

Università degli Studi di Padova

CORSO DI LAUREA IN FISIOTERAPIA

PRESIDENTE: *Ch.ma Prof.ssa Veronica Macchi*

TESI DI LAUREA

TITOLO:

“EFFETTI DELL'ESERCIZIO FISIOTERAPICO SUL PAZIENTE
SARCOPENICO OBESO:
UNA REVISIONE DI LETTERATURA”

“Effects of physiotherapy exercise on the obese
sarcopenic patient: a literature review”

RELATORE: Dott.ssa Mag. Marcella Pevere

LAUREANDO: Arbi Bardhi

Anno accademico 2023-2024

INDICE

- **RIASSUNTO**..... p.1
- **ABSTRACT**..... p.2
- **INTRODUZIONE**
 - DEFINIZIONE*..... p.3
 - EPIDEMIOLOGIA*..... p.4
 - FISIOPATOLOGIA*..... p.5
 - FATTORI DI RISCHIO*..... p.7
 - CRITERI DIAGNOSTICI*..... p.8
 - TRATTAMENTO*..... p.9
- **SCOPO DELLO STUDIO**..... p.16
- **MATERIALI E METODI**..... p.17
- **RISULTATI**..... p.20
- **DISCUSSIONE**..... p.29
- **CONCLUSIONI**..... p.32
- **BIBLIOGRAFIA**..... p.33

RIASSUNTO

Introduzione: L'obesità sarcopenica è una condizione caratterizzata dalla perdita di massa muscolare accompagnata da un eccessivo accumulo di grasso, che comporta un aumento del rischio di disabilità, malattie croniche e mortalità. La perdita di massa e funzione muscolare scheletrica è dovuta a modificazioni metaboliche associate ad uno stile di vita sedentario, ad alterazioni del tessuto adiposo, alla presenza di comorbidità (malattie acute e croniche) e durante il processo di invecchiamento.

Scopo dello studio: Indagare, tramite una ricerca bibliografica, in che modo l'esercizio fisioterapico, nelle sue diverse formulazioni e nei diversi protocolli operativi, migliora la gestione delle problematiche del paziente sarcopenico affetto anche da obesità, una condizione in cui ai problemi legati alla diminuzione della massa, forza e potenza muscolare, si associano anche quelli legati al sovraccarico articolare e ad un maggior rischio cardiovascolare.

Materiali e metodi: Utilizzando le banche dati Medline e PEDro, sono stati esaminati articoli scientifici pubblicati nel periodo dal 2014 al 2024. Sono stati selezionati ed analizzati un totale di 4 revisioni sistematiche concernenti l'effetto dell'esercizio fisioterapico sul miglioramento del tono muscolare nei pazienti sarcopenici obesi.

Risultati: La capacità fisica degli individui tende a diminuire con l'età, e questo declino risulta particolarmente accentuato negli adulti sedentari affetti da obesità sarcopenica. Tra le varie modalità di allenamento fisico, in particolare l'esercizio aerobico ha dimostrato efficacia nella riduzione del peso corporeo, mentre l'esercizio contro resistenza e l'esercizio combinato hanno avuto effetti benefici sulla composizione corporea e sulla forza muscolare. Inoltre, l'esercizio combinato ha mostrato miglioramento della velocità di camminata.

Conclusioni: L'esercizio fisico risulta l'intervento più efficace per migliorare la composizione corporea, la massa e forza muscolare nei pazienti sarcopenici obesi; in particolare, la letteratura suggerisce di utilizzare il training aerobico e quello contro resistenza

ABSTRACT

Introduction: Sarcopenic obesity is a condition characterized by the loss of muscle mass accompanied by excessive fat accumulation, leading to an increased risk of disability, chronic diseases, and mortality. The loss of skeletal muscle mass and function is due to metabolic changes associated with a sedentary lifestyle, alterations in adipose tissue, the presence of comorbidities (acute and chronic diseases), and the aging process.

Aim of the study: To investigate, through a bibliographic review, how physiotherapeutic exercise, in its various forms and protocols, improves the management of issues in sarcopenic patients also affected by obesity, a condition in which the problems related to decreased muscle mass, strength, and power are compounded by those related to joint overload and an increased cardiovascular risk.

Materials and Methods: Using the Medline and PEDro databases, scientific articles published between 2014 and 2024 were examined. A total of 4 systematic reviews concerning the effect of physiotherapeutic exercise on improving muscle tone in sarcopenic obese patients were selected and analyzed.

Results: Physical capacity tends to decline with age, and this decline is particularly pronounced in sedentary adults with sarcopenic obesity. Among the various forms of physical training, aerobic exercise has been shown to be effective in reducing body weight, while resistance exercise and combined exercise have had beneficial effects on body composition and muscle strength. Furthermore, combined exercise has shown improvements in walking speed.

Conclusions: Physical exercise is the most effective intervention for improving body composition, muscle mass, and strength in sarcopenic obese patients; in particular, the literature suggests the use of aerobic and resistance training.

INTRODUZIONE

DEFINIZIONE

L'obesità sarcopenica (OS) è una condizione clinica e funzionale caratterizzata dalla coesistenza di *obesità*, definita come eccesso di massa grassa, e *sarcopenia*, sindrome caratterizzata dalla progressiva e generalizzata perdita di massa e funzione muscolare e performance fisica. La perdita di massa e funzione muscolare scheletrica è frequente nei soggetti affetti da obesità a causa di modificazioni metaboliche associate ad uno stile di vita sedentario, ad alterazioni del tessuto adiposo, alla presenza di comorbidità (malattie acute e croniche) e durante il processo di invecchiamento. La Sarcopenia è associata con un aumentato rischio di cadute, disabilità, ospedalizzazione e mortalità; l'Obesità, spesso presente nell'invecchiamento, è a sua volta un importante fattore di rischio per le malattie cardiovascolari e metaboliche. I danni alla salute causati dall'Obesità Sarcopenica risultano maggiori di quelli causati da Sarcopenia o Obesità singolarmente prese. Poiché sia l'obesità che la sarcopenia sono associate ad un elevato rischio di mortalità, la coesistenza di entrambe le condizioni può esacerbare il rischio di mortalità. Tanti studi hanno valutato l'associazione tra obesità sarcopenica e mortalità.

Il terzo National Health and Nutrition Examination Survey (NHANES III) ha valutato il rischio di mortalità in 4.652 individui di età ≥ 60 anni, con un follow-up di 14 anni. Da questo studio si è rivelato un rischio significativamente più elevato di mortalità nelle donne affette da obesità sarcopenica. [Batsis et al. 2014]

Secondo un altro studio della British Regional Heart Study, si è osservato come gli uomini con obesità sarcopenica con età tra 60 e 79 anni presentavano un rischio di mortalità più elevato rispetto a chi non affetto da obesità e sarcopenia. [Atkins et al. 2014], Anche una metanalisi comprendente di 23 studi ha evidenziato come l'obesità sarcopenica è associata in modo significativo ad un rischio più elevato di mortalità. [Zhang et al. 2019]

Nel corso degli anni ci sono state varie definizioni dell'obesità sarcopenica. Una revisione della letteratura nel 2019 ha evidenziato come nella maggior parte dei casi la definizione si basava sulla coesistenza di obesità e sarcopenia, che erano considerate due categorie distinte.

Altri studi hanno utilizzato le proporzioni (Fat Mass) FM/FFM (Fat Free Mass) e rapporto tessuto adiposo viscerale/muscolatura della coscia per identificare i casi di obesità sarcopenica.

Diversi studi hanno definito la sarcopenia tra gli individui con obesità come diminuzione della forza muscolare (definita anche come dinapenia da alcuni autori) caratterizzato da una riduzione della forza nella presa della mano. [Donini et al. 2019].

La mancanza di una definizione univoca sull'OS ha portato alla creazione di un consensus di esperti della Società Europea per la Nutrizione Clinica e il Metabolismo (ESPEN) e l'Associazione Europea per lo Studio dell'Obesità (EASO) per l'elaborazione della definizione e dei criteri diagnostici per l'obesità sarcopenica. Il gruppo di esperti propone che l'obesità sarcopenica sia definita come la coesistenza di adiposità in eccesso e ridotta massa/funzione muscolare. [Donini et al. 2022] La diagnosi di OS dovrebbe essere presa in considerazione in soggetti a rischio che risultano positivi alla valutazione di screening per la presenza in contemporanea di valori di indice di massa corporea o circonferenza vita elevati e indicatori di massa e funzione muscolare scheletrica ridotta.

EPIDEMIOLOGIA

A causa dell'aumento generalizzato a livello mondiale del numero di persone anziane e della sempre maggiore diffusione dell'obesità nella popolazione, l'incidenza dell'obesità sarcopenica può essere considerata in rapido aumento. In Europa l'Italia ha la popolazione più vecchia, 23,5% di anziani >65anni a fronte del 20,8% di media dell'Unione Europea. [Eurostat, 2022] 'aspettativa di vita è aumentata di oltre 6 anni tra il 2000 e il 2019, da 66,8 anni nel 2000 a 73,4 anni nel 2019. [WHO 2019]

Questo aumento d'età non sempre si traduce in qualità della vita; piuttosto, fragilità, aumentato rischio di malattie croniche e conseguenti disabilità incidono negativamente sulla qualità di vita. La stima epidemiologica dell'obesità sarcopenica rimane, comunque, imprecisa. Wei et al. osservano che, fra i diversi studi che hanno cercato di indagare la questione, si possono citare quello di coorte prospettica denominato South Korea's Sarcopenic Obesity Study, del 2009, che, in una coorte di volontari sani di età compresa tra 20 e 80 anni, ha riscontrato una prevalenza dell'obesità sarcopenica che varia dallo 0,8% al 22,3% nelle donne e dall'1,3% al 15,4% negli uomini; quello olandese di coorte del 2021, denominato Dutch Lifelines, comprendente individui di età tra 18 e 90 anni, ha mostrato una prevalenza globale dell'obesità sarcopenica dell'1,4% nelle donne e dello 0,9% negli uomini, con aumento della prevalenza a 50 anni e una prevalenza che raggiunge il 16,7% nella fascia di età 80-89 anni e infine la ponderosa metanalisi di Gao et al. che nel 2021 ha considerato 50 studi individuando una prevalenza globale dell'11% dell'obesità sarcopenica negli adulti di età pari a 60 anni. [Wei et al. 2023]

FISIOPATOLOGIA

Nell'OS, la fisiopatologia della sarcopenia e quella dell'obesità sono fortemente interconnesse. Le due condizioni agiscono sinergicamente per rafforzarsi a vicenda, portando ad un circolo vizioso dannoso. Come regola empirica, l'evidenza suggerisce che *Fat Free Mass* (FFM) e *Fat Mass* (FM) siano soggette alla cosiddetta *one quarter rule*: per qualsiasi incremento del grasso corporeo, si verifica una variazione parallela di FFM, corrispondente approssimativamente al 25%. [Gallagher et al. 2011].

Sarcopenia e obesità sono entità distinte, ma condividono caratteristiche fisiopatologiche comuni e fattori di rischio come stile di vita, invecchiamento, produzione di citochine infiammatorie e alterazioni endocrine.

La patogenesi dell'OS rimane complessa, multifattoriale e solo parzialmente chiarita. Un ruolo importante nella patogenesi dell'OS ha l'*infiammazione di basso grado*. L'espansione del tessuto adiposo promuove la secrezione di citochine proinfiammatorie che facilitano l'accumulo di cellule infiammatorie come macrofagi, linfociti T infiammatori e mastociti non solo nel tessuto adiposo ma anche tessuto muscolare dove possono causare atrofia muscolare inducendo la degradazione dei filamenti e l'apoptosi. [Barazzoni et al. 2018]

L'infiammazione cronica aumenta inoltre lo *stress ossidativo*, che danneggia le cellule muscolari, promuovendo il catabolismo proteico [Calvani et al. 2016].

L'OS è spesso caratterizzata da tessuto adiposo intramuscolare e accumulo intramiocellulare di lipidi (miosteatosi). Questi lipidi possono indurre una riduzione della traslocazione del GLUT4 attraverso la compromissione della segnalazione dell'insulina, portando così ad una riduzione dell'assorbimento del glucosio da parte del muscolo scheletrico. Di conseguenza, l'ossidazione degli acidi grassi aumenta nei mitocondri, causando un concomitante aumento del rapporto ATP/ADP e una diminuzione della catena di trasporto degli elettroni che compromette la fosforilazione ossidativa, promuovendo così la produzione di radicali liberi (ROS), l'infiammazione e, infine, la sarcopenia. [Shulman et al. 2000]

La *resistenza all'insulina* è comune nei soggetti obesi e compromette il metabolismo muscolare. L'insulina è un regolatore chiave della sintesi proteica, e la sua resistenza riduce l'efficacia di questo processo. Nei muscoli, la resistenza all'insulina limita il trasporto degli aminoacidi e l'attivazione della via mTOR, essenziale per la sintesi proteica muscolare.

Gli *ormoni sessuali*, come il testosterone negli uomini e gli estrogeni nelle donne, giocano un ruolo cruciale nella manutenzione della massa muscolare. Con l'avanzare dell'età e l'aumento dell'obesità,

i livelli di questi ormoni possono diminuire, contribuendo alla perdita di massa e forza muscolare [Veronese et al. 2019].

L'*invecchiamento* e l'*infiammazione cronica* riducono la capacità rigenerativa delle cellule satelliti muscolari, cellule staminali che svolgono un ruolo chiave nella rigenerazione del tessuto muscolare. Questo fenomeno compromette ulteriormente la capacità del muscolo di rispondere a stimoli anabolici.

Come conseguenza dell'obesità sarcopenica, vi è un aumento del rischio di malattie cardiovascolari, cancro, diabete, fratture e fragilità, nonché ricoveri ospedalieri, morbidità e mortalità, disabilità e ridotta qualità della vita.

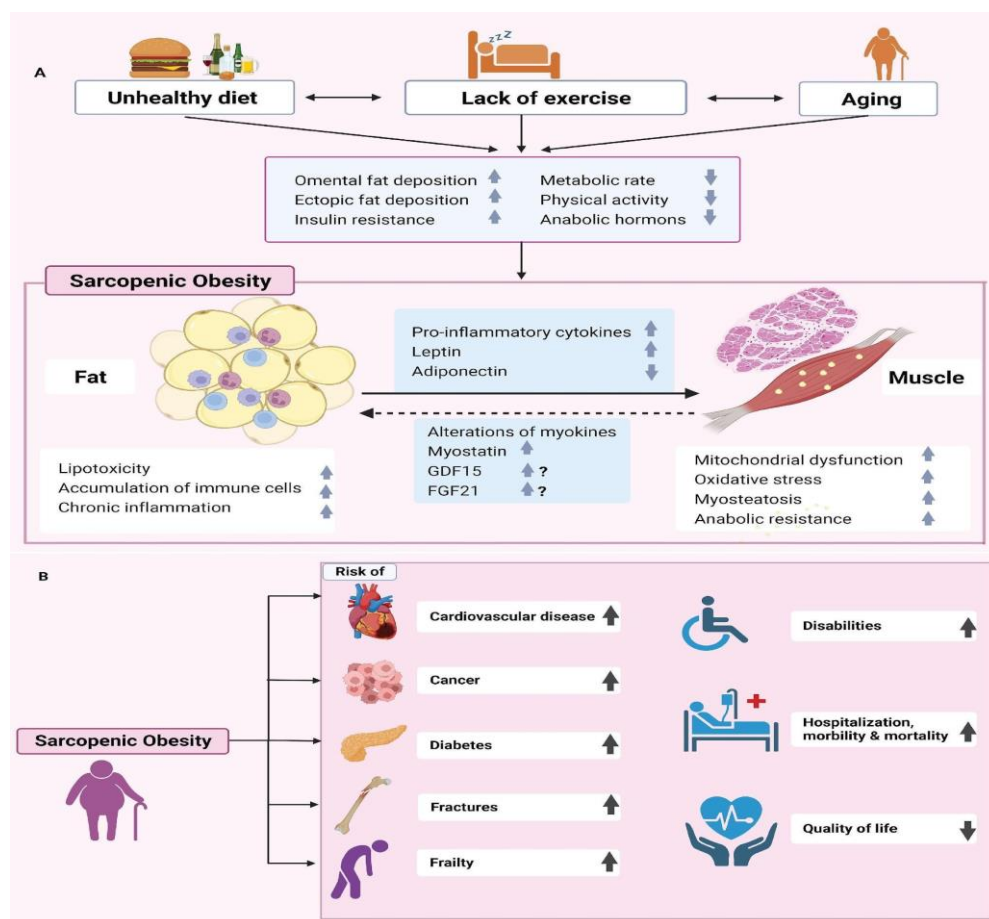


Figura 1. Fisiopatologia e fattori di rischio per lo sviluppo dell'obesità sarcopenica. [Wei et al. 2023]

FATTORI DI RISCHIO

Come fattori di rischio per lo sviluppo dell'obesità sarcopenica possiamo elencare uno stile di vita sedentario, l'invecchiamento, regimi alimentari incongrui, ripetute oscillazioni di peso, chirurgia bariatrica, patologie ormonali e metaboliche, infiammazione cronica, disabilità. [Parrinello et al. 2020]

Il sedentarismo e l'inattività fisica sono tra i principali fattori di rischio per l'OS. È stata dimostrata l'associazione tra obesità o, soprattutto, obesità sarcopenica e scarse prestazioni fisiche [Edmonton Obesity Staging System, EOSS]. La mancanza di esercizio fisico regolare porta a una riduzione della massa muscolare e della forza, mentre un eccessivo tempo trascorso in attività sedentaria favorisce l'accumulo di massa grassa. Inoltre, comportamenti poco salutari come il fumo e l'abuso di alcol possono esacerbare la perdita di massa muscolare e la distribuzione del grasso corporeo.

La dieta ha un impatto significativo sulla composizione corporea e sulla massa muscolare. Un apporto insufficiente di proteine e nutrienti essenziali è associato alla perdita di massa muscolare, mentre un eccesso di calorie, soprattutto sotto forma di grassi e zuccheri, contribuisce all'aumento della massa grassa. Le carenze nutrizionali, come quelle di vitamina D e aminoacidi essenziali, sono particolarmente rilevanti nella sarcopenia.

Altre condizioni che possono predisporre allo sviluppo di obesità sarcopenica sono inadeguati regimi dietetici (soprattutto in caso di rapide e ripetute perdite di peso, seguite da incremento ponderale con inadeguato recupero della massa magra) e la chirurgia bariatrica, in particolare quando non seguita da un'adeguata supervisione nutrizionale.

Le condizioni ambientali e socioeconomiche possono influenzare il rischio di OS. L'accesso limitato a risorse sanitarie e programmi di prevenzione può impedire la diagnosi precoce e la gestione della condizione. Inoltre, le abitudini alimentari e i livelli di attività fisica possono variare notevolmente a seconda del contesto socioeconomico e dell'ambiente di vita.

L'OS è una condizione maggiormente rappresentata nella popolazione geriatrica. Con l'età, si verifica una naturale perdita di massa muscolare, accompagnata da cambiamenti nella distribuzione del grasso corporeo. La diminuzione del metabolismo basale e la riduzione dell'attività fisica contribuiscono ad un incremento della massa grassa e alla perdita di massa muscolare. Strategie di

intervento come l'esercizio fisico regolare e una dieta adeguata sono essenziali per contrastare questi cambiamenti.

L'obesità sarcopenica non colpisce, però, esclusivamente la popolazione geriatrica: può infatti essere presente in pazienti obesi con fattori di rischio quali condizioni acute di malattia, disabilità, patologie croniche come scompenso cardiaco, patologie endocrinologiche e metaboliche (sindrome metabolica, dislipidemie, insulino-resistenza, deficit di GH, ipogonadismo). [Parrinello et al. 2020]

CRITERI DIAGNOSTICI

La mancanza di criteri diagnostici universalmente accettati per l'OS rappresenta una barriera significativa per l'identificazione precisa dei pazienti, la valutazione accurata della prevalenza della condizione, nonché per l'analisi degli esiti clinici associati, dei costi e delle politiche sanitarie pubbliche.

Secondo ESPEN e EASO [Donini et al. 2022] il percorso diagnostico viene suddiviso in tre fasi:

1. Screening:

Due sono i criteri che vengono valutati in questa fase;

-Indice di Massa Corporea (BMI) e circonferenza vita (WC)

-fattori di sospetto clinico di sarcopenia tra cui età, comorbilità, patologie acute, ospedalizzazioni, chirurgia bariatrica o sintomi come cadute ripetute o affaticabilità

2. Diagnosi:

Questa fase è di competenza specialistica e prevede l'impiego di metodiche per la valutazione della composizione corporea. Per la definizione della sarcopenia, viene utilizzato il parametro massa magra appendicolare (ALM)/peso corporeo (W), mentre per l'obesità, il consenso suggerisce l'uso del rapporto tra massa grassa in percentuale (FM%) /peso corporeo (W). La ridotta funzione muscolare (definita attraverso hand grip strength test, forza di estensione massima del ginocchio e chair stand test) rientra inoltre nella diagnosi, in quanto associata a minore qualità del muscolo scheletrico, qualità di vita e sopravvivenza. È raccomandato l'utilizzo di valori soglia di normalità specifici per etnia, età e sesso. Nella pratica clinica sono state individuate, per la valutazione della composizione corporea, la dual-energy X-ray absorptiometry (DXA) come prima metodologia di scelta, la Bioimpedance Analysis (BIA) come seconda. Quando possibile, è consigliata la valutazione della distribuzione del tessuto adiposo e della miosteatosi. In ambito di ricerca si propone l'uso di metodiche più raffinate come magnetic resonance imaging (MRI) o D3-Creatine (D3-Cr) dilution.

3. Stadiazione: Questa fase è destinata a identificare i pazienti a maggior rischio, caratterizzati da comorbidità metaboliche, cardiorespiratorie o disabilità funzionali, che necessitano di interventi terapeutici e follow-up più intensivi. I soggetti con SO dovrebbero essere stratificati in Stadio I in assenza di complicanze cliniche, o Stadio II se presentano complicanze legate ad alterazioni della composizione corporea o a disfunzione del muscolo scheletrico.

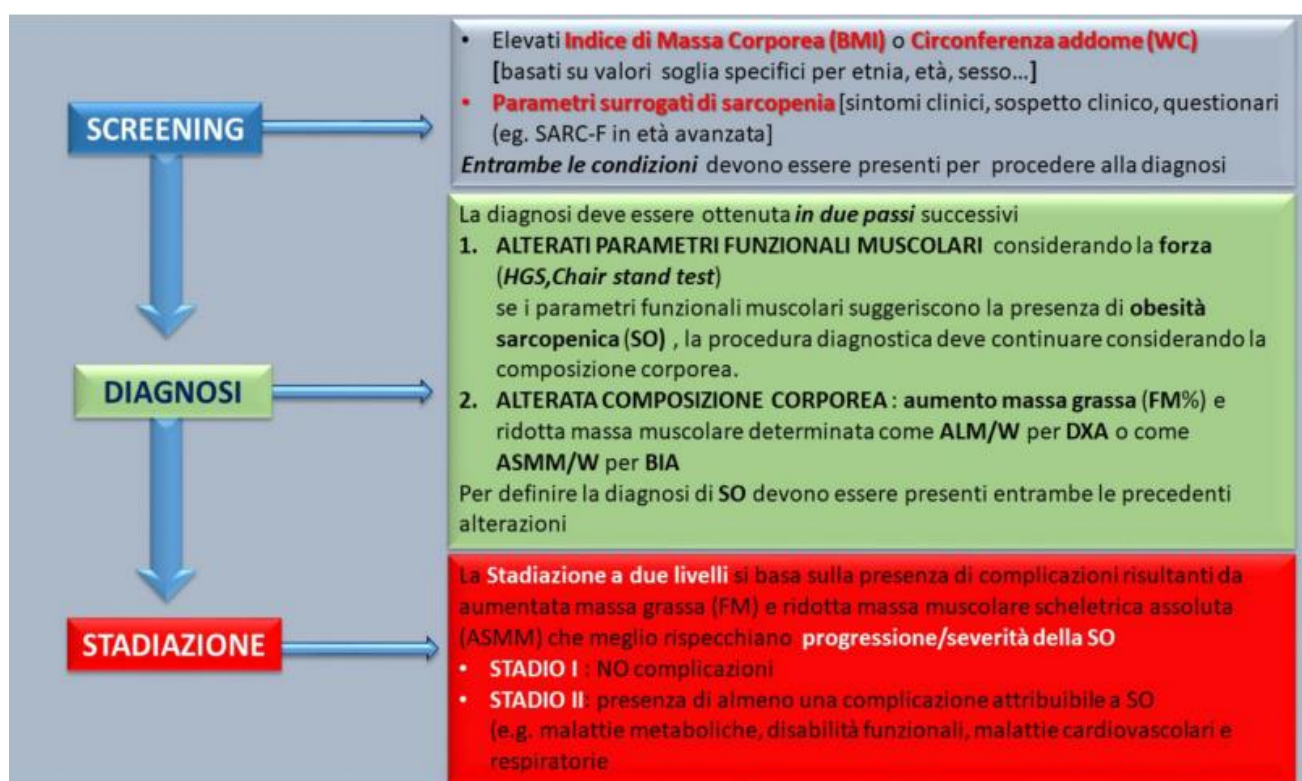


Figura 2. Percorso diagnostico per l'obesità sarcopenica [Donini et al. 2022]

TRATTAMENTO

- Dieta

Per quanto riguarda la nutrizione, un approccio ideale deve ancora essere stabilito. L'incremento dell'apporto proteico, particolarmente da fonti di alta qualità come il siero di latte, può supportare la sintesi proteica muscolare. L'integrazione con nutrienti antinfiammatori, come gli acidi grassi omega-3, può aiutare a ridurre l'infiammazione sistemica [Phillips et al. 2020]. Sebbene la quantità precisa di kcal al giorno non sia ancora stata definita, deve essere inferiore a 750 kcal al giorno [Goisser et al. 2015]. L'apporto proteico di alta qualità (1–1,2 g/kg/giorno), in particolare le fonti di leucina, è generalmente raccomandato e può essere impiegato in concomitanza con una dieta

ipocalorica [Porter et al. 2016]. Tuttavia, è necessaria cautela durante il consumo di diete ad alto contenuto proteico a causa del rischio di compromissione della funzionalità renale.

- Farmacoterapia

Attualmente non esistono terapie farmacologiche approvate per il trattamento dell'OS. In alcuni casi, la farmacoterapia può supportare la gestione della OS. Vengono presi in considerazione vari trattamenti farmacologici e includono inibitori della miostatina, anamorelina, vitamina D, testosterone e modulatori selettivi dei recettori degli androgeni e terapie per la perdita di peso. [Wei et al. 2023]. La terapia con testosterone può essere indicata per gli uomini con deficit di androgeni, mentre la supplementazione di vitamina D può migliorare la forza muscolare e ridurre il rischio di cadute. L'unica raccomandazione indiretta riguardante l'integrazione di calcio e vitamina D proviene dall'American Academy of Geriatrics, che raccomanda 1.000 UI di vitamina D3 al giorno con calcio nella popolazione anziana non ospedalizzata di età ≥ 65 anni per mantenere livelli sierici di vitamina D a 30 ng/ml [D.S.f.O.A. 2014].

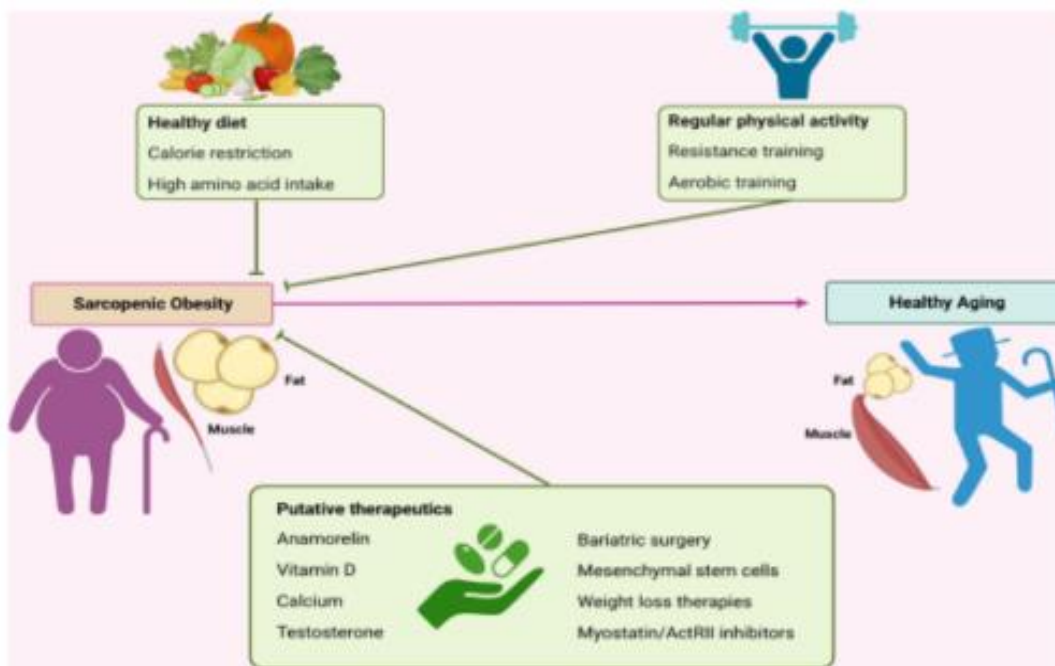


Figura 3. Approcci terapeutici contro l'obesità sarcopenica [Wei et al. 2023]

- Esercizio Fisico

L'esercizio fisico è una strategia efficace per contrastare diversi aspetti fisiopatologici sia della sarcopenia che dell'obesità. L'allenamento di resistenza è particolarmente efficace nel migliorare la massa e la forza muscolare. Un programma di esercizio personalizzato, che includa sia allenamento di resistenza che esercizi aerobici, può ottimizzare i benefici sulla composizione corporea e sulla funzionalità fisica. [Alizadeh et al. 2022]

Esercizio contro resistenza

L'esercizio contro resistenza è una componente fondamentale dell'esercizio fisico che coinvolge l'uso di pesi liberi, macchine per il sollevamento pesi o il peso corporeo per creare una resistenza che i muscoli devono superare. Questo tipo di esercizio ha dimostrato essere sicuro ed efficace per attenuare, e in alcuni casi invertire, la perdita di massa, forza muscolare e performance fisica correlata all'età [Smith et al. 2022]. L'esercizio contro resistenza è particolarmente vantaggioso per i pazienti sarcopenici obesi. Questi pazienti traggono beneficio dall'allenamento contro resistenza, poiché può migliorare la composizione corporea, aumentare la forza muscolare e promuovere la salute metabolica [Villareal et al. 2011].

Caratteristiche principali dell'esercizio fisico (intensità, ripetizioni, frequenza e durata)

Intensità

L'intensità dell'esercizio si riferisce alla quantità relativa di peso sollevato ed è generalmente misurata come percentuale di 1RM (ovvero il carico massimo con cui si può eseguire una singola ripetizione). L'intensità è un fattore critico nel determinare la quantità di adattamento neuromuscolare indotto attraverso l'allenamento.

Ripetizioni

Le ripetizioni si riferiscono al numero di volte in cui un individuo esegue un completo movimento di un determinato esercizio. Il numero di ripetizioni che si può eseguire è inversamente proporzionale all'intensità dell'esercizio (cioè, maggiore è l'intensità, minori sono le ripetizioni eseguibili). Se un individuo si sta esercitando utilizzando pesi liberi al 60% della sua forza massima, probabilmente sarà in grado di eseguire tra le 18 e le 32 ripetizioni prima di "fallire" il compito. [Law et al. 2016].

Frequenza e Durata:

Un programma efficace dovrebbe includere almeno due o tre sessioni settimanali di esercizio contro resistenza, con ogni sessione della durata di 30-60 minuti [American College of Sports Medicine, 2009].

Caratteristiche dell'Allenamento Contro Resistenza

1. **Adattamenti Specifici:** L'allenamento deve essere adattato alle capacità fisiche dei pazienti, iniziando con pesi leggeri e aumentando gradualmente l'intensità per prevenire infortuni e assicurare un miglioramento costante.
2. **Esercizi Multicomponente:** Gli esercizi devono coinvolgere più gruppi muscolari per massimizzare il consumo calorico e migliorare la forza complessiva.
3. **Frequenza e Durata:** Un programma efficace dovrebbe includere almeno due o tre sessioni settimanali di esercizio contro resistenza, con ogni sessione della durata di 30-60 minuti [American College of Sports Medicine, 2009].

Benefici dell'Esercizio Contro Resistenza

- **Miglioramento della Massa Muscolare:** L'allenamento contro resistenza è efficace nell'aumentare la massa muscolare, contrastando gli effetti della sarcopenia.
- **Riduzione del Grasso Corporeo:** L'aumento della massa muscolare contribuisce a un maggior consumo calorico a riposo, facilitando la riduzione del grasso corporeo [Strasser & Schobersberger, 2011].
- **Miglioramento della Funzione Fisica:** L'incremento della forza muscolare migliora la capacità di svolgere le attività quotidiane, aumentando l'indipendenza e la qualità della vita [Janssen et al., 2002].
- **Salute Metabolica:** L'esercizio contro resistenza migliora la sensibilità all'insulina e la gestione del glucosio, riducendo il rischio di diabete di tipo 2 e altre malattie metaboliche [Ibañez et al., 2005].

Di seguito vengono presentate diverse varianti di esercizio contro resistenza, indicandone le caratteristiche specifiche e i vantaggi.

A. Elastic Resistance Exercise Training (ERT)

È una modalità di allenamento che utilizza bande elastiche per fornire resistenza durante i movimenti. Questo tipo di allenamento è emerso come un metodo versatile e pratico per migliorare la forza, la resistenza e la mobilità, sia in contesti di fitness generale che di riabilitazione. Le bande elastiche offrono un'alternativa efficace e a basso impatto rispetto ai pesi liberi e alle macchine da palestra, rendendo l'ERT accessibile a un'ampia gamma di individui, dai principianti agli atleti esperti.

Benefici dell'Elastic Resistance Exercise Training

Versatilità: Le bande elastiche possono essere utilizzate per una varietà di esercizi che coinvolgono tutti i gruppi muscolari principali. Questa versatilità permette di adattare l'allenamento a specifici obiettivi e livelli di fitness.

Portabilità: La leggerezza e la compattezza delle bande elastiche le rendono ideali per esercizi a casa, in viaggio o all'aperto. Questo aspetto le rende particolarmente utili per chi cerca soluzioni di allenamento pratiche e accessibili.

Resistenza Variabile: A differenza dei pesi liberi, le bande elastiche offrono una resistenza che aumenta progressivamente con l'allungamento della banda. Questa caratteristica permette di lavorare sui muscoli in modo più dinamico e di adattare la difficoltà dell'esercizio alle capacità individuali.

Minore Stress Articolare: L'ERT riduce il rischio di lesioni articolari e muscolari grazie alla resistenza progressiva fornita dalle bande, che minimizza gli impatti bruschi durante l'esercizio. Questo lo rende adatto anche per la riabilitazione e per le persone con problemi articolari.

Miglioramento dell'Equilibrio e della Coordinazione: Gli esercizi con bande elastiche coinvolgono muscoli stabilizzatori e migliorano l'equilibrio e la coordinazione. Questa proprietà è particolarmente vantaggiosa per migliorare la funzionalità complessiva del corpo e per la prevenzione delle cadute.

B. Circuito ad Alta Velocità HSC (High-speed circuit)

Il circuito ad alta velocità (High-Speed Circuit Training) è una forma di allenamento che combina esercizi ad alta intensità con brevi periodi di recupero, mirata a migliorare la capacità cardiovascolare, la forza muscolare e la composizione corporea. Questo tipo di allenamento è particolarmente utile per persone con obiettivi di perdita di peso, aumento della resistenza allo sforzo e miglioramento della salute metabolica [Paoli et al., 2012].

Caratteristiche del Circuito ad Alta Velocità

1. **Esercizi Multicomponente:** Include una varietà di esercizi che coinvolgono diversi gruppi muscolari, eseguiti in rapida successione senza pause significative tra un esercizio e l'altro.
2. **Alta Intensità:** Gli esercizi sono eseguiti a un'intensità elevata per massimizzare il consumo calorico e la stimolazione del sistema cardiovascolare [Paoli et al., 2012].
3. **Brevi Periodi di Recupero:** Le pause tra gli esercizi sono brevi, solitamente tra i 15 e i 30 secondi, per mantenere elevata la frequenza cardiaca e favorire l'adattamento cardiovascolare.

Benefici del Circuito ad Alta Velocità

- *Miglioramento della Capacità Cardiovascolare:* L'allenamento ad alta intensità stimola il cuore e i polmoni, migliorando la capacità aerobica e anaerobica.
- *Aumento della Forza Muscolare:* L'integrazione di esercizi di resistenza nel circuito aiuta a sviluppare la forza muscolare, essenziale per le attività quotidiane e le prestazioni atletiche.
- *Riduzione del Grasso Corporeo:* L'alta intensità dell'allenamento aumenta il metabolismo e favorisce la perdita di grasso corporeo, sia durante che dopo l'allenamento [Paoli et al., 2012].

- *Efficienza del Tempo*: Permette di ottenere un allenamento completo in un tempo relativamente breve.

C. Esercizi di Forza/Ipertrofia SH (Strength/Hypertrophy)

Gli esercizi di forza e ipertrofia sono progettati per aumentare la massa muscolare e migliorare la forza fisica. Questo tipo di allenamento è cruciale non solo per lo sviluppo muscolare, ma anche per la salute generale e il benessere.

Caratteristiche dell'Allenamento di Forza/Ipertrofia

1. **Progressione Graduale**: È essenziale aumentare gradualmente il carico e l'intensità per stimolare l'adattamento muscolare e prevenire infortuni [Kraemer & Ratamess, 2004].
2. **Esercizi Multiarticolari e Isolati**: Utilizzare una combinazione di esercizi che coinvolgono più articolazioni (es. squat, panca) e quelli che isolano muscoli specifici (es. curl con manubri) per un allenamento completo [Schoenfeld, 2010].
3. **Volume e Intensità**: L'allenamento deve includere un numero adeguato di serie e ripetizioni con pesi sufficientemente sfidanti per promuovere l'ipertrofia muscolare.

Benefici dell'Allenamento di Forza/Ipertrofia

- **Incremento della Massa Muscolare**: L'allenamento di forza stimola la crescita dei muscoli, contribuendo a una maggiore massa magra [Schoenfeld, 2010].
- **Miglioramento della Forza**: Aumenta la forza complessiva, migliorando la capacità di eseguire attività quotidiane e sportive [Kraemer & Ratamess, 2004].
- **Salute Metabolica**: L'allenamento di forza aiuta a migliorare la composizione corporea e la sensibilità all'insulina, riducendo il rischio di malattie metaboliche [Deyhle et al., 2015].
- **Prevenzione degli Infortuni**: Migliora la forza muscolare e la stabilità articolare, riducendo il rischio di infortuni.

WB-EMS (Whole-Body Electro Muscle Stimulation)

Nel campo della fisioterapia, l'innovazione tecnologica è fondamentale per migliorare i metodi di trattamento e ottimizzare i risultati per i pazienti. Tra le tecnologie emergenti, la Whole-Body Electro Muscle Stimulation (WB-EMS) risulta interessante per il suo potenziale nell'ottimizzazione del recupero muscolare. La WB-EMS si basa sull'uso di impulsi elettrici per stimolare simultaneamente i muscoli del corpo intero, si tratta, quindi, di un'alternativa ai tradizionali metodi di esercizio fisico

[Kemmler et al. 2018], utile sia nel recupero post-infortunio che nella prevenzione dell'atrofia muscolare.

La personalizzazione dei parametri di stimolazione, inoltre, consente di adattare il trattamento alle esigenze specifiche di ciascun paziente, massimizzando i benefici e riducendo i rischi associati

Benefici del WB-EMS

Miglioramento della Forza Muscolare: La WB-EMS può aiutare ad aumentare la forza muscolare, poiché stimola contemporaneamente più gruppi muscolari.

Riduzione del Tempo di Allenamento: Un allenamento WB-EMS può durare dai 20 ai 30 minuti, essendo considerato efficace quanto sessioni più lunghe di allenamento tradizionale. [Filipovic et al. 2016]

Recupero e Rilassamento: Può essere usato per migliorare il recupero muscolare e ridurre la tensione muscolare. [Kemmler et al. 2018]

Riduzione del Grasso Corporeo: Alcuni studi suggeriscono che la WB-EMS possa aiutare nella riduzione del grasso corporeo, specialmente se combinata con un programma di allenamento e dieta equilibrata. [Filipovic et al. 2016]

SCOPO DELLO STUDIO

La scelta del tema di questo lavoro, focalizzato sull'obesità sarcopenica, è nata durante un'esperienza di tirocinio al terzo anno di studi. In quell'occasione, ho avuto l'opportunità di osservare un gruppo di pazienti obesi impegnati in esercizi fisioterapici. Questa esperienza ha suscitato in me un interesse verso le sfide cliniche e riabilitative legate a questa condizione che, visto il progressivo aumento della popolazione mondiale ultrasessantacinquenne, sta assumendo crescente rilevanza anche nell'ambito della fisioterapia e della salute degli anziani. Questo argomento non solo rappresenta una sfida per i professionisti del settore, ma offre anche l'opportunità di contribuire in modo significativo al miglioramento della qualità della vita di questi pazienti.

Scopo del presente lavoro è indagare, tramite una ricerca bibliografica, in che modo i vari tipi di esercizio fisioterapico e i diversi protocolli di applicazione migliorano la gestione delle problematiche del paziente sarcopenico affetto anche da obesità, una condizione in cui ai problemi legati alla diminuzione della massa, forza e potenza muscolare, si associano anche quelli legati al sovraccarico articolare e ad un maggior rischio cardiovascolare.

MATERIALI E METODI

Formulazione del quesito di ricerca

Il quesito di ricerca formulato nel presente studio è il seguente:

“Quali sono gli effetti degli interventi di esercizio fisioterapico sulla massa muscolare, sulla forza e potenza muscolare, sul sovraccarico articolare e sul rischio cardiovascolare nei pazienti sarcopenici obesi?”

P = Pazienti sarcopenici obesi

I = Esercizio fisioterapico

C = Assenza di esercizio fisioterapico

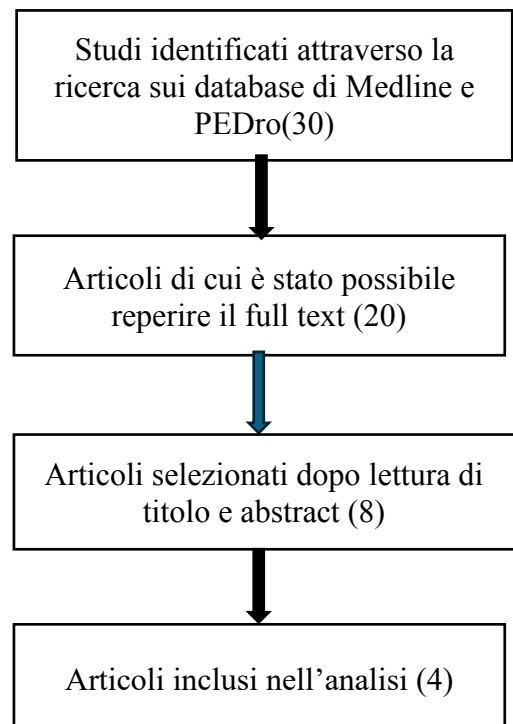
O = Miglioramento della massa, forza e potenza muscolare; riduzione del sovraccarico articolare; riduzione del rischio cardiovascolare

Criteria di inclusione ed esclusione degli articoli

Sono stati inclusi studi di revisione sistematica, con o senza meta analisi, di cui sia reperibile il free full text, pubblicati in inglese o italiano, dal 2014 al 2024, e riguardanti pazienti adulti anziani di 60 anni e oltre, con diagnosi sia di sarcopenia che di obesità (obesità sarcopenica).

Strategia di ricerca

- Banche dati utilizzate: “Medline”, “PEDro”.
- Le parole chiave utilizzate, con associazioni diverse tra loro sono: “sarcopenic obesity”, “physical exercise”, “resistance exercise”, "elder", “physical activity”, "physical therapy", "exercise", “strength training”,
- Per ottimizzare la precisione della ricerca, sono stati utilizzati operatori booleani “AND” e “OR” per combinare i termini di ricerca.



Articoli inclusi nell'analisi:

Titolo	Autori	Anno	Tipo di studio
Effects of three modes of physical activity on physical fitness and hematological parameters in older people with sarcopenic obesity	Zhuang M. et al.	2022	Revisione sistematica e metanalisi
Exercise and physical performance in older adults with sarcopenic obesity	Ghiotto L. et al.	2022	Revisione sistematica
The Effects of Different Exercise Training Types on Body Composition and Physical Performance in Older Adults with Sarcopenic Obesity	L. da Silva Gonçalves et al.	2023	Revisione sistematica e metanalisi
Effect of Resistance Exercise on Body Composition and Functional Capacity in Older Women with Sarcopenic Obesity	Debes W.A. et al.	2024	Revisione sistematica

Tabella 1. Articoli inclusi nell'analisi

Valutazione della qualità degli studi

Per valutare la qualità degli studi è stata analizzata l'aderenza ai criteri indicati in una breve guida all'uso delle revisioni sistematiche a cura del gruppo Cochrane Italia [Sala et al. 2006]. I criteri sono di seguito elencati:

1. Formulazione di un chiaro quesito clinico
2. Ricerca esaustiva e riproducibile
3. Selezione sistematica, in base a criteri di inclusione predefiniti, degli studi eleggibili
4. Analisi della qualità metodologica degli studi inclusi
5. Sintesi quantitativa o qualitativa delle informazioni, a seconda della natura, complessità del quesito e della disponibilità di dati
6. Discussione delle ragioni di concordanza e discordanza tra i risultati dei diversi studi.

Per quanto riguarda lo studio di Zhuang et al. 2022, la revisione è stata registrata in PROSPERO (ID: CRD42022301883) ed è stata condotta secondo le linee guida PRISMA. Gli articoli sono stati

recuperati da sei database: PubMed, Embase, the Cochrane Library Database, Web of Science, the China National Knowledge Infrastructure (CNKI), Wanfang Data. Sono stati chiaramente indicati i criteri di inclusione ed esclusione degli articoli, c'è stata la presenza di un valutatore terzo incaricato di decidere in caso di conflitto di opinione tra i due revisori principali. La valutazione della qualità degli studi è stata condotta utilizzando la scala PEDro (Physiotherapy Evidence Database) da due autori.

Lo studio di Ghiotto et al. 2022 è stato registrato in PROSPERO con ID: CRD42022314354 ed è stato condotto secondo le linee guida PRISMA. Gli articoli sono stati recuperati da quattro database: PubMed, Scopus, EBSCO, Cochrane Library database. Sono stati chiaramente indicati i criteri di inclusione ed esclusione degli articoli, c'è stata la presenza di un valutatore terzo incaricato di decidere in caso di conflitto di opinione tra i due revisori principali. Inoltre, è stata eseguita l'analisi del rischio di bias mediante Risk of Bias 2 (RoB 2) come dalle raccomandazioni della Cochrane.

Lo studio di Da Silva Gonçalves et al. 2023 è stato registrato in PROSPERO con ID: CRD42023430721 ed è stato condotto secondo le linee guida PRISMA. Gli articoli sono stati recuperati da sei database: Medline, Embase, Cochrane Library, Web of Science, Scopus, Lilacs. Sono stati chiaramente indicati i criteri di inclusione ed esclusione degli articoli, ma non c'è stata la presenza di un valutatore terzo incaricato di decidere in caso di conflitto di opinione tra i due revisori principali. La valutazione della qualità degli studi è stata condotta utilizzando la scala PEDro (Physiotherapy Evidence Database) da due autori. La scala GRADE (Grades of Recommendation, Assessment, Development, and Evaluation) è stata eseguita per valutare il livello di evidenza, la qualità dello studio e i suoi limiti. È stata eseguita l'analisi dei bias mediante Risk of Bias 2 (RoB 2) come dalle raccomandazioni della Cochrane.

Anche lo studio di Debes et al. 2024 è stato registrato in PROSPERO (ID: CRD42023394603) ed è stato condotto secondo le linee guida PRISMA. Gli articoli sono stati recuperati da cinque database: Pedro, Cochrane Central Register of Controlled Trials, Embase, PubMed, Web of Science. Sono stati chiaramente indicati i criteri di inclusione ed esclusione degli articoli, c'è stata la presenza di un valutatore terzo incaricato di decidere in caso di conflitto di opinione tra i due revisori principali. È stata eseguita l'analisi del rischio di bias come dalle raccomandazioni della Cochrane.

RISULTATI

Articolo: ‘Effects of three modes of physical activity on physical fitness and hematological parameters in older people with sarcopenic obesity’ Zhuang et al. 2022

Questo studio ha valutato 1712 articoli pubblicati da gennaio 2010 a novembre 2021. Dopo la rimozione dei duplicati e la selezione in base ai criteri di inclusione, 12 articoli sono stati inclusi nello studio. Gli studi inclusi coinvolgevano complessivamente 614 anziani con obesità sarcopenica, di età compresa tra 58,4 e 88,4 anni, con una prevalenza femminile dell'84,93%.

Sono stati inclusi studi che hanno preso in considerazione:

- soggetti con obesità sarcopenica (criteri stabiliti da un gruppo di lavoro scientifico o definiti nell'ambito di ricerche cliniche precedenti);
 - ≥ 60 anni;
 - Assenza di malattie croniche diagnosticate;
 - ogni studio doveva avere almeno un gruppo di intervento di PA (physical activity);
 - il gruppo di controllo non riceveva alcun intervento di PA ma poteva ricevere intervento educativo
- I criteri di esclusione, invece, includevano studi in cui:
- il testo completo non era disponibile;
 - il testo era in una lingua diversa dall'inglese o dal cinese;
 - non era stato possibile ottenere dati estraibili;
 - il gruppo di intervento aveva ricevuto un intervento combinato di PA ed integrazione nutrizionale.

Le diagnosi di sarcopenia sono state determinate principalmente utilizzando la massa muscolare scheletrica per altezza quadrata ($SM/height^2$) misurata attraverso bioimpedenziometria (BIA) o DXA (Dual-energy X-ray Absorptiometry). Le diagnosi di obesità sono state effettuate utilizzando BMI (indice di massa corporea) o la percentuale di grasso corporeo (BF%). La maggior parte degli studi utilizzava valori limite per l'obesità pari a $BF\% \geq 25\%$ e $BMI \geq 30 \text{ kg/m}^2$. Gli studi hanno messo in confronto gli effetti di esercizi aerobici (AT), esercizi contro resistenza (RT) e esercizi combinati resistenza+aerobici (MT) rispetto ad un gruppo di controllo che non svolgeva esercizi su i seguenti outcome:

- composizione corporea valutata mediante il peso corporeo (BW), l'indice di massa corporea (BMI) e la percentuale di grasso corporeo (BF%);
- massa muscolare valutata mediante la massa muscolare scheletrica (SM), massa muscolare appendicolare (ASM), l'indice di massa muscolare appendicolare (ASMI);

-forza muscolare degli arti superiori ed inferiori valutata mediante la forza di presa della mano (HG) e la forza di estensione del ginocchio (KES);

-performance fisica valutata mediante la velocità di camminata (GS)

-parametri ematologici, in particolare interleuchina 6 (IL-6), proteina C-reattiva (CRP), ormone fattore di crescita insulinosimile-1 (IGF-1), e profili lipidici analizzando colesterolo totale (TC), trigliceridi (TG), lipoproteine ad alta densità (HDL) e lipoproteine a bassa densità (LDL).

Gli interventi si sono basati principalmente sull'utilizzo di fasce elastiche e pesi, con protocolli di esercizio contro resistenza (RT) che prevedevano da 2 a 3 sessioni a settimana, con intensità che variava dal 40% al 85% di 1RM o un intervallo di scala di percezione dello sforzo (RPE) variabile. Le durate degli interventi variavano da 8 a 24 settimane.

Nel trattamento erano inclusi esercizi multiarticolari come squat, pressa per gambe, estensioni per le braccia e flessioni, con alcune varianti che incorporavano anche camminate e grip ball training.

I risultati complessivi hanno mostrato miglioramenti significativi nella massa muscolare, forza, equilibrio e riduzione della percentuale di grasso corporeo nei gruppi che hanno seguito gli interventi di RT rispetto ai gruppi di controllo.

In particolare, gli AT hanno mostrato un miglioramento statisticamente significativo del BW, BMI e IGF-1. Gli RT hanno mostrato un miglioramento statisticamente significativo del BF%, ASM, ASMI, IGF-1, HG e KES. Per quanto riguarda gli esercizi misti (MT) hanno mostrato miglioramento statisticamente significativo del BMI, BF%, ASMI, IGF-1 e della velocità del cammino (GS).

Articolo: 'Exercise and physical performance in older adults with sarcopenic obesity' Ghiotto et al. 2022

In questa revisione sistematica sono stati trovati 106 articoli, dove dopo la rimozione dei duplicati e articoli non conformi con i criteri di inclusione, solo 8 sono stati inclusi nello studio.

La popolazione degli studi analizzati comprendeva in totale 406 pazienti, di cui solo donne in sei studi, e sia uomini che donne in due studi, con un'età dei partecipanti compresa tra 60 e 80 anni.

I criteri di inclusione includevano:

- Studi di ricerca originali (studi osservazionali e sperimentali; abstract esclusi se non è stato possibile estrarre dati).

-Campione di studio che coinvolgeva donne e uomini di qualsiasi razza, età ≥ 60 anni, con una diagnosi dettagliata di obesità sarcopenica, capacità di intraprendere la locomozione bipede.

- Tutti gli interventi di esercizio inclusi nell'analisi

Nei criteri di esclusione invece, troviamo:

- Studi non umani e studi in cui non sono stati segnalati cambiamenti pre-post intervento nei risultati (ad esempio studi trasversali)

- Revisioni, meta-analisi, editoriali, abstract di conferenze, protocolli di ricerca.

L'obesità è stata valutata principalmente attraverso BMI e BF%, mentre la sarcopenia è stata definita in base alla massa muscolare scheletrica, indice della massa scheletrica appendicolare (ASMI), percentuale dell'indice di massa muscolare scheletrica (SMI%), massa magra appendicolare ideale (AFFM) o TSM/peso corporeo (BW) e forza di presa della mano. Gli studi hanno esaminato diversi protocolli di esercizi contro resistenza e altre forme di esercizio fisico, con variazioni in frequenza, intensità e durata.

L'attenzione dei ricercatori di questo studio è stata rivolta interamente alle modifiche della performance fisica, non alla diminuzione del peso corporeo e alle variazioni del rapporto tra massa magra e massa grassa.

La frequenza degli esercizi terapeutici variava tra 1 a 3 volte alla settimana, con una durata che andava da 10 a 26 settimane.

Le intensità degli esercizi sono state misurate utilizzando percentuali del carico massimo (1RM) o la scala di percezione dello sforzo (RPE). Le intensità variavano dal 50% all'85% di 1RM, con incrementi progressivi in alcuni protocolli. Nei programmi che utilizzavano la scala RPE, l'intensità era compresa tra 4-6 e 10-13 su una scala da 0 a 20.

La durata delle sessioni degli esercizi terapeutici variava da 15 a 60 minuti, con esercizi che prevedevano da 1 a 3 serie di 8-12 ripetizioni, con progressioni fino a 15-20 ripetizioni nelle fasi successive.

Alcuni protocolli hanno combinato esercizi concentrici ed eccentrici, mentre altri hanno utilizzato macchinari idraulici, esercizi elastici o protocolli di stimolazione elettrica (WB-EMS).

Le prestazioni fisiche sono state misurate utilizzando diversi test, tra cui lo Short Physical Performance Battery (SPPB), Physical Performance Test (PPT), il test di camminata Gait Speed (GS) (10 m o 5 m), la Single Leg-Stance (SLS), il Timed Up & Go test (TUG), il Timed Chair Rise (TCR) e 30-second chair stand test.

In generale gli studiosi osservano che si è verificato un aumento statisticamente significativo nei punteggi delle prestazioni fisiche su SPPB, PPT, SLS, TUG, TCR, GS e 30-second chair stand test in diversi studi dopo l'intervento con esercizi di resistenza.

Due studi, tuttavia, non hanno riscontrato variazioni statisticamente significative pre/post nell'SPPB e nel GS a 10 m.

Uno studio che ha confrontato gli effetti di un esercizio di forza rispetto al controllo che svolgeva un circuito ad alta velocità ha rilevato un aumento dei punteggi SPPB per il gruppo del circuito ad alta velocità ma nessun cambiamento nei punteggi per il gruppo forza/ipertrofia.

L'unico studio che ha utilizzato l'elettromiostimolazione ha rilevato un aumento post-trattamento del GS in 10 m.

Articolo: 'The Effects of Different Exercise Training Types on Body Composition and Physical Performance in Older Adults with Sarcopenic Obesity' Da Silva Gonçalves et al.

2023

In questo studio sono stati valutati 3070 articoli, dove solo 14 sono risultati idonei per essere inclusi nella revisione sistematica. Gli studi inclusi hanno coinvolto complessivamente 978 partecipanti, con un'età media di 71,69 anni e una prevalenza femminile del 78,62%.

I criteri di inclusione comprendevano:

- Studi clinici randomizzati e/o controllati;
- l'esercizio fisico come intervento principale dello studio;
- analisi della composizione corporea e/o della funzione muscolare;
- ≥ 60 anni con obesità sarcopenica.

I criteri di esclusione riguardavano studi con:

- Intervento nutrizionale;
- Studi con elettrostimolazione;
- Soggetti con diagnosi solo di sarcopenia, solo di obesità, osteosarcopenia, obesità osteosarcopenica.

La valutazione in ingresso dei soggetti comprendeva l'analisi dell'indice di massa corporea (BMI), con particolare attenzione ai soggetti con $BMI \geq 30 \text{ kg/m}^2$; la massa muscolare scheletrica (SMI) e la percentuale di grasso corporeo (BF) $\geq 32\%$, mentre la performance fisica è stata valutata attraverso test di forza di presa e la velocità di deambulazione, alcuni studi, inoltre, hanno incluso misurazioni tramite test come il Timed Up and Go (TUG) e il Sit-to-Stand test. Gli interventi fisioterapici prevedevano sessioni di 40-60 minuti, da 2 a 5 volte a settimana, con un aumento graduale del carico di lavoro per prevenire sovraccarichi e infortuni. La durata degli interventi variava da 12 a 24 settimane, permettendo di osservare cambiamenti significativi nella composizione corporea e nella forza muscolare.

I protocolli di trattamento hanno incluso esercizi di resistenza progressiva, utilizzando elastici e pesi liberi. Questi esercizi potevano essere combinati con sessioni di esercizio aerobico a bassa intensità,

come camminate e uso di cicloergometro, per migliorare non solo la forza ma anche la capacità cardiovascolare.

Le misure degli outcome includevano la forza muscolare, misurata tramite test di forza di presa e resistenza degli arti inferiori, e la funzionalità motoria globale, valutata con lo Short Physical Performance Battery (SPPB). Si sono osservati miglioramenti significativi nella riduzione della massa grassa e nell'incremento della massa muscolare.

Per quanto riguarda la composizione corporea, sette studi hanno evidenziato una riduzione significativa della massa grassa a seguito degli interventi di esercizio, con effetti maggiori osservati negli interventi di esercizi contro resistenza. Tuttavia, non sono emerse differenze significative per la massa magra.

In termini di prestazioni fisiche, l'esercizio contro resistenza ha portato a miglioramenti significativi nella forza degli arti superiori e inferiori rispetto al gruppo di controllo. Tuttavia, non sono state osservate differenze significative nella velocità di camminata. Il test della sedia (chair stand test) ha mostrato miglioramenti significativi, soprattutto nei gruppi sottoposti agli esercizi contro resistenza e agli esercizi combinati.

Articolo: 'Effect of Resistance Exercise on Body Composition and Functional Capacity in Older Women with Sarcopenic Obesity' Debes et al. 2024

In questa revisione sistematica sono stati analizzati 687 articoli, dei quali sette sono stati selezionati per l'inclusione nell'analisi finale. Gli studi considerati hanno coinvolto un totale di 306 partecipanti, con un'età media compresa tra 64 e 72 anni. Di questi, 291 partecipanti hanno completato gli interventi e sono stati inclusi nell'analisi finale.

I criteri di inclusione includevano:

- Studi in inglese;
- Studi RCT senza limitazioni alle date di pubblicazione
- Donne di età ≥ 60 anni con obesità sarcopenica (SO);

I criteri di esclusione includevano:

- Altro disegno di studio diverso dagli studi randomizzati e controllati (RCT) (ad esempio, studi sperimentali, studi trasversali e letteratura retrospettiva);
- Due o più interventi diversi dagli esercizi di resistenza;
- Pazienti con altre complicanze gravi come cancro, sclerosi multipla, ictus e deterioramento cognitivo.

Gli interventi di esercizio fisico sono stati eseguiti in ambienti clinici e accademici, utilizzando una varietà di attrezzature, come macchine per il lavoro contro resistenza, pesi liberi, fasce elastiche e il peso corporeo. I programmi degli esercizi terapeutici avevano una durata di 10-12 settimane, prevedevano una frequenza di 2-3 sessioni settimanali e un'intensità variabile da moderata ad alta (durata 30-70min). Gli esercizi includevano una varietà di movimenti focalizzati sui principali gruppi muscolari, come arti superiori, arti inferiori, addome e schiena. Tra questi, erano previsti esercizi come il chest press, il shoulder press da seduto, il curl con bilanciere, la spinta per tricipiti, oltre a esercizi con fasce elastiche specifici per arti e tronco. Erano inoltre inclusi esercizi a catena cinetica aperta e chiusa, combinando movimenti lenti con progressioni verso movimenti più rapidi e dinamici. Si è rilevata una tendenza di esiti positivi dei vari outcome negli studi inclusi tra i gruppi di intervento rispetto ai gruppi di controllo.

Per quanto riguarda la composizione corporea, i risultati mostrano un miglioramento significativo della percentuale di grasso corporeo BF%, circonferenza della vita (WC), rapporto vita/fianchi(WHR), massa grassa totale (TFM), indice della massa magra appendicolare (AMI), tessuto molle magro totale (total LST), tessuto molle magro degli arti inferiori (lower LST) in tutti gli studi dove sono stati valutati tali outcome. BMI, circonferenza dei fianchi (HC), trunk fat, trunk muscle, SMI (kg/m²) non hanno dimostrato un miglioramento significativo in tutti gli studi dove sono stati presenti. Invece, per quanto riguarda la muscolatura scheletrica totale (TSM), la massa magra appendicolare (ALM), l'indice di massa magra (LMI) e l'indice muscolare scheletrico (SMI%), i risultati sono inconsistenti, poiché non tutti gli studi hanno rilevato risultati statisticamente significativi.

Per la forza muscolare, sono stati valutati come outcome la forza di presa, chest press, preacher curl, knee extension, total strength, knee extension strength (joules), power (watt), level of fatigue (%). Solo chest press, preacher curl, knee extension, total strength hanno dimostrato dei miglioramenti significativi nei risultati di tutti gli studi in cui sono stati valutati. Diversi studi hanno riscontrato un significativo aumento della forza di presa e della forza muscolare complessiva nei partecipanti del gruppo di intervento, soprattutto nei gruppi che hanno seguito protocolli più intensivi, con più serie di esercizi. In particolare, è emerso che i partecipanti che hanno svolto tre serie di esercizi hanno ottenuto risultati migliori in termini di forza rispetto a quelli che ne hanno svolta solo una, con miglioramenti significativi rispetto ai gruppi di controllo.

La capacità funzionale è stata valutata nella maggior parte degli studi con tramite dei test come la camminata di 10 metri, il Timed Up and Go (TUG), Functional Reach Test (FFR), Single Leg Stance (SLS). Questi test hanno evidenziato che l'esercizio fisico ha contribuito a migliorare la velocità di camminata, la forza degli arti inferiori e la mobilità complessiva. Due studi hanno utilizzato anche il

30 Second Chair Stand (30sCST) ed il Rising from a Sitting Position (RSP) per la valutazione della capacità funzionale, in questi studi il miglioramento si è verificato solo in questi test nei partecipanti che hanno svolto esercizi di resistenza.

Autore e Anno	<i>Zhuang et al. 2022</i>	<i>Ghiotto et al. 2022</i>	<i>Da Silva Gonçalves et al. 2023</i>	<i>Debes et al. 2024</i>
Numero totale studi	12 studi analizzati	8 studi analizzati	14 studi analizzati	7 studi analizzati
Popolazione ed età media	614 pazienti, di cui 521 (84,93%) donne 70.3 ± 5.0 anni	406 pazienti, di cui 362 (89.2%) donne 72.4 ± 5.2 anni	978 pazienti, di cui 770 (78.62) donne 71.96 anni	291 pazienti di cui tutti sono donne 68 ± 4.0anni
Criteri di inclusione pazienti	- soggetti con obesità sarcopenica (criteri stabiliti da un gruppo di lavoro scientifico o definiti nell'ambito di ricerche cliniche precedenti); - ≥ 60 anni; - Assenza di malattie croniche diagnosticate; - gruppo di controllo non riceveva alcun intervento di PA ma poteva ricevere intervento educativo	- donne e uomini di qualsiasi razza, età ≥ 60 anni con una diagnosi dettagliata di obesità sarcopenica, capacità di intraprendere la locomozione bipede. - tutti gli interventi di esercizio inclusi nell'analisi	- l'esercizio fisico come intervento principale dello studio; - analisi della composizione corporea e/o della funzione muscolare; - ≥ 60 anni con obesità sarcopenica.	- donne di età ≥ 60 anni con obesità sarcopenica (SO).
Outcomes	<u>Composizione corporea</u> -Indice di massa corporea (BMI) -Percentuale di massa grassa (BF%) -Massa muscolare scheletrica (SM) -Massa muscolare appendicolare (ASM) -Indice di massa muscolare appendicolare (ASMI) <u>Forza muscolare</u>	<u>Prestazione Fisica:</u> - Short Physical Performance Battery (SSPB) - Physical Performance Test (PPT) -Single leg stance (SLS) -Test del cammino (GS) - Timed chair rise (TCR) -Timed. Up and Go (TUG)	<u>Composizione e Corporea:</u> - Percentuale di massa grassa (%BF) -Massa Magra (FFM) -Massa Muscolare Scheletrica (SMM) <u>Forza Muscolare:</u> -Forza degli Arti Superiori e Inferiori (ULS; LLS)	<u>Composizione Corporea:</u> -Percentuale di massa grassa (BF%) -Massa muscolare scheletrica totale (TSM) -Indice di massa corporea (BMI) -Massa grassa totale (kg) -Massa magra appendicolare (ALM) -Massa muscolare del tronco

	<ul style="list-style-type: none"> - forza di presa della mano (HG), - estensione del ginocchio (KES). <p><u>Prestazione fisica</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - test del cammino (GS). <p><u>Parametri ematologici</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Interleuchina-6 (IL-6), - Proteina c-reattiva (CRP), -Fattore di crescita insulino-simile 1 (IGF-1), - Lipidi per colesterolo totale sierico (TC), trigliceridi (TG), lipoproteine ad alta densità (HDL) e lipoproteine a bassa densità (LDL). 		<p><u>Prestazione Fisica:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> -Velocità di camminata (GS) - Chair stand test (CST) -Short Physical Performance Battery (SPPB) 	<ul style="list-style-type: none"> -Massa grassa del tronco -Lean Muscle Mass Index (LMI) -Appendicular Lean Mass Index (AMI) -Skeletal Muscle Mass Index (SMI%) -Lean Soft Tissue (LST) -Lower LST <p><u>Forza Muscolare:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> -Forza di presa -Forza totale (chest press, knee extension, preacher curl) -Forza dinamica massima (1-RM) -Performance muscolare degli arti inferiori <p><u>Capacità Funzionale:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> -10 Meter Walk Test (10MW) -Timed Up and Go (TUG) -Functional Forward Reach (FFR) -Single Leg Stance (SLS) -30 Second Chair Stand Test (30 CST) -Raising from Sitting Position (RSP)
Tipologia di intervento	-RT -AT -MT	-RT -ERT -SH -WB-EMS	-RT -AT -MT	-RT
Tipologia controlli	-Sessioni informative senza attività fisica -Nessun esercizio	-High-Speed Circuit (1 studio) -Assenza di esercizio strutturato	-Nessun esercizio	-Nessun esercizio -Interventi alternativi: Dieta (dieta ad alto contenuto proteico e/o basso apporto

				calorico). Integrazione (ossitocina, vitamina D)
Descrizione dei protocolli di intervento	Frequenza: 1-3/ settimana Intensità: 40-85% 1RM o utilizzo di fasce elastiche RPE: 13-17 60-80% della frequenza cardiaca massima Esercizi: chest press, tirate, curl, sollevamenti. squat, leg press	Frequenza: 1-3/ settimana Intensità: 50-85% 1RM; 4-6 e 10-13 RPE -Tipi: SH, RT, esercizi in sedia, ERT, WB-EMS -Esercizi: Esercizi di forza Chair exercise per alzarsi da seduti Esercizi con fasce elastiche	Frequenza: 2-3/ settimana Intensità: 50-80% 1RM Variazione della resistenza elastica Esercizi: Esercizi di forza camminata, danze, esercizi di mobilità Esercizi con fasce elastiche	Frequenza: 2-3/ settimana Intensità: 1-3 set, 10-15 ripetizioni massime. Esercizi: Chest press, shoulder press da seduto Curl con bilanciere, spinta per tricipiti Esercizi con fasce elastiche per arti e tronco Esercizi a catena aperta e chiusa per anche e ginocchia
Risultati	AT: ↓ BW ↓ BMI ↑ IGF-1 RT: ↓ BF% ↑ ASM ↑ ASMI ↑ IGF-1 ↑ HG ↑ KES MT: ↓ BMI ↓ BF% ↑ IGF-1 ↑ GS	RT: ↑ SSPB ↑ PPT ↑ SLS ↑ TCR ↓ TUG ↑ GS WB-EMS: ↑ GS	RT: ↓ BF% ↑ ULS ↑ LLS ↑ CST MT: ↑ CST	↓ BF% ↓ WC ↓ WHR ↓ TFM ↑ AMI ↑ total LST ↑ lower LST ↑ chest press ↑ preacher curl ↑ knee extension ↑ CST ↑ RSP

Tabella 2. Descrizione studi presi in analisi

RPE: Scala di Percezione dello Sforzo; **RT:** Esercizio contro resistenza; **AT:** Esercizio Aerobico; **MT:** Esercizio Misto; **FFM:** Massa Corporea Magra; **ALM:** Massa magra appendicolare; **AM:** Indice di massa magra appendicolare; **ASMI:** Indice di massa muscolare appendicolare; **BF%:** Percentuale di massa grassa; **BMI:** Indice di massa corporea; **CRP:** Proteina C-reattiva; **HG:** Forza di presa della mano; **IGF-1:** Fattore di crescita insulino-simile; **IL-6:** Interleuchina-6; **KES:** Forza di estensione del ginocchio; **LMI:** Indice di massa muscolare magra; **LDL:** Lipoproteine a bassa densità; **Lower LST:** Tessuto molli magri inferiori; **LST:** Tessuto molli magri; **SMM:** Massa muscolare scheletrica; **SMI%:** Indice di massa muscolare scheletrica; **TC:** Colesterolo totale sierico; **TG:** Trigliceridi; **HDL:** Lipoproteine ad alta densità; **CST:** Test di alzata dalla sedia; **FFR:** Raggiungimento funzionale in avanti; **GS:** Test del cammino; **PPT:** Test di prestazione fisica; **SLS:** Equilibrio su una gamba; **SSPB:** Batteria di prestazioni fisiche breve; **TCR:** Sollevamento dalla sedia; **TUG:** Timed Up and Go; **10MW:** Test di cammino di 10 metri; **30 CST:** Test di alzata dalla sedia in 30 secondi; **RSP:** Alzarsi da posizione seduta; **WC:** Circonferenza Vita; **BW:** peso corporeo

DISCUSSIONE

L'obesità sarcopenica (OS) rappresenta una condizione complessa e sempre più diffusa nella popolazione anziana. Ciò può essere attribuito anche all'aumento dell'età media della popolazione, che non sempre viene tradotta in un miglioramento della qualità della vita. Nel 2019, vi erano circa 703 milioni di persone di età pari o superiore ai 65 anni in tutto il mondo, e si prevede che questo numero raggiungerà circa 1,5 miliardi entro il 2050. [United Nations 2019] L'OS ha ricevuto crescente attenzione negli ultimi anni a causa delle sue conseguenze negative sulla salute e sulla qualità della vita degli individui anziani.

Questo studio ha preso in valutazione quattro revisioni sistematiche che valutano gli effetti degli esercizi fisioterapici nella popolazione anziana affetta da OS. Gli articoli esaminati confermano che l'esercizio fisico, in particolare l'esercizio contro resistenza (RT), svolge un ruolo centrale nel migliorare sia la composizione corporea che la capacità funzionale. La perdita di massa grassa e l'aumento della massa muscolare sono state riscontrate in diversi studi.

Tre degli studi considerati prendevano in esame, infatti, questa tipologia di outcome, in associazione al miglioramento della prestazione fisica variamente misurata (miglioramento della forza muscolare dell'estensione del ginocchio, miglioramento della forza di presa della mano, miglioramento del passaggio sit to stand, miglioramento dell'equilibrio monopodalico, miglioramento della velocità e della resistenza nel cammino, miglioramento generale della performance fisica). Lo studio di Ghiotto et al., invece, valutava solo la variazione della performance funzionale riscontrando miglioramenti nei soggetti dei gruppi di intervento rispetto ai controlli.

Dagli studi che indagavano le variazioni della composizione corporea e la diminuzione del peso complessivo, emerge che il Training contro resistenza (RT) applicato secondo diversi protocolli, diminuisce la percentuale di grasso corporeo totale (BF%).

Nella revisione di da Silva Gonçalves, non sono emerse differenze significative per la massa magra, e non sono state osservate differenze significative nella velocità di camminata a differenza degli altri studi. L'obesità sarcopenica negli anziani è associata ad un aumento dei rischi cardiovascolari, che includono malattie cardiache, ipertensione e dislipidemie. Gli interventi con esercizi fisici, in particolare quelli contro resistenza (RT) e l'esercizio aerobico (AT), si sono dimostrati efficaci nel mitigare tali rischi, come evidenziato nei diversi studi analizzati.

La riduzione della BF% è cruciale, poiché l'accumulo di grasso viscerale è un noto fattore di rischio per le malattie cardiovascolari. L'implementazione di esercizi aerobici ha dimostrato di migliorare la capacità cardiovascolare e la funzionalità fisica globale. Da Silva Gonçalves et al. (2023) hanno

riportato che le sessioni di esercizio aerobico, in combinazione con l'esercizio contro resistenza, hanno contribuito a migliorare non solo la forza, ma anche la resistenza cardiovascolare. Questi miglioramenti nella funzionalità fisica possono tradursi in una maggiore capacità di svolgere attività quotidiane, riducendo il rischio di eventi cardiovascolari attraverso una migliore mobilità e una diminuzione della sedentarietà.

Inoltre, gli esercizi hanno mostrato alcuni effetti sui profili lipidici e sull'infiammazione, ma è importante notare che nessuno di questi parametri ha raggiunto risultati statisticamente significativi, ad eccezione dell'IGF-1. Gli studi analizzati non hanno documentato miglioramenti significativi nei livelli di colesterolo totale (TC), trigliceridi (TG), lipoproteine ad alta densità (HDL) e lipoproteine a bassa densità (LDL). Tuttavia, Zhuang et al. hanno riportato che il livello di IGF-1 ha mostrato una variazione significativa, suggerendo che l'attività fisica può avere un impatto positivo sulla crescita e sulla riparazione muscolare, che a sua volta potrebbe contribuire a migliorare la salute cardiovascolare. Sebbene gli altri parametri ematologici, come l'interleuchina 6 (IL-6) e la proteina C-reattiva (CRP), non abbiano mostrato miglioramenti significativi, gli autori sottolineano come la continua ricerca sia necessaria per esplorare ulteriormente il potenziale degli interventi fisici nella riduzione dell'infiammazione sistemica, un noto fattore di rischio per le malattie cardiovascolari.

La forza muscolare degli arti superiori e inferiori è migliorata in modo significativo con l'esercizio contro resistenza, come evidenziato da diversi studi, inclusi quelli di Debes et al. (2024) e Ghiotto et al. (2022). Questi miglioramenti sono stati misurati attraverso test standardizzati come la forza di presa e la resistenza degli arti inferiori. La capacità funzionale, misurata tramite test quali il Timed Up and Go (TUG), il 30 Second Chair Stand Test (CST) o la Short Physical Performance Battery (SSPB) ha mostrato anch'essa miglioramenti significativi, suggerendo che l'esercizio non solo aumenta la forza, ma migliora anche la mobilità e l'autonomia degli anziani con obesità sarcopenica. Gli studi dimostrano, infine, un miglioramento della velocità del cammino, importante parametro di una condizione di fragilità globale dell'individuo ed importante fattore di rischio per disabilità, ospedalizzazione, istituzionalizzazione e morte.

I protocolli descritti, pur molto variabili, prevedevano una intensità variabile tra 40 a 85 % 1RM, una frequenza media di 2 volte a settimana per un periodo variabile da 8 a 26 settimane. Nella revisione di Debes et al., che includeva studi con protocolli di una durata massima di 12 settimane, si osservano miglioramenti per quanto riguarda la composizione corporea con una diminuzione in particolare del BF%, ma non a livello della massa muscolare scheletrica e della massa magra in generale, cosa che porta a concludere che siano necessari interventi che superino le 12 settimane per avere miglioramenti anche a questi livelli nei soggetti sarcopenici obesi. 12 settimane risultano invece sufficienti per avere

miglioramenti funzionali sia della forza degli AAI e degli AASS, che nella velocità del cammino, in particolare se si aumenta l'intensità degli esercizi

Limiti

È, tuttavia, fondamentale riconoscere che molti degli studi esaminati presentano delle limitazioni. Uno dei principali limiti che riguarda tutta la ricerca sulla obesità sarcopenica (OS) è l'assenza di criteri diagnostici chiari per identificare il quadro patologico. I vari studi analizzati utilizzano indicatori diversi, come BMI, percentuale di massa grassa (BF%), massa scheletrica totale (SM), massa muscolare scheletrica appendicolare (ASM) e ASMI (ASM/altezza²). Questa mancanza di standardizzazione nei criteri diagnostici può influenzare la comparabilità dei risultati e la loro applicabilità.

La popolazione coinvolta era composta principalmente da donne e mostra una notevole variabilità nelle caratteristiche demografiche il che riduce la possibilità di generalizzare i risultati.

Non meno importante, inoltre, è la variabilità nei protocolli di esercizio, per quanto riguarda tipologia, frequenza e intensità degli esercizi. Alcuni studi, ad esempio, hanno suggerito esercizi da svolgere 2-3 volte a settimana con un'intensità moderata-alta, mentre altri hanno utilizzato protocolli meno intensi, con sessioni più brevi o meno frequenti. Anche la durata complessiva dei trattamenti è risultata molto variabile, con interventi che andavano da poche settimane a diversi mesi. La mancanza di standardizzazione nelle misure di outcome utilizzate negli studi crea, infine, difficoltà nell'interpretare e confrontare i risultati. Questo limita la possibilità di trarre conclusioni generali sull'efficacia degli interventi e sottolinea la necessità di un approccio più coerente e sistematico nelle future ricerche sull'obesità sarcopenica.

Punti di forza

Tra i punti di forza della ricerca emerge il fatto che gli studi considerati coinvolgevano ampie popolazioni di pazienti, aumentando la rilevanza statistica e clinica dei risultati ottenuti. Un altro elemento significativo è che i quattro degli articoli analizzati erano revisioni sistematiche, di cui due includevano anche una meta-analisi, garantendo una maggiore solidità delle conclusioni basate su sintesi rigorose della letteratura disponibile.

Inoltre, un aspetto positivo è che gli studi analizzati sono recenti, conferendo rilevanza attuale ai dati e alle evidenze raccolte.

CONCLUSIONI

Gli interventi di esercizio fisico, in particolare l'esercizio contro resistenza, sono essenziali per affrontare le problematiche legate alla sarcopenia e all'obesità negli anziani. I risultati indicano che un approccio combinato che includa sia esercizi aerobici che di resistenza offre i massimi benefici; la frequenza ottimale sembra essere quella di due volte settimanali e la durata dell'intervento sebbene già in grado dopo 12 settimane di produrre miglioramenti a livello di forza muscolare e di performance fisica globale, dovrebbe essere protratta fino a 24 settimane per ottenere migliori risultati in termini di modifica della composizione corporea e riduzione dell'infiammazione. Le future ricerche dovrebbero concentrarsi su protocolli di esercizio maggiormente standardizzati e su strategie per implementare questi programmi in contesti clinici e comunitari, al fine di migliorare ulteriormente la salute e il benessere degli anziani con obesità sarcopenica.

BIBLIOGRAFIA

- 1) Alizadeh Pahlavani H. *Exercise therapy for people with sarcopenic obesity: myokines and adipokines as effective actors. Front Endocrinol (Lausanne) (2022)*
- 2) American College of Sports Medicine. *American College of Sports Medicine position stand. Progression models in resistance training for healthy adults. Med Sci Sports Exerc. 2009*
- 3) Asrih M, Wei S, Nguyen TT, Yi HS, Ryu D, Gariani K. *Overview of growth differentiation factor 15 in metabolic syndrome. J Cell Mol Med (2023)*
- 4) Atkins JL, Whincup PH, Morris RW, Lennon LT, Papacosta O, Wannamethee SG. *Sarcopenic obesity and risk of cardiovascular disease and mortality: a population-based cohort study of older men. J Am Geriatr Soc (2014)*
- 5) Barazzoni R, Bischoff S, Boirie Y, Busetto L, Cederholm T, Dicker D, et al. *Sarcopenic obesity: time to meet the challenge. Clin Nutr, (2018)*
- 6) Batsis JA, Mackenzie TA, Barre LK, Lopez-Jimenez F, Bartels SJ. *Sarcopenia, sarcopenic obesity and mortality in older adults: results from the national health and nutrition examination survey III. Eur J Clin Nutr (2014)*
- 7) Calvani, R., Tosato, M., & Landi, F. (2016). *The Aging Muscle and Sarcopenia: Interaction with Diet and Nutrition. In Molecular Basis of Nutrition and Aging (pp. 355-361)*
- 8) Debes WA, Sadaqa M, Németh Z, Aldardour A, Prémusz V, Hock M. *Effect of Resistance Exercise on Body Composition and Functional Capacity in Older Women with Sarcopenic Obesity-A Systematic Review with Narrative Synthesis. J Clin Med. 2024*
- 9) Deyhle, M. R., Gier A. M., Evans K. C., Eggett D. L., Nelson W. B., Parcell A. C., et al. 2015. *Skeletal muscle inflammation following repeated bouts of lengthening contractions in humans.*
- 10) Donini LM, Busetto L, Bischoff SC, Cederholm T, Ballesteros-Pomar MD, Batsis JA, Bauer JM, Boirie Y, Cruz-Jentoft AJ, Dicker D, Frara S, Frühbeck G, Genton L, Gepner Y, Giustina A, Gonzalez MC, Han HS, Heymsfield SB, Higashiguchi T, Laviano A, Lenzi A, Nyulasi I, Parrinello E, Poggiogalle E, Prado CM, Salvador J, Rolland Y, Santini F, Serlie MJ, Shi H, Sieber CC, Siervo M, Vettor R, Villareal DT, Volkert D, Yu J, Zamboni M, Barazzoni R. *Definition and diagnostic criteria for sarcopenic obesity: ESPEN and EASO consensus statement. Clin Nutr. 2022*
- 11) Donini LM et al., *Critical appraisal of definitions and diagnostic criteria for sarcopenic obesity based on a systematic review, Clinical Nutrition, 2019*
- 12) D.S.f.O.A. *American Geriatrics Society Workgroup on Vitamin. Recommendations abstracted from the American geriatrics society consensus statement on vitamin d for prevention of falls and their consequences. J Am Geriatr Soc (2014)*
- 13) Ebersbach G, Edler D, Kaufhold O, Wissel J. *Whole body vibration versus conventional physiotherapy to improve balance and gait in parkinson's disease. Arch Phys Med Rehabil (2008)*
- 14) Eurostat, *Struttura della popolazione e invecchiamento, 2022*
- 15) Filipovic A., Grau M., Kleinoder H., Zimmer P., Hollmann W., Bloch W. (2016). *Effects of a whole-body electrostimulation program on strength, sprinting, jumping, and kicking capacity in elite soccer players.*
- 16) Gallagher D, DeLegge M (2011) *Body composition (sarcopenia) in obese patients: implications for care in the intensive care unit. J Parenter Enteral Nutr 35:21*

- 17) Ghiotto L, Muollo V, Tatangelo T, Schena F, Rossi AP. Exercise and physical performance in older adults with sarcopenic obesity: A systematic review. *Front Endocrinol (Lausanne)*. (2022)
- 18) Goisser S, Kemmler W, Porzel S, Volkert D, Sieber CC, Bollheimer LC, et al. Sarcopenic obesity and complex interventions with nutrition and exercise in community-dwelling older persons—a narrative review. *Clin Interv Aging* (2015)
- 19) Ibañez J, Izquierdo M, Argüelles I, Forga L, Larión JL, García-Unciti M, Idoate F, Gorostiaga EM. Twice-weekly progressive resistance training decreases abdominal fat and improves insulin sensitivity in older men with type 2 diabetes. *Diabetes Care*. 2005
- 20) Janssen I, Heymsfield SB, Ross R. Low relative skeletal muscle mass (sarcopenia) in older persons is associated with functional impairment and physical disability. *J Am Geriatr Soc*. 2002
- 21) Kemmler W, Kohl M, Freiburger E, et al. Effect of whole-body electromyostimulation and / or protein supplementation on obesity and cardiometabolic risk in older men with sarcopenic obesity: the randomized controlled FransO trial. *BMC Geriatr* 18, 70 (2018)
- 22) Kennedy B. “Geroscience: linking aging to chronic disease” *Cell*. 2014
- 23) Kraemer WJ, Ratamess NA. *Fundamentals of resistance training: progression and exercise prescription*. Med Sci Sports Exerc. 2004
- 24) L. da Silva Gonçalves, Leonardo Santos Lopes da Silva, C.J. Rodrigues Benjamim, M.F. Tasiñafó, L. Bohn, G. Ferreira Abud, G.U. Ortiz, E.C. de Freitas, *The Effects of Different Exercise Training Types on Body Composition and Physical Performance in Older Adults with Sarcopenic Obesity: A Systematic Review and Meta-Analysis*, *The Journal of nutrition, health and aging*, (2023),
- 25) Larsson L. et al. “Sarcopenia: Aging-Related Loss of Muscle Mass and Function” *Physiol Rev*. 2019 Jan
- 26) Law T. et al. “Resistance Exercise to Prevent and Manage Sarcopenia and Dynapenia” *Annu Rev Gerontol Geriatr*. 2016
- 27) Paoli A, Moro T, Marcolin G, Neri M, Bianco A, Palma A, Grimaldi K. High-Intensity Interval Resistance Training (HIRT) influences resting energy expenditure and respiratory ratio in non-dieting individuals. *J Transl Med*. 2012
- 28) Parrinello E, Donini L.M *Obesità sarcopenica*. *L’Endocrinologo* 2020
- 29) Phillips SM, Paddon-Jones D, Layman DK. *Optimizing Adult Protein Intake During Catabolic Health Conditions*. *Adv Nutr*. 2020
- 30) Porter Starr KN, Pieper CF, Orenduff MC, McDonald SR, McClure LB, Zhou R, et al. Improved function with enhanced protein intake per meal: a pilot study of weight reduction in frail, obese older adults. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci* (2016)
- 31) Rossi AP, Bianchi L, Volpato S, Bandinelli S, Guralnik J, Zamboni M, et al. Dynapenic abdominal obesity as a predictor of worsening disability, hospitalization, and mortality in older adults: results from the InCHIANTI study. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci* 2017
- 32) Sala V, Moja L, Moschetti I, Bidoli S, Pistotti V, Liberati A. *Revisioni sistematiche - Breve guida all’uso Centro Cochrane Italiano* 2006
- 33) Schoenfeld BJ. *The mechanisms of muscle hypertrophy and their application to resistance training*. *J Strength Cond Res*. 2010

- 34) Shulman GI. *Cellular mechanisms of insulin resistance. J Clin Invest* (2000)
- 35) Smith C. et al. "Sarcopenia definition: Does it really matter? Implications for resistance training" *Ageing Res Rev* 2022
- 36) Strasser B, Schobersberger W. *Evidence for resistance training as a treatment therapy in obesity. J Obes.* 2011
- 37) United Nations. *World Population Ageing; United Nations: New York, NY, USA, 2019; p. 2.*
- 38) Veronese N, Cooper C, Reginster JY, Hochberg M, Branco J, Bruyère O, Chapurlat R, Al-Daghri N, Dennison E, Herrero-Beaumont G, Kaux JF, Maheu E, Rizzoli R, Roth R, Rovati LC, Uebelhart D, Vlaskovska M, Scheen A. *Type 2 diabetes mellitus and osteoarthritis. Semin Arthritis Rheum.* 2019
- 39) Villareal DT, Chode S, Parimi N, Sinacore DR, Hilton T, Armamento-Villareal R, Napoli N, Qualls C, Shah K. *Weight loss, exercise, or both and physical function in obese older adults. N Engl J Med.* 2011
- 40) Wei S, Nguyen TT, Zhang Y, Ryu D and Gariani K (2023) *Sarcopenic obesity: epidemiology, pathophysiology, cardiovascular disease, mortality, and management. Front. Endocrinol.*
- 41) WHO, *The estimates confirm the trend for longevity: lifespans are getting longer. (2019)*
- 42) Zhang X, Xie X, Dou Q, Liu C, Zhang W, Yang Y, et al. *Association of sarcopenic obesity with the risk of all-cause mortality among adults over a broad range of different settings: a updated meta-analysis. BMC Geriatr* (2019)
- 43) Zhuang M, Jin M, Lu T, Lu L, Ainsworth BE, Liu Y, Chen N. *Effects of three modes of physical activity on physical fitness and hematological parameters in older people with sarcopenic obesity: A systematic review and meta-analysis. Front Physiol.* (2022)