

INDICE

PARTE INTRODUTTIVA	4
1) L' INVECCHIAMENTO	4
1.1) Definizione di invecchiamento.....	4
1.2) Uno sguardo all'invecchiamento.....	5
1.3) Fisiologia dell'invecchiamento	8
2) LA SARCOPENIA	10
2.1) Definire la Sarcopenia	10
2.2) Epidemiologia	12
2.3) Classificazione della Sarcopenia	14
2.4) Stadi evolutivi della Sarcopenia	15
2.5) Eziopatogenesi e fattori di rischio della Sarcopenia.....	16
2.6) Criteri diagnostici della Sarcopenia.....	20
2.7) Inquadramento clinico	25
2.8) Sarcopenia, salute e autosufficienza	25
2.9) Prevenzione e gestione della Sarcopenia	27
3) L'ESERCIZIO TERAPEUTICO.....	29
3.1) Definizione di Esercizio Terapeutico.....	29
3.2) Indicazioni per l'Esercizio Terapeutico	30
3.3) Controindicazioni all'Esercizio Terapeutico.....	30
3.4) Complicanze dovute all'Esercizio Terapeutico.....	31
3.5) Importanza clinica dell'Esercizio Terapeutico	31
4) TIPOLOGIE DI ESERCIZIO TERAPEUTICO	33
4.1) Caratteristiche generali	33
4.2) Esercizi di Rinforzo o contro Resistenza	34

4.3) Esercizi di Resistenza	36
4.4) Esercizi di Flessibilità.....	39
4.5) Esercizi di Equilibrio e Coordinazione.....	39
PARTE SPERIMENTALE.....	40
DICHIARAZIONE D’INTENTI	40
MATERIALI E METODI	40
Titolo.....	40
Obiettivo dello Studio.....	40
Strategie di Ricerca.....	41
Criteri di Inclusione.....	41
Criteri di Esclusione	42
RISULTATI	42
Sintesi dei risultati della ricerca in letteratura.....	42
Descrizione degli Studi.....	43
<i>Primo studio</i>	43
<i>Secondo studio</i>	44
<i>Terzo studio</i>	45
<i>Quarto studio</i>	47
<i>Quinto studio</i>	48
<i>Sesto studio</i>	50
<i>Settimo studio</i>	51
<i>Ottavo studio</i>	53
<i>Nono studio</i>	55
<i>Decimo studio</i>	57
DISCUSSIONE.....	59
Analisi Dei Risultati	59

CONCLUSIONI	65
RINGRAZIAMENTI	67
BIBLIOGRAFIA E SITOGRAFIA	68

PARTE INTRODUTTIVA

1) L' INVECCHIAMENTO

1.1) Definizione di invecchiamento

L'invecchiamento può essere definito come un processo continuo e graduale di regressione delle funzioni corporee e fisiologiche che ha inizio già dalla prima età adulta. In base alle definizioni che vengono adottate ufficialmente, ad oggi, una persona viene considerata anziana al compimento del sessantacinquesimo anno di età: la motivazione di questa scelta ha una base storica e non biologica, attribuita a Otto Von Bismarck, cancelliere tedesco del XIX secolo.

Questa età, infatti, si avvicina molto all'effettiva età di pensionamento in molti paesi economicamente avanzati.

L'età, associata all'invecchiamento, è un concetto molto ampio che può essere considerato come:

- Età cronologica: rappresenta l'età della persona in anni e non è strettamente collegata al concetto di salute; sono le problematiche di salute che insorgono con l'invecchiamento, piuttosto che l'invecchiamento fisiologico stesso, a causare la perdita di funzionalità.
- Età biologica: fa riferimento ai cambiamenti che avvengono nell'organismo con l'invecchiamento e viene valutata in base a valori standard di riferimento; è influenzata anche dall'ambiente esterno, dallo stile di vita e dalle abitudini.
- Età psicologica: riguarda le modalità di azione, la capacità adattiva ed il modo in cui la persona si sente con sé stessa e in relazione con gli altri.

Per definire le fasi dell'anzianità, una delle metodologie maggiormente usate, è quella di suddividerla in quattro sottogruppi:

- giovani anziani (64-74 anni)
- anziani (75-84 anni)
- grandi vecchi (85-99 anni)
- centenari (> 99 anni)

In seguito all'aumentare dell'aspettativa di vita nei paesi industrializzati, in occasione del 63° Congresso Nazionale della SIGG (Società Italiana di Gerontologia e Geriatria) tenutosi a Roma a Novembre 2018, è stata avanzata la proposta di aggiornare il concetto di anzianità portando l'età soglia a 75 anni poiché, al giorno d'oggi, una persona di 65 anni è, molto spesso, fisicamente e cognitivamente simile ad un quarantacinquenne di trent'anni fa.

Tuttavia, tale proposta ha solo un valore locale e non potrebbe essere applicata in molte parti del mondo, come per esempio in Africa, dove l'aspettativa di vita è inferiore a 75 anni. (1)(2)

1.2) Uno sguardo all'invecchiamento

Negli ultimi decenni è avvenuta una crescita molto rapida della popolazione mondiale, caratterizzata da una maggiore longevità e maggior diseguaglianza tra le varie fasce d'età.

La popolazione mondiale sta, quindi, invecchiando: questo fenomeno è dovuto ad una diminuzione a lungo termine dei tassi di fertilità in concomitanza ad un aumento dell'aspettativa di vita.

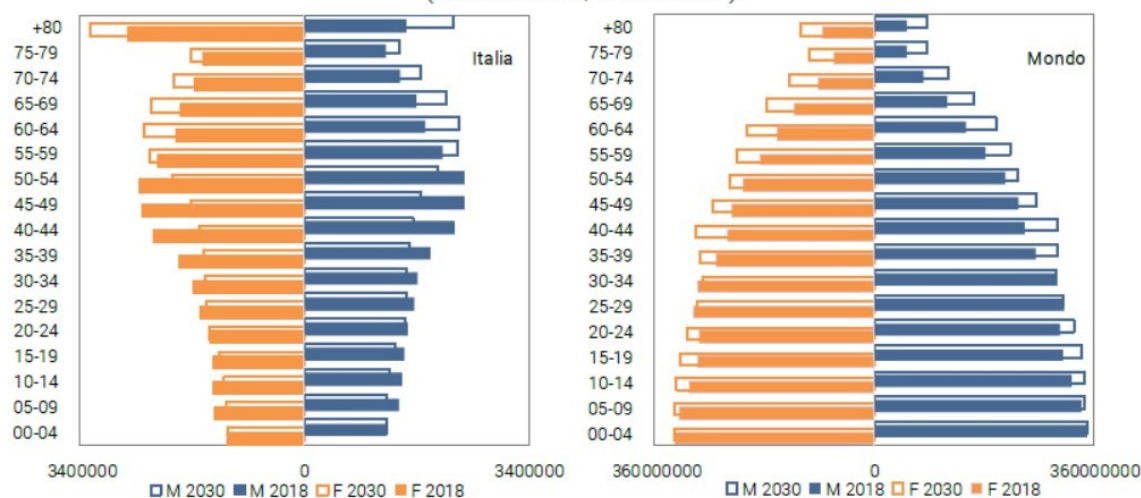
Tale longevità è dovuta a diversi fattori come il miglioramento delle condizioni di vita, i progressi della sanità pubblica, della medicina e una maggior consapevolezza dei benefici connessi ad uno stile di vita più sano.

Viene stimato che entro il 2030 ci saranno circa 8,5 miliardi di persone e il numero degli over 65 passerà da 674 milioni nel 2018 a un miliardo nel 2030 (oltre un over 65 ogni 10 abitanti).

Graficamente, la popolazione per classi di età viene rappresentata con una piramide, la cosiddetta piramide demografica, dove ogni barra rappresenta la numerosità associata ad una specifica classe di età, in valore assoluto o in percentuale, della popolazione totale (fig.1).

La piramide demografica in Italia e nel mondo

(Valori assoluti, 2018 e 2030)



1

Si può notare come la forma della distribuzione della popolazione italiana risulti abbastanza lontana dalla classica forma piramidale: questo perché, in Italia, la popolazione non è distribuita in modo uniformemente decrescente al crescere dell'età, come invece risulta per la popolazione mondiale.

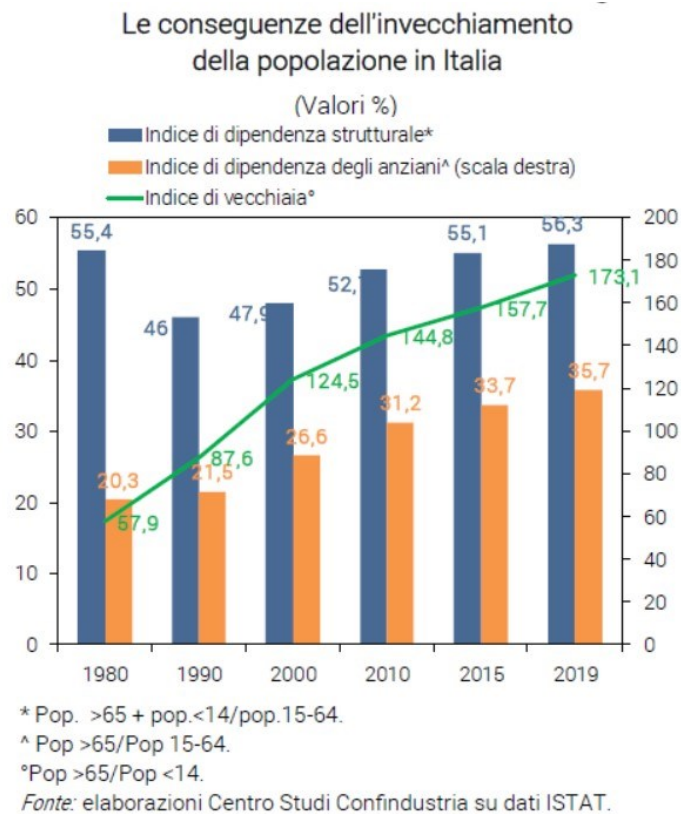
Infatti, la forma a piramide relativa alla popolazione mondiale viene mantenuta poiché l'aumento della longevità viene compensato dall'alto tasso di natalità dei paesi emergenti e meno sviluppati, che assicura il ricambio generazionale.

L'Italia presenta una popolazione nella media molto longeva (85 anni per le donne e 81 per gli uomini) e una percentuale di over 65 tra le più alte al mondo: si è riscontrato un graduale aumento dall'11% nel 2012 ad un 22,8% (13,6 milioni) nel 2018; la previsione è di una crescita ininterrotta fino al 2047 quando si arriverà ad un 34% (circa 20 milioni).

L'indice di dipendenza degli anziani, ossia il rapporto tra la popolazione in età pensionabile (65 anni e più) e la popolazione in età attiva (15-64 anni) si attesta al 35,7%; questo significa che in Italia si incontra un soggetto over 65 ogni 3 persone attive.

¹ <https://www.confindustria.it/home/centro-studi/temi-di-ricerca/scenari-geoeconomici/dettaglio/silver-economy-l-economia-della-terza-eta-consumi-ricchezza-e-nuove-opportunita-per-le-imprese>

L'indice di vecchiaia, definito come il rapporto tra i soggetti over 65 e la popolazione giovane (0-14 anni) ha raggiunto nel 2018 il valore massimo storico del 173,1% per cui in Italia, ogni 100 giovani, si incontrano 173 anziani (fig.2). (3)



2

Il valore italiano, inoltre, risulta quello più elevato in Europa (31%) e il secondo al mondo dopo il Giappone (46%); (4).

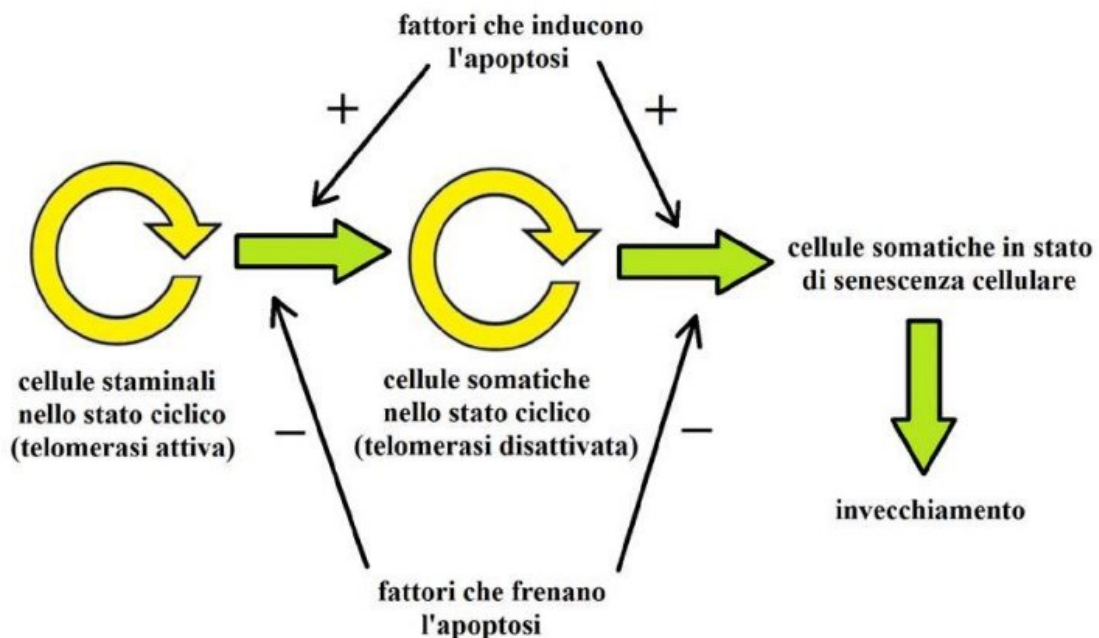
² <https://www.confindustria.it/home/centro-studi/temi-di-ricerca/scenari-geo-economici/dettaglio/silver-economy-l-economia-della-terza-eta-consumi-ricchezza-e-nuove-opportunita-per-le-imprese>

1.3) Fisiologia dell'invecchiamento

L'invecchiamento, più o meno precoce, dipende dalla minore o maggiore capacità di replicazione cellulare, che è determinata geneticamente, e dalla correlata senescenza cellulare secondo il “modello generale dell'invecchiamento basato sulla senescenza cellulare” di Fossel (Fossel 2004).

La senescenza cellulare rappresenta lo stato in cui la cellula non è più in grado di proliferare con conseguente perdita della funzione fisiologica; questo processo può essere causato da meccanismi diversi come l'alterazione del DNA, lo stress ossidativo, l'accorciamento dei telomeri e l'attivazione degli oncogeni (fig.3).

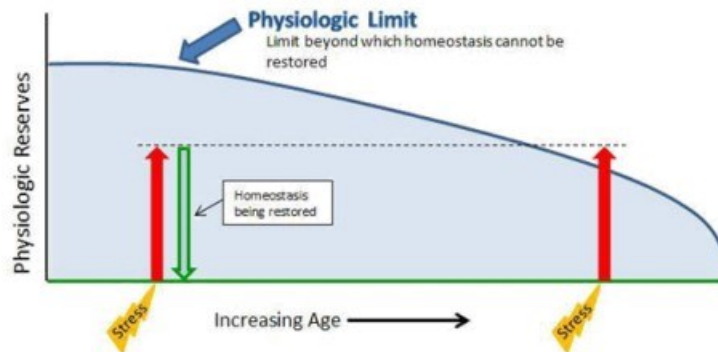
3



Centrale è il principio dell'omeostasi, ossia la capacità dell'organismo di autoregolazione per mantenere costante il proprio ambiente interno al variare delle condizioni che interessano l'ambiente esterno; l'omeostasi, infatti, prevede meccanismi che permettono di mantenere l'equilibrio degli organi e dell'intero organismo. (5)

³ Come e perché invecchiamo: la via per una longevità illimitata – Giacinto Libertini – 2017, Edizioni Accademiche Italiane.

Si parla di omeostenosi quando le capacità omeostatiche del soggetto anziano sono compromesse dalla riduzione delle riserve funzionali dei vari organi e sistemi (fig.4); questa riduzione dipende in buona parte proprio dalla senescenza delle cellule che costituiscono gli organi e gli apparati.



4

Di conseguenza, il soggetto anziano fatica a mantenere la funzionalità necessaria in occasione di un aumento delle richieste all'organismo stesso (ad esempio uno sforzo fisico come fare le scale).

Questa condizione è tipica dell'anziano e porta ad un aumento della vulnerabilità degli organi alle patologie e alle sindromi geriatriche: infatti, l'associazione tra insorgenza di malattie croniche ed età del soggetto è comprovata.

Con l'invecchiamento la composizione corporea subisce diversi cambiamenti: la massa muscolare diminuisce assieme alla produzione di creatinina; si ha una diminuzione della massa ossea e aumenta la massa grassa che va a depositarsi anche all'interno degli organi e nel muscolo; inoltre, il volume idrico e, di conseguenza, il volume plasmatico si riducono portando squilibri tra i settori intra ed extra cellulari, oltre a determinare disidratazione. (6)(7)

⁴ https://www.sigg.it/wp-content/uploads/2018/05/Item-17_Mutamenti-fisiologici-con-let%C3%A0-di-organi-ed-apparati-che-contribuiscono-alla-riduzione-delle-riserve-omeostatiche-omeostenosi.pdf

2) LA SARCOPENIA

2.1) Definire la Sarcopenia

Il termine Sarcopenia è costituito da due parole di origine greca, “sarx” e “penia” che significano rispettivamente “carne” e “perdita”: fu così che nel 1989 venne definita la perdita della massa muscolare correlata all’età da Irwin Rosenberg.

Secondo il pensiero di Rosenberg il concetto principale alla base della Sarcopenia era la riduzione della quantità della muscolatura scheletrica mentre la diminuzione in termini di forza veniva considerato una conseguenza rispetto alla perdita di massa muscolare.

Successivamente nel 2008 fu introdotto il concetto di Dinapenia per indicare la riduzione isolata della forza muscolare (Clark, Manini, 2008), determinando un’evoluzione nel paradigma della Sarcopenia introducendo gli effetti della riduzione di massa e forza muscolare sulle prestazioni fisiche.

Negli ultimi due decenni diversi gruppi di lavoro hanno proposto varie definizioni di Sarcopenia poiché, ancora, non esisteva una definizione universalmente accettata.

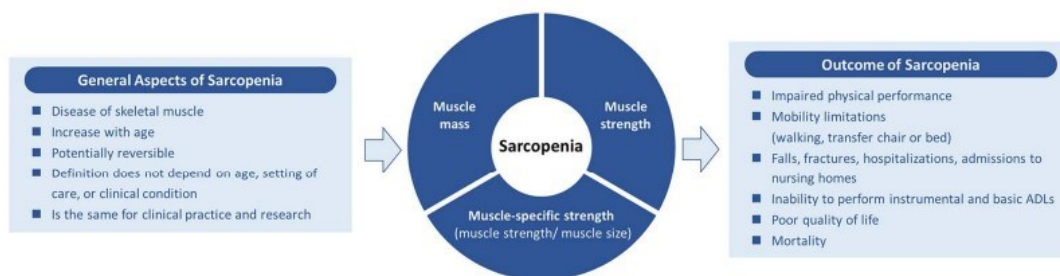
The European Working Group on Sarcopenia in Older People 2 (EWGSOP2) definisce la Sarcopenia come un “*disturbo muscolare progressivo e generalizzato associato ad un aumento di probabilità di esiti avversi, tra cui cadute, fratture, disabilità fisica e mortalità*” (Cruz-Jentoft et al., 2019).

Invece, l’Asian Working Group for Sarcopenia (AWGS) definisce la patologia come “perdita, correlata all’età, della massa muscolare scheletrica assieme a perdita di forza muscolare e/o prestazioni fisiche ridotte” (Chen et al., 2020).

La prima definizione sottolinea le conseguenze di tale condizione mentre la seconda si sofferma sui riscontri fisiologici anomali associati all’età.

E' recente la formazione del GLIS, The Global Leadership Initiative In Sarcopenia, un comitato formato dai rappresentanti dei principali gruppi di lavoro internazionali sulla Sarcopenia, che ha sviluppato la prima definizione universale del concetto di Sarcopenia nella quale la massa muscolare, la forza muscolare e la forza muscolare specifica sono state accettate come componenti della Sarcopenia mentre la compromissione delle prestazioni fisiche viene accettata come un risultato e non come una componente; tale definizione sarà usata per svilupparne una di tipo operativo che possa essere utilizzata in ambito clinico e nella ricerca (fig.5).

5



Nell'attesa, quindi, di ulteriori sviluppi la Sarcopenia può essere definita come una sindrome caratterizzata dalla generalizzata e progressiva perdita di massa, forza muscolare e/o performance al quale consegue un rischio aumentato di disabilità, scarsa qualità di vita, cadute, complicanze avverse e mortalità. (8)(9)(10)

⁵ <https://academic.oup.com/ageing/article/53/3/afae052/7633681?searchresult=1>

2.2) Epidemiologia

La Sarcopenia è codificata attualmente nel sistema internazionale di classificazione delle patologie (International Classification of Disease, ICD-10) ed è inserita nella macrocategoria “patologie del sistema muscoloscheletrico e del tessuto connettivo” (codice ICD-10: M62.84).

Si osserva uno stretto rapporto di correlazione tra la prevalenza di Sarcopenia e l'età: la sua prevalenza aumenta all'avanzare dell'età e si manifesta maggiormente nei soggetti sopra i 65 anni; è una condizione variabile che dipende sia dal tipo di popolazione considerata ma anche dalla metodologia di screening utilizzata (fig.6).

6

Bibliografia	Metodi	Popolazione di riferimento	N	Età (anni)	Prevalenza
Baumgartner et al., 1998	Anthropometrics	Rosetta study	883	61-70 71-80 ≥ 80	13% 24% 50%
Morley et al., 2001	DXA	Rosetta study	199	< 70 ≥ 80	12% 30%
Janssen et al., 2002	BIA	Nhanes III	2,224 (m) 2,278 (f)	≥ 60 ≥ 60	7% 10%
Newman et al., 2003	DXA	Health ABC	1,435 (m) 1,549 (f)	70-79	20% 20%
Jansson et al., 2004	BIA	Cardiovascular Health Study	2,196 (m) 2,840 (f)	≥ 65	17% 11%

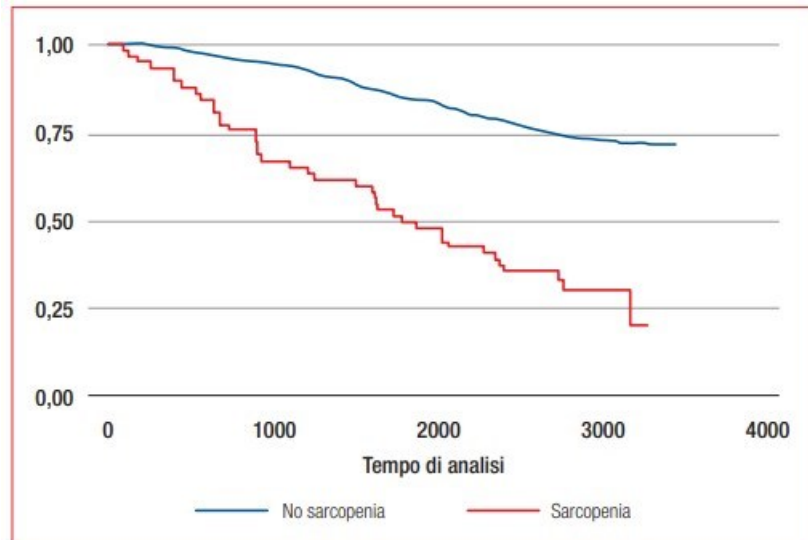
In generale, si stima che la prevalenza globale della Sarcopenia, in accordo con i criteri EWGSOP del 2018, sia dell'11% (Cruz-Jentoft, et al., 2019).

In base alle differenze etnia-specifiche sembra essere più frequente nella popolazione non asiatica rispetto a quella asiatica mentre, rispetto alle differenze di genere, la prevalenza maggiore viene riscontrata nei soggetti maschi, soprattutto se istituzionalizzati, che presentano un basso Body Mass Index (BMI).

⁶ https://www.simg.it/Riviste/rivista_simg/2017/01_2017/7.pdf

Uno studio del 2015 (Hirani et al., 2015), condotto su 1705 soggetti che presentavano un'età media di 77 anni, ha dimostrato la presenza di un'associazione molto forte tra Sarcopenia e rischio di disabilità aumentato (11,3%), istituzionalizzazione (11,2%) e mortalità (31,9%) rispetto ai soggetti non sarcopenici (fig.7). (11)(12)

7



⁷ https://www.simg.it/Riviste/rivista_simg/2017/01_2017/7.pdf

2.3) Classificazione della Sarcopenia

Secondo i criteri EWGSOP (Cruz-Jentoft et al., 2010) la Sarcopenia viene classificata in base alla causa in:

- Sarcopenia Primaria o Primitiva: è correlata all'età, quindi non vengono identificate cause diverse dall'invecchiamento; i meccanismi fisiopatologici principali che la caratterizzano riguardano meccanismi di senescenza cellulare, cambiamenti ormonali, disfunzione mitocondriale e processi pro-apoptotici.
- Sarcopenia Secondaria: sono identificabili una o più cause dovute, principalmente, all'azione di un'inflammatione cronica.

Nello specifico la Sarcopenia Secondaria può essere:

- Attività-correlata (dovuta ad allettamento, stile di vita sedentario).
- Patologia-correlata (dovuta a una grave disfunzione d'organo, patologie disendocrine, malattie infiammatorie, neoplasie).
- Nutrizione-correlata (dovuta ad una dieta inadeguata, scarso apporto calorico e/o proteico, malassorbimento).

La Sarcopenia può essere classificata anche in base alla sua durata e secondo questo criterio viene distinta in:

- Sarcopenia Acuta: presenta una durata inferiore ai 6 mesi ed è generalmente causata da eventi traumatici (come la frattura di femore) che determinano una transitoria riduzione della quantità/qualità della massa muscolare e della forza, recuperabile grazie ad un adeguato percorso riabilitativo.
- Sarcopenia Cronica: ha una durata superiore ai 6 mesi ed è in genere legata al processo di invecchiamento (quindi una Sarcopenia Primitiva) oppure può essere una Sarcopenia Secondaria a condizione progressiva (11)(12)(13).

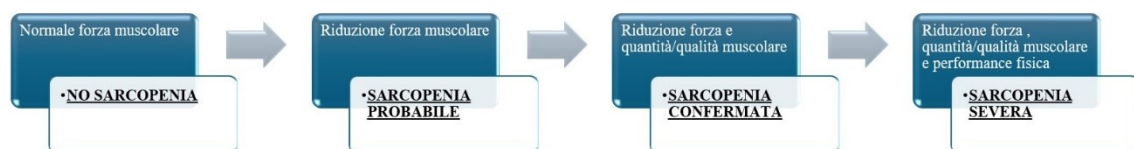
2.4) Stadi evolutivi della Sarcopenia

Secondo i criteri proposti dal gruppo di lavoro EWGSOP nel 2010 la diagnosi di Sarcopenia è basata sulla documentazione di bassa massa muscolare associata alla presenza di forza muscolare ridotta e/o scarsa performance fisica.

Lo stesso gruppo di lavoro, nel 2018, ha aggiornato tali criteri dando maggior risalto all'ipostenia rispetto che all'ipotrofia muscolare come nuovo elemento centrale della diagnosi.

Utilizzando questi criteri vengono individuati tre stadi di Sarcopenia che permettono di tracciare la progressione della sindrome:

1. **SARCOPENIA PROBABILE** (pre-sarcopenia nella classificazione precedente): riduzione della forza muscolare.
2. **SARCOPENIA CONFERMATA**: riduzione della forza muscolare e alterazione della quantità e della qualità del muscolo.
3. **SARCOPENIA SEVERA**: riduzione della forza muscolare, alterazione della quantità e della qualità del muscolo e riduzione della performance fisica.



8

Studi recenti hanno mostrato che, nel tempo, possano verificarsi transizioni tra i vari stadi della Sarcopenia, sia peggiorative che migliorative (Trevisan, et al., 2022); il più dinamico sembra essere lo stadio di Sarcopenia probabile, soprattutto per quanto riguarda la possibilità di regressione verso l'assenza di Sarcopenia (11)(12)(13).

⁸ Progressione della Sarcopenia

2.5) Eziopatogenesi e fattori di rischio della Sarcopenia

Nella patogenesi della Sarcopenia sono diversi i meccanismi biologici coinvolti e, per tale motivo, si parla di genesi multifattoriale: questa sindrome, infatti, è il risultato di squilibri tra i processi catabolici e anabolici che avvengono a livello muscolare.

Il trofismo muscolare è determinato dalla presenza di un equilibrio tra stimoli catabolici, ossia la distruzione e degenerazione delle fibre muscolari e anabolici, ovvero la rigenerazione e la costruzione del tessuto muscolare.

Tra gli stimoli anabolici si identificano:

- Testosterone
- Insulina
- Aminoacidi
- IGFs (fattori di crescita insulino-simili)
- GH (ormone della crescita)
- Adrenalina
- Esercizio fisico

Tra gli stimoli catabolici si identificano:

- Glucagone
- Citochine
- Catecolamine
- Cortisolo
- Esercizio fisico intenso

Nei soggetti anziani tende ad esserci una prevalenza maggiore dello stato catabolico associato al fisiologico processo di invecchiamento, soprattutto in concomitanza di particolari condizioni come, ad esempio, le comorbidità.

A livello fisiopatologico lo sviluppo della Sarcopenia viene determinato da diversi fattori; le cause principali riconosciute sono:

- Alterazione dello stato ossido-riduttivo cellulare
- Aumentata produzione di citochine (IL-1, IL6, TNF- α ...)
- Riduzione dei livelli degli ormoni sessuali
- Riduzione dei livelli dell'ormone della crescita e IGF-1
- Cambiamenti neuromuscolari
- Malnutrizione (soprattutto deficit protido-energetico)
- Inattività fisica

Un ruolo causativo o protettivo è svolto anche dai farmaci: in un recente studio (Campins et al., 2016) hanno descritto come gli ACE-inibitori, le incretine, il formoterolo, l'allopurinolo e la vitamina D svolgano un ruolo protettivo sulla funzionalità muscolare mentre i glinidi, le sulfaniluree e le statine possano determinare effetti dannosi sul metabolismo muscolare.

Anatomicamente il muscolo scheletrico è formato da fibrocellule muscolari (miociti), da tessuto connettivo di sostegno e tessuto adiposo; fisiologicamente, invece, viene identificata come unità funzionale di base la cosiddetta unità motoria che è formata da un motoneurone e da tutte le fibre muscolari che sono da esso innervate.

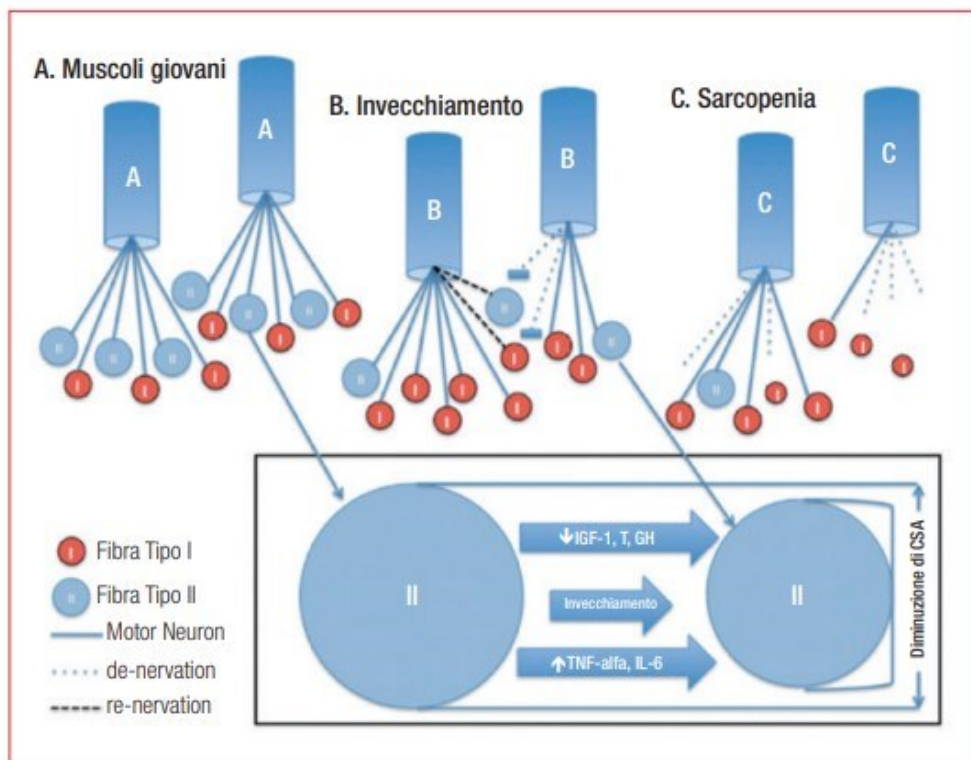
Le fibre muscolari scheletriche possono essere classificate in (14):

- Fibre di Tipo I: sono fibre ossidative lente che utilizzano la respirazione aerobica (ossigeno e glucosio); si contraggono a bassa potenza per lunghi periodi e sono lente ad affaticarsi.

- Fibre di Tipo IIa: sono fibre ossidative veloci che utilizzano principalmente la respirazione aerobica ma possono, all'occorrenza, passare alla respirazione anaerobica (glicolisi); si affaticano più rapidamente delle fibre di Tipo I.
- Fibre di Tipo IIb: sono fibre glicolitiche veloci che utilizzano principalmente la glicolisi anaerobica; si affaticano più rapidamente delle altre tipologie.

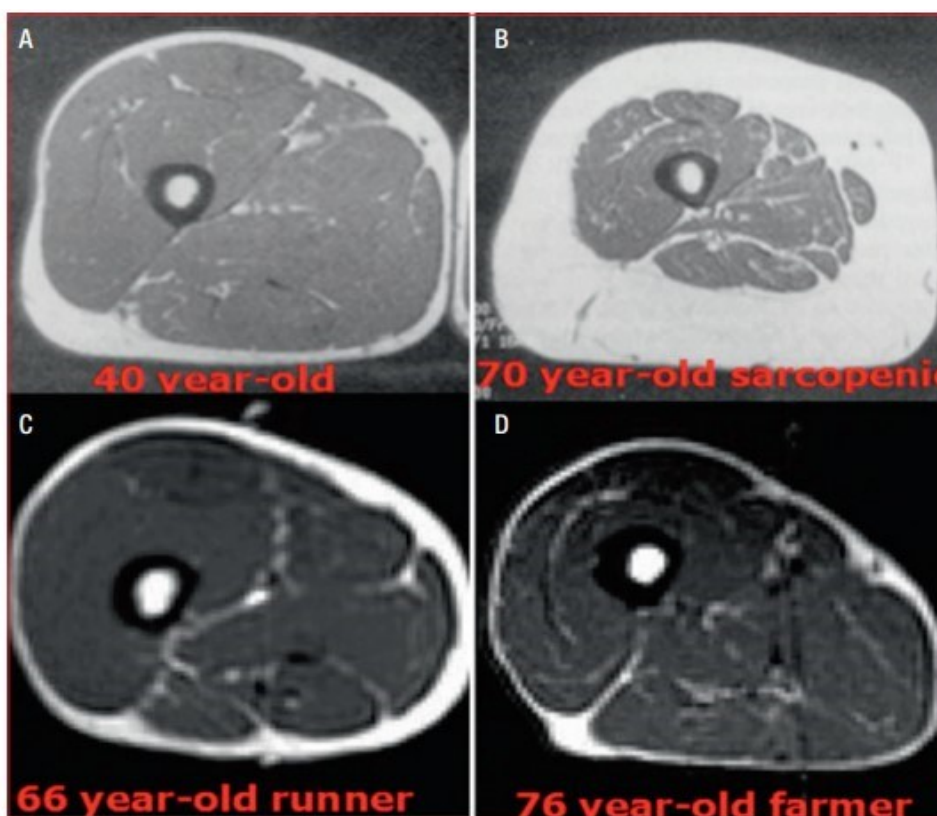
Con il processo di invecchiamento e, in particolar modo, nei pazienti sarcopenici si verifica una riduzione del diametro delle fibre muscolari e una perdita progressiva di fibre rapide, le quali vengono sostituite da fibre lente da parte dei motoneuroni adiacenti (fig.9); a livello clinico questo processo si traduce in una riduzione di forza, di velocità del cammino e della coordinazione dei movimenti.

9



⁹ https://www.simg.it/Riviste/rivista_simg/2017/01_2017/7.pdf

Questo fenomeno di rimodellamento muscolare risulta, così, un processo molto dinamico e anche il muscolo del soggetto anziano, se sottoposto a determinati stimoli, mantiene la capacità di rispondere e di adeguarsi a nuove richieste; si è infatti dimostrato che lo sviluppo della massa muscolare può essere influenzato anche solamente dallo stile di vita (fig.10). (11)(12)(13)(15)



10

¹⁰ https://www.simg.it/Riviste/rivista_simg/2017/01_2017/7.pdf
Rappresentazione della massa muscolare della coscia in un soggetto di 40 anni (A), in un anziano sarcopenico di 70 anni (B), in un corridore di 66 anni (C) e in un agricoltore di 76 anni (D).

2.6) Criteri diagnostici della Sarcopenia

Come per la definizione di Sarcopenia, sono diversi i gruppi di ricerca che hanno proposto strumenti valutativi per la patologia e, anche se non è stata ancora raggiunta l'unanimità relativamente alle soglie diagnostiche, le modalità e gli strumenti per la misura degli outcome sono comunque condivisi dalle principali società scientifiche.

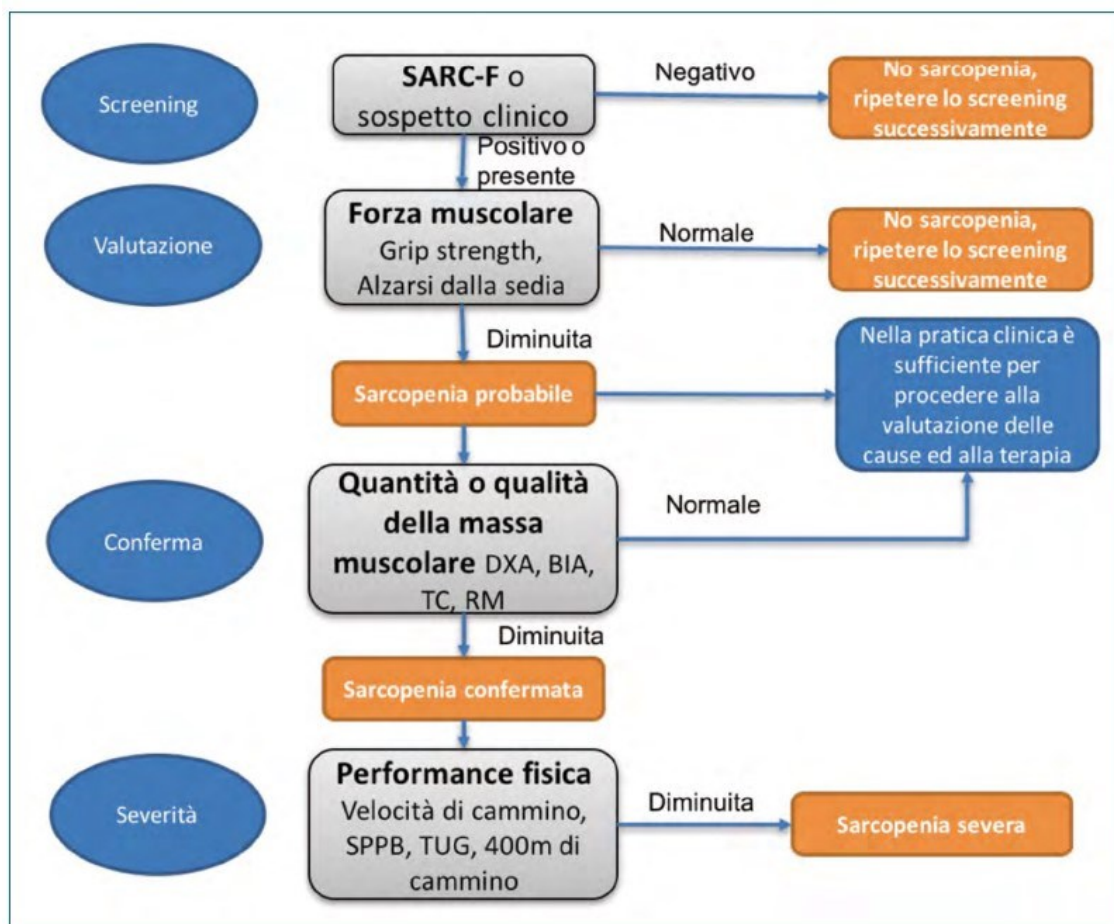
In primo luogo, viene proposta la somministrazione di un questionario come approccio di screening, il SARC-F, che è composto da cinque domande volte ad indagare:

1. Forza muscolare
2. Necessità di assistenza nella deambulazione
3. Difficoltà ad alzarsi da una sedia
4. Difficoltà nel salire le scale
5. Numero di cadute nell'ultimo anno

Viene assegnato un valore da 0 a 2 ad ogni item per un punteggio massimo totale di 10; valori ≥ 4 vengono associati a limitazione nelle attività fisiche e sono predittivi di un elevato rischio di eventi avversi.

L'International Clinical Practice Guidelines For Sarcopenia (ICFSR) suggerisce l'esecuzione di tale screening con cadenza annuale a tutti i soggetti con età > 65 anni o se si verificano particolari eventi nella storia clinica del soggetto (cadute, ospedalizzazione).

Se la valutazione clinica suggerisce una condizione di Sarcopenia sospetta si procede alla valutazione di forza, massa e performance muscolare per avere una conferma diagnostica (fig.11).



La misurazione della massa muscolare viene effettuata utilizzando diverse tecniche come la Tomografia Computerizzata (TC), la Risonanza Magnetica Nucleare (RMN), l'Assorbimetria a raggi X a doppia energia (DXA) e l'analisi di impedenza bioelettrica (BIA).

Le prime due metodiche sono considerate il gold standard per misurare la massa muscolare anche se l'elevata esposizione alle radiazioni e i costi elevati ne limitano l'uso nella pratica clinica; la DXA espone il paziente a basse dosi di radiazioni e permette comunque di ottenere informazioni dettagliate; la BIA infine è una metodica a basso costo, portatile e di facile utilizzo ma con un grado di validità limitata.

¹¹ https://old.giot.it/wp-content/uploads/2019/10/03_Art_AGGIORNAMENTO_Iolascon-1.pdf
Flow-chart per la gestione del paziente sarcopenico secondo i criteri EWGSOP2.

Baumgartner et al. (1998) proposero i primi criteri diagnostici per definire la bassa massa muscolare nei pazienti sarcopenici introducendo l'Indice di Massa Muscolare Scheletrica (SMI) calcolato come il rapporto tra la massa muscolare appendicolare (ASM), misurata attraverso DXA, e il quadrato dell'altezza in metri: un SMI con valori inferiori a -2 DS rispetto ai valori di una popolazione giovane adulta confermano la diagnosi di Sarcopenia.

Attualmente, il progetto FNIH (Foundation for the National Institutes of Health) sulla Sarcopenia definisce la condizione di massa muscolare ridotta attraverso l'utilizzo del rapporto tra massa magra appendicolare e l'indice di massa corporea (ALM/BMI) indicando come cut-off i valori di 0,789 per gli uomini e 0,512 per le donne mentre secondo i criteri EWGSOP2 del 2019 viene valutata la massa magra appendicolare scheletrica (ASM) individuando valori < 20 kg per i maschi e < 15 kg per le femmine e viene definito il rapporto tra l'ASM per l'altezza al quadrato (ASM/h^2) con cut-off < 7,0 kg/m^2 per gli uomini e < 5,5 kg/m^2 per le donne.

Per quanto riguarda la valutazione della forza muscolare si raccomanda l'esecuzione della misurazione della grip strenght, ossia della forza di prensione manuale, attraverso l'utilizzo di un dinamometro: questo indicatore rispecchia molto bene la performance muscolare globale e una sua riduzione è, infatti, predittiva di ridotta massa muscolare, scarsa mobilità e disabilità.

Secondo i primi criteri EWGSOP (2010) si riscontrava una riduzione della forza muscolare se i valori erano < 30 kg per gli uomini e < 20 kg per le donne; successivamente il progetto FNIH sulla Sarcopenia ha stabilito che la riduzione della forza muscolare era definita con una forza massima di prensione su tre prove con cut-off < 26 kg per gli uomini e < 16 kg per le donne.

Recentemente i criteri EWGSOP2 hanno aggiornato nuovamente tali valori soglia definendo < 27 kg per gli uomini e confermando i 16 kg per le donne.

Nell'eventualità in cui il soggetto non riuscisse ad utilizzare il dinamometro viene eseguito il chair stand test che misura il tempo che il paziente impiega ad alzarsi cinque volte consecutivamente dalla posizione seduta senza aiutarsi con gli arti superiori (cut-off > 15 secondi per 5 ripetizioni).

La valutazione della performance muscolare viene condotta attraverso l'utilizzo di vari test: tra i più attendibili vengono identificati la Short Physical Performance Battery (SPPB) e la velocità del cammino (Gait speed).

La SPPB analizza e valuta l'equilibrio, la deambulazione, la forza e l'endurance muscolare attraverso lo svolgimento di tre compiti:

1. Mantenimento della posizione eretta con i piedi paralleli per dieci secondi, in semi-tandem (punta posizionata lateralmente al tallone) e tandem (punta posizionata posteriormente al tallone).
2. Gait speed: tempo impiegato per percorrere 4 metri.
3. Sit to stand test: il soggetto deve eseguire, in un determinato lasso di tempo, il maggior numero di ripetizioni alzandosi e sedendosi con le gambe piegate a 90°, senza l'aiuto degli arti superiori.

Viene definito un livello di scarsa performance muscolare, secondo i criteri EWGSOP, un punteggio ≤ 8 .

Alcuni gruppi di lavoro sulla Sarcopenia indicano come la valutazione della Gait speed, già compresa nella SPPB, sia una modalità rapida e comunque sufficiente per dimostrare una compromissione della performance muscolare, sia in termini di pratica clinica ma anche di ricerca: nello specifico una velocità del cammino $< 0,8 \text{ m/s}^2$ viene considerata un segno di limitazione della mobilità.

Altri due test utilizzati nella pratica clinica sono il Timed Up and Go Test (TUG) e il test dei 400 metri.

Il TUG test misura il tempo impiegato dal soggetto ad alzarsi da una sedia, camminare per 3 metri, girarsi, tornare alla sedia e sedersi nuovamente; un tempo $>$ di 20 secondi per l'esecuzione del test è considerato predittivo di scarsa performance fisica.

Il test dei 400 metri misura il tempo necessario a compiere tale distanza: il mancato completamento della prova o un tempo di esecuzione ≥ 6 minuti indicano limitata mobilità e disabilità.

Di seguito una tabella riassuntiva dei criteri diagnostici di Sarcopenia suddivisi in base ai singoli indicatori, secondo i principali gruppi di ricerca.

12

	EWGSOP 2010	FNIH 2014	EWGSOP 2 2019
Massa muscolare	SMI (DXA) Maschi < 7,26 kg/m ² Femmine < 5,5 kg/m ² SMI (BIA) Maschi < 8,87 kg/m ² Femmine < 6,42 kg/m ²	Massa magra appendicolare corretta per BMI (ALM_{BMI}) Maschi < 0,789 Femmine < 0,512	Massa Magra appendicolare scheletrica (ASM) Maschi < 20 kg Femmine < 15 kg ASM/h²: Maschi < 7,0 kg/m ² Femmine < 5,5 kg/m ²
Forza muscolare	Handgrip strength Maschi < 30 kg Femmine < 20 kg	Grip strength Maschi < 26 kg Femmine < 16 kg	Grip strength Maschi < 27 kg Femmine < 16 kg Chair stand > 15 secondi per 5 ripetizioni
Performance muscolare	SPPB < 8 Gait speed (4 metri) ≤ 0,8 m/s	Gait speed ≤ 0,8 m/s	SPPB < 8 Gait speed (4 metri) ≤ 0,8 m/s TUG ≥ 20 sec 400 m test: non completato o completato in ≥ 6 minuti

Per quanto riguarda i marker biochimici associati alla Sarcopenia, attualmente, non è stato ancora individuato un marker sensibile e specifico che permetta di effettuare una diagnosi rapida e precoce; viene riscontrata comunque una forte associazione con alti livelli di IL-6, TNF- α , paratormone e proteina C reattiva e bassi livelli di diidroepiandrosterone (DHEA), IGF-1 e vitamina D.

Più recentemente si è vista una correlazione anche tra la riduzione di massa, forza e performance muscolare con il peptide N-terminale del procollagene tipo III (P3NP) e i prodotti avanzati della glicazione (AGEs) (11)(16).

¹² https://old.giot.it/wp-content/uploads/2019/10/03_Art_AGGIORNAMENTO_Iolascon-1.pdf
 Criteri diagnostici di Sarcopenia suddivisi in base ai singoli indicatori, secondo i principali gruppi di ricerca.

2.7) Inquadramento clinico

Il soggetto sarcopenico presenta come sintomatologia principale l'affaticamento muscolare e la debolezza, indipendentemente dal fatto che lo stesso sia allettato o conservi un'autonomia funzionale.

Infatti, anche nel caso in cui il soggetto abbia un'autonomia conservata, si osserverà un certo grado di difficoltà a salire le scale, a portare carichi e una maggior faticabilità nel percorrere tragitti di breve durata.

Questa condizione non riguarda solamente il paziente magro, infatti, è molto frequente osservare un quadro clinico di obesità sarcopenica caratterizzato da un soggetto obeso o con BMI aumentato il quale presenta comunque una riduzione della massa muscolare.

Tale situazione determina un aumento del rischio cardiovascolare a causa degli effetti metabolici sfavorevoli dovuti all'aumentata componente adiposa viscerale.

Inoltre, poiché il tessuto muscolare contribuisce all'azione periferica di captazione del glucosio circolante da parte dell'insulina, la condizione di Sarcopenia determina spesso un quadro di insulino-resistenza che può contribuire alla comparsa e al mantenimento di circoli metabolici dannosi. (11)(12)

2.8) Sarcopenia, salute e autosufficienza

La Sarcopenia è strettamente correlata alle principali sindromi geriatriche come disabilità, fratture, cadute e deterioramento cognitivo.

Il paziente sarcopenico è, infatti, maggiormente esposto al rischio di sviluppare eventi avversi che a loro volta possono determinare un aumento del rischio di disabilità e mortalità: per questa ragione il soggetto sarcopenico viene considerato un soggetto fragile e di conseguenza più vulnerabile.

La Sarcopenia determina una riduzione quantitativa e qualitativa delle fibre muscolari e ciò porta ad un calo della forza e della potenza muscolare: questo si traduce in limitazioni funzionali nelle attività di vita quotidiana come ridotta velocità del cammino, difficoltà a salire le scale o alzarsi da una sedia, problematiche di equilibrio e, più in generale, una globale riduzione del livello di attività fisica.

Il permanere e il peggioramento di questa condizione determina una maggior necessità di assistenza e il conseguente ricorso all'istituzionalizzazione.

Uno studio condotto nella regione Toscana (Bianchi et al., 2016), i cui risultati sono stati poi confermati da un successivo studio multicentrico (Bianchi et al., 2017) ha dimostrato come i pazienti sarcopenici abbiano una probabilità maggiore del 30%, rispetto ai soggetti non sarcopenici, di andare incontro a grave disabilità e ciò ha confermato una relazione molto stretta fra la presenza della Sarcopenia e l'impairment funzionale.

Per quanto riguarda la correlazione tra la Sarcopenia e il rischio di caduta con conseguenti fratture nei pazienti anziani si osserva una probabilità triplicata nei soggetti sarcopenici rispetto ai non sarcopenici: questa patologia porta con sé modificazioni metaboliche che possono influire sulla composizione ossea generando una condizione di Osteosarcopenia dove sia la debolezza muscolare che la fragilità aumentata del tessuto osseo incidono significativamente sull'equilibrio del soggetto.

Nelle ricerche degli ultimi anni è stato inoltre dimostrato come sia presente una coesistenza tra Sarcopenia e deterioramento cognitivo: la probabilità nei soggetti sarcopenici di presentare declino cognitivo è tre volte maggiore rispetto ai soggetti non sarcopenici.

Nello specifico, uno studio che ha coinvolto circa 500.000 abitanti (Esteban-Cornejo et al., 2022) ha mostrato come sia presente una relazione inversa e lineare tra la forza muscolare e il rischio di sviluppare demenza e, in particolare, un aumento di circa il 14% della probabilità per ogni 5 kg in meno di forza muscolare.

Un altro aspetto evidenziato dalle ricerche più recenti è la presenza di una diretta relazione tra la gravità della Sarcopenia e il deterioramento cognitivo.

Ancora sono oggetto di indagine i meccanismi biologici sottostanti tale correlazione: una delle ipotesi più forti a sostegno di tale nesso causale è rappresentata dalla riduzione di produzione da parte del tessuto muscolare di alcune sostanze chiamate miochine, in particolare le catepsine, le irisine e il BDNF (Brain Derived Neurotrophic Factor).

Queste sostanze hanno un ruolo determinante nel regolare la funzione della microglia cerebrale e degli astrociti poiché possono oltrepassare la barriera emato-encefalica; l'ipotesi è che una riduzione sistemica di queste miochine, in particolare del BDNF, determinerebbe una riduzione di queste sostanze a livello cerebrale e ciò porterebbe la sintesi e la liberazione, da parte delle cellule della microglia e degli astrociti, di citochine pro-infiammatorie con conseguente danno neuronale e riduzione della performance cognitiva. (11)(12)

2.9) Prevenzione e gestione della Sarcopenia

Non esiste, attualmente, un metodo standardizzato per la prevenzione e la cura della Sarcopenia: tuttavia, essendo una condizione morbosa ad andamento cronico ma reversibile, oltre che prevenibile, è universalmente riconosciuto ed accettato che l'approccio più efficace consista nell'esercizio fisico integrato, in modo opportuno, dalla supplementazione nutrizionale, in particolare con aminoacidi essenziali.

Evidenze scientifiche indicano che gli anziani necessitano di un aumentato fabbisogno proteico rispetto ai 0,8 g/kg definiti per l'adulto e risulta molto frequente osservare, invece, una riduzione dell'introito proteico con l'avanzare dell'età.

Viene evidenziata, oltre all'importanza della quantità somministrata, anche la modalità di somministrazione e la suddivisione nella giornata: gli aminoacidi presentano una capacità maggiore di stimolare la sintesi proteica con assunzione per via orale o endovenosa e il loro effetto dipende dal momento della somministrazione.

Se vengono assunti prima dell'attività fisica sono utilizzati prevalentemente come fonte di energia mentre se assunti dopo l'attività fisica contribuiscono alla riparazione del tessuto muscolare.

Oltre agli aminoacidi essenziali anche l'integrazione con la vitamina D risulta importante poiché agisce in modo diretto sul muscolo ma anche indirettamente promuovendo la sintesi delle proteine contrattili; esercita inoltre un'azione di tipo neuroprotettivo attraverso la regolazione del trasporto di calcio ionico (Wrzosek et al., 2013) riducendo il rischio di cadute e migliorando la qualità di vita autonoma.

È invece dibattuto il ricorso a terapie ormonali come estrogeni o DHEA.

Un ruolo chiave nella prevenzione e nel trattamento della Sarcopenia è rappresentato dall'esercizio fisico che, ad oggi, è considerato l'approccio più efficace: nello specifico i maggiori risultati vengono ottenuti svolgendo esercizi con resistenza di moderata intensità che stimolano a livello muscolare l'attivazione di vie anaboliche che determinano conseguenze positive sulla qualità e sul trofismo muscolare.

È, quindi, globalmente accettato che il miglior approccio terapeutico sia quello multidisciplinare dove confluisce la collaborazione tra diverse figure specialistiche come il geriatra, il fisiatra, il nutrizionista e il fisioterapista. (11)(13)

3) L'ESERCIZIO TERAPEUTICO

3.1) Definizione di Esercizio Terapeutico

In accordo con la American Physical Therapy Association l'Esercizio Terapeutico viene definito come la “sistematica e pianificata esecuzione di movimenti corporei, posture ed attività fisiche” che hanno lo scopo di fornire ai pazienti i mezzi per ottenere diversi benefici come:

- il miglioramento e il ripristino di una funzione fisica
- la prevenzione degli infortuni
- la riduzione della sintomatologia dolorosa
- ristabilire l'equilibrio articolare
- la rieducazione di un gesto motorio specifico
- la prevenzione o la riduzione di fattori di rischio legati alla salute
- migliorare il senso di benessere e lo stato di salute generale

Il concetto di esercizio è molto ampio e non esiste una definizione universalmente utilizzata che lo possa descrivere; ad oggi, i principali enunciati utilizzati per delinearlo sono i seguenti:

- “esercitare sistematicamente lo spirito e il corpo soprattutto al fine di migliorare la capacità e l'efficienza” (Duden, 1974)
- “la ripetizione sistematica di contrazioni muscolari oltre la soglia dell'allenamento e mirando a un adattamento morfologico e funzionale in modo da aumentare la capacità e l'efficienza” (Hollmann, 1990)
- “la somma di tutti i mezzi che portano ad aumentare in modo pianificato la funzionalità del corpo. Sono inclusi sia l'esercizio fisico, che l'alimentazione e lo stile di vita” (Hollmann, 1990)

Tutte queste definizioni, seppur diverse tra loro, si basano sugli stessi concetti chiave come l'aumento dell'efficienza fisica, stimolare l'organismo a sopportare un maggior stress fisico attraverso il superamento della soglia di allenamento e lo stile di vita.

L'idea di Esercizio Terapeutico, anche definito con l'acronimo inglese MET (Medical Exercise Therapy), nasce intorno agli anni '60 nelle scuole di terapia manuale con l'obiettivo di rendere il paziente consapevole del suo ruolo all'interno del percorso terapeutico e di istruirlo grazie a dei percorsi di esercizi regolari che permettano il recupero e il miglioramento delle proprie capacità fisiche, della propriocezione e dell'equilibrio oltre alla prevenzione di eventuali patologie del sistema muscolo scheletrico. (17)(18)

3.2) Indicazioni per l'Esercizio Terapeutico

L'Esercizio Terapeutico è indicato soprattutto per i disturbi muscolo scheletrici e cardiopolmonari non complicati ma tali indicazioni dipendono comunque da una grande varietà di fattori.

In generale viene indicato per tutti gli adulti e i bambini che presentano patologie non acute e, nello specifico, produce molti benefici nella gestione di diverse condizioni come l'artrosi, il disturbo femoro rotuleo, il rischio di cadute e può aiutare il recupero dopo un periodo di decondizionamento a seguito di una patologia. (19)

3.3) Controindicazioni all'Esercizio Terapeutico

L'Esercizio Terapeutico è controindicato in presenza di patologie acute o di lesioni: si raccomanda, infatti, il pieno recupero della capacità funzionale prima di iniziare un qualsiasi programma di esercizi.

Le raccomandazioni generali sottolineano l'importanza di avere sotto controllo lo stato di eventuali condizioni croniche prima di iniziare a svolgere gli esercizi in quanto una loro riacutizzazione potrebbe impattare la capacità dell'esercizio stesso.

Vi sono delle eccezioni come, ad esempio, i soggetti con riacutizzazioni acute dell'artrite che sono spesso in grado di eseguire esercizi in acqua a basso impatto sulle articolazioni.

Nella maggior parte dei casi i benefici apportati dall'Esercizio Terapeutico superano i piccoli rischi associati ad un aumento dell'attività fisica.

Tuttavia, vi sono delle condizioni cardiache in cui questa tipologia di trattamento deve essere esclusa: vengono indicate la cardiopatia valvolare, l'ipertrofia ventricolare, le aritmie pericolose e l'ipertensione maligna. (19)

3.4) Complicanze dovute all'Esercizio Terapeutico

Le eventuali complicanze correlate all'Esercizio Terapeutico sono legate principalmente all'utilizzo di tecniche inadeguate che possono contribuire all'insorgenza di lesioni acute o al declino della funzione.

Se vi è una corretta esecuzione è estremamente raro che si verifichino effetti collaterali negativi. (19)

3.5) Importanza clinica dell'Esercizio Terapeutico

L'efficacia dell'Esercizio Terapeutico e della prescrizione di esercizi sui disturbi muscolo scheletrici, così come sui disturbi cardiopolmonari, sul diabete, sull'ipertensione e su altri problemi di salute cronici, è ben consolidata.

Oltre ai numerosi studi clinici condotti sull'efficacia dell'Esercizio Terapeutico anche l'esperienza e la pratica clinica testimoniano la risoluzione di molte problematiche muscolo scheletriche attraverso trattamenti basati su programmi di esercizi, senza ricorrere all'intervento chirurgico.

In generale l'attività fisica viene raccomandata dal Dipartimento Statunitense della Salute e dei Servizi Umani (2018) nelle seguenti modalità:

- 3 – 5 anni: fisicamente attivi durante tutto il giorno.
- 6 – 17 anni: 60 minuti o più al giorno di attività fisica da moderata a vigorosa.
- 18 – 65 anni: da 150 a 300 minuti di attività fisica aerobica moderata a settimana o da 75 a 150 minuti di attività intensa a settimana o una combinazione equivalente delle due modalità.
- sopra i 65 anni: molteplici modalità di allenamento per l'equilibrio, attività aerobica e attività di rinforzo muscolare. (19)

4) TIPOLOGIE DI ESERCIZIO TERAPEUTICO

4.1) Caratteristiche generali

Le tipologie di Esercizio Terapeutico sono varie e diverse fra loro; gli esercizi maggiormente utilizzati vengono suddivisi in quattro gruppi:

1. **ESERCIZI DI RINFORZO:** esercizi eseguiti solitamente con una resistenza elevata per poche ripetizioni.
2. **ESERCIZI DI RESISTENZA:** esercizi che coinvolgono grandi gruppi muscolari e svolti per un periodo di tempo più lungo; si rimane intorno al 50%-60% del VO₂Max (volume massimo di ossigeno consumato nell'unità di tempo per contrazione muscolare) al fine di ottenere una maggior resistenza cardiovascolare.
3. **ESERCIZI DI FLESSIBILITA':** esercizi caratterizzati da specifici movimenti e stretching.
4. **ESERCIZI DI EQUILIBRIO E COORDINAZIONE:** esercizi che si basano sul mantenimento del centro di gravità del soggetto.

Tutte queste tipologie sono combinabili tra loro per la creazione di programmi di esercizi differenti che possono essere usati per il trattamento di diverse patologie.

Vi sono alcune sottocategorie che possono aiutare a consentire la partecipazione o ad aumentare l'efficacia in soggetti con bisogni particolari legati a diverse comorbidità (ad esempio la terapia in acqua utilizzata per i pazienti colpiti da ictus con difficoltà di equilibrio).

I programmi degli esercizi di base, strutturati per il trattamento dei diversi pazienti, dovrebbero tenere conto dell'acronimo FITT:

- F= Frequenza: indica il numero di giorni alla settimana
- I= Intensità: bassa, moderata o vigorosa
- T= Tempo: minuti a seduta (per gli esercizi di resistenza)
- T= Tipo: resistenza, forza, flessibilità o una qualche combinazione.

In alcune tipologie di allenamento gli esercizi possono anche essere integrati dall'utilizzo di macchinari come nell'allenamento vibratorio (WBV-Whole Body Vibration) dove il training viene svolto su una piattaforma vibrante che genera stimoli meccanici ad alta frequenza trasmessi a loro volta al corpo del soggetto. (20)

Negli ultimi anni, inoltre, diversi studi hanno analizzato l'efficacia dell'utilizzo di discipline di tipo olistico come esercizio terapeutico: un esempio è quello del Tai Chi, una disciplina di esercizio tradizionale cinese che presenta caratteristiche dell'allenamento della forza, della flessibilità e dell'esercizio aerobico.

Tale disciplina si basa sull'esecuzione di movimenti fluidi e ritmici che portano l'attenzione sullo spostamento del peso corporeo, sulla rotazione del tronco, sulla coordinazione e sul mantenimento della stabilità degli arti inferiori. (21)(22)(23)

4.2) Esercizi di Rinforzo o contro Resistenza

Questi esercizi si basano sull'allenamento della forza con l'obiettivo di costruire il tessuto muscolare; in genere vengono svolti esercizi gradualmente che coinvolgono anche l'allenamento di resistenza.

Tale allenamento può essere di intensità moderata o elevata e può presentare tre forme differenti:

1. **FORMA ISOTONICA:** caratterizzata da movimenti dinamici con un carico costante.
2. **FORMA ISOCINETICA:** prevede una velocità costante con carico variabile.
3. **FORMA ISOMETRICA:** implica una contrazione muscolare statica senza alcun cambiamento della lunghezza del muscolo.

L'allenamento della forza (RT o Resistance Training) viene riconosciuto come un metodo efficace per il miglioramento dell'ipertrofia, della potenza e della forza muscolare che sono componenti fondamentali della forma fisica correlata alla qualità della vita.

Le raccomandazioni suggeriscono di svolgere un allenamento con un'intensità del 60%-70% del proprio carico massimale (1RM) negli atleti principianti per migliorare la forza; nei soggetti anziani sani anche carichi inferiori al 60% del carico massimale possono indurre un guadagno di forza significativo.

Per gli adulti di tutte le età, gli obiettivi di un programma di allenamento della forza correlato alla salute dovrebbero essere:

- rendere le attività di vita quotidiana (ADL) meno stressanti dal punto di vista fisiologico.
- attenuare, prevenire e gestire in maniera efficace malattie croniche o condizioni di salute come l'osteoporosi, il diabete mellito di tipo II e l'obesità.

Per questi motivi la sua importanza diventa maggiore con l'avanzare dell'età.

In relazione al dosaggio del carico di lavoro l'ACSM (American College of Sports Medicine) raccomanda:

- Frequenza: 2-3 giorni a settimana; questa raccomandazione deriva da congetture piuttosto che da solide evidenze scientifiche ed è generalizzata in quanto fornita a soggetti con condizioni di salute e fasce d'età differenti.
- Intensità: percentuale di 1RM (One-rep Max) ossia una determinata percentuale stabilità del proprio carico massimale.
- Durata: 3 secondi per la fase concentrica e 3 secondi per la fase eccentrica (circa 1 minuto in totale).
- Volume: indica il numero di serie e ripetizioni. (23)

4.3) Esercizi di Resistenza

Questi esercizi coinvolgono i grandi gruppi muscolari e vengono svolti per un periodo di tempo più lungo rimanendo intorno al 50%-60% del VO2Max; il dosaggio del carico di allenamento viene descritto con i fattori FITT (Frequenza, Intensità, Tempo e Tipo di attività).

- Frequenza: viene raccomandato 3-5 giorni a settimana; allenarsi ad un'intensità vigorosa per 3 volte a settimana produce effetti significativi ma, per alcune persone, allenarsi 5 giorni a settimana ad un'intensità inferiore può risultare più gestibile.

Si riscontrano, invece, pochi benefici aggiuntivi con più di cinque sessioni a settimana e si ha un aumento del rischio di infortuni.

Allenarsi 2 volte a settimana, infine, non produce incrementi del VO2Max ma può produrre cambiamenti funzionali ed è, quindi, sicuramente meglio della mancanza di esercizio fisico.

- Intensità: si riferisce alla velocità di esecuzione dell'attività o all'entità dello sforzo richiesto per eseguirla; nella maggior parte dei pazienti l'intensità può essere monitorata attraverso la frequenza cardiaca, tranne nei casi di patologie o trattamenti farmacologici che influiscono sulla frequenza cardiaca stessa.

Si identificano tre livelli di intensità: basso, moderato e vigoroso.

Il principio del sovraccarico dell'allenamento afferma che l'esercizio al di sotto di una soglia minima di intensità non mette alla prova l'organismo in modo sufficiente da provocare cambiamenti nei parametri fisiologici, inclusa la VO2Max (volume massimo di ossigeno consumato per unità di tempo).

Per calcolare il valore della frequenza cardiaca individuale di allenamento viene, in genere, utilizzata la formula di Karvonen che tiene in considerazione valori caratteristici del singolo soggetto come la frequenza cardiaca a riposo e la frequenza cardiaca massima (fig.13).

Karvonen Formula

Heart Rate Reserve Method

The Karvonen formula has four steps:

- 1.) $220 - \text{age} = \text{estimated max HR}$
- 2.) $\text{Estimated max HR} - \text{resting HR} = \text{HR reserve (HRR)}$
- 3.) $\text{HRR} \times \text{percentage (e.g., 60\%)} = \text{percent of HRR}$
- 4.) $\text{Percent of HRR} + \text{resting HR} = \text{target HR}$

Target Heart Rate Formula Example

Example: Johnny is 20 years old and would like to calculate his target heart rate if he exercises at a 60% intensity level. He also has a resting heart rate of 60 beats per minute.

Step 1

a.) $220 - 20$ (Johnny's age) = 200 (estimated max HR)

Step 2

a.) 200 (Estimated max HR) - 60 (Resting heart rate) = 140 (Heart rate reserve)

Step 3

a.) 140 (heart rate reserve) \times 60% (percentage of HRR) = 84 (Percent of HRR)

Step 4

a.) 84 (Percentage of HRR) + 60 (Resting heart rate) = 144 (Target heart rate)

13

Utilizzando la formula di Karvonen la frequenza cardiaca a riposo viene sottratta alla frequenza cardiaca massima per ottenere il valore della frequenza cardiaca di riserva (HRR); questo valore viene, poi, moltiplicato per la percentuale di riferimento dell'intensità specifica che si vuole raggiungere e a questo risultato viene addizionato quello della frequenza cardiaca a riposo ottenendo il numero di battiti per minuto da mantenere durante l'allenamento.

¹³ <https://www.makeoverfitness.com/images/karvonen-formula-chart-small.jpg>
Formula di Karvonen con esempio.

Anche il consumo di ossigeno può essere utilizzato per impostare l'intensità di esercizio e viene consigliata un'intensità compresa tra il 40-50% e l'85% della riserva di consumo di ossigeno.

La forma più comune di esercizio di resistenza praticata e frequentemente raccomandata dai medici è la camminata poiché può essere facilmente incorporato nel programma quotidiano; altre forme di allenamento di resistenza sono il ciclismo, il nuoto, la danza e l'aerobica a basso impatto.

- Tempo: indica la durata dell'allenamento; si raccomanda l'esecuzione di 20-60 minuti di attività aerobica al giorno, in forma continua o intermittente.

L'attività può essere suddivisa in sessioni di almeno 10 minuti durante la giornata e la durata complessiva dipende dall'intensità di allenamento.

Per i soggetti che effettuano un training a bassa intensità si consiglia comunque un tempo di esercizio più lungo, dai 30 ai 60 minuti, per ottenere gli effetti dell'allenamento.

- Tipo: si riferisce alla metodologia di esercizio utilizzata (corsa, nuoto, yoga o altra attività). (23)

4.4) Esercizi di Flessibilità

Sono esercizi lenti e controllati, eseguiti in modo graduale, generalmente con una durata dai 15 ai 30 secondi, con lo scopo di migliorare l'ampiezza di movimento delle articolazioni e l'allungamento muscolare.

Esistono tre tipologie principali:

- **ESERCIZI STATICI:** implicano il mantenimento di posizioni che risultano efficaci con poca richiesta in termini di assistenza e tempo.
 - **ESERCIZI DINAMICI:** prevedono movimenti di rimbalzo ripetitivi che producono nel tempo allungamento muscolare.
 - **PNF (Facilitazioni Neuromuscolari Propriocettive):** si basano sull'alternanza di contrazione e rilassamento di muscoli agonisti e antagonisti di una specifica articolazione e, generalmente, producono il maggior aumento della flessibilità.
- (23)

4.5) Esercizi di Equilibrio e Coordinazione

Prevedono diverse tipologie di attività volte ad allenare e migliorare l'equilibrio e la coordinazione; questi due indicatori sono un requisito essenziale per lo sport, per lo svolgimento delle attività di vita quotidiana e per la prevenzione degli infortuni.

Nonostante la comprovata efficacia di questa tipologia di allenamento sono ancora sconosciuti i parametri esatti necessari per massimizzarne i benefici; un fattore che ha suscitato interesse negli ultimi anni è la modalità di progressione del programma di allenamento.

Molte evidenze suggeriscono che l'equilibrio e la coordinazione migliorino quando viene utilizzato uno stile di progressione basato sul tempo e sulla ripetizione. (23)

PARTE SPERIMENTALE

DICHIARAZIONE D'INTENTI

La scelta dell'argomento trattato si è basata principalmente sulla mia esperienza di tirocinio dove ho avuto modo di osservare come la popolazione maggiormente interessata nel processo riabilitativo sia costituita da persone anziane.

Grazie, infatti, ai progressi che sono stati raggiunti in campo medico, tecnologico e sociale l'aspettativa media di vita è aumentata rispetto al passato e di conseguenza aumentano anche le problematiche e le necessità delle persone.

Aumentano la fragilità e i rischi correlati all'invecchiamento e per questo ho deciso di scrivere la mia tesi sull'importanza dell'Esercizio Terapeutico nel trattamento e nella prevenzione della Sarcopenia nell'anziano, condizione che, se non viene trattata, aumenta il rischio di disabilità, istituzionalizzazione e mortalità.

MATERIALI E METODI

Titolo

L'efficacia dell'Esercizio Terapeutico nella Sarcopenia dell'anziano Revisione Narrativa.

Obiettivo dello Studio

L'obiettivo di questo studio è quello di identificare, effettuando una ricerca in letteratura, le principali evidenze scientifiche relative al ruolo e all'importanza dell'Esercizio Terapeutico nella prevenzione e nel trattamento della Sarcopenia nell'anziano e, in particolare, quale sia la tipologia di esercizio che possa avvicinarsi ad un *gold standard* nella gestione di questa patologia.

Strategie di Ricerca

Il materiale utilizzato per la revisione è stato acquisito consultando le banche dati PubMed, PEDro e Chocrane Library digitando le seguenti stringhe di ricerca: “sarcopenia, exercise”, “sarcopenia, elderly”, “sarcopenia, training”.

La ricerca è stata effettuata dal 15 giugno 2024 al 10 agosto 2024.

Dopo aver consultato le suddette banche dati, utilizzando le parole chiave “sarcopenia, exercise”, “sarcopenia, elderly” e “sarcopenia, training”, sono stati identificati 387 articoli; a seguito dell’eliminazione dei duplicati gli studi passati alla fase di screening sono risultati 320.

È stata fatta, successivamente, una selezione in base a titolo ed abstract ottenendo 44 articoli idonei allo studio; gli articoli idonei sono stati letti integralmente e ne sono stati eliminati 34 per le seguenti ragioni:

- Sarcopenia secondaria rispetto ad altre patologie
- Esercizio Terapeutico secondario rispetto ad altri indicatori
- Free full text non accessibile
- Popolazione dello studio non anziana.

Al termine del processo gli studi inclusi nella revisione finale sono 10, di cui 5 revisioni sistematiche/metanalisi e 5 RCT’s.

Criteri di Inclusione

Nella selezione degli studi sono stati considerati quelli che rispondono ai seguenti criteri di inclusione:

- revisioni sistematiche/metanalisi e RCTs (8/10 score) dal 2014 al 2024
- studi condotti su popolazione anziana
- studi che trattano la correlazione tra Sarcopenia ed Esercizio Terapeutico

Criteria di Esclusione

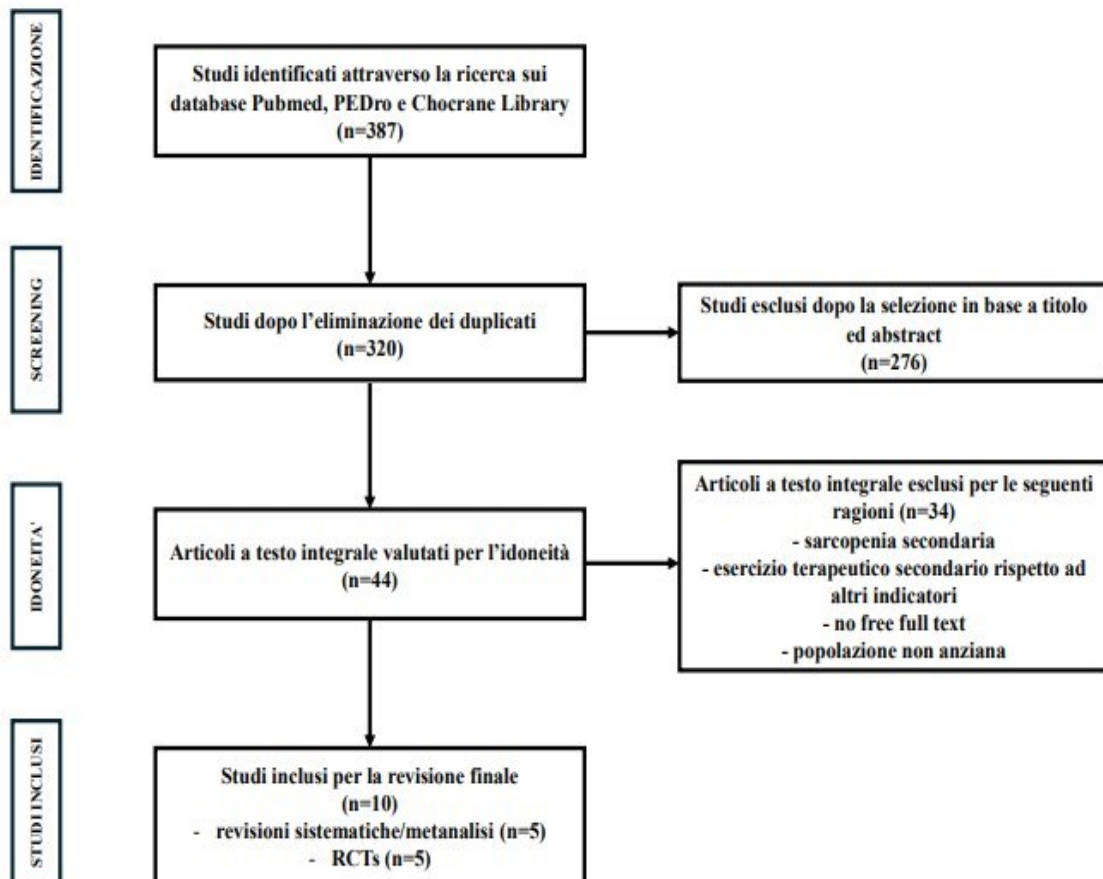
Sono stati scartati gli studi che, invece, rispondono ai seguenti criteri di esclusione:

- studi in cui l'Esercizio Terapeutico risulta secondario rispetto ad altri indicatori
- studi dove la Sarcopenia è secondaria rispetto ad altre patologie
- studi che non presentano free full text

RISULTATI

Sintesi dei risultati della ricerca in letteratura

Il processo di selezione è schematizzato nella seguente flow chart.



14

¹⁴ Flow chart del processo di selezione degli studi.

Descrizione degli Studi

Primo studio

Optimal exercise to improve physical ability and performance in older adults with Sarcopenia: a systematic review and network meta-analysis.

Esercizio ottimale per migliorare la capacità fisica e le prestazioni negli anziani con Sarcopenia: una revisione sistematica e metanalisi.

Dan Zeng, PhD, Xiao-Yu Ling, PhD, Zi-Long Fang, PhD, Yi-Fan Lu, PhD - Geriatric Nursing, 2023 – Elsevier.

Questo studio si pone come obiettivo quello di analizzare e sintetizzare gli effetti di diverse tipologie di esercizio terapeutico sulla forza muscolare e sulle prestazioni fisiche in soggetti anziani con Sarcopenia.

Gli studi inclusi in questa revisione sistematica sono 20 RCTs che interessano 1373 soggetti sopra i sessant'anni con Sarcopenia; i partecipanti di tali studi vengono suddivisi in gruppi sperimentali e gruppi di controllo.

Nei gruppi sperimentali viene proposto un intervento con esercizi della durata superiore alle otto settimane con almeno sessanta minuti di esercizi alla settimana.

I gruppi di controllo, invece, includono interventi di tipo educativo e psicologico oppure nessun tipo di intervento.

Gli indicatori di risultato primari sono: l'handgrip strength (HGS), il timed up and go test (TUG), il chair stand test (CS) e la gait speed (GS).

Dall'analisi effettuata si evince che non tutte le tipologie di esercizio terapeutico possono migliorare ogni aspetto della forza muscolare e delle prestazioni fisiche nei soggetti anziani con Sarcopenia.

Nello specifico i risultati mostrano che l'allenamento della forza è quello che ha maggior effetto sulla HGS e sui test di prestazione fisica del TUG.

Il training completo comprensivo di esercizi di forza, equilibrio e flessibilità ha maggior effetto sul TUG; anche il training della forza e il training completo in autogestione portano effetti positivi sui tempi del TUG.

Nessuna tipologia di esercizio terapeutico ha determinato cambiamenti significativi per quanto riguarda il CS e la GS.

In conclusione, si evince che l'allenamento della forza è la modalità di esercizio terapeutico più utile che permette di ottenere diversi miglioramenti della forza muscolare e delle prestazioni fisiche nei soggetti anziani con Sarcopenia.

Si suggerisce che vengano svolti esercizi di rinforzo mirati in base alla situazione specifica del singolo soggetto, attraverso l'utilizzo di varie metodologie.

Viene, infine, sottolineata l'importanza di condurre ulteriori studi in futuro per determinare la quantità e la durata ottimale dell'esercizio terapeutico somministrato.

Secondo studio

Effects of different exercise training modes on muscle strength and physical performance in older people with Sarcopenia: a systematic review and meta-analysis.

Effetti di diverse modalità di allenamento sulla forza muscolare e sulle prestazioni fisiche negli anziani con Sarcopenia: una revisione sistematica e metanalisi.

Linqian Lu, Lin Mao, Yuwei Feng, Barbara E. Ainsworth, Yu Liu and Nan Chen – BMC Geriatrics, 2021 – Open Access.

Questa revisione sistematica con metanalisi vuole indagare l'efficacia di tre tipologie di esercizio terapeutico: l'allenamento della forza (RT), l'allenamento vibratorio (WBVT) e l'allenamento misto (MT) caratterizzato da un allenamento contro resistenza combinato con altri esercizi di equilibrio e/o allenamento aerobico.

Gli outcome considerati sono la knee extension strength (KES) come indicatore della forza muscolare e il timed up and go test (TUG), la gait speed (GS) e il chair stand (CS) per quanto riguarda la valutazione delle prestazioni fisiche.

Gli studi analizzati nella revisione sono 26 (di cui 25 RCTs) per un totale di 1191 soggetti aventi un'età maggiore di sessant'anni con diagnosi di Sarcopenia; gli studi considerati presentano almeno un gruppo di intervento con esercizi e un gruppo di controllo a cui viene somministrato un corso di educazione alla salute o nessun intervento.

Dall'analisi dei dati si evidenzia che l'allenamento della forza e quello misto hanno effetti positivi sulla KES, sul TUG e sulla GS ma non sul CS; l'allenamento vibratorio invece ha effetti positivi sui tempi del TUG ma non produce effetti su KES, GS e CS.

Nel complesso tutte e tre le modalità risultano utili per ottenere vari benefici ma l'allenamento della forza, da solo o combinato con un allenamento misto con esercizi aerobici, di equilibrio e sull'andatura possono essere migliori dell'allenamento vibratorio per incrementare la funzione fisica complessiva in persone anziane, soprattutto fragili.

Le tre modalità di esercizio terapeutico portano quindi miglioramenti in diversi aspetti della forza muscolare e delle prestazioni fisiche negli anziani con Sarcopenia e queste differenze mostrano l'importanza di identificare un cluster di esercizi che permetta di migliorare tutti gli aspetti necessari al singolo soggetto sarcopenico.

Tuttavia, l'eterogeneità degli studi per quanto riguarda i criteri utilizzati per la diagnosi di Sarcopenia, la differenza di genere, l'età dei soggetti coinvolti e le modalità di somministrazione delle varie tipologie di esercizio terapeutico rende necessaria la conduzione futura di ulteriori studi che permettano di confermare i risultati ottenuti.

Terzo studio

The effect of Tai Chi in elderly individuals with Sarcopenia and frailty: a systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials.

L'effetto del Tai Chi negli anziani con Sarcopenia e fragilità: una revisione sistematica con metanalisi di studi randomizzati controllati.

Chia-Yu Huang, Peter Karl Mayer, Mei-Yao Wu, Dung-Huan Liu, Pei-Ching Wu, Hung-Rong Yen – Ageing Research Reviews, 2022 – Elsevier.

Lo scopo di questo studio è quello di identificare l'effetto della pratica del Tai Chi, come esercizio terapeutico, su soggetti anziani con Sarcopenia e fragilità: il Tai Chi è una disciplina di esercizio tradizionale cinese che presenta in sé caratteristiche dell'esercizio aerobico, dell'allenamento della forza e dell'allenamento della flessibilità.

La presente revisione sistematica è la prima nel suo genere e prende in analisi 11 RCTs per un totale di 1676 soggetti sarcopenici o con fragilità sopra i sessant'anni; tutti gli studi presentano un gruppo di intervento che prevede l'esecuzione del Tai Chi e un gruppo di controllo che può essere con somministrazione di altre tipologie di esercizio terapeutico (Zumba Gold, allenamento vibratorio, ginnastica dolce e allenamento di equilibrio) o senza esercizio (cura abituale, educazione alla consapevolezza e alla salute).

Gli outcome primari valutati sono la massa muscolare, la forza muscolare (attraverso la grip strength) e la prestazione muscolare (attraverso la gait speed, il 30-second chair stand test, il sit-to-stand test, il timed up and go test, l'equilibrio e la Short Physical Performance Battery).

Gli outcome secondari riguardano prove accertate della funzione fisica (numero di cadute, paura di cadere, pressione sanguigna diastolica, Mini-Mental State Examination, depressione, valutazione della qualità della vita).

I risultati ottenuti evidenziano che la pratica del Tai Chi come esercizio terapeutico migliora le prestazioni fisiche per quanto riguarda il 30-second chair stand test, il timed up and go test, il numero di cadute e la paura di cadere; relativamente al solo gruppo di controllo senza esercizio il gruppo di intervento con il Tai Chi produce miglioramenti significativi nel sit-to-stand test, equilibrio, pressione sanguigna diastolica, Mini-Mental State Examination, depressione e qualità della vita; al contrario non vi sono cambiamenti significativi rispetto al gruppo di controllo con esercizio.

Le variabili che possono aver moderato l'entità dei risultati sono la tipologia dei movimenti del Tai Chi utilizzati, la durata dell'allenamento e la presenza di istruttori di Tai Chi più o meno esperti.

Ulteriori studi che presentino un allenamento standardizzato e dettagliato sono necessari per comprendere ancor più nello specifico i benefici di questa disciplina che presenta il vantaggio di poter essere praticata senza limitazioni di spazio e tempo rispetto a molti programmi di riabilitazione dei paesi occidentali.

Quarto studio

Effects of two types of 9-month Adapted Physical Activity Program on muscle mass, muscle strength and balance in moderate sarcopenic older women.

Effetti di due programmi di attività fisica adattata della durata di 9 mesi sulla massa muscolare, la forza muscolare e l'equilibrio in donne anziane con Sarcopenia moderata.

G. Piastra, L. Perasso, S. Lucarini, F. Monacelli, A. Bisio, V. Ferrando, M. Gallamini, E. Faelli, P. Ruggeri – BioMed Research International, 2018 – Hindawi.

Questo studio randomizzato controllato si pone l'obiettivo di valutare gli effetti di due programmi di attività fisica adattata della durata di nove mesi sulla massa muscolare, la forza muscolare e l'equilibrio statico in donne anziane con Sarcopenia moderata.

72 soggetti con età superiore ai sessantacinque anni (di cui 66 hanno completato lo studio) sono stati assegnati in maniera casuale in due gruppi, il primo basato su un allenamento di rinforzo muscolare, il secondo su un allenamento di tipo posturale; entrambi i programmi sono stati somministrati due volte alla settimana con durata per sessione di sessanta minuti e per un totale di trentasei settimane.

La diagnosi di Sarcopenia è stata effettuata in accordo con i criteri EWGSOP e in tutti i partecipanti è stato riscontrato un grado di Sarcopenia moderato.

Gli indicatori presi in considerazione per la valutazione degli outcome sono rispettivamente la massa muscolare scheletrica, lo SMI (Skeletal Muscle Index) e la massa magra per analizzare i cambiamenti a livello della massa muscolare; l'HGS (handgrip strenght test) per la forza muscolare; Sway Path, Sway Area, Stay Time e Spatial Distance per la valutazione dell'equilibrio statico.

I risultati ottenuti hanno mostrato l'efficacia del programma di allenamento di rinforzo muscolare su massa e forza muscolare ma anche sull'equilibrio statico; nello specifico i miglioramenti ottenuti sulla massa muscolare, lo SMI e la forza muscolare possono essere considerati clinicamente rilevanti poiché i partecipanti sono passati da una condizione di moderata Sarcopenia ad una condizione di normalità.

Al contrario i soggetti facenti parte del gruppo che ha svolto l'allenamento di tipo posturale non hanno presentato differenze significative dopo il periodo di trattamento.

Tali risultati suggeriscono che un allenamento basato sul rinforzo muscolare possa rappresentare un significativo approccio nel ridurre la Sarcopenia, il rischio di caduta e i problemi di equilibrio; tuttavia, si ritiene necessario condurre ulteriori studi che possano valutare più nello specifico l'efficacia di differenti tipologie di attività fisica adattata sulla massa muscolare, la forza muscolare e l'equilibrio.

Quinto studio

The favorable effects of a High-Intensity Resistance Training on Sarcopenia in older community-dwelling men with Osteosarcopenia: the randomized controlled FrOST study.

Gli effetti favorevoli dell'allenamento della forza ad alta intensità sulla Sarcopenia in uomini anziani indipendenti con Osteosarcopenia: lo studio randomizzato controllato FrOST.

Theresa Lichtenberg, Simon von Stengel, Cornel Sieber, Wolfgang Kümmel – Clinical Interventions in Aging, 2019 – Dove Press.

In questo studio randomizzato controllato FrOST (The Franconian Osteopenia and Sarcopenia Trial) vengono analizzati e determinati gli effetti dell'allenamento della forza ad alta intensità (HI-RT) sulla Sarcopenia in uomini anziani osteosarcopenici.

È il primo studio che prende in considerazione questa modalità di allenamento come possibile terapia per uomini anziani, indipendenti, con Osteosarcopenia e vuole sfidare i pregiudizi secondo i quali questa tipologia di esercizio sia troppo rischiosa e impegnativa per dei soggetti anziani.

43 uomini anziani indipendenti, osteosarcopenici, dai settantadue anni in su sono stati assegnati in maniera casuale a due gruppi, il gruppo di intervento HI-RT e il gruppo di controllo senza esercizio; entrambi hanno ricevuto integrazione di proteine alimentari e vitamina D.

L' HI-RT è stato applicato sotto forma di allenamento a serie singola costantemente supervisionato, utilizzando strategie intensificanti, con due sessioni di allenamento a settimana e strutturato in tre fasi (che vanno da 8 a 12 settimane) per un totale di 28 settimane.

L'outcome primario indagato è lo Z-score della Sarcopenia mentre quelli secondari sono i cambiamenti dei parametri fisiologici sottostanti, ossia lo SMI (Skeletal Muscle Mass Index), la handgrip strength e la gait velocity.

L'analisi dei risultati ha mostrato che, per quanto riguarda lo Z-Score della Sarcopenia vi è stato un miglioramento significativo nel gruppo di intervento mentre un peggioramento significativo nel gruppo di controllo; relativamente ai parametri fisiologici sottostanti si è evidenziato un aumento dello SMI nel gruppo di intervento e significative differenze tra i due gruppi sempre per quanto concerne lo SMI e la handgrip strength.

Non sono state rilevate sostanziali differenze, invece, nella gait velocity.

L'HI-RT combinato con l'integrazione di proteine ha, quindi, effetti significativamente favorevoli sulla Sarcopenia comparato con il gruppo di controllo che ha ricevuto solo integrazione proteica: ciò indica che senza gli stimoli derivanti dall'esercizio la Sarcopenia progredisce e peggiora in maniera naturale e che la sola integrazione di proteine non ha effetto nel mantenere il livello di massa e funzione muscolare.

Inoltre, l'alto grado di coinvolgimento dei soggetti e l'assenza di infortuni durante lo studio mostrano come questa tipologia di allenamento sia fattibile per gli anziani.

Tuttavia, essendo il numero dei soggetti analizzati abbastanza ristretto, sono necessari ulteriori studi che amplino il numero della popolazione studiata con protocolli di esercizi simili cambiando eventualmente alcune variabili come la durata dell'intervento o la frequenza degli esercizi.

Sesto studio

Effects of 12 weeks of Tai Chi on neuromuscular responses and postural control in elderly patients with Sarcopenia: a randomized controlled trial.

Effetti dell'esecuzione del Tai Chi per 12 settimane sulle risposte neuromuscolari e sul controllo posturale in pazienti anziani con Sarcopenia: uno studio randomizzato controllato.

Dunbing Huang, Xiaohua Ke¹, Cai Jiang, Wei Song, Jing Feng, Huiting Zhou, Rui Zhang, Anren Zhang and Fujun Lan – Frontiers in Neurology, 2023 – Frontiers Media S.A.

Questo studio vuole indagare quali siano gli effetti dell'utilizzo del Tai Chi, come esercizio terapeutico, sulle risposte neuromuscolari e sul controllo posturale dinamico in soggetti anziani con Sarcopenia, valutando anche quale sia la correlazione tra i due indicatori nel loro grado di miglioramento.

60 pazienti con Sarcopenia, diagnosticata secondo i criteri AWGS (Asian Working Group for Sarcopenia), tra i sessanta e gli ottant'anni, sono stati assegnati in maniera casuale nel gruppo di intervento con pratica del Tai Chi e nel gruppo di controllo. Entrambi i gruppi ricevono una sessione di educazione alla salute della durata di 45' ogni due settimane, per dodici settimane; il gruppo di intervento riceve una sessione semplificata di Tai Chi in otto stili della durata di 40', tre volte la settimana per dodici settimane, con incremento graduale del livello di difficoltà.

Il Tai Chi semplificato in otto stili è composto da movimenti fluidi e ritmici che portano l'attenzione sulla rotazione del tronco, lo spostamento del peso corporeo, la coordinazione e il mantenimento della stabilità posturale degli arti inferiori.

Gli outcome valutati sono l'OSI (Overall Stability Index), grazie all'utilizzo della piattaforma mobile ProKin 254, per definire il controllo posturale e l'EMG (neuromuscular response time) attraverso l'utilizzo di elettrodi posti a livello dei muscoli retto femorale, semitendinoso, tibiale anteriore e gastrocnemio per l'analisi delle risposte neuromuscolari.

I risultati hanno mostrato che il gruppo di intervento ha ottenuto una diminuzione significativa dei tempi di risposta neuromuscolare dei muscoli sopra citati e una diminuzione del valore dell'OSI; il gruppo di controllo, invece, non ha ottenuto cambiamenti significativi.

Inoltre, è stata riscontrata una correlazione positiva tra il grado di miglioramento delle risposte neuromuscolari e il controllo posturale dinamico.

In conclusione, dodici settimane di Tai Chi possono migliorare la risposta neuromuscolare degli arti inferiori nei pazienti anziani con Sarcopenia, accorciando il tempo di risposta quando l'equilibrio del soggetto viene modificato e migliorando la capacità di controllo dinamico della postura.

L'applicazione di questo protocollo può favorire una riduzione del rischio di caduta e promuove la socializzazione tra i soggetti.

Sarà utile, in futuro, condurre studi multicentrici di grandi dimensioni per convalidare ulteriormente le conclusioni del presente studio.

Settimo studio

Exercise for Sarcopenia in older people: a systematic review and network meta-analysis.

Esercizio per la Sarcopenia nelle persone anziane: una revisione sistematica con metanalisi.

Yanjiao Shen, Qingyang Shi, Kailei Nong, Seu Li, Jirong Yue, Jin Huang, Birong Dong, Marla Beauchamp, Qiukui Hao – Journal of Cachexia, Sarcopenia and Muscle, 2023 – John Wiley & Sons Ltd.

Questa revisione sistematica con metanalisi si pone l'obiettivo di confrontare l'efficacia di diverse tipologie di esercizio terapeutico in soggetti anziani affetti da Sarcopenia.

Lo studio prende in analisi 42 RCTs per un totale di 3728 soggetti con un'età media di 72.9 anni con diagnosi di Sarcopenia e vuole indagare i seguenti outcome: mortalità,

qualità della vita, forza muscolare (handgrip strength) e funzione fisica (gait speed, TUG test, five-repetition chair stand test) oltre ad altri outcome surrogati.

L'analisi dei risultati ha mostrato un livello di evidenza alto o moderato che l'allenamento della forza, con o senza integrazione nutrizionale, e la combinazione di esercizi di forza con allenamento aerobico e dell'equilibrio sono gli interventi più efficaci nel miglioramento della qualità della vita; un livello di evidenza moderata ha mostrato che un intervento con esercizi di forza ed equilibrio assieme all'integrazione nutrizionale risulta efficace per migliorare la handgrip strength mentre lo stesso intervento, con o senza integrazione nutrizionale, è maggiormente efficace nel miglioramento della funzione fisica misurata dalla gait speed.

Evidenze di livello moderato hanno dimostrato anche che un intervento con esercizi di forza ed equilibrio è abbastanza efficace nel miglioramento della funzione fisica misurata dal TUG test.

Un alto livello di evidenza ha mostrato che interventi combinati come esercizi di forza ed esercizi aerobici con o senza integrazione nutrizionale ed esercizi di forza e di equilibrio sono abbastanza efficaci nel migliorare la funzione fisica misurata dal five-repetition chair stand test.

Un livello di evidenza alto o moderato mostra che l'allenamento della forza con o senza intervento nutrizionale e la combinazione di esercizi di forza con esercizi di equilibrio o aerobici sono le modalità più efficaci per migliorare la qualità della vita in soggetti anziani con Sarcopenia; aggiungere un'integrazione nutrizionale all'esercizio terapeutico ha un effetto maggiore sulla handgrip strength mentre mostra effetti simili negli altri indicatori di funzione fisica rispetto all'intervento con solo esercizio.

Infine, un livello di evidenza moderato mostra che l'aggiunta di esercizi di equilibrio all'allenamento della forza risulta l'intervento maggiormente efficace per migliorare la maggior parte dei principali indicatori della funzione fisica (gait speed, TUG test e chair stand test) in quanto il training sull'equilibrio è particolarmente efficace per il raggiungimento di un buon bilanciamento muscolare.

Ottavo studio

Effects of Resistance Training on functional strength and muscle mass in 70-year-old individuals with Pre-Sarcopenia: a randomized controlled trial.

Effetti dell'allenamento contro resistenza sulla forza funzionale e sulla massa muscolare in soggetti di 70 anni con pre-Sarcopenia: uno studio randomizzato controllato.

Sanna Vikberg, Niklas Sörlén, Lisa Brandén, Jonas Johansson PhD, Anna Nordström MD, PhD, Andreas Hult PhD, Peter Nordström MD, PhD – Jamda, 2018 – Elsevier Inc.

L'obiettivo di questo studio randomizzato controllato è quello di esaminare gli effetti di un programma di allenamento contro resistenza, sotto la guida di un istruttore, della durata di 10 settimane, sulla forza funzionale e sulla composizione corporea di soggetti anziani con pre-Sarcopenia.

Sono stati coinvolti 70 soggetti, con un'età media di 70.9 anni, ai quali è stata diagnosticata una condizione di pre-sarcopenia secondo i criteri EWGSOP.

I partecipanti vengono inseriti in maniera casuale nel gruppo di intervento, caratterizzato dall'esecuzione di un allenamento della forza a corpo libero con opzionale integrazione nutrizionale e in un gruppo di controllo, senza alcun tipo di intervento.

Ai soggetti del gruppo di intervento viene proposto un training della forza progressivo, ad intensità da moderata ad alta, della durata di dieci settimane, organizzato in tre sessioni da 45' a settimana, in gruppi di massimo dodici partecipanti.

Durante le sessioni sono proposti otto esercizi con lo scopo di includere tutti i gruppi muscolari principali e con un focus particolare sul rinforzo dei muscoli degli arti inferiori attraverso l'utilizzo di esercizi funzionali, a corpo libero e con utilizzo di bande elastiche, che siano rilevanti per le attività di vita quotidiana.

L'intensità del programma prevede un aumento graduale in termini di serie e resistenza.

Inoltre, viene offerta anche un'integrazione nutrizionale giornaliera facoltativa.

Gli outcome primari analizzati sono la forza funzionale e la funzione fisica degli arti inferiori utilizzando la SPPB (Short Physical Performance Battery) costituita da un test di equilibrio in posizione eretta, un test di camminata e il chair sit-stand test.

I test inclusi nella SPPB presi singolarmente, con l'aggiunta del TUG test e del HGS test, costituiscono gli outcome secondari assieme alla valutazione dei livelli di massa magra (LBM) e massa grassa (FM).

Dai risultati analizzati il gruppo di intervento non ha ottenuto effetti significativi sulla SPPB complessivamente ma, considerando i sottogruppi per genere, quello di intervento degli uomini presenta un incremento nella SPPB rispetto al sottogruppo maschile di controllo; considerando gli outcome secondari il gruppo di intervento ha ottenuto miglioramenti nel chair sit-stand test ma, soprattutto, ha presentato significativi miglioramenti in tutti gli indicatori della composizione corporea, con un incremento della massa magra e un decremento di quella grassa.

Concludendo, lo studio afferma che un programma di allenamento contro resistenza, facile da usare, basato su esercizi a corpo libero, risulta efficace nel prevenire la perdita della forza funzionale e aumenta la massa muscolare negli anziani con pre-Sarcopenia.

In base a tale esperienza viene sottolineata l'importanza di incrementare progressivamente il carico di lavoro e motivare i partecipanti ad allenarsi ad un'intensità alta.

Invece, l'effetto sulla massa muscolare dovrebbe essere esaminato con ulteriori studi per determinare se sia stato provocato solo dall'esercizio terapeutico oppure dall'unione di allenamento fisico e integrazione nutrizionale.

Nono studio

Effects of different interventions combined with Resistance Training on musculoskeletal health in older male adults with Sarcopenia: a systematic review.

Effetti di diversi interventi combinati con l'allenamento della forza sulla salute muscoloscheletrica in uomini anziani con Sarcopenia: una revisione sistematica.

María del Carmen Carcelén-Fraile, María Florencia Lorenzo-Nocino, Diego Fernando Afanador-Restrepo, Carlos Rodríguez-López, Agustín Aibar-Almazán, Fidel Hita-Contreras, Alexander Achalandabaso-Ochoa, Yolanda Castellote-Caballero – *Frontiers in Public Health*, 2023 – Frontiers Media S.A.

La presente revisione sistematica vuole indagare gli effetti che l'allenamento della forza produce sulla salute muscoloscheletrica in uomini anziani con Sarcopenia quando viene combinato con altri interventi complementari.

Tredici RCTs, per un totale di 571 uomini tra i 63 e gli 81 anni di età, affetti da Sarcopenia o Osteosarcopenia, sono stati inclusi nella revisione dopo il processo di analisi della letteratura; 291 soggetti vengono assegnati ai gruppi sperimentali che basano l'intervento su un allenamento contro resistenza combinato con altri trattamenti, 263 soggetti vengono assegnati ai gruppi di controllo mentre 17 soggetti ricevono un intervento senza l'allenamento contro resistenza.

Le principali tipologie di intervento analizzate sono l'allenamento della forza combinato con integrazione proteica e vitaminica, con sola integrazione proteica e con esercizi aerobici.

Dai risultati ottenuti si evince che l'integrazione proteica, da sola o combinata con vitamine, in aggiunta all'allenamento contro resistenza, produce effetti favorevoli su diverse variabili della salute muscoloscheletrica associate a forza e composizione corporea: tra le varie tipologie quella che presenta un processo di assorbimento migliore e un maggior effetto sulla sintesi delle proteine è l'integrazione a base di proteine del siero di latte.

Invece l'utilizzo di esercizi aerobici complementari all'allenamento della forza ha mostrato di essere migliore rispetto ad altre tipologie di esercizi nella modulazione del sistema immunitario e dei markers infiammatori; secondo i risultati l'esercizio aerobico a bassa intensità è risultato più efficace, rispetto a quello ad alta intensità, nella stimolazione della capacità ossidativa delle cellule e nell'incremento del flusso sanguigno, portando differenze significative in diverse variabili, tra cui la forza.

Inoltre, dai risultati, si evince che l'intensità dell'allenamento contro resistenza non ha impatto sugli effetti prodotti, dal momento che tutti gli studi hanno riscontrato effetti favorevoli sia che l'intensità fosse alta, moderata o bassa; tuttavia, una delle principali limitazioni di questa revisione è la grande varietà nella somministrazione dell'allenamento contro resistenza che non permette di stabilire un ideale protocollo di trattamento.

In conclusione, l'allenamento della forza può essere utilizzato ad ogni grado di intensità nel caso in cui l'obiettivo sia il miglioramento della funzionalità ed è importante che sia costante nel tempo per mantenere i risultati ottenuti; inoltre, quando combinato con esercizi aerobici, tali esercizi dovrebbero essere a bassa intensità per ottimizzare i risultati.

L'integrazione nutrizionale aumenta gli effetti dell'allenamento contro resistenza ma, da sola, non è un trattamento sufficiente e inoltre la dose somministrata deve essere attentamente calibrata per evitare potenziali danni alla salute.

Quindi l'allenamento della forza può essere considerato una strategia conveniente e a basso rischio per il trattamento della Sarcopenia ed è sempre raccomandato che sia combinato con altre tipologie di intervento come l'esercizio aerobico o l'integrazione nutrizionale affinché ne vengano ampliati gli effetti.

Decimo studio

Fat infiltration and muscle hydration improve after High-Intensity Resistance Training in women with Sarcopenia. A randomized clinical trial.

L'infiltrazione di grasso e l'idratazione muscolare migliorano dopo l'allenamento contro resistenza ad alta intensità in donne con Sarcopenia. Uno studio clinico randomizzato.

Cristina Flor-Rufino, Joaquín Barrachina-Igual, Pilar P´erez-Ros, Ana Pablos-Monzo´, Roberto Sanz-Requena, Francisco M. Martínez-Arnau – Maturitas, 2022 – Elsevier Inc.

Lo scopo di questo studio è quello di valutare gli effetti prodotti da un allenamento contro resistenza ad alta intensità (HI-RT), della durata di sei mesi, sui parametri clinici e di imaging a risonanza magnetica (MRI) in donne anziane con Sarcopenia: infatti la diagnosi di Sarcopenia si basa principalmente su criteri clinici ma la certezza di tali parametri aumenta considerando i marcatori biologici e di imaging come la MRI, considerata il gold standard.

Nello specifico vengono valutati gli effetti sulla Sarcopenia definita secondo i criteri EWGSOP, sulle variabili antropometriche, sulla funzione muscolare, sulle prestazioni funzionali e sui bio-marcatori di imaging.

Questo RCT a singolo cieco prevede la partecipazione di 51 donne con un'età dai settant'anni in su, con diagnosi di Sarcopenia secondo i criteri EWGSOP, capaci di camminare in autonomia e residenti nell'area sanitaria di interesse dello studio; viene valutata la loro composizione corporea con apparecchiature di bio-impedenza e vengono sottoposte a test di forza e di prestazione funzionale (SPPB e gait speed test).

Inoltre, viene quantificata la qualità e la massa muscolare attraverso scansioni MRI della coscia.

I soggetti sono assegnati in maniera casuale in un gruppo di intervento, dove viene praticato l'allenamento contro resistenza ad alta intensità, e in un gruppo di controllo che non riceve alcun trattamento.

Il gruppo di intervento prevede due sessioni di 65' a settimana, per un totale di sei mesi, con un recupero minimo di 72 ore tra una sessione e l'altra.

Ogni sessione è suddivisa in tre parti: la prima consiste in 10' di riscaldamento che include esercizi di mobilità articolare e controllo posturale, la seconda è costituita da un circuito HI-RT di 45' composto da sei esercizi per rinforzare i vari gruppi muscolari con un carico di almeno il 70% di 1RM e la terza caratterizzata da un defaticamento di 10' con automassaggio ed esercizi di stretching.

L'analisi dei risultati, al termine dei sei mesi di intervento, mostra un incremento della massa muscolare, una diminuzione della massa grassa corporea valutata dal BIA (Body Impedance Analysis) e un potenziamento della forza e della prestazione muscolare degli arti inferiori e superiori; inoltre, si osservano cambiamenti dell'idratazione muscolare e del grasso microscopico a metà coscia nell'analisi MRI.

Questi depositi di grasso, a livello del muscolo scheletrico, influenzano l'attivazione neuromuscolare e contribuiscono all'insorgenza della Sarcopenia: il loro livello viene valutato utilizzando la variabile PDFF (Proton Density Fat Fraction) e, in questo studio, nel gruppo di intervento, il livello di questo indicatore mostra una diminuzione significativa.

Il 50% dei soggetti del gruppo di intervento vede la remissione della Sarcopenia mentre il grado di severità diminuisce in quasi tutti gli altri soggetti.

In merito agli indicatori della composizione corporea si identificano cambiamenti nella massa muscolare e nella massa grassa di magnitudo maggiore rispetto a studi precedenti; per quanto riguarda gli indicatori della forza muscolare i risultati mostrano miglioramenti in tutte le variabili, più significativi per quanto riguarda la SPPB, meno significativi per la gait speed.

Gli effetti dell'HI-RT sulle variabili cliniche sono stati confermati dai parametri della MRI.

Concludendo, sei mesi di allenamento contro resistenza ad alta intensità hanno portato alla remissione della Sarcopenia in metà dei soggetti che hanno ricevuto l'intervento; la composizione corporea e la funzione muscolare sono migliorate, mentre i bio-marcatori di imaging hanno corroborato i risultati clinici e fornito informazioni sulla qualità muscolare, mostrando livelli preservati di idratazione muscolare e una diminuzione della massa grassa microscopica dopo l'intervento.

DISCUSSIONE

Analisi Dei Risultati

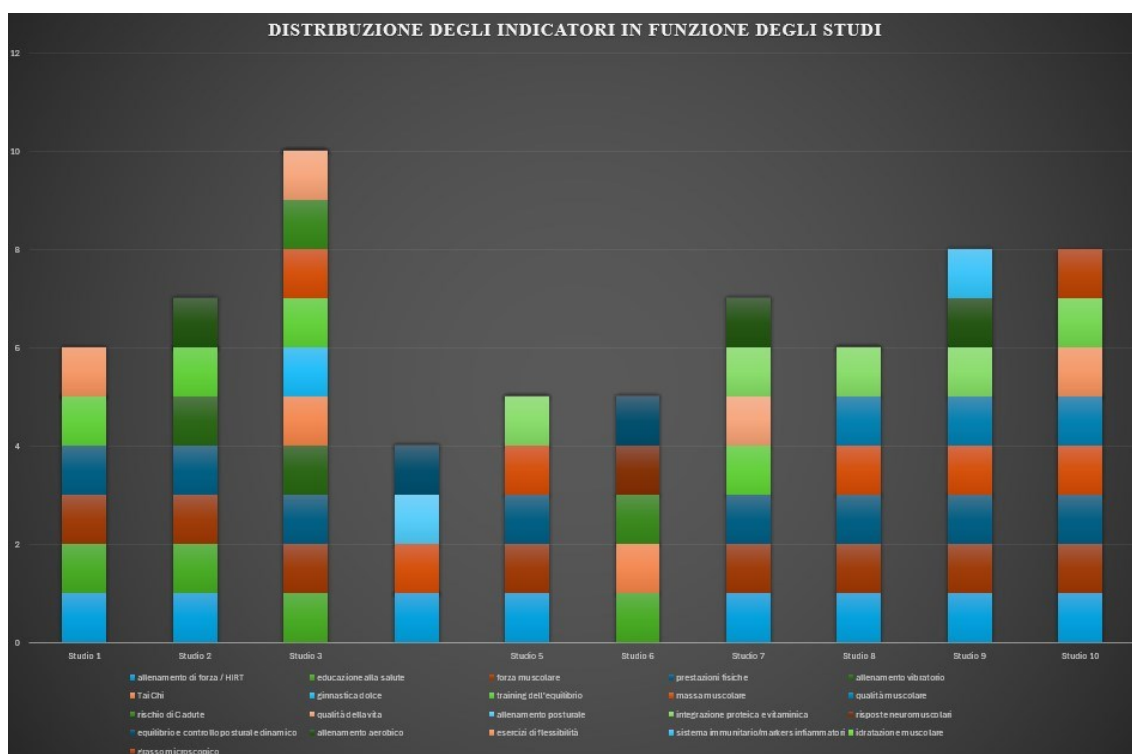
A seguito dell'analisi dei dieci studi selezionati per questa revisione narrativa sono stati individuati 21 indicatori che rispecchiano gli argomenti e le tematiche affrontate dagli studi stessi.

I due grafici sottostanti sintetizzano i risultati ottenuti (fig.15 e fig.16).

15



¹⁵ Grafico rappresentativo della distribuzione degli studi in relazione agli indicatori individuati: indica in quali studi ogni indicatore è presente.



Per quanto riguarda il miglioramento della Sarcopenia negli indicatori “forza muscolare”, “prestazioni fisiche” e “massa muscolare”, gli studi 1,2,4,5,7,8,9 e 10 indagano l’efficacia dell’allenamento della forza/HIRT, mettendo in luce come questa tipologia di esercizio terapeutico, nei suoi diversi livelli di intensità, determini modificazioni positive nei suddetti indicatori.

L’indicatore “qualità muscolare” viene trattato negli studi 8,9 e 10: tutti gli studi mettono in relazione il miglioramento della qualità muscolare con l’allenamento della forza/HIRT; nello specifico lo studio 10 mostra l’efficacia dell’allenamento HIRT sui livelli di “idratazione muscolare” e del “grasso microscopico” (fig.17).

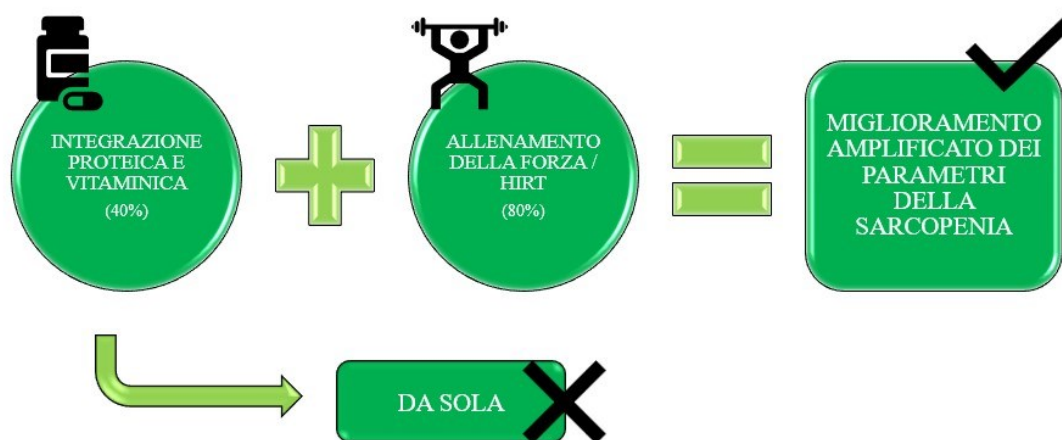
¹⁶ Grafico rappresentativo della distribuzione degli indicatori in funzione degli studi: da informazioni sulla vastità delle tematiche affrontate nei vari studi.



17

La letteratura, inoltre, indaga quale sia il ruolo dell'integrazione proteica e vitaminica nella gestione della Sarcopenia e, nello specifico, gli studi 5,7,8,9 affrontano tale argomento: viene documentato come essa, da sola, non porti particolari modificazioni nei parametri della patologia ma debba sempre essere associata all'esercizio e, in questo caso, ne amplifica gli effetti (fig.18).

¹⁷ Schema rappresentativo della relazione tra gli indicatori e la rispettiva comparsa negli studi in percentuale.

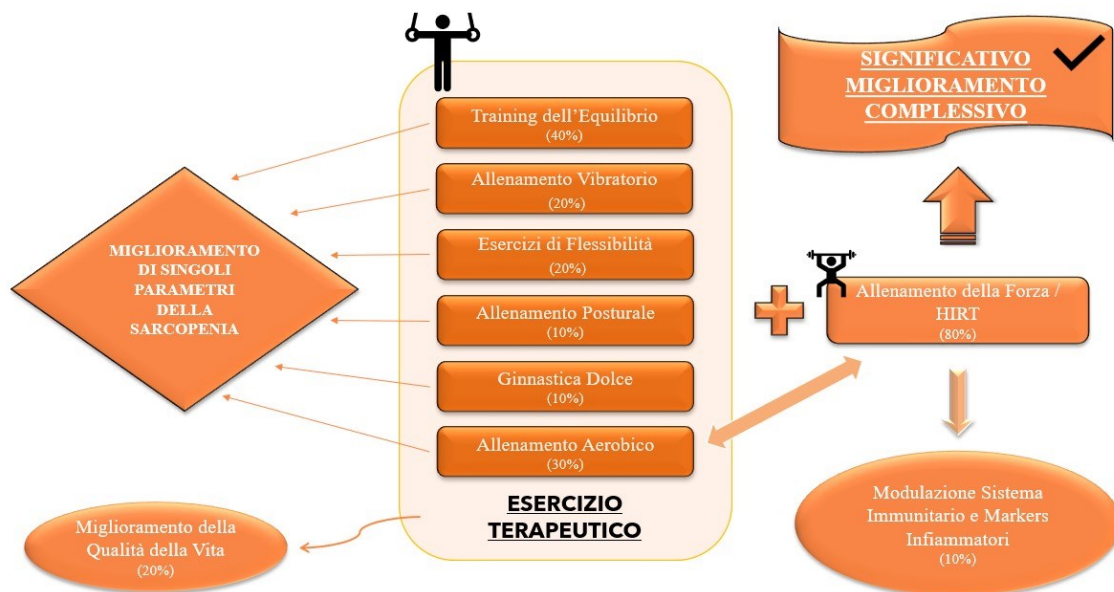


In merito alle altre modalità di esercizio terapeutico utilizzate nella gestione della Sarcopenia gli studi individuano: “training dell’equilibrio” (studi 1,2,3,7), “allenamento aerobico” (studi 2,7,9), “esercizi di flessibilità” (studi 1,10), “allenamento vibratorio” (studi 2,3), “ginnastica dolce” (studio 3) e “allenamento posturale” (studio 4).

Sono tutte modalità di esercizio che spesso vengono combinate o comparate con l’allenamento della forza: la letteratura mostra come tutte queste tipologie portino miglioramenti in vari aspetti dei parametri della Sarcopenia ma un cambiamento significativo complessivo è dato in associazione con l’allenamento della forza; nello studio 9 viene documentato come la combinazione tra allenamento della forza e allenamento aerobico determini effetti positivi nella modulazione del sistema immunitario e dei markers infiammatori (fig.19).

In relazione al livello della “qualità della vita” nella gestione dei pazienti sarcopenici, negli studi 3 e 7 viene sottolineato come l’esercizio terapeutico determini effetti significativamente positivi su tale indicatore (fig.19).

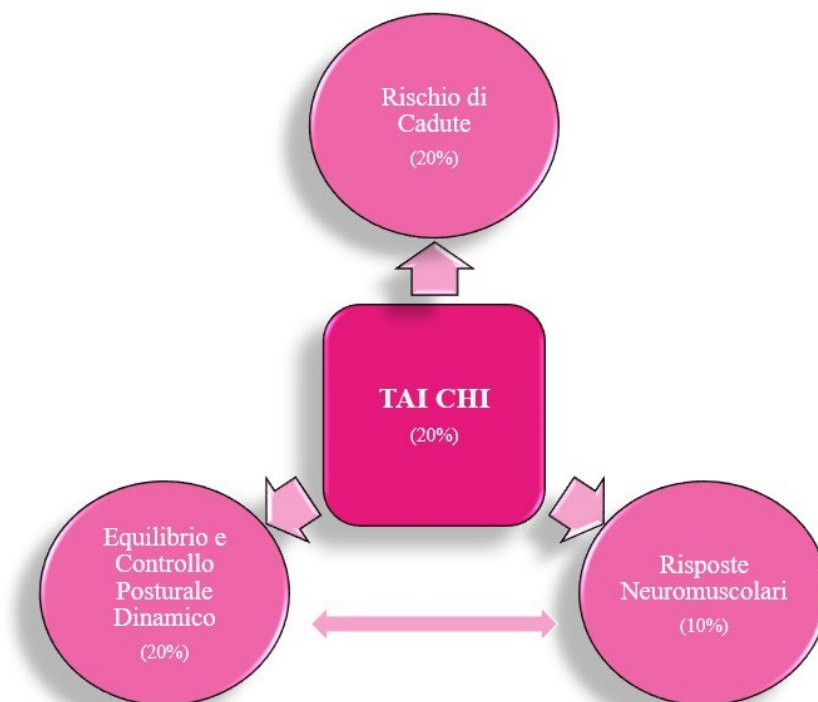
¹⁸ Schema rappresentativo della relazione tra gli indicatori e la rispettiva comparsa negli studi in percentuale.



Negli ultimi anni la letteratura si è avvicinata all'analisi di discipline olistiche nella gestione di diverse patologie e, in particolare, gli studi 3 e 6 vogliono identificare quali siano gli effetti della pratica del Tai Chi utilizzato come esercizio terapeutico nella gestione della Sarcopenia: i risultati mostrano benefici sia a livello di "equilibrio e del controllo posturale dinamico", delle "risposte neuromuscolari" e una riduzione del "rischio di caduta" (fig.20).

Nella gestione della Sarcopenia si parla anche dell'indicatore "educazione alla salute" che compare negli studi 1,2,3, 6; tale argomento viene trattato sempre secondariamente in riferimento ai gruppi di controllo.

¹⁹ Schema rappresentativo della relazione tra gli indicatori e la rispettiva comparsa negli studi in percentuale.



Tra tutti gli studi quello che affronta la maggior parte delle tematiche individuate è lo studio 3, come si evince dal grafico riassuntivo (fig.16) anche se, al suo interno, non viene presa in considerazione la principale tipologia di esercizio terapeutico affrontata negli studi, ossia l'allenamento della forza/HIRT.

²⁰ Schema rappresentativo della relazione tra gli indicatori e la rispettiva comparsa negli studi in percentuale.

CONCLUSIONI

Dopo un'attenta analisi degli studi inclusi nella revisione si può osservare come la letteratura metta l'Esercizio Terapeutico al centro del processo di prevenzione e della gestione della Sarcopenia nel paziente anziano.

Anche se non viene individuato ufficialmente un gold standard riguardo quale sia la tipologia di esercizio terapeutico migliore la maggior parte degli studi pone l'attenzione sull'allenamento della forza e su come esso risulti la metodica di esercizio terapeutico che porta i miglioramenti maggiormente significativi nei parametri della Sarcopenia.

Inoltre, è riconosciuta anche l'importanza dell'integrazione proteica e vitaminica che, associata all'allenamento della forza, amplifica gli effetti dell'esercizio stesso.

Diversi studi individuano come approccio migliore la combinazione tra l'allenamento della forza e altre tipologie di esercizio come quello aerobico o il training dell'equilibrio, dando sempre primaria importanza all'allenamento contro resistenza.

Negli ultimi anni la ricerca si sta avvicinando all'analisi di discipline olistiche come il Tai Chi e, anche se sono necessari studi futuri, i risultati sono positivi.

Infine, viene spesso sottolineata l'importanza di eseguire ulteriori studi futuri per identificare nello specifico la quantità e la durata ottimale dell'esercizio terapeutico somministrato.

Personalmente penso che l'approccio più completo sia quello integrato, basato sulla combinazione tra le diverse tipologie di esercizio, dando centralità all'allenamento della forza e associando un'opportuna integrazione nutrizionale: ogni tipologia di esercizio porta benefici differenti e un approccio integrato fa sì che la gestione della Sarcopenia avvenga a 360 gradi.



²¹ Schema rappresentativo delle conclusioni.

RINGRAZIAMENTI

Desidero ringraziare tutte le persone che mi hanno accompagnato durante questo percorso; in primis, un ringraziamento speciale va al mio relatore, la Dott.ssa Cristina Brunelli per la pazienza, i preziosi consigli e il costante supporto.

Grazie ai miei genitori e al mio fidanzato Giuseppe per essermi stati sempre vicini anche nei momenti più difficoltosi.

Grazie ai miei colleghi di corso e a tutti i docenti che hanno contribuito all'arricchimento del mio percorso di studio.

Un grazie speciale vorrei rivolgerlo ai colleghi dell'Unità Operativa di Medicina Fisica e Riabilitativa di via Redipuglia (Pesaro), in particolare a Luana che è sempre stata presente e pronta ad aiutarmi quando ho avuto bisogno.

A tutti coloro che hanno contribuito, in un modo o nell'altro, a questa tesi, rivolgo i miei più sinceri ringraziamenti.

BIBLIOGRAFIA E SITOGRAFIA

- 1) *“Panoramica sull’invecchiamento”* di Richard G. Stefanucci, DO, MGH, MBA, Thomas Jefferson University, Jefferson College of Population Health; disponibile in: <https://www.msmanuals.com/it-it/casa/la-salute-degli-anziani/invecchiamento-dell%E2%80%99organismo/panoramica-sull%E2%80%99invecchiamento?query=invecchiamento>
- 2) *“Quando si diventa anziani”*; disponibile in: https://www.sigg.it/wp-content/uploads/2018/12/News_Quando-si-diventa-anziani.pdf
- 3) *“Indicatori demografici”*; disponibile in: <https://demo.istat.it/tavole/?t=indicatori>
- 4) *“L’economia della terza età: consumi, ricchezza e nuove opportunità per le imprese”* di Massimo Rodà e Francesca G.M. Sica; disponibile in: <https://www.confindustria.it/home/centro-studi/temi-di-ricerca/scenari-geo-economici/dettaglio/silver-economy-l-economia-della-terza-eta-consumi-ricchezza-e-nuove-opportunita-per-le-imprese>
- 5) *“Che cos’è l’omeostasi?”*; disponibile in: <https://www.clinicacastelli.it/enciclopedia/omeostasi/>
- 6) *“Manuale di Competenze in Geriatria”*; disponibile in: https://www.sigg.it/wp-content/uploads/2018/05/Item-17_Mutamenti-fisiologici-con-let%C3%A0-di-organi-ed-apparati-che-contribuiscono-alla-riduzione-delle-riserve-omeostatiche-omeostenosi.pdf
- 7) *“Come e perché invecchiamo: la via per una longevità illimitata”* – Giacinto Libertini – 2017, Edizioni Accademiche Italiane.
- 8) *“Sarcopenia: Origins and Clinical Relevance”* di Irwin H. Rosenberg; disponibile in: <https://doi.org/10.1093/jn/127.5.990S>
- 9) *“Skeletal muscle aging and sarcopenia: perspectives from mechanical studies of single permeabilized muscle fibers”* di Jae-Young Lim, Walter R. Frontera, MD, PhD; disponibile in: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC10164716/pdf/nihms-1889357.pdf>

10) *“The Conceptual Definition of Sarcopenia: Delphi Consensus from the Global Leadership Initiative in Sarcopenia (GLIS)”* di Ben Kirk, Peggy M Cawthon, Hidenori Arai, José A Ávila-Funes, Rocco Barazzoni, Shalender Bhasin, Ellen F Binder, Olivier Bruyere, Tommy Cederholm, Liang-Kung Chen, Cyrus Cooper, Gustavo Duque, Roger A Fielding, Jack Guralnik, Douglas P Kiel, Francesco Landi, Jean-Yves Reginster, Avan A Sayer, Marjolein Visser, Stephan von Haehling, Jean Woo, Alfonso J Cruz-Jentoft, *The Global Leadership Initiative in Sarcopenia (GLIS) group*; disponibile in: <https://doi.org/10.1093/ageing/afae052>

11) *“La Sarcopenia”* di Aurelio Lo Buglio, Antonino Romano, Gianluigi Vendemiale; disponibile su: https://www.simg.it/Riviste/rivista_simg/2017/01_2017/7.pdf

12) *“Interdisciplinarietà nella persona anziana con Sarcopenia: inquadramento e impatto della Sarcopenia nell’anziano”* di Edoardo Locatelli (medico in formazione specialistica di Geriatria, Dipartimento di Scienze mediche, Università degli Studi di Ferrara), Stefano Volpato (professore ordinario di Medicina interna e Geriatria, direttore del Dipartimento di Scienze mediche, Università degli Studi di Ferrara), Caterina Trevisan (ricercatrice universitaria, Dipartimento di Scienze mediche, Università degli Studi di Ferrara); disponibile su: <https://www.luoghicura.it/operatori/strumenti-e-approcci/2024/02/interdisciplinarieta-nella-persona-anziana-con-sarcopenia-inquadramento-e-impatto-della-sarcopenia-nellanziano/>

13) *“Sarcopenia: diagnosi e prospettive terapeutiche”* di Anna Maria Paoletti, Monica Pilloni, Maria Francesca Marotto, Marisa Orrù, Gian Benedetto Melis *Clinica Ostetrica e Ginecologica, Dipartimento di Scienze Chirurgiche, Università di Cagliari, Azienda Ospedaliero Universitaria, Policlinico Duilio Casula, Monserrato (CA)*; disponibile su: https://www.fondazionegraziottin.org/ew/ew_articolo/atti%2027%20marzo%202015%20-%2006%20-%20paoletti.pdf

14) *“Muscle Fibre Types”*; disponibile su: https://www.physio-pedia.com/Muscle_Fibre_Types

15) *“Neurofisiologia del movimento: anatomia, biomeccanica, chinesioterapia, clinica”* di Maurizio Marchetti, Paolo Pillastrini - Piccin - Nuova Libreria, 2005

- 16) “*Sarcopenia: criticità nosologiche e diagnostiche*” di Giovanni Iolascon, Andrea Settembre, Sara Liguori, Claudio Curci e Marco Paoletta; disponibile su: https://old.giot.it/wp-content/uploads/2019/10/03_Art_AGGIORNAMENTO_Iolascon-1.pdf
- 17) “*Esercizio terapeutico*”; disponibile su: <https://www.emanuele-fontana.it/cosa-faccio/esercizio-terapeutico>
- 18) “*Esercizio terapeutico*”; disponibile su: <https://www.fisioterapiaitalia.com/terapie/esercizio-terapeutico/>
- 19) “*Therapeutic Exercise*” di Joseph E. Bielecki, Prasanna Tadi; disponibile su: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK555914/#:~:text=Introduction,a%20state%20of%20well%2Dbeing>
- 20) “*Whole Body Vibration*”; disponibile su: <https://www.sciencedirect.com/topics/medicine-and-dentistry/whole-body-vibration>
- 21) “*The effect of Tai Chi in elderly individuals with Sarcopenia and frailty: A systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials*” di Chia-Yu Huang, Peter Karl Mayer, Mei-Yao Wu, Dung-Huan Liu, Pei-Ching Wu, Hung-Rong Yen – Ageing Research Reviews, 2022 – Elsevier; disponibile su: <https://doi.org/10.1016/j.arr.2022.101747>
- 22) “*Effects of 12 weeks of Tai Chi on neuromuscular responses and postural control in elderly patients with Sarcopenia: a randomized controlled trial*” di Dunbing Huang, Xiaohua Ke1, Cai Jiang, Wei Song, Jing Feng, Huiting Zhou, Rui Zhang, Anren Zhang and Fujun Lan – Frontiers in Neurology, 2023 – Frontiers Media S.A; disponibile su: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/37188307/>
- 23) “*Therapeutic Exercise*” di Lucinda Hampton; disponibile su: https://www.physio-pedia.com/Therapeutic_Exercise#:~:text=Therapeutic%20exercise%20involves%20movement%20prescribed,a%20state%20of%20well%2Dbeing