La Ginnastica Medica
SCIENZE MOTORIE, ORTOPEDICHE, RIABILITATIVE

ORGANO UFFICIALE della SOCIETÀ ITALIANA di
GINNASTICA MEDICA, MEDICINA FISICA,
SCIENZE MOTORIE e RIABILITATIVE

ISSN 2282-2496

Volume 64
Aprile 2016
Fascicolo 1

Editoriali
Aggiornamenti
Articoli Originali
Brevi Comunicazioni
Case Reports
Lettere all'Editore
Reviews
Proposte di Ricerca
Congressi

PACINI
EDITORE
MEDICINA

"Poste Italiane S.p.A. - Spedizione in abbonamento postale 70% -
D.L. 353/2003 (conv. in L. 27/02/2004 n.46) REGIME LIBERO, Aut. GIPA/C/PI/25/2013"

La Ginnastica Medica
SCIENZE MOTORIE, ORTOPEDICHE, RIABILITATIVE

ORGANO UFFICIALE della SOCIETÀ ITALIANA di
GINNASTICA MEDICA, MEDICINA FISICA,
SCIENZE MOTORIE e RIABILITATIVE

Volume 64
Aprile 2016
Fascicolo 1

Direttore della Rivista
Carlo Ruosi, MD
(Università di Napoli - Presidente SIGM)

Direttore Scientifico
Luigi Molfetta, MD
(Università di Genova - Centro di Ricerca su Osteoporosi e Patologie Osteoarticolari)

Condirettore Scientifico
Bruno Seriolo
(Università di Genova - Centro di Ricerca su Osteoporosi e Patologie Osteoarticolari)

Comitato Editoriale (in itinere)
A. Aloisi (Lecce)
P. Borgh (Roma)
A. Corigliano (Firenze)
G. Costanzo (Roma)
A. Izzotti (Genova)
R. Malberti, MD (Monza)
A. Monroche, MD (Angers, France)
E. Mortilla (Roma)
M. Ranieri (Foggia)
G. Rocca, MD (Novara)
P. Ruggeri, MD (Genova)
C. Ruosi, MD (Napoli)
F. Schena (Verona)
C. Scotton (Genova)
A. Traverso, MD (Genova)
C. Trompetto (Genova)

Direttore Responsabile
Patrizia Alma Pacini

Ufficio editoriale
Lucia Castelli
Pacini Editore Srl
Via Gherardesca 1
56121 Pisa, Italy
Tel. +39 050 3130224 – Fax +39 050 3130300
E-mail: lcastelli@pacinieditore.it

Edizione
Pacini Editore Srl
Via Gherardesca 1
56121 Pisa, Italy
Tel. +39 050 313011 – Fax +39 050 3130300
www.pacinimedicina.it – info@pacinieditore.it

© Copyright Pacini Editore Srl

Iscrizione al Tribunale di Brindisi al n. 7/2007 e n. 303/87 R.G.V.G.

Sommario

Editoriale

Gnatopatologia e rachialgie: verità e pregiudizio
Occlusion and Back Pain: Reality and Prejudice
A. Ugolini 1

Articoli originali

Studio quantitativo della microarchitettura ossea mediante il *Trabecular Bone Score*
Microarchitecture of bone quantitative study by Trabecular Bone Score
A. Casabella, C. Seriolo, L. Molfetta, G. Botticella 5

Adattamenti indotti nell'allenamento dell'atleta dalla pratica del metodo H.E.A.T. Program®
Adaptations induced by training athlete from the practice of the method H.E.A.T. Program®
S. Scafuro, E. Parodi, C. Seriolo 11

Il metodo Pilates nella scuola superiore
The Pilates method in the high school
I. Scursatone, C. Mazza, M. Gremo, C. Scotton 16

Articolo breve

Domotica, robotica e barriere architettoniche nella prevenzione delle cadute in età geriatrica
Home automation, robotics and architectural barriers preventing of falls in the elderly
G. Molfetta, S. Vacchelli, F. Molfetta 20

ORGANO UFFICIALE
della SOCIETÀ ITALIANA
di GINNASTICA MEDICA,
MEDICINA FISICA,
SCIENZE MOTORIE
e RIABILITATIVE

Le fotocopie per uso personale del lettore possono essere effettuate nei limiti del 15% di ciascun fascicolo di periodico dietro pagamento alla SIAE del compenso previsto dall'art. 68, commi 4 e 5, della legge 22 aprile 1941 n. 633.
Le riproduzioni effettuate per finalità di carattere professionale, economico o commerciale o comunque per uso diverso da quello personale possono essere effettuate a seguito di specifica autorizzazione rilasciata da AIDRO, Corso di Porta Romana n. 108, Milano 20122, e-mail: segreteria@aidro.org e sito web: www.aidro.org.

Editoriale

Gnatopatologia e rachialgie: verità e pregiudizio

Occlusion and Back Pain: Reality and Prejudice

A. UGOLINI
Università di Genova, Scuola di Scienze mediche e Farmaceutiche, Corso di Laurea in Odontostomatologia

Parole-chiave

Occlusione dentale • Disordini temporo-mandibolari • Rachialgia • Postura del corpo

Key-words

Dental occlusion • Temporomandibular disorders • Back pain • Body posture

Riassunto

La letteratura internazionale si interroga da molti anni su quale sia il reale rapporto tra occlusione e postura e se vi sia relazione tra le rispettive sintomatologie algiche. La presente revisione critica è stata condotta allo scopo di analizzare il livello di evidenza scientifica riguardo la relazione tra occlusione dentale, disordini temporomandibolari, postura del corpo e rachialgie.
In ambito metodologico, l'analisi della letteratura ha evidenziato tre principali linee di ricerca nello studio dei rapporti tra occlusione e postura: la correlazione tra la fisiologia e l'anatomia funzionale del sistema stomatognatico in relazione alle modificazioni posturali, la validazione clinica dell'analisi strumentale e la valutazione della dimensione psicoaffettiva del dolore cronico.
Dall'analisi degli studi presenti in letteratura è emersa l'esistenza di alcune correlazioni tra i fattori occlusali e le alterazioni posturali, in particolare a livello cervicale; ma in un ottica di Evidence Based Medicine, non è disponibile, al momento, evidenza scientifica del rapporto causa-effetto tra sistema stomatognatico, postura del soma e rachialgia.

Summary

It has often been suggested that patients with a temporomandibular disorder more often suffer from a cervical spine disorder and/or back pain and the aim of the paper is to review the international literature on the relationship between dental occlusion, body posture, and temporomandibular disorders related to back pain. The three main research field found in literature are: the functional anatomy and physiology of the dental occlusion-body posture relationship and their relationship with temporomandibular disorders, the validity of the instrumental devices to measure the dental occlusion-body posture and the correlation between the orofacial area and the cervical spine in the biopsychosocial approach for chronic pain.
Literature showed that even if some associations have been found between occlusal factors and postural alterations, there is not enough scientific evidence to support a cause effect relation and also in the Evidence Based Medicine analysis, there is no evidence that support the relationship between occlusal features and the presence of back pain.

Introduzione

"Non sono a conoscenza di un'altra unità anatomica come l'articolazione temporo-mandibolare, per la quale così tanta disinformazione è stata pubblicata e creduta valida", così affermava alla fine della sua carriera Melvin Moss, l'anatomista statunitense padre della teoria della matrice funzionale di crescita. Parte della colpa di tale confusione scientifica è da attribuire a J.B. Costen [1], un otorinolaringoiatra, che descrisse nel 1934 una sintomatologia complessa che coinvolgeva orecchio, dolori alla lingua, algie facciali e dolori nucali e che risolveva mettendo degli spessori (un lontano parente delle placche odontoiatriche che oggi vengono usate in modo estensivo) fra i denti posteriori, che spesso erano mancanti, così da ripristinare la corretta dimensione verticale masticatoria. Entrava così nel distretto di competenza del dentista una sintomatologia complessa (molte altre ne seguiranno) che richiedeva di riconsiderare il paradigma meccanicistico in cui l'odontoiatria si era andata sviluppando fino ad allora, incentrata solamente sull'analisi e sul trattamento dell'occlusione. Costen mise per primo il dito nella piaga, individuando sintomi che nascevano e si risolvevano in bocca di cui il dentista non solo non si accorgeva ma nemmeno si sognava di dover guardare. Il razionale partiva dall'assunto che l'articolazione temporo-mandibolare fosse l'anello debole del sistema (formato da denti, muscoli, ossa e articolazione) che sovrintende al movimento e a tutte le azioni connesse, quali parlare, masticare e deglutire. Inoltre è anche la componente morfologicamente e fisiologicamente più complessa, essendo invisibile all'operatore e di difficile interpretazione nel reperto radiografico. Infatti l'evoluzione ha donato all'uomo la traslazione del condilo mandibolare, necessaria in posizione eretta per permettere una congrua apertura della bocca, e tale movimento provoca tutt'ora difficoltà di misurazione e di valuta-

zione clinica nell'ambito dell'analisi della cinematica dell'articolazione temporo-mandibolare.
Dall'allargamento diagnostico proposto da Costen, è nata in seguito la definizione di disordini temporo-mandibolari, termine che abbraccia lo studio di un insieme di patologie che interessano le articolazioni temporo-mandibolari, la muscolatura masticatoria e le strutture connesse della regione testa-collo. E proprio su queste "strutture connesse" e le relative "patologie di confine" che si è orientata la ricerca scientifica negli ultimi 30 anni, con un fiorire di decine di teorie, approcci diagnostici clinici e strumentali.
Un'evoluzione simile è avvenuta anche per la rachialgia, considerata da molti evoluzionisti come il prezzo da pagare per l'uomo per aver conquistato la posizione eretta. Nella prima metà dell'800 nasce l'approccio moderno al mal di schiena, con la teoria dell'irritazione vertebrale dell'inglese Thomas Brown [2], secondo la quale la colonna vertebrale e le strutture nervose in essa contenute, a causa di ricorrenti infezioni locali, erano considerate le responsabili del dolore alla schiena. Inoltre, seguendo il modello delle patologie di confine, ulteriori cause eziologiche venivano considerate correlate e quindi da eliminare, come ad esempio le infezioni artritiche e i focolai settici localizzati nelle tonsille, nella prostata e nei denti. Già nel secolo scorso i destini dei dolori dentali e della rachialgia si intrecciavano con un empirico rapporto diretto di causa-effetto ma con trattamenti opposti, i seguaci di Costen aggiungevano elementi dentari, quelli di Brown li facevano estrarre.

Revisione critica della letteratura

Oggi i disordini temporo-mandibolari e le rachialgie sono considerate patologie a eziologia bio-psico-sociale [3 4], in cui il sintomo e anche il segno principale è rappresentato dal dolore muscolo-tendineo o articolare, sia acuto sia cronico in tutte e tre le sue componenti, tessutale, neuropatico e psicogeno. La diagnosi viene eseguita andando alla ricerca di isolati segni e sintomi clinici con l'eventuale ausilio di esami strumentali, anche se nella maggior parte dei casi non vengono individuate modificazioni tessuto specifiche che possano oggettivamente giustificare la presenza del dolore.
Le indagini epidemiologiche stimano che la prevalenza nella popolazione di segni di disordini temporo-mandibolari oscilli tra il 33 e l'86% [5] a seconda degli studi, e quella dei sintomi tra il 16 e il 59% [5]. I disturbi del rachide hanno registrato prevalenze ancora maggiori: alcuni studi attestano che una percentuale tra il 60% e il 90% della popolazione soffra di disturbi cervico-dorso-lombari durante la vita [6 7]; inoltre rappresentano una delle prime cause di assenza dal lavoro: l'INAIL stima che in Italia siano ogni anno 30 milioni le ore di lavoro perse per il mal di schiena. Alla luce degli studi di prevalenza, si può affermare come sia statisticamente probabile la coesistenza in un singolo individuo di segni e sintomi di entrambe le patologie, che, a causa della mancanza di utilizzo di modelli multivariati nelle analisi statistiche, ha creato fuorvianti presunte associazioni tra disordini temporo-mandibolari e rachialgia. Inoltre tale associazione è rafforzata dal simile iter peggiorativo che entrambe le patologie seguono, rappresentato dal circuito del dolore cronico a eziologia bio-psico-sociale [8 9]. Ne risulta quindi anche un sovrapponibile percorso terapeutico e di guarigione poiché, a causa della loro eziologia multifattoriale, risulta spesso difficile individuare un fattore causale e la terapia d'attacco risulta sempre essere di tipo conservativo e aspecifico, focalizzato sulla gestione della sintomatologia mediante trattamenti di fisioterapia, farmacoterapia, terapia cognitivo comportamentale e terapia fisica. Il successo terapeutico sembra dovuto a un'azione aspecifica in relazione con fenomeni di fluttuazione e autolimitazione dei sintomi ed effetto placebo [8]. Mentre studi fisiologici apportano evidenze che supportano l'ipotesi che i casi di cronicizzazione dei sintomi siano dovuti all'instaurarsi di fenomeni di convergenza e di sensibilizzazione, situazioni in cui il paziente localizza il dolore in altri visceri e in altre sedi del corpo che hanno lo stesso segmento spinale di quello colpito primariamente [9 10].
Fatte le necessarie premesse fondamentali per individuare le difficoltà insite nello studio dei rapporti che tali patologie contraggono tra loro, in letteratura troviamo numerose ricerche volte a individuare un rapporto causa-effetto tra di esse. Dal punto di vista metodologico possiamo dividere le analisi in tre livelli: analisi morfologiche, analisi funzionali e analisi psicoaffettive del dolore.
Tra le ricerche focalizzate sull'analisi morfologica, in letteratura uno dei temi più indagati tra alterazioni masticatorie e posturali riguarda il rapporto tra le anomalie scheletriche della relazione intermascellare (retrognazie o prognazie mandibolari, iperdivergenze, asimmetrie) con le modificazioni nella postura cervicale (estensione cranio-cervicale, aumento della lordosi, torsioni della cerniera occipite-atlante) e con i compensi posturali a livello del rachide [8]. Una delle patologie malocclusive più studiate in letteratura è rappresentata dal crossbite o morso incrociato, nel quale una ridotta dimensione trasversale del mascellare superiore porta a un adattamento occlusale mandibolare asimmetrico che risulta in una crescita alterata del corpo e dei condili mandibolari. Tale situazione di asimmetria scheletrica dell'apparato stomatognatico è stata messa in relazione con la comparsa o il peggioramento di alterazioni morfologiche sul piano trasversale nel tratto dorso-lombare [11 12]. L'ipotesi più ricercata in letteratura riguarda la possibilità che la correzione in età pediatrica del morso incrociato, porti, oltre a un ben dimostrato riequilibro del sistema stomatognatico, anche a un miglioramento della patologia spinale. Una recente analisi sistematica della letteratura

ha però evidenziato come il trattamento ortodontico del crossbite non abbia un significativo effetto sull'eziologia della scogliosi, avendo essa una eziologia idiopatica per il 90% dei casi, e che comunque non induca peggioramento o miglioramento nelle disarmonie già presenti nella curvatura della colonna vertebrale [13 14].

Oltre alle malocclusioni sul piano trasversale, anche quelle sul piano sagittale sono state da sempre ritenute responsabili di alterazioni della postura cranio cervicale e dorsale e recenti revisioni della letteratura [15] hanno evidenziato una correlazione tra retrusione e/o ridotta dimensione sagittale mandibolare (tipica delle malocclusioni di seconda classe scheletrica) con l'aumento della lordosi cervicale, risultando quindi in un atteggiamento di anteriorizzazione della postura della testa e del tronco, mentre all'opposto è stata individuata una tendenza alla posteriorizzazione nei soggetti con prognatismo mandibolare (aumentata dimensione sagittale della mandibola che caratterizza la malocclusione di terza classe scheletrica) [16 17]. Tali studi sono però affetti da importanti bias metodologici tra cui risultano molto rilevanti il non aver considerato tra le possibili variabili confondenti l'età, gli eventuali difetti visivi, la dinamica di deglutizione e di respirazione dei soggetti studiati in relazione alle modificazioni della curva vertebrale. L'età infatti è un fattore primario nella determinazione dell'entità della lordosi cervicale, essendo a essa inversamente proporzionale, diminuendo con l'aumentare dell'età. Mentre nei soggetti con difetti visivi, come miopia o astigmatismo, si instaura una postura anteriorizzata del capo che porta a un'inversione della lordosi cervicale e simile atteggiamento anteriorizzato con elevazione della testa e maggiore estensione del capo rispetto al rachide cervicale si individua nei soggetti affetti da deglutizione atipica e in quelli con respirazione di tipo orale o mista. Vediamo quindi come siano presenti numerosi fattori confondenti nell'analisi delle alterazioni della postura della testa, che andrebbero studiati separatamente per individuarne l'effettivo ruolo, anche considerato che sono localizzati tutti nel medesimo segmento corporeo e spesso con convergenze neuronali: vista, masticazione, respirazione e deglutizione. In tale quadro si inseriscono le parafunzioni occlusali come serramento e bruxismo che aumentano in modo esponenziale il contatto dentale e il reclutamento dei muscoli a esso collegati, principalmente masseteri, temporali e sternocleidomastoidei, andando a sovraccaricare con forze patologiche l'articolazione temporomandibolare. Un modello accreditato per molti hanno indicava nei fattori occlusali (morso incrociato, morso profondo, perdita di dimensione verticale posteriore, precontatti e fulcri occlusali) lo sviluppo o l'aggravamento delle parafunzioni, mentre recenti studi hanno evidenziato come in molti casi la presenza di anomalie occlusali in pazienti con disordini temporo mandibolari possa essere riconducibile a una degenerazione o rimodellamento articolare con conseguente shift mandibolare e alterazione della situazione occlusale [8 18-20].

Se l'analisi delle correlazioni morfologiche ha dimostrato molti limiti metodologici sullo studio del rapporto occlusione e postura, quella strumentale ha cercato di superare tali limitazioni, fornendo dati quantitativi con un'analisi funzionale. In letteratura troviamo come le analisi strumentali più utilizzate siano rappresentate dalle pedane stabilometriche e baropodometriche. Dalle revisioni sistematiche emerge come i limiti principali di tali strumentazioni nell'individuare il rapporto tra occlusione e postura siano rappresentati dall'assenza di valori normali di riferimento con conseguente difficoltà di interpretazione dei risultati, a cui si aggiunge un'alta variabilità inter e intra operatore, sia per misure singole, sia ripetute [8]. In particolare nell'esame stabilometrico si individua in letteratura una scarsa accuratezza nel discriminare tra pazienti con disordini temporo-mandibolari e soggetti sani, non supportandone di fatto l'impiego nell'approccio diagnostico-terapeutico ai pazienti con tale patologia, a causa di una percentuale di falsi positivi che per alcuni parametri raggiunge l'80% [21], ne tantomeno per indagare, a livello clinico, eventuali corrispondenze tra occlusione e postura. La totale mancanza di studi volti a individuare la quantificazione della specificità e della sensibilità delle pedane stabilometriche e baropodomentriche in ambito odontoiatrico, rendono molto difficoltosa se non impossibile l'interpretazione dei risultati, anche se in letteratura in studi con metodologia controllata sono stati evidenziate differenze tra soggetti sintomatici rispetto a quelli asintomatici nell'indice di asimmetria dell'area di oscillazione corporea e in diversi parametri clinici per l'analisi del tronco sul piano sagittale [22 23].

Il terzo livello di analisi riguarda la dimensione psicoaffettiva del dolore. Infatti in entrambe le patologie, durante la fase acuta, il dolore trova un'origine nocicettiva per poi subire, durante la cronicizzazione, l'influenza dei fattori psicologici e sociali. Il dolore cronico rappresenta un'esperienza complessa e multidimensionale che coinvolge fattori fisici, psicologici, emozionali e sociali che si protrae per almeno 3 mesi [24], ed è considerato a oggi non più sintomo ma malattia vera e propria [25]. Una possibile chiave di lettura della correlazione tra segni e sintomi di rachialgia e disordini temporo-mandibolari può quindi essere ricercato nel "circuito del dolore cronico" [9 10] che crea alterazioni tissutali a livello delle fibre nocicettive e fenomeni già accennati quali la convergenza e la sensibilizzazione neuronale, instaurando la comparsa di dolore riferito in distretti di competenza di una o dell'altra patologia.

Conclusioni

La letteratura internazionale si interroga da molti anni su quale sia il reale rapporto tra occlusione e postura e sulla

relazione tra le rispettive sintomatologie algiche e, nonostante non sussistano dubbi sulla loro interdipendenza, a oggi sono state individuate solo correlazioni tra determinate caratteristiche scheletriche oro-facciali e compensi posturali a livello del rachide cervicale e del cingolo scapolo-omerale. Risulta invece molto complesso isolare l'effettiva responsabilità dell'apparato stomatognatico nell'eziopatogenesi delle alterazioni della postura globale e sul rapporto causa-effetto con le rachialgie, proprio a causa dei molteplici sistemi di controllo posturale che operano simultaneamente nel nostro organismo: visivo, vestibolare, mandibolo-cranico, sterno-scapolo-omerale, relè vertebrale, pelvico, piede-caviglia.

In conclusione risulta come da un punto di vista clinico, considerata l'impossibilità di individuare un rapporto di causa-effetto tra le due patologie, sia necessario e consigliabile attenersi alle linee guida per la terapia dei dolori cranio-facciali e delle rachialgie, quando essi si presentano in fase acuta; mentre a causa della scarsa conoscenza sull'eziologia a livello individuale dei quadri cronici algici in tali distretti, nei pazienti con patologie algiche croniche, devono essere evitate terapie invasive e irreversibili, soprattutto odontoiatriche, e, anche a seguito delle significative percentuali di successo mostrate in letteratura, iniziare un percorso terapeutico conservativo multidisciplinare.

Bibliografia

1. Costen JB. *A syndrome of ear and sinus symptoms dependent upon disturbed function of the temporomandibular joint*. Ann Otol Rhinol Laryngol 1934;43:1-15.
2. Brown T. *On irritation of the spinal nerves*. Glasgow Med J 1828;1:131-60.
3. Schiffman E, Ohrbach R, Truelove E, et al. *Diagnostic criteria for temporomandibular disorders (DC/TMD) for clinical and research applications: recommendations of the international RDC/TMD Consortium network and orofacial pain special interest group*. J Oral Facial Pain Headache.2014;28:6-27.
4. Kamper SJ1, Apeldoorn AT, Chiarotto A, et al. *Multidisciplinary biopsychosocial rehabilitation for chronic low back pain*. Cochrane Database Syst Rev 2014;9:CD000963.
5. Okeson JP. *Management of temporomandibular disorders and occlusion*. 3rd ed. St. Louis: Mosby-Year Book 1993.
6. Deyo RA, Weinstein JN. *Low back pain*. N Engl J Med 2001;344:363-70.
7. Anderson G. *The epidemiology of spinal disorders*. In: Frymoyer JW, editor. The adult spine: principles and practice. 2nd edition. Philadelphia: Lippincott-Raven 1997.
8. Manfredini D, Castroflorio T, Di Giosia M, et al. *Occlusione dentale, disordini temporomandibolari e postura del soma: stato dell'arte e prospettive future*. Il Dentista Moderno 2012;10:126-32.
9. Mongini F. *Le cefalee e il dolore facciale*. 2a ed. Torino: UTET Editore.
10. Woolf CJ. *Central sensitization: implications for the diagnosis and treatment of pain*. Pain 2011;152(3 Suppl):S2-15.
11. Alarcon JA, Martin C, Palma JC. *Effect of unilateral posterior crossbite on the electromyographic activity of human masticatory muscles*. Am J Orthod Dentofac Orthop 2000;118:328-34.
12. Kilic N, Kiki A, Oktay H. *Condylar asymmetry in unilateral posterior crossbite patients.* Am J Orthod Dentofac Orthop 2008;133:382-7.
13. Burwell RG. *Aetiology of idiopathic scoliosis: current concepts*. Pediatr Rehabil 2004;6:137-70.
14. Hanke BA, Motschall E, Turp JC. *Association between orthopedic and dental findings: what level of evidence is available?* J Orofac Orthop 2007;68:91-107.
15. Michelotti A, Farella M. *Malocclusion and body posture*. In: Manfredini D, editor. *Current concepts on temporomandibular disorders*. Berlin: Quintessence Publishing 2010 pp. 283-93.
16. Korbmacher H, Eggers-Stroeder G, Koch L, et al. *Correlation between anomalies of the dentition and pathologies of the locomotor system: a literature review*. J Orofac Orthop 2004;65:190-203.
17. Solow B, Sonnesen L. *Head posture and malocclusions*. Eur J Orthod 1998;20:685-93.
18. Pullinger AG, Seligman DA. *Quantification and validation of predictive values of occlusal variables in temporomandibular disorders using a multifactorial analysis*. J Prosthet Dent 2000;83:66-75.
19. Landi N, Manfredini D, Tognini F, et al. *Quantification of the relative risk of multiple occlusal variables for muscle disorders of the stomatognathic system*. J Prosthet Dent 2004;92:190-5.
20. De Boever JA, Carlsson GE, Klineberg IJ. *Need for occlusal therapy and prosthodontic treatment in the management of temporomandibular disorders. Part II: tooth loss and prosthodontic treatment*. J Oral Rehabil 2000;27:647-59.
21. Manfredini D, Cocilovo F, Favero L, et al. *Surface electromyography of jaw muscles and kinesiographic recordings: diagnostic accuracy for myofascial pain*. J Oral Rehabil 2011;38:791-9.
22. Ferrario VF, Sforza C, Schmitz JH, et al. *Occlusion and center of foot pressure variation: is there a relationship?* J Prosthet Dent 1996;76:302-8.
23. Nicolakis P, Nicolakis M, Piehslinger E, et al. *Relationship between craniomandibular disorders and poor posture*. Cranio 2000;18:106-12.
24. International Association for the Study of Pain (IASP); Merskey H, Bogduk N, editors. *IASP Task Force on Taxonomy*. Seattle: IASP Press 1994, pp. 209-214.
25. Varrassi G. *Severe chronic pain-the reality of treatment in Europe.* Curr Med Res Opin 2011;27:2063-4.

■ **Indirizzo per la corrispondenza:** Alessandro Ugolini, Dipartimento DISC, Università di Genova, largo R. Benzi, 8, Genova • E-mail: alexugolini@yahoo.it.

Articolo originale

Studio quantitativo della microarchitettura ossea mediante il *Trabecular Bone Score*

Microarchitecture of bone quantitative study by Trabecular Bone Score

A. CASABELLA, C. SERIOLO, L. MOLFETTA, G. BOTTICELLA
University of Genova, Genova, Italy, Research Laboratory and Academic Division of Clinical Rheumatology, Di.M.I., Osteoporosis, Bone and Joint Disease Research Center, CROPO, Di.M.I.

Parole-chiave

Osteoporosi • Malattie reumatiche • Trabecular bone score (TBS) • Frattura da fragilità • Densità minerale ossea

Key-words

Osteoporosis • Rheumatic Disease • Trabecular bone score (TBS) • Fragility fracture • Bone mineral density

Riassunto

Il *Trabecular Bone Score* (TBS) è uno strumento analitico che rianalizza la dinamica spaziale delle variazioni dell'intensità dei pixel a livello del rachide lombare a partire dall'esame densitometrico della assorbimetria a raggi X a doppia energia (DXA). Ciò consente di avere un'indice quantitativo che qualifica lo stato della microarchitettura dell'osso spongioso. Sono stati analizzati gli aspetti clinici ed economici di osteoporosi e osteoartrite inserendo la metodica nella valutazione di queste patologie. Bassi valori di TBS sono stati associati ad un aumento di incidenza di fratture nelle malattie reumatiche indipendentemente dai fattori di rischio clinici e dai valori di BMD vertebrale e femorale. Il TBS ha un ruolo nella valutazione del rischio di frattura nelle osteoporosi secondarie. in combinazione con BMD e FRAX.

Summary

Trabecular bone score (TBS) is an analytical tool that re-analyzes the spatial dynamics of the intensity of the pixels changes at the lumbar spine from the review of densitometer X-ray absorptiometry dual energy absorptiometry (DXA). This gives you an index amount that qualifies the status of cancellous bone microarchitecture. They analyzed the clinical and economic aspects of osteoporosis and osteoarthritis by placing the method in the evaluation of these diseases. Lower TBS values were associated with increased incidence of fractures in rheumatic disease independent of clinical risk factors and the values of vertebral and femoral BMD. The TBS has a role in the assessment of fracture risk in secondary osteoporosis. in combination with BMD and FRAX.

Introduzione

L'osteoporosi è una malattia sistemica caratterizzata da una diminuzione quantitativa generalizzata della massa ossea e da alterazioni qualitative del tessuto osseo che predispongono a un'aumentata fragilità ossea con conseguente aumento del carico che l'osso deve supportare supera la sua capacità di resistenza e un aumento del rischio di fratture.
Le sedi più frequenti di frattura da fragilità sono il corpo vertebrale, l'estremo prossimale del femore, l'estremo distale del radio e l'estremo prossimale dell'omero. Oggi l'osteoporosi resta ancora sconosciuta e non trattata in oltre il 50% dei pazienti che presentano questa tipologia di frattura. Tra le altre, le FVO (fratture osteoporotiche vertebrali) sono le più frequenti nel'individuo anziano.
La resistenza è legata oltre che alla quantità dell'osso (massa) anche alla sua qualità (architettura, composizione e distribuzione spaziale delle macromolecole, microfratture, proprietà collageniche). L'evento fratturativo, perciò, può essere conseguenza sia di una riduzione della BMD (*Bone Mass Density*), sia di una alterazione qualitativa dell'osso, sia, infine, di una diminuzione di entrambe le componenti.
La misurazione della densità minerale ossea (BMD) mediante la DXA è la base per la definizione clinica dell'osteoporosi; si considera il valore del T-Score nei siti della colonna lombare e del femore prossimale, oltre che del radio distale. Per le donne dopo la menopausa un valore di "T-score" inferiore a -2,5 è considerato osteoporosi. Il T-score indica di quante "deviazioni standard" il valore di BMC (*Bone Mass Content*) o BMD osservato è al disotto del valore medio in una popolazione di controllo, di soggetti sani dello stesso sesso e di giovani adulti (l'età del picco di massa ossea). Per gli uomini, meno soggetti all'osteoporosi e generalmente in età più avanzata, non ci sono valori-soglia universalmente accettati, anche se si accettano i valori di T-score definiti per le donne. Fattori scheletrici ed extra-scheletrici aggiuntivi (l'età, lo stile di vita alimentari, l'alcool, il fumo, la familiarità, la prima frattura e il rischio di caduta) contribuiscono alla valutazione globale del rischio di frattura nell'oste-

oporosi. Questi fattori di rischio vengono valutati dal *Risk Assessment Tool Fracture* (FRAX), un sistema per calcolare il rischio assoluto di fratture da osteoporosi in donne e uomini tra i 40 e i 90 anni per i successivi 10 anni, che non hanno ricevuto farmaci anti osteoporotici (AOM) [1]. Il FRAX è ad alta specificità ma a bassa sensibilità per la diagnosi di osteoporosi.
La struttura microarchitetturale invece si avvale dell'analisi istomorfometrica e micro-calcolata con tomografia a raggi X (μCT), della biopsia della cresta iliaca [2,3], della a tomografia computerizzata quantitativa ad alta risoluzione periferica (HRpQCT) [4], e infine della risonanza magnetica (MRI) [5]. La microarchitettura dell'osso spongioso è un fattore determinante della resistenza ossea che non può essere misurato dalla DXA. Per soddisfare l'esigenza di uno strumento clinico in grado di valutare la microarchitettura ossea, è stato sviluppato il *Trabecular Bone score* (TBS).

Trabecular Bone Score

Il TBS è un indice quantitativo che classifica lo stato di microarchitettura dell'osso e viene calcolato congiuntamente al risultato densitometrico. Si tratta di un algoritmo, usato in geofisica, per analizzare la microarchitettura dell'osso trabecolare. Dall'immagine DXA prodotta dal densitometro osseo l'algoritmo brevettato del TBS iNsight rianalizza le variazioni dell'intensità dei pixel sul tratto vertebrale lombare e ricrea una mappatura qualitativa trabecolare, permettendo una valutazione della microarchitettura dell'osso a livello del rachide lombare per ogni corpo vertebrale (Fig. 1). L'indice ottenuto è fortemente correlato con i parametri essenziali della microarchitettura dell'osso identificati da Parfitt (TbSp, TbN, ConnD) (Fig. 2), rispecchiando in toto la tridimensionalità ossea, e che queste correlazioni sono indipendenti dal valore di densità minerale ossea (BMD) [2]. Alti valori di TBS sono associati con una migliore struttura dell'osso, mentre bassi valori di TBS indicano un decadimento osseo. Viene misurato a livello lombare, stessa regione di interesse della BMD, per cui le vertebre escluse dal calcolo della BMD (vertebre con fratture o con osteoartrite) sono anche escluse dall'analisi del TBS. Anche se il risultato TBS viene calcolato su ogni corpo vertebrale, il valore di interesse per il TBS è rappresentato dalla media di L1 a L4 cosi come per l'esame DXA. I valori standard proposti per le donne in postmenopausa sono: TBS ≥ 1.350 è considerato normale; TBS tra 1.200 e 1.350 è considerato indice di microarchitettura parzialmente degradata; TBS ≤ 1.200 definisce una microarchitettura altamente degradata (Fig. 3). Questi punti di riferimento sono stati stabiliti per analogia con le tre categorie della BMD, vale a dire, massa ossea normale, osteopenia e osteoporosi. Un range di normalità per TBS negli uomini non è stato ancora proposto [3]. L'FDA americana e l'EMA europea hanno approvato l'uso di TBS come coadiuvante dell'esame standard DXA. Non esiste a oggi nessuna linea guida su come utilizzarlo nella comune pratica clinica, soprattutto nelle osteoporosi secondarie, pur esistendo una task foce per la definizione del suo ruolo nella pratica clinica [4 5].

TBS e danno osteometabolico

Clinicamente, il TBS è risultato indicato per predire il rischio di fratture nell'osteoporosi primaria e anche secondaria. Bassi valori di TBS sono associati sia con una storia di frattura che con aumento di incidenza di nuove fratture.
Il TBS è indipendente dal valore della BMD e dalle va-

Fig. 1. Funzionamento del software TBS iNsight.

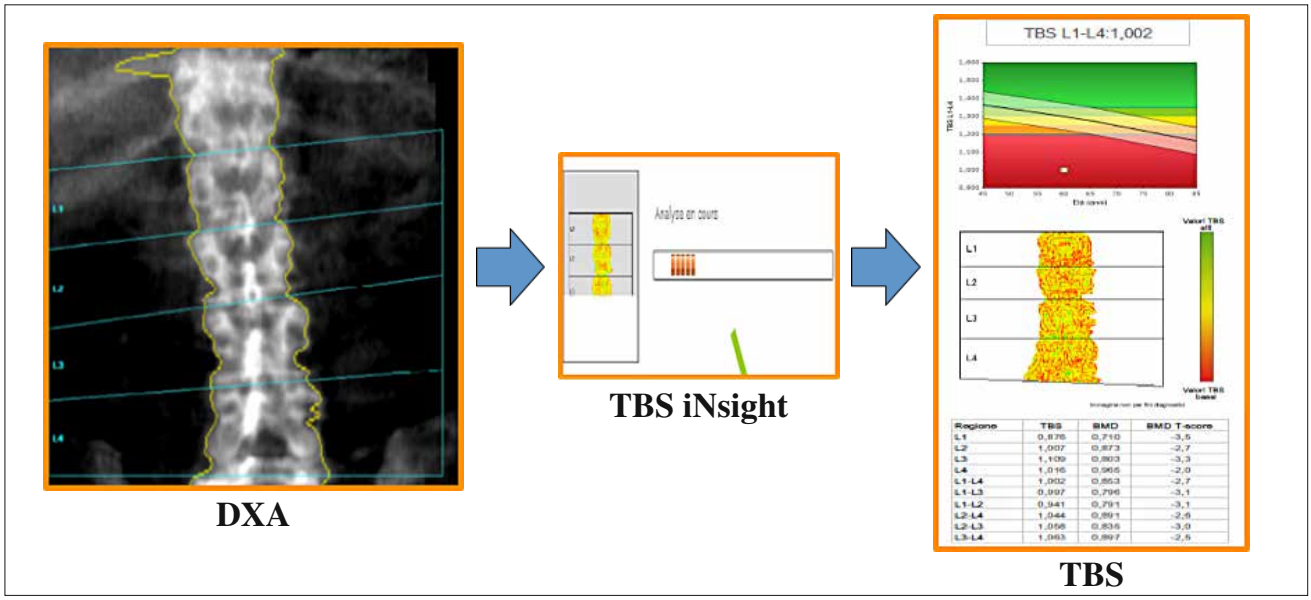


Fig. 2. Pramentri della microarchitettura ossea (*Parfitt Parameters*).

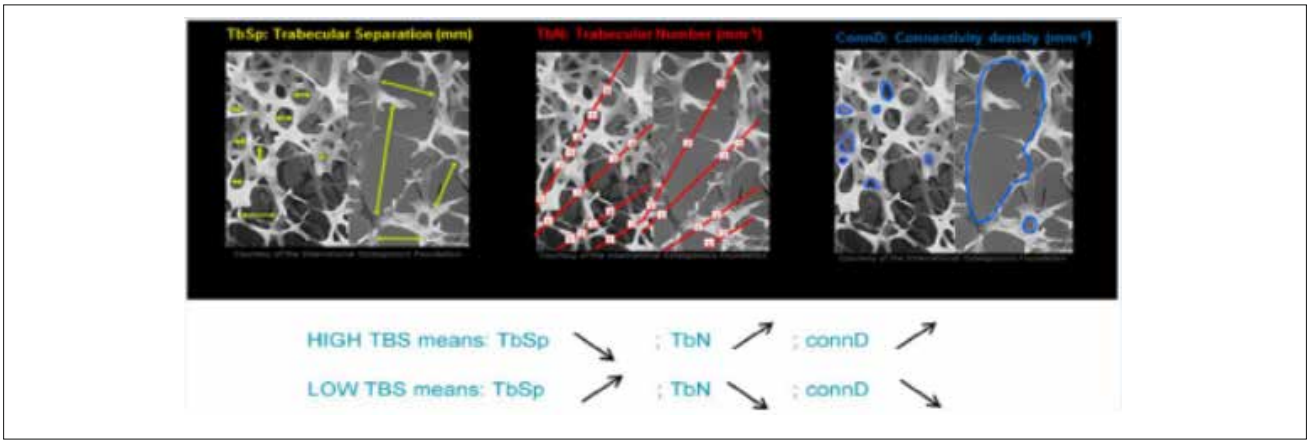
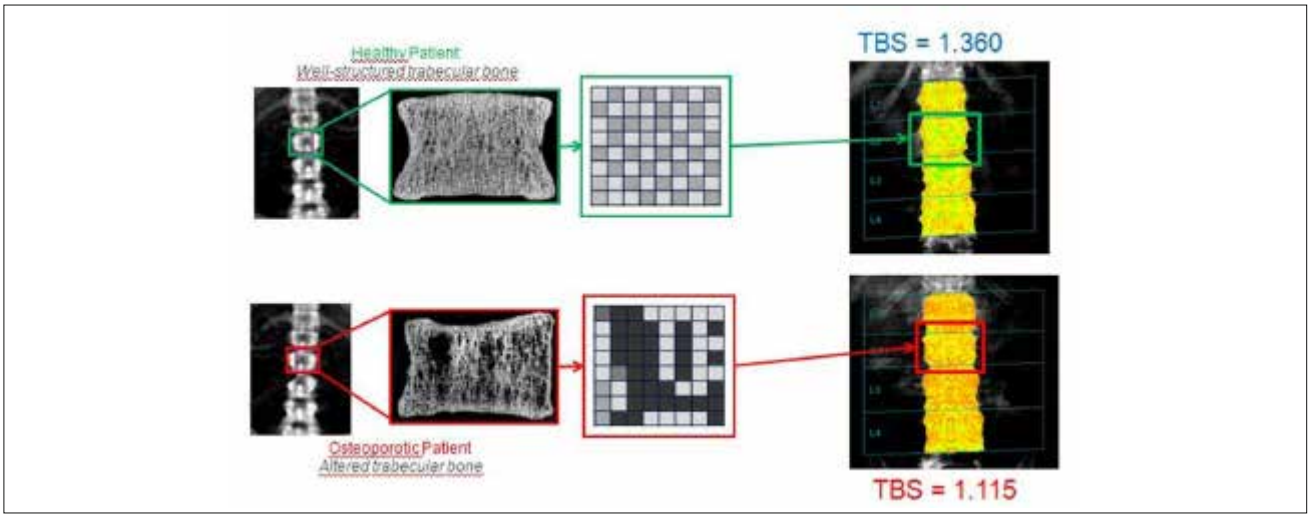


Fig. 3. Il valore TBS viene estrapolato mediante un algoritmo in grado di analizzare l'organizzazione spaziale di intensità dei pixel che a sua volta corrisponde alle differenze nel potere di assorbimento dei raggi-x di un osso oseoporotico rispetto a un modello trabecolare normale.



riabili cliniche incluse nel FRAX; tuttavia il TBS associato alla DEXA e al FRAX potrebbe rivelarsi utile in quei pazienti a rischio intermedio dove può determinare una ristadiazione sopra o sotto la soglia d'intervento.

I valori di TBS aumentano nei pazienti in trattamento per l'osteoporosi, ma in valori minori rispetto a quelli densitometrici; il TBS gioca un ruolo di identificazione del rischio fratturativo in osteoporosi secondarie determinate da eccesso di glucocorticoidi, iperparatiroidismo e diabete melliti di tipo 2 [6].

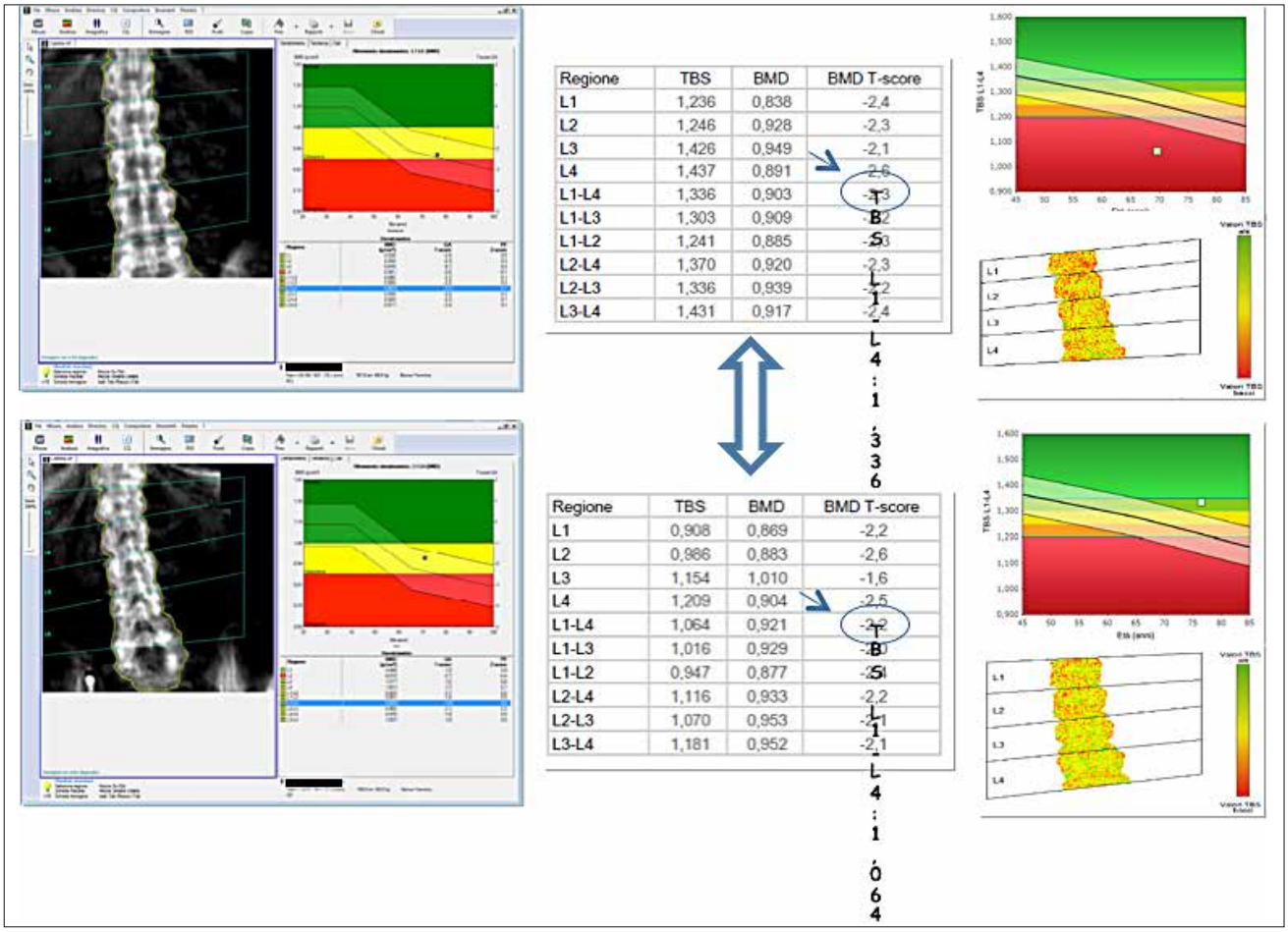
L'osteoartrosi (OA) è definita come un eterogeneo gruppo di condizioni a eziologia multifattoriale, caratterizzate da segni e sintomi associati a difetti nell'integrità della cartilagine articolare e dell'osso sottostante le articolazioni e i capi articolari.

OA e l'Osteoporosi sono i due disturbi scheletrici più comuni associati con l'invecchiamento, la cui correlazione patogenetica resta ancora da chiarire, pur avendo ipotizzato che l'OA sia un fattore protettivo contro la frattura da fragilità.

Infatti sempre più studi suggeriscono che l'incidenza di frattura è maggiore nei pazienti con OA a parità di parametri fisici ed età. Il TBS non è influenzato dai cambiamenti osteoartrosici del rachide lombare. Dufour et al [9] in un recente studio ha valutato i cambiamenti della microarchitettura ossea legati all'età della colonna vertebrale utilizzando come parametro il TBS, analizzando una coorte di 5.942 donne francesi (di età compresa tra i 45-85 anni). Esiste prioritariamente una diminuzione dei valori di TBS del 14% nelle pazienti dai 45 agli 80 anni al decorrere dell'età. I valori di TBS e BMD tra L1 e L3 erano simili tra i casi di OA e i controlli (media di differenza tra i gruppi di 0% per BMD e del 3,6% per TBS). Pertanto il grado di severità dell'OA è sicuramente correlata con BMD ($r = 0{,}503$, $p < 0{,}001$) e non con TBS ($r = -0{,}067$, $p = 0{,}426$).

I risultati di questo studio suggeriscono che la perdita della microarchitettura ossea differisce tra le donne prima e dopo i 65 anni, con un'accelerata perdita verificata dopo i 65 anni (+ 50% rispetto a quello misurato prima

Fig. 4. BMD e TBS valori indipendenti.



dei 65 anni: -0,06 *vs* -0,04 all'anno). Tale perdita ossea microarchitetturale età-correlata contrasta con quanto avviene con la BMD lombare (L1-L4) che diminuisce più rapidamente tra i 45 e i 65 anni di età per la menopausa (circa 0,010 g/cm^2/anno) e meno rapidamente successivamente (circa 0,002 g/cm^2/anno). Kolta et al. [7] che ha analizzato gli effetti dell'OA lombare misurando il TBS in 1254 donne in postmenopausa (età media 66,6 anni), con indice di massa corporea valutata tra i 15 kg/m^2 e 35 kg/m^2; al basale e dopo 6 anni sono stati valutati la BMD con la DXA, il TBS e il grado di OA (Kellgren score). Al basale la BMD sulla colonna era più alta nei pazienti con OA (+5,7%; p = 0,003) rispetto ai controlli, e positivamente correlata ai valori Kellgren, mentre il TBS è risultato simile tra soggetti con e senza OA e non correlato ai gradi di OA.

Nella visita a 6 anni di distanza rispetto al basale non vi era alcuna differenza significativa nella colonna lombare circa i valori di TBS tra soggetti affetti o non affetti da OA lombare, mentre si osservava una significativa diminuzione della BMD femorale, e una stabilizzazione della BMD lombare; il TBS pertanto non veniva influenzato dai cambiamenti quantitativi di matrice ossea ma si regolava solo sul dato qualitativo della distribuzione trabecolare ossea (Fig. 4).

Fattori metabolici, genetici e ormonali vengono chiamati in causa per spiegare la correlazione fra OA e BMD che appare elevata nei pazienti con OA o osteosclerosi dell'osso subcondrale. L'OA è inoltre correlata con il BMI (*Body mass Index*), facilmente riferibile con una sovrastima della BMD a causa di artefatti di misura [8].

A differenza dei valori della BMD dell'anca e della colonna vertebrale che aumentano correlando con la BMI, il TBS mostra al basale un decremento significativo rispetto ai valori della BMI [9].

Il concetto finale della letteratura valutata è che l'artrosi della colonna vertebrale lombare di qualsiasi grado di entità essa sia, non influisce sul risultato TBS che è invece motivo di sovrastima dei dati ottenuti con BMD. Pertanto il TBS calcolato sulla colonna vertebrale potrebbe essere utile per migliorare la previsione del rischio di frattura in aggiunta all'esame densitometrico nei pazienti affetti da Osteoartrosi della colonna [4].

L'artrite reumatoide (AR) è una malattia cronica infiam-

matoria che colpisce maggiormente le articolazioni, spesso con carattere evolutivo e distruttivo, ma che può interessare anche altri tessuti dell'organismo con coinvolgimento quindi anche extra-articolare. La frequenza di osteoporosi nelle donne con AR va dal 30 al 50%, a seconda delle sedi valutate mediante densitometria ossa DXA, e questo dato è confermato anche nel maschio [12] e l'osteopenia sfiora l'80%. Nella malattia i danni erosivi (riassorbimento dell'osso) sono spesso precoci, e già a sei mesi possono essere rilevati danni ossei irreversibili. Il trattamento in fase precoce dell'AR comporta un basso dosaggio di corticosteroidi sistemici (GC) prima e trattamenti modificanti l'attività di malattia (anti-TNFα) successivamente, contribuendo alla depauperazione della BMD. I pazienti affetti da AR tendono a sviluppare precocemente osteoporosi localizzata (iuxarticolare) o generalizzata e fratture da fragilità.
Esistono pochi dati per l'utilizzo del TBS nel controllo del dato densitometrico sulla colonna di pazienti con AR. Nello studio di Breban et al. [12] ad esempio proponevano di valutare il valore diagnostico di TBS come complemento alla BMD (DXA) o come un fattore di rischio indipendente per le fratture vertebrali prevalenti (FV) in popolazioni riceventi GC e anti-TNFα. I valori di TBS erano molto più bassi nei pazienti in trattamento con GC rispetto a quelli che non ricevevano il farmaco. Il TBS lombare ha un valore di discriminazione migliore per la previsione della presenza di FV nei pazienti con AR rispetto alla sola BMD della colonna lombare. I valori di TBS erano chiaramente diminuiti in queste due forme di malattia reumatica infiammatoria soprattutto nell'AR dove il trattamento a lungo termine con anti-TNFα, contrariamente alla SA; il TBS decresce nei pazienti affetti da AR in trattamento con anti-TNFα il che suggerisce che questi farmaci esercitano diversi tipi di influenze sull'osso. Il TBS in pazienti con AR in terapia con anti-TNFα ha permesso una maggior discriminazione della popolazione a rischio fratturativo sulla colonna aumentando la soglia terapeutica rispetto al solo dato DXA.
La spondilite anchilosante (SA) è una malattia infiammatoria cronica che colpisce principalmente le articolazioni sacro-iliache e la colonna vertebrale, ma che può coinvolgere anche le articolazioni periferiche; fa parte del gruppo delle spondiloartropatie (SpA). La SA è la diagnosi più comune dopo l'artrite reumatoide; ha un'incidenza 3 volte maggiore nel sesso maschile, esordisce tra i 20 e i 40 anni. La SA è associata a perdita di massa ossea a livello della colonna vertebrale e a un aumento di fratture vertebrali [14].
Nei pazienti con SA l'incidenza di Osteoporosi è del 25% e quello di fratture vertebrali del 10%, mentre l'osteopenia è già nota nei primi anni di insorgenza di SA. La valutazione della vera microarchitettura ossea porterebbe, di conseguenza a migliorare le valutazioni dell'osso nel senso di forza e di qualità.
I valori del TBS sono risultati inferiori in pazienti con SA rispetto ai controlli sani, soprattutto nei pazienti più anziani; il TBS sembra essere di uguale diminuzione nei pazienti uomini e donne indipendentemente. La valutazione ossea integrata DXA-TBS è la scelta migliore, rispetto alla sola BMD, per valutare la salute delle ossa nei pazienti affetti da SA.Gli studi presenti sul TBS nella SA sono stati eseguiti su piccole popolazioni limitandone il potere dell'analisi statistica e la generalizzabilità del dato [15].

Conclusioni

Negli ultimi anni, c'è stato un crescente interesse per l'uso di TBS, surrogato della microarchitettura dell'osso, per il calcolo di stratificazione del rischio (fratturativo) nell'osteoporosi.
Un valore basso di TBS a livello della colonna lombare si associa sia a una storia di frattura che all'incidenza di nuove fratture, con effetto indipendente dalla BMD e con una significatività elevata tanto da migliorare la stratificazione del rischio con l'utilizzo della sola DXA. Il TBS è indipendente anche dal valore del FRAX con probabile grande utilità per identificare la soglia terapeutica della malattia, così come esso aumenta nei pazienti in terapia per l'osteoporosi. La relazione tra il cambiamento dei valori di TBS e miglioramento del rischio di frattura resta però ancora controverso. L'utilizzo del TBS potrà rivelarsi utile soprattutto nelle Osteoporosi secondarie (da steroidi, da iperparatiroidismo, artrite reumatoide).

Bibliografia

1 Kanis JA, Compston J, Cooper C, et al. *EV. SIGN Guidelines for Scotland: BMD versus FRAX versus QFracture.* Calcif Tissue Int 2016;98:417-25.

2 Silva BC, Leslie WD, Resch H, et al. *Trabecular bone score: a noninvasive analytical method based upon the DXA image*. J Bone Miner Res 2014;29:518-30.

3 Silva BC, Leslie WD, Resch H, et al. *Trabecular bone score: a noninvasive analytical method based upon the DXA image*. J Bone Miner Res 2014;29:518-30.

4 Leslie WD, Aubry-Rozier B, Lix LM, et al. *Spine bone texture assessed by trabecular bone score (TBS) predicts osteoporotic fractures in men: the Manitoba Bone Density Program*. Bone 2014;67:10-4.

5 Silva BC, Broy SB, Boutroy S, et al. *Fracture ricsk prediction by non-BMD Dxa measures: the 2015 ISCD official positions*. J Clin Densitom 2015;18:309-30.

6 Ulivieri FM, Silva BC, Sardanelli F, et al. *Utility of the trabecular bone score (TBS) in secondary osteoporosis*. Endocrine 2014;47:435-48.

7 Kolta S, Briot K, Fechtenbaum J, et al. *TBS result is not affected by lumbar spine osteoarthritis*. Osteoporos Int 2014;25:1759-64.

8 Kanis JA, Adachi JD, Cooper C, et al. *Standardising the descrip-*

tive epidemiology of osteoporosis: recommendations from the epidemiology and quality of life working group of IOF. Osteoporos Int 2013;24:2763-4.

[9] Dufour R, Winzenrieth R, Heraud A, et al. *Generation and validation of a normative, age-specific reference curve for lumbar spine trabecular bone score (TBS) in French women*. Osteoporos Int 2013;24:2837-46.

[10] Kolta S1, Briot K, Fechtenbaum J, et al. *TBS result is not affected by lumbar spine osteoarthritis*. Osteoporos Int 2014;25:1759-64.

[11] Winzenrieth R, Dufour R, Pothuaud L, et al. *A retrospective case-control study assessing the role of trabecular bone score in postmenopausal Caucasian women with osteopenia: analysing the odds of vertebral fracture*. Calcif Tissue Int 2010;86:104-9.

[12] Bréban S, Briot K, Kolta S, et al. *Identification of rheumatoid arthritis patients with vertebral fractures using bone mineral density and trabecular bone score*. J Clin Densitom 2012;15:260-6.

[13] Toussirot E, Mourot L, Wendling D, et al. *Trabecular bone score in rheumatoid arthritis and ankylosing spondylitis and changes during long term treatment with TNFa blocking agents*. J Bone Miner Res 2012;27:381.

[14] Van der Heijde, Maksymowych W. Spondyloarthritis. *State of the art and future perspectives*. Ann Rheum Dis 2010;69:949-54.

[15] Ivanovaa M, Manolovab I, Boyadzhievaa V, et al. *Relationship between physical function, disease activity, spinal mobility and bone parameters (trabecular bone score and bone mineral density) in ankylosing spondylitis patients*. Biotechnology & Biotechnological Equipment 2015;29:956962.

■ **Indirizzo per la corrispondenza:** Andrea Casabella, Di.M.I.-Università di Genova, viale Benedetto XV 6, 16132 Genova • E-mail: andrea.casabella@unige.it.

Articolo originale

Adattamenti indotti nell'allenamento dell'atleta dalla pratica del metodo H.E.A.T. Program®

Adaptations induced by training athlete from the practice of the method H.E.A.T. Program®

S. SCAFURO[1], E. PARODI[1], C. SERIOLO[2]
[1] Università di Genova, Corso di Laurea Magistrale in Scienze e Tecniche dell'attività motoria preventiva e adattata;
[2] Università di Genova, Centro di Ricerca su Osteoporosi e Patologie Osteoarticolari

Parole-chiave

Test Conconi • Soglia anaerobica • H.E.A.T Program® • MaxerRunner®

Key-words

Conconi Test • Anaerobic threshold • H.E.A.T Program® • MaxerRunner®

Riassunto

Lo studio sugli adattamenti indotti dalla pratica del metodo H.E.A.T. Program® è stato svolto per comprendere quali potessero essere le variazioni prodotte nel settore della capacità di prestazione dell'atleta durante un determinato periodo di allenamento. I parametri analizzati nel corso dello studio riguardano nello specifico la soglia anaerobica, valuata in termini di velocità e frequenza cardiaca di soglia (determinata mediante il test Conconi), la frequenza cardiaca di riposo e il recupero post-esercizio.
Il test ha consentito la pianificazione di un programma di allenamento volto a ritardare l'accumulo di acido lattico e quindi l'affaticamento muscolare, migliorando conseguentemente la prestazione. Il metodo di allenamento utilizzato viene chiamato H.E.A.T. Program®, acronimo di high energy aerobic training, e permette di ricreare l'allenamento outdoor su un particolare tappeto brevettato, il MaxerRunner®.

Summary

The study on the alterations induced by practing H.E.A.T. Program® training was formulated to explain the potential changes seen in an athlete's performance level during a period of specific training sessions.
The parameters analyzed during this study include especially the anaerobic threshold, evaluated in terms of speed and heart rate threshold, which is determined by the Conconi test, the resting heart rate and the post-exercise recovery.
The test has allowed the planning of a training program to delay the accumulation of lactic acid and thus muscle fatigue, subsequently improving the performance. The training method used is called H.E.A.T. Program®, acronym of high energy aerobic training, and recreate outdoor workout on a particular treadmill, the MaxerRunner®.

Introduzione

L'allenamento produce modificazioni fisiologiche e biochimiche a carico dei sistemi sottoposti a sollecitazioni. L'intensità e le caratteristiche dell'allenamento condizionano la prestazione dell'atleta in gara, caratterizzandola in senso positivo o negativo a seconda dell'impozione metodologica dell'allenamento stesso.
La soglia anaerobica (o soglia del lattato) rappresenta il momento in cui le concentrazioni di lattato ematico aumentano al di sopra delle concentrazioni basali [1], conseguentemente a un aumentato sfruttamento dei meccanismi anaerobici. Una definizione più precisa descrive la soglia del lattato come il punto in cui, durante un esercizio a intensità crescente, il tasso di produzione del lattato supera il tasso di eliminazione dello stesso [2]. Tale parametro è correlato alle prestazioni di resistenza aerobica di un atleta: quanto più la soglia del lattato è elevata, tanto migliore sarà la prestazione aerobica. L'esercizio ad alta intensità svolto senza accumulo di lattato è vantaggioso, in quanto la produzione di acido lattico contribuisce all'insorgere della fatica [3].
Con l'aumento del livello di allenamento, diminuisce la concentrazione ematica di lattato per la stessa intensità di esercizio, quindi il lattato verrà prodotto a carichi progressivamente maggiori [4].
Questo evento si verifica in particolare a causa dell'aumentato contenuto mitocondriale che consente una maggiore produzione di ATP attraverso meccanismi aerobici [5].
Mediante il test Conconi è stato possibile misurare questa soglia in modo indiretto e incruento, consentendo di pianificare un programma di allenamento individualizzato, volto a ritardare l'accumulo di acido lattico e quindi a ritardare l'affaticamento muscolare e di conseguenza migliorare la prestazione.

Lo studio svolto nasce dalla necessità di analizzare le variazioni prodotte nell'ambito della capacità di prestazione dell'atleta durante un periodo di allenamento, utilizzando il metodo H.E.A.T. Program®. Con tale programma di studio sono stati analizzati la soglia anaerobica, la frequenza cardiaca di riposo e il recupero post-esercizio.

Materiali e metodi

I soggetti che hanno preso parte allo studio sono stati selezionati attraverso un'accurata anamnesi. Essendo il test Conconi un test submassimale, è stato necessario individuare soggetti che non presentassero, o che non avessero presentato in passato, patologie cardiovascolari, respiratorie, metaboliche e muscolo-scheletriche, al fine di garantire la sicurezza dell'esecuzione del test e la partecipazione all'allenamento.
Il test Conconi è un test sperimentale *triangolare*, di breve durata, nel quale si incrementa progressivamente il carico senza pause. Il test è stato effettuato su un tapis roulant per simulare la modalità e la tipologia di allenamento su MaxerRunner®.
Prima dell'esecuzione del test, è stato effettuato un riscaldamento della durata di 10' e con un'intensità tale da non raggiungere valori massimali. A recupero completo, vengono misurati e registrati i valori pressori e la frequenza cardiaca.
Il protocollo utilizzato è stato costruito sulla base delle capacità di prestazione dei casi-studio che sono stati presi in esame.

Tab. I. Protocollo esecutivo.

Tempo	Velocità	Frequenza cardiaca
0	4 km/h	
30″	4.5 km/h	
1′	5 km/h	
1′30″	5.5 km/h	
2′	6 km/h	
2′30″	6.5 km/h	
3′	7 km/h	
3′30″	7.5 km/h	
4′	8 km/h	
4′30″	8.5 km/h	
5′	9 km/h	
5′30″	9.5 km/h	
6′	10 km/h	
6′30″	10.5 km/h	
7′	11 km/h	
7′30″	11.5 km/h	
8′	12 km/h	
8′30″	12.5 km/h	
9′	13 km/h	
9′30″	13.5 km/h	
10′	14 km/h	

Partendo da una velocità stabilita di 4 km/h, si eseguono incrementi di + 0.5 km/h a intervalli regolari di trenta secondi, fino a raggiungere lo sforzo massimale dopo dieci minuti, alla velocità di 14 km/h (Tab. I). Verranno quindi riportate sul grafico le coppie di valori registrate.
Al termine del test (dopo 1') sono stati nuovamente misurati e registrati i valori pressori e la frequenza cardiaca per poter monitorare gli adattamenti al termine del periodo di allenamento.
Il test viene somministrato nuovamente al termine delle otto settimane di allenamento: vengono confrontati tra loro gli andamenti delle curve delle frequenze cardiache dello stesso soggetto, ricavando così indicazioni preziose per quanto riguarda la dinamica dello sviluppo delle capacità di prestazione di resistenza.
Il metodo di allenamento utilizzato durante lo studio è conosciuto come metodo H.E.A.T. Program®, acronimo di *High Energy Aerobic Training* (allenamento aerobico ad alta energia), ideato nel 2000 da Max Grossi [8].
H.E.A.T. Program® viene praticato su un particolare tappeto brevettato, il MaxerRunner®, un tappeto ad azione meccanica, dotato di un meccanismo idraulico che permette l'aumento fluido e progressivo della pendenza fino a un massimo di 86%, ossia di un'inclinazione di 40°, limite fisiologico per la flessione dorsale dell'articolazione tibio-peroneo-astragalica. Due pulsanti posti sulla parte frontale della macchina permettono il controllo della pendenza, mentre il pulsante centrale permette di aumentare la resistenza per controllare lo slittamento durante le fasi di salita, ricreando così il vero impatto del piede sul terreno.
Pur essendo un allenamento di gruppo permette un controllo individualizzato da parte di un istruttore certificato.
Il metodo si avvale di diverse tecniche di camminata, che vengono proposte secondo una successione ben precisa a seconda del percorso che si è voluto ricreare durante quella determinata lezione.
Il *soft walking* (SW) è la tecnica di base e viene utilizzata principalmente nel riscaldamento, per preparare la muscolatura degli arti inferiori, e durante il recupero.
Il *trekking* (TK) viene utilizzato come primo approccio alla montagna e consiste in un passo corto e cadenzato che prevede anche l'utilizzo degli arti superiori.
Il *soft trekking* (STK) è caratterizzato dal passo corto e cadenzato del *trekking* ma, diversamente dal precedente, prevede le mani in appoggio. Questo permette di scaricare il 50% del proprio peso corporeo sulla macchina per diminuire l'intensità di lavoro.
Il *power walking* (PW) è considerata la tecnica di massima potenza e intensità dell'H.E.A.T. Program® e, nella terminologia propria di questo metodo, viene chiamata "attacco alla montagna".
Con questa tecnica si aumenta l'intensità del lavoro: vengono attivati circa 640 muscoli contemporaneamente e si raggiungono frequenze cardiache elevate, dal 75% all'85% della frequenza cardiaca massima.

Il *soft power walking* (SPW) è la versione meno impegnativa del *power walking* che prevede, come tutte le tecniche soft, le mani in appoggio.
Il *soft climbing* (SCB) rappresenta la tecnica di arrampicata per eccellenza: in questa fase l'inclinazione aumenta fino ad arrivare al massimo delle nostre possibilità, mantenendo un passo cadenzato.
Soprattutto in condizioni di forti pendenze diventa importante l'uso del comando della resistenza, posto sulla parte frontale del MaxerRunner®, che permette di frenare il nastro all'aumentare della pendenza.
Il *climbing walking* (CBW) è una tecnica indirizzata a coloro che già da tempo conoscono e hanno confidenza con il metodo.
I soggetti più allenati potranno riportare la tecnica più intensa, ossia la camminata con le braccia libere, mantenendo sempre la stessa pendenza con un'ampiezza delle gambe e delle braccia ridotta rispetto alla tecnica del *power walking*.
Infine, l'*allungo* che rappresenta una combinazione di tecniche e prevede avanzamenti lungo il nastro, partendo dalla parte posteriore fino a raggiungere la parte anteriore. Questo permette di effettuare cambi di tecniche con aumento o diminuzione di ampiezza e intensità di movimento.
L'allenamento mediante il metodo H.E.A.T. Program® ha avuto una cadenza di due incontri settimanali (martedì-venerdì) della durata di sessanta minuti ciascuno. Al termine delle otto settimane, ogni soggetto ha partecipato a sedici sedute d'allenamento.

Ogni soggetto è stato dotato di un cardiofrequenzimetro e di un sensore di frequenza cardiaca per monitorare la propria attività cardiaca. A ognuno sono stati poi resi noti i loro valori di soglia a cui hanno dovuto allenarsi.
L'allenamento è stato suddiviso in tre fasi: una di riscaldamento, una fase centrale e una di defaticamento.
La fase preparatoria all'allenamento, o di riscaldamento, ha previsto l'utilizzo della tecnica *soft walking* per una durata complessiva di dieci minuti al 55-65% della FC_{ris}. Nei quaranta minuti della fase centrale sono state utilizzate tecniche progressivamente più impegnative che hanno determinato un incremento di intensità e di potenza che hanno previsto un passaggio graduale dal 65 al 85% della FC_{ris}.
I primi quindici minuti della fase centrale sono preparatori per i più impegnativi venticinque minuti successivi dove ogni soggetto si è allenato alla frequenza di soglia individuata con il test precedentemente eseguito, che si aggira indicativamente intorno al 75-85% della FC_{ris}.
Nella fase finale di defaticamento si riporta il cuore a un battito regolare con l'utilizzo, ancora una volta, del *soft walking*.

Risultati

Analizzeremo un solo caso-studio per meglio chiarire le dinamiche del lavoro; i risultati dei restanti casi-studio verranno sintetizzati nella tabella qui sotto riportata (Tab. II).

Tab. II. Riassunto dei risultati emersi dal Test Conconi effettuato prima (Test 1) e dopo (Test 2) il periodo di allenamento.

Caso-studio	Età	Fc_{max}		Fc_{ris}	Fc_{rip}	Velocità di soglia	FC DI SOGLIA
B.M.	35	185 bpm	Test 1	107 bpm	78 bpm	9 km/h	156 bpm
			Test 2	115 bpm	70 bpm	10 km/h	166 bpm
B.C.	24	196 bpm	Test 1	134 bpm	62 bpm	12.5 km/h	172 bpm
			Test 2	137 bpm	59 bpm	13 km/h	176 bpm
C.C.	45	175 bpm	Test 1	102 bpm	73 bpm	10.5 km/h	155 bpm
			Test 2	109 bpm	66 bpm	12 km/h	169 bpm
C.M.	23	197 bpm	Test 1	139 bpm	58 bpm	11 km/h	177 bpm
			Test 2	142 bpm	55 bpm	11.5 km/h	179 bpm
C.C.	22	198 bpm	Test 1	138 bpm	60 bpm	10.5 km/h	165 bpm
			Test 2	142 bpm	56 bpm	12 km/h	174 bpm
F.M.	22	198 bpm	Test 1	137 bpm	61 bpm	11 km/h	169 bpm
			Test 2	140 bpm	58 bpm	12.5 km/h	183 bpm
M.B.	24	196 bpm	Test 1	114 bpm	82 bpm	10 km/h	178 bpm
			Test 2	119 bpm	77 bpm	11.5 km/h	188 bpm
M.L.	24	196 bpm	Test 1	116 bpm	80 bpm	10.5 km/h	167 bpm
			Test 2	124 bpm	72 bpm	13 km/h	188 bpm
R.P.	28	192 bpm	Test 1	126 bpm	66 bpm	10.5 km/h	170 bpm
			Test 2	128 bpm	64 bpm	12 km/h	180 bpm
S.M.	43	177 bpm	Test 1	121 bpm	56 bpm	11.5 km/h	153 bpm
			Test 2	126 bpm	51 bpm	13 km/h	167 bpm
S.S.	24	196 bpm	Test 1	148 bpm	48 bpm	12.5 km/h	167 bpm
			Test 2	151 bpm	45 bpm	13.5 km/h	175 bpm

Fig. 1. Grafico del test Conconi prima del periodo di allenamento.

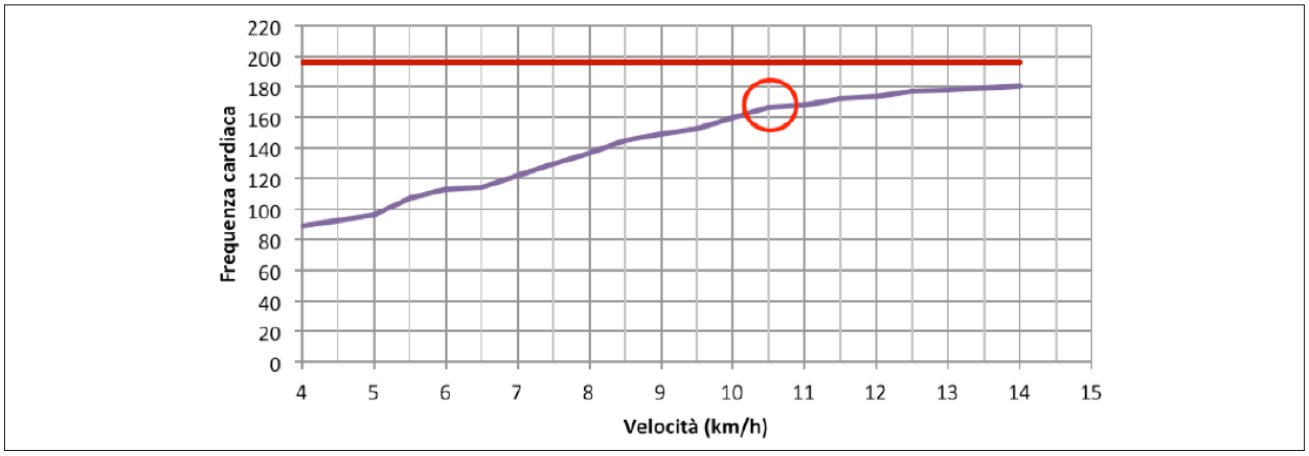
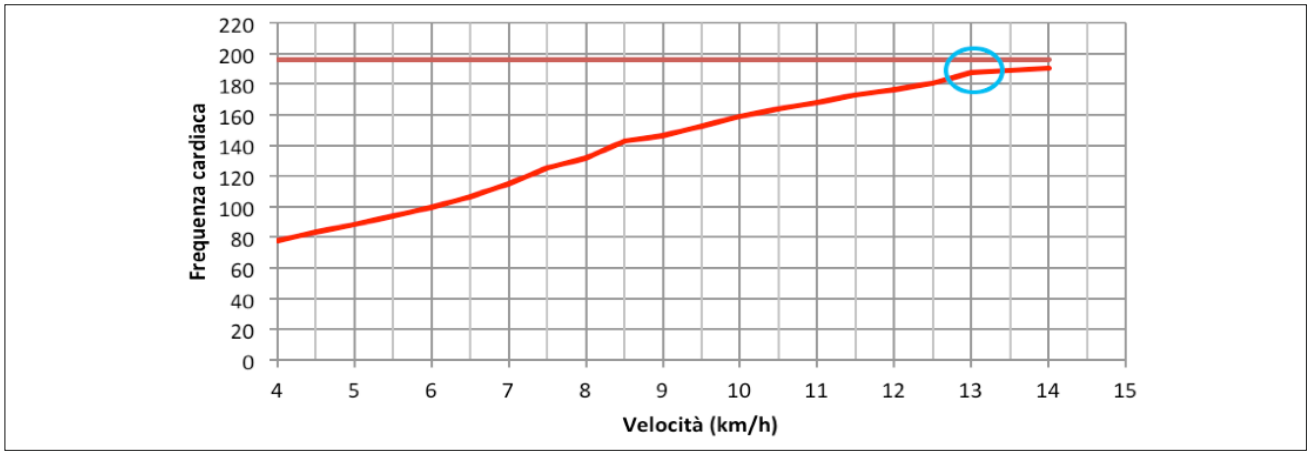


Fig. 2. Grafico del test Conconi dopo il periodo di allenamento.



Sono stati evidenziati gli adattamenti riguardanti i parametri di velocità di soglia, frequenza cardiaca di soglia, frequenza cardiaca di riposo e recupero post-esercizio.
Il caso-studio preso in esame è M.L., una ragazza di 24 anni di peso pari a 75 kg e di altezza pari a 180 cm.
Presenta una frequenza cardiaca massima di 196 battiti/min, risultata dalla formula di Cooper, una frequenza cardiaca di riserva di 116 battiti/min e una frequenza cardiaca a riposo di 80 battiti/min. Dopo l'esecuzione del test Conconi è stato possibile individuare i valori di soglia anaerobica a una velocità di 10.5 km/h e una frequenza cardiaca di soglia di 167 battiti/min (Fig. 1).
I risultati ottenuti al termine del periodo di allenamento hanno evidenziato uno spostamento verso destra del punto di deflessione della frequenza cardiaca, ossia valori di frequenza cardiaca maggiori rispetto ai valori registrati nel test iniziale.
La velocità di soglia risulta pari a 13 km/h, con un miglioramento di 2,5 km/h, e la frequenza cardiaca di soglia pari a 188 battiti/min, con un miglioramento di 21 battiti/min (Fig. 2).
L'adattamento ha portato al rallentamento dell'attivazione del metabolismo anaerobico lattacido, migliorando quindi la capacità del soggetto a sostenere un esercizio ad alta intensità rallentando l'accumulo di lattato.
La percentuale di frequenza cardiaca di riserva registra un incremento del 18% e la percentuale di frequenza cardiaca massima raggiunta nel test del 10%.
La frequenza cardiaca di riposo, a seguito degli stimoli allenanti, si è ridotta di 15 battiti/minuto, da 96 a 111 bpm.
I risultati ottenuti si sono rivelati quindi in linea con la letteratura: sono stati infatti registrati incrementi sia della velocità che della frequenza cardiaca di soglia, con un notevole miglioramento della performance.

Discussione

Il Test Conconi è un test di medicina sportiva, ideato nel 1976 dal medico ferrarese, per valutare in modo indiretto il valore della soglia anaerobica in termini di frequenza cardiaca. Il test descrive la cinetica della frequenza cardiaca durante un carico di lavoro crescente. Esiste infatti un rapporto lineare tra intensità del carico

e frequenza cardiaca in un carico che aumenti progressivamente. A una determinata velocità di corsa si presenta però una brusca variazione di pendenza, definita punto di deflessione della frequenza cardiaca, nel quale l'intensità di lavoro può essere ancora aumentata senza che la frequenza cardiaca aumenti nella stessa misura precedentemente evidenziata [6]. Conconi chiarisce come questo punto di deflessione indichi l'intensità massima di lavoro alla quale il rifornimento di energia può essere ancora assicurato completamente per via aerobica. In questo modo è possibile stabilire la soglia anaerobica senza prelievo di sangue e senza determinazione del lattato. Questo dovrebbe consentire un'impostazione ottimale della preparazione di resistenza nella programmazione dell'allenamento [7].

Nonostante negli anni sia stata più volte messa in discussione la validità del test Conconi, dal punto di vista medico-sportivo, il test può certamente fornire numerose indicazioni valide per il controllo dell'allenamento [6], ma non può sostituire la valutazione del lattato che viene utilizzata per la determinazione della soglia anaerobica [9].

Il test, come dimostrato da alcune evidenze scientifiche, non permette un controllo individuale sufficientemente preciso, in quanto il punto di deflessione non è individuabile in tutti i soggetti e spesso non coincide con la soglia anaerobica [10 11].

Nel caso specifico sono stati comunque rilevati netti miglioramenti della performance, grazie a un allenamento controllato attraverso la soglia determinata con il test di Conconi.

Lo studio è stato facilitato anche dalla conoscenza pregressa posseduta nei confronti dei soggetti che si sono sottoposti al test e che ha permesso, in un certo senso, di prevedere il range delle frequenze cardiache di soglia che sarebbero emerse.

La velocità di soglia media a cui i soggetti studiati presentavano un accumulo critico di acido lattico è stata, all'inizio dello studio, di 10.5 km/h e al termine, di 12.5 km/h, con un miglioramento medio di + 2 km/h. La frequenza cardiaca di soglia è invece aumentata mediamente di 11 battiti/min. La percentuale della frequenza cardiaca di riserva a cui corrisponde la frequenza cardiaca di soglia è risultata aumentata di circa il 9%, dal 79 all'88%. Così anche la percentuale della frequenza cardiaca massima teorica che è aumentata mediamente del 6%, dall'86% al 92%. La frequenza cardiaca di riposo, che può diminuire notevolmente in seguito all'allenamento, si è ridotta di circa 5 battiti/min dopo otto settimane. Nonostante lo studio abbia un ridotto numero di soggetti presi in esame, esso è risultato comunque un ottimo indicatore per poter pianificare, anche in futuro, programmi di allenamento mirati al miglioramento della prestazione.

Bibliografia

1. Yoshida I. *Effect of dietary modifications on lactate threshold and onset of blood lactate accumulation during incremental exercise*Eur J Appl Physiol 1984;53:200-5.
2. Kreisberg R.A. *Lactate homeostasis and lactic acidosis*. Ann Intern Med 1980;92:227-37.
3. Häkkinen K. *Effects of fatiguing heavy resistance loading on voluntary neural activation and force production in males and females*. Chicago, North American Congress on Biomechanics, 1992;567-568.
4. Davis J.A, Frank MH, Whipp BJ, et al. *Anaerobic threshold alteration caused by endurance training in middle-aged men*. J Appl Physiol 1979;46:1039-46.
5. Baechle TR, Earle RW. *Il manuale del personal trainer*. Perugia: Calzetti Mariucci Editori 2010;43-223.
6. Weineck J. *L'allenamento ottimale*. Perugia: Calzetti Mariucci Editori 2009;217.
7. Conconi F. et al. *Determination of the anaerobic threshold by a noninvasive field test in runners*. J Appl Physiol 1982;4:869-73.
8. Grossi M, Moretti M. *Manuale di H.E.A.T. Program®*, Roma.
9. Heck H, Beckers K, Lammerschmidt W, et al. *Bestimmbarkeit, Objecktivität und Validität der Conconi-Schwelle auf dem Fahrradergometer*. Dt. Z. Sportmed 1989;401.
10. Braumann KM, Busse M, Maasen N. *Zur Interpretation von Laktat-Leistungskurven*. Leistungssport 1987;4:35-8.
11. Busse M, Maasen N, Braumann M, et al. *Neuorientierung in der Laktatdiagnostik: Laktat als Glykogenindiktator*. Leitungssport 1987;5:33-7.

■ **Indirizzo per la corrispondenza:** S. Scafuro, via Calvisio 14, 17024 Finale Ligure (SV) - E-mail:sofia.scafuro@gmail.com

Articolo originale

Il metodo Pilates nella scuola superiore

The Pilates method in the high school

I. SCURSATONE, C. MAZZA, M. GREMO, C. SCOTTON
Università di Torino - SUISM-Centro Servizi (Scienze Motorie)

Parole-chiave

Pilates • Scuola • Adolescenti • Consapevolezza • Forza •Flessibilità

Key-words

Pilates • School • Teens • Awareness • Strength • Flexibility

Riassunto

Scopo di questo studio è verificare se l'introduzione del metodo Pilates Matwork in alcune scuole secondarie di secondo grado durante le ore di educazione fisica possa portare a un miglioramento motivazionale, a un aumento della forza e della mobilità in conseguenza anche di una maggiore consapevolezza del proprio corpo. Il metodo Pilates si basa sulla ricerca di acquisizione di mobilità e stabilità necessarie per permettere all'intero corpo e nello specifico alla colonna vertebrale di muoversi in tutti suoi piani gestendo nel modo più equilibrato possibile la sua postura. Lo scopo di questo studio è quindi comprendere se il metodo di "allenamento" con la tecnica Pilates Matwork, seppur in un limitato arco di tempo, possa migliorare il coinvolgimento motivazionale e la consapevolezza del proprio corpo, il consolidamento di forza e mobilità, indagandone l'efficacia e il suo gradimento in ragazzi frequentanti alcune scuole secondarie di secondo grado.

Summary

The aim of this study is to verify whether the introduction of Pilates Matwork method in some secondary schools of second degree during the hours of physical education can lead to a motivational enhancement, increased strength and also as a result of increased mobility awareness own body. The Pilates method is based on the research of mobility and stability acquisition needed to enable the entire body, and specifically to the spine to move in all his plans in managing his posture more balanced as possible. The purpose of this study is to understand whether the method of "training" with the technique Pilates Matwork, albeit in a limited span of time, can improve the motivational involvement and awareness of your body, the consolidation of strength and mobility, investigating the effectiveness and his liking boys attending some secondary schools of the second degree.

Introduzione

Il metodo Pilates ha ormai raggiunto una popolarità mondiale, assumendo un ruolo importante nell'ambito delle strategie del benessere. Diffuso prima negli Stati Uniti e poi in Europa, è passato dall'essere un metodo per pochi ad attività per tutti, diventando un nuovo modo di concepire l'attività fisica. Pur essendo una tecnica centenaria si rivela sempre di più un sistema efficace, che mette in stretto collegamento il corpo con la mente, ottenendo così un'esecuzione di "qualità" dei movimenti. Il metodo Pilates si basa sulla acquisizione di mobilità e stabilità, necessarie per permettere all'intero corpo e nello specifico alla colonna vertebrale di muoversi in tutti suoi piani gestendo nel modo più equilibrato possibile la sua postura. Questa viene definita come la posizione più ergonomica e vantaggiosa che il nostro corpo utilizza per contrastare la forza di gravità attraverso gli strumenti che ha a disposizione a livello articolare e muscolare.
La muscolatura dell'apparato locomotore è responsabile, tra le altre funzioni, della stazione eretta e dell'esecuzione dei movimenti. Esercitare il proprio corpo attraverso la tecnica Pilates permette di allenare i muscoli del centro in modo sicuro, efficace ed equilibrato. Ricercare l'allineamento neutro della colonna vertebrale consente di evitare posizioni sbagliate e nocive permettendo di sostenere il tronco in una posizione biomeccanicamente stabile [1].
Lo scopo di questo studio è comprendere se il metodo di "allenamento" con la tecnica Pilates Matwork, seppur in un limitato arco di tempo, possa migliorare il coinvolgimento motivazionale e la consapevolezza del proprio corpo, il consolidamento di forza e mobilità, indagandone l'efficacia e il suo gradimento in ragazzi frequentanti alcune scuole secondarie di secondo grado.
In questo lavoro vengono valutati i risultati che si evincono da un'opinione maturata dagli studenti e insegnanti coinvolti nel progetto. L'iniziativa prevede lo svolgimento di un protocollo di esercizi di base del metodo Pilates Matwork (a corpo libero) come ulteriore stimolo per l'allenamento multilaterale [2] in grado di aumentare la flessibilità, la forza e la capacità di controllo dei movimenti [3]. Non è stato possibile individuare studi utili al nostro obiettivo e pertanto è stato redatto e proposto un questionario originale.

Materiali e Metodi

Sono state prese in esame 5 scuole secondarie di secondo grado, tutte del triennio. Durante la prima lezione agli alunni e agli insegnanti è stato fornito un questionario d'entrata e, per i minorenni, il consenso informato da firmare da parte dei genitori.
Il gruppo campione era costituito da 155 studenti, ma ai fini della discussione non sono stati compresi 25 soggetti di cui non erano disponibili entrambi i questionari di entrata e di uscita. Pertanto i soggetti erano costituiti da 30 maschi e 100 femmine, nati tra il 1995 e il 1998. In relazione ai dati riportati nella tabella BMI della Società Italiana dell'Obesità non sono stati inclusi nella ricerca 3 soggetti sottopeso gravi e 1 ragazza in condizioni di obesità. Il numero totale del campione utilizzato è quindi di 126 alunni, 97 femmine e 29 maschi, con un numero di 5 insegnanti di educazione fisica coinvolti.
Nei questionari di entrata e di uscita dei docenti gli items considerati sono gli stessi degli alunni, ma le risposte vengono date non mediante la percezione dei benefici prodotti dall'attività fisica ma sono frutto dell'osservazione.
L'attività didattica è stata svolta in palestra impiegando palloni da basket e il suolo con tappetini. Il progetto è stato proposto con cadenza settimanale, con la durata di 35 minuti per un periodo di 10 settimane. Le lezioni di Pilates sono state tenute da istruttrici, formate da un'associazione sportiva dilettantistica di Torino con un percorso certificato da un Ente di Promozione Sportiva riconosciuto dal CONI, che hanno attuato il protocollo riportato di seguito. Per la misurazione dell'esperienza motoria sono stati somministrati questionari in entrata (Figg. 1, 2) per verificare le conoscenze pregresse degli studenti sul metodo Pilates e di uscita (Figg. 3, 4) per misurarne i benefici.
Le proposte didattiche elencate di seguito e utilizzate durante la sperimentazione sono state scelte tra i principali e conosciuti esercizi di Pilates Matwork con l'obiettivo di ottenere un lavoro completo di rinforzo della catena cinetica anteriore e posteriore.
I primi 4 esercizi (Roll down, Cat-strecth, Toe taps, Hip rolls), dei 14 di seguito elencati e proposti (Ab prep, On leg extension, Hundred, Single leg stretch, Obliqui, Shoulder bridge, Leg pull front, Swimming prep, Rolling like a ball, Plank), sono relativi alla fase di riscaldamento mentre i successivi si riferiscono alla fase centrale della lezione e sono stati adeguatamente distribuiti, secondo i principi fisiologici di gradualità, continuità e progressività, nel corso delle settimane

Risultati

I 126 alunni sono stati suddivisi in 3 campioni:
- soggetti normopeso di cui 67 femmine (BMI 21,03 ± 1,43) e 23 maschi (BMI 17,90 ± 0,65);
- soggetti sovrappeso di cui 4 femmine (BMI 27,30 ± 2,80) e 1 maschio;
- soggetti sottopeso di cui 22 femmine (BMI 18,01 ± 0,70) e 4 maschi (BMI 21,57 ± 1,80);
- Le voci del questionario che ci sono sembrate più consone alla ricerca sono gli items relativi ai benefici percepiti sulla forza, sulla mobilità articolare e sulla consapevolezza del proprio corpo.

Nella Figura 1, relativo alla forza nei soggetti sottopeso, si evidenzia che solo il 27,27% del campione femminile ha ottenuto un beneficio, mentre il 72,72% non ha avuto nessun miglioramento al termine delle lezioni di Pilates.
Al contrario, i soggetti maschili sottopeso hanno ottenuto un beneficio per il 75%, contro il 25% che ha dichiarato di non aver avuto nessun beneficio in termini di forza.
La Figura 2, relativa alla forza in soggetti normopeso, indica che per il 64,15% dei soggetti femminili e per il 69,56% di quelli maschili non si è riscontrato nessun beneficio in termini di miglioramento della forza. Solo il 35,82% delle ragazze e il 30,43% dei maschi ha percepito un beneficio al termine del progetto.
Dalla Figura 3, relativa ai soggetti sottopeso, possiamo rilevare che i maschi, seppur nell'esiguità di numero, hanno percepito tutti un beneficio relativo all'aumento della mobilità. Il campione femminile indica, per il 45,45% di aver ottenuto un miglioramento contro il 54,54% che dichiara il contrario.
La Figura 4 relativa alla forza nei soggetti normopeso in-

Fig. 1. Beneficio forza soggetti sottopeso.

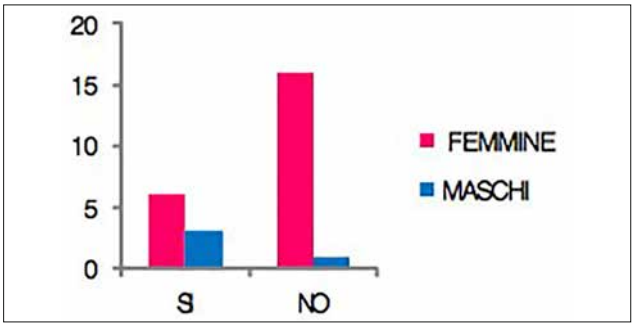


Fig. 2. Beneficio forza soggetti normopeso.

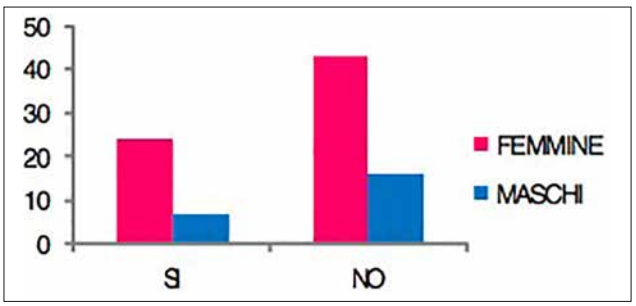


Fig. 3. Beneficio mobilità soggetti sottopeso.

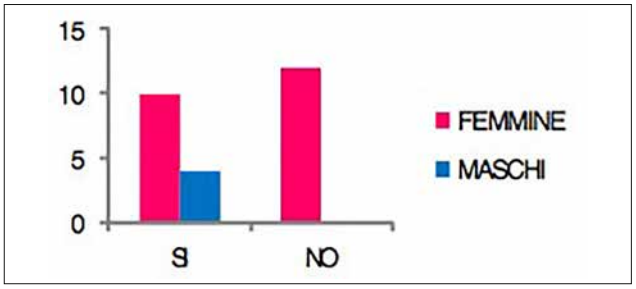


Fig. 4. Beneficio mobilità soggetti normopeso.

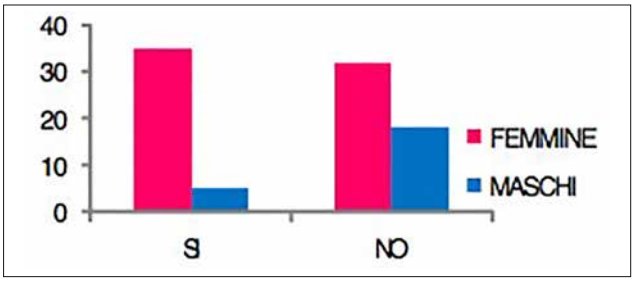
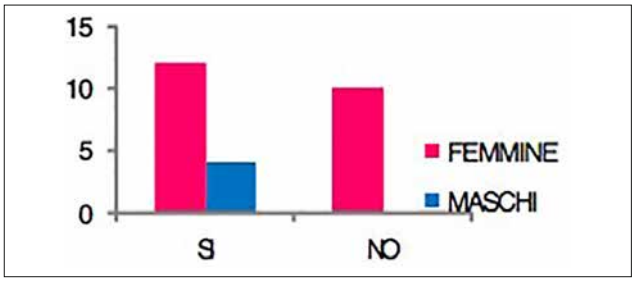


Fig. 5. Beneficio consapevolezza corporea soggetti sottopeso.

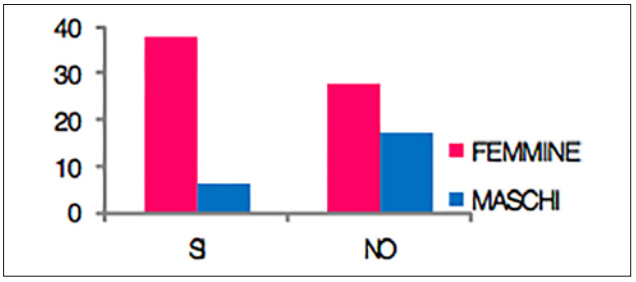


dica che il 52,23% del campione femminile e il 21,73% di quello maschile ha ottenuto un beneficio, mentre il 47,76% delle ragazze e il 78,26% dei maschi non ha riportato benefici in termini di mobilità.

I soggetti sottopeso (Fig. 5) hanno affermato di aver ottenuto un miglioramento della consapevolezza corporea, per il 54,54% nelle ragazze e per il 100% nel campione maschile. Solo il 45,45% delle alunne ha dichiarato di non aver avuto nessun vantaggio al termine del progetto.

Infine i soggetti femminili normopeso (Fig. 6) dichiarano per il 56,57% di aver avuto un miglioramento della consapevolezza corporea, contro il 42.42% che afferma il contrario. I dati raccolti nel campione maschile invece dimostrano che solo il 26,08% ha riscontrato un beneficio, mentre il 73,91% non ha evidenziato cambiamenti in termini di consapevolezza. In relazione ai dati raccolti tramite i questionari di entrata e di uscita compilati dai professori si evidenzia che i benefici in termini di consapevolezza del proprio corpo sono inferiori rispetto alle aspettative. Il confronto tra allievi e professori riguardo i benefici sulla forza e sulla mobilità ottenuti al termine del progetto vengono descritti nelle Figure 7 e 8.

Fig. 6. Beneficio consapevolezza corporea soggetti normopeso.



Il 38% delle femmine afferma di aver avuto un miglioramento della forza, mentre il 62% dichiara il contrario Il campione maschile risulta per il 63,33% non aver avuto dei miglioramenti, mentre solo il 36,66% dichiara di presentare benefici.

L'80% dei professori afferma di non aver notato miglioramenti della forza, contro il 20% che dichiara il contrario. Anche per i benefici sulla mobilità i risultati sono simili, infatti il campione femminile si divide a metà tra coloro che hanno percepito dei miglioramenti e chi non ne ha avuti. I maschi mostrano lo stesso risultato ottenuto rispetto ai benefici sulla forza. Infine il 60% dei professori ha denotato un miglioramento della mobilità al termine del progetto, mentre il 40% di essi non ha evidenziato alcun cambiamento.

Fig. 7. Percezione beneficio forza professori *vs* alunni.

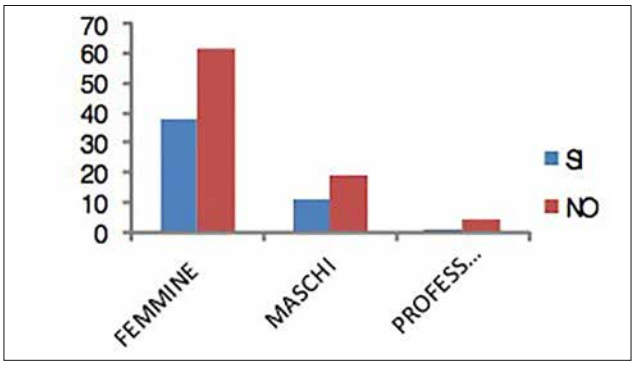
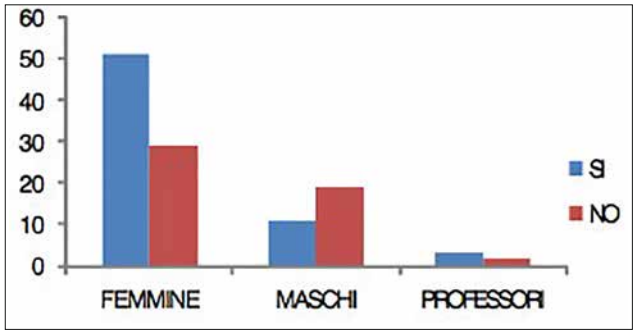


Fig. 8. Percezione beneficio mobilità professori *vs* alunni.



Discussione

I benefici del Pilates sono stati evidenziati in vari studi. Segal et al. [4] hanno verificato gli effetti dell'allenamento con il metodo Pilates sulle variazioni di flessibilità muscolo-tendinea e sulla composizione corporea. Lo studio, della durata di sei mesi con una frequenza di una volta alla settimana con una seduta di un'ora, ha registrato un miglioramento significativo ($p < 0,001$) della flessibilità muscolo-tendinea del tratto dorso-lombare e un mantenimento del tessuto adiposo.
Herrington e Davies [5] hanno confrontato 3 gruppi, di cui uno eseguiva esercizi di Pilates, uno solo di rafforzamento addominale e uno di controllo. I risultati hanno riportato un miglioramento significativo ($p < 0,01$) nel gruppo di Pilates rispetto agli altri 2 gruppi sulla capacità di contrarre il muscolo trasverso e mantenere un miglior controllo pelvico.
Pochi sono gli studi scientifici effettuati sui ragazzi adolescenti (femmine 13-14 anni fino ai 16-17, maschi 14-15 anni fino ai 17-18 anni), momento unico della crescita motoria in cui "si possono addestrare con importante intensità sia le capacità organico muscolari sia quelle coordinative". Proprio per questo tale età viene definita la "seconda età aurea" per l'apprendimento motorio, nella quale anche i movimenti più difficili e complicati vengono appresi bene e rapidamente [6].
Nel periodo adolescenziale si ha una stabilizzazione del sistema scheletrico che permette di utilizzare sempre più carichi maggiori [7]. Utilizzati con la giusta cautela si possono eseguire esercizi che provocano un notevole affaticamento locale e che diventano strumento per l'esercitazione della forza speciale. In letteratura, tuttavia, non sono presenti studi inerenti al Pilates in questa fascia d'età.
I limiti riscontrati in questo progetto potrebbero essere imputati alla modesta durata, in termini di ore di lezione con la tecnica del Pilates Matwork e all'inadeguato numero del campione indagato per poter ricercare risposte soddisfacenti nei dati raccolti.
Sarebbe pertanto opportuno estendere lo studio a un numero più ampio di classi di differenti afferenze scolastiche, coinvolgendo istituti in cui siano presenti un maggior numero di maschi per pareggiare la differenza tra i generi presenti in questo studio. Ciò permetterebbe anche il coinvolgimento di un più adeguato numero di insegnanti.
Relativamente ai benefici della forza i dati indicano che il 63% del campione maschile e il 62% di quello femminile non ha riportano miglioramenti al termine del progetto.
In relazione alla mobilità i dati risultano analoghi, il campione femminile si divide a metà tra coloro che hanno rilevato cambiamenti positivi e chi non ha avvertito benefici, mentre il 63% dei maschi afferma di non aver avuto nessun miglioramento.
Infine si evidenzia che le aspettative dei professori dichiarate tramite il questionario di entrata superano di molto la realtà.

Bibliografia

1. Brenna E, Fink C. *I love Pilates*. Lodi: Artist First, Borgo San Giovanni 2012.
2. Hagedorn G. *La multilateralità in allenamento e in gara*. SdS, XII, Speciale talento supplemento 1987;28/29:35-41.
3. Bellotti P, Matteucci E. *Allenamento sportivo*. Torino: UTET 1999.
4. Segal NA, Hein J, Basford JR. *The effects of Pilates training on flexibility and body composition: an observational study*. Arch Phys Med Rehabil 2004;85:1977-81.
5. Herrington L, Davies R. *The influence of Pilates training on the ability to contract the Transversus Abdominis muscle in asymptomatic individuals*. School of Health Care Professions, University of Salford, Allerton Annexe, Frederick Road, Salford, Greater Manchester M6 6PU, UK, 2005.
6. Weineck J. *L'allenamento ottimale*. Perugia: Calzetti e Mariucci Editore 2009.
7. Wilmore JH, Costill DL. *Fisiologia dell'esercizio fisico e dello sport.* Perugia: Calzetti-Mariucci Editori 2005.

■ **Indirizzo per la corrispondenza:** C. Scotton, Università di Torino - SUISM-Centro Servizi (Scienze Motorie) • E-mail: claudio.scotton@gmail.com

Articolo breve

Domotica, robotica e barriere architettoniche nella prevenzione delle cadute in età geriatrica

Home automation, robotics and architectural barriers preventing of falls in the elderly

G. MOLFETTA[1], S. VACCHELLI[1], F. MOLFETTA[2]
[1] Linearama, Studio Associato di Architettura e Design, Genova;
[2] Università di Genova, Corso di Laurea in Tecniche Ortopediche, Centro di Ricerca su Osteoporosi e Patologie Osteoarticolari

Parole-chiave

Domotica • Robotica • Barriere architettoniche • Cadute • Anziani

Key-words

Home automation • Robotics • Architectural barriers • Falls • Elderly

Riassunto

Il problema delle cadute in età geriatrica è oggetto costante di attenzione da parte di coloro che si occupano delle problematiche degli anziani. Le cadute generano complicanze osteoarticolari, neurologiche, vascolari, etc. che possono portare all'exitus il paziente. La prevenzione delle cadute annovera diverse soluzioni, dall'attività motoria dedicata, all'uso di farmaci contro la fragilità ossea, alla supplementazione di Vitamina D3, all'assistenza personalizzata del singolo soggetto o in casa o in comunità e fattori estrinseci legati alla presenza di insidie, ostacoli, barriere vere e proprie nel proprio spazio vitale (casa o istituto). Gli anziani autonomi, pur presentando minore debilitazione fisica, sono esposti a maggiori difficoltà ambientali e a fattori che accrescono il rischio di caduta. La domotica, la robotica e l'analisi delle barriere architettoniche sono momenti importanti nella prevenzione delle cadute relativamente ai fattori ambientali.

Summary

The problem of falls in the elderly is the constant object of attention by those who work with the elderly issues. The falls generate musculoskeletal complications, neurological, vascular, etc that may bring the patient leading to death. Fall prevention includes various solutions, from the physical activity dedicated to the use of drugs against bone fragility, the supplementation of Vitamin D3, personalized assistance of the individual or in the home or community, and extrinsic factors linked to the presence of pitfalls, obstacles, real barriers in their living space (home or institution). Self-employed seniors, though having less physical debilitation, are exposed to greater difficulties and environmental factors that increase the risk of falling. Home automation, robotics and analysis of architectural barriers are important moments in the prevention of falls in relation to environmental factors.

Introduzione

Il problema delle cadute in età geriatrica è oggetto di costante attenzione da parte di coloro che si occupano delle problematiche degli anziani. L'insidia maggiore negli anziani è rappresentata dalla caduta, poiché essa genera complicanze osteoarticolari, neurologiche, vascolari, etc. che possono portare il paziente anche all'exitus.

La fragilità scheletrica in particolare, in occasioni di traumi a bassa energia (cadute dall'ortostasi), esita in eventi fratturativi di diverse sedi scheletriche e del femore in particolare; le conseguenze di queste ultime sono rappresentate dall'exitus nel 20% dei casi, da una condizione di invalidità nel 50% e nel restante 30% da un recupero buono ma che rende necessaria una costante assistenza della persona [1].

La prevenzione delle cadute annovera diverse soluzioni, dall'attività motoria dedicata, all'uso di farmaci contro la fragilità ossea, alla supplementazione di Vitamina D3, all'assistenza personalizzata del singolo soggetto o in casa o in comunità. In generale è possibile identificare fattori intrinseci, ossia le alterazioni legati all'età che colpiscono funzioni necessarie al mantenimento dell'equilibrio, quali la funzione vestibolare, propriocettiva, visiva ed uditiva, oltre alle difficoltà cognitive; e fattori estrinseci legati alla presenza di insidie, ostacoli, barriere vere e proprie nel proprio spazio vitale (casa o istituto). Gli anziani autonomi, pur presentando apparentemente una minore debilitazione fisica, sono esposti a maggiori difficoltà ambientali e a fattori che accrescono il rischio di caduta.

L'attenzione verso questa problematica deve essere peculiare da parte di architetti, progettisti, designer relativamente alla soluzione di problemi posti dai cosiddetti fattori estrinseci; l'atteggiamento più corretto verso il problema-anziani diventa quindi culturale oltre che operativo e tecnico.

Le barriere architettoniche

Una preliminare attenzione deve essere posta verso gli ostacoli che l'anziano incontra nel suo habitat privato o pubblico, molto frequentemente ignorati o sottostimati dai caregiver, addetti alla gestione di tali persone [2].
Si definiscono barriere architettoniche:

a. gli ostacoli fisici che sono fonte di disagio per la mobilità di chiunque ed in particolare di coloro che, per qualsiasi causa, hanno una capacità motoria ridotta o impedita in forma permanente o temporanea;
b. gli ostacoli che limitano o impediscono a chiunque la comoda e sicura utilizzazione di parti, attrezzature o componenti;
c. la mancanza di accorgimenti e segnalazioni che permettono l'orientamento e la riconoscibilità dei luoghi e delle fonti di pericolo per chiunque e in particolare per i non vedenti, per gli ipovedenti e per i sordi.

In generale l'approccio preliminare al problema è anzitutto antropometrico, correlato cioè alla possibilità di dimensionare un presidio, un sussidio, un dispositivo, un intero ambiente alle caratteristiche specifiche del soggetto. L'Antropometria infatti è la scienza

Fig. 1. Accessibilità.

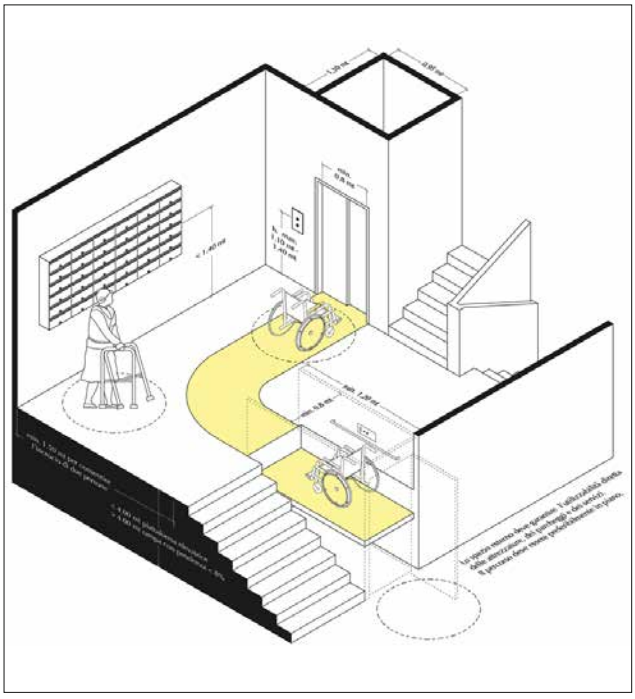
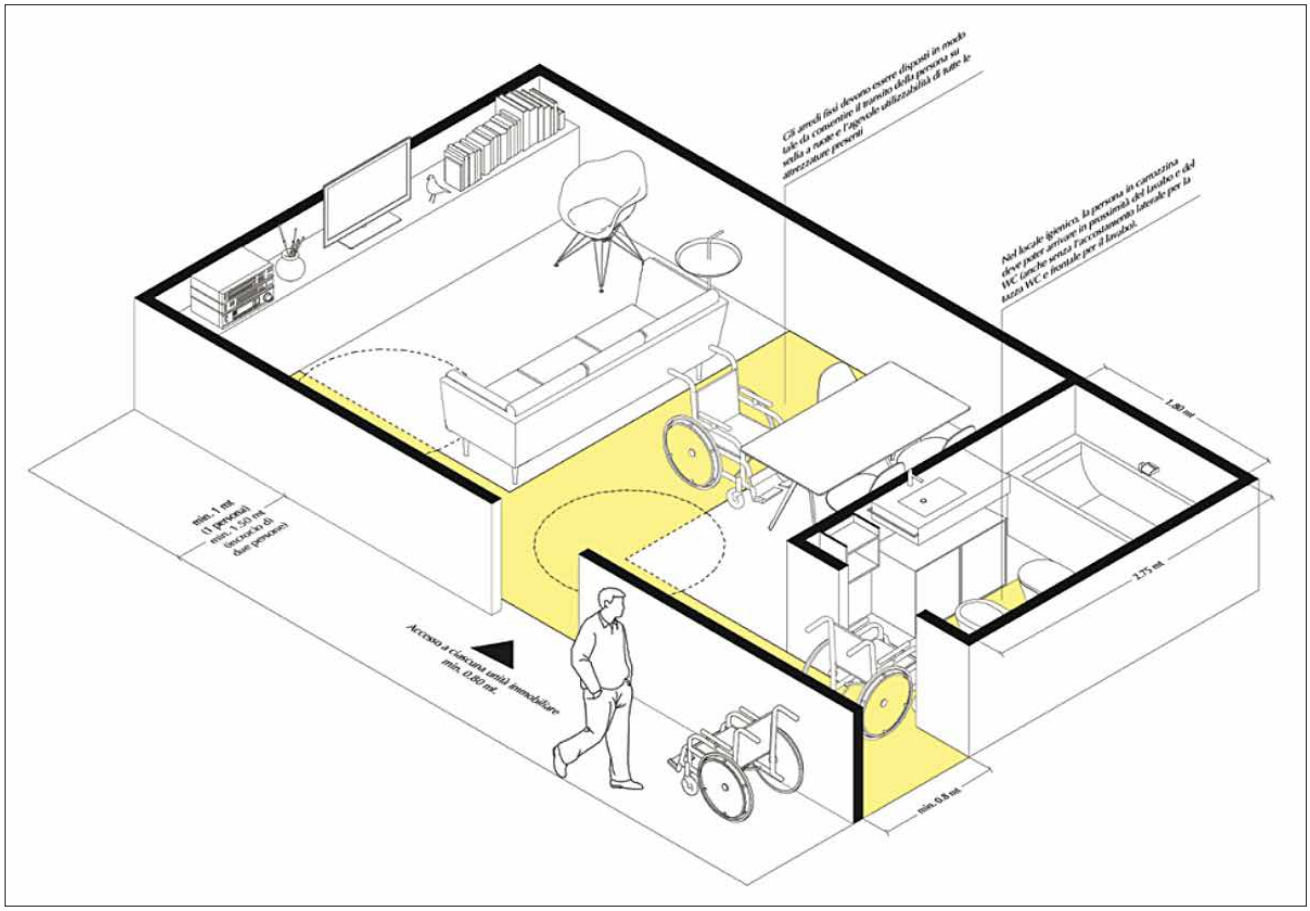


Fig. 2. Visibilità.



che tratta in modo specifico i caratteri misurabili del corpo umano, ossia le misure e le caratteristiche fisico-dimensionali, attraverso la raccolta e l'elaborazione statistica di dati rilevabili sugli individui all'interno dei diversi gruppi di popolazione. I dati riguardano le misure relative ai principali parametri fisici dell'uomo (altezze, larghezze, circonferenze, distanza di presa e raggiungibilità) [3].

Altro aspetto peculiare del problema è l'accessibilità (Fig. 1) al presidio o alla struttura da parte del soggetto. Essa rappresenta il grado più alto di utilizzo dello spazio costruito.

Per accessibilità si intende la possibilità, anche per persone con ridotta o impedita capacità motoria o sensoriale, di raggiungere l'edificio e le sue singole unità immobiliari e ambientali, di entrarvi agevolmente e di fruirne spazi e attrezzature in condizioni di adeguata sicurezza e autonomia. L'accessibilità deve essere garantita per quanto riguarda sia gli spazi esterni: il requisito si considera soddisfatto se esiste almeno un percorso agevolmente fruibile anche da parte di persone con ridotte o impedite capacità motorie o sensoriali, che le parti comuni.

Il D.M. 236/1989 titola "Prescrizioni tecniche necessarie a garantire l'accessibilità, l'adattabilità e la visitabilità degli edifici privati e di edilizia residenziale pubblica sovvenzionata e agevolata, ai fini del superamento e dell'eliminazione delle barriere architettoniche" [4].

Nello stesso D.M. vengono identificati deversi gradi di fruibilità dello spazio costruito, sia esso privato o comune, andando incontro a situazioni contingentate nelle quali risulta impossibile porre in essere la piena fruibilità degli amibienti (come ad esempio adeguamento di edifici esistenti); si parla quindi di un più ridotto grado di fruibilità dello spazio, limitando l'accessibilità ad alcune parti dell'edificio.

Per visitabilità (Fig. 2) si intende infatti la possibilità, anche da parte di persone con ridotta o impedita capacità motoria o sensoriale, di accedere agli spazi di relazione e ad almeno un servizio igienico di ogni unità immobiliare. Sono spazi di relazione gli spazi di soggiorno o pranzo dell'alloggio e quelli dei luoghi di lavoro, servizio ed incontro, nei quali il cittadino entra in rapporto con la funzione ivi svolta.

Infine si definisce adattabilità (Fig. 3) la possibilità di modificare nel tempo lo spazio costruito a costi limita-

Fig. 3. Adattabilità.

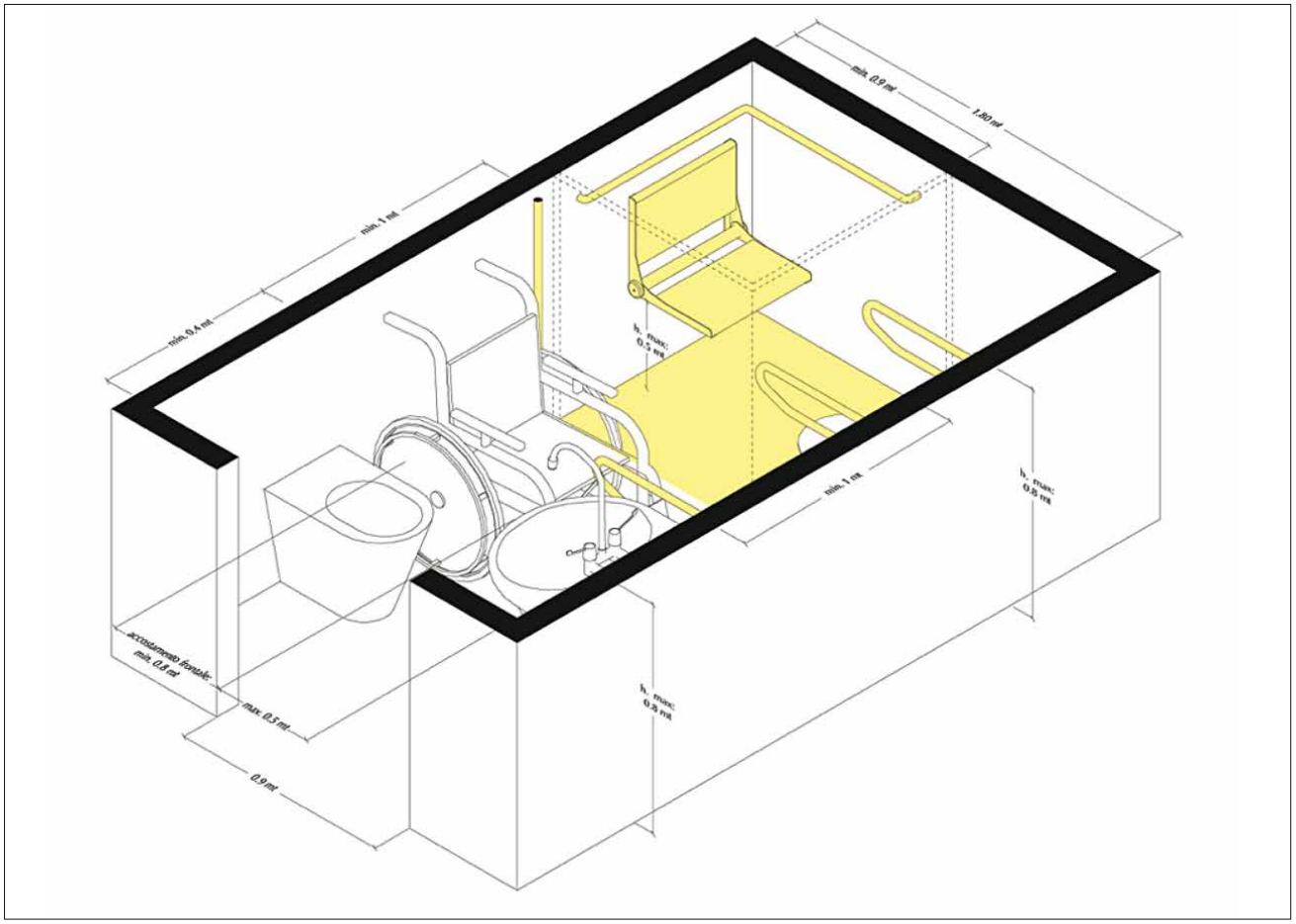
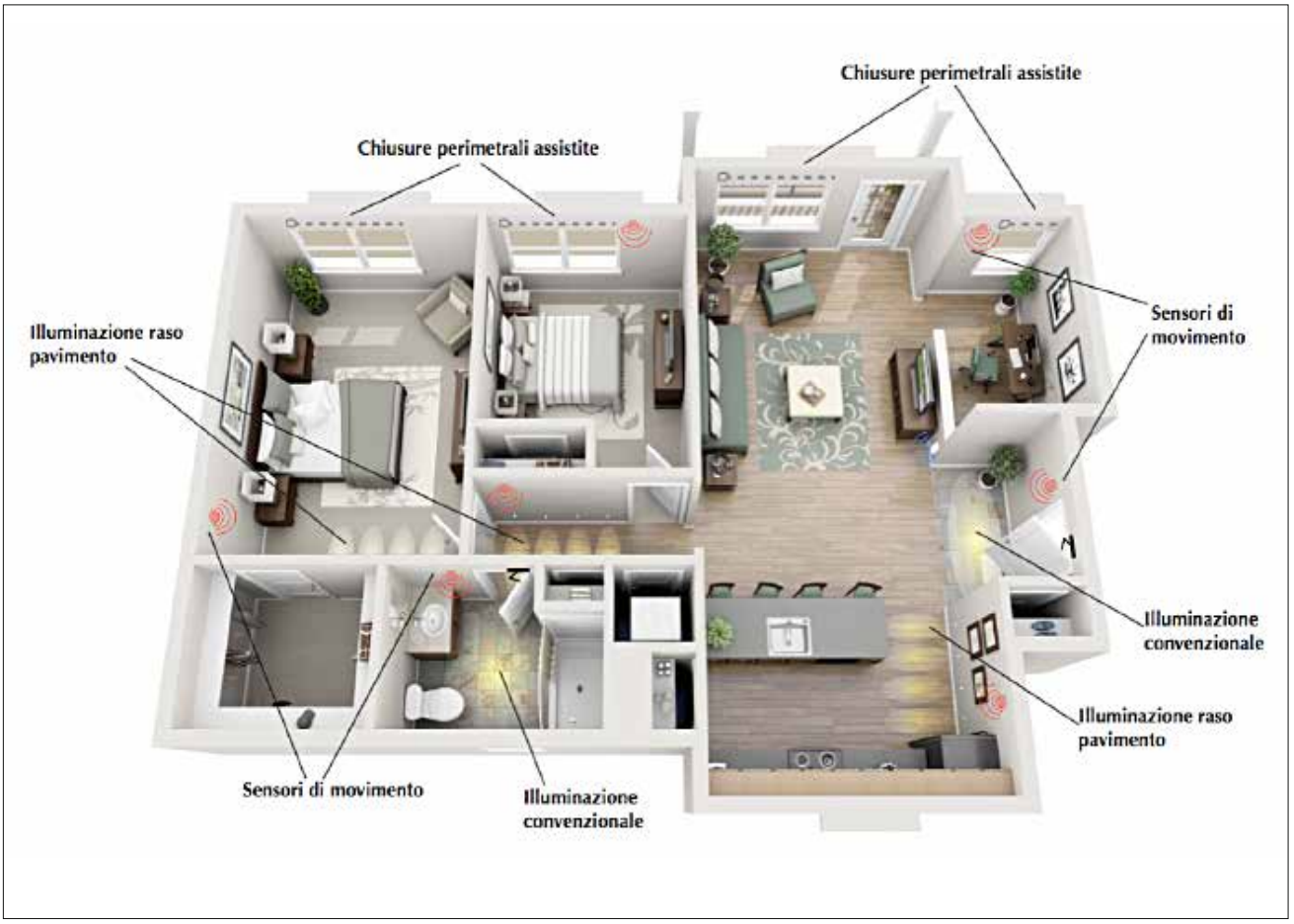


Fig. 4. plan intervento domotico.



ti, allo scopo di renderlo completamente ed agevolmente fruibile anche da parte di persone con ridotta o impedita capacità motoria o sensoriale. Essa rappresenta un livello ridotto di qualità, potenzialmente suscettibile, per originaria previsione progettuale, di trasformazione in livello di accessibilità. Per adattabilità si intende. La progettazione deve quindi garantire, a seconda che si tratti di adattamento dello spazio esistente o di una nuova costruzione, il più alto grado di fruizione considerando il posizionamento e il dimensionamento dei servizi ed ambienti limitrofi, dei disimpegni e delle porte e della futura eventuale dotazione dei sistemi di sollevamento.

Alla luce di quando messo a disposizione del legislatore per standardizzare i provvedimenti necessari alla correzione dello spazio abitativo, il professionista è portato ad affiancare alla propria sapienza compositiva delle forme architettoniche un ventaglio di discipline collaterali (domotica e robotica) che completano e semplificano l'apprendimento, da parte dell'utente, di semplici regole di salvaguardia personale necessarie al raggiungimento della più elevata stabilità motoria all'interno dello spazio abitativo.

La robotica

La robotica è una scienza interdisciplinare che si occupa della progettazione e dello sviluppo di robot [5]. Nata come branca della meccatronica, è una disciplina in cui informatica e psicologia, linguistica e automazione, meccanica e biologia si integrano fra loro. Il termine robot risale addirittura al 1920 e deriva dal termine ceco "robota", utilizzato dallo scrittore Karel Čapek con il significato di "lavoratore". Fu invece Isaac Asimov che nel 1942 introdusse l'argomento della robotica in un racconto di fantascienza. Il Robot Institute of America definisce il robot come un "manipolatore polifunzionale" in grado di eseguire diversi compiti attraverso una serie di movimenti programmati. È nell'industria automobilistica ad opera della General Motors agli inizi degli anni '60 che appare il primo robot industriale della storia; mentre negli anni '70 in Giappone fa capolino la robotica umanoide con Wabot-1, robot antropomorfo progettato dalla Waseda University di Tokyo.

La robotica industriale si propone quindi di dispensare l'uomo da lavori faticosi e ripetitivi attraverso l'impiego di strumenti automatizzati controllati da software.

Certamente il campo di applicazione più affascinante è

rappresentato dalla robotica umanoide, il cui fine ambizioso è quello di realizzare robot dalle sembianze umane dotati di intelligenza artificiale e in grado di agire autonomamente, replicando movimenti magari sotto controllo vocale. Tali Robot vengono progettati per essere utilizzati prevalentemente in ambito domestico.
In definitiva un robot di servizio è "un robot che opera in maniera autonoma o semi-autonoma per compiere servizi utili al benessere degli esseri umani, escludendo l'ambito manifatturiero".
La robotica di servizio comprende quindi numerosi ambiti: dal badante robot per anziani a robot di soccorso come il vigile del fuoco robot, dai robot domestici che puliscono e cucinano al posto nostro ai robot di telepresenza. È un robot di servizio anche il robot maggiordomo. Grande applicazione, infine, trovano i Robot in Medicina con le protesi robotiche, progettati per la riabilitazione post malattia o incidente o in ambito educativo per migliorare ad esempio il rendimento scolastico dei bambini.
Applicare il mondo della robotica all'architettura significa integrare assistenti meccanizzati (da qui il suffisso "servo") all'interno degli spazi di distribuzione; in casi in cui la fruizione dello spazio è fortemente ridotta e a questo si accompagna una scarsa possibilità di adeguamento attraverso opere edili convenzionali ecco che un binario opportunamente distribuito e un dispositivo sollevatore possono garantire la completa movimentazione del paziente e anche il semplice uscire da una vasca. In molti casi il raggiungimento della completa l'adattabilità dell'esistente è possibile solo tramite apparati robotici.
Da una meccanica nei principi più semplice e ad elevata analogicità si passa inevitabilmente ad una quasi completa digitalizzazione dell'apparato assistenziale, dando origine a quella che viene definita domotica.

La domotica

È la branca delle scienze costruttive che studia l'utilizzo di tecnologie informatiche ed elettroniche con lo scopo di realizzare dispositivi integrati capaci di facilitare l'attuazione di operazioni che solitamente caratterizzano la vita all'interno di un edificio [5]. Esempi di tali applicazioni sono molteplici, quali la gestione del riscaldamento, degli elettrodomestici, dei sistemi di allarme o di smaltimento dei rifiuti (Fig. 4).
Per rendere possibile tutto ciò occorre preliminarmente che l'edificio sia oggi collegato ad una rete informatica, come internet.
La domotica pertanto si prefigge finalità operative generali e pratiche nello stesso tempo, applicando criteri di funzionalità, di sicurezza e di risparmio energetico. Scopo ultimo è quello di rendere la vita degli abitanti dell'edificio più facile, più pratica, più funzionale e più confortevole.
Le apparecchiature utilizzate nell'edificio divengono pertanto "intelligenti" (architettura intelligente), poiché le diverse tecnologie utilizzate si coordinano, si integrano allo scopo di migliorare la flessibilità di gestione, il comfort, la sicurezza, il risparmio energetico (climatizzazione, distribuzione di acqua, gas ed energia, impianti di sicurezza, reti informatiche e di comunicazione). Nello specifico si opera una distinzione funzionale e di conseguenza percettiva di quanto l'automazione elettronica centralizzata possa prevenire situazioni di pericolo semplicemente evitando di sottoporre l'utente a manovre complesse ma necessarie alla vita di ogni giorno.
Le tecnologie automatizzate sono in grado in primis di facilitare la gestione del così detto ambiente "ampio" (ciò che accade al di fuori e lungo il perimetro dell'unità abitativa) e prevedono soluzioni diverse a gestione elettro-meccanica come ad esempio l'apertura assistita porte o l'apertura assistita tapparelle o l'apertura assistita ed il controllo finestre, l'utilizzo del citofono e l'apriporta ed infine i sistemi di comunicazione digitali. Si tratta per lo più di dispositivi in grado di operare come veri a propri servo-assistenti nel sollevamento di carichi gravosi quali grandi tapparelle, automatizzando laddove necessario, anche la chiusura oraria automatica a prevenzione di possibili dimenticanze da parte dell'utente.
Le Tecnologie digitali invece vengono applicate più specificatamente per il controllo dell'ambiente "prossimo", prevedendo sensori elettro meccanici di prevenzione e di allarme in caso di allagamenti, incendi, fughe di gas o la chiusura automatizzata accessi o infine la richiesta di intervento a gestione elettronico-digitale.
La domotica offre sofisticate soluzioni tecnologiche per migliorare la qualità della nostra vita tra le mura domestiche. Collegando a un unico server centrale diversi dispositivi elettronici, le nostre case divengono "intelligenti". Dal termostato che regola la temperatura di casa direttamente dallo smartphone al controllo remoto di luci, tapparelle e cancelli, passando per sistemi di sicurezza contro eventuali fughe di gas, furti e incendi. Tutto gestito a distanza dall'utente attraverso un telecomando, un touchscreen o un'interfaccia vocale.

Personal assistant

Un grosso ostacolo all'apprendimento di nuovi dispositivi, nella fattispecie dei Personal devices o personal assistant, e quindi ad una loro completa accettazione è senza dubbio l'interfaccia utente (UI) che fa da unico tramite tra l'uomo e il computer; con l'avvento dei dispositivi personali allo studio delle UI si è affiancato il concetto dell'esperienza utente (UX) per cui si è messo in atto un processo di semplificazione delle interazioni da dover compiere col dispositivo per ottenere nel più breve tempo possibile l'applicazione di una funzione richiesta. L'estrema semplificazione di questo paralle-

lismo UI-UX ha condotto all'eliminazione completa del medium operanto una ulteriore differenziazione degli apparati: nei casi di pura assistenza alle funzioni meccaniche del muoversi in uno spazio (Navigation assistant) il sistema si fonda sulla pura automazione tramite principi fisici quali fotocellule sensibili al movimento (luci automatiche e aperture porte) o sensibili alla luce (apertura chiusure perimetrali come serrande e tapparelle), affidando ad una interfaccia grafica solo le funzioni di Life Monitoring [6].

Navigation assistant

Tutto ciò che comporta movimentazione meccanica di elementi architettonici viene destinato alla gestione automatizzata per prossimità o per assenza. Si tratta infatti di dispositivi atti ad aumentare la visibilità dei percorsi nell'ambiente domestico automatizzato permettendo ad esempio l'accensione e lo spegnimento in base alla posizione dell'utente all'interno degli ambienti.
La gestione automatica dell'illuminazione supplementare a pavimento durante le ore notturne ad evidenziare i percorsi verso gli ambienti bagno e cucina possono effettivamente aumentare il comfort domestico; se questo concetto venisse concepito sistematicamente in un susseguirsi di automazioni anche combinate (luci + apertura porte) e sempre proiettate a favorire l'espletamento di una funzione necessaria, il miglioramento della qualità di vita risulterebbe essere esponenziale.

Life monitoring

Monitoraggio dei parametri vitali, screening remoto degli stessi da parte di strutture sanitarie attrezzate sono oggigiorno possibili tramite la digitalizzazione delle infrastrutture domestiche. Il proprio smartphone può infatti annoverare una serie di accessori sempre più sofisticati dal punto di vista della produzione industriale ma al contempo sempre più intelligenti ed autonomi. Il limite dell'apprendimento non è più tale nel momento in cui premendo una icona e replicando ciò che vedo sullo schermo si riesce ad esempio a misurare la pressione, la frequenza cardiaca e a ricevere in automatico lo storico di tali misurazioni senza dover necessariamente esser esperti informatici. Questo è l'avanzato livello che l'industria tecnologica può offrire permettendo che anche questo aspetto della vita di tutti i giorni possa essere governato dal sistema centralizzato ed entrare anch'esso nel circuito preventivo della robotica e della domotica applicata all'architettura.

Buone prassi architettoniche: il dettaglio

La progettazione troppo spesso si limita al rispetto dei dimensionamenti minimi obbligatori per andare incontro a richieste burocratiche proprie del mondo delle costruzioni, e mai abbastanza per fornire risposte tangibili a questioni prioritarie quale la prevenzione delle cadute e la completa fruizione da parte di utenti con ridotta o assente capacità motoria.
Spesso si associa l'adeguamento architettonico degli ambienti (nel senso sino ad ora trattato) come una deformazione della "bellezza" domestica e della sua integrità mediante l'uso di apparecchiature goffe ed ingombranti oppure tramite soluzioni vistose ed antiestetiche; è proprio secondo questo errato assunto che il progettista ha modo di elevare il proprio ruolo sociale tramite una semplice prassi: la cura del dettaglio.
Disegnare il dettaglio significa integrate soluzioni innovative in tutti quegli elementi che già caratterizzano l'ambiente domestico e che sono quindi già universalmente accettati come necessari: dal disegno di una scala "auto" illuminante al suo corrimano, allo stesso modo convertibile. Tutto può essere ri-progettato conferendo un'estetica il più delle volte anche superiore allo standard". La buona pratica passa quindi per il dettaglio, per lo studio approfondito delle soluzioni tecniche alla micro-scala che conterrà tutti gli accorgimenti sopra descritti per rendere l'ambiente domestico, non speciale, ma normale per tutti.

Conclusioni

Tra i fattori estrinseci riconosciuti come causa di cadute nell'anziano quelli architettonici hanno una importanza strategica. Aggregano ad una condizione strettamente clinica professionisti architetti preparati su tale importante problematica, in grado di pianificare le soluzioni più appropriate per minimizzare il rischio di cadute nell'ambiente domestico.
La solitudine degli anziani, ormai privati dell'assistenza che caratterizzava la famiglia patriarcale, rende pressocchè obbligatorio un approccio al problema anche dal punto di vista dell'architettura dell'abitazione; strumenti automatizzati, applicazioni domotiche o personal assistant sostituiscono o integrano professionalità che la società crea (caregiver) per garantire tale complessa assistenza.

Bibliografia

[1] Adami S, Bertoldo F, Brandi ML, et al. *Linee guida per la diagnosi, prevenzione e terapia dell'osteoporosi.* Reumatismo 2009;61:1-25.

[2] Ornati A. *Architettura e barriere: Storia e fatti delle barriere architettoniche in Italia e all'estero*. Milano: Franco Angeli Editore 2006.

[3] MIBACT Direzione generale per il paesaggio, le belle arti, l'architettura e l'arte Contemporanee. *Linee Guida per il superamento delle barriere architettoniche nei luoghi di interesse culturale*. Roma: Gangemi Editore Spa 2009.

[4] Decreto Ministeriale n° 236 del 14/06/1989.

[5] Bianchi R, Bandinelli A, Miori V. *Appunti di domotica*. Pisa: CNR-ISTI 2008.

[6] Neufert E. *Enciclopedia pratica per progettare e costruire*. Ottava edizione. Milano: Hoepli 2010.

■ **Indirizzo per la corrispondenza:** Arch. Gabriele Molfetta, via Passaggi 3/7, 16134 Genova - E-mail: g.molfetta@gmail.com