

Scienza & Sport

OTTOBRE/DICEMBRE 2020
EURO 5,00

48

- METODOLOGIA
- ALLENAMENTO
- CALCIO
- ATLETICA LEGGERA
- PALLACANESTRO
- SCI ALPINO
- ALIMENTAZIONE

I QUADERNI PER ALLENATORI E PREPARATORI



EDITORIALE SPORT ITALIA S.R.L. - VIA MASSECCO 12 - 20149 MILANO
TRIMESTRALE - ANNO XII - N° 48 - POSTE ITALIE SPA - SPEDIZIONE IN ABBONAMENTO POSTALE
D.L. 353/2003 (CONV. IN L. 27/2/2004 N. 46) ART. 1 COMMA 1, 4°/MI



Stabilometria

Un originale approccio

Durante la postura eretta, le regolazioni del corpo vengono eseguite continuamente dal sistema neuromuscolare per mantenere una *quite standing* con il minimo costo energetico (Gribble et al., 2007). Infatti, la postura eretta comporta sia movimenti volontari sia riflessi posturali che compensano le lievi oscillazioni del corpo (Kwon et al., 2014) attraverso la combinazione di segnali meccanici e cinestetici di recettori incorporati nella superficie della pelle, nei muscoli, nelle articolazioni/tendini che forniscono *input* al sistema nervoso centrale (Gribble et al.,

2007; Sforza, Eid & Ferrario, 2000). Attualmente, il metodo più utilizzato per verificare il controllo posturale è la valutazione degli spostamenti del centro di pressione (COP – Baldini et al., 2013; Lin et al., 2008; Pagnacco et al., 2015; Ruhe et al., 2010; Taylor et al., 2015). Il COP è il punto risultante della reazione al suolo e delle forze esterne che agiscono sull'area del corpo (Winter, 1990). La traiettoria del COP, quindi, negli ultimi 10 anni ha raccolto l'interesse della comunità scientifica perché considerata una stima robusta dei movimenti del centro di massa durante le attività del corpo (Masani et al., 2014). Recentemente, infatti lo *sway* del COP è stato utilizzato per valutare la postura statica

(Saripalle et al., 2014), l'asimmetria nei pazienti con ictus (Gasq et al., 2014), l'effetto di diverse condizioni dentali naturali o artificialmente corrette (Amaral et al., 2013; Baldini et al., 2013; Perinetti et al., 2010, 2012), quello di sessioni di riabilitazione per il recupero dell'equilibrio (Freyler et al., 2014), di sollecitazioni per migliorare il controllo motorio tra diversi professionisti dello sport (Asseman et al., 2008; Chapman et al., 2008; Sforza et al., 2003) o la variabilità dopo affaticamento muscolare (Bruniera et al., 2013). Il controllo dell'equilibrio, pur essendo *ipso-facto* il fattore imprescindibile per qualsiasi *performance* (Latash, 2012), ha incominciato a interessare molti allenatori, che hanno inserito specifiche *routine* di esercitazioni in condizioni di equilibrio instabile per stimolare la muscolatura profonda del *core* (Schmidt & Lee, 2011), mentre alcuni centri riabilitativi hanno verificato che spesso il recupero funzionale dipende molto più dal recupero del controllo motorio che da incrementi di forza (Neumann, 2008). L'utilizzo di sistemi stabilometrici è diventato, dunque, utile per una valutazione oggettiva del COP durante semplici prove di *standing* ripetute prima e dopo un intervento (allenante, riabilitativo, ortodontico o di

abstract

I sistemi stabilometrici sono diventati utili per una valutazione oggettiva del COP (centro di pressione) durante semplici prove di *standing*, prima e dopo periodi di allenamento specifici. Ma è corretto seguire i protocolli standard *barefoot* (a piedi nudi) per valutare lo *sway* del COP? In questo studio pilota si è dimostrato che valutare l'equilibrio con o senza scarponi da sci non è un aspetto indifferente in quanto l'arrangiamento corporeo viene fortemente influenzato. Nonostante la caviglia venga limitata nei suoi movimenti principali e in quelli accessori l'equilibrio viene meglio mantenuto anche oltre il 50%.

Parole chiave

- Barefoot
- Boots
- Stabilometria
- Sci

valutazione podometrica) oppure in situazioni dinamiche, nelle quali per esempio sono richiesti movimenti di semi-squat. Tutti questi approcci sono molto positivi perché basati su razionali che vogliono misurare variabili che negli anni passati erano considerate solo a livello soggettivo e approssimativo. Oggigiorno, però è necessario un incremento dell'accuratezza degli interventi e delle misurazioni. Perché verificare lo sway di un atleta a piedi nudi quando la sua performance gode di appoggi mediati da calzature? Perché imporre "passi" di standing univoci quando ogni persona "usa" larghezze dei piedi proprie? Perché imporre il mantenimento della stance con movimenti tibio-tarsici in flessione-estensione quando nel gesto gara (ad esempio nello sci alpino) l'equilibrio (sempre instabile) viene gestito con caviglie bloccate (scarponi) e lo spostamento del COM modulato attraverso attrezzi che agiscono sulla superficie di appoggio (lamine degli sci sulla neve)? Questi sono i quesiti che hanno fatto da razionale al presente studio pilota. Infatti, scopo di questo lavoro è stato quello di

verificare la differenza di sway del COP in sciatori di alto livello a piedi nudi e indossando i propri scarponi.

Materiale e metodi

Soggetti

Dopo il consenso informato dei genitori per aderire alle procedure sperimentali cinque adolescenti (**tabella A**) praticanti sci alpino a livello professionistico e partecipanti ai campionati nazionali hanno preso parte allo studio comparativo. In particolare, gli atleti hanno un'esperienza media di sci pari a 8 anni con un minimo annuo di pratica sugli sci di 500 ore e di 150 di esercitazioni a secco. Le ragazze partecipanti sono campionesse italiane nelle rispettive categorie (Under 16 e 14), mentre i ragazzi sono tra i 20 migliori giovani della classifica italiana.

Procedura

I giovani atleti, al termine del mese di agosto prima di una seduta di preparazione atletica a secco prevista dalla progettazione annuale agli inizi della stagione agonistica, sono stati invitati a effettuare un test stabilometrico della durata di 30 s. In particolare, in modo



autor



Walter Stacco

- DIPARTIMENTO DI SANITÀ PUBBLICA, MEDICINA SPERIMENTALE E FORENSE, UNIVERSITÀ DI PAVIA, PAVIA
- SCUOLA REGIONALE DELLO SPORT - LOMBARDIA

@wstacco@libero.it

Alessandro Giurelli

- CENTRO MOVE DIFFERENT - PISCINE DI VICENZA, VICENZA

Mattia Zanchetta

- CENTRO MOVE DIFFERENT - PISCINE DI VICENZA, VICENZA

Nicola Lovecchio

- DIPARTIMENTO DI SANITÀ PUBBLICA, MEDICINA SPERIMENTALE E FORENSE, UNIVERSITÀ DI PAVIA, PAVIA
- SCUOLA DI SCIENZE MOTORIE, UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI MILANO, MILANO

Tabella A

Caratteristiche antropometriche degli sciatori.

VALORI ANTROPOMETRICI				
Soggetti	Età (anni)	Peso (Kg)	Altezza (cm)	BMI (Kg/m ²)
M1	12	32	135	17,56
M2	13	37	160	14,45
M3	14	50	172	16,90
F1	13	59	170	20,42
F2	16	67	168	23,74

randomizzato hanno eseguito il test senza calzature (*barefoot* – **foto 1**) e coi propri scarponi (*boots* – **foto 2**) sulla pedana ProKin252 (*Tecnobody, Dalmine - Bg*), cercando, grazie al *visual feedback* dello schermo (condizione sperimentale a occhi aperti), di mantenere il COP all'interno della circonferenza più piccola (**figura 1**). Ogni tipologia di prova è stata ripetuta con gli occhi aperti (OA) e chiusi (OC), tenendo sempre l'ordine casuale delle quattro prove. Tra le prove è intercorso un periodo di 30 min per minimizzare l'effetto apprendimento.

Foto 1

Esame a piedi nudi.

Foto 2

Esame con gli scarponi.

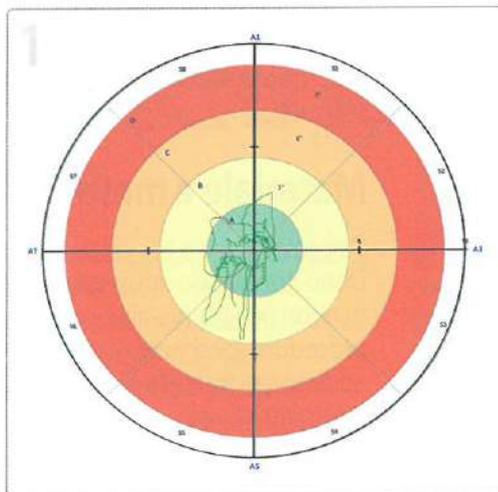


Figura 1

Immagine del *display* dove compare il tracciato del COP. La circonferenza verde rappresenta la zona più ristretta (4 cm) di spostamento intorno al punto di partenza.

Tabella B

Dati medi della velocità di movimento del COP nelle due direzioni.

Tabella C

Dati assoluti dell'area dell'ellisse standard contenente il *path* del COP e la sua lunghezza

Analisi dati

Il *software* originale della pedana stabilometrica permette in tempo reale al termine di ogni prova di visualizzare le informazioni metriche relative allo *sway* del COP. In particolare, la lunghezza dello spostamento del COP (mm) e l'area dell'ellisse standard, cioè l'ovale che contiene il 95% del tracciato generato nello spazio (mm²). Il sistema inoltre fornisce la

velocità media (mm/s) di spostamento del COP distinguendole nelle sue componenti laterale (V-ML) e antero-posteriore (V-AP).

Risultati

I valori delle velocità di *sway* nelle direzioni ML e AP sono riportati nella **tabella B**, mentre quelli dell'area dell'ellisse standard e della lunghezza del

	VELOCITÀ M-L (m/s)				VELOCITÀ A-P (m/s)			
	Barefoot		Boots		Barefoot		Boots	
	OA	OC	OA	OC	OA	OC	OA	OC
M1	6,07	9,33	6,46	16,5	7,15	7,35	7,29	12,3
M2	4,57	8,89	4,59	8,06	5,96	11,2	6,22	9,14
M3	5,11	11,4	4,76	5,07	7,45	14,1	6,83	6,74
F1	5,25	8,9	3,56	4,08	5,57	13,4	5,31	4,93
F2	4,04	5,71	3,36	4,05	4,58	8,2	6,06	4,98

	AREA (mm ²)				LUNGHEZZA (mm)			
	Barefoot		Boots		Barefoot		Boots	
	OA	OC	OA	OC	OA	OC	OA	OC
M1	124,81	129,6	83,06	437,76	318,07	392,21	328,94	680,75
M2	180,98	552,28	42,55	169,36	252,22	468,39	257,99	413,16
M3	285,19	530,03	83,78	133,07	299,84	597,68	279,67	281,24
F1	122,99	555,42	41,56	60,45	259,82	534,65	211,23	215,51
F2	167,63	485,13	23,34	90,77	208,43	334,79	226,09	216,68

path del COP sono evidenziati nella **tabella C**.

In linea generale la V-ML si attesta intorno ai 6,48 m/s, mentre la V-AP a circa 7,7 m/s, che corrispondono a 3 m/h. I ragazzi più leggeri (M1, M2) hanno fatto registrare valori di V-ML più alti nella condizione OA, mentre in linea generale l'assetto coi *boots* ha palesato velocità più lente.

Con OC tutti i soggetti sono più lenti nel gestire il COP tranne il ragazzo più leggero.

Situazione opposta per quanto riguarda il la V-AP: in generale gli atleti mostrano velocità maggiori con i *boots* a OA, mentre a OC questo parametro tende a diminuire. L'area dell'ellisse standard a OA è sempre più ampia (fino al 70%) nella condizione *barefoot* rispetto alla *boots*. A occhi chiusi le aree si riducono mantenendo lo stesso scarto fra le condizioni

dei piedi tranne per il soggetto più leggero.

Nella **figura 2** si evidenziano gli andamenti dei 5 soggetti nelle 4 condizioni sperimentali. La lunghezza dello *sway* a OA si rileva maggiore nella condizione *boots* (5% in più), mentre a occhi chiusi minore del 22%.

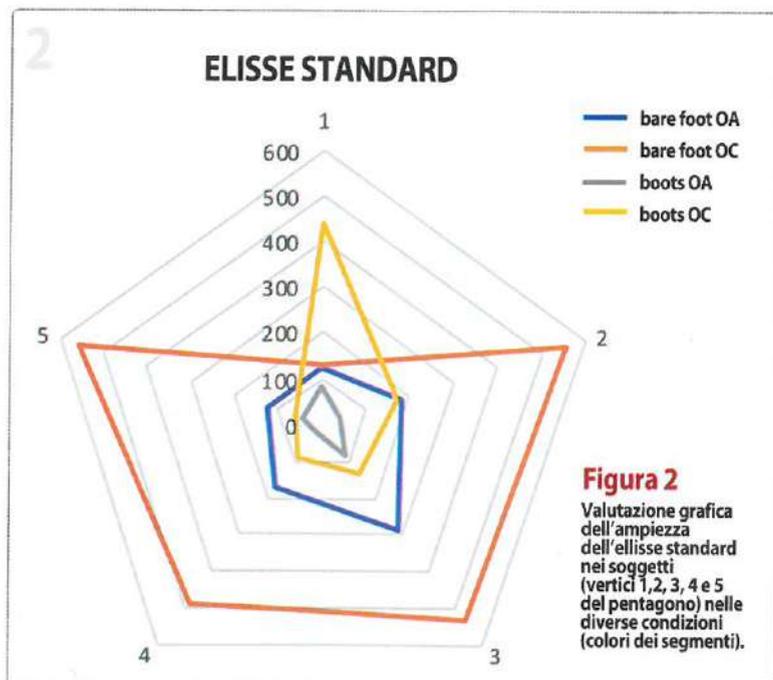
Discussione

Questo semplice lavoro comparativo ha cercato di evidenziare come l'**equilibrio** sia negli sport **altamente disciplina-specifico**.

Innanzitutto, bisogna ricordare che l'equilibrio viene gestito a livello dell'uomo da una sovrapposizione di interventi (Wade & Jones, 1997): quello riflesso, automatizzato e quello volontario (corticale). Questa sinergia dei tre livelli del sistema nervoso rendono l'equilibrio un fattore di difficile studio a livello

di *assessment* scientifico per la sua bassa ripetibilità a lungo termine (Lovecchio et al., 2017). Inoltre, condizioni di laboratorio "forzano" la *natural stance* dei soggetti che trovano immediatamente forze interne di disequilibrio quando nella normalità quotidiana sarebbero un fattore di aiuto (Sforza et al., 2006). Allo stesso tempo, le valutazioni scientifiche in studi *cross-sectional* o *pre-post* devono comunque affidarsi a procedure standard; è stato quindi lo scopo degli Autori dimostrare che sarebbe importante eliminare, per quanto possibile, fattori confondenti o limitanti come per esempio la valutazione a piedi nudi per soggetti sani che non soffrono di disequilibri e che hanno interesse a conoscere il loro "sistema di controllo" nelle condizioni di gara... ovvero ciò per cui si allenano.

I dati tra le valutazioni svolte *barefoot* e *boots* sono molto espliciti. Le prove con gli scarponi da sci inducono il complesso di aggiustamento corporeo a muoversi maggiormente (5% in più del *path*), ma con una superficie minore (area dell'ellisse ridotta fino al 70%). Questo significa che gli sciatori, come già scoperto dopo protocolli di allenamenti di forza (Sforza et al., 2013), interpretano il controllo dell'equilibrio con minor ampiezza e più micromovimenti. In particolare i nostri sciatori hanno una riduzione della velocità di spostamento nel senso latero-laterale (effetto contrario a quanto accade nei soggetti anziani - Batista et al.,



2014), mentre tendono ad aumentare la velocità in direzione antero-posteriore, che probabilmente è la loro tendenza tipica del gesto gara. Come già visto in altre ricerche, la condizione a occhi chiusi induce movimenti meno ampi perché a livello subcorticale il soggetto con un canale percettivo in meno (la vista) "contiene" il suo movimento a favore di una maggior attenzione alle sensazioni vestibolari e propriocettive. Concludendo, questi risultati dimostrano che valutazioni più in linea con il gesto gara o che meglio simulano condizioni antropometriche della disciplina (in questo caso la presenza degli

scarponi) portano a risultati molto diversi da condizioni considerate standard in altri contesti. Dal punto di vista funzionale e pertanto dell'impostazione di allenamenti a secco, ad esempio, si potrebbero correggere gli *aims* (obiettivi): non è necessario lavorare sugli *sway* laterali in quanto già ridotti in ampiezza e velocità così come sul "senso di equilibrio" generale (ellisse standard media riconducibile a un quadrato di 7 cm). Sarebbe importante invece porre attenzione ai movimenti AP che, con l'aiuto di un tecnico, dovranno essere meglio orientati. Infatti, è sempre corretto bloccare alcuni movimenti se questi sono specifici dell'interpretazione di un gesto sportivo?

Sarebbe dunque opportuno, nelle sedute di preparazione fisica, inserire esercizi specifici con l'utilizzo dell'attrezzo scarpone? E con quale tipologia di stimolo allenante? In più sarebbe conveniente riflettere se la progettazione dello strumento scarpa tiene conto anche delle variazioni funzionali dell'abilità motoria per eccellenza: l'equilibrio (Schmidt & Lee, 2011). Secondo la nostra ricerca non vi sono studi in tal senso, ma è limitato pensare lo strumento scarpone (sci/piastra/attacco) solo come un mezzo per il trasferimento delle forze per il massimo rendimento in gara. Di frequente nell'allenamento a secco si dimentica o trascurava l'assetto posturale dell'atleta in gara e le condizioni che possono limitare la normale kinesiologia: flessione dorsale e plantare di caviglia che, ad esempio, influenzano la flessione del ginocchio e la potenza in estensione degli arti inferiori (Neumann, 2008; Winter, 1990). In questo caso lo studio di uno scarpone dovrebbe concentrarsi anche sulla calzata come criterio che, in realtà, favorisce molto le abilità motorie di equilibrio e di espressione di forza per la sola modifica dell'arrangiamento corporeo. Questo non è trascurabile, in quanto la performance finale è da intendersi come sommatoria delle interrelazioni atleta, strumento scarpa, tecnica, condizioni e specialità praticata, dove spesso nell'arco di 1,5 s (a fronte di un minuto di gara) si piazzano trenta atleti. ■

biblio

segue a pagina 96

- Amaral, A. P., Politti, F., Hage, Y. E., Arruda, E. E. C., Amorim, C. F., & BIASOTTO-GONZALES, D. A. (2013). Immediate effect of nonspecific mandibular mobilization on postural control in subjects with temporomandibular disorder: A single-blind, randomized, controlled clinical trial. *Brazilian Journal of Physical Therapy*, 17, 121-127.
- Asselman, F. B., Caron, O., & Cremieux, J. (2008). Are there specific conditions for which expertise in gymnastics could have an effect on postural control and performance? *Gait and Posture*, 27, 76-81.
- Baldini, A., Nota, A., Assi, V., Ballanti, F., & Cozza, P. (2013). Intersession reliability of a posturo-stabilometric test, using a force platform. *Journal of Electromyography and Kinesiology*, 23, 1474-1479.
- Batista WO, Alves Junior Ede D, Porto F, Pereira FD, Santana RF, Gurgel JL. (2014). Influence of the length of institutionalization on older adults' postural balance and risk of falls: a transversal study. *Rev Lat Am Enfermagem*. 22 (4): 645-53.
- Bruniera, C. A. V., Rogério, F. R. P. G., & Rodacki, A. L. F. (2013). Stabilometric response during single-leg stance after lower limb muscle fatigue. *Brazilian Journal of Physical Therapy*, 17, 464-469.
- Chapman, D. W., Needham, K. J., Allison, G. T., Lay, B., & Edwards, D. J. (2008). Effects of experience in a dynamic environment on postural control. *British Journal of Sports Medicine*, 42, 16-21.
- Freyler, K., Welten, E., Gollhofer, A., & Ritzmann, R. (2014). Improved postural control in response to a 4-week balance training with partially unloaded bodyweight. *Gait and Posture*, 40, 291-296.
- Gasq, D., Labrunee, M., Amarantini, D., Dupui, P., Montoya, R., & Marque, P. (2014). Between-day reliability of centre of pressure measures for balance assessment in hemiplegic stroke patients. *Journal of NeuroEngineering and Rehabilitation*, 21, 11-39.
- Gribble, P. A., Tucker, W. S., & White, P. A. (2007). Time-of-day influences on static and dynamic postural control. *Journal of Athletic Training*, 42, 35-41.
- Kwon, Y. H., Choi, Y. W., Nam, S. H., & Lee, M. H. (2014). The influence of time of day on static and dynamic postural control in normal adults. *Journal of Physical Therapy Science*, 26, 409-412.
- Latash ML. Fundamentals of motor control. Academic Press: Elsevier; San Diego (USA). 2011.
- Lovecchio N, Zago M, Perucca L, Sforza C. (2017). Short-Term Repeatability of Stabilometric Assessments. *J Mot Behav*. 49 (2):123-128.
- Lin, D., Seol, H., Nussbaum, M. A., & Madigan, M. L. (2008). Reliability of COP-based postural sway measures and age-related differences. *Gait and Posture*, 8, 337-342.
- Masani, K., Vette, A. H., Abe, M. O., & Nakazawa, K. (2014). Center of pressure velocity reflects body acceleration rather than body velocity during quiet standing. *Gait and Posture*, 39, 946-952.
- Neumann D. *Kinesiologia of the Musculoskeletal System*. Foundations for Rehabilitation, 3rd Edition. 2008, Mosby
- Pagnacco, G., Carrick, F. R., Wright, C. H., & Oggero, E. (2015). Between-subjects differences of within-subject variability in repeated balance measures: Consequences on the minimum detectable change. *Gait and Posture*, 41, 136-140.
- Perinetti, G., Contardo, L., Silvestrini-Biavati, A., Perdoni, L., & Castaldo, A. (2010). Dental malocclusion and body posture in young subjects: A multiple regression study. *Clinics (Sao Paulo)*, 65, 689-695.
- Perinetti, G., Marsib, L., Castaldo, A., & Contardo, L. (2012). Is postural platform suited to study correlations between the masticatory system and body posture? A study of repeatability and a meta-analysis of reported variations. *Progress in Orthodontics*, 13, 273-280.
- Ruhe, A., Fejer, R., & Walker, B. (2010). The test-retest reliability of centre of pressure measures in bipedal static task conditions—A systematic review of the literature. *Gait and Posture*, 32, 436-445.
- Sariपाले, S. K., Paiva, G. C., Clett, T. C. III, Derakhshani, R. R., King, G. W., & Lovelace, C. T. (2014). Classification of body movements based on posturographic data. *Human Movement Science*, 33, 238-250.

www.scienzaesport.it