



KEYWORDS

Wheelchair exercise, spinal cord injury, METWC, inclusive fitness, nutrition and cardio-metabolic health

Alimentazione e allenamento in carrozzina: linee guida e strategie

L'attività fisica e l'esercizio strutturato sono fondamentali per la promozione della salute e la prevenzione delle malattie croniche nella popolazione generale, ma assumono un'importanza cruciale per gli adulti che utilizzano la carrozzina, in particolare quelli con lesione del midollo spinale (LMS). Questa popolazione affronta barriere significative che limitano l'attività fisica, risultando spesso meno attiva e fisicamente decondizionata rispetto alla popolazione generale. Diviene importante analizzare le linee guida *evidence-based* per l'esercizio in carrozzina e delineare i principi fondamentali e le strategie pratiche per la creazione di ambienti di fitness inclusivi, evidenziando il legame critico tra esercizio e salute cardiometabolica.

Le linee guida per l'attività fisica sviluppate per la popolazione generale, come quelle raccomandate dall'Organizzazione Mondiale della Sanità (OMS) - almeno 150 minuti/settimana di attività aerobica a intensità moderata - non sono specificamente adattate per gli adulti con LMS e non tengono conto dei potenziali rischi (ad esempio: lesioni da sovraccarico degli arti superiori, disfunzioni autonome) o della ridotta capacità fisica di questa popolazione.

Di conseguenza emerge la necessità di linee guida specifiche formulate attraverso processi rigorosi e partecipativi che coinvolgono professionisti e *stakeholder*. Attraverso un processo sistematico e rigoroso che ha utilizzato i

criteri di *Appraisal of Guidelines For Research and Evaluation* (AGREE) II, sono state formulate nuove linee guida per specificare il tipo e la dose minima di esercizio necessari per migliorare la fitness e la salute cardiometabolica negli adulti con LMS cronica (dopo oltre 12 mesi dall'insorgenza).

Tali linee guida si applicano agli adulti (18-64 anni) con LMS cronica a livello neurologico C3 o inferiore che non sono attivi oltre le attività quotidiane.

Per ottenere benefici in termini di *fitness* cardiorespiratoria e forza muscolare, si raccomanda un impegno che preveda esercizio aerobico per almeno 20 minuti a intensità da moderata a vigorosa, 2 volte a settimana ed esercizi di forza per ciascun gruppo muscolare principale funzionante, a intensità da moderata a vigorosa, 2 volte a settimana.



Dott. Pierluigi De Pascalis

Laureato magistrale in: Scienze motorie; Scienze della nutrizione umana; Psicologia comportamentale e cognitiva applicata. Biologo nutrizionista, responsabile della formazione e divulgazione scientifica di NonSoloFitness. Professore a contratto presso l'Università degli Studi di Foggia. pierluigi@depascalis.net - www.depascalis.net

Queste raccomandazioni riaffermano e aggiornano le linee guida sull'AF del 2011 per l'LMS, focalizzandosi sull'uso del termine "esercizio" (attività fisica pianificata, strutturata e ripetitiva).

Per i benefici sulla salute cardiometabolica, che comprende misure per ottimizzare la composizione corporea (massa grassa e massa magra) e prevenire i fattori di rischio cardiovascolare sono suggeriti almeno 30 minuti di esercizio aerobico a intensità da moderata a vigorosa 3 volte a settimana.

La dose inferiore tiene anche conto del fatto che gli individui con LMS sono fisicamente decondizionati e possono ottenere miglioramenti significativi con dosaggi relativamente ridotti di esercizio.

La quantificazione del dispendio energetico in utenti di carrozzina è un ulteriore campo in evoluzione. Il 2024 *Wheelchair Compendium of Physical Activities* è stato aggiornato per fornire valori di spesa energetica accurati (espressi in METWC) per una vasta gamma di attività.

ossia l'energia, misurata in calorie, che il corpo impiega per le funzioni vitali di base in condizioni di riposo, come la respirazione, la temperatura corporea, ecc.) in alcune popolazioni di utenti in carrozzina può essere inferiore al convenzionale 1 MET (3,5 mL/kg/min) utilizzato per gli adulti non disabili.

La generalizzazione dei valori METWC è complessa a causa dell'ampia eterogeneità degli utenti in carrozzina (condizioni che includono LMS, paralisi cerebrale, amputazioni, sclerosi multiple, ecc.). Questa eterogeneità influisce sulla massa muscolare neurologicamente integra e metabolicamente attiva disponibile per il reclutamento, alterando il dispendio energetico e l'RMR.

In particolare gli individui con LMS ad alto livello (lesioni a T6 o superiori) possono manifestare una ridotta capacità aerobica dovuta all'attenuazione cardiovascolare (*cardiovascular blunting*), causata dalla compromissione del controllo simpatico sovra-spinale al cuore e ai vasi sanguigni. Tali fattori fisiologici rendono essenziale l'uso di evidenze specifiche per l'LMS per lo sviluppo di linee guida mirate.

Di pari passo con l'attività fisica è determinante considerare l'ambito nutrizionale; sebbene le fonti non sempre forniscano linee guida dietetiche specifiche, l'attenzione verso la salute cardiometabolica come esito primario dell'esercizio (che include composizione corporea, lipidi ematici e fattori di rischio cardiovascolare) implica di sottolineare l'importanza della gestione del peso e della nutrizione. Le malattie cardiometaboliche sono del resto tra le principali cause di morte negli adulti con LMS.



È importante notare che, rispetto alle raccomandazioni per la popolazione generale (150 minuti/settimana), entrambe le linee guida per l'LMS consigliano una frequenza e una durata inferiori. Questo approccio riflette la dose minima efficace di esercizio derivata da evidenze specifiche per l'LMS.

Il METWC (*metabolic equivalent of task for wheelchair users*) è l'equivalente metabolico adattato per gli utenti in carrozzina, calcolato dividendo il dispendio energetico dell'attività (in kcal/kg/h) per un dispendio energetico basale di 0,992 kcal/kg/h. Questa metrica riconosce che il tasso metabolico a riposo (RMR,

L'obiettivo di migliorare la composizione corporea e i fattori di rischio cardiovascolare implica che le strategie nutrizionali debbano essere considerate un complemento essenziale all'esercizio fisico per massimizzare i benefici per la salute, tanto quanto la consulenza continua sull'attività fisica (*counseling*) può aiutare a sostenere l'aderenza alle linee guida a lungo termine.

È quindi incontrovertibile che l'esercizio fisico offra benefici significativi per la salute e la qualità della vita, indipendentemente da altri aspetti. Tuttavia gli adulti con disabilità sono 2-3 volte più propensi a soffrire di malattie croniche e circa il 60% non svolge attività fisica aerobica.

Le palestre che hanno l'intento di diventare inclusive non devono quindi limitarsi ad affrontare la gestione delle barriere architettoniche, programmatiche e attitudinali, ma devono dotarsi e offrire la migliore esperienza per tramite di ausili specifici che consentano l'accesso agevole, rapido e sicuro alle attrezzature per l'allenamento.

Le normative già stabiliscono requisiti minimi per l'accessibilità delle strutture pubbliche e commerciali, inclusi i centri fitness. Le linee guida come il RESNA IF-1:2021 (*Inclusive Fitness Environments*) cercano di colmare il divario tra i requisiti di accessibilità degli ambienti e la reale utilizzabilità delle attrezzature e dei programmi.

Tra i principali requisiti che un centro fitness inclusivo dovrebbe adottare è utile ricordare:

- **Percorsi accessibili:** i percorsi e gli ingressi devono essere privi di ostacoli e sufficientemente larghi per consentire il passaggio di utenti con o senza dispositivi di mobilità, facilitando l'accesso (ad esempio, porte automatiche larghe, soglie piatte, ecc.).
- **Posizionamento delle attrezzature:** almeno un esemplare di ogni tipo di macchina per esercizi deve essere conforme ai requisiti di accessibilità, richiedendo uno spazio libero di 30" x 48" (76 cm x 122 cm) posizionato per il trasferimento o l'uso da parte di un individuo seduto in carrozzina.
- **Integrazione degli spazi:** è fondamentale raggruppare le

attrezzature adattate insieme a quelle standard, evitando di isolare l'attrezzatura accessibile, per promuovere l'inclusione e il senso di comunità.

La progettazione universale (*Universal Design*) mira a rendere le attrezzature utilizzabili e funzionali per persone con o senza disabilità. Esempi di attrezzature accessibili includono macchine con sedili rimovibili per l'uso in carrozzina, cavi incrociati con facile accesso per utenti, ecc.

Per agevolare l'uso da parte di utenti con limitazioni, le attrezzature dovrebbero includere:

- meccanismi di regolazione con blocco a pistone per un facile accesso in carrozzina.
- Pannelli di controllo tattili e chiari per l'identificazione dei comandi.
- Supporto per la schiena verticale per aiutare gli utenti in carrozzina a mantenere la stabilità.
- Incrementi di peso ridotti (ad esempio, 2,5 kg) adatti per utenti meno esperti.
- Segnaletica visibile e ad alto contrasto per gli utenti ipovedenti.
- Ausili adattivi minori (bande elastiche, ecc.).





Nonostante la conformità strutturale quindi, le palestre spesso non riescono a essere veramente inclusive e, a tal proposito, è necessaria la presenza di personale formato per l'attività fisica adattata capace di interagire con popolazioni diverse. La formazione aumenta anche l'autoefficacia del personale che deve saper accogliere e offrire supporto a tutti gli utenti. Resta inteso che i programmi debbano essere personalizzati in base alle esigenze individuali, offrendo diversi livelli di intensità e adattamenti. La cultura della palestra deve passare dal focalizzarsi esclusivamente su apparenza ed esasperazione della performance, all'enfatizzare la salute, la funzione e la connessione sociale, questo si ottiene anche mostrando rappresentazioni di corpi diversi e livelli di fitness differenti nei materiali promozionali.

La creazione di palestre inclusive quindi richiede un impegno olistico che va oltre la mera conformità architettonica, abbracciando il Disegno Universale delle attrezzature e la formazione di personale competente e accogliente.

NUTRIZIONE E MOVIMENTO: INSIEME ANCHE NELLA DISABILITÀ

La bassa fitness cardiorespiratoria (CRF), definita come il massimo consumo di ossigeno (VO_2max) o la massima potenza erogata (PPO), è una conseguenza ampiamente documentata della lesione del midollo spinale (LMS) e un fattore di rischio maggiore associato alle malattie croniche. Gli individui con LMS sono a maggiore rischio di sviluppare ictus, malattie cardiovascolari (CVD) e diabete di tipo 2 rispetto ai loro omologhi non lesionati; tuttavia, la CRF è una variabile mo-

dificabile attraverso l'esercizio, come ampiamente dimostrato dalla letteratura.

I risultati hanno dimostrato aumenti significativi nella VO_2max assoluta, nella VO_2max relativa e nella PPO in seguito a interventi di esercizio strutturato. Questi risultati sono robusti e supportano l'idea che l'esercizio sia un intervento chiave per migliorare la CRF e, di conseguenza, la salute generale in questa popolazione. È stato osservato che gli individui attivi con LMS, come gli atleti, mostrano valori significativamente più elevati di VO_2max e PPO rispetto ai partecipanti inattivi e gli atleti d'élite, come facilmente intuibile, presentano una VO_2max relativa ancora più elevata rispetto agli individui semplicemente attivi.

Le linee guida specifiche per l'LMS raccomandano, come anticipato e precedentemente chiarito, esercizio aerobico a intensità moderata-vigorosa per almeno 20 minuti, 2 volte a settimana per ottenere benefici specifici, tuttavia alcuni ricercatori hanno suggerito che gli adulti con disabilità fisica, inclusi quelli con LMS, dovrebbero mirare a raggiungere almeno 150 minuti di esercizio aerobico a settimana, in linea con le raccomandazioni per la popolazione generale.

L'esercizio aerobico e di resistenza per la parte superiore del corpo è stato identificato come la modalità di esercizio più efficace per indurre cambiamenti nella CRF. Inoltre si suggerisce che la prescrizione di esercizio aerobico a intensità moderata-vigorosa per 3 o più sessioni a settimana porterà probabilmente ai maggiori miglioramenti.

Gli adulti con LMS, in particolare quelli con lesioni ad alto livello (tetraplegia o lesioni cervicali), presentano alterazioni signifi-

cative della termoregolazione a causa dell'interruzione parziale o completa dei meccanismi specifici. Nei soggetti con LMS il calore generato dall'attività fisica deve essere dissipato nell'ambiente per mantenere stabile la temperatura corporea.

Le lesioni neurologiche causano danni che:

1. Impediscono la regolazione autonoma simpatica cardiovascolare, essenziale per il flusso sanguigno diretto alla pelle (vasodilatazione) per il raffreddamento.

2. Alterano la risposta sudoripara simpatica.

3. Portano a una ridotta capacità aerobica, spesso associata a una minore attività fisica regolare.

Gli individui con lesioni ad alto livello, in particolare quelli con tetraplegia (TP), tendono a raggiungere una temperatura corporea (core e cutanea) più elevata e un tasso di sudorazione inferiore. Di conseguenza l'ipertermia indotta dall'esercizio può verificarsi anche in condizioni ambientali moderate e può essere più accentuata in ambienti caldi, influenzando negativamente la *performance* e il benessere soggettivo.

Per minimizzare lo stress termico, le palestre e gli allenatori dovrebbero adottare misure specifiche che prevedano, in circostanze particolari, anche l'utilizzo di spruzzi d'acqua, oltre naturalmente al costante monitoraggio ambientale. È consigliato evitare, ad esempio, l'allenamento in condizioni ambientali superiori a 21°C e 50% di umidità relativa, poiché ciò aumenta il rischio di stress termico.

L'abbigliamento dovrà essere leggero e largo per favorire l'evaporazione del sudore, mantenendo al contempo un adeguato equilibrio idrico ed elettrolitico.

La stretta interconnessione tra nutrizione e movimento (esercizio) è fondamentale per la salute generale e assume una rilevanza ancora maggiore negli adulti con disabilità, specialmente con lesione del midollo spinale (LMS), in quanto combatte attivamente la sindrome cardiometabolica (CMS) e il rischio di malattie croniche.

Gli individui con LMS, oltre a presentare tipicamente una scarsa fitness cardiorespiratoria (CRF), non di rado hanno anche disfunzioni metaboliche che includono obesità, insulino-resistenza (IR), profili lipidici peggiori (in particolare bassi livelli di colesterolo HDL) e alterazioni della regolazione del glucosio. Queste condizioni sono spesso esacerbate da un basso dispendio energetico a riposo (RMR) e una ridotta spesa energetica totale (TEE) dovuta alla massa muscolare ridotta e all'immobilità post-lesione, che possono portare a obesità neurogena e a una riduzione del fabbisogno calorico rispetto alla popolazione non lesa.

L'esercizio fisico strutturato è l'intervento primario per modificare la CRF, ma la sua efficacia nel migliorare la salute cardiometabolica dipende anche dal supporto nutrizionale. La LMS comporta atrofia muscolare sublesionale (miopenia) e un fenotipo di obesità caratterizzato da un aumento del grasso viscerale, che è un forte predittore del rischio cardiometabolico. La combinazione di allenamento di forza (per contrastare l'atrofia) e di esercizio aerobico (per migliorare la CRF)

richiede un apporto proteico adeguato per la riparazione e la sintesi muscolare.

Bassi livelli di colesterolo HDL sono frequentemente riportati, soprattutto nei soggetti non allenati, la produzione di HDL è supportata dall'attività fisica (anche come impatto epigenetico) e dalla spesa energetica. Una nutrizione equilibrata, in particolare un'adeguata assunzione di carboidrati come carburante primario per l'esercizio e una gestione dei grassi (con enfasi sui grassi polinsaturi e monoinsaturi con proprietà antinfiammatorie), è fondamentale per supportare l'attività fisica ad alta intensità e i conseguenti adattamenti cardiovascolari.

L'esercizio regolare, anche se a dosi inferiori rispetto alla popolazione generale, conferisce benefici cardiometabolici significativi agli individui con LMS determinando profili di rischio inferiori rispetto ai loro coetanei non athleticamente attivi. Il piano nutrizionale deve essere personalizzato per compensare anche le difficoltà pratiche nel preparare e consumare il cibo (che possono ostacolare l'assunzione di nutrienti) e le variazioni nell'assorbimento dovute a problemi gastrointestinali frequenti, come la stitichezza, che richiede un'adeguata assunzione di fibre e una corretta idratazione.

Se l'esercizio è il catalizzatore del cambiamento fisiologico (aumento della CRF, miglioramento della funzione cardiovascolare), la nutrizione fornisce il carburante, i mattoni per la riparazione e gli elementi di controllo metabolico necessari per garantire che questi adattamenti avvengano, sostenendo l'atleta nelle difficoltà specifiche imposte dalla disabilità.



L'identificazione del dosaggio ottimale di esercizio per gli individui con LMS è un tema di ricerca centrale. Mentre le linee guida hanno stabilito una soglia minima (precedentemente indicata) per i benefici di fitness, la questione del rapporto dose-risposta rimane aperta.

Studi trasversali suggeriscono che gli individui con LMS che svolgono abitualmente maggiori volumi di attività fisica mostrano una CRF più elevata. Sebbene non esista un chiaro rapporto dose, l'evidenza supporta l'idea che un maggior volume di attività fisica è associato a una CRF superiore.

Gli interventi di esercizio provocano aumenti significativi nella $VO_2\max$, tuttavia l'invecchiamento sembra ridurre le risposte adattive della CRF all'allenamento negli individui con LMS. Le modalità di esercizio che coinvolgono in modalità aerobica la parte superiore del corpo, e l'allenamento di resistenza, sono state le più efficaci. L'intensità moderata-vigorosa è generalmente raccomandata e l'allenamento intervallato ad alta intensità (HIIT) è stato suggerito come una modalità efficiente in termini di tempo, adatta anche per gli individui con LMS non allenati o decondizionati, che potrebbero ottenere miglioramenti significativi con dosaggi di esercizio ridotti.

La prescrizione dell'intensità richiede ovviamente cautela, specialmente per gli individui con LMS ad alto livello, a causa dell'attenuazione cardiovascolare e della disfunzione autonoma. La classificazione "moderata-vigorosa" delle linee guida specifiche per l'LMS potrebbe non essere sempre adeguata, poiché

i metodi basati su percentuali fisse della frequenza cardiaca di picco non garantiscono un'intensità omogenea tra i diversi domini fisiologici negli individui con LMS. È cruciale che i trainer considerino l'eterogeneità di questa popolazione, adattando l'intensità in base alle capacità individuali e alle caratteristiche specifiche della lesione.

FABBISOGNI ENERGETICI NELLE PERSONE CON RIDOTTA MOBILITÀ

La gestione del bilancio energetico costituisce la base della salute nutrizionale, ma presenta sfide uniche e critiche negli adulti con mobilità ridotta, in particolare negli individui con lesione del midollo spinale (LMS). È universalmente riconosciuto che il fabbisogno energetico totale giornaliero (TDEE) è significativamente ridotto in questa popolazione, principalmente come conseguenza delle profonde alterazioni della composizione corporea. A seguito di LMS, si verifica infatti una perdita estesa di massa magra al di sotto del livello di lesione, dando luogo a una condizione nota e già citata di obesità neurogena.

Poiché il BMR (Basal Metabolic Rate/Tasso Metabolico Basale) – l'energia minima necessaria per sostenere le funzioni vitali – è la componente più significativa del TDEE (contribuendo per il 75–80% negli individui con LMS, rispetto al 60–70% nella popolazione generale), la sua attenuazione riduce drasticamente il fabbisogno calorico giornaliero. L'attività fisica (TEA) e l'effetto termogenico degli alimenti (TEF) contribuiscono in misura minore al TDEE dopo LMS, rappresentando rispettivamente circa il 5% e il 6%.

Una delle maggiori difficoltà nella determinazione accurata del fabbisogno energetico risiede nell'uso improprio dei termini BMR (quantità minima di calorie necessarie per mantenere le funzioni corporee di base a riposo totale, in assenza di stress o attività) e RMR (Tasso Metabolico a Riposo, include una parte del dispendio energetico per i movimenti quotidiani e l'effetto termico del cibo). Sebbene la calorimetria indiretta sia considerata il metodo gold standard per la misurazione di entrambi, i protocolli di misurazione differiscono: la BMR richiede un protocollo più rigoroso, effettuato al risveglio dopo un digiuno notturno di 10–12 ore in un ambiente termicamente neutro. Gli studi hanno dimostrato che l'RMR è mediamente superiore del 9% rispetto alla BMR negli individui con LMS. Questa differenza assoluta (circa 130 kcal/giorno) è metabolicamente significativa, affidarsi all'RMR non corretto nella stesura dei piani nutrizionali può portare a una sovrastima dell'apporto energetico il che, in un contesto di ridotto dispendio, può esacerbare il rischio di obesità e le complicanze cardiometaboliche associate. I dati indicano che una sovrastima costante potrebbe portare a un aumento di peso corporeo di circa 6,1 kg in un anno. L'entità della riduzione del tasso metabolico varia notevolmente a seconda delle caratteristiche della lesione.

Gli individui con tetraplegia (lesioni cervicali) mostrano una BMR significativamente inferiore rispetto a quelli con paraplegia (lesioni toraciche o lombari), una differenza attribuita alla maggiore perdita di massa magra metabolicamente attiva nei soggetti tetraplegici.

Quando la BMR viene aggiustata per la FFM (massa magra), le differenze tra individui paraplegici e tetraplegici in alcuni studi si annullano, sottolineando come la FFM sia il principale predittore del tasso metabolico.

Per la stima del TDEE le formule predittive tradizionali, derivate da popolazioni senza disabilità (come Harris-Benedict), sovrastimano drasticamente il fabbisogno energetico degli individui con LMS, poiché non tengono conto della massiccia perdita di FFM. Per affrontare questa problematica sono state sviluppate equazioni predittive specifiche per LMS che incorporano la FFM (misurata spesso tramite DXA). Le equazioni di Chun et al. (2017) e Nightingale e Gorgey (2018) hanno mostrato la migliore concordanza con l'REE (*Resting Energy Expenditure*, dispendio energetico a riposo) misurato, rendendole un'alternativa accettabile alla calorimetria indiretta, specialmente in contesti di riabilitazione dove la misurazione diretta è complessa o non disponibile.

Inoltre, per convertire la BMR/RMR misurata o stimata in TDEE,

Farkas et al. (2019) hanno proposto un fattore di correzione specifico per LMS pari a 1,15 ($TDEE = BMR \times 1.15$), in sostituzione del tradizionale fattore di attività 1,2 utilizzato nella popolazione generale, fornendo così uno strumento cruciale per definire obiettivi calorici più appropriati e combattere l'eccesso di peso.

Data la vulnerabilità metabolica post-LMS e il ridotto fabbisogno energetico, la nutrizione clinica e l'educazione dietetica sono interventi essenziali, specialmente in un ambiente di fitness. Nonostante la BMR ridotta, molti individui con LMS tendono a consumare quantità energetiche (o macronutrienti specifici) entro o superiori alle raccomandazioni stabilite per la popolazione generale, portando a un bilancio energetico positivo. La Paralyzed Veterans of America (PVA) ha sviluppato linee guida cliniche (2018) che raccomandano l'uso della calorimetria indiretta per determinare il fabbisogno energetico e implementare un piano nutrizionale incentrato sulla salute cardiaca.

L'eccessivo consumo di grassi, in particolare grassi saturi, e di carboidrati semplici è una preoccupazione significativa, contribuendo all'aumento del grasso viscerale, un mediatore primario del rischio cardiometabolico. Il consumo di grassi saturi spesso supera il limite raccomandato (<10–11% dell'energia totale), nonostante l'apporto calorico totale possa essere inferiore alla popolazione non disabile.

In un contesto di fitness inclusivo, l'obiettivo primario del professionista (dietista e trainer) dovrebbe essere quello di:

- **Definire l'obiettivo calorico:** utilizzare le misurazioni BMR/RMR (o le equazioni FFM-specifiche) e il fattore di correzione 1.15 per stabilire un TDEE accurato, garantendo che l'apporto energetico sia in linea con il ridotto dispendio.

- **Migliorare la qualità nutrizionale:** promuovere un modello alimentare che limiti i grassi saturi (PVA raccomanda 5–6% dell'energia totale) e il sodio (≤ 2400 mg/giorno per tutti gli individui con LMS). L'assunzione di fibre



è un elemento critico, data la prevalenza di problemi intestinali neurogeni; sebbene l'assunzione media sia spesso bassa (12–22 g/giorno), un'assunzione molto elevata (>20 g/giorno) deve essere attentamente gestita in relazione all'apporto di liquidi e ai programmi di gestione intestinale.

● **Integrazione tra esercizio e nutrizione:** l'esercizio, soprattutto l'allenamento contro resistenza e aerobico, è fondamentale per migliorare la CRF e la composizione corporea (aumentando la FFM e contrastando l'atrofia muscolare). La nutrizione supporta questi adattamenti fornendo un adeguato apporto proteico per la sintesi muscolare, pur rimanendo entro un regime ipocalorico se è richiesto il controllo dell'obesità neurogena.

L'ambiente della palestra deve considerare l'estrema eterogeneità dei partecipanti in carrozzina (dovuta a etiologie diverse come LMS, paralisi cerebrale, amputazioni) e le conseguenti variazioni nel dispendio energetico durante l'attività (METWC).

Le ricerche attuali (Nevin et al., 2024) suggeriscono che, sebbene REE, peso e composizione corporea tendano a rimanere stabili durante la riabilitazione, la REE può subire fluttuazioni clinicamente significative (>10%) a livello individuale, spesso legate a fattori clinici dinamici (infezioni, cambiamenti farmacologici, spasticità). Questo evidenzia che una singola misurazione metabolica (sia BMR che REE) potrebbe non rappresentare accuratamente il dispendio energetico tipico di un individuo.

Il 2024 Wheelchair Compendium of Physical Activities fornisce for-

nisce ai professionisti del fitness e ai ricercatori un elenco di 124 attività specifiche in carrozzina e i loro METWC.

Questo compendio, che ha aumentato il numero di attività specifiche di oltre il doppio rispetto all'edizione del 2011, è essenziale per superare la mancanza di consenso nella definizione e misurazione dell'attività fisica in questa popolazione. I dati indicano che l'allenamento contro resistenza (ad esempio la pesistica) in carrozzina può variare da 2.2 METWC per i tetraplegici a 3.4 METWC per i paraplegici, evidenziando come la spesa energetica sia fortemente influenzata dal livello neurologico della lesione e dalla conseguente massa muscolare metabolicamente attiva reclutabile.

La ricerca futura deve concentrarsi sulla raccolta di dati individualizzati per stabilire stime più precise del dispendio energetico in base al livello di lesione (es. paraplegia vs tetraplegia, al di sopra o al di sotto di T6) e ad altre condizioni di disabilità.

Solo attraverso un approccio rigoroso alla misurazione del dispendio energetico e all'adattamento nutrizionale, anche palestre e trainer potranno mitigare in modo ulteriormente efficace il rischio di neuro-obesità e massimizzare i benefici per la salute cardiometabolica degli utenti di carrozzina.

MACRONUTRIENTI E MICRONUTRIENTI PER CHI SI ALLENA SEDUTO

Per gli individui che si allenano in carrozzina o con mobilità ridotta, l'attenzione nutrizionale deve focalizzarsi non solo sulla restrizione calorica generale (ove necessaria) per mitigare il rischio

di obesità neurogena, ma anche sulla qualità dei macronutrienti e sull'adeguatezza dei micronutrienti, essenziali per la riparazione dei tessuti, la funzione metabolica e il supporto osseo.

L'assunzione di proteine negli adulti con LMS è spesso riportata come adeguata o addirittura superiore ai fabbisogni raccomandati per la popolazione non disabile, contribuendo a circa il 15-19% dell'energia giornaliera totale. Nonostante l'elevata quantità, le evidenze suggeriscono che l'assunzione di aminoacidi essenziali specifici come lisina, leucina, treonina, metionina possa essere insufficiente. Questi aminoacidi sono determinanti per la sintesi proteica e la riparazione dei tessuti, processi fondamentali in una popolazione soggetta a rapida atrofia della massa magra (LM) al di sotto del livello di lesione e ad alto rischio di lesioni da pressione. In presenza di lesioni da pressione (piaghe), che esauriscono rapidamente le limitate riserve proteiche, la necessità di un apporto adeguato (e di un monitoraggio accurato dei biomarcatori nutrizionali) diventa ancora più importante.

Per quanto riguarda i **carboidrati**, la principale preoccupazione non è relativa alla quantità totale, ma alla qualità dei carboidrati consumati. L'apporto medio in soggetti con LMS (circa il 50% dell'energia ingerita) deriva sproporzionatamente da carboidrati semplici e zuccheri aggiunti. Questo consumo eccessivo di alimenti raffinati provoca una rapida iperglicemia e rilascio di insulina, rendendo difficile il controllo glicemico in soggetti già a rischio di intolleranza al glucosio e diabete di tipo 2. Si raccomanda che l'assunzione di carboidrati provenga primariamente da fonti complesse (come

i cereali integrali), che offrono effetti cardioprotettivi e un migliore controllo della glicemia.

L'assunzione di grassi è generalmente alta (34-40% dell'energia totale giornaliera), e il problema principale è l'elevata proporzione di grassi saturi (SFA). L'apporto di SFA in questa popolazione spesso supera il limite raccomandato di meno del 10-11% dell'energia totale. Le linee guida del Paralyzed Veterans of America (PVA) sono ancora più rigorose, limitando i grassi saturi al 5-6% dell'apporto energetico totale per la gestione del rischio cardiometabolico. È cruciale sostituire gli SFA con acidi grassi insaturi (MUFA e PUFA, inclusi omega3 e omega6 PUFA), noti per i loro effetti cardioprotettivi.

Gli individui con LMS spesso mostrano un'assunzione inadeguata di diversi micronutrienti essenziali.

Tra i più critici si annoverano:

Vitamina D e Calcio (Ca): l'assunzione è spesso inferiore ai livelli raccomandati. Questa carenza è particolarmente grave in questa popolazione, data la rapida e profonda perdita di massa ossea (osteopenia e osteoporosi) che si verifica dopo la lesione. La supplementazione di Vitamina D e Calcio è fondamentale per la salute ossea.

Sodio (Na): l'eccessivo consumo di sodio, con una media che varia tra 2400 e 4300 mg/d, è un problema diffuso. Poiché l'ipertensione e le malattie cardiovascolari sono altamente prevalenti dopo l'LMS, si raccomanda che l'apporto di sodio sia mantenuto al di sotto dei ≤ 2400 mg/d per tutti gli individui con LMS, indipendentemente dallo stato di ipertensione.

Fibre: L'assunzione media di fibre è bassa (12-22 g/d), ben al di sotto delle raccomandazioni per la popolazione generale. La fibra è fondamentale per la gestione intestinale neurogena, un problema comune nell'LMS. Tuttavia un'assunzione di fibre troppo elevata (ad esempio, > 20 g/d) in assenza di un adeguato apporto idrico può esacerbare la stipsi e interferire con i programmi di gestione intestinale/vescicale. Pertanto l'integrazione di fibre deve essere attentamente bilanciata con l'assunzione di liquidi e le specifiche esigenze cliniche dell'individuo.

Altri micronutrienti: Altre vitamine spesso sotto-consumate includono Vitamina A, B5, B7, C ed E, e minerali come Magnesio (Mg) e Potassio (K).

La misurazione precisa del dispendio energetico in questo gruppo, va ribadito, è imperativa per stabilire piani nutrizionali e di allenamento efficaci. Palestre veramente inclusive dovrebbero propendere per offrire una rigorosa analisi nutrizionale e metabolica specifica per la disabilità, in particolare per coloro che utilizzano la carrozzina.

Le linee guida specifiche possono essere riassunte in diete che:

- Limitino rigorosamente i grassi saturi (massimo 5-6% dell'energia totale).
- Promuovano carboidrati complessi.
- Monitorino l'assunzione di sodio (obiettivo ≤ 2400 mg/d).
- Bilancino l'apporto di fibre e liquidi in base alla gestione intestinale e vescicale.
- Garantiscano un'adeguata assunzione di micronutrienti cruciali, come Calcio e Vitamina D, anche tramite supplementazione se clinicamente indicata.

INTEGRARE UNA DIETA BILANCIATA PER RISULTATI REALI NEI SOGGETTI CHE SI ALLENANO SU CARROZZINA

L'integrazione tra esercizio fisico e nutrizione bilanciata è fondamentale per massimizzare i benefici per la salute e la *performance* negli individui che si allenano in carrozzina, poiché le esigenze nutrizionali di questa popolazione sono influenzate da alterazioni fisiologiche e metaboliche uniche, come la ridotta massa muscolare, la spasticità e la termoregolazione compromessa, le raccomandazioni non possono essere direttamente mutuate da quelle per gli atleti normodotati. Per ottenere risultati reali (miglioramento della performance, della salute cardiometabolica e riduzione del rischio di carenze), è necessaria una strategia dietetica personalizzata e basata sull'evidenza.

Personalizzazione e monitoraggio dell'Energia Disponibile (EA):

Il primo passo per un'integrazione dietetica efficace è il monitoraggio dell'Energia Disponibile (EA/Energy Availability), definita come l'energia residua per le funzioni corporee dopo aver sottratto il dispendio energetico dell'esercizio (EEE) dall'apporto energetico totale (EI/ Energy Intake).

● **Rischio di bassa EA (LEA/Low Energy Availability):** la LEA (definita come ≤ 30 kcal/kg FFM/giorno) è risultata prevalente in studi condotti su atleti in carrozzina, in particolare nelle atlete di sesso femminile. Molti atleti non sono in grado di adeguare l'apporto energetico al carico di allenamento, portando a una LEA più accentuata nei giorni di maggiore sforzo.

● **Azione:** è cruciale che i nutrizionisti e gli allenatori collaborino



per garantire un EI appropriato e, in caso di agonisti, questo deve avvenire soprattutto durante le fasi di pre-competizione e competizione. Le atlete, in particolare, devono essere sensibilizzate sul fatto che le loro assunzioni di carboidrati e calorie sono spesso al limite inferiore o insufficienti per sostenere l'allenamento e la salute ormonale, in parte a causa della "paura dei carboidrati" (*carbohydrate fear*). La EA deve essere ottimizzata per mantenere la salute e la performance.

Sebbene l'assunzione totale di macronutrienti rientri spesso negli intervalli di distribuzione accettabili per la salute (Carboidrati: 45-65%; Proteine: 10-35%; Grassi: 20-35%), è la periodizzazione e la qualità che determinano i risultati sulla performance. L'assunzione di CHO deve essere adattata al carico di allenamento. L'assunzione di 1-4 g/kg BM di CHO 1-4 ore prima dell'allenamento di resistenza è stata raggiunta solo nel 53% circa delle sessioni degli atleti in carrozzina esaminati. Un'adeguata integrazione di CHO prima e durante l'esercizio di resistenza (ad esempio, una soluzione di CHO all'11%) ha dimostrato un effetto positivo sulla performance e sull'esaurimento del glicogeno nella parte superiore del corpo, la cui capacità di stoccaggio è ridotta in questa popolazione.

È essenziale aumentare il consumo di cereali integrali e legumi la cui assunzione è risultata generalmente bassa (ad esempio i cereali integrali rappresentavano solo il 18% dei cereali consumati).

L'apporto proteico giornaliero è fondamentale per l'adattamento all'allenamento e il recupero.

Gli atleti in carrozzina di sesso maschile tendono a soddisfare il fabbisogno (>1,2 g/kg BM) (con una media di 1,5 g/kg BM nei maschi contro 1,1 g/kg BM nelle femmine), mentre le atlete di sesso femminile si posizionano al limite inferiore. L'assunzione di 20-30 g di proteine entro un'ora dopo l'allenamento intensivo o di forza è un obiettivo chiave. L'assunzione di grassi si allinea spesso con le raccomandazioni generali, ma la qualità è spesso compromessa dall'elevato consumo di grassi saturi (SFA). È consigliato inoltre un rapporto Omega-6/Omega-3 di 4:1 o inferiore per ridurre l'infiammazione, lo stress ossidativo e il rischio cardiovascolare.

L'integrazione deve includere un maggiore consumo di pesce grasso come salmone e sgombrò, la cui assunzione era bassa (circa una volta a settimana), o altre fonti ricche di Omega-3 (noci, semi di lino).

Molti atleti in carrozzina, pur consumando in media quantità adeguate della maggior parte dei micronutrienti (spesso grazie alla supplementazione), mostrano carenze significative che possono influire sulla salute e sulla performance:

- **Vitamina D:** la carenza è altamente prevalente (fino all'83% in alcuni gruppi all'inizio della stagione) a causa della ridotta esposizione al sole e delle limitazioni nelle attività. La supplementazione di Vitamina D (spesso l'integratore più comune, utilizzato dal 52% degli atleti) è essenziale, poiché l'assunzione dal solo cibo è insufficiente.

- **Iodio:** è stata osservata una carenza di Iodio in maschi (rischio del 33%) e femmine (rischio del

53%). Lo Iodio è cruciale per la funzione tiroidea e il metabolismo.

- **Fibre:** le carenze di fibre sono comuni (il 75% dei maschi e il 42% delle femmine non raggiunge l'assunzione relativa di 14 g/1000 kcal). L'aumento dell'assunzione di alimenti integrali e legumi, il cui consumo è risultato basso, risulta essenziale per supportare la funzione intestinale neurogena e ridurre il rischio di condizioni metaboliche. Tuttavia, l'aumento deve essere graduale e monitorato per evitare l'esacerbazione della stipsi.

- **Ferro:** la carenza di ferro, con o senza anemia, è un rischio particolare per le atlete di sesso femminile (osservata nel 38% delle donne in alcuni studi). L'anemia da carenza di ferro compromette il trasporto di ossigeno e la performance. Il counseling nutrizionale e lo screening regolare dei parametri ematochimici sono necessari per la prevenzione e il trattamento.

Sebbene la maggior parte degli atleti d'élite faccia uso di integratori, la supplementazione non sostituisce una dieta ben bilanciata. L'uso di supplementi può correggere carenze (come Vitamina D e Iodio), ma è necessario il monitoraggio per evitare l'eccesso. Alcuni individui, principalmente a causa della supplementazione, hanno consumato nutrienti in eccesso rispetto al Livello Superiore di Assunzione Tollerabile per Vitamina B3, Vitamina B6, Calcio, Ferro e Zinco. Simili livelli di integrazione non offrono benefici noti e aumentano il rischio di effetti avversi.

Gli atleti e il personale di supporto devono essere informati per assicurare che la supplementazione avvenga solo quando necessario

e sotto la guida di professionisti della nutrizione.

In conclusione, l'integrazione di una dieta bilanciata in un contesto di allenamento in carrozzina richiede un approccio meticoloso basato sulla valutazione del fabbisogno energetico individuale (TDEE e EA), l'ottimizzazione del timing dei macronutrienti per sostenere gli sforzi specifici della parte superiore del corpo e la correzione mirata delle carenze di micronutrienti (soprattutto Vitamina D, Iodio e Ferro) e fibre. Questo approccio integrato è essenziale per tradurre l'impegno nell'esercizio fisico in reali risultati di salute e performance.

Gli individui con lesioni del midollo spinale affrontano dunque un rischio significativamente maggiore di sviluppare patologie secondarie croniche (Secondary Health Conditions, SHC), tra cui il diabete mellito di tipo 2 e le malattie cardiovascolari aterosclerotiche (CVD), con una prevalenza stimata di circa due o tre volte superiore rispetto alla popolazione normodotata. Per contra-

stare queste complicanze, un approccio integrato che combini l'esercizio fisico e una dieta equilibrata è fondamentale. Sebbene l'esercizio regolare sia ben noto per i suoi benefici cardiovascolari nella popolazione generale, adattare l'allenamento in presenza di limitazioni motorie richiede strategie mirate.

Un allenamento idoneo può determinare adattamenti strutturali localizzati (rimodellamento arterioso espansivo) negli arti superiori attivi, pur sottolineando che è improbabile che queste modifiche possano essere estese a livello sistemico.

Per risultati completi l'esercizio, specialmente se di intensità vigorosa (RPE medio 15.8±0.7, corrispondente all'83±3% della frequenza cardiaca di picco), potrebbe necessitare del supporto nutrizionale, con una dieta bilanciata e personalizzata.

L'integrazione di una dieta bilanciata con l'esercizio fisico ha portato a miglioramenti superiori rispetto alla sola dieta, inclusa

una significativa diminuzione del rapporto colesterolo/HDL, dei trigliceridi e una migliore risposta glicemica, oltre a una riduzione del grasso corporeo regionale e un aumento della massa magra. Inoltre alcuni integratori specifici si sono dimostrati promettenti in studi clinici (Livello 1 e 2) sulla popolazione SCI

● **Creatina e vitamina D:** la supplementazione di creatina e vitamina D, accompagnata da allenamento di resistenza progressivi, ha migliorato l'area muscolare del braccio e la performance fisica (misurata con prove di forza) e ha potenziato la capacità di esercizio aerobico.

● **Acido Alfa-Lipoico (ALA):** la supplementazione di ALA è stata associata a miglioramenti nell'omeostasi del glucosio, nella composizione corporea e nella pressione sanguigna. L'allenamento in carrozzina con una dieta bilanciata e mirata è la chiave per risultati reali e duraturi in termini di fitness e prevenzione delle complicanze nella popolazione SCI.



BIBLIOGRAFIA

1. Alazzam, A. M., Alrubaye, M. W., Goldsmith, J. A., & Gorgey, A. S. (2023). Trends in measuring BMR and RMR after spinal cord injury: A comprehensive review. *British Journal of Nutrition*, 130, 1720–1731.
2. Bernardi, M., Fedullo, A. L., Bernardi, E., Munzi, D., Peluso, I., Myers, J., Lista, F. R., & Sciarra, T. (2020). Diet in neurogenic bowel management: A viewpoint on spinal cord injury. *World Journal of Gastroenterology*, 26(20), 2479–2497. <https://doi.org/10.3748/wjg.v26.i20.2479>
3. Conger, S. A., Herrmann, S. D., Willis, E. A., Nightingale, T. E., Sherman, J. R., & Ainsworth, B. E. (2024). 2024 Wheelchair compendium of physical activities: An update of activity codes and energy expenditure values. *Journal of Sport and Health Science*, 13, 18–23. <https://doi.org/10.1016/j.jshs.2023.11.003>
4. Conger, S. A., Herrmann, S. D., Willis, E. A., Nightingale, T. E., Sherman, J. R., & Ainsworth, B. E. (2024). 2024 Wheelchair Compendium of Physical Activities: An update of activity codes and energy expenditure values. *Journal of Sport and Health Science*, 13, 18–23. <https://doi.org/10.1016/j.jshs.2023.11.003>
5. Farkas, G. J., Caldera, L. J., Hodgkiss, D. D., Mitchell, J. R., Pelaez, T. F., Cusnier, M. A., Berg, A. S. (2025). Cardiometabolic risk in chronic spinal cord injury: A systematic review with meta-analysis and temporal and geographical trends. *Journal of Clinical Medicine*, 14, 2872. <https://doi.org/10.3390/jcm14092872>
6. Farkas, G. J., Sneij, A., McMillan, D. W., Tiozzo, E., Nash, M. S., & Gater, D. R., Jr. (2022). Energy expenditure and nutrient intake after spinal cord injury: A comprehensive review and practical recommendations. *British Journal of Nutrition*, 128, 863–887. <https://doi.org/10.1017/S0007114521003822>
7. Flueck, J. L., & Parnell, J. A. (2021). Protein considerations for athletes with a spinal cord injury. *Frontiers in Nutrition*, 8, 652441. <https://doi.org/10.3389/fnut.2021.652441>
8. Ghazzawi, H., Al Aqaili, R., Khataybeh, B., Al-Aittan, F., Hamaidh, S., Alhalaiah, T., Hasan, M. A. (2025). Tailored nutrition strategies for Paralympic athletes: Addressing unique energy, nutrients, and hydration needs to enhance performance and health. *Frontiers in Nutrition*, 12, 1572961. <https://doi.org/10.3389/fnut.2025.1572961>
9. Grossmann, F., Flueck, J. L., Perret, C., Meeusen, R., & Roelands, B. (2021). The thermoregulatory and thermal responses of individuals with a spinal cord injury during exercise, acclimation and by using cooling strategies—A systematic review. *Frontiers in Physiology*, 12, 636997. <https://doi.org/10.3389/fphys.2021.636997>
10. Hertig-Godeschalk, A., Ruettimann, B., Valido, E., Glisic, M., Stoyanov, J., & Flueck, J. L. (2023). Energy availability and nutritional intake during different training phases of wheelchair athletes. *Nutrients*, 15, 2578. <https://doi.org/10.3390/nu15112578>
11. Hodgkiss, D. D., Bhangu, G. S., Lunny, C., Jutzeler, C. R., Chiou, S.-Y., Walter, M., ... Nightingale, T. E. (2023). Exercise and aerobic capacity in individuals with spinal cord injury: A systematic review with meta-analysis and meta-regression. *PLoS Medicine*, 20(11), e1004082. <https://doi.org/10.1371/journal.pmed.1004082>
12. Martin Ginis, K. A., van der Scheer, J. W., Latimer-Cheung, A. E., Barrow, A., Bourne, C., Carruthers, P., ... Goosey-Tolfrey, V. L. (2018). Evidence-based scientific exercise guidelines for adults with spinal cord injury: An update and a new guideline. *Spinal Cord*, 56, 308–321. <https://doi.org/10.1038/s41393-017-0017-3>
13. Mitchell, F. [n.d.]. Accessible by design: A guide for inclusive fitness centres (Version 2). University of Windsor.
14. Nevin, A. N., Atresh, S. S., Vivanti, A., Ward, L. C., & Hickman, I. J. (2024). Resting energy expenditure during spinal cord injury rehabilitation and utility of fat-free mass-based energy prediction equations: A pilot study. *Spinal Cord Series and Cases*, 10, 70. <https://doi.org/10.1038/s41394-024-00682-x>
15. Perret, C., & Flueck, J. L. (2016). Supplementation and performance in spinal cord-injured elite athletes: A systematic review. *Deutsche Zeitschrift für Sportmedizin*, 67, 209–213. <https://doi.org/10.5960/dzsm.2016.244>
16. Ruettimann, B., Perret, C., Parnell, J. A., & Flueck, J. L. (2021). Carbohydrate considerations for athletes with a spinal cord injury. *Nutrients*, 13, 2177. <https://doi.org/10.3390/nu13072177>
17. Shaw, K. A., Chillbeck, P. D., Warkentin, T. D., & Zello, G. A. (2024). Dietary quality and nutrient intakes of elite paracyclists. *Nutrients*, 16, 2712. <https://doi.org/10.3390/nu16162712>
18. U.S. Access Board. (2021, July 14). Moving forward: Access to inclusive fitness equipment [Webinar slides].
19. Vanlandewijck, Y. C., & Thompson, W. R. (Eds.). (2011). *The Paralympic athlete: Handbook of sports medicine and science*. Wiley-Blackwell.
20. Wang, L., Gan, J., Wu, J., Zhou, Y., & Lei, D. (2023). Impact of vitamin D on the prognosis after spinal cord injury: A systematic review. *Frontiers in Nutrition*, 10, 920998. <https://doi.org/10.3389/fnut.2023.920998>

ABSTRACT

This article presents evidence-based exercise guidelines for adults who use wheelchairs, with a primary focus on individuals with spinal cord injury (SCI). We summarize recommendations on exercise mode, dose, and intensity to improve cardiorespiratory fitness, muscular strength, and cardiometabolic health, and incorporate the updated 2024 Wheelchair Compendium of Physical Activities (METWC) to enhance energy-expenditure estimation. We address environmental and programmatic barriers in fitness facilities and outline requirements for truly inclusive settings (universal design, accessible equipment, trained staff). The nutrition section integrates clinical considerations: altered TDEE, BMR/RMR, and body composition after SCI; use of prediction equations and correction factors; management of macronutrients (carbohydrate periodization, protein for recovery, fat quality) and key micronutrients (vitamin D, calcium, iodine, iron, fiber), with attention to thermoregulation, energy availability, and neurogenic obesity risk. Practical, interdisciplinary recommendations are provided to design safe, effective, and inclusive programs that integrate exercise and nutrition for people with disabilities.