

Instabilità posturale, sarcopenia e cadute

R. SAGGINI^{1,2}, R.G. BELLOMO², V. SAVOIA³, P. IODICE², L. DI PANCAZIO², V. PISCIELLA², G. BARASSI³, G. FANÒ²

Introduzione

Allo stato attuale l'invecchiamento può essere considerato un processo multifattoriale, prodotto dell'interazione tra fattori genetici, ambientali e stile di vita. Una condizione spesso associata all'invecchiamento è la fragilità. Questa è caratterizzata da un progressivo decadimento delle capacità posturali e omeostatiche del soggetto, da una diminuzione della risposta agli eventi stressanti, con conseguente sia minore resistenza allo sviluppo di malattie sia sostanziale instabilità clinica. La fragilità si accompagna anche ad una diminuzione di forza e resistenza muscolare e viene pertanto considerata come un possibile precursore nella insorgenza di disabilità¹⁻³; la fragilità non è una entità nosologica ben definita, la conoscenza degli eventi che determinano l'instaurarsi di una "condizione di fragilità" in un soggetto che ha lavorato è da correlare ad una componente che può temporalmente precedere l'insorgenza di disabilità ovvero la mobility disability. La sua prevalenza varia tra il 2,0% ed il 12,1% in funzione del sesso e della fascia di età considerata⁴. La diminuzione dell'autonomia rappresenta il risultato finale di una complessa catena di eventi che è preceduto da uno stato di disequilibrio corporeo ovvero posturale.

Nel corso dei processi che accompagnano il soggetto adulto verso l'invecchiamento si assiste ad un sostanziale rimodellamento della composizione corporea, infatti aumenta la massa grassa, prevalentemente localizzata a livello dell'addome, con una diminuzione della massa magra e della densità dell'osso⁵. I cambiamenti sono gradualmente nel tempo e sono correlati ad una diminuzione dell'attività fisica e a modificazioni dell'intake calorico⁶. La conseguenza maggiore è la perdita progressiva di massa e funzione del muscolo scheletrico o sarcopenia⁷. Inizia a comparire fra i 30-40 anni ed accelera la sua presenza intorno ai 75 anni. Le fibre muscolari di tipo II, ad alta velocità di contrazione (FT), quelle che vengono reclutate durante il lavoro anaerobico di elevata intensità, si riducono in misura maggiore rispetto alle fibre di tipo I a contrazione più lenta; per questo motivo non tutti i muscoli presentano lo stesso grado di perdita tessutale. Ovviamente questo stato funzionale trova il suo esordio ed uno sviluppo più evidente nei sedentari, poiché l'attività fisica pregressa costituisce un elemento di protezione, anche se relativo, rallentandone sia l'insorgenza che lo sviluppo.

L'American college of sport medicine nelle linee guida redatte sull'attività fisica nella popolazione anziana sottolinea l'importanza di programmi di allenamento che includono sia l'attività aerobica, passeggiate jogging, sia esercizi di rinforzo muscolare anaerobici di potenza, stretching e mobilizzazioni al fine di migliorare la qualità di vita del soggetto anziano e ridurre l'incidenza delle fratture.

¹Direttore Scuola di Specializzazione in Medicina Fisica e Riabilitazione,

Università degli Studi "G. d'Annunzio", Chieti-Pescara;

²Dipartimento di Scienze Mediche di Base ed Applicate (BAMS),

Università degli Studi "G. d'Annunzio", Chieti-Pescara;

³Cattedra di Medicina Fisica e Riabilitazione,

Università degli Studi "G. d'Annunzio", Chieti-Pescara

Questi programmi di allenamento sono relativamente sicuri anche per i soggetti che presentano patologie correlate con l'età, e possono aiutare nella prevenzione delle cadute⁸, delle disabilità e della perdita d'indipendenza^{9,10}.

Incrementi della CSA (Crow Section Area) del 5-10%, accompagnati da un aumento del 20-100% della forza, a seconda del gruppo muscolare, possono essere aspettative ragionevoli in seguito ad un programma di allenamento contro resistenze¹¹. In opposizione a quest'ultimo (resistance training), sembra che allenamenti di tipo aerobico (endurance training) come camminare, pedalare o correre non abbiano effetti apprezzabili nell'aumento della massa e della forza muscolare¹²⁻¹⁴.

Gli allenamenti contro resistenze, hanno dimostrato inoltre di portare dei miglioramenti anche in alcune patologie degli anziani come osteoartrite¹⁵, osteoporosi¹⁶, coronaropatie¹⁷, diabete¹⁸ e depressione¹⁹.

La letteratura presenta anche protocolli riabilitativi atti ad aumentare il tono e la forza muscolare tramite terapie fisiche. Non ultimo Delecluse *et al.*, 2003²⁰ hanno mostrato l'utilizzo di pedane vibratorie confrontate ad esercizi tradizionali. Una semplice procedura che influisce sulla forza di contrazione muscolare è la vibrazione locale che sembra costituire un metodo efficace per attivare il sistema sensoriale propriocettivo.

Il metodo trova il suo razionale nell'eccitazione delle afferenze la provenienti dal fuso neuro-muscolare che, a loro volta, inducono l'attivazione di un proporzionale numero di alfa motoneuroni, con conseguente reclutamento ex novo di fibre muscolari²¹. Le risposte adattative alle vibrazioni dell'apparato neuromuscolare determinano, dunque, un aumento della forza contrattile dei muscoli sollecitati²² e di quelli adiacenti²³. Lo stimolo vibratorio oltre ad agire sui fusi neuromuscolari (sensibili alle variazioni di lunghezza) avrebbe anche un'azione sugli organi tendinei del Golgi (sensibili alle variazioni di tensione)²⁴. Attraverso il trasferimento centripeto dell'informazione propriocettiva anche i centri motori superiori vengono correttamente messi in grado di migliorare il rendimento dei comandi nervosi in uscita preposti al reclutamento muscolare²⁵.

Tabella I. – Caratteristiche fisiche del gruppo di studio. I valori sono espressi in media±ds; n, numero di soggetti.

n	Età, anni	Peso, kg	Altezza, m	BMI
19	70,9±5,2	73,9±16,8	1,62±0,08	28,2±5,9

È stato dimostrato, inoltre, che le vibrazioni hanno un effetto positivo sul metabolismo muscolare²⁶, un effetto analgesico sullo stesso tessuto²⁷ e stimolano la formazione di tessuto osseo²⁸.

Il protocollo riabilitativo vuole tentare di contrastare il decadimento biologico, l'associata "fragilità" ed la diminuita qualità di vita dell'anziano tramite tre tipologie d'intervento terapeutico. L'esercizio fisico e la terapia vibratoria localizzata per aumentare la forza e il tono muscolare limitando gli effetti della sarcopenia; un allenamento multisensoriale, tramite pedane mobili quali Huber ed Imoove, per aumentare la stabilità e diminuire il rischio di cadute; la terapia di riprogrammazione posturale antigravitaria, SPAD, per conservare una efficace dinamica corporea aumentando l'autonomia e di conseguenza la qualità di vita del soggetto anziano.

Presentiamo tre lavori di ricerca effettuati dalla nostra équipe a supporto del nostro approccio riabilitativo.

1) La strategia sperimentale nel recupero della massa e della forza muscolare dell'anziano.

Lo scopo di questo progetto sperimentale è stato quello di confrontare attraverso l'analisi dei potenziamenti ottenuti, i parametri cellulari e molecolari derivate da campioni agobioplastici ottenuti dal Vasto Laterale dominante dei soggetti sottoposti alla trial. Alla luce di quanto evidenziato in letteratura sono stati proposti tre diversi protocolli riabilitativi di allenamento. Test funzionali e prelievi agobioplastici sono stati effettuati rispettivamente all'inizio ed alla fine dei protocolli proposti.

Materiali e metodi

8 uomini e 11 donne volontari di età compresa tra i 64 e gli 80 anni hanno partecipato allo studio. I dati antropometrici sono riportati nella tabella I.

I soggetti sono stati sottoposti a visita medica di routine, tutti hanno effettuato un ECG a riposo. Prima di prendere parte allo studio i soggetti sono stati informati circa le procedure e gli scopi della ricerca ed hanno dato il loro consenso informato scritto. Il presente progetto di ricerca è stato sottoposto ad approvazione da parte del Comitato di Etica per la Ricerca Bio-Medica dell'Università "G. D'Annunzio" Chieti-Pescara. Ad ognuno dei soggetti è stata anche effettuata la misura della frequenza cardiaca a riposo.

I volontari sono stati assegnati casualmente ad uno dei tre protocolli di allenamento:

- allenamento aerobico (endurance)
- settimane 1-4: 30 minuti ad un'intensità pari al 60-70% della HR max;
- settimane 4-8: 40 minuti ad un'intensità pari al 60-70% della HR max;
- settimane 9-12: 40 minuti ad un'intensità pari all'80% della HR max;
- allenamento anaerobico (di potenza):
- settimane 1-4: 3 serie da 12 ripetizioni al 60-70% dell'1-RM;
- settimane 5-8: 3 serie da 10 ripetizioni al 75-80% dell'1-RM;
- Settimane 9-12: 3 serie da 6-8 ripetizioni all'80-85% dell'1-RM;
- allenamento di tipo vibratorio;
- applicazioni: 300 Hz, 15 min./seduta per tre volte alla settimana.

Risultati

Il progetto ha previsto una valutazione in vivo ed in vitro (dopo agobioplastia verticale prima e dopo il periodo di training del vasto laterale) di diversi aspetti delle modificazioni indotte dagli allenamenti specifici da questi frammenti di muscolo abbiamo analizzato: lo sviluppo specifico delle singole fibre e l'espressione delle proteine delle catene pesanti di miosina, il profilo trascrizionale e la capacità rigenerativa delle cellule satelliti.

Lo sviluppo di forza della singola fibra non è cambiato in nessuno dei protocolli d'allenamento. I profili di espressione dei geni, ha mostrato per ogni tipologia d'attività fisica un'incattivazione di un pathway metabolico specifico; sia la resistenza che l'allenamento vibratorio hanno aumentato il metabolismo aerobico mentre l'allenamento di resistenza stimola il metabolismo della creatina. Tutti i protocolli d'allenamento, in un modo diverso, stimolano l'espressione di proteine sarcomeriche e citosoliche e in particolare l'allenamento vibratorio stimola proteine collegate con Z-line. Inoltre, l'allenamento di resistenza produce l'espressione di proteine per neuro-nal chemotaxis.

Abbiamo studiato anche il comportamento delle cellule satelliti dopo l'allenamento specifico e il loro contributo al processo di rigenerazione e al trofismo della fibra muscolare. Tutti gli allenamenti aumentano la forza isometrica degli arti inferiori ed il tono muscolare.

Conclusioni

I nostri risultati suggeriscono che tutti i protocolli d'allenamento sono efficaci nel contrastare la progressione della Sarcopenia ed ognuno è in grado di stimolare segnali molecolari specifici. Gli effetti sono specifici perché esiste coerenza tra tipologia di esercizio e metabolismo stimolato.

2) Invecchiamento ed equilibrio: analisi delle possibilità di incremento delle capacità di equilibrio mediante l'utilizzo del sistema Huber

Lo studio nasce dalle considerazioni su esposte ed ha i seguenti obiettivi: 1) definire la possibilità di utilizzo di sistemi dedicati al recupero della stabilità corporea e all'incremento delle afferenze esteroceettive e propriocettive; 2) testare un modello d'intervento riabilitativo realizzato mediante l'utilizzo di un particolare sistema multisensoriale denominato HUBER.

Materiali e metodi

20 soggetti (10 maschi e 10 femmine) di età compresa tra 55 e 75 anni hanno partecipato allo studio.

La batteria di test ha compreso: 1) Analisi del cammino a velocità naturale (Milletrix, Diagnostic support, Roma, Italia); 2) test stabilometrici a 52 sec, occhi aperti e chiusi (Milletrix, Diagnostic support, Roma, Italia).

I soggetti hanno effettuato 10 sedute (2/sett.) di 20m con un protocollo multisensoriale d'allenamento con il sistema Huber (LPG Systems, Valence, France).

Risultati

I risultati ottenuti al tempo T1 hanno reso evidente una diminuzione della sway area ($p < 0,05$) e della superficie dell'ellisse ($p < 0,05$). Il follow-up a 4 settimane dal termine della terapia ha mostrato il mantenimento dei miglioramenti ottenuti (Figg. 1 e 2).

Conclusioni

La capacità d'equilibrio nei soggetti anziani è allenabile i sistemi a pedana basculante multisensoriali permettono di ottenere miglio-

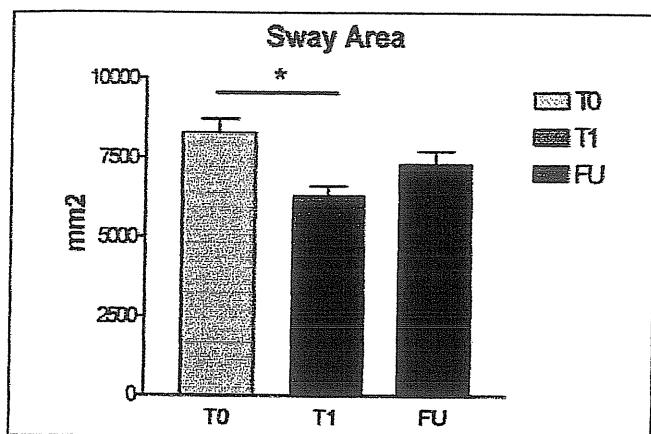


Figura 1. - Mostra l'istogramma della sway area, i valori sono riportati a T0 prima della terapia, a T1 al termine ed a 4 settimane dal termine della terapia (*= p<0,05).

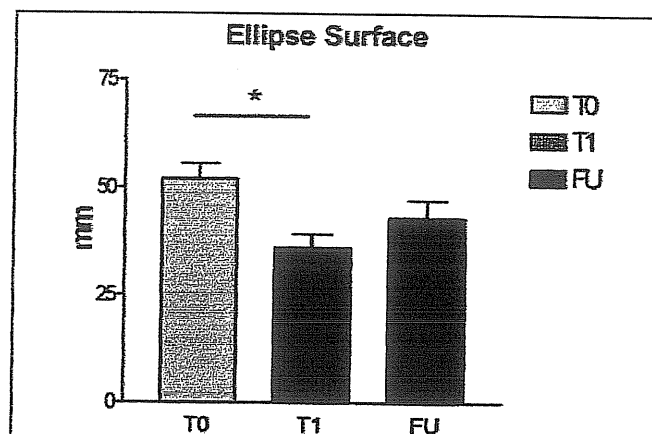


Figura 2. - Mostra l'istogramma della superficie dell'ellisse, i valori sono riportati a T0 prima della terapia, a T1 al termine ed a 4 settimane dal termine della terapia (*= p<0,05).

menti significativi dopo 10 sedute, il miglioramento persiste a lungo termine.

3) Invecchiamento ed lavoro in ambito microgravitativo con sistema posturale antigrafitario SPAD

Lo studio ha l'obiettivo di definire la possibilità di utilizzo di sistemi dedicati al recupero della stabilità posturale corporea e all'incremento delle afferenze esteroceettive e propriocettive (SPAD) in lavoratori in invecchiamento affetti da algopatie rachidee recidivanti.

Materiali e metodi

Il cluster è stato costituito da 5 soggetti di sesso maschile ed altrettanti di sesso femminile per ogni decade di età a partire dai 55 anni fino ai 75 anni ed è stato definito gruppo A.

Il gruppo di controllo è stato costituito in modalità omogenea per sesso ed età e numero di soggetti e caratteristiche ed è stato definito gruppo B. Il campione di popolazione era randomizzato, composto di volontari che hanno sottoscritto il Documento di Consenso Informato.

Tutti i soggetti sono stati sottoposti ad una serie d'indagini: Preliminari T0, il protocollo ha previsto diverse fasi: fase iniziale della ricerca (T0) al termine del trattamento (T1), a 6 mesi (T2) e a 12 mesi (T3) dal termine del trattamento.

La batteria di test ha compreso: 1) Analisi della cinematica ortostatica mediante sistema Elite (BTS); 2) Analisi del cammino a velocità naturale Dynamic Foot, (ESSEDUE); 3) test stabilometrici tramite sistema Dynamic Foot, (ESSEDUE); 4) Analisi isocinetica della flessione-estensione del tronco mediante strumentazione Cybex TEF (CYBEX).

Relativamente alla fase di trattamento, i due gruppi sono stati sottoposti a trattamenti riabilitativi differenti nelle modalità ma teoricamente equivalenti nelle capacità di incremento delle prestazioni per la durata di 3 mesi. Il Gruppo A ha utilizzato il macchinario di tipo SPAD nelle varie modalità riabilitative dello specifico protocollo; il Gruppo B un protocollo di riabilitazione propriocettiva con piattaforma oscillante eccentrica computerizzata con Sistema Galileo 2000 a 28 Hz (Novotec, Germania).

Risultati

I risultati ottenuti al tempo T1 hanno reso evidente:

- 1) Analisi somatostereografica: un netto incremento dell'allinea-

mento corporeo sul 60% del gruppo A; 2) Analisi del cammino: l'allineamento dei due passi è significativamente migliorato in entrambe le fasce d'età del gruppo A rispettivamente $0,84 \pm 0,1$ vs $0,93 \pm 0,05$ ($p < 0,05$) e $0,73 \pm 0,06$ vs $0,90 \pm 0,07$ ($p < 0,01$); 3) capacità d'equilibrio: Gruppo A 55-65 anni un miglioramento significativo sia negli uomini ($p < 0,01$) che nelle donne ($p < 0,01$). Lo stesso andamento si riscontra nel test effettuato con occhi chiusi (uomini $p < 0,01$, donne $p < 0,05$). 65-75 anni i soggetti di sesso maschile presentano miglioramenti significativi sia ad occhi aperti che chiusi (rispettivamente $p < 0,05$, $p < 0,01$), e lo stesso si riscontra per le donne (rispettivamente $p < 0,05$, $p < 0,01$). 4) Isocinetica TEF. I soggetti tra 55-65 anni Gruppo A e Gruppo B presentano un miglioramento significativo rispettivamente $p < 0,01$ e $p < 0,05$. I soggetti tra 65-75 anni presentano capacità di lavoro TEF maggiore dopo i trattamenti. Gruppo A $p < 0,05$. 5).

Studio longitudinale: a T2 i miglioramenti ottenuti dal Gruppo A persistono in tutti i test effettuati. Il miglioramento riscontrato nel Gruppo B nel test isocinetico permane. A T3 i valori dei test ritornano ai valori di T0 e nessuna modificazione significativa è riscontrata.

Conclusioni

Prendere parte ad un regolare programma d'allenamento è un modo concreto per prevenire e/o ridurre il declino funzionale legato all'invecchiamento¹⁰. È ormai ampiamente documentata la risposta adattativa del soggetto anziano all'esercizio fisico^{11,12} sia specifico per la resistenza che per la forza¹³ e il sostanziale miglioramento che questo apporta alla qualità di vita di questa popolazione.

In conclusione riscontriamo che il trattamento con SPAD, nel suo specifico protocollo riabilitativo, permetta di affrontare in modo globale il problema della disabilità posturale evidente nell'invecchiamento, in quanto agisce sui muscoli profondi del rachide sviluppando il tono dei muscoli degli arti inferiori e associando un lavoro di rieducazione motoria-vestibolare che si concretizza in una maggiore capacità di locomozione con una migliore qualità di vita per il soggetto anziano.

Bibliografia

1. Yoshikawa TT. Quantity Versus Quality of Life: How Do We Decide? Journal of the American Geriatrics Society 2004;52:314-5.
2. Rowe JW, Kahn RL. Human aging: usual and successful. Science 1987; 237:143-9.

3. Phelan EA, Larson EB. Successful Aging. Where Next? *Journal of the American Geriatrics Society* 2002;50:1306-8.
4. Mezzetti A, Pierdomenico SD *et al*. Copper/zinc ratio and systemic oxidant load: effect of aging and aging-related degenerative diseases. *Free Radic. Biol. Med.* 1998;25:676-81.11
5. Polidori MC, Cherubini A *et al*. Peripheral non-enzymatic antioxidant changes with human aging: a selective status report. *Biogerontology* 2001;2:99-104.
6. Hu HL, Forsey RJ *et al*. Antioxidants may contribute in the fight against ageing: an in vitro model. *Mech. Ageing Dev.* 2000;121:217-30.
7. Evans WJ. What is sarcopenia? *J Gerontol Med Sci* 1995;50A:5-8.
8. Gillespie LD, Gillespie WJ, Robertson MC, Lamb SE, Cumming RG, Rowe BH. Interventions for preventing falls in elderly people. *The Cochrane Database of Systematic Reviews* 2003, Issue 4. Art. No. CD000340.
9. Penninx BWJH, Messier SP, Rejeski W, *et al*. Physical exercise and the prevention of disability in activities of daily living in older persons with osteoarthritis. *Arch Intern Med* 2001;161:2309-16.
10. Fiatarone Singh MA. Exercise comes of age: rationale and recommendations for a geriatric exercise prescription. *J Gerontol Med Sci* 2002;57A:M262-82.
11. Galvão DA, Newton RU, Taaffe DR. Anabolic responses to resistance training in older men and women: a brief review. *J Aging Phys Act* 2005;13:343-58.
12. Klitgaard H, Mantoni M, Schiaffino S *et al*. Function, morphology and protein expression of ageing skeletal muscle: a cross-sectional study of elderly men with different training backgrounds. *Acta Physiol Scand* 1990;140:41-54.
13. Sipilä S, Suominen H. Effects of strength and endurance training on thigh and leg muscle mass and composition in elderly women. *J Appl Physiol* 2005;78:334-40.
14. Izquierdo M, Ibanez J, Hakkinen K, Kraemer WJ, Larion JL, Gorostiaga EM. Once weekly combined resistance and cardiovascular training in healthy older men. *Med Sci Sports Exerc* 2004;36:435-43.
15. Ettinger WH Jr, Burns R, Messier S, *et al*. A randomised trial comparing aerobic exercise and resistance exercise with a health education program in older adults with knee osteoarthritis: the Fitness Arthritis and Seniors Trial (FAST). *JAMA* 1997;277:25-31.
16. Nelson ME, Fiatarone MA, Morganti CM, Trice I, Greenberg RA, Evans WJ. Effects of high-intensity strength training on multiple risk factors for osteoporotic fractures: a randomised controlled trial. *JAMA* 1994;272:1909-14.
17. Ades PA, Savage PD, Cress ME, Brochu M, Lee NM, Pohlman ET. Resistance training on physical performance in disabled older female cardiac patients. *Med Sci Sports Exerc* 2003;35:1265-70.
18. Ibanez J, Izquierdo M, Arguelles J *et al*. Twice weekly progressive resistance training decreases abdominal fat and improves insulin sensitivity in older men with type 2 diabetes. *Diabetes Care* 2005;28:662-7.
19. Singh NA, Stravinos TM, Scarbek Y, Galambos G, Liber C, Fiatarone Singh MA. A randomised controlled trial of high versus low intensity weight training versus general practitioner care for clinical depression in older adults. *J Gerontol Med Sci* 2005;60A:768-76.
20. Delecluse C, Roelants M, Verschueren S. Strength increase after whole-body vibration compared with resistance training. *Med Sci Sports Exerc.* 2003;35:1033-41.
21. Matthews PB. The reflex excitation of the soleus muscle of the decerebrate cat caused by vibration applied to its tendon. *J Physiol.* 1966;184:450-72.
22. Bosco C, Iacovelli M, Tsarpela O, Cardinale M, Bonifazi M, Tihanyi J, Viru M, De Lorenzo A, Viru A. Hormonal responses to whole-body vibration in men. *Eur J Appl Physiol.* 2000;81:449-54.
23. Seidel H. Myoelectric reactions to ultra-low frequency and low-frequency whole body vibration. *Eur J Appl Physiol Occup Physiol.* 1988;57:558-62.
24. Issurin VB. Vibrations and their applications in sport. A review *J Sports Med Phys Fitness.* 2005;45:324-36.
25. Milner-Brown HS, Stein RB, Lee RG. Synchronization of human motor units: possible roles of exercise and supraspinal reflexes. *Electroencephalogr Clin Neurophysiol.* 1975;38:245-54.
26. Honda H, Koiwa Y, Takishima T. Mathematical model of the effects of mechanical vibration on crossbridge kinetics in cardiac muscle. *Jpn Circ J.* 1994;58:416-25.
27. Lundberg T, Nordemar R, Ottosson D. Pain alleviation by vibratory stimulation. *Pain.* 1984;20:25-44.
28. Tanaka SM, Li J, Duncan RL, Yokota H, Burr DB, Turner CH. Effects of broad frequency vibration on cultured osteoblasts. *J Biomech.* 2003;36:73-80.