

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI PADOVA

Dipartimento di Scienze Biomediche

Corso di Laurea Triennale in Scienze Motorie

Tesi di Laurea

**STRETCHING STATICO VS DINAMICO NEGLI ANZIANI:
EFFETTI DI 8 SETTIMANE DI ALLENAMENTO SU FLESSIBILITÀ,
FORZA, EQUILIBRIO E PERCEZIONE DELLA FATICA**

Relatore: Prof.ssa TATIANA MORO

Laureanda: DEBORA MACCARI

N° di matricola: 2021248

Anno Accademico 2021/2022

Ai nonni,
angeli custodi
in cielo e in terra
disposti a tutto pur di vederti felice,
capaci di donarti un amore infinito,
perché anche quando non ci sono più,
loro ci saranno sempre.

Ai miei nonni.

INDICE

INTRODUZIONE	3
1. STRETCHING: CONCETTI FONDAMENTALI	3
1.1 Storia dello stretching	3
1.2 Definizione e funzionalità dello stretching	5
1.3 Flessibilità	7
1.4 Mobilità articolare	10
1.5 Elasticità	10
2. BASI FISIologiche DELLO STRETCHING	11
2.1 Resistenza all'allungamento	11
2.2 Fusi neuromuscolari	14
2.2 Organi tendinei di Golgi	17
3. DIFFERENZE TRA STRETCHING STATICO E DINAMICO	19
3.1 Stretching statico	19
3.2 Stretching dinamico	23
4. IMPORTANZA DELLO STRETCHING NEGLI ANZIANI	29
4.1 Linee guida	29
4.2 Alterazione della flessibilità dovuta all'invecchiamento	31
4.3 Importanza della flessibilità negli anziani	33
4.4 Benefici dello stretching negli anziani	34

SCOPO DELLA TESI	37
MATERIALI E METODI	38
1. Soggetti	38
2. Disegno sperimentale	39
3. Misurazioni	42
4. Intervento	49
5. Analisi statistica	55
RISULTATI	56
DISCUSSIONE	64
CONCLUSIONE	69
BIBLIOGRAFIA	70

INTRODUZIONE

1. STRETCHING: CONCETTI FONDAMENTALI

1.1 Storia dello stretching

La parola “stretching” deriva dall’inglese “to stretch” e significa “allungamento”. Le sue origini antichissime risalgono alle discipline orientali che avevano come caratteristica distintiva quella di considerare corpo e mente un tutt’uno indivisibile. Testimonianze riguardanti la pratica dello stretching le ritroviamo per esempio a Bangkok, dove sono state rinvenute numerose statue risalenti a circa 2000 anni fa che rappresentano persone colte nell’atto di allungarsi. Esistono poi molti documenti che attestano la pratica di questa attività nell’antica Cina e in cui troviamo la descrizione di esercizi di allungamento.

Altri modelli di esercizi invece sono stati rintracciati nello yoga indiano. Mentre per quanto riguarda la storia occidentale non sono state ritrovate molte testimonianze riguardanti l’usanza dello stretching e solo negli ultimi anni sono cominciati gli studi sulle varie metodiche di allungamento da utilizzare per migliorare il range di movimento articolare (Paoli et al., 2013).

In Europa sembra essere arrivato attraverso l’influenza americana, in particolar modo di Bob Anderson, considerato come il “padre fondatore” dello stretching. Infatti il suo libro “*Stretching*”, che ha venduto milioni di copie in tutto il mondo, è considerato il manuale più semplice e completo sull’argomento. Bob e sua moglie Jean stamparono la prima versione “casalinga” di questo libro nel 1975 con le illustrazioni fatte dalla stessa Jean tracciando con l’inchiostro i contorni delle varie posizioni dalle foto che lei stessa aveva scattato a Bob mentre eseguiva gli esercizi ed evidenziando in nero le zone del corpo soggette all’allungamento.

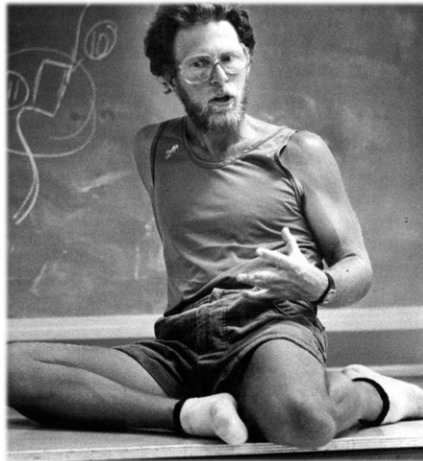


FIGURA 1. Bob Anderson mentre esegue una posizione di stretching e illustrazione della moglie Jean

Lo stesso Bob ha raccontato che nel 1968 era in sovrappeso e fuori forma per cui decise di intraprendere un programma di fitness che lo aiutò a dimagrire. Un giorno però durante una lezione si accorse di non riuscire ad allungarsi oltre le ginocchia dalla posizione seduta a gambe unite, così cominciò a fare stretching e ben presto si sentì meglio. Oltre a questo notò anche che lo stretching lo aiutava a correre e a pedalare molto meglio. Scoprendo quindi l'importanza della flessibilità nei programmi di fitness sviluppò un metodo di stretching che poteva seguire chiunque e cominciò a insegnare la sua tecnica viaggiando in lungo e in largo per tutti gli Stati Uniti (Anderson, 2010).

Ancor prima di Bob Anderson però, basandosi sulle definizioni di Sherrington di facilitazione e inibizione neuromuscolare (Sherrington, 1908), Kabat ideò il metodo chiamato P.N.F. (Proprioceptive Neuromuscular Facilitation), dapprima per aiutare la riabilitazione di pazienti con spasticità e paresi facilitando l'allungamento muscolare, e poi diffondendolo anche per trattare altre condizioni muscolari (Kabat, 1953). Fu però Holt, collaboratore dello stesso Kabat, che per primo adottò il P.N.F. come metodo di allungamento muscolare nello sport (Holt, 1959).

1.2 Definizione e funzionalità dello stretching

Lo stretching è stato definito da Taylor et al., (1990) come un movimento applicato da una forza esterna e/o interna al fine di aumentare la flessibilità e/o l'ampiezza del movimento articolare. Con il termine stretching quindi ci si riferisce ad una serie di esercizi che muovono le articolazioni, insieme ai relativi muscoli, tendini e legamenti, nel loro range di movimento (Bushman & American College of Sports Medicine, 2017). Perciò lo stretching non agisce soltanto sul muscolo, ma su tutte le componenti dell'apparato locomotore influenzandole in maniera diversa a seconda delle diverse risposte biomeccaniche che i differenti tessuti biologici forniscono alla trazione (Paoli et al., 2013). Lo stretching lo possiamo ritrovare anche in quei gesti naturali che tutti noi compiamo nella nostra quotidianità in maniera del tutto spontanea, come le azioni di autostiramento, allo scopo per esempio di prepararci al movimento o di cercare sollievo dalla fatica. Sono gesti istintivi che facciamo spesso senza nemmeno rendercene conto e che ritroviamo infatti anche negli animali. Basta guardare un cane o un gatto da compagnia per vederli allungare dopo aver dormito o essere stati sdraiati per un lungo periodo di tempo. Questo comportamento è chiamato "pandicolazione" e comporta una contrazione volontaria dei muscoli seguita da un lento allungamento e quindi rilassamento (spesso con uno sbadiglio). Descrizione che assomiglia molto alla metodica del PNF (Behm, 2018).

Oggi grazie alla ricerca scientifica applicata alla pratica sportiva lo stretching è divenuto parte integrante della preparazione di tutte le discipline sportive, ma, oltre ad essere utilizzato nella fase di riscaldamento e di defaticamento, oggi lo stretching rappresenta anche una vera e propria forma soft di attività fisica che privilegia il benessere migliorando la capacità di rilassamento, l'elasticità muscolare e la mobilità delle articolazioni. Lo stretching può essere effettuato in diverse modalità sulla base di quattro parametri principali che sono correlati con l'aumento della flessibilità di un'articolazione: l'intensità, la durata, la frequenza (che può essere distinta in frequenza per sessione e frequenza per settimana) e la posizione di stretching.

Le tecniche più comunemente utilizzate sono: lo stretching statico (che si divide in attivo e passivo), il dinamico, il ballistico e la facilitazione neuromuscolare propriocettiva (PNF) (Thomas et al., 2018).

Nonostante la sua esecuzione possa risultare semplice, è importante che questa attività venga eseguita correttamente vista l'influenza che ha, non solo sull'apparato muscolo-tendineo e articolare, ma anche su quello circolatorio, respiratorio e sul sistema nervoso (Paoli et al., 2013).

Per quanto riguarda la funzionalità dello stretching in letteratura troviamo ancora oggi pareri contrastanti. Secondo alcuni autori lo stretching, se eseguito con regolarità, porta all'organismo moltissimi benefici come favorire l'unione di corpo, mente e spirito, permettere di rilassarsi da stress e tensioni, agevolare il rilassamento muscolare, aumentare l'autodisciplina, la conoscenza di sé e la percezione del proprio corpo. Sostengono inoltre che può portare ad un miglioramento della forma fisica, della postura e della simmetria, che può dare sollievo dal mal di schiena, dai crampi muscolari e dai dolori muscolari a insorgenza ritardata (DOMS), ridurre il rischio di infortuni, migliorare il sonno e la vita sessuale (Alter, 2004).

Secondo invece quanto riportato dalla revisione Weerapong et al. (2004) altri autori sostengono che esercizi di stretching eseguiti prima di una competizione portano ad effetti negativi come la riduzione delle prestazioni esplosive, di forza e di resistenza, l'aumento del rischio di traumi ed infortuni. Questo in merito soprattutto agli effetti acuti dello stretching, perché per quanto riguarda, invece, gli effetti dello stretching a lungo termine ci sono stati alcuni studi che hanno riportato un effetto positivo dello stretching sulla prestazione (Wilson et al., 1992; Worrell et al., 1994; Handel et al., 1997). Nonostante queste opinioni contrastanti, tra i vari benefici sembrerebbe però essere certo che lo stretching, indipendentemente dalla tipologia utilizzata, porti ad un miglioramento del ROM, poiché va a diminuire le proprietà viscoelastiche dell'unità muscolo-tendinea, aumenta la compliance, riduce l'attività riflessa spinale e modula l'eccitabilità presinaptica delle vie inibitorie IA. Inoltre agisce attraverso una progressiva modifica della sensazione portando come risultato un aumento della tolleranza allo stiramento. In particolare, sembrerebbe che allenamenti acuti o sessioni di

stretching a breve termine (fino a tre settimane) promuovano la tolleranza allo stretching, mentre sessioni di stretching a lungo termine (oltre le tre settimane) agirebbero sulle proprietà biomeccaniche e fisiologiche dei muscoli, dei tendini e del sistema nervoso (Thomas et al., 2018).

1.3 Flessibilità

Oggi sappiamo per certo che l'attività fisica è uno dei fattori più importanti per il mantenimento di una buona salute. Sappiamo anche che il movimento umano non è possibile senza un certo livello di flessibilità, la quale quindi risulta essere fondamentale per un movimento sicuro ed efficace (Knudson et al., 2000).

Il termine "flessibilità" si riferisce alla proprietà intrinseca dei tessuti corporei che determina il range di movimento raggiungibile senza lesioni in un'articolazione o in un gruppo di articolazioni" (Holt et al., 1995).

Molte persone considerano la flessibilità una caratteristica che o hai o non hai. Mentre, sebbene alcune persone abbiano geneticamente un livello di flessibilità più elevato rispetto ad altre, tutti hanno il potenziale per migliorare la propria flessibilità e una strategia efficace per ottenere un miglioramento in tale proprietà è appunto l'esecuzione di esercizi di stretching.

L'importanza della flessibilità si può vedere bene nelle attività quotidiane come il piegarsi per indossare i calzini, allacciarsi le scarpe, il guardarsi alle spalle per controllare la presenza di automobili, ecc. (Bushman & American College of Sports Medicine, 2017). La flessibilità è influenzata da alcuni fattori intrinseci, direttamente coinvolti nella realizzazione del movimento, quali la struttura anatomica dell'articolazione (tipo di articolazione, ossa, cartilagini, capsula articolare), l'elasticità dell'unità muscolo-tendinea, l'elasticità dei legamenti, della fascia, della pelle e i fattori neurali come l'attività riflessa, che il circuito neurale spinale fornisce, determinando la capacità del muscolo di rilassarsi o contrarsi. Tuttavia, la flessibilità è anche influenzata da fattori estrinseci, in continuo cambiamento e che dipendono da individuo a individuo, come l'età, lo stile di vita, il livello di attività fisica o sedentarietà, gli infortuni avuti in passato, il genere, la genetica, la temperatura dell'ambiente e del muscolo e la tollerabilità allo sforzo. Perciò la flessibilità può variare notevolmente da

persona a persona, ma anche tra le varie articolazioni del corpo poiché ogni articolazione, in base alla propria struttura anatomica, è in grado di compiere movimenti specifici (Holt et al., 1995; Thomas et al., 2018; Bushman & American College of Sports Medicine, 2017).

Questa proprietà del sistema muscolo-scheletrico si può dividere in due tipologie: la flessibilità statica e la flessibilità dinamica.

La flessibilità statica è definita come il range di movimento (ROM) disponibile per un'articolazione o un gruppo di articolazioni. Quest'ultima non deve essere confusa con la lassità articolare, che è invece una proprietà della capsula articolare e dei legamenti. Tuttavia, a volte è difficile distinguere tra un ROM ridotto causato da un muscolo corto e un ROM ridotto a causa di una capsula articolare rigida o di un'articolazione artritica (Gleim & McHugh, 1997). Per quanto riguarda l'interpretazione delle misure di flessibilità statica esistono dei limiti dati dal fatto che i test di flessibilità statica permettono di quantificare il grado del range di movimento, ma essi sono definiti soggettivamente dall'individuo, pertanto dipendono dalla tolleranza del soggetto alla posizione di allungamento e non sono quindi misure realmente oggettive (Knudson et al., 2000). La flessibilità dinamica invece si riferisce alla facilità di movimento all'interno del ROM e mostra come la tensione passiva del muscolo aumenti ai limiti del ROM, dimostrando che il muscolo ha un comportamento viscoelastico. Essa può essere quantificata in termini di stiffness (rigidità), parametro meccanico che rappresenta la resistenza di una struttura alla deformazione e che si misura definendo la pendenza della curva carico-deformazione di un materiale. Le misure di flessibilità dinamica, al contrario di quelle di flessibilità statica, non dipendono dalla percezione soggettiva, perciò sono ritenute misure più oggettive (Gleim & McHugh, 1997).

La flessibilità statica non è una caratteristica di tutto il corpo, ma, come la forma fisica, è specifica delle varie aree del corpo. Un individuo può essere abbastanza flessibile in un movimento articolare, ma poco flessibile in un altro. Inoltre è stata identificata una tendenza delle donne ad avere una maggiore flessibilità statica rispetto agli uomini, anche se gran parte di questo effetto potrebbe essere legato a differenze antropometriche (Knudson et al., 2000).

La flessibilità statica normale si colloca tra due estremi patologici, l'anchilosi e l'iper mobilità (Russek, 1999). Diversi enti hanno stabilito quali sono questi intervalli di normalità per i test di flessibilità statica delle principali articolazioni. Per quanto riguarda l'associazione tra il livello di flessibilità con il rischio di infortuni e con la performance in letteratura non sono ancora presenti evidenze che dimostrino chiaramente tale correlazione. Secondo alcuni studi una riduzione della flessibilità ed una mobilità limitata possono limitare il raggiungimento di obiettivi in ambito sportivo e atletico o aumentare l'incidenza delle lesioni, in particolare gli stiramenti muscolo-tendinei, così come limitare l'indipendenza delle persone a causa di una riduzione della loro capacità funzionale (Thomas et al., 2018). Ci sono però poche prove che nei soggetti con una flessibilità statica normale lo stretching o l'aumento della flessibilità statica riducano il tasso di infortuni. La letteratura è però concorde nel ritenere che livelli normali di flessibilità statica sono necessari per un basso rischio di infortunio nella maggior parte delle attività fisiche vigorose, mentre livelli molto alti o molto bassi di tale flessibilità possono rappresentare un aumento del rischio di infortunio. I test di flessibilità statica risultano essere strumenti efficaci per identificare le persone agli estremi della distribuzione della flessibilità statica. Non si sa ancora molto invece per quanto riguarda la flessibilità dinamica e la sua correlazione con il rischio di infortunio (Knudson et al., 2000). Per quanto riguarda gli effetti della flessibilità sulla prestazione risultano essere molto specifici in base all'attività sportiva a cui si fa riferimento (Gleim & McHugh, 1997).

1.4 Mobilità articolare

Un concetto intrinsecamente legato a quello di flessibilità muscolare è quello di mobilità articolare, in quanto essa dipende dal grado di flessibilità dei muscoli che intervengono sulle articolazioni che permettono un determinato movimento. Per mobilità articolare si intende quindi la capacità di un'articolazione di consentire l'esecuzione di un movimento nel completo ROM e quindi alla massima ampiezza possibile (Alter, 2004).

1.5 Elasticità

Spesso il concetto di flessibilità viene assunto erroneamente come sinonimo di elasticità. L'elasticità è la proprietà di un materiale di resistere alla deformazione causata da una forza e di ritornare rapidamente alla sua forma normale (Holt et al., 1996). La proprietà meccanica che definisce l'elasticità di un materiale è nota come stiffness (rigidità), definita come rapporto tra forza ed allungamento. L'opposto della stiffness è la compliance, ovvero la capacità di un materiale di essere deformato o allungato da minime forze esterne (Knudson et al., 2000). L'elasticità muscolare è quindi il risultato di un giusto equilibrio tra la compliance e la stiffness del complesso muscolo-tendineo.

2. BASI FISILOGICHE DELLO STRETCHING

2.1 Resistenza all'allungamento

Da un punto di vista fisiologico è noto che i sarcomeri, l'unità funzionale del muscolo scheletrico, modificano la loro lunghezza durante lo stiramento o la contrazione muscolare modificando la lunghezza totale del muscolo stesso.

Nel 1954 Huxley e Niedergerke (Huxley & Niedergerke, 1958), usando un microscopio ad interferenza, evidenziarono che, durante l'accorciamento del muscolo, la lunghezza della banda A rimaneva costante, mentre le bande I e le zone H diventavano più strette. Durante lo stiramento muscolare, invece, la banda A si manteneva sempre costante, mentre la banda I e la zona H si estendevano. Nello specifico lo stretching muscolare è caratterizzato da una prima fase in cui l'allungamento del sarcomero avviene principalmente ad opera dei filamenti di actina e miosina e da una seconda fase in cui risultano essere i filamenti di titina i principali responsabili. È noto che all'interno del sarcomero i filamenti di miosina occupano una posizione centrale all'interno delle due linee Z e che tale posizione viene mantenuta anche quando il sarcomero è allungato, come ad esempio durante lo stretching, grazie alla presenza dei filamenti di titina che vanno dalla linea Z alla linea M. Tuttavia soltanto la porzione di titina che si trova in prossimità della linea Z, a differenza di quella compresa nella banda A, è caratterizzata da un comportamento elastico e quindi subisce variazioni di lunghezza durante l'allungamento o la contrazione muscolare (Battaglia et al., 2008).

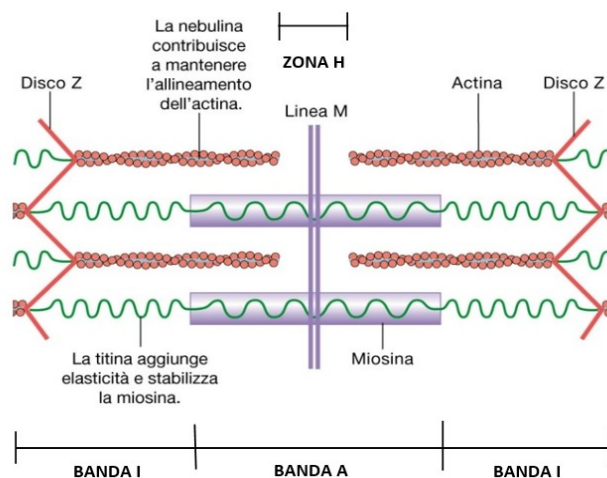


FIGURA 2. Struttura di un sarcomero

Come riportato dalla revisione di Battaglia et al. (2008), alcuni studi presenti in letteratura hanno dimostrato che gli elementi contrattili del muscolo, ossia i sarcomeri, non rappresentano un fattore limitante l'allungamento del muscolo, poiché è stato visto che in vitro il sarcomero può essere allungato fino a 150% della sua lunghezza di riposo, mentre in vivo, magari in soggetti dotati di un'elevata estensibilità, è possibile arrivare ad un allungamento del muscolo pari al massimo al 140%. Secondo questi studi sarebbe invece il tessuto connettivo che avvolge il muscolo nei suoi vari livelli di organizzazione (endomisio, perimisio ed epimisio) il principale responsabile della resistenza all'allungamento del muscolo stesso.

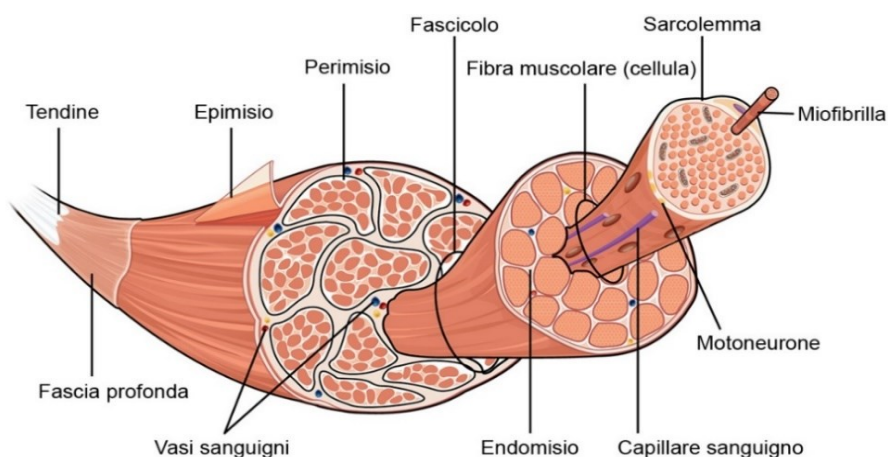


FIGURA 3. Livelli di organizzazione in un muscolo scheletrico

Il tessuto connettivo svolge numerose funzioni come quella di sostegno trofico e meccanico ma anche quella di connessione tra i vari organi e può essere classificato in diverse categorie in base alla struttura e alle funzioni che svolge. Tuttavia, sono prevalentemente due i tipi di tessuto connettivo che possono influire sul range di movimento: le strutture caratterizzate dalla prevalenza di tessuto connettivo denso presentano un ROM limitato, essendo questo tipo di tessuto costituito prevalentemente da collagene, mentre una struttura caratterizzata da un'elevata componente di tessuto connettivo elastico presenta un ampio range di movimento. In ogni caso sembrerebbe però che, grazie a un programma specifico ed entro certi limiti, visto che le caratteristiche del tessuto connettivo possono variare, sia possibile migliorare il ROM (Alter, 2004).

Oltre al tessuto connettivo a cui viene attribuito il 41% della stiffness totale, ci sono però anche altre strutture anatomiche che costituiscono dei fattori limitanti nei confronti dell'allungamento, ad esempio la capsula articolare, che è responsabile del 47% della stiffness, ma anche i tendini e la pelle, responsabili rispettivamente del 10% del 2% (Johns & Wright, 1962). Tuttavia, come suggerito nella revisione di Battaglia et al. (2008), esistono alcune evidenze in letteratura che sostengono che il ruolo ricoperto dal tessuto connettivo, in quanto fattore limitante l'allungamento muscolare, sia stato sovrastimato e che invece i maggiori fattori responsabili della tensione passiva del muscolo siano la titina e i ponti acto-miosinici presenti anche quando il muscolo si trova in condizioni di rilassamento. A sostegno di tale supposizione Battaglia et al. (2008) riportano alcune sperimentazioni nelle quali si dimostra che la tensione passiva del muscolo non subisce alcun cambiamento rilevante in assenza del sarcolemma e del tessuto connettivo e che in seguito ad un lavoro eccentrico si verifica un danneggiamento e una diminuzione della titina, della nebulina¹ e della desmina². Questi studi sembrerebbero perciò dimostrare che è la struttura muscolare stessa il maggior fattore limitante l'allungamento, non il tessuto connettivo, il cui ruolo sarebbe quindi stato sovrastimato. Ad ogni modo, a causa delle attuali opinioni contrastanti riguardo questo fenomeno sono necessari ulteriori studi per chiarire in modo inequivocabile il ruolo ricoperto dal tessuto connettivo e dalla struttura muscolare nel corso dell'allungamento.

In ogni caso sembrerebbe che lo stretching possa indurre un cambiamento semipermanente della lunghezza del tessuto connettivo che avvolge il muscolo (epimisio, perimisio, endomisio), ma anche degli altri tipi di tessuto come il tendine, i legamenti ed il tessuto cicatriziale (Alter, 2004). Inoltre, lo studio di Wang et al. (1991) sembrerebbe dimostrare anche che le cellule muscolari sono in grado di modulare la propria stiffness e il proprio limite elastico grazie all'espressione di una specifica isoforma di titina e anche questo meccanismo adattivo, che permetterebbe quindi al muscolo di raggiungere il proprio limite elastico ad una lunghezza del sarcomero maggiore e di conseguenza di sviluppare una tensione minore, sarebbe influenzato dallo stretching.

¹ **nebulina**: proteina implicata nella regolazione della lunghezza dei filamenti di actina

² **desmina**: proteina che ha il compito di mantenere i sarcomeri in parallelo

2.2 Fusi neuromuscolari

Le risposte biomeccaniche delle unità muscolo-tendinee durante l'allungamento dipendono però anche da fattori neurali. Il muscolo scheletrico possiede due tipi di recettori nervosi: i fusi neuromuscolari e gli organi tendinei di Golgi. Entrambi questi recettori sono attivati dallo stiramento del muscolo, ma trasmettono differenti tipi di informazione.

I fusi neuromuscolari sono recettori sensibili alle variazioni di lunghezza muscolare, si trovano all'interno della parte carnosa del muscolo scheletrico e sono formati dall'insieme di fibre muscolari specializzate chiamate fibre intrafusali, le quali giacciono all'interno di una capsula connettivale a forma di fuso disposta in parallelo rispetto alle fibre extrafusali e attaccata con le due estremità all'endomysio. Diversamente da una normale fibra muscolare scheletrica extrafusale, che contiene elementi contrattili per tutta la sua lunghezza, una fibra intrafusale è costituita da una porzione centrale non contrattile e da due regioni polari contenenti gli elementi contrattili (Sherwood & Bodega, 2012). Si distinguono inoltre due tipi di fibre muscolari intrafusali: le fibre con sacco nucleare che presentano in sede equatoriale un rigonfiamento contenente i nuclei e le fibre con catena nucleare che sono più sottili e contengono una singola fila di nuclei nella porzione centrale.

I due tipi di fibre differiscono anche per il tipo di innervazione afferente che può essere primaria o secondaria. I neuroni afferenti primari sono caratterizzati da terminazioni anulospirali, le quali si connettono alle regioni equatoriali di entrambi i tipi di fibre intrafusali e segnalano sia gli allungamenti fasici, caratterizzati da variazioni rapide di lunghezza del muscolo, che quelli tonici, contraddistinti da un allungamento del muscolo costante e mantenuto. Mentre i neuroni afferenti secondari sono costituiti da terminazioni a fiorame principalmente collegate alle fibre intrafusali con catena nucleare e segnalano quindi soltanto gli allungamenti tonici.

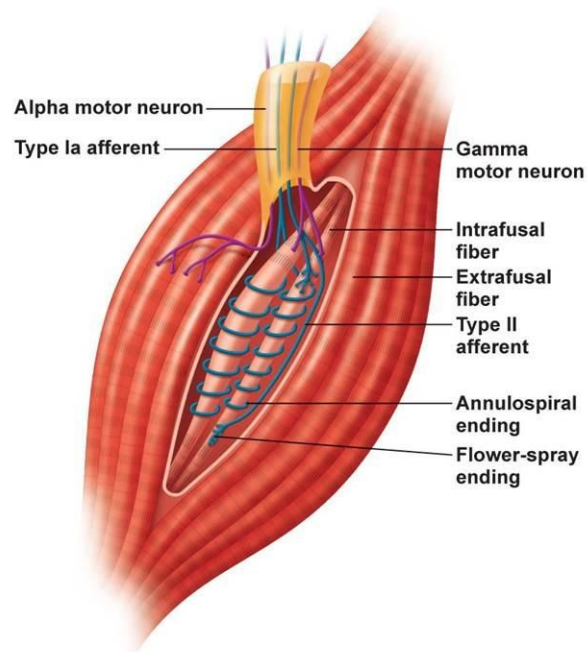


FIGURA 4. Fusolo neuromuscolare

I segnali raccolti dai fusi neuromuscolari, perciò, intervengono nel mantenimento del tono muscolare e nel riflesso miotattico da stiramento. (Paoli et al., 2013). Il riflesso miotattico da stiramento (stretch reflex) è una risposta muscolare di tipo contrattile nei confronti di un repentino ed inaspettato aumento della lunghezza del muscolo che ha lo scopo di salvaguardarne l'integrità. Quando il neurone afferente primario viene eccitato per mezzo di questo riflesso monosinaptico, andando ad attivare i motoneuroni α che innervano il muscolo in cui il fuso stesso è contenuto, induce una contrazione sufficiente ad annullare lo stiramento del fuso. Contemporaneamente però, tramite neuroni eccitatori, va ad attivare anche i motoneuroni α dei muscoli sinergici e, tramite interneuroni inibitori, va ad inibire l'attività dei motoneuroni α che innervano invece i muscoli antagonisti. L'eccitazione dei neuroni secondari tramite questo riflesso induce invece, indipendentemente dal tipo di muscolo in cui il fuso è contenuto, la contrazione dei muscoli flessori che agiscono su una determinata articolazione. Se ad esempio il fuso è contenuto in un muscolo estensore l'eccitazione dei neuroni secondari, quindi, indurrà l'inibizione del muscolo stesso e la contrazione dei muscoli flessori antagonisti.

Bisogna ricordare però che la soglia delle fibre afferenti secondarie è più elevata di quelle primarie, pertanto se l'allungamento del muscolo estensore, preso come esempio, è di intensità tale da causare l'eccitazione delle terminazioni dei neuroni afferenti secondari, esso porterà anche all'eccitazione dei neuroni afferenti primari. Il risultato sarà quindi una contemporanea contrazione sia dei muscoli flessori che di quelli estensori che agiscono su una determinata articolazione, tendendo quindi a bloccare quell'articolazione. Tale meccanismo è particolarmente importante per quanto riguarda i muscoli antigravitari (Paoli et al., 2013).

Le fibre intrafusali sono innervate inoltre dai motoneuroni γ , le cui terminazioni sono connesse alle estremità contrattili delle fibre intrafusali stesse. Pertanto, l'impulso originato dai motoneuroni γ induce la contrazione delle porzioni polari contrattili delle fibre intrafusali. Tale contrazione, essendo le fibre intrafusali connesse con entrambe le loro estremità sia con la superficie interna della capsula fusale che con l'endomysio, provoca a sua volta lo stiramento della regione equatoriale nucleata delle fibre intrafusali stesse, attivando quindi i terminali afferenti come durante l'allungamento dell'intero muscolo.

I motoneuroni γ quindi pongono il fuso neuromuscolare a un livello opportuno di scarica indipendente dalla lunghezza assoluta del muscolo, ossia abbassano la soglia del fuso rendendolo più sensibile (Paoli et al., 2013).

Per quanto riguarda lo stretching sembrerebbe che una sua pratica costante e regolare possa spostare ad un livello superiore il punto critico al quale si innescherebbe il riflesso da stiramento. Di conseguenza il muscolo si manterrebbe rilassato per allungamenti di ampiezza superiori rispetto a quelli che un soggetto riusciva a tollerare prima di iniziare una pratica costante dello stretching e questo si ritiene sia dovuto alla capacità del sistema nervoso centrale di modulare la soglia dell'intensità alla quale si innescherebbe il riflesso miotatico da stiramento (Bisciotti, 2005).

2.2 Organi tendinei di Golgi

Gli organi tendinei di Golgi si trovano nei tendini, sono formati da piccoli fascetti di fibre collagene circondati da una sottile capsula connettivale e riccamente innervati da fibre sensitive (Paoli et al., 2013).

Questi recettori disposti in serie rispetto alle fibre muscolari hanno la funzione di rispondere alle variazioni di tensione del tendine causate dalla contrazione muscolare o da fortissimi stiramenti passivi. Proprio per questo motivo gli organi tendinei di Golgi risultano più sensibili alle tensioni generate dalla contrazione muscolare piuttosto che dall'allungamento passivo. Pertanto assumono un ruolo importante in tutte quelle tecniche di stretching che prevedono la contrazione del muscolo da allungare (ad esempio PNF).

Per arrivare ad attivare gli organi tendinei di Golgi lo stretching deve essere quindi particolarmente intenso e solo in questo caso essi intervengono al fine di ridurre l'eccessiva tensione muscolare attraverso il "riflesso miotatico inverso" (Bisciotti, 2005). L'eccitazione degli organi tendinei di Golgi permette di inibire i motoneuroni α e γ innervanti il muscolo agonista e i muscoli sinergici di quest'ultimo, attraverso quella che viene chiamata inibizione autogena, e di attivare invece i motoneuroni α e γ che innervano i muscoli antagonisti (Paoli et al., 2013). Gli organi tendinei di Golgi hanno quindi lo scopo di proteggere il complesso muscolo-tendineo da possibili insulti traumatici nel caso in cui dovesse essere sottoposto a tensioni eccessivamente elevate. Durante questo compito gli organi tendinei di Golgi sono assistiti sia dai mecano-recettori articolari che da quelli cutanei (Bisciotti, 2005).

Il riflesso miotatico inverso gioca perciò un ruolo importante nell'ambito dello stretching, soprattutto nel caso in cui il soggetto, mantenendo una posizione di allungamento, eserciti una notevole tensione a livello del gruppo muscolare interessato.

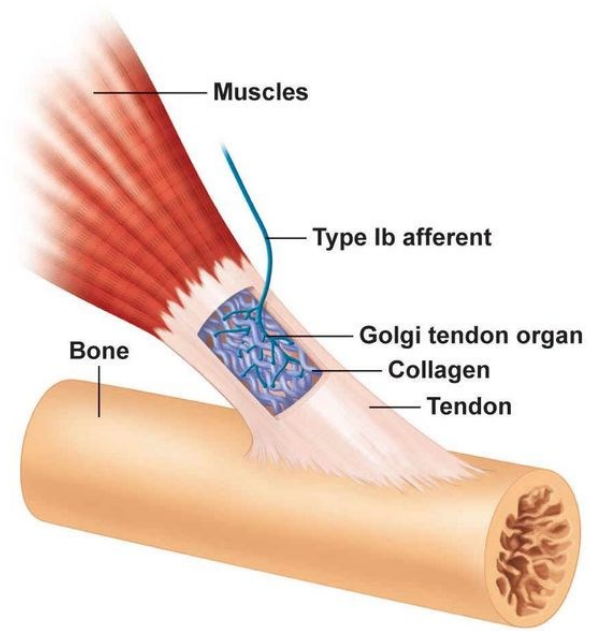


FIGURA 5. Organo tendineo di Golgi

3. DIFFERENZE TRA STRETCHING STATICO E DINAMICO

Come già accennato in precedenza, in letteratura sono presenti opinioni contrastanti riguardo agli effetti e all'utilità dello stretching per aumentare la flessibilità di un'articolazione, per ridurre la rigidità dell'unità muscolo-tendinea, per ottimizzare i movimenti e quindi migliorare le performance sportive e per ridurre il rischio di infortuni e lesioni. Perciò questo capitolo cercherà di spiegare quali sono, nello specifico, le evidenze riguardo alle differenze tra stretching statico e dinamico in tutti questi aspetti.

3.1 Stretching statico

Lo stretching statico (SS), che viene eseguito mantenendo il muscolo bersaglio in una posizione di allungamento per un periodo di tempo definito, è la tipologia più comunemente praticata per i suoi effetti benefici sulla riduzione della rigidità dell'unità muscolo-tendinea e sull'aumento della tolleranza allo stiramento.

La rigidità passiva si pensa che rifletta la viscoelasticità dell'unità muscolo-tendinea, mentre la tolleranza allo stiramento è considerata la tolleranza alla forza di trazione prodotta nei muscoli che sono sottoposti a estensione passiva. L'indice utilizzato per riflettere questo aspetto è la PT (passive torque) all'insorgenza del dolore (Iwata et al., 2019).

Mentre tra i suoi effetti negativi è stato dimostrato che lo SS riduca la forza muscolare, la potenza muscolare e le prestazioni esplosive (Iwata et al., 2019). Per quanto riguarda l'aumento del ROM articolare, che resta il principale obiettivo dello stretching, la revisione di Opplert e Babault (2018) riporta alcuni studi in cui hanno dimostrato che lo SS è più efficiente di quello dinamico per il miglioramento della mobilità articolare. Una delle cause di questa differenza è ricondotta al fatto che nello stretching dinamico viene trascorso meno tempo in posizione allungata. Inoltre, altri fattori che incidono sembrano essere attribuibili all'aumento dell'elasticità dei tendini e alla diminuzione della viscosità muscolare, che si verificano quando il tessuto muscolare viene mantenuto allungato in posizione fissa, i quali portano di conseguenza ad una diminuzione della resistenza passiva e ad un aumento del ROM.

Anche il riscaldamento prima di un evento atletico, il quale ha da sempre l'obiettivo di ottimizzare le prestazioni, tipicamente prevede una parte di stretching insieme ad un'attività aerobica submassimale e un'attività specifica per lo sport. La parte di stretching tradizionalmente incorporava lo stretching statico, oggi invece lo stretching dinamico sembra essere un'alternativa più sensata poiché esistono numerosi studi, come riportato nella revisione di Behm e Chaouachi (2011), che dimostrano che lo SS induce prestazioni ridotte. Tuttavia, recentemente sono stati pubblicati anche alcuni articoli che non evidenziano effetti negativi sulla prestazione associati allo stretching statico. Questi risultati potrebbero però essere legati ad una serie di fattori, tra i quali il fatto che l'esecuzione di stretching statico in questi studi è stata di breve durata (90 s in totale) e con un'intensità di allungamento inferiore al punto di tolleranza (Behm & Chaouachi, 2011).

Inoltre, altri studi riportano che se lo SS è prolungato ed eseguito in modo isolato può portare a degli effetti negativi (Behm et al., 2016; Kay et al., 2012), mentre se viene eseguito per un tempo adeguato e nell'ambito di un regime di riscaldamento completo i danni sono irrilevanti (Blazevich et al., 2018; Reid et al., 2018). Anzi, lo stretching statico, secondo quanto riportato nella revisione di Behm e Chaouachi (2011), in alcune occasioni può addirittura fornire benefici o non aver alcun effetto sulla prestazione successiva, come nel caso di contrazioni eccentriche a bassa velocità e di contrazioni di durata più prolungata. Tale affermazione è supportata anche da altri studi che hanno dimostrato che, in seguito ad un allenamento acuto di stretching statico, non vi è alcun effetto o è diminuito il costo energetico della corsa, poiché sostengono che lo SS può migliorare la compliance muscolare e la capacità dell'unità muscolo-tendinea di immagazzinare energia elastica per un periodo più lungo. Bisogna però sottolineare che questi studi sulla corsa, che hanno riportato effetti nulli o migliorati in seguito allo SS, hanno utilizzato corridori amatoriali o hanno fatto correre i soggetti a velocità inferiori alla massima (Behm & Chaouachi, 2011). Questa associazione positiva tra la produzione di forza e la compliance muscolare è stata ulteriormente supportata da Walshe e Wilson (1997), i quali hanno confrontato la rigidità dell'unità muscolo-tendinea e la

capacità di eseguire salti a varie altezze. I loro risultati hanno indicato che i partecipanti più rigidi erano significativamente svantaggiati alle altezze di caduta più elevate rispetto ai loro sfidanti più cedevoli e quindi hanno ipotizzato che l'unità muscolo-tendinea più rigida avesse una minore capacità di attenuare i carichi elevati, stimolando così una maggiore inibizione attraverso gli organi tendinei di Golgi. Perciò, anche se non tutte le attività sportive traggono vantaggio da un'unità muscolo-tendinea meno rigida, una forza più elevata per durate relativamente lunghe può essere avvantaggiata da un'unità muscolo-tendinea più cedevole. Al contrario, nei velocisti i cambiamenti indotti dallo stretching statico nelle proprietà viscoelastiche e nella rigidità dell'unità muscolo-tendinea potrebbero influire negativamente sulla trasmissione delle forze, variabile essenziale nello sprint (Behm & Chaouachi, 2011).

In sintesi, quindi, un muscolo più cedevole a causa dello SS potrebbe compromettere la prestazione nelle contrazioni a velocità più elevata o, al contrario, consentire un immagazzinamento e un trasferimento di energia più efficiente con azioni più prolungate (Behm & Chaouachi, 2011).

Secondo quanto riportato dall'articolo di Matsuo et al. (2019), la diminuzione della capacità di produzione di forza massima e delle prestazioni dopo lo SS potrebbe essere causata da una riduzione dell'impulso neurale centrale e da una riduzione dell'attività elettromiografica periferica, che potrebbe essere a sua volta dovuta a una riduzione della capacità periferica di generare forza, causata dalla riduzione della rigidità muscolo-tendinea, ma anche al calo dell'efficienza di trasferimento della forza dalla componente contrattile allo scheletro e ai cambiamenti associati nella relazione lunghezza-tensione del muscolo (Matsuo et al., 2019). Oltre a ciò, i risultati dello studio di Behm et al. (2004) dimostrano che un moderato allenamento di stretching statico (tre ripetizioni per gruppo muscolare) tenuto fino al punto di disagio può influire negativamente sulle prestazioni nei test di equilibrio statico, tempo di reazione e tempo di movimento. E questo ipotizzano sia dovuto alle alterazioni indotte dallo SS nella compliance del muscolo, che possono influire negativamente sulla capacità di rilevare e rispondere alle variazioni di lunghezza del muscolo.

Matsuo et al. (2019) riportano anche il fatto che alcuni autori hanno dimostrato che lo stretching statico aumenta la PT all'insorgenza del dolore e che tale aumento della tolleranza allo stiramento indotto da SS sia causato da una riduzione della percezione del dolore e del disagio, accompagnata da cambiamenti nei fattori neurali e psicologici, anche se questi meccanismi non sono ancora ben conosciuti. La letteratura sembra però indicare che questi effetti neurali siano più transitori (durata più breve) o svolgano un ruolo di disturbo minore o addirittura insignificante rispetto ai cambiamenti viscoelastici o meccanici nelle alterazioni indotte dallo stretching statico (Behm & Chaouachi, 2011). C'è però da sottolineare il fatto che, come riportato nella revisione di Behm e Chaouachi (2011), numerosi studi suggeriscono che eseguire una seduta di stretching statico più breve permette di minimizzare le modifiche più persistenti e sostanziali delle proprietà viscoelastiche. Infatti, come riportato nell'articolo di Iwata et al. (2019), mentre periodi relativamente brevi di SS non hanno influenzato la rigidità passiva degli hamstrings, protocolli di SS più lunghi hanno diminuito la rigidità passiva in modo più duraturo.

In più è ben noto che anche le diminuzioni di forza indotte dallo stretching statico dipendono dalla durata dello stiramento: più è lunga la durata dello stiramento, maggiore è la riduzione della forza (Opplert & Babault, 2018). Inoltre anche l'ampiezza dello stiramento, che può essere correlata al ROM, è stato dimostrato che influisce sull'entità degli effetti indotti dallo stretching statico (Opplert & Babault, 2018).

Mentre per quanto riguarda l'intensità dello SS, tipicamente controllata dalla valutazione soggettiva della tolleranza allo stiramento, Iwata et al. (2019) hanno riportato che riduce la rigidità passiva in modo dose-dipendente. Tuttavia, secondo la revisione di Behm e Chaouachi (2011) lo stretching ad alta intensità potrebbe avere un effetto negativo sull'attivazione neuromuscolare, in quanto porterebbe ad una minore reattività dei fusi neuromuscolari che a sua volta comporterebbe una riduzione del numero di fibre muscolari che vengono successivamente attivate. Oltre agli effetti neuromuscolari, è stato dimostrato che lo stretching ad alta intensità compromette anche il flusso sanguigno nel

muscolo e tali cambiamenti nella circolazione sanguigna del muscolo potrebbero influenzare le prestazioni (Behm & Chaouachi, 2011).

Tuttavia, poiché lo stretching statico risulta efficace per aumentare il ROM, svolge un ruolo importante per i benefici legati alla salute, associati alla flessibilità e a particolari sport o attività che richiedono un elevato ROM articolare per la loro esecuzione. Sebbene quindi lo stretching statico di norma non dovrebbe essere praticato prima di attività di forza, ad alta velocità, esplosive o reattive, tutti gli individui dovrebbero includere lo SS nelle loro attività di fitness e benessere, magari in una sessione di allenamento separata o durante il raffreddamento post-esercizio, per i benefici funzionali e di salute associati all'aumento del ROM e della compliance muscolo-tendinea (Behm & Chaouachi, 2011).

3.2 Stretching dinamico

Lo stretching dinamico (SD) comporta un movimento controllato attraverso il range di movimento attivo di un'articolazione (Behm & Chaouachi, 2011), contraendo il gruppo muscolare antagonista al gruppo muscolare target che si vuole allungare, senza però rimbalzare (Iwata et al., 2019). È bene infatti precisare la differenza tra stretching dinamico e balistico, visto che spesso tendono ad essere confusi, in quanto quello balistico comporta un movimento incontrollato, rimbalzante che può facilitare il riflesso da stiramento e quindi indurre la contrazione del muscolo stirato. Di conseguenza lo stretching balistico può essere svantaggioso per migliorare il ROM (Opplert & Babault, 2018). Secondo quanto riportato nella letteratura, esistono invece numerose prove che evidenziano che lo stretching dinamico ha effetti positivi sul ROM e sulla prestazione, portando a dei miglioramenti in termini di forza muscolare, potenza muscolare, tempo di sprint e salto verticale (Opplert & Babault, 2018). In particolare, per quanto riguarda il miglioramento del range articolare, Opplert e Babault (2018) riportano alcuni studi che hanno dimostrato che lo stretching dinamico fornisce un aumento acuto della flessibilità simile o maggiore rispetto allo stretching statico. Secondo quanto riportato dallo studio di Iwata et al. (2019) l'immediato aumento del ROM che si verifica dopo lo stretching dinamico

è probabilmente il risultato di una diminuzione della rigidità passiva, ad esempio cambiamenti nella viscoelasticità dell'unità muscolo-tendinea, e di un aumento della PT all'insorgenza del dolore, cioè un'aumentata tolleranza allo stiramento dovuta a un'alterazione della sensazione. Nel loro studio hanno inoltre osservato che la rigidità passiva era cambiata notevolmente in seguito allo SD e quindi hanno dedotto una risposta fisiologica che ha portato ad una maggiore elasticità del complesso muscolo-tendineo. In particolare, suppongono che siano stati modificati alcuni elementi elastici dell'unità muscolo-tendinea come la fascia, la titina e i tendini. Oltre a ciò, è importante sottolineare che in questo studio di Iwata et al. (2019) i cambiamenti nella rigidità passiva dei muscoli dopo lo SD sono persistiti per un periodo più lungo rispetto ai cambiamenti nella PT all'insorgenza del dolore. Pertanto, questi risultati suggeriscono che l'aumento del ROM dopo lo SD è principalmente attribuibile alla riduzione della rigidità passiva dell'unità muscolo-tendinea e non alla tolleranza allo stiramento. Mentre il miglioramento delle prestazioni muscolari sembra essere dovuto a meccanismi legati alla temperatura e al potenziamento, causati dalla contrazione volontaria associata allo SD (Opplert & Babault, 2018). Perciò, se l'obiettivo di un riscaldamento è quello di ottimizzare le prestazioni, migliorando la forza e/o potenza muscolare, e aumentare il ROM dell'articolazione per essere ottimale dovrebbe essere composto da un'attività aerobica di intensità submassimale, seguita da uno stretching dinamico ad ampia ampiezza e poi completato da attività dinamiche specifiche per lo sport. Lo stretching dinamico sembra quindi essere la tipologia più adeguata per il riscaldamento (Opplert & Babault, 2018) a causa della somiglianza con i movimenti specifici delle varie attività sportive (Behm & Chaouachi, 2011), a causa del fatto che i muscoli antagonisti, durante lo stretching dinamico, si contraggono attivamente e ritmicamente per allungare il muscolo target, contribuendo quindi al processo di riscaldamento aumentando la frequenza cardiaca e la temperatura interna e muscolare (Opplert & Babault, 2018). Allo stesso tempo l'aumento della temperatura sembra che possa diminuire la resistenza viscosa dei muscoli e di conseguenza ridurre la resistenza passiva e la rigidità dell'unità muscolo-tendinea, aumentando il ROM articolare (Opplert & Babault, 2018).

Tuttavia, gli effetti indotti dallo stretching dinamico possono essere attribuiti anche a fattori neurali, come l'attivazione delle unità motorie o la sensibilità dei riflessi. In letteratura, infatti, l'aumento dell'elettromiografia dopo lo stretching dinamico suggerisce che anche i meccanismi neuromuscolari sono responsabili del miglioramento delle prestazioni muscolari, soprattutto in seguito a stretching dinamico veloce. Alcuni autori hanno suggerito che questo probabile potenziamento della funzione neuromuscolare deriverebbe dall'aumento della temperatura interna e muscolare, indotto dalle contrazioni dello SD, che potrebbe aumentare la velocità di conduzione nervosa e la sensibilità dei recettori nervosi. Secondo alcuni autori quindi, contrariamente allo stretching statico, l'allungamento dinamico rapido non diminuisce l'attività riflessa dei muscoli allungati, ma al contrario aumenterebbe l'attività riflessa spinale, stimolando i fusi neuromuscolari, e quindi porterebbe ad un'attività potenziata del muscolo stirato. Questo potenziamento dovrebbe portare a un aumento della forza e dell'altezza di salto verticale. Tuttavia, vista la scarsità di studi su questo argomento, sono necessarie ulteriori indagini per approfondire i cambiamenti nell'eccitabilità spinale dopo lo stretching dinamico (Opplert & Babault, 2018). Un'altra possibile spiegazione ai cambiamenti positivi nelle prestazioni osservati dopo un allenamento di stretching dinamico potrebbe essere la ripetizione del movimento secondo uno schema specifico. In effetti, alcuni autori hanno suggerito che la ripetizione di specifici schemi di movimento attraverso lo stretching dinamico attivo possa aumentare la coordinazione, che permetterebbe al muscolo di passare più rapidamente dalla fase eccentrica a quella concentrica della contrazione, necessaria per generare ad esempio velocità di corsa. (Opplert & Babault, 2018).

Lo stretching dinamico inoltre può migliorare lo sviluppo della forza e della potenza. Behm e Chaouachi (2011) hanno riportato che l'aumento della forza dopo lo SD possa essere causato da un miglioramento della funzione neuromuscolare attraverso la formazione di un maggior numero di ponti trasversali che di conseguenza porterebbe ad un aumento della produzione di forza. La maggior parte degli studi ha quindi dimostrato un significativo aumento di forza e potenza o nessun effetto negativo con lo stretching dinamico.

Pochi studi invece hanno riportato diminuzioni significative della forza e della potenza. Tuttavia, queste diminuzioni della forza potrebbero essere spiegate dal fatto che i soggetti hanno eseguito allungamenti non assistiti e assistiti, oppure dal fatto che la forza è stata misurata in condizioni isometriche, mentre i miglioramenti sono stati generalmente ottenuti durante compiti dinamici. Inoltre, alcuni di questi studi hanno utilizzato uno stretching ballistico, che potrebbe essere meno raccomandabile dello stretching dinamico (Opplert & Babault, 2018). Per quanto riguarda la forza isometrica, lo studio di Matsuo et al. (2019) ha dimostrato che un totale di 300 secondi di SD hanno diminuito significativamente la forza muscolare isometrica, in modo simile tra l'altro a quella provocata dallo stretching statico.

Bisogna sottolineare però che, sebbene vi siano forti evidenze per quanto riguarda gli effetti positivi o neutri dello stretching dinamico su forza e potenza, la maggior parte degli studi ha presentato dimensioni dell'effetto piccole o moderate (Opplert & Babault, 2018).

Tuttavia, in merito agli effetti sulla prestazione come suggerito da Opplert e Babault (2018) ci sono anche studi che non riportano alcuna alterazione o addirittura una riduzione delle prestazioni in seguito allo SD, evidenziando possibili fattori di attenuazione degli effetti indotti dallo stretching come la durata, l'ampiezza o la velocità.

La letteratura tende ad indicare che la durata dello stretching dinamico non influisce negativamente sulle prestazioni, anzi una durata maggiore di SD sembra possa facilitarle (Behm & Chaouachi, 2011). Tuttavia, la revisione di Opplert & Babault (2018), riporta che durate eccessive potrebbero superare gli effetti positivi indotti dallo stretching dinamico a causa del progressivo affaticamento. La durata dello SD, secondo questi autori, quindi non sembra influenzare la successiva prestazione muscolare fintanto che l'affaticamento rimane insignificante. Dal punto di vista metodologico, le unità di misura utilizzate per quantificare il volume dello stretching sono varie, ad esempio la durata in secondi e il numero di ripetizioni.

Un altro fattore da considerare è l'intensità dello stretching dinamico. Gli articoli presenti in letteratura, tuttavia, risultano incoerenti nella descrizione dell'intensità dello SD, rendendo difficile il confronto tra gli studi (Behm & Chaouachi, 2011). Sembrerebbe però, da quanto è emerso nello studio di Mizuno (2017), che un numero maggiore di ripetizioni e l'aggiunta di resistenza ai muscoli antagonisti permettano di aumentare il ROM dopo lo stretching dinamico. In più, Iwata et al. (2019) hanno dimostrato che l'intensità relativamente elevata dello SD del loro studio ha portato a un maggiore cambiamento dose-dipendente nella flessibilità, che a sua volta ha portato a un effetto più prolungato sulla rigidità passiva.

Mentre per quanto riguarda l'ampiezza dello stiramento, che può essere correlata al ROM, sembrerebbe che un maggiore spostamento angolare durante lo stretching dinamico possa contribuire a un maggior aumento del ROM, rispetto soprattutto a quello che si otterrebbe con lo stretching statico (Opplert & Babault, 2018). Tuttavia, sono necessari ulteriori studi per chiarire meglio gli effetti che questa variabile dello stretching dinamico ha sulla successiva prestazione muscolare.

Infine, lo stretching dinamico eseguito a velocità elevata ("rapidamente" o "il più rapidamente possibile") ha principalmente dimostrato un miglioramento delle prestazioni muscolari. Al contrario, come riportato da Opplert e Babault (2018), gli studi che hanno utilizzato una velocità moderata o non hanno impostato la velocità, hanno mostrato effetti neutri o negativi. La spiegazione di tutto ciò sarebbe da far ricadere nel fatto che un allenamento di stretching dinamico più veloce, con un ciclo di allungamento-accorciamento più rapido, evoca riflessi segmentali, potenziando la successiva attivazione muscolare e di conseguenza la produzione di potenza.

Questi risultati contrastanti potrebbero trovare spiegazione nelle diverse caratteristiche delle due tipologie di stretching che rendono quindi difficile il confronto. Tuttavia, a prescindere dalle differenze appena citate riguardo queste due tipologie di stretching, la letteratura riporta che la riduzione della flessibilità e un aumento della rigidità sono associati a un maggior rischio di lesioni muscolari. Pertanto, Matsuo et al. (2019) hanno ipotizzato che sia lo stretching statico attivo che quello dinamico possano essere utili misure preventive contro gli infortuni durante le attività sportive in individui sani, poiché portano entrambi ad un aumento significativo del ROM, della PT all'insorgenza del dolore e una diminuzione significativa della rigidità passiva.

Sono però necessari ulteriori studi per determinare se l'uso di un protocollo di stretching dinamico piuttosto che statico sia più appropriato per avere effetti maggiori in tutti i parametri dell'allenamento, anche legati alla salute, appena visti. Il presente studio ha appunto proprio questo obiettivo, ossia quello di confrontare gli effetti di 8 settimane di allenamento di stretching statico e dinamico sulle diverse variabili legate all'allenamento e alla salute in uno specifico tipo di popolazione, gli anziani.

4. IMPORTANZA DELLO STRETCHING NEGLI ANZIANI

4.1 Linee guida

Numerose evidenze riportano che i benefici di un'attività fisica regolare si manifestano per tutta la vita e sono essenziali per un invecchiamento sano. Tuttavia, non è mai troppo tardi per iniziare a fare attività fisica. Essere fisicamente attivi facilita lo svolgimento delle attività della vita quotidiana, come mangiare, lavarsi, vestirsi, salire e scendere dal letto, sedersi ed alzarsi da una sedia, salire e scendere le scale, muoversi in casa o per la città. L'attività fisica può quindi aiutare un anziano a preservare la propria funzionalità fisica e mobilità, il che può aiutare a mantenere l'indipendenza più a lungo e a ritardare l'insorgere di disabilità gravi. Gli anziani fisicamente attivi hanno inoltre meno probabilità di cadere e, in caso di caduta, hanno meno probabilità di subire lesioni gravi (U.S. Department of Health and Human Services, 2018). Idealmente, la prescrizione di esercizio fisico per gli anziani dovrebbe includere esercizio aerobico, esercizi di rafforzamento muscolare, di equilibrio e di flessibilità (Chodzko-Zajko, Schwingel, Park, 2009). Nel 2009, l'American College of Sports Medicine (ACSM), in collaborazione con la American Heart Association (AHA), ha pubblicato le raccomandazioni dell'attività fisica per gli anziani "Exercise and physical activity for older adults". Queste linee guida affermano che gli anziani, come gli adulti, dovrebbero muoversi di più e stare meno seduti durante la giornata, che tutti gli adulti/anziani quindi dovrebbero evitare l'inattività e che un po' di attività fisica è meglio di niente, poiché una qualsiasi quantità porta ad ottenere alcuni benefici per la salute.

Mentre per ottenere benefici sostanziali, gli adulti/anziani dovrebbero fare almeno da 150 minuti (2 ore e 30 minuti) a 300 minuti (5 ore) alla settimana di attività fisica di intensità moderata, oppure da 75 minuti (1 ora e 15 minuti) a 150 minuti (2 ore e 30 minuti) alla settimana di attività fisica aerobica di intensità vigorosa, o una combinazione equivalente di attività aerobica di intensità moderata e vigorosa. Inoltre suggeriscono che gli adulti/anziani dovrebbero praticare anche attività di rafforzamento muscolare di intensità moderata o superiore che coinvolga tutti i principali gruppi muscolari per 2 o più giorni alla settimana. Ci sono poi delle linee guida che riguardano solo gli anziani, le quali

affermano che quest'ultimi dovrebbero determinare il loro livello di sforzo per l'attività fisica in relazione alla loro forma fisica. E qualora non possano fare 150 minuti di attività aerobica di intensità moderata alla settimana a causa di condizioni croniche, dovrebbero essere fisicamente attivi nella misura in cui le loro capacità e condizioni lo consentano (U.S. Department of Health and Human Services, 2018).

Mentre per quanto riguarda l'allenamento della flessibilità negli anziani, nonostante sia noto che questa diminuisce con l'età e che esistono legami accertati tra scarsa flessibilità, mobilità e indipendenza fisica, in letteratura troviamo un numero sorprendentemente esiguo di studi che hanno documentato o confrontato gli effetti di specifici allenamenti di stretching sulla flessibilità nelle popolazioni anziane. Nel complesso, i risultati di questi studi suggeriscono che la flessibilità delle principali articolazioni può essere aumentata con esercizi di stretching negli anziani sani. Tuttavia, c'è poco consenso su quanto (frequenza e durata) e quali tipi di stretching (statico, dinamico, PNF...) siano i più sicuri ed efficaci per gli anziani (Chodzko-Zajko et al., 2009). Per "esercizio di flessibilità" si intende attività progettate per preservare o aumentare il range di movimento di un'articolazione e le linee guida suggeriscono che la frequenza dovrebbe essere di almeno 2 volte a settimana, l'intensità moderata (5-6 su una scala da 0 a 10) e come tipologia consigliano qualsiasi attività che mantenga o aumenti la flessibilità, utilizzando allungamenti sostenuti per ogni gruppo muscolare principale e movimenti statici piuttosto che balistici (Chodzko-Zajko et al., 2009).

Inoltre è importante selezionare gli esercizi di stretching in base al range articolare e alla stiffness del soggetto. L'intensità e la durata dovrebbero essere basse all'inizio per gli anziani che sono fortemente decondizionati, funzionalmente limitati o che hanno condizioni croniche che influenzano la loro capacità di svolgere attività fisica. In ogni caso bisogna sempre insegnare all'anziano ad allungare il muscolo fino ad un punto di leggera tensione, mai fino al dolore, e di mantenere la posizione per 30-60 secondi (Bushman & American College of Sports Medicine, 2017), in base alla condizione e forma fisica del soggetto. La progressione delle attività deve quindi essere individuale

e adattata alla tolleranza e alle preferenze del soggetto (Chodzko-Zajko et al., 2009). È molto importante poi insegnare all'anziano ad utilizzare una corretta respirazione, che consiste nell'inspirare prima di iniziare il movimento e nell'esprire durante l'allungamento, per evitare che venga trattenuto il respiro. Le linee guida dell'ACSM suggeriscono inoltre che ogni sessione di stretching per anziani dovrebbe essere preceduta da un adeguato riscaldamento, anche semplicemente 5/10 minuti di camminata lenta, per preparare il corpo alla successiva attività di allungamento. Rispetto alla tipologia la letteratura sembra suggerire che sia più opportuno utilizzare lo stretching dinamico nel warm-up, mentre lo stretching statico nel cool-down o quando il corpo è riscaldato (Bushman & American College of Sports Medicine, 2017). Sarebbe invece da evitare con l'anziano lo stretching ballistico.

4.2 Alterazione della flessibilità dovuta all'invecchiamento

Con l'avanzare dell'età si verifica un deterioramento strutturale e funzionale nella maggior parte dei sistemi fisiologici, anche in condizioni di salute. Questi cambiamenti fisiologici legati all'età interessano diversi tessuti, organi e funzioni e, come ci si può aspettare, hanno quasi sempre un impatto sulle attività della vita quotidiana e sul mantenimento dell'indipendenza fisica negli anziani (Chodzko-Zajko et al., 2009; Chodzko-Zajko, Schwingel & Park, 2009).

Tra le varie alterazioni dovute all'invecchiamento c'è sicuramente quella della flessibilità. Quest'ultima infatti cambia nel corso della vita: da bambini siamo molto flessibili a causa della limitata calcificazione e dello sviluppo delle articolazioni, ma poi con l'avanzare dell'età si verifica una significativa diminuzione della flessibilità e un aumento della rigidità muscolare. Nello specifico la flessibilità tende a rimanere invariata o a diminuire gradualmente fino a circa 12 anni, per poi aumentare di nuovo fino a raggiungere il picco tra i 15 e i 18 anni (Knudson et al., 2000). Dai 20 ai 49 anni sembra invece diminuire con una media del 10% ogni 10 anni (Thomas et al., 2018). Mentre un grave deterioramento del ROM articolare si verifica generalmente dopo i 71 anni. Tuttavia l'inizio e la velocità di progressione di tale degrado nelle articolazioni

variano in ogni individuo (Zhou et al., 2019). Sembrerebbe però, secondo la maggior parte della letteratura, come riportato da Stathokostas et al. (2013), che ci siano delle differenze legate al sesso e che le donne abbiano una maggiore flessibilità a tutte le età rispetto agli uomini. Quello che è certo però è che invecchiando, in entrambi i generi, il ROM articolare tende inevitabilmente a ridursi in maniera fisiologica o patologica. Con l'avanzare dell'età, infatti, si ha una maggiore probabilità di sviluppare patologie come il diabete, l'obesità o malattie infiammatorie croniche come l'osteoartrite, che sono associate ad una perdita di flessibilità. In merito all'obesità, secondo quanto riportato dall'articolo di Morini et al. (2004), esisterebbe una correlazione diretta tra un elevato indice di massa corporea (BMI) e la riduzione della mobilità articolare, in particolare di anca e ginocchio. Ma con l'aumentare dell'età si va incontro più frequentemente anche ad interventi chirurgici che portano alla sostituzione di articolazioni con protesi, le quali possono andare di fatto a limitare il range di movimento di quell'articolazione. Eppure una comune riduzione della flessibilità si nota anche in quei soggetti che non soffrono di patologie croniche rilevanti, per questo motivo si pensa che tale riduzione sia correlata anche semplicemente all'avanzare dell'età. D'altra parte l'invecchiamento articolare è associato a tutta una serie di fenomeni legati alla perdita di mobilità tra cui la riduzione della massa muscolare, le alterazioni della matrice cartilaginea, della funzione dei condrociti e dell'osso subcondrale³, con conseguente irregolarità e riduzione dello spazio articolare (Morini et al., 2004). Oltre a ciò l'invecchiamento è associato ad una maggiore stiffness articolare, determinata a sua volta da un aumento del tessuto connettivo, da alterazioni delle componenti del tessuto connettivo stesso e da una cartilagine articolare più rigida e fragile, non più efficace, che di conseguenza tende ad andare incontro a lesioni. Ma in questi processi di irrigidimento vengono coinvolti tutti i tessuti che circondano l'articolazione e quindi anche tendini, legamenti, fascia e capsula. Per quanto riguarda il tendine, l'invecchiamento porta ad un aumento della produzione di enzimi proteolitici, che, se sovrapprodotti, vanno a causare un orientamento irregolare delle fibre di collagene, di conseguenza il tendine non è più

³ **osso subcondrale**: identifica lo strato osseo presente al di sotto della cartilagine articolare

funzionale poiché, nel momento in cui questo orientamento viene meno, il tendine perde la sua capacità di fare da tramite tra muscolo e ossa e di gestire correttamente i cambi di tensione. Inoltre, un altro motivo per cui le fibre di collagene non sono più ben orientate è che alcune di esse, anziché seguire tutta la lunghezza del tendine, tendono a rompersi e a subire variazioni di spessore. Anche le cellule che caratterizzano il tendine stesso, i tenociti, con l'avanzare dell'età tendono ad alterarsi nella loro morfologia diventando più lunghi e sottili e avendo una ridotta sintesi proteica. Tutto questo va ad alterare le proprietà biomeccaniche dell'unità muscolo-tendinea, di conseguenza, l'anziano ha una ridotta risposta al rilassamento e una maggiore rigidità dei tendini. Per quanto riguarda la fascia, invece, avvengono cambiamenti anche nelle proprietà meccaniche di quest'ultima, poiché tende ad irrigidirsi ed attaccarsi maggiormente al muscolo, andando a limitare la capacità della muscolatura di allungarsi. Inoltre un altro fattore che incide nella riduzione della flessibilità è dato del fatto che anche i fusi neuromuscolari e gli organi tendinei del Golgi, visto il ruolo fondamentale che hanno nel determinare la capacità di un muscolo di allungarsi, tendono ad essere meno efficaci nell'anziano poiché si trovano all'interno di strutture che di per sé sono alterate.

4.3 Importanza della flessibilità negli anziani

Nonostante tutte queste alterazioni legate all'età, non bisogna però dimenticare che un certo grado di flessibilità è importante che permanga nell'anziano, poiché questa abilità è necessaria per stare bene, vivere in maniera autonoma, senza aver bisogno dell'aiuto di nessuno nelle attività di base della vita quotidiana come vestirsi, lavarsi, pettinarsi, alzare il braccio per raggiungere gli oggetti nello scaffale più alto, ruotare il capo per guardarsi alle spalle e controllare se sopraggiungono macchine o per fare retromarcia mentre si è alla guida, flettersi in avanti per indossare i calzini e allacciarsi le scarpe, sedersi ed alzarsi da una sedia o dal water, salire e scendere le scale, o anche semplicemente camminare (Morini et al., 2004; Stathokostas et al., 20013; Fabre et al., 2007). In più, la capacità delle persone di eseguire questi compiti di base senza assistenza può influenzare l'esecuzione di attività della vita

quotidiana più discrezionali come la pulizia della casa, fare giardinaggio, viaggiare e fare commissioni. Pertanto, ottimizzare la funzionalità fisica lungo tutto l'arco della vita è chiaramente importante per mantenere l'indipendenza e ottimizzare la qualità della vita. Numerose evidenze dimostrano infatti una forte associazione tra funzionalità fisica e qualità di vita correlata alla salute negli anziani (Fabre et al., 2007). Dall'altro lato la mancanza di flessibilità e mobilità si traduce in una minore autonomia e indipendenza, di conseguenza in una peggiore qualità di vita correlata alla salute (Fabre et al., 2007). Secondo l'American College of Sports Medicine (2013) inoltre un ROM ridotto è associato anche ad un aumento del rischio di cadute, le quali sono riconosciute come uno dei principali fattori di rischio per traumi, che possono portare poi a lesioni di vario genere, da quelle più lievi a quelle più gravi, fino ad arrivare anche alla morte (World Health Organization, 2008; Zhou et al. 2019).

In conclusione, la riduzione della flessibilità può influenzare significativamente le attività della vita quotidiana e ridurre la qualità della vita negli anziani. Di conseguenza un livello ottimale di flessibilità è una componente chiave della salute e dovrebbe essere promosso (Thomas et al., 2018) attraverso un'attività fisica specifica.

4.4 Benefici dello stretching negli anziani

Sebbene la flessibilità articolare tenda a diminuire con l'età, con il rischio di compromettere le normali funzioni quotidiane, gli anziani mantengono la capacità di migliorare la flessibilità attraverso esercizi di stretching (Christiansen, 2008; Stathokostas et al., 2012). Tali esercizi permettono di migliorare la capacità di un'articolazione di muoversi attraverso l'intero range di movimento, sono quindi efficaci per aumentare la flessibilità e di conseguenza possono aiutare le persone a svolgere più facilmente le attività della vita quotidiana. Beneficio che rispecchia l'obiettivo della maggior parte della popolazione anziana, ossia quello di eseguire in modo sicuro le attività della vita quotidiana e quindi anche di prevenire le cadute e i possibili infortuni che ne conseguono. Gli anziani sarebbero invece meno interessati ai benefici derivanti dall'aumento della flessibilità in termini di prestazioni (Stathokostas et al., 2012),

ciò non toglie il fatto però che miglioramenti della flessibilità possano comunque aiutarli a svolgere più facilmente alcune attività che richiedono maggiore flessibilità, ad esempio il ballo e il golf (Bushman & American College of Sports Medicine, 2017). Tuttavia i benefici per la salute dello stretching da solo non sono ancora ben noti e non è stato ancora dimostrato che riduca effettivamente il rischio di infortuni legati all'attività (U.S. Department of Health and Human Services, 2018). Questo potrebbe essere dovuto al fatto che, come sottolineato dall'American college of sport medicine (ACSM) nel 2009 in "Exercise and physical activity for older adults", le ricerche sui potenziali benefici degli interventi di stretching specifici per la flessibilità di questa popolazione sono relativamente poche. La revisione di Stathokostas et al. (2012) ha però riportato che gli interventi di allenamento della flessibilità negli anziani sono efficaci nell'aumentare il range di movimento in varie articolazioni e possono anche migliorare alcuni risultati funzionali. Negli studi esaminati da tale revisione, mentre per valutare il ROM articolare è stato solitamente utilizzato il goniometro, per studiare i benefici dello stretching rispetto alla capacità funzionale degli anziani, i test più comunemente utilizzati sono stati l'andatura e le varie velocità di deambulazione, test di forza, il sit and reach, il sit-to-stand, il test funzionale di raggiungimento, lo step test, il time up-and-go (TUG), il test dell'equilibrio di Romberg e dei questionari.

L'andatura e la velocità di deambulazione si sono dimostrate più positivamente influenzate dall'allenamento sulla flessibilità rispetto agli altri test utilizzati. Tuttavia alcuni studi hanno mostrato un aumento dei risultati legati alla flessibilità, ma non hanno registrato cambiamenti significativi nelle misure di funzionalità (Stathokostas et al., 2012).

Questi risultati contrastanti riguardo ai benefici dell'allenamento della flessibilità sul miglioramento della funzionalità nelle attività della vita quotidiana e della salute possono trovare spiegazione nella molteplicità dei protocolli d'intervento utilizzati, delle parti del corpo studiate e delle diverse misurazioni funzionali adoperate nei vari studi (Stathokostas et al., 2012). Per questo motivo è difficile fornire un consenso su una prescrizione specifica di allenamento della flessibilità per gli anziani. Sono necessarie quindi ulteriori ricerche ben condotte

e incentrate sulla flessibilità negli anziani, che seguano un protocollo chiaro e che abbiano l'obiettivo di indagare la relazione tra l'aumento della flessibilità da una parte e l'aumento della capacità funzionale e della qualità della vita negli anziani dall'altra.

Tuttavia, sebbene manchino prove per raccomandare routine di stretching in un programma di allenamento per anziani, l'inclusione di esercizi di flessibilità non comporta rischi aggiuntivi per la salute o la funzionalità (Stathokostas et al., 2012). Anzi, secondo quanto riportato da Bushman e dall'American College of Sports Medicine (2017), lo stretching e l'attenzione alla posizione del corpo richiesta da tale attività permette all'anziano di mantenere una postura più eretta. Inoltre, partecipare ad un allenamento di stretching potrebbe anche favorire il rilassamento e il sollievo dallo stress. Pertanto lo stretching è da considerare una componente appropriata in un programma di attività fisica per anziani (U.S. Department of Health and Human Services, 2018).

SCOPO DELLA TESI

In letteratura troviamo un numero sorprendentemente esiguo di studi che hanno documentato o confrontato gli effetti di specifici allenamenti di stretching nella popolazione anziana. Inoltre le evidenze non consentono ancora di fornire una prescrizione precisa rispetto all'allenamento della flessibilità negli anziani. Non è ancora chiaro se l'uso di una tipologia di stretching piuttosto che un'altra sia più efficace con gli anziani e permetta di ottenere risultati maggiori non solo in termini di flessibilità, ma anche rispetto al mantenimento o miglioramento della capacità funzionale e della qualità della vita. Bisogna poi sottolineare il fatto che in letteratura sono poche le revisioni e gli studi che hanno preso in considerazione lo stretching dinamico o che lo hanno incluso nel confronto con altre tipologie. La maggior parte delle revisioni hanno inoltre esaminato gli adattamenti acuti dello stretching, mancano quindi evidenze rispetto agli effetti a lungo a termine di questa attività. Pertanto, l'obiettivo del presente studio è stato quello di valutare l'efficacia di due diversi protocolli di stretching, uno statico e l'altro dinamico, nella popolazione anziana, di confrontare e identificare eventuali differenze negli effetti di 8 settimane di allenamento con questi due protocolli sulle diverse variabili legate alla prestazione fisica, ma anche alla salute, come la flessibilità, la forza, l'equilibrio e la percezione della fatica. Inoltre il presente studio aveva anche l'obiettivo di indagare la relazione tra lo stretching e il miglioramento della capacità funzionale e della qualità della vita nell'anziano, per cercare di chiarire i dubbi e i pareri contrastanti ancora oggi presenti riguardo a questo tema. L'ipotesi alla base del presente studio era che il protocollo di stretching dinamico sarebbe stato più efficace per gli anziani e che di conseguenza avrebbe portato nel lungo termine a dei risultati migliori in termini di flessibilità, forza, equilibrio, ma soprattutto che l'anziano avrebbe percepito meno faticoso eseguire lo stretching nella modalità dinamica piuttosto che statica.

MATERIALI E METODI

1. Soggetti

A questo studio hanno partecipato diciassette soggetti, 13 donne e 4 uomini (età $70,1 \pm 8,7$ anni, BMI $27,5 \pm 3,8$ kg/m²). Tutti i partecipanti sono stati reclutati tra gli utenti della palestra In.Forma (Mareno di Piave, TV), perciò erano soggetti attivi che si allenavano regolarmente due o tre volte alla settimana o in sala pesi seguendo la propria scheda o in un corso di gruppo di ginnastica dolce. I criteri di inclusione ed esclusione allo studio erano: a) assenza di condizioni che potessero influenzare la flessione/estensione dell'anca: quindi no patologie all'anca o in generale agli arti inferiori che potessero compromettere l'esecuzione degli esercizi proposti; b) no operazioni di recente all'anca, al ginocchio o alla schiena; c) assenza di patologie alla schiena tali per cui potessero essere controindicate sedute di stretching (ad es. spondilolistesi, osteoporosi grave, poiché in questi casi la flessione del busto è da evitare); d) deambulazione indipendente; e) autosufficienza nelle attività di vita quotidiane. Prima di iniziare lo studio tutti i partecipanti hanno ricevuto istruzioni dettagliate e sono stati informati della procedura, dello scopo e dei potenziali rischi dello studio. Inoltre è stato ottenuto il consenso informato, approvato dal Comitato Etico del Dipartimento di Scienze Biomediche dell'Università degli Studi di Padova, da parte di tutti i soggetti.

2. Disegno sperimentale

Nel presente studio tutti i partecipanti sono stati allocati in maniera casuale ad uno dei due gruppi di intervento: stretching statico (SS) e stretching dinamico (SD). Il gruppo di stretching statico (SS) era composto da 6 donne e 2 uomini ($68,8 \pm 8,6$ anni; $29,1 \pm 4,1$ kg/m²), mentre il gruppo di stretching dinamico (SD) era costituito da 7 donne e 2 uomini ($71,2 \pm 9,1$ anni; $26,1 \pm 3,2$ kg/m²).

I due gruppi non sono risultati particolarmente diversi per età, mentre è stata riscontrata una leggera differenza per quanto riguarda il peso e l'indice di massa corporea (BMI).

	DS (N=9)	SS (N=8)
Età (anni)	$71,2 \pm 9,1$	$68,8 \pm 8,6$
Genere (F/M)	F=7 M=2	F=6 M=2
Peso (kg)	$67,4 \pm 9,2$	$74,8 \pm 16,6$
Altezza (m)	$1,6 \pm 0,1$	$1,6 \pm 0,1$
BMI (kg/m ²)	$26,1 \pm 3,2$	$29,1 \pm 4,1$
N° sedute	$19,0 \pm 4,2$	$18,1 \pm 4,5$

TABELLA 1. Caratteristiche dei due gruppi di intervento: stretching dinamico (DS) e stretching statico (SS)

Tutti i partecipanti hanno eseguito la seduta di stretching, rispettando il proprio protocollo, prima dell'abituale allenamento in palestra. Ogni seduta del gruppo SS aveva la durata di circa 23,5 minuti e consisteva in quattro esercizi di stretching statico per andare a lavorare sulla flessibilità della catena posteriore, dei flessori (ileopsoas, retto femorale, sartorio) e degli estensori (ischiocrurali, glutei) dell'anca. Mentre, ogni seduta del gruppo SD aveva la durata di circa 17,5 minuti e consisteva in quattro esercizi di stretching dinamico per andare a lavorare sulla flessibilità degli stessi muscoli del gruppo SS. Entrambe le sedute di stretching erano precedute da un riscaldamento di 8 minuti. La durata totale dello studio è stata di 8 settimane, durante le quali 8 soggetti hanno eseguito il proprio protocollo di stretching due volte a settimana, 9 soggetti tre volte a

settimana. A tutti i partecipanti è stata richiesta una partecipazione di almeno l'85% delle sedute totali previste nell'arco delle 8 settimane di intervento (24 sedute totali per coloro che si allenavano tre volte a settimana e 16 per quelli che si allenavano due volte a settimana). Per controllare la loro frequenza ogni soggetto ha compilato un calendario personalizzato riportando la data delle proprie sedute di stretching. Durante il primo incontro e dopo aver firmato il consenso informato, ai soggetti è stato somministrato un veloce questionario di raccolta dati per conoscere la loro età e verificare l'assenza di disturbi che violassero i criteri di inclusione ed esclusione. Una volta confermata l'ammissibilità allo studio ai soggetti sono stati misurati peso ed altezza. Ogni partecipante è stato quindi istruito sul protocollo di stretching assegnatoli in modo casuale, con spiegazioni e dimostrazioni degli esercizi. Inoltre ad ogni soggetto è stato consegnato un foglio con la rappresentazione schematica degli esercizi da eseguire, costituita da foto dell'esecuzione e affianco la relativa modalità (durata, serie, tempo di riposo), per far sì che il protocollo venisse rispettato anche quando i soggetti eseguivano gli esercizi senza la supervisione dello sperimentatore. Durante il primo incontro, prima di iniziare il protocollo di stretching assegnato, i soggetti sono stati sottoposti a dei test (sit and reach, test di flessione ed estensione dell'anca con goniometro) per valutare la flessibilità iniziale della catena posteriore, degli estensori e dei flessori dell'anca e quindi anche la mobilità articolare dell'anca e della colonna vertebrale prima dell'intervento. Ogni partecipante ha poi ripetuto tali test, sempre prima di iniziare il protocollo, dopo 4 settimane e dopo 8 settimane, per valutare gli effetti nel tempo di ciascun protocollo di stretching rispetto al tempo zero. Tutti i soggetti hanno poi eseguito la prima seduta supervisionati dallo sperimentatore, mentre le volte successive, quando possibile era presente lo sperimentatore stesso, altrimenti i soggetti erano controllati dall'istruttore presente in palestra. Terminata la prima seduta di stretching ad ogni partecipante è stato somministrato un questionario per valutare la fatica percepita nell'esecuzione del protocollo assegnato, utilizzando la scala RPE 6-20 di Borg. Questa procedura è stata ripetuta dopo 4 settimane e dopo 8 settimane. Ciascun soggetto ha poi eseguito il proprio abituale allenamento in palestra, che variava

da soggetto a soggetto, ad eccezione di quelli che partecipavano al corso di ginnastica dolce. Concluso il proprio allenamento a tutti i soggetti è stato fornito un questionario per valutare gli effetti della prima seduta del protocollo di stretching SS o DS sulla percezione della fatica, forza, flessibilità ed equilibrio durante il proprio allenamento. Tale questionario è stato somministrato nuovamente a tutti i partecipanti dopo 4 settimane e 8 settimane, sempre al termine del loro allenamento. Infine concluso l'intero intervento, quindi terminate le 8 settimane, a tutti i partecipanti è stato fornito un questionario sulla qualità di vita.

3. Misurazioni

Prima di iniziare la prima seduta di uno dei due protocolli di stretching SS o SD sono state eseguite le seguenti misurazioni: sit and reach, test di flessione e di estensione dell'anca con goniometro. Tali test sono stati ripetuti dopo 4 settimane (w4) e dopo 8 settimane (w8) dall'inizio dell'intervento, sempre prima di iniziare il protocollo di stretching, al fine di valutare l'efficacia dell'intervento rispetto alla flessibilità della colonna vertebrale e dell'anca e alla capacità di equilibrio in anziani sani.

– SIT AND REACH TEST

La posizione iniziale prevedeva il soggetto seduto a terra con le ginocchia estese e la pianta dei piedi appoggiate sul cubo. Successivamente al soggetto veniva chiesto di flettere il busto avanti a velocità costante per raggiungere con le mani il punto più distante possibile sul box centimetrato. Lo sperimentatore registrava la misura in base alla posizione del dito medio. Se il soggetto superava con le mani la linea dei piedi il valore della misura era considerato positivo, altrimenti negativo. Questo test è stato somministrato per valutare in ciascun soggetto la flessibilità della catena posteriore e la mobilità della colonna vertebrale in flessione.



FIGURA 6. Box centimetrato

– TEST DI FLESSIONE DELL'ANCA:

Nella posizione di partenza il soggetto era sdraiato in posizione supina, con il bacino in posizione neutra, le ginocchia estese ed entrambe le anche a 0° di abduzione, adduzione e rotazione (osservando la posizione degli epicondili femorali e della rotula che doveva essere rivolta anteriormente). Lo sperimentatore poi, sollevava lentamente una coscia dal lettino, afferrandola sotto al ginocchio piegato, per andare a flettere passivamente l'anca del soggetto, prestando attenzione a mantenere la flessione del ginocchio per ridurre la tensione negli ischiocrurali e a mantenere l'arto in posizione neutra durante tutto il movimento. La fine del ROM veniva raggiunta quando lo sperimentatore avvertiva resistenza all'ulteriore movimento e tentativi di superarla causavano la retroposizione del bacino. La misura del ROM di flessione dell'anca è stata ricavata utilizzando un goniometro, precedentemente posizionato con il fulcro sul grande trocantere, con il braccio prossimale in linea con la linea mediana laterale del bacino e con il braccio distale in linea con l'epicondilo laterale del femore. L'angolo di flessione considerato è stato quello compreso tra il busto e la coscia. Questo test ha permesso di valutare la mobilità articolare dell'anca in flessione e la flessibilità dei muscoli estensori dell'anca.

– TEST DI ESTENSIONE DELL'ANCA:

Nella posizione di partenza il soggetto era disteso in posizione prona con entrambe le ginocchia estese, le braccia lungo i fianchi, il bacino in posizione neutra e le anche a 0° di abduzione, adduzione e rotazione. Lo sperimentatore poi estendeva passivamente l'anca del soggetto, sollevando lentamente l'arto dal lettino e mantenendo il ginocchio in estensione durante tutto il movimento per ridurre la tensione nel retto femorale. La fine del ROM si verificava quando lo sperimentatore avvertiva resistenza all'ulteriore movimento del femore e se tentava di superarla la resistenza causava l'anteroversione del bacino o l'estensione della zona lombare. La misura del ROM di estensione dell'anca è stata ricavata utilizzando un goniometro, precedentemente allineato con il fulcro sul grande trocantere, il braccio prossimale in linea con la linea mediana

laterale del bacino e il braccio distale in linea con l'epicondilo laterale del femore. L'angolo di estensione dell'anca considerato è stato quello compreso tra la superficie del lettino e la coscia. Questo test è stato utilizzato per valutare la mobilità articolare dell'anca in estensione e la flessibilità dei muscoli flessori dell'anca.

– TEST DI EQUILIBRIO MONOPODALICO:

Il soggetto partiva in stazione eretta, a piedi scalzi e con le braccia lungo i fianchi. Successivamente lo sperimentatore chiedeva al soggetto di sollevare un piede in modo da tenere l'appoggio monopodalico. Il piede della gamba non a contatto con il suolo si appoggiava alla gamba in appoggio. Il tempo in cui il soggetto riusciva a mantenere l'equilibrio monopodalico è stato misurato con un cronometro. Il test terminava se le mani si staccavano dai fianchi, il piede in appoggio si muoveva, il piede non in appoggio perdeva il contatto con la gamba d'appoggio. Ciascun soggetto eseguiva tre prove di cui poi si teneva in considerazione la migliore. Questo test è stato utilizzato per valutare la capacità di equilibrio dei soggetti.

Terminata la prima seduta di stretching, ai soggetti è stato somministrato un questionario per misurare lo sforzo e la fatica che ciascuno di loro aveva percepito nell'eseguire gli esercizi di stretching del proprio protocollo, utilizzando la scala RPE 6-20 di Borg. Tale questionario è stato somministrato nuovamente a tutti i partecipanti dopo 4 settimane e dopo 8 settimane, sempre al termine della seduta di stretching. L'obiettivo della somministrazione di questo questionario è stato quello di valutare quale delle due tipologie di stretching viene percepito più faticoso da anziani sani e verificare se, con una pratica costante e prolungata nel tempo, questa percezione di fatica sarebbe diminuita.

– QUESTIONARIO “SCALA RPE 6-20 di Borg”

- QUANTO È FATICOLO ESEGUIRE QUESTO PROTOCOLLO DI STRETCHING STATICO?

.....

Dai un valore da 6 a 20 in base alla seguente tabella:

- QUANTO È FATICOLO ESEGUIRE QUESTO PROTOCOLLO DI STRETCHING DINAMICO?

.....

Dai un valore da 6 a 20 in base alla seguente tabella:

6	NESSUNO SFORZO
7	
8	ESTREMAMENTE LEGGERO
9	MOLTO LEGGERO
10	
11	LEGGERO
12	
13	UN PO' PESANTE
14	
15	PESANTE
16	
17	MOLTO PESANTE
18	
19	ESTREMAMENTE PESANTE
20	SFORZO MASSIMO

Terminata la seduta di stretching ogni soggetto praticava il proprio allenamento abituale in palestra, alcuni di loro seguendo una scheda in sala pesi che variava da individuo a individuo, altri partecipando ad un'attività di gruppo di ginnastica dolce. Durante il primo incontro, al termine del loro allenamento, a tutti i partecipanti è stato fornito un questionario per valutare gli effetti della precedente seduta di stretching sulla percezione di fatica, di flessibilità, di forza e di equilibrio durante l'allenamento stesso. Tale questionario è stato poi somministrato nuovamente a tutti i partecipanti dopo il personale allenamento a 4 settimane e a 8 settimane dall'inizio dell'intervento.

– QUESTIONARIO “EFFETTI dello STRETCHING SULL’ALLENAMENTO”

- QUANTA FATICA HAI PERCEPITO DURANTE L’ALLENAMENTO?

Molto più del solito					come sempre					Molto meno del solito
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	

- QUANTA FLESSIBILITÀ HAI PERCEPITO DI AVERE DURANTE L’ALLENAMENTO?

Molto più del solito					come sempre					Molto meno del solito
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	

- QUANTA FORZA HAI PERCEPITO DI AVERE DURANTE L’ALLENAMENTO?

Molto più del solito					come sempre					Molto meno del solito
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	

- QUANTO EQUILIBRIO HAI PERCEPITO DI AVERE DURANTE L’ALLENAMENTO?

Molto più del solito					come sempre					Molto meno del solito
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	

Al termine delle 8 settimane di intervento a tutti i partecipanti è stato somministrato un ultimo questionario relativo alla qualità di vita. Tale questionario è stato realizzato prendendo spunto dall'EuroQol-5 Dimension (EQ-5D), strumento validato di misura della qualità di vita (Balestroni & Bertolotti, 2012). L'obiettivo era quello di verificare la relazione tra un allenamento di stretching costante e protratto nel tempo e il miglioramento della qualità di vita e della capacità funzionale in anziani sani.

– QUESTIONARIO “QUALITÀ DI VITA”

- **IL MIO STATO DI SALUTE DI OGGI, PARAGONATO A QUELLO DI 2 MESI FA È:**
 - Migliore
 - Più o meno uguale
 - Peggiorare

- **LA MIA CAPACITÀ DI MOVIMENTO** (*es.: camminare, salire e scendere le scale*), **PARAGONATA A QUELLA DI 2 MESI FA È:**
 - Migliore (*Ho meno difficoltà a camminare, a salire e scendere le scale*)
 - Più o meno uguale
 - Peggiorare (*Ho più difficoltà a camminare, a salire e scendere le scale*)

- **LA CURA DELLA MIA PERSONA** (*es.: prendermi cura di me stesso/a, lavarmi, vestirmi*), **PARAGONATA A QUELLA DI 2 MESI FA È:**
 - Migliore (*Ho meno difficoltà nel prendermi cura di me stesso/a, lavarmi, vestirmi*)
 - Più o meno uguale
 - Peggiorare (*Ho più difficoltà nel prendermi cura di me stesso/a, lavarmi, vestirmi*)

- **LE MIE ATTIVITÀ ABITUALI** (*es.: lavoro, lavori domestici, attività familiari o di svago*), **PARAGONATE A 2 MESI FA SONO:**
 - Migliorate (*Ho meno difficoltà nello svolgimento delle mie attività abituali*)
 - Più o meno uguali
 - Peggiorate (*Ho più difficoltà nello svolgimento delle mie attività abituali*)





- **EVENTUALI DOLORI O FASTIDI, PARAGONATI A QUELLI DI 2 MESI FA SONO:**
 - Migliorati (*Ho meno dolori o fastidi*)
 - Più o meno uguali
 - Peggiorati (*Ho più dolori o fastidi*)

4. Intervento

Tutti i partecipanti dovevano eseguire due o tre volte a settimana, per 8 settimane, uno dei due protocolli di intervento.

Il protocollo di stretching statico (SS) aveva la durata totale di circa 23,5 minuti e prevedeva un riscaldamento di 8 minuti, di semplice camminata, di camminata sul tapis roulant o di bike, seguito da quattro esercizi di stretching statico (Tabella 2). Nell'esercizio 2, 3 e 4 i soggetti hanno eseguito 3 ripetizioni alternate per arto inferiore (3 con l'arto destro e 3 con l'arto sinistro), mantenendo la posizione per 60 secondi e con un tempo di recupero di 30 secondi terminate le 6 ripetizioni totali per esercizio. Mentre nell'esercizio 1, in cui si lavorava con entrambi gli arti inferiori contemporaneamente, i soggetti hanno eseguito 3 ripetizioni totali, tenendo per 60 secondi la posizione, con un tempo di recupero di 30 secondi tra una ripetizione e l'altra. Nell'esercizio 1 il soggetto partiva seduto a terra con le gambe estese, i piedi uniti e a martello. Per allungare la catena cinetica posteriore fletteva avanti il busto tirando una corda posizionata sui piedi per aiutarsi a raggiungere la posizione e a mantenerla per il tempo stabilito. Il grado di flessione del busto variava in base alla condizione fisica del soggetto. Nell'esercizio 2 il soggetto partiva in stazione eretta con un arto inferiore sopra uno step. Per allungare la catena posteriore, cercando di mantenere l'arto esteso e di portare la punta del piede verso di sé, fletteva avanti il busto tirando la corda per aiutarsi a raggiungere la posizione e a mantenerla. Anche in questo caso la flessione del busto variava da individuo a individuo. Nell'esercizio 3 la posizione di partenza vedeva il soggetto con un ginocchio appoggiato a terra sopra un tappetino e un ginocchio avanti flesso. Da quella posizione, per lavorare sull'allungamento dell'ileopsoas, il soggetto spingeva il bacino avanti-in basso e per aiutarsi a mantenerla appoggiava le mani sopra al ginocchio piegato avanti. Nell'esercizio 4 il soggetto partiva in stazione eretta, schiena alla spalliera, con un piede appoggiato dietro su un piolo. Per lavorare sull'allungamento del retto femorale avvicinava leggermente il ginocchio flesso alla spalliera e manteneva la posizione per il tempo stabilito. L'altezza del piolo in cui veniva appoggiato il piede dipendeva dalla condizione fisica del soggetto.

TABELLA 2. Protocollo Stretching Statico (SS)

<p>1.</p>  <p>60" → 30" REC 60" → 30" REC 60" → 30" REC</p>	<p>2.</p>  <p>60" dx – 60" sx 60" dx – 60" sx 60" dx – 60" sx → 30" REC</p>
<p>3.</p>  <p>60" dx – 60" sx 60" dx – 60" sx 60" dx – 60" sx → 30" REC</p>	<p>4.</p>  <p>60" dx – 60" sx 60" dx – 60" sx 60" dx – 60" sx → 30" REC</p>

Il protocollo di stretching dinamico (SD) aveva la durata totale di circa 17,5 minuti e prevedeva anch'esso un riscaldamento di 8 minuti nelle stesse modalità del protocollo SS. A questo seguivano però quattro esercizi di stretching dinamico (Tabella 3). In tutti quattro gli esercizi i soggetti hanno eseguito 3 ripetizioni alternate per arto inferiore (3 con l'arto destro e 3 con l'arto sinistro). Ogni ripetizione durava 40 secondi, all'interno dei quali i soggetti dovevano eseguire dai 12 ai 15 movimenti, con un tempo di recupero di 30 secondi al termine delle 6 ripetizioni totali per esercizio.

Nell'esercizio 1 il soggetto partiva in stazione eretta, con i piedi paralleli, davanti alla spalliera e con le mani in appoggio su un piolo. Per lavorare sull'allungamento della catena cinetica posteriore di sinistra il soggetto muoveva il piede destro con un passo indietro, dandoci il peso e portando il bacino più dietro possibile. Poi tornava in posizione di partenza con i piedi paralleli, pronto per ripetere il movimento. Nell'esercizio 2 il soggetto partiva in stazione eretta con una gamba estesa sopra uno step, il piede a martello e le braccia tese avanti all'altezza delle spalle. Per lavorare sull'allungamento della catena cinetica posteriore di sinistra il soggetto, appoggiato l'arto destro sopra allo step e mantenendolo completamente esteso, muoveva le braccia, e di conseguenza il bacino, più in basso e dietro possibile. Poi ritornava in posizione di partenza e di nuovo ripeteva il movimento. Nell'esercizio 3 il soggetto partiva in quadrupedia poi, mantenendo un ginocchio appoggiato a terra sopra ad un tappetino, portava l'altro ginocchio flesso avanti e le braccia lungo i fianchi. Per lavorare sull'allungamento dell'ileopsoas di sinistra il soggetto, portando il peso sull'arto destro avanti, cercava di portare le braccia più avanti possibile all'altezza delle spalle e di spingere il bacino avanti-in basso. Poi tornava in posizione di partenza pronto per ripetere il movimento. Nell'esercizio 4 il soggetto partiva in stazione eretta con schiena alla spalliera, un piede appoggiato dietro su un piolo della spalliera e le braccia lungo i fianchi. Per lavorare sull'allungamento del retto femorale di sinistra scendeva leggermente con il bacino verso il basso, cercando di avvicinare il ginocchio sinistro alla spalliera e portando le braccia avanti all'altezza delle spalle. Poi tornava in posizione di partenza e di nuovo ripeteva il movimento.

In entrambi i protocolli l'ordine di esecuzione degli esercizi è stato casuale per ogni sessione di stretching per motivi di gestione dello spazio e degli strumenti a disposizione. Inoltre a tutti i partecipanti è stata data l'indicazione di allungare il muscolo fino a sentire una leggera tensione, mai dolore. A tutti i soggetti è stata insegnata la corretta respirazione da utilizzare durante l'esecuzione dello stretching, ossia inspirare prima di iniziare il movimento ed espirare durante l'allungamento. È stato poi raccomandato a tutti di non trattenere il respiro. Tutti gli esercizi eseguiti in stazione eretta, che richiedevano anche un certo grado di stabilità ed equilibrio, sono stati eseguiti vicino al muro e/o alla spalliera per assicurare la massima sicurezza a tutti i partecipanti dello studio. Inoltre, qualora la condizione fisica del soggetto e le sue abilità motorie lo richiedessero, l'esercizio è stato adattato in base alle caratteristiche di quel soggetto.

TABELLA 3. Protocollo Stretching Dinamico (SD)

1.



40" dx – 40" sx
40" dx – 40" sx
40" dx – 40" sx
→ 30" REC

2.



40" dx – 40" sx
40" dx – 40" sx
40" dx – 40" sx
→ 30" REC

3.



40" dx – 40" sx
40" dx – 40" sx
40" dx – 40" sx
→ 30" REC

4.



40" dx – 40" sx
40" dx – 40" sx
40" dx – 40" sx
→ 30" REC

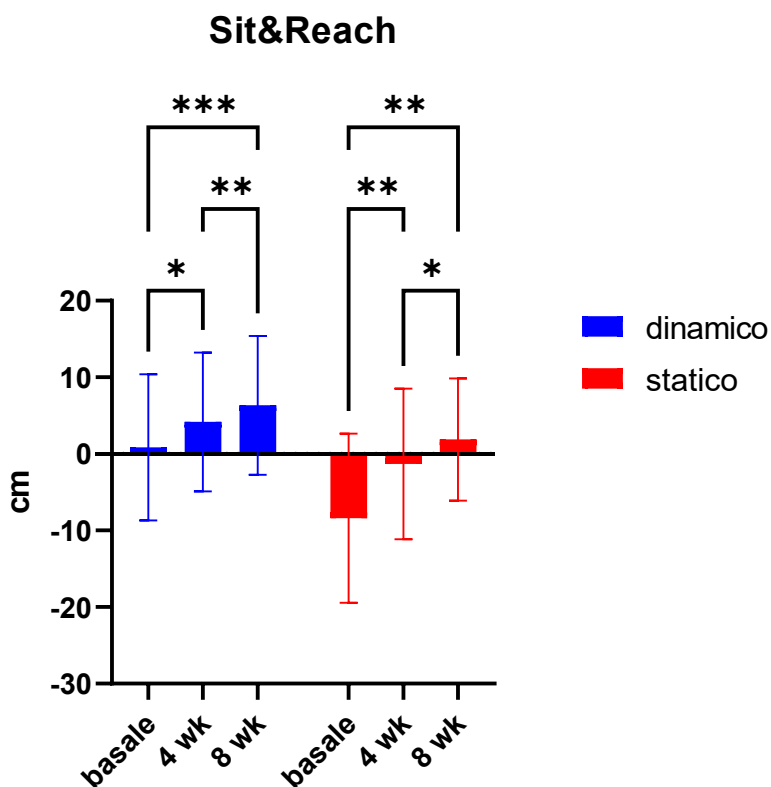
5. Analisi statistica

L'analisi dei dati è stata eseguita utilizzando il software GraphPad Prism version 9.4.1 (GraphPad Software, San Diego, California Usa). È stato utilizzato il test Two-way ANOVA per misure ripetute per valutare le differenze dei due interventi sulle variabili considerate. Ogni volta che si è riscontrato un effetto significativo per uno od entrambi i fattori si è applicato il post-hoc test di Bonferroni per identificarne le specifiche. Le differenze sono state considerate significative a $p < 0,05$. I dati sono presentati come media \pm DS.

RISULTATI

Sit and reach

Dall'analisi dei risultati del test Sit and reach è emersa un'interazione significativa tra il fattore tempo e il fattore stretching ($p=0,02$), ma soltanto il fattore tempo ha mostrato un effetto statisticamente significativo ($p<0,0001$). Infatti, nonostante i due gruppi partissero da una chiara differenza nella flessibilità della colonna vertebrale ($SD\ w0=0,87 \pm 9,54\text{ cm}$; $SS\ w0= -8,40 \pm 11,05\text{ cm}$) sia il gruppo SS che il gruppo SD ha riportato nel corso delle 8 settimane un miglioramento nella flessibilità misurata con il Sit and reach. E tale miglioramento è risultato simile nei due gruppi ($SD\ w8-w0=5,46 \pm 2,33\text{ cm}$; $SS\ w8-w0=10,28 \pm 5,61\text{ cm}$). È stata inoltre effettuata l'analisi considerando il numero di sedute come covariata da cui è emersa un'interazione significativa tra il fattore tempo e il numero di sedute ($p=0,03$); tuttavia il fattore tempo non risultava più statisticamente significativo mentre rimaneva l'interazione significativa tra il fattore tempo e il fattore stretching.



Test di flessione dell'anca

I risultati del test di flessione dell'anca di entrambi gli arti inferiori non hanno mostrato un'interazione significativa tra il fattore tempo e il fattore stretching. In entrambi i casi invece è emerso un effetto significativo per il fattore tempo ($p < 0,0001$). Infatti il ROM di flessione, sia dell'anca sinistra che di quella destra, è aumentato durante le 8 settimane in entrambi i gruppi di intervento. L'unica disuguaglianza osservata è stata una differenza significativa ($p = 0,002$) nella mobilità in flessione dell'anca sinistra tra le 4 e le 8 settimane nel gruppo SD, che non si è verificata nel gruppo SS. Tuttavia, tale differenza non è stata riscontrata anche nei risultati della flessione dell'anca destra.

TABELLA 4. Test di flessione dell'anca

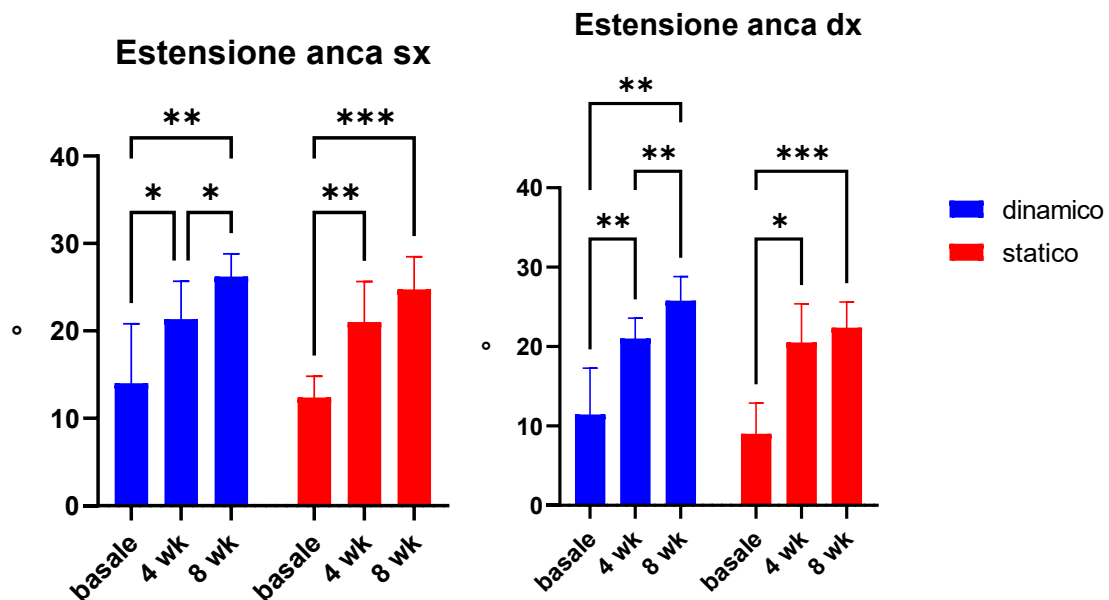
	SD			SS		
	BASALE	4 SETT.	8 SETT.	BASALE	4 SETT.	8 SETT.
FLESSIONE ANCA SX	78,89 ± 9,32	60,22 ± 7,33*	57,78 ± 6,38*#	77,13 ± 8,27	63,50 ± 9,75*	59,50 ± 5,55*
FLESSIONE ANCA DX	80,33 ± 7,84	60,56 ± 8,79*	60,11 ± 7,54*	78,25 ± 6,61	64,13 ± 9,14*	63,50 ± 6,57*

*differenza significativa da w0

differenza significativa da w4

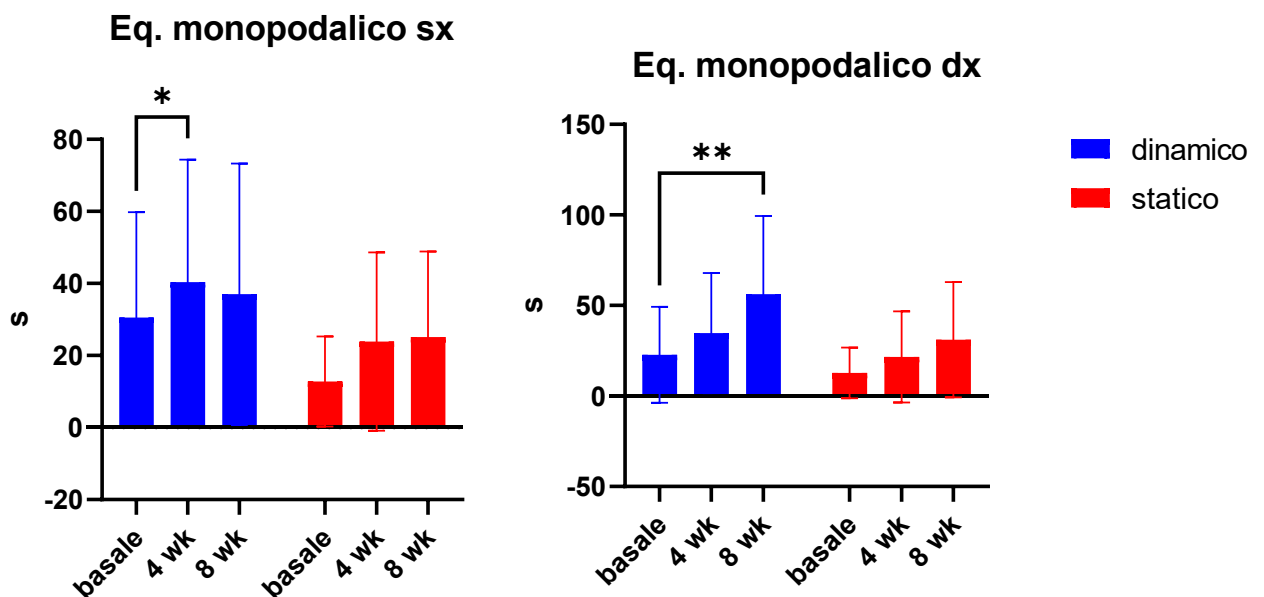
Test di estensione dell'anca

I risultati del test di estensione dell'anca non hanno mostrato un'interazione significativa tra il fattore tempo e il fattore stretching. Entrambi gli arti inferiori hanno però mostrato un effetto significativo per il fattore tempo ($p < 0,0001$). Infatti il ROM di estensione di entrambe le anche è aumentato nel corso delle 8 settimane. Tuttavia, dal test post hoc di Bonferroni, è emersa una differenza significativa tra le 4 e le 8 settimane nel gruppo SD, sia nell'anca sinistra ($p = 0,03$) che in quella destra ($p = 0,01$), che non è stata riscontrata anche nel gruppo SS.



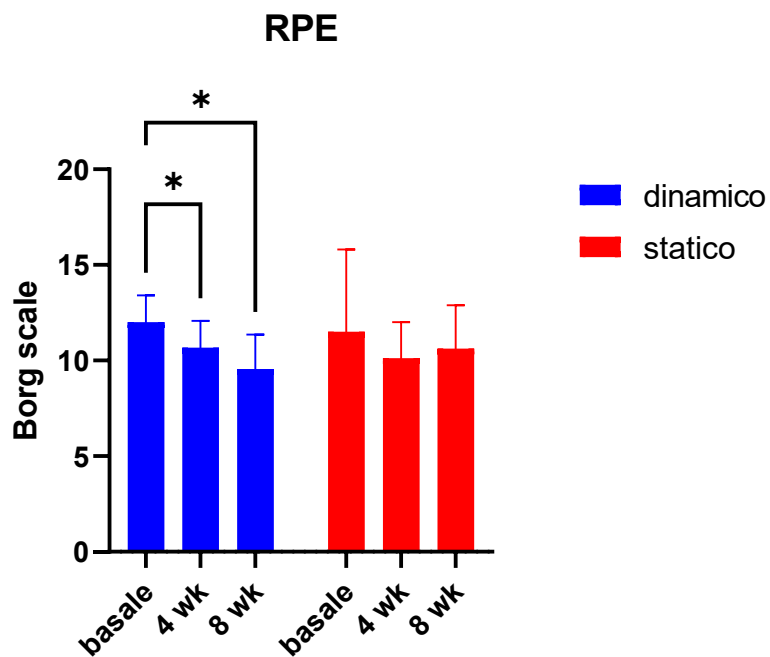
Test equilibrio monopodalico

Da un punto di vista statistico, dai risultati del test di equilibrio monopodalico non è emersa un'interazione significativa tra il fattore tempo e il fattore stretching. Soltanto per quanto riguarda l'equilibrio monopodalico dell'arto destro è stato riscontrato un effetto significativo per il fattore tempo ($p=0,002$). Tuttavia, dal post hoc di Bonferroni sembra emergere che lo stretching dinamico sia un po' più efficace poiché, dall'analisi dei risultati dell'equilibrio monopodalico destro, risulta una differenza significativa tra il tempo 0 e il tempo 8 settimane, che non si riscontra nel gruppo SS. Inoltre anche nell'arto sinistro si è visto un miglioramento, dal tempo 0 al tempo 4 settimane, maggiore nel gruppo SD rispetto al gruppo SS, anche se non statisticamente significativo. Bisogna sottolineare il fatto però che il gruppo SS risulta chiaramente meno abile nell'equilibrio di entrambi gli arti inferiori già dal tempo 0.



Questionario “RPE 6-20”

Dai risultati del questionario sulla percezione della fatica durante l'esecuzione degli esercizi di stretching non è emersa una differenza statisticamente significativa tra le due tipologie. Tuttavia è stato riscontrato un effetto significativo per il fattore tempo ($p=0,02$). Dal post hoc di Bonferroni appare infatti che, nel corso delle 8 settimane di intervento, il gruppo SD ha percepito sempre meno fatica, mentre l'esecuzione dello stretching nella tipologia statica si è mantenuta più faticosa.



Questionario “Effetti dello stretching sull’allenamento”

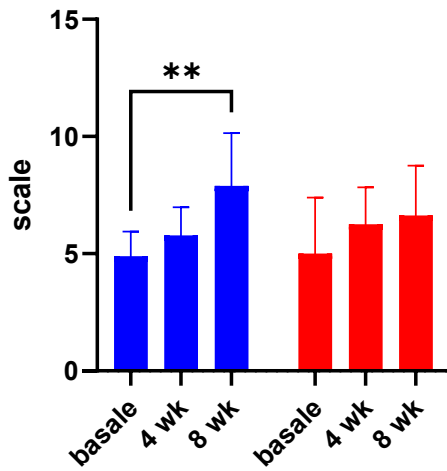
Per quanto riguarda la **fatica** percepita durante l'allenamento, dopo la pratica degli esercizi di stretching, i risultati ottenuti concordano con quelli del questionario sull'RPE. Infatti anche se non appare un effetto stretching statisticamente significativo, emerge un effetto tempo significativo ($p=0,0009$) e dal post hoc questo miglioramento si vede solo all'interno del gruppo SD, con una differenza significativa dal tempo 0 al tempo 8 settimane ($p=0,002$).

Mentre, in merito alla **flessibilità** percepita durante l'allenamento, emerge un effetto statisticamente significativo sia per il fattore tempo ($p<0,0001$) che per il fattore stretching ($p=0,0486$). In questo caso, quindi, risulta essere lo SS più efficace dello SD nella percezione della flessibilità durante l'allenamento.

Al contrario, sulla percezione della **forza** durante l'allenamento i risultati di questo questionario riportano un effetto statisticamente significativo soltanto per il fattore tempo ($p<0,0001$). Tuttavia, guardando il post hoc, questa differenza del fattore tempo la troviamo soltanto nel gruppo SD, dal tempo 0 al tempo 8 settimane ($p=0,003$).

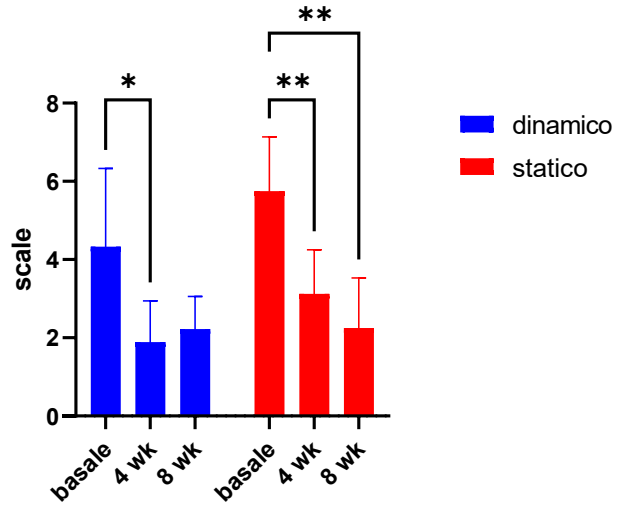
Per quanto riguarda invece la percezione di **equilibrio** durante l'allenamento dall'analisi dei risultati è emerso un effetto statisticamente significativo sia per il fattore tempo ($p=0,0004$) che per il fattore stretching ($p=0,02$). In questo caso lo stretching dinamico è risultato più efficace nel migliorare la percezione di equilibrio dei soggetti, poiché il post hoc ha mostrato una differenza statisticamente significativa dal tempo 0 al tempo 4 settimane ($p=0,02$) e dal tempo 0 al tempo 8 settimane ($p=0,003$) soltanto nel gruppo SD.

Fatica durante l'allenamento



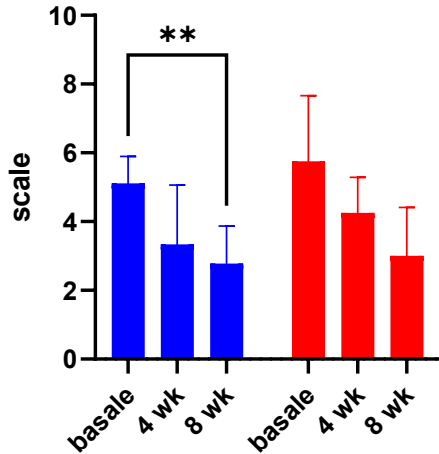
Note: valori più alti indicano una minore percezione di fatica

Flessibilità durante l'allenamento



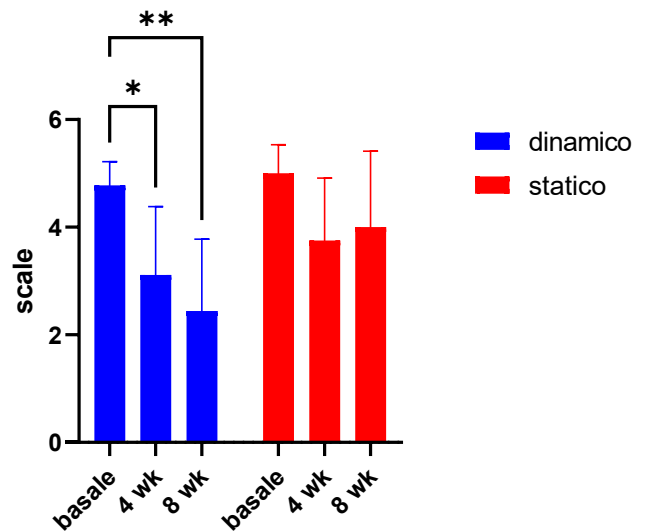
Note: valori più bassi indicano una maggiore percezione di flessibilità

Forza durante l'allenamento



Note: valori più bassi indicano una maggiore percezione di forza

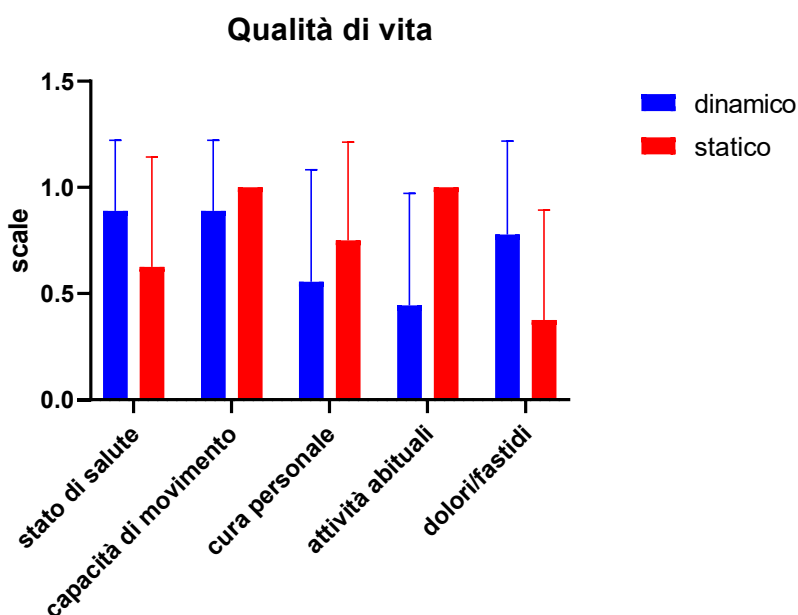
Equilibrio durante l'allenamento



Note: valori più bassi indicano una maggiore percezione di equilibrio

Questionario “Qualità di vita”

Il questionario posto alla fine dell'intervento sullo stato di salute generale e sulla qualità di vita ha mostrato che la variabile **stato di salute** è migliorata leggermente di più nel gruppo che ha eseguito lo SD rispetto al gruppo SS, ma tale differenza non è stata statisticamente significativa (media SD=0,76±0,44; media SS=0,63±0,52). Per quanto riguarda la **capacità di movimento** dal questionario sono emersi risultati simili nei due gruppi (media SD=0,94±0,24; media SS=1,00±0). C'è da sottolineare il fatto però che tutti i soggetti del gruppo SS hanno riportato che la loro capacità di movimento era migliorata rispetto a due mesi prima, cosa che non si è verificata nel gruppo SD. Anche in merito alla variabile **cura personale** la differenza tra i due gruppi di intervento non è stata significativa, tuttavia il gruppo SS ha segnalato un miglioramento leggermente più alto (media SD=0,65±0,49; media SS=0,75±0,46). L'unica variabile che ha mostrato una differenza statisticamente significativa ($p=0,01$) è stata quella legata alle **attività abituali**. In questo caso lo stretching statico è risultato quindi più efficace nel ridurre le difficoltà che un anziano può incontrare nello svolgimento di attività abituali come il lavoro, i lavori domestici e le attività familiari o di svago. E tale efficacia è stata riportata da tutti i soggetti appartenenti al gruppo SS. Mentre, come per lo stato di salute, anche per quanto riguarda eventuali **dolori/fastidi** presenti in un anziano sano, il gruppo SD ha riportato un miglioramento leggermente più alto rispetto al gruppo SS, ma anche in questo caso la differenza tra i due gruppi non è stata significativa.



DISCUSSIONE

L'obiettivo di questo studio era di identificare quale delle due tipologie di stretching, statico o dinamico, sia più efficace nell'aumentare alcune variabili legate alla prestazione fisica, quali la flessibilità, l'equilibrio, la forza e la percezione della fatica in un gruppo di anziani. Inoltre, aveva anche lo scopo di indagare se esiste una relazione tra lo stretching e il miglioramento della capacità funzionale e della qualità di vita nell'anziano. Il principale risultato è stato che, nonostante le due metodiche non abbiano portato effettivamente a miglioramenti differenti nei test effettuati, alcune differenze tra le due tipologie sono emerse nella percezione da parte dei soggetti durante l'allenamento.

Per quanto riguarda i test di flessibilità (sit and reach, flessione ed estensione dell'anca), i due gruppi partivano da una evidente, seppur non significativa, differenza iniziale, che potrebbe trovare spiegazione nel BMI più elevato del gruppo SS (Morini et al., 2004), anche se poi tale valore non sembra correlare con il miglioramento. Infatti, in entrambi i gruppi, i tre test di flessibilità sono migliorati nel corso delle 8 settimane di intervento e non sono state riscontrate marcate differenze tra i due protocolli, dimostrando che entrambe le tipologie di stretching sono efficaci negli anziani per aumentare il ROM. Tali risultati sono concordi con quanto riportato da Opplert e Babault (2018); Behm & Chaouachi (2011); Zhou et al. (2019); Iwata et al. (2019); Matsuo et al. (2019), i quali suggeriscono che entrambe le tipologie di stretching portano ad un aumento del ROM. C'è da sottolineare inoltre che 8 settimane non sono un tempo estensivo, ma nonostante ciò circa 20 minuti di stretching pre-allenamento sono sufficienti per migliorare in maniera significativa la flessibilità negli anziani già dopo 4 settimane, come riscontrato in tutti e tre i test effettuati. Perciò i protocolli del presente studio, indipendentemente dalla tipologia, sono da consigliare per aumentare la flessibilità negli anziani.

Il mantenimento di una buona flessibilità e mobilità articolare è particolarmente importante negli anziani per mantenere l'indipendenza, ottimizzare la funzionalità fisica e la qualità della vita. Inoltre, come riportato dall'American College of Sports Medicine (2013), un ROM ridotto è associato anche ad un

aumento del rischio di cadute, pertanto una pratica costante di esercizi di stretching può aiutare un anziano anche in tal senso. Per questo motivo in questo studio è stato valutato l'effetto delle due tipologie di stretching sull'equilibrio monopodalico. Tuttavia, anche se non è stata riscontrata una differenza marcatamente significativa né per il fattore stretching né per il fattore tempo, sembra emergere che lo stretching dinamico abbia un effetto migliore rispetto allo stretching statico sull'equilibrio, ma i risultati ottenuti non sono così forti da poterlo dire con certezza. L'unica eccezione riscontrata è stato un effetto significativo per il fattore tempo dell'equilibrio monopodalico dell'arto destro. Tale differenza di arto potrebbe essere spiegata con la dominanza, tuttavia nel presente studio non è stato raccolto questo dato. Questa relazione tra equilibrio e stretching dovrebbe essere maggiormente indagata e approfondita, poiché al momento in letteratura sono presenti pochi studi che hanno valutato l'effetto dello stretching sull'equilibrio, in un target di popolazione per lo più giovane e utilizzando tecniche di stretching e di misurazione dell'equilibrio differenti dal presente studio (ad esempio Behm et al., 2004) quindi risulta difficile una comparazione con i risultati ottenuti. È inoltre doveroso ricordare che nel presente studio i partecipanti erano lasciati liberi di seguire un allenamento libero ed individualizzato a seguito dello stretching; questa scelta impedisce di discernere gli effetti della seduta di stretching da quelli dell'allenamento stesso, che possono ovviamente aver influenzato la capacità di equilibrio.

Per quanto riguarda la percezione della fatica da parte dei soggetti durante lo svolgimento degli esercizi di stretching, valutata con l'RPE 6-20 di Borg, come ipotizzato dal presente studio, anche se non è emersa una differenza statisticamente significativa tra le due tipologie, lo stretching dinamico con l'andare del tempo è stato percepito sempre meno faticoso rispetto allo stretching statico, in cui invece la percezione di fatica è rimasta più elevata. Questo potrebbe essere spiegato dal fatto che, mentre nello stretching statico la tensione nei muscoli target viene mantenuta costante per l'intera durata dell'allungamento, lo stretching dinamico, grazie al movimento che lo

caratterizza, permette di mantenere i muscoli in posizione allungata per meno tempo e di alternare la tensione a qualche secondo in cui il muscolo è rilassato. Decisamente più importanti sono invece i dati ottenuti rispetto alla percezione dei singoli soggetti durante il proprio allenamento. Solitamente lo stretching viene eseguito alla fine della seduta di allenamento, in questo studio invece è stato indagato se eseguire dello stretching prima di iniziare l'allenamento potesse avere un qualche effetto sulla seduta di allenamento stesso, che ciascun soggetto svolgeva abitualmente in palestra.

Quello che è emerso è una percezione della fatica durante l'allenamento che andava via via riducendosi in maniera più significativa nel gruppo SD, in accordo con i risultati ottenuti anche dal questionario sull'RPE.

Inoltre, nonostante non sia stata notata nessuna differenza significativa nel miglioramento effettivo della flessibilità e dell'equilibrio tra le due tipologie di stretching, la percezione dei partecipanti è stata da parte di coloro che erano stati sottoposti allo stretching statico di avere una maggiore flessibilità durante l'allenamento, mentre da parte di quelli che erano stati sottoposti allo stretching dinamico di avere un maggiore equilibrio nel proprio allenamento. In letteratura non ci sono studi che hanno indagato la percezione dei soggetti in seguito ad esercizi di stretching, tuttavia i risultati ottenuti dal presente studio, per quanto riguarda la percezione della flessibilità, possono trovare spiegazione nella revisione di Opplert e Babault (2018) in cui si afferma che lo stretching statico è più efficiente di quello dinamico per il miglioramento del ROM, poiché nello stretching dinamico viene trascorso meno tempo in posizione allungata e il fatto di mantenere il muscolo allungato in posizione fissa porta ad un maggiore aumento della elasticità dei tendini e della diminuzione della viscosità e di conseguenza anche della resistenza passiva. Quanto affermato da tale revisione ritorna andando a vedere anche la durata dei due protocolli di intervento, poiché infatti nel gruppo SS la seduta di stretching durava all'incirca 6 minuti in più. Tutto ciò potrebbe quindi aver influito in una maggiore sensazione di flessibilità nei soggetti del gruppo SS, tuttavia questa è speculazione e sono necessarie ulteriori indagini per approfondire e validare questa ipotesi.

Per quanto riguarda la percezione dell'equilibrio, invece, i partecipanti che hanno eseguito gli esercizi di stretching dinamico hanno riportato una percezione maggiore di equilibrio durante il loro successivo allenamento. Tale aspetto è interessante se consideriamo negli anziani la paura di cadere, per cui il fatto di sentire di avere maggiore equilibrio e quindi meno paura di cadere potrebbe aver aiutato i partecipanti del gruppo SD a performare meglio. Anche questa affermazione rimane però soltanto una teoria, sono necessari quindi ulteriori studi che vadano ad esplorare meglio tale supposizione.

Dal punto di vista del questionario sulla qualità di vita l'unica differenza significativa tra le due tipologie di stretching emersa è stata nelle attività abituali in seguito agli esercizi di stretching statico. Questo risultato potrebbe essere correlato alla percezione di maggior flessibilità che i soggetti del gruppo SS hanno sentito immediatamente dopo la seduta che può essere magari trasportata anche nella quotidianità. Questa però è solo un'ipotesi poiché bisogna ricordare che i test di flessibilità non hanno portato ad una differenza effettivamente significativa tra le due tipologie, pertanto questa rimane una percezione dei soggetti non un dato di fatto. Ad ogni modo tutti i valori indagati rispetto alla qualità di vita sono risultati migliori al termine dell'intervento, anche se è difficile distinguere in questo caso se tale risultato deriva soltanto da un effetto dello stretching o anche dell'allenamento che ogni soggetto eseguiva abitualmente in palestra.

Limiti dello studio

A prescindere dai risultati ottenuti, è doveroso sottolineare alcuni limiti di questo studio. La dimensione del campione relativamente piccola può aver limitato la capacità di rilevare potenziali differenze significative tra i due protocolli. La variabilità di forma fisica ed esperienza di allenamento tra i partecipanti può aver influenzato il grado di efficacia dell'esercizio di stretching. L'abituale allenamento in palestra dei partecipanti non è stato controllato e pertanto differiva da soggetto a soggetto. Non tutte le sedute di stretching sono state supervisionate dallo sperimentatore e quindi anche questo può aver influito sull'efficacia dei protocolli proposti. Perciò sono necessari studi futuri con l'obiettivo di andare ad indagare gli stessi aspetti del presente studio, ma con una dimensione del campione più ampia e una programmazione controllata e uguale per tutti i partecipanti anche dell'allenamento successivo alla seduta di stretching.

CONCLUSIONE

I risultati del presente studio riportano una differenza tra quello che i soggetti percepiscono e quello che effettivamente è il dato reale in seguito a 8 settimane di esercizi di stretching statico o dinamico. Entrambe le tipologie di stretching possono però essere utilizzate e sembrano essere efficaci negli anziani, se eseguite per circa 20 minuti prima dell'attività di routine in palestra. Al momento non si può ancora dire che ci sia una tipologia di stretching migliore dell'altra ma, data la percezione dei soggetti, forse avrebbe senso proporre uno stretching dinamico qualora il soggetto dichiarasse di avere problematiche di equilibrio, mentre uno stretching statico qualora fosse la mancanza di flessibilità la sua principale preoccupazione. Tuttavia soltanto per assecondare una sua percezione, poiché non è ancora certo che questa rispecchi la realtà.

BIBLIOGRAFIA

- [1] Alter, M. J. (2004). *Science of flexibility*. Human Kinetics.
- [2] American College of Sports Medicine. (2013). *ACSM's health-related physical fitness assessment manual*. Lippincott Williams & Wilkins.
- [3] Anderson, B. (2010). *Stretching*. Shelter Publications.
- [4] Balestroni, G., & Bertolotti, G. L. (2012). EuroQol-5D (EQ-5D): uno strumento per la misura della qualità della vita. *Monaldi Arch Chest Dis* 78(3), 155-159.
- [5] Battaglia, G., Barone, R., Palumbo, D., & Macaluso, F. (2008). Biological and methodological bases of muscular stretching. *Capsula Eburnea*, 3
- [6] Behm, D. G. (2018). *The science and physiology of flexibility and stretching: implications and applications in sport performance and health*. Routledge.
- [7] Behm, D. G., & Chaouachi, A. (2011). A review of the acute effects of static and dynamic stretching on performance. *European journal of applied physiology*, 111(11), 2633-2651.
- [8] Behm, D. G., Bambury, A., Cahill, F., & Power, K. (2004). Effect of acute static stretching on force, balance, reaction time, and movement time. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 36(8), 1397-1402.
- [9] Behm, D.G., Blazeovich, A.J., Kay, A.D. and McHugh, M. (2016) Acute effects of muscle stretching on physical performance, range of motion, and injury incidence in healthy active individuals: a systematic review. *Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism* 41, 1-11.
- [10] Bisciotti, G. N. (2005). Stretching: una visione critica. *Sport & Medicina*, (2), 17-33.
- [11] Blazeovich, A.J., Gill, N.D., Kvorning, T., Kay, A.D., Goh, A.G., Hilton, B., Drinkwater, E.J. and Behm, D.G. (2018) No effect of muscle stretching within a full, dynamic warm-up on athletic performance. *Medicine and Science in Sports and Exercise* 50, 1258-1266.
- [12] Bushman, B., & American College of Sports Medicine. (2017). *ACSM's Complete Guide to Fitness & Health, 2E*. Human Kinetics.

- [13] Chodzko-Zajko, W. J., Proctor, D. N., Singh, M. A. F., Minson, C. T., Nigg, C. R., Salem, G. J., & Skinner, J. S. (2009). Exercise and physical activity for older adults. *Medicine & science in sports & exercise*, 41(7), 1510-1530.
- [14] Chodzko-Zajko, W., Schwingel, A., & Park, C. H. (2009). Successful aging: the role of physical activity. *American journal of lifestyle medicine*, 3(1), 20-28.
- [15] Christiansen, C. L. (2008). The effects of hip and ankle stretching on gait function of older people. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 89(8), 1421-1428.
- [16] Clark, L., O'Leary, C. B., Hong, J., & Lockard, M. (2014). The acute effects of stretching on presynaptic inhibition and peak power. *The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 54(5), 605-610.
- [17] Fabre, J. M., Wood, R. H., Cherry, K. E., Su, J. L., Cress, E. M., King, C. M., ... & Jazwinski, M. S. (2007). Age-related deterioration in flexibility is associated with health-related quality of life in nonagenarians. *Journal of Geriatric Physical Therapy*, 30(1), 16-22.
- [18] Gleim, G. W., & McHugh, M. P. (1997). Flexibility and its effects on sports injury and performance. *Sports medicine*, 24(5), 289-299.
- [19] Handel, M., Horstmann, T., Dickhuth, H. H., & Gülch, R. W. (1997). Effects of contract-relax stretching training on muscle performance in athletes. *European journal of applied physiology and occupational physiology*, 76(5), 400-408.
- [20] Holt, J., Holt, L. E., & Pelham, T. W. (1995). Flexibility redefined. In *ISBS-Conference Proceedings Archive*.
- [21] Huxley, A. F., & Niedergerke, R. (1954). Measurement of muscle striations in stretch and contraction. *The Journal of physiology*, 124(2), 46.
- [22] Huxley, A. F., & Niedergerke, R. (1958). Measurement of the striations of isolated muscle fibres with the interference microscope. *The Journal of physiology*, 144(3), 403.
- [23] Iwata, M., Yamamoto, A., Matsuo, S., Hatano, G., Miyazaki, M., Fukaya, T., ... & Suzuki, S. (2019). Dynamic stretching has sustained effects on

- range of motion and passive stiffness of the hamstring muscles. *Journal of sports science & medicine*, 18(1), 13.
- [24] Johns, R. J., & Wright, V. (1962). Relative importance of various tissues in joint stiffness. *Journal of Applied Physiology*, 17(5), 824-828.
- [25] Kabat, H., & Knott, M. (1953). Proprioceptive facilitation technics for treatment of paralysis. *Physical Therapy*, 33(2), 53-64.
- [26] Kabat, H., Mcleod, M., & Holt, C. (1959). The practical application of proprioceptive neuromuscular facilitation. *Physiotherapy*, 45(4), 87-92.
- [27] Kay, A.D. and Blazevich, A.J. (2012) Effect of acute static stretch on maximal muscle performance: a systematic review. *Medicine and Science in Sports and Exercise* 44, 154-164.
- [28] Knudson, D. V., Magnusson, P., & McHugh, M. (2000). Current Issues in Flexibility Fitness. *President's Council on Physical Fitness and Sports Research Digest*.
- [29] Matsuo, S., Iwata, M., Miyazaki, M., Fukaya, T., Yamanaka, E., Nagata, K., ... & Suzuki, S. (2019). Changes in flexibility and force are not different after static versus dynamic stretching. *Sports medicine international open*, 3(03), E89-E95.
- [30] Mizuno, T. (2017). Changes in joint range of motion and muscle–tendon unit stiffness after varying amounts of dynamic stretching. *Journal of Sports Sciences*, 35(21), 2157-2163.
- [31] Morini, S., Bassi, A., Cerulli, C., Marinozzi, A., & Ripani, M. (2004). Hip and knee joints flexibility in young and elderly people: effect of physical activity in the elderly. *Biology of Sport*, 21(1), 25-38.
- [32] Opplert, J., & Babault, N. (2018). Acute effects of dynamic stretching on muscle flexibility and performance: an analysis of the current literature. *Sports Medicine*, 48(2), 299-325.
- [33] Opplert, J., & Babault, N. (2018). Acute effects of dynamic stretching on muscle flexibility and performance: an analysis of the current literature. *Sports Medicine*, 48(2), 299-325.
- [34] Paoli, A., & Marco, N. (2013). Principi di metodologia del fitness.

- [35] Piercy, K. L., Troiano, R. P., Ballard, R. M., Carlson, S. A., Fulton, J. E., Galuska, D. A., ... & Olson, R. D. (2018). The physical activity guidelines for Americans. *Jama*, 320(19), 2020-2028.
- [36] Reid, J.C., Greene, R., Young, J.D., Hodgson, D.D., Blazeovich, A.J. and Behm, D.G. (2018) The effects of different durations of static stretching within a comprehensive warm-up on voluntary and evoked contractile properties. *European Journal Applied Physiology* 118, 1427-1445.
- [37] Russek, L. N. (1999). Hypermobility syndrome. *Physical therapy*, 79(6), 591-599.
- [38] Sherrington, C. S. (1908). On plastic tonus and proprioceptive reflexes. *Quarterly Journal of Experimental Physiology: Translation and Integration*, 2(2), 109-156.
- [39] Sherwood, L., & Bodega, F. (2012). *Fondamenti di fisiologia umana*. Piccin.
- [40] Sölveborn, S. A. (1983). *Questo è lo stretching*. Hermes.
- [41] Stathokostas, L., Little, R., Vandervoort, A. A., & Paterson, D. H. (2012). Flexibility training and functional ability in older adults: a systematic review. *Journal of aging research*.
- [42] Stathokostas, L., McDonald, M. W., Little, R., & Paterson, D. H. (2013). Flexibility of older adults aged 55–86 years and the influence of physical activity. *Journal of aging research*.
- [43] Taylor, D. C., Dalton JR, J. D., Seaber, A. V., & Garrett JR, W. E. (1990). Viscoelastic properties of muscle-tendon units: the biomechanical effects of stretching. *The American journal of sports medicine*, 18(3), 300-309.
- [44] Thomas, E., Bianco, A., Paoli, A., & Palma, A. (2018). The relation between stretching typology and stretching duration: the effects on range of motion. *International journal of sports medicine*, 39(04), 243-254.
- [45] U.S. Department of Health and Human Services (2018). *Physical Activity Guidelines for Americans, 2nd edition*.
- [46] Walshe, A. D., & Wilson, G. J. (1997). The influence of musculotendinous stiffness on drop jump performance. *Canadian Journal of Applied Physiology*, 22(2), 117-132.

- [47] Wang, K., McCarter, R., Wright, J., Beverly, J., & Ramirez-Mitchell, R. (1991). Regulation of skeletal muscle stiffness and elasticity by titin isoforms: a test of the segmental extension model of resting tension. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 88(16), 7101-7105.
- [48] Weerapong, P., Hume, P. A., & Kolt, G. S. (2004). Stretching: mechanisms and benefits for sport performance and injury prevention. *Physical Therapy Reviews*, 9(4), 189-206.
- [49] Wilson, G. J., Elliott, B. C., & Wood, G. A. (1992). Stretch shorten cycle performance enhancement through flexibility training. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 24(1), 116-123.
- [50] World Health Organization. (2008). *WHO global report on falls prevention in older age*. World Health Organization.
- [51] Worrell, T. W., Smith, T. L., & Winegardner, J. (1994). Effect of hamstring stretching on hamstring muscle performance. *The Journal of orthopaedic and sports physical therapy*, 20(3), 154–159.
- [52] Zhou, W. S., Lin, J. H., Chen, S. C., & Chien, K. Y. (2019). Effects of dynamic stretching with different loads on hip joint range of motion in the elderly. *Journal of sports science & medicine*, 18(1), 52.

RINGRAZIAMENTI

Un ringraziamento particolare va alla mia relatrice, nonché professoressa, Tatiana Moro, per avermi guidato ed accompagnato a raggiungere questo traguardo finale, per avermi supportata e incoraggiata fin dal primo incontro, per la sua professionalità, disponibilità e gentilezza con cui mi ha seguito nell'elaborazione della tesi.

Ringrazio la mia famiglia, la cosa più bella che ho.

I miei genitori, Eddi e Pietro, a cui devo tutto, per i sacrifici che hanno fatto per permettermi di studiare, per tutte le volte che ho avuto paura di fallire e di deluderli e loro invece mi hanno sempre tranquillizzata e incoraggiata a credere di più in me stessa.

Le mie sorelle, Sabina e Chiara, parti di me, per essere sempre state disposte ad aiutarmi quando ne avevo bisogno, per avermi compresa nei miei momenti di sclero e per aver sofferto con me la mia stessa ansia durante le sessioni d'esame.

Un ringraziamento speciale ai miei nipotini, Sophie e Alessandro, gioie della mia vita, per avermi sempre messo di buon umore, perché quando sono con loro tutti i pensieri spariscono e rimane solo la felicità.

Ringrazio il mio fidanzato Daniele, la mia metà, per avermi supportata e sopportata in quei periodi dove ero un tutt'uno con l'ansia e l'agitazione, per avermi fatto compagnia semplicemente stando lì con me in silenzio in quelle giornate dove passavo tutto il tempo a studiare o a scrivere la tesi, per aver sempre creduto in me e avermi rassicurato dicendomi che ce l'avrei fatta.

Ringrazio la mia migliore amica Federica, il mio porto sicuro, per esserci sempre stata, per avermi aiutata ad affrontare qualsiasi difficoltà mi si presentasse davanti, perché senza di lei probabilmente non sarei arrivata dove sono ora.

Un grazie poi ai miei compagni di università, Anna, Nike, Marta e Andrea, senza i quali il mio percorso sarebbe stato molto più duro. Li ringrazio per aver sofferto con me prima di un esame, per aver trascorso insieme le pause pranzo e aver reso tutte le lezioni più divertenti. Ma soprattutto li ringrazio per la pazienza con cui mi hanno insegnato a “ballare” la nostra magnifica coreografia, nonostante io fossi impedita.

Un grazie enorme alla palestra In.Forma, per aver creduto in me e avermi sostenuta in questo progetto di tesi. In particolare, ringrazio Natasha per avermi aiutato fin dall’inizio lasciandomi reclutare i partecipanti per il mio studio nel suo corso di gruppo e per avermi affiancato durante tutta la durata dell’intervento.

Infine, ringrazio di cuore i miei “vecchietti” che hanno accettato di partecipare al mio studio con impegno ed entusiasmo, perché senza di loro tutto questo non si sarebbe mai realizzato.

