periodi di recupero meno intensi o di riposo completo. Questa struttura intermittente, che lo distingue dall'allenamento aerobico a intensità moderata e continua (MICT), è un'alternativa efficiente in termini di tempo per indurre significativi adattamenti fisiologici. I protocolli HIIT sono diversificati e variano in base alla durata, intensità, numero di intervalli di lavoro e recupero.

A livello fisiologico, una vasta letteratura scientifica conferma che l'HIIT induce notevoli miglioramenti della capacità aerobica e anaerobica, inclusi aumenti del massimo consumo di ossigeno (VO_{2max}). Ad esempio, uno studio del 2018 ha concluso che l'HIIT è superiore al MICT nel migliorare la forma cardiorespiratoria nella riabilitazione cardiaca.

Inoltre, l'HIIT favorisce l'aumento della sensibilità all'insulina (come dimostrato da meta-analisi su soggetti con diabete di tipo 2) e un miglioramento del profilo lipidico e della pressione sanguigna, riducendo i fattori di rischio cardiovascolare in misura paragonabile o superiore al MICT, specialmente in individui in sovrappeso (da Silva D.E. et al., 2019). Dal punto di vista della composizione corporea, diverse meta-analisi confermano che l'HIIT promuove la perdita di massa grassa (inclusa quella viscerale), preservando o aumentando la massa magra, in parte grazie all'EPOC (Excess Post-exercise Oxygen Consumption), che

mantiene il metabolismo elevato dopo l'allenamento. Nonostante l'intensità, l'HIIT si è dimostrato ben tollerato anche da popolazioni meno allenate, consolidandosi come una strategia di allenamento versatile e comprovata (Milanović, Z., et al., 2015).

Il lavoro continuo, o **Continuous Steady State Training** (CSST), è invece definito come un'attività aerobica a intensità costante e sub-massimale, mantenuta ininterrottamente per un periodo esteso, al fine di stimolare gli adattamenti del metabolismo ossidativo (Jones A.M. et al., 2000). L'intensità si colloca tipicamente nella "Zona 2" (60-75% FCmax o 1.0-2.0 mmol/L di lattato), un livello che favorisce un'elevata ossidazione dei lipidi (grassi) come substrato energetico principale (Seiler S. et al., 2009).

Gli adattamenti cronici del CSST includono un miglioramento della gittata sistolica e della capillarizzazione miocardica. A livello periferico, promuove la biogenesi mitocondriale nelle fibre muscolari di tipo I, aumentando l'efficienza

enzimatica ossidativa e l'estrazione dell'ossigeno. Il CSST è ampiamente validato per migliorare la soglia aerobica e la fat oxidation rate, fungendo da pilastro fondamentale e base aerobica nella periodizzazione dell'allenamento di resistenza, anche per metodologie più intense come l'HIIT.

Qualità maggiormente sensibili.

Le qualità fisiche che mostrano la maggiore sensibilità e allenabilità nell'attività fisica strutturata appartengono alle capacità condizionali e coordinative.

Tra le capacità condizionali:

- La **Forza** muscolare è altamente responsiva agli stimoli meccanici, mostrando rapidi adattamenti neurali e strutturali.
- La **Resistenza**, ovvero la capacità di sostenere uno sforzo nel tempo, è estremamente sensibile all'allenamento, migliorando l'efficienza cardiovascolare, respiratoria e metabolica (es. densità mitocondriale, soglia anaerobica).
- La **Velocità**, capacità di eseguire un movimento nel minor tempo, risponde prontamente a protocolli

specifici, migliorando tempi di reazione e frequenza gestuale.

Anche le **capacità coordinative** mostrano notevole plasticità e sensibilità allo stimolo. Qualità fondamentali come l'**equilibrio**, l'**orientamento spaziale** e la **capacità di ritmizzazione** si affinano con la pratica e l'apprendimento motorio, riflettendo un miglior controllo neuromuscolare. La mobilità articolare e la flessibilità sono altrettanto sensibili e cruciali per l'efficienza biomeccanica e la prevenzione degli infortuni.

La ricerca scientifica conferma che queste diverse qualità possono essere sviluppate efficacemente attraverso un'attenta programmazione. La loro elevata sensibilità permette miglioramenti significativi in tempi relativamente brevi, a condizione che vengano rispettati i principi di carico, specificità e supercompensazione.

L'interazione sinergica di queste qualità definisce un atleta completo e versatile.



LINEE GUIDA PRATICHE DI PROGRAMMAZIONE

L'Allenamento Ibrido è una metodologia che combina diverse qualità atletiche, tra cui Forza, Resistenza, Potenza, Velocità e Mobilità, in un'unica programma-

zione strutturata, che deve essere bilanciata in termini di Volume, Intensità e Frequenza in modo strategico al fine di garantire che i diversi stimoli allenanti non interferiscano fra loro, andando a massimizzare i benefici e ottimizzare il recupero.



● **Volume:** deve essere gestito attentamente per evitare il sovraccarico.

Se l'obiettivo è migliorare la Forza Massimale, il volume delle sessioni di pesistica sarà moderato e il lavoro aerobico sarà mantenuto a livelli inferiori.

Se l'obiettivo è migliorare la Resistenza, le sessioni di allenamento cardiovascolare avranno un volume maggiore delle sessioni di Forza per evitare un'eccessiva fatica muscolare.

CAPACITÀ	VOLUME (SERIE X REP O DURATA)	NOTE
FORZA MASSIMALE	3-5 SERIE X 2-5 REP	ALTA INTENSITÀ – BASSO VOLUME
IPERTROFIA	3-4 SERIE X 8-12 REP	VOLUME MODERATO – TIMING UNDER TENSION
RESISTENZA MUSCOLARE	3-4 SERIE X 12-20 REP	VOLUME ALTO – CARICHI MODERATI
RESISTENZA AEROBICA	30-90 MINUTI DI LAVORO CONTINUO	VOLUME PROGRESSIVO
HIIT	4-8 ROUND DA 20" – 60"	VOLUME MEDIO-BASSO – ALTA INTENSITÀ
MOBILITÀ E RECUPERO	10 – 20 MINUTI A SESSIONE	LAVORO QUOTIDIANO O NEI GIORNI DI RECUPERO

● **Intensità:** è un parametro critico per evitare le interferenze fra forza e resistenza, motivo per il quale mantenere livelli di intensità ottimali per ogni qualità atletica aiuta a garantire progressi costanti senza compromettere la capacità di recupero.

Nei giorni in cui si allena la Forza Massimale, il focus sarà su bassi volumi e alta intensità, lasciando spazio per un lavoro cardiovascolare nel finale.

Nelle sessioni dedicate alla Resistenza, l'intensità del lavoro cardiovascolare sarà più alta, mentre l'allenamento di Forza avrà carichi moderati per evitare eccessiva fatica neurale.

CAPACITÀ	INTENSITÀ CONSIGLIATA	NOTE
FORZA MASSIMALE	85-95% 1 RM	BASSE RIPETIZIONI – CARICHI ELEVATI
IPERTROFIA	65-80% 1 RM	VOLUME MODERATO – TIMING UNDER TENSION
RESISTENZA MUSCOLARE	50-60% 1 RM	PIÙ RIPETIZIONI – MENO CARICO
RESISTENZA AEROBICA	60-75% HRMAX	INTENSITÀ COSTANTE E SOSTENIBILE
HIIT	80-90% HRMAX	SFORZI BREVI E INTENSI CON RECUPERO ATTIVO

● **Frequenza:** deve essere distribuita strategicamente per poter permettere al corpo di poter recuperare tra i diversi stimoli, infatti un errore comune è quello di allenare ogni capacità troppo frequentemente e di conseguenza andare in contro ad interferenze e sovrallenamento.

Generalmente, la forza deve essere allenata 2-3 volte a settimana per mantenere l'adattamento neuromuscolare.

Gli allenamenti di resistenza devono essere limitati a 2-4 sessioni settimanali, a seconda delle priorità, inserendo anche sprint e lavori esplosivi con moderazione, per evitare di sovraccaricare il Sistema Nervoso Centrale.

OBIETTIVO	SESSIONI DI FORZA	SESSIONI DI RESISTENZA	HIIT/POTENZA
ATLETA ORIENTATO ALLA FORZA	3-4	1-2	1-2
ATLETA ORIENTATO ALLA RESISTENZA	2-3	3-4	1-2
ATLETA IBRIDO BILANCIATO	3	2-3	1

PRINCIPI DI PERIODIZZAZIONE DELL'ALLENAMENTO IBRIDO: GESTIONE DI FREQUENZA, ORDINE E PROGRESSIONE

Frequenza settimanale e bilanciamento tra forza ed endurance

L'efficacia dell'allenamento concomitante, che combina stimoli di forza ed endurance, dipende in modo critico dalla gestione ottimale della frequenza settimanale e dal bilanciamento tra i due tipi di stimolo. La ricerca scientifica e le linee guida, come quelle proposte dall'ACSM, suggeriscono che una frequenza di 2-3 sessioni settimanali per la forza e 2-4 sessioni per l'endurance rappresentino un range efficace per massimizzare gli adattamenti in entrambe le direzioni senza incorrere in sindromi da sovrallenamento o infortuni. Il bilanciamento ideale non è un rapporto fisso, ma si modella in base all'obiettivo prioritario del mesociclo di allenamento. Se l'enfasi è posta sullo sviluppo della forza, la frequenza e il volume dedicati all'endurance dovrebbero essere mantenuti a un livello minimo di mantenimento, e viceversa. L'eccessiva frequenza di allenamento aerobico (es. >3 sessioni/settimana) può attenuare in modo significativo gli adattamenti ipertrofici e di forza esplosiva, a causa del fenomeno noto come "effetto di interferenza". Questo effetto è prevalentemente dovuto all'attivazione concorrente di distinti percorsi di segnalazione molecolare (es. mTOR per la forza e AMPK per l'endurance) che possono inibire a vicenda i propri segnali anabolici. La strategia chiave per mitigare tale interferenza risiede nella separazione temporale delle sessioni. Eseguire gli allenamenti di forza ed endurance in giorni separati, o con un intervallo minimo di 6 ore all'interno della stessa giornata, è

cruciale per permettere ai distinti meccanismi cellulari di agire in modo indipendente. Recenti meta-analisi confermano che, quando l'allenamento concomitante è gestito correttamente, non compromette le acquisizioni ottenute con l'esercizio a modalità singola. Inoltre, l'utilizzo di modalità di endurance a basso impatto, come ciclismo e nuoto, riduce il danno muscolare eccentrico, favorendo un recupero più rapido e permettendo una maggiore frequenza complessiva di allenamento settimanale senza accumulo eccessivo di fatica.

Criteri per decidere l'ordine in base all'obiettivo principale

La decisione sull'ordine degli esercizi nell'allenamento concomitante è un fattore critico per ottimizzare gli adattamenti neuromuscolari e cardiovascolari, minimizzando l'effetto di interferenza. La priorità assegnata a forza o endurance determina la sequenza ideale, basandosi su presupposti fisiologici e molecolari consolidati.

- *Priorità alla Forza*: quando l'obiettivo primario è l'incremento della forza massimale o della potenza, è scientificamente supportato eseguire la sessione di forza prima di quella di endurance. La fatica residua indotta dall'esercizio aerobico compromette la capacità di generare forza massimale e la velocità di sviluppo della forza (*rate of force development*), incidendo negativamente sull'efficacia dell'allenamento di forza. A livello molecolare, l'endurance attiva la chinasi AMPK, che può inibire la via di segnalazione mTOR, cruciale per la sintesi proteica muscolare e l'ipertrofia, fenomeno che si accentua se le sessioni sono ravvicinate.

- *Priorità all'Endurance*: se l'obiettivo principale è migliorare la capacità aerobica (es. $\dot{V}O_2\max$,

economia di corsa), la sessione di endurance può precedere quella di forza. La ricerca indica che l'ordine ha un impatto minore sugli adattamenti aerobici rispetto a quelli di forza; in alcuni casi, eseguire l'endurance per prima ha mostrato benefici superiori nell'economia di corsa, probabilmente preservando la qualità del lavoro aerobico principale.

- *Strategie ottimali*: il metodo più efficace per gestire l'ordine, riducendo l'interferenza a quasi zero, è la separazione temporale delle sessioni in giorni non consecutivi o con un minimo di 6 ore di recupero tra gli stimoli. Questo permette ai distinti adattamenti di avvenire senza competizione. All'interno della stessa sessione, l'ordine è: esercizi di potenza (es. pliometria), esercizi multiarticolari di forza, esercizi monoarticolari, e infine l'endurance.

Progressioni di volume e intensità

Nell'allenamento ibrido la progressione del carico è identificata come la chiave per stimolare continui adattamenti e superare gli stalli prestazionali e quindi rappresenta la sfida principale nella manipolazione strategica dei parametri di allenamento, evitando al contempo che l'eccessivo affaticamento di una modalità (forza o endurance) comprometta i progressi nell'altra, un equilibrio delicato che richiede un'attenta pianificazione.

L'aumento del volume e dell'intensità deve essere gestito con criteri scientifici, spesso impiegando modelli di periodizzazione ondulata che permettano variazioni frequenti dei carichi. L'incremento del volume si ottiene principalmente aumentando la durata delle sessioni o il numero di set-ripetizioni, mentre l'intensità si modula attraverso l'incremento del carico assoluto o l'implementazione di

metodi come l'interval training. La progressione di volume e intensità è regolata dal principio del sovraccarico progressivo applicato in modo differenziato per minimizzare l'interferenza tra gli adattamenti di forza ed endurance modulando i parametri senza compromettere eccessivamente una delle due qualità.

Strategie di incremento del Volume

L'aumento del volume è una strategia comune, specialmente per atleti già allenati, e si attua principalmente incrementando il numero di serie, ripetizioni o esercizi.

- **Progressione nell'Endurance:** Si incrementano gradualmente la durata delle sessioni (es. +5-10% a settimana) o la frequenza settimanale, mantenendo inizialmente un'intensità moderata.

- **Progressione nella Forza:** Si aumenta il numero di set per esercizio (es. da 3x10 a 4x10), il numero di esercizi per gruppo muscolare o la frequenza settimanale dell'allenamento di forza.

Strategie di incremento dell'Intensità

L'intensità può essere aumentata manipolando il carico assoluto o la densità dell'allenamento.

- **Progressione nell'Endurance:** si introducono sessioni di Interval Training ad alta intensità (HIIT) o Speedwork, alternando lavoro intenso (80-90% FCmax) a recupero attivo. Si può anche ridurre il tempo di recupero tra gli intervalli.

- **Progressione nella Forza:** si incrementa il carico esterno (peso sollevato) o si riduce il buffer (ripetizioni residue) fino al cedimento tecnico. Tecniche come superserie o drop set possono aumentare l'intensità percepita e la densità.

Modelli di Progressione

La *periodizzazione ondulata* (DUP) è spesso preferita a quella lineare nell'allenamento ibrido, poiché permette di variare volume e intensità su base giornaliera o settimanale, gestendo meglio l'affaticamento.

Esempio di Progressioni (Microciclo):

- **Settimana 1:**

- Forza: 3x10 12RM

- Endurance: 30 min corsa continua, ritmo moderato (Zona 2)

- **Settimana 2:**

- Forza: 3x8 10RM -> aumento del carico

- Endurance: 35 min corsa continua, ritmo moderato (Zona 2)

- **Settimana 3:**

- Forza: 4x8 10RM -> aumento volume/set

- Endurance: 30 min, inclusi 4x1 min ad alta intensità (progressione intensità)

Scelta della modalità aerobica in funzione del contesto

Nell'ambito dell'allenamento ibrido, la scelta della modalità aerobica riveste un ruolo cruciale per ottimizzare gli adattamenti e mitigare l'effetto di interferenza sulla forza. La letteratura scientifica evidenzia che la modalità selezionata influenza direttamente la fatica neuromuscolare e il danno muscolare, parametri che impattano sulle sessioni di forza successive (Fyfe, J. J., Wilson, J. M., & Wescott, D. J. 2014).

Le attività aerobiche ad alto impatto ed eccentriche, come la corsa su strada o il salto, generano un maggiore danno muscolare (particolarmente a carico del quadricipite) e un affaticamento residuo prolungato. Questo tipo di stimolo, se eseguito in concomitanza con l'allenamento di forza, tende ad accentuare l'interferenza, compromettendo lo sviluppo

della forza degli arti inferiori, l'ipertrofia e la performance di potenza. Pertanto, la corsa è spesso sconsigliata come modalità primaria quando l'enfasi è posta sul guadagno di forza nella parte inferiore del corpo.

Al contrario, le modalità a basso impatto (ciclismo, nuoto, vogatore, ellittica) sono preferibili. Queste attività riducono significativamente la componente eccentrica e il danno muscolare, permettendo un recupero più rapido e una migliore prestazione nelle sessioni di forza successive.

La ricerca supporta ampiamente l'uso del ciclismo come modalità aerobica altamente compatibile con lo sviluppo della forza, poiché gli adattamenti specifici del ciclismo (es. miglioramento dell'efficienza metabolica) interferiscono minimamente con i guadagni di forza muscolare.

La scelta deve essere quindi contestualizzata: se l'obiettivo è la performance di corsa, è fondamentale integrare la corsa nel programma, accettando una potenziale attenuazione dei guadagni di forza. In un contesto ibrido volto a massimizzare sia forza che resistenza generale, le modalità a basso impatto offrono un compromesso fisiologico ottimale, permettendo una gestione più efficace del volume e dell'intensità complessivi dell'allenamento, salvaguardando il recupero muscolare.





PROGRAMMAZIONE PER LIVELLI

Esempi di programmazione

Le programmazioni si distinguono principalmente in base a come gestiscono la relazione tra forza ed endurance:

1. Modello sequenziale (o a blocchi): prevede lo sviluppo predominante di una qualità per un periodo (es. 4-6 settimane dedicate quasi esclusivamente alla forza), seguito da un blocco dedicato all'altra (es. 4-6 settimane dedicate all'endurance). Questo modello riduce al minimo l'interferenza acuta, ma richiede che la qualità non allenata venga mantenuta con un volume minimo.

2. Modello concomitante integrato (concurrent training): è il modello più comune, dove forza ed endurance vengono allenate simultaneamente nello stesso microciclo (settimana). Si suddivide ulteriormente in:

- *Separazione giornaliera:* sessioni di forza ed endurance in giorni diversi (es. Lunedì forza, Martedì endurance, ecc.). È il modello con la minore interferenza.

- *Separazione intra-giornaliera:* due sessioni distinte nello stesso giorno, separate da almeno 6 ore di recupero. Richiede un'ottima gestione del tempo e del recupero.

- *Sessione singola combinata:*

esecuzione di entrambi gli stimoli nella stessa seduta. Massimizza l'efficienza temporale, ma aumenta il rischio di interferenza e richiede un'attenta gestione dell'ordine degli esercizi (Fyfe J. J., Wilson J. M., Wescott D. J., 2014; Sabag A., et al. 2024).

La scelta tra questi modelli è guidata da fattori determinanti quali il livello di allenamento dell'atleta, gli obiettivi specifici e la capacità di recupero individuale. Gli atleti avanzati necessitano di una periodizzazione più sofisticata per stimoli ottimali, mentre i principianti possono ottenere miglioramenti con approcci più semplici.

Le strategie chiave includono la separazione temporale delle sessioni (almeno 6 ore di recupero) e la scelta di modalità aerobiche a basso impatto (ciclismo, nuoto) che riducono il danno muscolare eccentrico rispetto alla corsa. Queste misure sono cruciali per permettere ai distinti percorsi di segnalazione molecolare (mTOR per la sintesi proteica e AMPK per l'omeostasi energetica) di agire in modo indipendente. La periodizzazione ondulata si è dimostrata efficace nel variare volume e intensità su base giornaliera o settimanale, gestendo così l'affa-

ticamento in modo più dinamico rispetto ai modelli lineari.

La programmazione deve essere modulata in funzione del livello di esperienza dell'atleta poiché la magnitudine degli adattamenti e il rischio di interferenza variano significativamente con lo status di allenamento. Gli atleti principianti possono ottenere miglioramenti sostanziali sia nella forza che nell'endurance con protocolli relativamente semplici, mentre gli atleti avanzati richiedono una periodizzazione sofisticata per stimolare ulteriori progressi e gestire l'interferenza (Konopka A. R., & Harber P., 2014).

In sintesi, una programmazione Allenamento Ibrido efficace non segue un'unica ricetta, ma si basa sull'individualizzazione e sull'applicazione scientifica dei principi di carico progressivo e specificità, con l'obiettivo di creare un atleta versatile, capace di eccellere in entrambe le qualità fisiche (García-Pallarés J., & Izquierdo M., 2011).

Principiante, intermedio, avanzato

La progressione da un livello all'altro non è solo una questione di aumento del carico, ma di sofisticazione della periodizzazione e della gestione della fatica.



Principiante: per l'atleta non allenato, la progressione è tipicamente lineare. Si assiste a rapidi guadagni di forza e resistenza grazie all'adattamento neurale iniziale e ai miglioramenti della fitness cardiorespiratoria. L'incremento del carico (peso) o della durata dell'attività aerobica può avvenire a ogni sessione o su base settimanale, mantenendo un buffer di sicurezza (es. 1-2 ripetizioni residue) per favorire la coerenza e l'apprendimento motorio. L'obiettivo primario è la compliance al programma.

Il programma si sviluppa su 3 fasi principali, con una frequenza di 4-5 allenamenti settimanali, alternando giornate dedicate alla forza, alla resistenza e al condizionamento metabolico.

1. **Settimane 1-4:** adattamento neuromuscolare e tecnica → l'obiettivo sarà migliorare il controllo motorio, sviluppare la resistenza di base e abituare il corpo alla frequenza di allenamento.

GIORNO	FOCUS	ALLENAMENTO
LUNEDÌ	FORZA BASE	SQUAT, PANCA PIANA, STACCO → 4X8 CON PESI MODERATI PLANK 3X30"
MARTEDÌ	RESISTENZA AEROBICA	CORSA 35' IN ZONA 2 O ROWING 5000M
MERCOLEDÌ	RECUPERO ATTIVO	MOBILITÀ, STRETCHING O FOAM ROLLING
GIOVEDÌ	FORZA E METCON	FRONT SQUAT 3X10, PUSH-UP 3X12, KETTLEBELLS SWINGS 3X15, AMRAP 10': 10 BURPEES - 15 AIR SQUATS - 200M CORSA IN ZONA 3
VENERDÌ	RESISTENZA E HIIT	5X400 M CORSA IN ZONA 4, RECUPERO ATTIVO DI 2' TRA LE RIPETIZIONI
SABATO	RIPOSO O ATTIVITÀ LEGGERA	YOGA O NUOTO LEGGERO

2. **Settimane 5-8:** progressione e consolidamento della base → l'obiettivo sarà incrementare i carichi di lavoro, migliorare l'efficienza metabolica e introdurre movimenti più complessi.

GIORNO	FOCUS	ALLENAMENTO
LUNEDÌ	PROGRESSIONE DI FORZA	SQUAT 5X5 (75% 1RM), PULL-UP ASSISTITO 4X6, PANCA 4X8 CARICO PROGRESSIVO, STACCO 3X10
MARTEDÌ	RESISTENZA AEROBICA E MOBILITÀ	CORSA 45' IN ZONA 2, ESERCIZI PER MOBILITÀ PER ANCHE E SPALLE
MERCOLEDÌ	CONDIZIONAMENTO FUNZIONALE	EMOM 12': 5 DEADLIFTS (65% 1RM), 8 BOX JUMP, 10 KETTLEBELLS SWINGS
GIOVEDÌ	FORZA E HIIT	SQUAT 3X10, PANCA 3X10, 20" SPRINT SU ASSAULT BIKE - RECUPERO 40" X8 ROUND
VENERDÌ	RESISTENZA E METCON	AMRAP 20': 10 PUSH-UP - 15 AIR SQUATS - 20 KETTLEBELLS SWINGS - 400 M CORSA IN ZONA 2
SABATO	ATTIVITÀ LEGGERA O RIPOSO	YOGA O FOAM ROLLING
DOMENICA	RECUPERO ATTIVO	YOGA, SAUNA, CRIOTERAPIA

Intermedio: in questa fase, i guadagni lineari rallentano e l'interferenza diventa più tangibile. La progressione diventa non lineare o ondulata e vengono variati volume e intensità all'interno della settimana per gestire la fatica. Ad esempio, si alternano giorni ad alto volume di forza con giorni a bassa intensità aerobica. La scelta delle modalità diventa più strategica (es. alternare corsa ad alto impatto con ciclismo a basso impatto).

L'obiettivo in questa fase sarà migliorare la forza massimale, aumentare la resistenza metabolica e affinare le capacità di recupero, strutturando il programma in 5-6 sessioni settimanali.

GIORNO	FOCUS	ALLENAMENTO
LUNEDÌ	FORZA MASSIMALE	SQUAT 5X5 (85% 1RM), PANCA PIANA 4X8, STACCO 3X10, DIPS 3X10
MARTEDÌ	RESISTENZA E SPRINT	CORSA 6 KM, SPRINT 6X100 MT
MERCOLEDÌ	FORZA DINAMICA E METCON	POWER CLEAN 5X3, AMRAP 15': 10 PULL-UP - 15 PUSH-UP - 20 AIR SQUAT - 400 M CORSA
GIOVEDÌ	HIIT E MOBILITÀ	ASSAULT BILE 5X20", STRETCHING E MOBILITÀ
VENERDÌ	FORZA E RESISTENZA MUSCOLARE	STACCO 5X4, MILITARY PRESS 4X6, KETTLEBELLS SWINGS 4X15, EMOM 10': 10 BURPEES - 8 BOX JUMP
SABATO	ENDURANCE ESTESA	CORSA 12-15 KM IN ZONA 2
DOMENICA	RECUPERO ATTIVO	YOGA, SAUNA, CRIOTERAPIA

Le strategie di progressione riguardano:

- L'incremento dei carichi → 2-5% ogni 3 settimane
- Metodi di allenamento avanzati → EMOM – AMRAP – Sprint con resistenza.
- Periodizzazione della Resistenza → alternare fasi di volume e di intensità.

Avanzato: la programmazione è altamente individualizzata e complessa. Spesso si utilizzano blocchi di allenamento specifici (es. 4 settimane di blocco forza, seguite da 4 settimane di blocco endurance). La manipolazione di intensità relativa, densità e volume è meticolosa. L'uso di tecniche avanzate (cluster set, HIIT) e un monitoraggio fisiologico costante (HRV, DOMS) sono essenziali per evitare il sovraccarico non funzionale e stimolare ulteriori adattamenti.

Gli atleti avanzati devono massimizzare ogni aspetto della programmazione per raggiungere il massimo livello di performance, motivo per il quale la struttura del programma di allenamento è basata su 6 giorni mirati e specifici alla performance.

GIORNO	FOCUS	ALLENAMENTO
LUNEDÌ	FORZA MASSIMALE	SQUAT 6X3 (90% 1RM), PANCA PIANA 3X6, STACCO 3X8, FLOOR PRESS 3X10, FRONT SQUAT 4X12
MARTEDÌ	SPRINT E POTENZA	6X100MT SPRINT, 4X40MT SLED PUSH, 5X6 DEPHT JUMPS, ASSAULT BIKE 3X30" SPRINT
MERCOLEDÌ	RESISTENZA E HIIT	5X1000 MT CORSA ZONA 3, CIRCUIT TRAINING: 10 PULL UPS – 15 KETTLEBELLS SNATCH – 20 AIR SQUATS – 300 MT CORSA
GIOVEDÌ	FORZA DINAMICA E POWER TRAINING	POWER CLEAN 5X3, SNATCH 4X6, LANDMINE, PRESS 3X10, SPRINT CON RESISTENZA 4X30 M
VENERDÌ	METCON E VOLUME	30' AMRAP: 10 BACK SQUAT (70% 1RM), 15 BOX JUMPS, 20 BURPEES, 400 M CORSA
SABATO	ENDURANCE ESTESA	15-20 KM CORSA O ROWING 45'
DOMENICA	RECUPERO ATTIVO	MASSAGGI, SAUNA, CRIOTERAPIA

PERIODIZZAZIONE NUTRIZIONALE: LA STRATEGIA CHIAVE PER L'ATLETA IBRIDO

Ruolo della nutrizione nell'allenamento ibrido

La nutrizione riveste un ruolo fondamentale e determinante nell'ottimizzazione degli adattamenti indotti dall'allenamento ibrido, fungendo da pilastro per il recupero, la prevenzione dell'interferenza e il miglioramento della performance in entrambe le discipline. La sfida nutrizionale principale risiede nel soddisfare i fabbisogni energetici e di macronutrienti elevati e spesso conflittuali, garantendo un adeguato apporto per la sintesi proteica muscolare e la ricostituzione delle riserve di glicogeno. Oltre ad un'alimentazione ben bilanciata, esistono strategie avanzate che possono migliorare la resistenza, la forza e la capacità di recupero, infatti il supplemento, se ben gestito, può rappresentare un valido supporto, ma diventa fonda-

mentale distinguere ciò che è veramente utile da ciò che è superfluo o potenzialmente dannoso (Kerksick C. M. et al., 2018).

Energia e disponibilità energetica, fabbisogni, periodizzazione, idratazione e timing nutrizionale

Il fabbisogno calorico totale aumenta significativamente a causa del volume combinato di allenamenti di forza e resistenza. Un introito calorico sufficiente è essenziale per evitare un deficit energetico relativo (RED-S), che comprometterebbe gravemente gli adattamenti, la salute metabolica e la funzione immunitaria. I macronutrienti sono gestiti strategicamente:

- **Carboidrati (CHO):** fonte energetica primaria, cruciale per l'endurance e il ripristino del glicogeno. L'ISSN raccomanda 8-12 g/kg di peso corporeo per carichi di lavoro molto alti. Il timing è vitale: 1-4 g/kg 2-3 ore prima dell'allenamento

e 1,0-1,2 g/kg entro 30 minuti dopo sono essenziali per il recupero.

- **Proteine:** fondamentali per la riparazione e l'ipertrofia muscolare, mitigano l'effetto interferenza. L'apporto raccomandato è tra 1.6 e 2,2 g/kg al giorno, distribuito uniformemente (20-40 g per pasto) e in particolare nel post-allenamento per stimolare la sintesi proteica muscolare (MPS).

- **Grassi:** essenziali per le funzioni ormonali e come fonte energetica secondaria, dovrebbero costituire il 20-30% delle calorie totali (Kerksick C. M. et al., 2018).

La Periodizzazione Nutrizionale (Jeukendrup A. E., 2017) è la strategia chiave: non si limita a variare le calorie, ma modula specificamente il timing e la quantità di carboidrati e proteine in base alla sessione di allenamento.

- **Periodizzazione dei carboidrati:** è l'aspetto cardine. Nelle giornate ad



alto volume/intensità di endurance, l'apporto di CHO è massimizzato (8-12 g/kg) per garantire la disponibilità di glicogeno. Nei giorni di sola forza o riposo, l'apporto scende (4-6 g/kg). Strategie come "train low" (allenarsi a digiuno) seguite da "eat high" (mangiare molto dopo) possono stimolare adattamenti metabolici come la biogenesi mitocondriale.

● Periodizzazione delle proteine:

l'apporto giornaliero totale rimane costantemente elevato (1,6-2,2 g/kg) per sostenere la sintesi proteica. La periodizzazione riguarda la distribuzione: 20-40 g di proteine (con ~3 g di leucina) nelle finestre post-allenamento sono enfatizzati per massimizzare la risposta anabolica, indipendentemente dal tipo di esercizio.

Questa strategia si integra con la periodizzazione dell'allenamento: in un blocco di forza, l'energia e le proteine sono prioritarie; in un blocco di endurance, lo è il rifornimento di CHO. L'individualizzazione e il monitoraggio costante (peso, prestazioni, biomarcatori) sono essenziali per adattare le strategie in tempo reale (Marquet L. A. et al., 2016).

L'idratazione è un altro pilastro (500-700 ml di liquidi/ora con elettroliti). Integratori basati sull'evidenza (creatina, caffeina, bicarbonato di sodio) possono migliorare ulteriormente la performance, ma richiedono personalizzazione.

SINTESI E PROSPETTIVE FUTURE

Nell'ambito della scienza dell'esercizio, le prospettive future dell'allenamento ibrido sono orientate a una personalizzazione sempre più spinta, con l'obiettivo di superare i limiti dell'"effetto di interferenza" attraverso l'integrazione di tecnologie avanzate e una comprensione più profonda della biologia molecolare.

Si prevede un uso pervasivo di tecnologie di monitoraggio indossabili e non invasive, come sensori per la variabilità della frequenza cardiaca (HRV), livelli di lattato e analisi biomeccanica. L'integrazione di questi dati in tempo reale con algoritmi di intelligenza artificiale (IA) e *machine learning* consentirà di prescrivere carichi di allenamento e protocolli nutrizionali ottimizzati su base giornaliera, adattati dinamicamente allo stato di recupero dell'atleta.

Dal punto di vista molecolare, la ricerca si sta concentrando sull'identificazione di biomarcatori specifici che indichino lo stato di attivazione delle vie di segnalazione (come mTOR e AMPK).

Questo permetterà di modulare con precisione il timing nutrizionale e l'ordine degli esercizi per ottimizzare gli adattamenti desiderati. Studi futuri indagheranno anche l'influenza della genetica (farmacogenomica e nutrizione genomica) per personalizzare dieta e allenamento sul profilo genetico individuale.

I modelli di periodizzazione diventeranno più fluidi: una periodizzazione "sartoriale" sostituirà i modelli lineari o ondulati standard, programmando l'allenamento in risposta al feedback biologico in tempo reale. La ricerca futura fornirà inoltre indicazioni su come manipolare la densità, il block trai-

ning sequenziale e l'allenamento ibrido integrato per massimizzare sia la forza che l'endurance. In sintesi, l'allenamento ibrido si evolverà da un approccio "prova ed errore" a una scienza di precisione.



ABSTRACT

Hybrid (concurrent) training combines strength (anaerobic) and endurance (aerobic) stimuli within an integrated program. Historically, this approach was viewed with skepticism due to the “interference effect,” a phenomenon identified by Hickson (1980) suggesting reduced strength gains. This article analyzes the concept’s evolution, exploring its acute (residual fatigue) and chronic (molecular conflict between AMPK and mTORC1 pathways) foundations. Recent scientific evidence (e.g., Khalafi et al., 2022) is examined, which not only mitigates the extent of this interference but also confirms concurrent training’s effectiveness in simultaneously improving multiple physical qualities. Finally, the article outlines key programming variables such as sequence, temporal separation, modality (including HIIT vs. Continuous), volume management, and periodization essential for optimizing synergistic adaptations and minimizing conflicts, structuring a scientific approach to complete athletic performance.

BIBLIOGRAFIA

1. Burley, S. D., Drain, J. R., Sampson, J. A., Nindl, B. C., & Groeller, H. (2020). Effect of a novel low volume, high intensity concurrent training regimen on recruit fitness and resilience. *J Sci Med Sport*, 23(10), 979-984. doi: 10.1016/j.jsams.2020.03.005
2. da Silva, D.E., Grande, A.J., Roever, L. et al. (2019) High-Intensity Interval Training in Patients with Type 2 Diabetes Mellitus: a Systematic Review. *Curr Atheroscler Rep* 21, 8. <https://doi.org/10.1007/s11883-019-0767-9>
3. De Santis, L. (2025). *Allenamento Ibrido*. Self-publishing
4. Fyfe, J. J., Wilson, J. M., & Wescott, D. J., (2014). Concurrent exercise training: do opposites distract? *The Journal of Physiology*.
5. Garca-Pallarés, J., & Izquierdo, M. (2011). Strategies to optimize concurrent training of strength and endurance for lifestyle development and competitive sport. *European Journal of Applied Physiology*.
6. Hickson, R. C. (1980). Interference of strength development by simultaneously training for strength and endurance. *European journal of applied physiology and occupational physiology*, 45(2), 255-263.
7. Jeukendrup, A. E. (2017). Periodization of carbohydrate intake: a novel strategy to improve athletic performance? *European Journal of Sport Science*.
8. Jones, A. M., & Carter, H. (2000). *International Journal of Sports Medicine*.
9. Kerksick, C. M., et al. (2018). *International Society of Sports Nutrition Position Stand: nutrient timing revisited. Journal of the International Society of Sports Nutrition*.
10. Khalafi, M., Sakhaei, M. H., Rosenkranz, S. K., & Symonds, M. E. (2022). Impact of concurrent training versus aerobic or resistance training on cardiorespiratory fitness and muscular strength in middle-aged to older adults: A systematic review and meta-analysis. *Physiology & Behavior*, 254, 113888. doi: 10.1016/j.physbeh.2022.113888
11. Marquet, L. A., et al. (2016). Periodization of carbohydrate intake: short-term effect on performance responses to multiple-day intense training. *European Journal of Applied Physiology*.
12. Milanović, Z., Sporiš, G. & Weston, M. (2015), Effectiveness of High-Intensity Interval Training (HIT) and Continuous Endurance Training for VO2max Improvements: A Systematic Review and Meta-Analysis of Controlled Trials. *Sports Med* 45, 1469–1481. <https://doi.org/10.1007/s40279-015-0365-0>
13. Mounier, R., Lantier, L., Leclerc, J., Sotiropoulos, A., Foretz, M., & Viollet, B. (2011). Controllo antagonistico delle dimensioni delle cellule muscolari da parte di AMPK e mTORC1. *Cell Cycle*, 10(16), 2640–2646.
14. Ruiz-Álias, S. A., Pérez-Castilla, A., Jaén-Carrillo, D., et al. (2024). Effetto di un programma di allenamento simultaneo di 8 settimane sulla massima ossidazione dei grassi. *Sport Sci Health*, 20, 1429-1434.
15. Sabag, A., et al. (2024). Optimizing concurrent training programs: A review on factors that influence the interference effect. *Sports Health*.
16. Scott, C. B., Littlefield, N. D., Chason, J. D., Bunker, M. P., & Asselin, E. M. (2006). Differences in oxygen uptake but equivalent energy expenditure between a brief bout of cycling and running. *Nutr Metab (Lond)*, 3(1). doi: 10.1186/1743-7075-3-1
17. Seiler, S., & Tønnessen, E. (2009). *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*.
18. Wang, Z., Taniguchi, M., Saeki, J., & Ichihashi, N. (2025, October). Impact of resistance training-induced changes in muscle quality on muscle power: a post-hoc analysis. *The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*. Advance online publication. doi: 10.23736/S0022-4707.25.16924-7