

ORIGINAL ARTICLE

Assessing the impact of strength training in the functional fitness of elderly

Valutazione dell'impatto dell'allenamento di forza nella forma funzionale degli anziani

Rogério SALVADOR ¹ *, Roberta FRONTINI ^{2, 3}

¹School of Education and Social Sciences, Polytechnic of Leiria, Leiria, Portugal; ²Center for Innovative Care and Health Technology (ciTechCare), Leiria, Portugal; ³School of Health, Polytechnic of Leiria, Leiria, Portugal

*Corresponding author: Rogério Salvador, School of Education and Social Sciences, Polytechnic of Leiria, Leiria, Portugal. E-mail: rogerio.salvador@ipleiria.pt

SUMMARY

BACKGROUND: The health benefits of resistance training have been vastly valued in opposition to strength training. Nonetheless, literature has consistently acknowledged the clinical and functional benefits of strength training. The main aim of this study was to better understand the impact of the inclusion of a strength training on the functional aptitude of elderly participants.

METHODS: This observational research recruited the sample at a local wellness center. Participants were part of two different groups: a Control Group and a Strength Training Group. Both groups were assessed in the beginning and at the end of the school year. A validated adaptation of The Senior Fitness Test was used. Height, weight, Body Mass Index, and body fat mass were also calculated.

RESULTS: Regarding the differences from Time 1 to Time 2, the Strength Training Group obtained a statistically significant result on the chair stand and the Body Mass Index, with a large and a moderate effect respectively. The Control Group had a statistically significant result on the chair sit-and-reach, the two-minute step test and the percentage of body fat mass.

CONCLUSIONS: The results seem to suggest that the two training methodologies may be effective in improving the functionality of the elderly. Strength training revealed potential contributions in the improvement of some of the results, such as flexibility of the upper limbs or even strength of the lower limbs.

(Cite this article as: Salvador R, Frontini R. Assessing the impact of strength training in the functional fitness of elderly. Med Sport 2019;72:000-000. DOI: 10.23736/S0025-7826.19.03525-7)

KEY WORDS: Muscle strength; Resistance training; Physical fitness; Aged.

RIASSUNTO

OBIETTIVO: I vantaggi per la salute dell'allenamento di resistenza sono stati ampiamente analizzati, al contrario dell'allenamento di forza. Tuttavia, la letteratura ha uniformemente riconosciuto i vantaggi clinici e funzionali dell'allenamento di forza. Lo scopo principale di questo studio era di comprendere meglio l'impatto dell'inclusione di un allenamento di forza sull'attitudine funzionale di partecipanti anziani.

METODI: Per questa ricerca osservazionale il campione di partecipanti è stato reclutato in un centro benessere locale. I partecipanti sono stati suddivisi in due gruppi diversi: un gruppo di controllo e uno sottoposto all'allenamento di forza. Entrambi i gruppi sono stati valutati all'inizio e alla fine dell'anno scolastico. È stata usata una versione adattata e convalidata del Senior Fitness Test. Sono inoltre stati calcolati altezza, peso, indice di massa corporea e massa grassa.

RISULTATI: In riferimento alle differenze tra la prima e la seconda misurazione (Momento 1 e Momento 2), il gruppo sottoposto ad allenamento di forza ha ottenuto risultati significativi dal punto di vista statistico per quanto riguarda il chair stand test e l'Indice di Massa Corporea, rispettivamente con un effetto esteso e moderato. Il gruppo di controllo ha ottenuto risultati di significatività statistica nel chair sit-and-reach test, nello step test della durata di due minuti e riguardo alla percentuale di massa grassa.

CONCLUSIONI: I risultati sembrano suggerire che le due metodologie di allenamento siano efficaci nel miglioramento della funzionalità degli anziani. Si è notato che l'allenamento di forza contribuisce potenzialmente al miglioramento di alcuni risultati, come la flessibilità degli arti superiori o persino la forza di quelli inferiori.

PAROLE CHIAVE: Forza muscolare; Allenamento con resistenza; Forma fisica; Anziani.

Since 1995, the American College of Sports Medicine (ACSM) and the American Heart Association (AHA) recommend prescribing resistance physical activity (aerobic) 30 minutes a day, on a minimum of 5 days per week at moderate intensity, or 20 minutes a day, for at least 3 days a week, at a vigorous intensity.¹ More recently, the emphasis has been given specifically to strength training,² with specific recommendations being stated by reference institutions. In fact, several years later, the USA Department of Health and Human Services³ stated that adults should do moderate to high-intensity muscle-strengthening activities involving all major muscle groups, at least two times a week in order to provide additional health benefits. Moreover, the ACSM points out that for the promotion and maintenance of health, as well as the functional independence throughout life, it is recommended to perform strength training and muscular endurance with a minimum of two non-consecutive days per week, using the major muscle groups with the execution of at least a series of 8 to 10 repetitions per exercise.¹

There has been an involution of the human motricity that has led not only to less caloric expenditure but also to decreasing demand for muscular function.⁴ Therefore, the inclusion of strength training is vital as a complement to general aerobic physical activity. The muscular function is crucial to normal everyday activities and, thus, should be extensively studied in elderly population, especially regarding motor skills.⁵ Moreover, the assessment of functional fitness is essential in elderly in order to help prescribe more specific exercises.⁶

For years the health benefits of resistance training have been vastly valued by the scientific community in opposition to strength training whose effects were minimized or less valued¹. Nonetheless, the clinical and functional benefits of strength training are particularly evident,⁷ even for individuals with motor and physical limitations or dysfunctions associated with ageing and chronic or degenerative diseases.⁸ In fact, strength training has been widely recommended to the attenuate neuromuscular declines resulting from natural ageing process.⁷ It is important to remember that functional fitness, i.e., the physiologic capacity to perform normal everyday activities safely and independently,⁹ must be a priority. Improvements in functionality, muscle strength, muscular endurance, and body composition are often

Dal 1995 l'American College of Sports Medicine (ACSM) e l'American Heart Association (AHA) consigliano di prescrivere un'attività fisica di resistenza (aerobica) della durata di 30 minuti al giorno per almeno 5 giorni alla settimana a un'intensità moderata, o 20 minuti al giorno, per almeno 3 giorni alla settimana, a un'intensità sostenuta.¹ Più di recente è stata data particolare enfasi all'allenamento di forza,² grazie a raccomandazioni specifiche delle istituzioni di riferimento. In effetti alcuni anni più tardi il Dipartimento della salute e dei servizi umani degli Stati Uniti³ ha dichiarato che gli adulti, per ottenere ulteriori benefici per la salute, dovrebbero fare almeno due volte alla settimana attività di rafforzamento muscolare ad alta intensità che coinvolgano tutti i principali gruppi muscolari. Inoltre l'ACSM evidenzia che, per la promozione e il mantenimento della salute, oltre che per l'indipendenza funzionale nel corso della vita, è consigliabile allenare la forza e la resistenza muscolare almeno due giorni non consecutivi alla settimana, usando i principali gruppi muscolari grazie all'esecuzione di almeno una serie comprendente tra le 8 e le 10 ripetizioni per esercizio.¹

Si è verificata un'involutione della motricità dell'uomo che non solo ha portato a un inferiore consumo calorico, ma anche a una minore esigenza di funzione muscolare.⁴ Pertanto, l'inclusione dell'allenamento di forza è fondamentale in quanto complemento di un'attività fisica aerobica generale. La funzione muscolare è cruciale per le attività quotidiane normali e perciò deve essere studiata in modo approfondito nella popolazione anziana, in particolare per quanto concerne le abilità motorie.⁵ Inoltre la valutazione della forma funzionale negli anziani è essenziale per poter prescrivere esercizi più specifici.⁶

Per anni la comunità scientifica ha valutato gli effetti sulla salute dell'allenamento di resistenza rispetto all'allenamento di forza, i cui effetti sono stati banalizzati o sottovalutati¹. Tuttavia, i vantaggi clinici e funzionali dell'allenamento di forza sono particolarmente evidenti,⁷ anche per gli individui con limitazioni motorie e fisiche o disfunzioni associate all'invecchiamento e a malattie croniche o degenerative.⁸ Infatti l'allenamento di forza è stato ampiamente raccomandato per attenuare il declino neuromuscolare derivante del naturale processo di invecchiamento.⁷ È importante ricordare che la forma funzionale, cioè la capacità fisiologica di svolgere le normali attività quotidiane in modo sicuro e indipendente,⁹ deve essere una priorità. Spesso nell'allenamento di forza si riscontrano più velocemente miglioramenti nella funzionalità, nella forza muscolare, nella resistenza muscolare e nella composizione corporea, il che rende i partecipanti più motivati.¹⁰

evidenced more quickly in strength training, which facilitates participants' motivation.¹⁰

It is important to note that, regarding the health benefits of this training, some studies have shown that strength training may result in increased muscle mass^{11, 12} even in individuals with sarcopenia.⁸ Strength training has also been related to reductions in systolic blood pressure and resting diastolic artery pressure⁸ as well as an increase in resting metabolism,¹³ obtained mainly at the expense of the increase in fat-free mass.¹⁴ In a 12 week study with two groups (a group subject to a hypocaloric diet plus resistance training versus a group subject to a hypocaloric diet plus strength training), the Strength Training Group revealed no fat-free mass loss despite losing less weight and achieving an increase in the level of rest metabolic rate.¹⁵ Literature also reinforces that physical activities that appear to stimulate bone formation should include progressive weight and the variation and specificity of the weight.¹⁶ This is also due to the fact that some studies have shown effects on bone mineral density. In fact, it has long been demonstrated that resistance and strength training can provide sufficient stimulus for bone formation and an increase in bone mineral density.^{17, 18}

Improvements in glucose metabolism were also verified with the use of strength training with improved glucose tolerance and reduced insulin response to oral glucose.¹⁹ Strength training reduces the acute insulin response in healthy and diabetic subjects, as well as reducing levels of glycosylated hemoglobin in diabetic patients.⁸

Functional and traditional strength training has also been found as effective in improving maximum dynamic strength, isometric strength, muscle power and muscle endurance.²⁰ Studies have also found that strength training is as effective as aerobic-based training regarding the improvement of physical skills that are attributed to functional mobility.²¹

As already mentioned, and although for many years the importance of resistance training has been touted, many studies have shown the benefits of strength training, with evidence clearly demonstrating that the combination of the two types of training is the most effective methodology for achieving optimal changes in body composition.¹²

Considering the aforementioned data, the main aim of this study was to better understand the impact of the inclusion of a strength train-

È importante notare che, per quanto concerne i benefici sulla salute di questo tipo di allenamento, alcuni studi hanno dimostrato che l'allenamento di forza può far aumentare la massa muscolare^{11, 12} anche in individui affetti da sarcopenia.⁸ È stato anche notato che l'allenamento di forza è legato a una riduzione della pressione sistolica e della pressione diastolica a riposo⁸ nonché a un aumento del metabolismo a riposo,¹³ ottenuti principalmente a discapito dell'aumento di massa magra.¹⁴ In uno studio della durata di 12 settimane con due gruppi (un gruppo sottoposto a dieta ipocalorica e allenamento di resistenza e un gruppo sottoposto a dieta ipocalorica e allenamento di forza), il gruppo sottoposto ad allenamento di forza non ha mostrato alcuna perdita di massa magra nonostante la minor perdita di peso e il raggiungimento di un livello maggiore di attività metabolica a riposo.¹⁵ La letteratura sottolinea anche che le attività fisiche che sembrano stimolare la calcificazione dovrebbero includere un aumento progressivo del peso e la variazione della specificità del peso stesso.¹⁶ Ciò deriva anche dal fatto che alcuni studi hanno evidenziato effetti sulla densità minerale ossea. Infatti è stato ampiamente dimostrato che l'allenamento di forza e quello di resistenza possono stimolare in modo adeguato la calcificazione e far aumentare la densità minerale ossea.^{17, 18}

Sono stati verificati anche miglioramenti nel metabolismo glucidico grazie all'allenamento di forza, con una migliore tolleranza al glucosio e un'inferiore risposta insulinica al glucosio orale.¹⁹ L'allenamento di forza riduce la risposta insulinica acuta nei soggetti sani e diabetici, ma anche i livelli di emoglobina glicata nei pazienti diabetici.⁸

È stato anche riscontrato che l'allenamento di forza funzionale e tradizionale è efficace nel miglioramento della forza dinamica massima, la forza isometrica, la potenza muscolare e la resistenza muscolare.²⁰ Alcuni studi hanno anche rivelato che l'allenamento di forza è efficace quanto quello aerobico per il miglioramento delle abilità fisiche riferite alla mobilità funzionale.²¹

Come già detto, e sebbene per molti anni sia stata promossa l'importanza dell'allenamento di resistenza, molti studi hanno dimostrato i vantaggi dell'allenamento di forza, con prove che dimostrano chiaramente che la combinazione dei due tipi di allenamento è la metodologia più efficace per raggiungere cambiamenti ottimali nella composizione corporea.¹²

Prendendo in considerazione i dati summenzionati, lo scopo principale di questo studio era di comprendere meglio l'impatto dell'inclusione di un allenamento di forza sull'attitudine funzionale dei

ing on the functional aptitude of elderly subjects in order to validate (or not validate) the inclusion of exercise training in the exercise for this population.

Materials and methods

Methods

All procedures for sample recruitment were approved by the competent Ethics Committee for the ethical use of human subjects. The research was carried out in strict compliance with the ethical principles of the Helsinki Declaration. Principles of autonomy, nonmaleficence and beneficence, fairness and clear informed consent were respected. The data collection process was authorized by the directive board of the wellness center where the sample was recruited.

Subjects

Table I presents the biometric data and sociodemographic characteristics of the participants in more detail. The sample consisted of 100 participants (36 men and 64 women), aged between 60 and 79 years old. The majority of the sample was female (64%). As for biometric data, mean weight was 70.52 ± 10.55 kg, mean height was 157.54 ± 8.58 cm, and mean Body Mass Index (BMI) was 27.97 ± 3.62 kg/m².

Design

This was an observational research. Subjects were members of a fitness program at a local wellness center in the center of Portugal. Participants were part of two different groups: a group having classes without strength training (N.=48, designated as the Control Group) and a second group where strength training was part of the training 1 time a week (N.=52, designated as the Strength Training Group) and were assessed in the beginning and at the end of the academic year.

Methodology

All the participants of this study were subject to an initial assessment at the beginning of the academic year. Thus, the first assessment was in September. After 9 months, researchers returned to the wellness center for a final assessment of the participants. To be part of the study, participants had to meet the following in-

sogetti anziani per validare (o meno) l'inclusione di tale allenamento nell'esercizio fisico pensato per questa popolazione.

Materiali e metodi

Metodi

Tutte le procedure inerenti il reclutamento del campione sono state approvate dal Comitato etico competente per l'uso etico di soggetti umani. La ricerca è stata compiuta rispettando rigorosamente i principi etici della Dichiarazione di Helsinki. Sono stati rispettati i principi di autonomia, non maleficenza e beneficenza, giustizia e chiaro consenso informato. Il processo di raccolta dei dati è stato autorizzato dal comitato direttivo del centro benessere dove è stato reclutato il campione.

Soggetti

La tabella I presenta in maggiore dettaglio i dati biometrici e le caratteristiche sociodemografiche dei partecipanti. Il campione era costituito da 100 partecipanti (36 uomini e 64 donne), di un'età compresa tra i 60 e i 79 anni. La maggior parte del campione era costituita da donne (64%). Per quanto riguarda i dati biometrici, il peso medio era di $70,52 \pm 10,55$ kg, l'altezza media di $157,54 \pm 8,58$ cm e l'Indice di Massa Corporea (IMC) medio di $27,97 \pm 3,62$ kg/m².

Progetto

Si è trattato di una ricerca osservazionale. I soggetti erano membri di un programma fitness di un centro benessere locale del Portogallo centrale. I partecipanti appartenevano a due gruppi diversi: un gruppo che partecipava a lezioni senza allenamento di forza (N.=48, designato come gruppo di controllo) e un altro in cui l'allenamento di forza veniva praticato una volta alla settimana (N.=52, designato come gruppo sottoposto ad allenamento di forza). Entrambi sono stati valutati all'inizio e alla fine dell'anno accademico.

Metodologia

Tutti i partecipanti del presente studio sono stati sottoposti a una valutazione iniziale all'inizio dell'anno accademico. Pertanto, la prima valutazione è stata effettuata nel mese di settembre. Dopo 9 mesi, i ricercatori sono tornati al centro benessere per una valutazione finale dei partecipanti. Per poter prendere parte allo studio, i partecipanti dovevano soddisfare i seguenti criteri di inclusione: 1) partecipazione a tre sessioni settimanali presso il

clusion criteria: 1) participation in three weekly sessions at the wellness center; 2) be assiduous, with attendance rate below 75% defined as exclusion criterion; 3) not changing physical activity habits, performing physical exercise only in the sessions of the wellness center; 4) ability to understand questions and the maintenance of an adequate conversation; 5) signed available consent form. Regarding exclusion criteria, they were defined as follows: 1) attendance rate below 75%; 2) use of medications that may interfere with appetite and body fat mass.

An adaptation of The Senior Fitness Test (SFT)⁹ was used. The items assessed were:

1) chair stand: this test assesses lower body strength and resistance. The participant is asked to, with arms folded across chest, complete chair stands in 30 seconds. The number of full stands is registered;

2) chair sit-and-reach: with this test, lower body flexibility is assessed. When seated at the edge of a chair with legs extended, the distance in cm between extended hand and toes is assessed;

3) eight-foot (2.44-m) up-and-go: this test assesses motor agility/dynamic balance and speed. The researcher assesses the number of seconds needed to stand up, walk eight feet (2.44 m) and return to a seated position;

4) back scratch: this test assesses upper body flexibility. With one hand the participant needs to reach over the shoulder and with a second hand reaches up to the middle of the back. The research assesses the distance between hands in cm. Values are positive if there is an overlap of hands. Values are negative if the hands do not touch;

5) two-minute step test: this test was used as an alternate aerobic test and as an alternative to the test of six minutes' walk. Researchers assess the total number of high steps completed within two minutes;

6) height and weight for BMI, calculated by using the equation $BMI = \text{body weight (kg)} / (\text{height, m})^2$;

7) body fat mass is also assessed in percentage from a bioimpedance device (Tanita).

Both groups were participating in three weekly sessions at the wellness center, with two in common. The Strength Training Group performed a gymnastics session, a water aerobics session, and an exercise room, per week, with resistance training and strength training. The Control Group performed a gymnastics session, a water aerobics session and a swimming pool

centro benessere; 2) assiduità, infatti una partecipazione inferiore al 75% era definita come criterio di esclusione; 3) non modificare le abitudini legate all'attività fisica, facendo esercizio solo durante le sessioni del centro benessere; 4) capacità di capire le domande e di mantenere una conversazione adeguata; 5) firmare il modulo di consenso disponibile. I criteri di esclusione sono stati definiti come segue: 1) tasso di partecipazione inferiore al 75%; 2) uso di medicine che avrebbero potuto interferire con l'appetito e la massa grassa.

È stata usata una versione adattata del Senior Fitness Test (SFT).⁹ Sono state effettuate le seguenti prove:

1) chair stand: questo test valuta la forza e la resistenza della parte inferiore del corpo. Al partecipante viene chiesto di alzarsi completamente dalla sedia con le braccia incrociate al petto per 30 secondi. Viene registrato il numero di volte in cui il soggetto si alza completamente;

2) chair sit-and-reach: con questo test viene valutata la flessibilità della parte inferiore del corpo. Una volta che il soggetto si è seduto sul bordo della sedia tenendo le gambe stese, viene misurata la distanza in cm tra la mano allungata e le dita dei piedi;

3) eight-foot (2.44-m) up-and-go: questo test serve per valutare l'agilità motoria/l'equilibrio dinamico e la velocità. Il ricercatore calcola il numero di secondi necessari per alzarsi, percorrere otto piedi (2,44 m) e ritornare in posizione seduta;

4) back scratch: questo test serve per valutare la flessibilità della parte superiore del corpo. Con una mano il partecipante deve superare la spalla e con l'altra salire fino al centro della schiena. Viene calcolata la distanza tra le mani in cm. I valori sono positivi se le mani si sovrappongono, negativi se le mani non si toccano;

5) step test della durata di due minuti: questo test è stato utilizzato come test aerobico alternativo, al posto del test della camminata di sei minuti. I ricercatori valutano il numero totale di scalini completati in due minuti;

6) altezza e peso per l'IMC, calcolato usando l'equazione $BMI = \text{massa corporea (kg)} / (\text{altezza, m})^2$;

7) la massa grassa viene anche valutata in percentuale da un dispositivo di bioimpedenza (Tanita).

Entrambi i gruppi partecipavano a tre sessioni settimanali di allenamento presso il centro benessere, due delle quali in comune. Il gruppo sottoposto ad allenamento di forza partecipava a una sessione di ginnastica, una di acquagym e una di palestra alla settimana, con allenamento di resistenza e di forza. Il gruppo di controllo partecipava a una sessione di ginnastica, una di acquagym e una di

session per week, thus not having a strength training component. Each session lasted approximately 45 minutes always technically supervised. Regarding the strength session, participants performed, in the exercise room, a circuit training plan that consisted of a set of 12 exercises applied to the large muscle groups (leg press, leg extension, leg curl, abdominal crunch, lower back, shoulder press, lat machine, chest fly, chest press, elevations in easy power, triceps extension on a proper machine, and shoulder abduction with dumbbell) performed on machines, with one series with 12 repetitions per exercise. Each repetition had an average duration of 4 seconds (2 seconds in the concentric phase and 2 seconds in the eccentric phase), without defined intervals. However, the change of machine/exercise presupposed in most cases an average time of 30 seconds for the preparation and adjustment of the machine. Following the exercises of the circuit, it was taken into consideration the alternation between lower limbs, trunk and upper limbs.

Statistical analysis

Data analyses were performed using the Statistical Package for the Social Sciences (IBM SPSS, v. 25.0, Armonk, NY, USA). Descriptive statistics were computed for all sociodemographic, biomedical and study variables.

Results

Table I presents some of the results regarding weight (kg), BMI and percentage of body fat mass from Time 1 and Time 2.

nuoto alla settimana, quindi senza la componente di allenamento di forza. Ogni sessione durava circa 45 minuti, sempre sotto supervisione tecnica. Per quanto riguarda la sessione di forza, i partecipanti eseguivano nella sala attrezzi un circuito di allenamento che comprendeva un insieme di 12 esercizi, eseguiti su macchinari, che coinvolgevano i grandi gruppi muscolari (leg press, leg extension, leg curl, abdominal crunch, lower back, shoulder press, lat machine, chest fly, chest press, sollevamenti all'easy power; estensione dei tricipiti su una macchina adatta e adduzione delle spalle con manubrio), con una serie di 12 ripetizioni per ogni esercizio. Ogni ripetizione aveva una durata media di 4 secondi (2 secondi nella fase concentrica e 2 secondi in quella eccentrica), senza intervalli definiti. Tuttavia, cambiare macchina/esercizio presupponeva nella maggior parte dei casi un tempo medio di 30 secondi, necessari per la preparazione e regolazione della macchina. Predisponendo gli esercizi del circuito si è tenuta in considerazione l'alternanza tra arti inferiori, tronco e arti superiori.

Analisi statistiche

Le analisi dei dati sono state eseguite usando un software statistico per le scienze sociali (IBM SPSS, v. 25.0, Armonk, NY, USA). Le statistiche descrittive sono state calcolate per tutte le variabili sociodemografiche, biomediche e di studio.

Risultati

La Tabella I presenta alcuni dei risultati riguardanti il peso (kg), il BMI e la percentuale di massa grassa tra la prima e la seconda misurazione (Momento 1 e Momento 2).

TABLE I.—Descriptive characteristics for male and female participants (mean±SD).
TABELLA I.—*Caratteristiche descrittive per i partecipanti uomini e donne (media±DS).*

Group	Strength Training Group			Control Group		
	Male	Female	Total	Male	Female	Total
N. patients	24	28	52	12	36	48
Age (years)	69.9±4.80	66.1±4.87	67.88±5.17	70.83±5.62	67.25±4.95	68.14±5.30
Height (cm)	165.08±6.85	153.39±5.45	158.79±8.45	164.75±6.69	153.33±7.17	156.79±8.58
Weight (kg)						
Time 1	75.13±8.11	68.54±7.95	71.58±8.61	76.42±8.55	66.55±11.55	69.02±11.63
Time 2	75.54±8.36	69.14±8.20	72.10±8.81	76.08±10.05	66.38±11.76	68.81±12.03
BMI						
Time 1	27.17±2.90	28.68±3.09	27.98±3.08	27.75±3.25	27.72±4.09	27.73±3.87
Time 2	27.38±3.15	28.96±3.23	28.23±3.26	27.58±3.68	27.72±4.14	27.69±3.99
%Fat Mass						
Time 1	27.33±4.74	37.79±3.68	32.96±6.71	28.25±4.27	36.17±5.43	34.19±6.18
Time 2	27.67±5.36	37.82±3.76	33.14±6.83	27.67±5.50	35.56±5.73	33.58±6.59

TABLE II.—Means, standard deviations, and t values from the paired-sample t-test.
 TABELLA II.—Medie, deviazioni standard e valori t del test t per campioni appaiati.

Variables	Strength Training Group (N.=52)			Control Group (N.=48)		
	Time 1 M±SD	Time 2 M±SD	t	Time 1 M±SD	Time 2 M±SD	t
Chair stand	19.10±2.77	19.92±2.69	-3.93***	17.48±3.43	17.63±3.09	-0.55
Chair sit-and-reach	11.85±13.25	11.46±12.57	0.68	13.81±13.64	11.77±14.55	2.85**
Eight-foot (2.44 m) up-and-go	4.06±0.73	3.88±0.68	1.77	4.35±0.56	4.25±0.56	1.77
Back scratch	-1.17±9.84	-0.69±10.06	-1.23	-4.63±9.08	-4.31±8.89	-0.69
Two-minute step test	192.40±40.62	194.42±38.25	-0.85	157.23±36.23	165.77±5.18	-2.40*
BMI	27.98±3.07	28.23±3.26	-2.29*	27.79±3.87	27.69±4.00	0.33
% Body fat mass	32.96±6.71	33.13±6.83	-0.80	34.19±6.18	33.58±6.59	2.04*

*P<0.05; **P<0.01; ***P<0.001.

Table II presents the averages calculated for the analyzed variables, based on the respective group. A paired sample t-test was conducted to evaluate the impact of the presence of a strength training on the functional fitness, BMI and body fat mass of the sample. Eta squared statistics were calculated manually with the information presented on the SPSS output and transformed into information for this paper. To interpret the values, the Cohen²² guidelines were used: 0.01 = small effect, 0.06 = moderate effect, 0.14 = large effect.

Regarding the chair stand test, it was verified that the Strength Training Group obtained better results with an average increase of 0.83 compared to the Control Group that obtained an increase of 0.15. Thus, when comparing Time 1 and Time 2 in the Strength Training Group with the use of a paired-sample t-test it was found that the increase in the values of the chair stand were statistically significant from Time 1 (mean 19.10±2.77) to Time 2 (mean 19.92±2.69, $t(51)=-3.93$, $P<0.001$). The eta squared statistics (0.23) indicated a large effect. This difference was not statistically significant in the Control Group Time 1 (mean 17.48±3.43) Time 2 (mean 17.63±3.09, $t(51)=-0.55$, $P=0.584$).

For the chair sit-and-reach test, in the Strength Training Group, there was no statistically difference from Time 1 (mean 11.85±13.25) to Time 2 (mean 11.46±12.57, $t(51)=0.68$, $P=0.498$). Regarding the Control Group, a statistically significant difference was found, with a decrease from Time 1 (mean 13.81±13.64) to Time 2 (mean 11.77±14.55, $t(51)=2.85$, $P=0.007$). The eta squared statistics (0.14) indicated a large effect.

As regards to the Eight-foot (2.44 m) up-

La Tabella II presenta le medie calcolate per le variabili analizzate, in base al gruppo rispettivo. È stato condotto un test t per campioni appaiati per valutare l'impatto della presenza di un allenamento di forza sulla forma funzionale, il BMI e la massa grassa del campione. Le statistiche eta-quadro sono state calcolate manualmente con le informazioni presentate dai risultati dell'SPSS e trasformate in informazioni per questo studio. Per interpretare i valori sono state usate le linee guida di Cohen:²² 0,01 = effetto ridotto, 0,06 = effetto moderato, 0,14 = effetto esteso.

Riguardo al chair stand test, è stato verificato che il gruppo sottoposto ad allenamento di forza ha ottenuto risultati migliori con un aumento medio dello 0,83 rispetto al gruppo di controllo che ha ottenuto un aumento dello 0,15. Perciò, quando sono state confrontate le misurazioni del Momento 1 e del Momento 2 del gruppo sottoposto ad allenamento di forza usando un test t per campioni appaiati, è stato rilevato che l'aumento nei valori del test chair stand test è stato significativo dal punto di vista statistico tra la prima misurazione (media 19,10±2,77) e la seconda (media 19,92±2,69, $t(51)=-3,93$, $P<0,001$). I dati statistici eta-quadro (0,23) indicavano un effetto esteso. Questa differenza non aveva significatività statistica nella misurazione del Momento 1 (media 17,48±3,43) e del Momento 2 (media 17,63±3,09, $t(51)=-0,55$, $P=0,584$) del gruppo di controllo.

Nel chair sit-and-reach test non è stata evidenziata alcuna differenza significativa dal punto di vista statistico nel gruppo sottoposto ad allenamento di forza tra il Momento 1 (media 11,85±13,25) e il Momento 2 (media 11,46±12,57, $t(51)=0,68$, $P=0,498$). Nel gruppo di controllo invece è stata individuata una differenza di significatività statistica, con un calo tra la prima misurazione (media 13,81±13,64) e la seconda (media 11,77±14,55, $t(51)=2,85$, $P=0,007$). I dati statistici eta-quadro (0,14) indicavano un effetto esteso.

Relativamente all'eight-foot (2.44-m) up-and-go

and-go test, in the Strength Training Group, there was no statistically difference from Time 1 (mean 4.06 ± 0.73) to Time 2 (mean 3.88 ± 0.68 , $t(51)=1.77$, $P=0.083$). The Control Group, had also no statistically difference from Time 1 (mean 4.35 ± 0.56) to Time 2 (mean 4.25 ± 0.56 , $t(51)=1.77$, $P=0.083$).

The Back-Scratch test assessed the flexibility of the upper limbs. Although both groups achieved improvements in the flexibility of the upper limbs, differences were not statistically significant. In the Strength Training Group there was a reduction from Time 1 (mean -1.17 ± 9.84) to Time 2 (mean -0.69 ± 10.06 , $t(51)=-1.23$, $P=0.223$). The same result was found in the Control Group from Time 1 (M= 4.63 , SD= 9.08) to Time 2 (mean -4.31 ± 8.89 , $t(51)=-0.69$, $P=0.495$).

Regarding the two-minute step test, there was no statistically difference from Time 1 (mean 192.40 ± 40.62) to Time 2 (mean 194.42 ± 38.25 , $t(51)=-0.85$, $P=0.399$) in the Strength Training Group. On the contrary, in the Control Group, there was a statistically significant difference from Time 1 (mean 157.23 ± 36.23) to Time 2 (mean 165.77 ± 35.91 , $t(51)=-2.40$, $P=0.020$). The eta squared statistics (0.11) indicated a moderate effect.

It was also searched if there were differences in the BMI in both groups. There was an increase on the BMI of the Strength Training Group from Time 1 (mean 27.98 ± 3.07) to Time 2 (mean 28.23 ± 3.26 , $t(51)=-2.29$, $P=0.027$). The eta squared statistics (0.09) indicated a moderate effect. In the Control Group the result was not statistically significant different from Time 1 (mean 27.73 ± 3.87) to Time 2 (mean 27.69 ± 4.00 , $t(51)=.330$, $P=0.743$).

Finally, regarding the percentage of body fat mass, the results were not significantly different on the Strength Training Group from Time 1 (mean 32.96 ± 6.71) to Time 2 (mean 33.13 ± 6.83 , $t(51)=-.802$, $P=0.426$). Nonetheless, in the Control Group, there was a statistically significant difference from Time 1 (mean 34.19 ± 6.18) to Time 2 (mean 33.58 ± 6.59 , $t(51)=2.04$, $P=0.047$). The eta squared statistics (0.08) indicated a moderate effect.

Table III present means, standard deviations, and z values from the Wilcoxon Signed Rank Test. This non-parametric alternative test was used to search for differences in the tests according to gender. Because the sample was divided in two groups (females and males) and the N was lower than 30 participants, this

test, non è stata evidenziata alcuna differenza significativa dal punto di vista statistico nel gruppo sottoposto ad allenamento di forza tra il Momento 1 (media $4,06 \pm 0,73$) e il Momento 2 (media $3,88 \pm 0,68$, $t(51)=1,77$, $P=0,083$). Anche nel gruppo di controllo non è stata individuata alcuna differenza di significatività statistica tra la prima misurazione (media $4,35 \pm 0,56$) e la seconda (media $4,25 \pm 0,56$, $t(51)=1,77$, $P=0,083$).

Il back-scratch test era inteso a valutare la flessibilità degli arti superiori. Sebbene entrambi i gruppi abbiano migliorato la flessibilità degli arti superiori, le differenze non avevano significatività statistica. Nel gruppo sottoposto ad allenamento di forza si è verificata una riduzione tra il Momento 1 (media $-1,17 \pm 9,84$) e il Momento 2 (media $-0,69 \pm 10,06$, $t(51)=-1,23$, $P=0,223$). Lo stesso risultato è stato riscontrato nel gruppo di controllo tra la prima misurazione (media $-4,63 \pm 9,08$) e la seconda (media $-4,31 \pm 8,89$, $t(51)=-0,69$, $P=0,495$).

Relativamente allo step test della durata di due minuti, non è stata evidenziata alcuna differenza significativa dal punto di vista statistico nel gruppo sottoposto ad allenamento di forza tra il Momento 1 (media $192,40 \pm 40,62$) e il Momento 2 (media $194,42 \pm 38,25$, $t(51)=-0,85$, $P=0,399$). Al contrario, nel gruppo di controllo è stata riscontrata una differenza di significatività statistica tra il Momento 1 (media $157,23 \pm 36,23$) e il Momento 2 (media $165,77 \pm 35,91$, $t(51)=-2,40$, $P=0,020$). I dati statistici eta-quadro (0,11) indicavano un effetto moderato.

Sono anche state effettuate analisi per verificare eventuali differenze di IMC in entrambi i gruppi. Nel gruppo sottoposto ad allenamento di forza si è verificato un aumento dell'IMC tra il Momento 1 (media $27,98 \pm 3,07$) e il Momento 2 (media $28,23 \pm 3,26$, $t(51)=-2,29$, $P=0,027$). I dati statistici eta-quadro (0,09) indicavano un effetto moderato. Nel gruppo di controllo la differenza tra la prima misurazione (media $27,73 \pm 3,87$) e la seconda (media $27,69 \pm 4,00$, $t(51)=0,330$, $P=0,743$) non era significativa dal punto di vista statistico.

Infine, riguardo alla percentuale di massa grassa, non si è evidenziata alcuna differenza significativa dal punto di vista statistico nei risultati del gruppo sottoposto ad allenamento di forza tra il Momento 1 (media $32,96 \pm 6,71$) e il Momento 2 (media $33,13 \pm 6,83$, $t(51)=-0,802$, $P=0,426$). Tuttavia, nel gruppo di controllo è stata riscontrata una differenza di significatività statistica tra il Momento 1 (media $34,19 \pm 6,18$) e il Momento 2 (media $33,58 \pm 6,59$, $t(51)=2,04$, $P=0,047$). I dati statistici eta-quadro (0,08) indicavano un effetto moderato.

La Tabella III presenta le medie, le deviazioni standard e i valori z del test dei segni per ranghi di Wilcoxon. Questo test alternativo non parametrico

TABLE III.—Means, standard deviations, and z values from the Wilcoxon Signed Rank Test divided by gender.
 TABELLA III.—*Medie, deviazioni standard e valori z del test dei segni per ranghi di Wilcoxon divisi per genere.*

Variables	Strength Training Group			Control Group		
	Time 1	Time 2	z	Time 1	Time 2	z
Female						
N. patients	28			36		
Chair stand	18.04±2.63	19.43±2.71	-3.72***	17.50±3.75	17.67±3.46	-0.81
Chair sit-and-reach	16.93±10.89	16.82±9.82	-0.04	17.86±11.33	15.75±13.19	-2.20*
Eight-foot (2.44-m) up-and-go	4.18±0.72	3.96±0.69	-2.12*	4.17±0.61	4.00±0.56	-2.12*
Back scratch	0.46±7.52	1.11±7.30	-0.68	-3.00±7.39	-3.22±7.69	-0.02
Two-minute step test	172.21±36.89	171.96±30.18	-0.02	149.00±35.81	159.89±37.40	-2.44*
BMI	28.68±3.09	28.96±3.23	-1.85	27.72±4.10	27.72±4.14	.00
% Body fat mass	37.79±3.68	37.76±3.76	-0.18	36.17±5.43	35.56±5.72	-1.73
Male						
N. patients	24			12		
Chair stand	20.33±2.43	20.50±2.60	-0.45	17.42±2.39	17.50±1.62	-0.06
Chair sit-and-reach	5.92±13.50	5.21±12.70	-0.95	1.67±13.12	-0.17±11.99	-1.44
Eight-foot (2.44 m) up-and-go	4.00±0.66	4.00±0.78	0.00	4.33±0.65	4.33±0.49	0.00
Back scratch	-3.08±11.90	-2.79±12.38	-0.49	-9.50±12.00	-7.58±11.57	-1.65
Two-minute step test	215.96±31.39	220.63±29.05	-1.28	181.92±25.31	183.42±24.66	-0.67
BMI	27.17±2.90	27.38±3.15	-1.18	27.75±3.25	27.58±3.68	-0.63
% Body fat mass	27.33±4.74	27.67±5.36	-0.52	28.25±4.27	27.67±5.50	-0.72

*P<0.05; **P<0.01; ***P<0.001.

test was performed instead of the parametric paired sample t-test.

Thus, the test revealed statistically significant differences only in females and on both groups. In the Strength Training Group there was a statistically significant difference in the chair stand test from Time 1 (mean 18.04±2.63) to Time 2 (mean 19.43±2.71, $z=-3.72$, $P<0.001$) and in the Eight-foot (2.44 m) up-and-go test from Time 1 (mean 4.18±0.72) to Time 2 (mean 3.96±0.69, $z=-2.12$, $P=0.034$). In the Control Group the test revealed statistically significant differences in the chair sit-and-reach test from Time 1 (mean 17.86±11.33) to Time 2 (mean 15.75±13.19, $z=-2.20$, $P=0.028$), in the eight-foot (2.44 m) up-and-go test from Time 1 (mean 4.17±0.61) to Time 2 (mean 4.00±0.56, $z=-2.12$, $P=0.034$) and in the two-minute step test from Time 1 (mean 149.00±35.81) to Time 2 (mean 159.89±37.40, $z=-2.44$, $P=0.015$).

Discussion

Overall, the aim to better understand the inclusion of strength training in a population of older adults has been met.

Regarding the chair stand test, the Strength Training Group obtained a statistically significant increase in the results from Time 1 to Time 2, with a large effect. There was no statistically

è stato usato per individuare le differenze nei test in base al genere. È stato eseguito questo test anziché il test t parametrico per campioni appaiati perché il campione era suddiviso in due gruppi (donne e uomini) e numero era inferiore ai 30 partecipanti.

Pertanto, il test ha mostrato differenze significative dal punto di vista statistico solo tra le donne e in entrambi i gruppi. Nel gruppo sottoposto ad allenamento di forza è stata riscontrata una differenza significativa dal punto di vista statistico nel chair stand test tra la misurazione del Momento 1 (media 18,04±2,63) e del Momento 2 (media 19,43±2,71, $z=-3,72$, $P<0,001$) e nell'eight-foot (2.44-m) up-and-go test tra la prima misurazione (media 4,18±0,72) e la seconda (media 3,96±0,69, $z=-2,12$, $P=0,034$). Nel gruppo di controllo sono state riscontrate differenze significative dal punto di vista statistico nel "chair sit-and-reach test" tra il Momento 1 (media 17,86±11,33) e il Momento 2 (media 15,75±13,19, $z=-2,20$, $P=0,028$), nell'eight-foot (2.44-m) up-and-go test tra la prima misurazione (media 4,17±0,61) e la seconda (media 4,00±0,56, $z=-2,12$, $P=0,034$) e nello "step test" della durata di due minuti tra Momento 1 (media 149,00±35,81) e Momento 2 (media 159,89±37,40, $z=-2,44$, $P=0,015$).

Discussione

Nel complesso, è stato raggiunto lo scopo di comprendere meglio l'inclusione dell'allenamento di forza per una popolazione di anziani.

significant increase in the Control Group. This difference may be explained by a greater increase of the strength in the lower limbs which is usually a specific stimulus of the strength training. In a study with older adults, chair-rise and floor-rise tasks improved significantly after strength training.²³ Moreover, different types of strength training have been found to promote strength in lower limbs in elderly²⁴. When performing the analysis divided by gender, differences in this test was only found in women but not in men.

As regards to the chair sit-and-reach test, only a statistically significant difference was found in the Control Group with a decrease of the distance between extended hands and toes from Time 1 to Time 2. The same result was found in the Control Group but only in women. In the overall Control Group (i.e., not divided by gender) better results were obtained with a reduction of 2.04 cm of the mean. At the beginning of the school year, the Strength Training Group had a better average which, in some way, may have influenced the results, making them have a smaller gain. Another explanatory factor may be the fact that the swimming activity performed by the Control Group contributed more clearly to the gains in flexibility in the lower limbs. In fact, literature has reported that swimming activities are more associated with flexibility.²⁵ Nonetheless, an important study found that in elderly women after a 12-week training program, both localized gymnastics and water aerobics promoted important enhancements in flexibility, balance and functional autonomy.²⁶

On the eight-foot (2.44-m) up-and-go test, no statistical differences were found from Time 1 to Time 2 on both groups. Nonetheless, when performing the analysis separately by gender, both in the Strength Training Group and in the Control Group there was a statistically significant difference in the test, with a decrease from Time to Time 2. First of all, it is important to note that this test mainly assesses the speed, agility and balance, thus, coordinating capacities,⁹ which may not have been stimulated and explored in physical exercise sessions. Strength and cardiorespiratory capacity may have been more worked on in these classes compared to coordinating capacities. Nonetheless, it is also important to note that, in the Strength Training Group and with the sample with both men and women, the significance was close to being significant. It is likely that this result could

Riguardo al chair stand test, il gruppo sottoposto ad allenamento di forza ha ottenuto un aumento significativo dal punto di vista statistico dei risultati ottenuti tra la misurazione del Momento 1 e quella del Momento 2, con un effetto esteso. Nel gruppo di controllo invece non c'è stato alcun aumento di significatività statistica. Questa differenza si può spiegare con un aumento maggiore della forza negli arti inferiori, che in genere è uno stimolo specifico dell'allenamento di forza. In uno studio con anziani, le attività di sollevamento dalla sedia e da terra hanno subito miglioramenti significativi dopo l'allenamento di forza.²³ Sono inoltre stati individuati tipi diversi di allenamento di forza per incrementare la forza negli arti inferiori degli anziani²⁴. Nell'esecuzione dell'analisi a seconda del genere, in questo test sono state riscontrate differenze solo tra le donne ma non tra gli uomini.

Per quanto concerne il chair sit-and-reach test, è stata rilevata una differenza significativa dal punto di vista statistico solo nel gruppo di controllo, con un calo della distanza tra mano allungata e dita dei piedi tra la prima e la seconda misurazione. Lo stesso risultato è stato ottenuto nel gruppo di controllo, ma solo nelle donne. Nel gruppo di controllo complessivo (cioè non diviso per genere), sono stati ottenuti migliori risultati, con una riduzione di 2,04 cm della media. All'inizio dell'anno scolastico il gruppo sottoposto ad allenamento di forza presentava una media migliore, il che in qualche modo potrebbe avere influenzato i risultati, con un aumento conseguentemente inferiore. Un'altra spiegazione potrebbe essere che il nuoto praticato dal gruppo di controllo abbia contribuito più chiaramente all'incremento della flessibilità negli arti inferiori. Infatti la letteratura riporta che il nuoto è un'attività maggiormente associata alla flessibilità.²⁵ Uno studio importante ha tuttavia evidenziato che nelle donne anziane, dopo un programma di allenamento di 12 settimane, sia la ginnastica localizzata che l'aquagym hanno prodotto consistenti miglioramenti nella flessibilità, nell'equilibrio e nell'autonomia funzionale.²⁶

Nell'eight-foot (2.44-m) up-and-go test non sono state riscontrate differenze significative dal punto di vista statistico tra la misurazione del Momento 1 e del Momento 2 in entrambi i gruppi. Tuttavia, quando è stata svolta l'analisi separatamente in base al genere, sia nel gruppo sottoposto ad allenamento di forza che in quello di controllo è stata rilevata una differenza di importanza statistica nel test, con un calo tra la prima e la seconda misurazione. Innanzitutto è importante notare che questo test valuta principalmente la velocità, l'agilità e l'equilibrio, ossia le capacità di coordinazione,⁹ che potrebbero non essere state stimulate ed esplorate nelle sessioni

have been identified with a larger number of participants. Another possible explanation is the fact that, because the difference was statistically different in women but not in men, the results from the male sample may have influenced the results. Thus, this result is important by highlighting the influence of gender in the performance of this test. It is possible that women present better performance in coordinating capacities like agility and mobility when compared to men, which has been found in other studies.^{27, 28}

Regarding the Back-Scratch test and although both groups achieved improvements, they were not statistically significant. On one hand, it is possible that the exercises chosen to stimulate the upper limbs did not require enough articular amplitudes to promote significant improvements. On the other hand, the frequent existence of shoulder disorders in this type of population may be led to a more defensive posture in the execution of the exercises. Nonetheless, the results seem to suggest that strength training may induce a greater increase in the flexibility of the upper limbs.

Regarding the two-minute step test, which allows the indirect assessment of the cardiorespiratory response, there was no statistical difference in the Strength Training Group. However, in the Control Group, there was a significant statistical difference from Time 1 to Time 2. As presented in Table II, the Strength Training Group already had a higher average in the test when compared to the Control Group, which may explain, at a certain extent, the lower margin of progression of the first group and the better improvement results of the Control Group. Conversely, the Control Group accessed a type of activity that provides a more constant stimulation of the cardiorespiratory system and during most of the time of the exercise sessions, which is the case of the swimming activity.

Regarding the results of the BMI and the increase of the BMI in the Strength Training Group, a possible explanation may be the increase in fat mass and, consequently, weight gain. Given that weight is one of the variables accounting for BMI, if weight increases BMI increases as well. Thus, and regarding the body fat mass, the Control Group, had better results with a significant reduction. It is possible that the swimming activity performed by the Control Group led to greater energy expenditure. Swimming and water activities, which are aero-

di esercizio fisico. Durante queste lezioni probabilmente si è lavorato di più sulla forza e sulla capacità cardiorespiratoria rispetto alle capacità di coordinazione. Tuttavia, è anche importante notare che, nel gruppo sottoposto all'allenamento di forza e con il campione comprendente sia uomini che donne, la significatività era quasi statisticamente significativa. È plausibile che si sarebbe potuto identificare questo risultato con un numero maggiore di partecipanti. Un'altra possibile spiegazione è che, siccome la differenza era statisticamente significativa nelle donne ma non negli uomini, i risultati del campione di uomini potrebbero aver influenzato i risultati. Perciò questo risultato è importante se si sottolinea l'influenza del genere nelle performance di questo test. È possibile che le donne presentino migliori prestazioni in quanto a capacità di coordinazione come agilità e mobilità rispetto agli uomini, come è stato rilevato in altri studi.^{27, 28}

Riguardo il back-scratch test, sebbene entrambi i gruppi abbiano ottenuto dei miglioramenti, questi non erano significativi dal punto di vista statistico. Da un lato è possibile che gli esercizi scelti per stimolare gli arti superiori non richiedessero un'estensione articolare sufficiente per promuovere miglioramenti significativi. Dall'altro lato, la frequente presenza di disturbi alla spalla in questo tipo di popolazione potrebbe aver portato a una postura più difensiva durante l'esecuzione degli esercizi. I risultati sembrano tuttavia suggerire che l'allenamento di forza potrebbe incrementare maggiormente la flessibilità degli arti superiori.

Riguardo allo step test della durata di due minuti, che consente la valutazione indiretta della risposta cardiorespiratoria, non si è evidenziata alcuna differenza statistica nel gruppo sottoposto ad allenamento di forza. Tuttavia, nel gruppo di controllo c'era una differenza significativa dal punto di vista statistico tra la misurazione del Momento 1 e quella del Momento 2. Come mostrato nella Tabella II, il gruppo sottoposto ad allenamento di forza presentava già una media più alta nel test rispetto al gruppo di controllo, il che potrebbe spiegare, in una certa misura, il minore margine di progressione del primo gruppo e i miglioramenti più consistenti del gruppo di controllo. Viceversa, il gruppo di controllo ha avuto accesso a un tipo di attività che fornisce una stimolazione più costante del sistema cardiorespiratorio e per la maggior parte del tempo delle sessioni di esercizio, che è il caso del nuoto.

Riguardo i risultati dell'IMC e l'aumento dell'IMC nel gruppo sottoposto ad allenamento di forza, una possibile spiegazione potrebbe essere l'aumento della massa grassa e, di conseguenza, l'aumento di peso. Dato che il peso è una delle variabili dell'IMC, se il peso aumenta, l'IMC fa lo stesso. Perciò, e per quanto

bic activities normally practiced in a continuous effort, induce a higher mean heart rate at the start and an average energy expenditure per session²⁹ which may explain the greater overall energy expenditure and consequently the decrease in body weight and body fat mass of the Control Group.

Practical applications

Our results suggest that the recommendations given by a professional as well as the exercise programs delivered in the elderly should include and integrate strength training along with activities that require mainly cardiorespiratory components. Coordinating capacities such as agility, balance and coordination, should also be stimulated, which may be originated in activities that involve strength training and/or predominantly cardiorespiratory activities.

Our results seem to suggest that strength training may help increase strength and endurance in the lower limbs, which is very important for the elderly population in order to reduce the risk of falling and helping reduce the impact of osteopenia, expected at these ages.

Considering that the subjects in the Control Group obtained weight reduction and fat mass reduction, contrary to the Strength Training Group, it is suggested that strength training programs consider exercises that will increase energy expenditure in elderly, given that weight control is very important at these ages. According to our results, swimming activities may be a good option considering that it has a more pronounced effect on aiding weight control and reducing or maintaining the healthy percentage of fat mass. Nonetheless, flexibility exercises should not be forgotten in order to improve elasticity. In fact, and in keeping up with our results, swimming activities may contribute to the improvement of flexibility in the lower limbs and in the posterior chain, as well as to help increase cardiorespiratory fitness.

Limitations of the study

This study's main limitation was the small size of the sample. It is also important to note that there was no intervention or control in the participants' eating pattern, which is a limitation of the study. In fact, it is not possible to understand if their eating pattern may have compromised BMI and fat mass results. Future studies should take this into account. Another

riguarda la massa grassa, il gruppo di controllo ha ottenuto risultati migliori, con una riduzione significativa. È possibile che il nuoto praticato dal gruppo di controllo abbia portato a un maggiore consumo energetico. Il nuoto e le attività in acqua, che sono attività aerobiche normalmente praticate con uno sforzo continuo, generano una frequenza cardiaca media più alta all'inizio e un consumo energetico medio per sessione²⁹ che può spiegare il maggiore consumo di energia complessivo e di conseguenza il calo del peso corporeo e della massa grassa del gruppo di controllo.

Applicazioni pratiche

I nostri risultati suggeriscono che i consigli dati da un professionista, oltre che i programmi di esercizio assegnati agli anziani, dovrebbero includere e integrare un allenamento di forza insieme ad attività che richiedono principalmente componenti cardiorespiratorie. Dovrebbero essere stimolate le capacità coordinative come agilità, equilibrio e coordinazione, che potrebbero avere origine in attività che implicano l'allenamento di forza e/o attività principalmente cardiorespiratorie.

I nostri risultati sembrano suggerire che l'allenamento di forza potrebbe aumentare la forza e la resistenza negli arti inferiori, cosa molto importante per la popolazione anziana per ridurre il rischio di cadute e l'impatto dell'osteopenia, tipiche di quell'età.

Considerato che i soggetti del gruppo di controllo hanno subito una riduzione di peso e di massa grassa, al contrario del gruppo sottoposto ad allenamento di forza, si suggerisce che i programmi di allenamento di forza prevedano esercizi che aumentino il consumo energetico negli anziani, dato che il controllo del peso è molto importante in età avanzata. Secondo i nostri risultati il nuoto potrebbe essere una buona opzione, considerato che ha un effetto più pronunciato nel contribuire a controllare il peso e ridurre o mantenere la percentuale salutare di massa grassa. Non si dovrebbero tuttavia dimenticare gli esercizi di flessibilità per migliorare l'elasticità. Infatti, e stando ai nostri risultati, il nuoto potrebbe contribuire al miglioramento della flessibilità degli arti inferiori e della catena posteriore, oltre che all'incremento della capacità cardiorespiratoria.

Limiti dello studio

Il principale limite di questo studio è stata la dimensione ridotta del campione. È anche importante notare che non c'è stato alcun intervento o controllo delle abitudini alimentari dei partecipanti, un altro limite dello studio. Infatti non è possibile capire se

limitation is the number of sessions per week to which each participant was subjected. In the case of strength training, the main recommendations point to the two sessions per week.³ However, in the case of the present study, only one session per week of strength training was performed. It would also be important to have, as a variable, the information regarding how many months/years/weeks the person workouts. This variable may be important to be used as co-variables of the analyses carried out since it could have an influence on them. Future studies should account for that. Future studies may also understand better the effectiveness of the strength training. Future investigations should compare strength training in isolation with other activities, that is, we believe that future studies should compare groups that predominantly perform strength training with groups that perform other types of activities.

Conclusions

The results seem to suggest that the two training methodologies are effective in improving the functionality of the elderly. However, it is not possible to state with scientific evidence that the inclusion of strength training generated greater and better gains. Nevertheless, their importance should be relativized. The gains obtained in metabolic variables^{8, 13} and in functional biological qualities such as strength and flexibility²¹ are not at all negligible.

The analysis of the data allows us to conclude that strength training revealed potential contributions in the improvement of some of the results, such as flexibility of the upper limbs or even strength of the lower limbs. In fact, some of these results even obtained statistical significance. Therefore, it is important to continue to study and evaluate the effectiveness of different training methodologies and different modalities, controlling for the various factors of potential influence.

References/Bibliografia

1) American College of Sports Medicine (ACSM). Guidelines for Graded Exercise Testing and Prescription. Tenth edition. Philadelphia: Wolters Kluwer Health; 2018.
2) Pritchard HJ, Barnes MJ, Stewart RJ, Keogh JW, McGuigan MR. Higher- Versus Lower-Intensity Strength-Training Taper: Effects on Neuromuscular Performance. *Int J Sports Physiol Perform* 2019;14:458–63.

3) USA Department of Health and Human Services. 2008 Physical Activity Guidelines for Americans; 2008 [Internet]. Available from: <https://health.gov/paguidelines/2008/pdf/paguide.pdf> [cited 2019, Oct 1].

4) Barata J. Efeitos de um programa de actividade física na síndrome metabólica de mulheres pré-menopáusicas pré-obesas ou obesas; 2006.

5) Melchiorri G, Annino G, Panzarino M, Viero V, Campoli F, Lombardo M, *et al.* Proposal for a physical fitness evaluation

le abitudini alimentari possano aver compromesso i risultati del BMI e della massa grassa. Gli studi futuri dovrebbero prendere in considerazione questo aspetto. Un altro limite è rappresentato dal numero di sessioni a settimana a cui si è sottoposto ogni partecipante. Nel caso dell'allenamento di forza, le principali raccomandazioni indicano due sessioni alla settimana.³ Tuttavia, nel caso del presente studio, è stata eseguita solo una sessione a settimana di allenamento di forza. Sarebbe anche importante avere informazioni, come variabile, sulla quantità di mesi/anni/settimane di allenamento dei partecipanti. Questa variabile potrebbe essere utile come co-variabile delle analisi svolte perché potrebbe influenzarle. Gli studi futuri dovrebbero tenerne conto. Potrebbero anche comprendere meglio l'efficacia dell'allenamento di forza. Le ricerche future dovrebbero confrontare l'allenamento di forza separatamente rispetto ad altre attività: riteniamo che questi studi debbano confrontare gruppi che praticano prevalentemente un allenamento di forza con gruppi che praticano altri tipi di attività.

Conclusioni

I risultati sembrano suggerire che le due metodologie di allenamento sono efficaci nel miglioramento della funzionalità degli anziani. Non è tuttavia possibile affermare con evidenza scientifica che l'inclusione dell'allenamento di forza generi risultati migliori e superiori. La loro importanza dovrebbe a ogni modo essere relativizzata. Gli incrementi ottenuti nelle variabili metaboliche^{8, 13} e nelle qualità biologiche funzionali come forza e flessibilità²¹ non sono in alcun modo trascurabili.

L'analisi dei dati ci consente di concludere che l'allenamento di forza ha potenzialmente contribuito al miglioramento di alcuni risultati, come la flessibilità degli arti superiori o la forza di quelli inferiori. In effetti, alcuni dei risultati hanno persino presentato una significatività statistica. Quindi è importante continuare a studiare e valutare l'efficacia di diverse metodologie di allenamento e di differenti modalità, controllando i vari fattori di influenza potenziale.

test battery of an Italian elderly population. *Med Sport (Roma)* 2017;70:126–36.

6) Honório S, Batista M, Paulo R, Mendes P, Serrano J, Petrica J, *et al.* Functional fitness and nutritional status of institutionalized elderly. *Med Sport (Roma)* 2017;70:200–11.

7) American College of Sports Medicine. American College of Sports Medicine position stand. Progression models in resistance training for healthy adults. *Med Sci Sports Exerc* 2009;41:687–708.

8) Williams MA, Haskell WL, Ades PA,

- Amsterdam EA, Bittner V, Franklin BA, *et al.*; American Heart Association Council on Clinical Cardiology; American Heart Association Council on Nutrition, Physical Activity, and Metabolism. Resistance exercise in individuals with and without cardiovascular disease: 2007 update: a scientific statement from the American Heart Association Council on Clinical Cardiology and Council on Nutrition, Physical Activity, and Metabolism. *Circulation* 2007;116:572–84.
- 9) Rikli RE, Jones C. Senior Fitness Test Manual. Champaign, IL: Human Kinetics; 2001.
- 10) Sigal RJ, Kenny GP, Wasserman DH, Castaneda-Sceppa C, White RD. Physical activity/exercise and type 2 diabetes: a consensus statement from the American Diabetes Association. *Diabetes Care* 2006;29:1433–8.
- 11) Miller T, Mull S, Aragon AA, Krieger J, Schoenfeld BJ. Resistance Training Combined With Diet Decreases Body Fat While Preserving Lean Mass Independent of Resting Metabolic Rate: A Randomized Trial. *Int J Sport Nutr Exerc Metab* 2018;28:46–54.
- 12) Guedes JM, Bortoluzzi MG, Matte LP, *et al.* Effects of combined training on the strength, endurance and aerobic power in the elderly women. *Rev Bras Med Esporte* 2016;22:480–4.
- 13) Pinto RS, Lupi R, Brentano MA. Respostas metabólicas ao treinamento de força: uma ênfase no dispêndio energético. *Rev Bras Cineantropom Desempenho Hum* 2011;13:150–7.
- 14) Waine C. A Obesidade e o Controlo Do Peso Nos Cuidados Primários. Lisbon: Editora Reza a História; 2007.
- 15) Bryner RW, Ullrich IH, Sauers J, Donley D, Hornsby G, Kolar M, *et al.* Effects of resistance vs. aerobic training combined with an 800 calorie liquid diet on lean body mass and resting metabolic rate. *J Am Coll Nutr* 1999;18:115–21.
- 16) Conroy BP, Kraemer WJ, Maresch CM, Dalshy GP. Adaptative response of bone to physical activity. *Med Exerc Nutr Heal* 1993;1:64–74.
- 17) Rubin CT, Lanyon LE. Regulation of bone formation by applied dynamic loads. *J Bone Joint Surg Am* 1984;66:397–402.
- 18) Lohman T, Going S, Pamerter R, Hall M, Boyden T, Houtkooper L, *et al.* Effects of resistance training on regional and total bone mineral density in premenopausal women: a randomized prospective study. *J Bone Miner Res* 1995;10:1015–24.
- 19) Cuff DJ, Meneilly GS, Martin A, Ignaszewski A, Tildesley HD, Frohlich JJ. Effective exercise modality to reduce insulin resistance in women with type 2 diabetes. *Diabetes Care* 2003;26:2977–82.
- 20) Aragão-Santos JC, De Resende-Neto AG, Nogueira AC, Feitosa-Neta ML, Brandão LH, Chaves LM, *et al.* The effects of functional and traditional strength training on different strength parameters of elderly women: a randomized and controlled trial. *J Sports Med Phys Fitness* 2019;59:380–6.
- 21) Martins R, Coelho E Silva M, Pindus D, Cumming S, Teixeira A, Verissimo M. Effects of strength and aerobic-based training on functional fitness, mood and the relationship between fatness and mood in older adults. *J Sports Med Phys Fitness* 2011;51:489–96.
- 22) Cohen J. *Statistical Power Analysis for the Behavioral Sciences*. Second edition. Hillsdale, NJ: Erlbaum; 1988.
- 23) Brandon LJ, Boyette LW, Gaasch D, Lloyd A. Effects of Lower Extremity Strength Training on Functional Mobility in Older Adults. *J Aging Phys Act* 2000;8:1–4.
- 24) Sannicandro I. Effects of strength and core stability training versus strength and aerobic training in subjects aged over 65. *Med Sport (Roma)* 2017;70:410–8.
- 25) Adams K, O'Shea P, O'Shea KL. Aging: Its Effects on Strength, Power, Flexibility, and Bone Density. *Natl Strength Cond Assoc* 2000;21:65–77.
- 26) Filho M, Aida F, Moreira O, Matos D, Oliveira C, Venturini G, *et al.* Comparison of the effect of two physical exercise programs on the functional autonomy, balance and flexibility of elderly women. *Med Sport (Roma)* 2017;70:288–98.
- 27) Sugimoto H, Demura S, Nagasawa Y. Age and Gender-Related Differences in Physical Functions of the Elderly Following One-Year Regular Exercise Therapy. *Health (Irvine Calif)* 2014;06:792–801.
- 28) Jovanov E, Frith KH, Madhushri P, Hunter A, Coffey S, Milenkovic A. Gender Differences in Mobility of Elderly. In: Legato M, editors. *Principles of Gender-Specific Medicine*. Third edition. Academic Press; 2017.
- 29) Ainsworth BE, Haskell WL, Herrmann SD, Meckes N, Bassett DR Jr, Tudor-Locke C, *et al.* 2011 Compendium of Physical Activities: a second update of codes and MET values. *Med Sci Sports Exerc* 2011;43:1575–81.

Conflicts of interest.—The authors certify that there is no conflict of interest with any financial organization regarding the material discussed in the manuscript.

*Authors' contributions.*¾All authors contributed to this manuscript equally.

*Acknowledgements.*¾The authors wish to thank the participants of the study.

Manuscript accepted: September 17, 2019. - Manuscript received: April 23, 2019.