



Ita. J. Sports Reh. Po.

Italian Journal of
Sports Rehabilitation and Posturology

2139

Progetto VELASCO. La Valutazione del profilo individuale dell'Atleta come fulcro della preparazione fisica nel volley femminile giovanile. Parte 1

Michela Franchini ¹, Francesca Denoth ², Gioele Salvadori ³, Luca Trotta ⁴, Giovanni Santarelli ⁵

¹ *Istituto di Fisiologia Clinica. Consiglio Nazionale delle Ricerche, Pisa; ricercatore epidemiologo. Ricercatore epidemiologo, Responsabile Scientifico Data Learn Lab.*

² *Istituto di Fisiologia Clinica. Consiglio Nazionale delle Ricerche, Pisa; tecnico della ricerca esperto in nutrizione. Tecnico della ricerca esperto in nutrizione, membro del Data Learn Lab.*

³ *Preparatore fisico, VBC Ambra Cavallini Volleyball Team.*

⁴ *Fisiokinetic s.n.c, Pisa, Head of high performance and rehab trainers.*

⁵ *Fisiokinetic s.n.c, Pisa, Responsabile Fisioterapia e Riabilitazione.*



ABSTRACT.

Introduzione. Così come la medicina si sta orientando sempre più verso l'approccio personalizzato, si ritiene che anche in ambito sportivo giovanile debbano essere poste in essere azioni preventive strutturate sulla base del profilo individuale di ciascun atleta, con l'obiettivo di potenziarne le capacità coordinative e condizionali nella fase di preparazione atletica e di limitare il rischio di infortunio. Il progetto VELASCO si configura come uno studio pilota per individuare un set di informazioni minime che risultino rilevanti nella definizione di percorsi di preparazione fisica personalizzati e nel monitoraggio dell'efficacia degli stessi.

Metodi. Il progetto ha coinvolto un campione opportunistico di 15 atlete, nate fra il 2008 e il 2009, appartenenti ad una squadra di volley giovanile. Lo studio ha previsto la somministrazione ai genitori delle atlete di un questionario strutturato ad hoc con l'obiettivo di ottenere informazioni preliminari relative ad eventuali perturbazioni dei recettori tonico posturali (podalico, sistema oculare, stomatognatico, vestibolare) e per effettuare una prima anamnesi delle ragazze (dolori ricorrenti, infortuni pregressi, condizioni di fatica muscolare e contratture frequenti), completata successivamente durante la visita posturale.

Attraverso il questionario, inoltre, sono state indagate quelle caratteristiche psicologiche ritenute maggiormente correlate con stati muscolo tensivi e la compatibilità delle abitudini alimentari delle ragazze con un quadro di corretto apporto nutrizionale, in accordo con i principi della dieta mediterranea. La composizione corporea delle atlete è stata valutata utilizzando il rapporto fra circonferenza vita ed altezza (WtHR - Waist to Height Ratio).

Le atlete sono state sottoposte a 2 valutazioni (baseline e intermedia): alla visita posturale iniziale sono seguite due valutazioni strumentali condotte utilizzando (a) pedana stabilometrica per la valutazione della stabilità posturale, (b) kit per l'esecuzione del protocollo Functional Movement Screen – FMS orientato alla valutazione delle limitazioni funzionali e delle asimmetrie e (c) sistema Optojump per la valutazione delle capacità condizionali e coordinative dell'atleta durante l'esecuzione di un Counter Movement Jump.

Risultati. I risultati descritti sono relativi al confronto fra le caratteristiche posturali desunte dalla visita iniziale e dal questionario anamnestico e i valori strumentali rilevati al baseline. La relazione fra WtHR e abitudini alimentari risulta non statisticamente significativa, anche considerando la classe di appartenenza rispetto al valore mediano dell'età. Questo risultato sembra suggerire che le differenze in termini di massa corporea possano dipendere da fattori indipendenti dal corretto intake nutrizionale come, ad esempio, il fisiologico sviluppo della massa muscolare a discapito di quella grassa, correlato al progredire dell'età.

In relazione all'identificazione di un profilo posturale specifico, i risultati del progetto VELASCO sembrano confermare la relazione fra alcuni parametri stabilometrici e posturometrici e i paramorfismi relativi al dorso ed evidenziare la presenza di compensi più o meno marcati nell'esecuzione di alcuni movimenti funzionali nelle atlete con paramorfismi rispetto alle altre.

In particolare la quota di atlete che presenta perturbazioni ad uno o più recettori del Sistema Tonico Posturale è piuttosto elevata, così come quella delle atlete che manifestano segni paramorfici più o meno marcati, soprattutto relativamente alla riduzione/aumento delle frecce cervicale e lombare (rispettivamente 60% e 56,6%), alla presenza di salienza scoliotica di varia entità (66,7%) e di bascule sia in inclinazione (86,7%) che rotazione (66,7%).



La quota complessiva di atlete con evidenti segni di rigidità della catena posteriore è rilevante (60%); altrettanto interessante è la prevalenza di contratture dichiarate dai genitori (46,7%), principalmente a carico della zona lombare e delle spalle. Il 40% delle atlete manifesta anche blocco scapolo omerale compreso fra i 30 e i 40 gradi.

Confrontando le evidenze emerse dalla visita con i valori stabilometrici rilevati attraverso l'uso della pedana, si evidenziano alcune relazioni statisticamente significative: (a) tendenza alla maggiore anteriorizzazione del baricentro fra le atlete con marcata rigidità rispetto a quelle con catena posteriore normoestesica, (b) minore lateralizzazione verso destra dell'escursione massima del baricentro (BXmax) e riduzione della varianza di oscillazione sul piano frontale (VarX) nelle atlete che presentano evidenza di salienza scoliotica più o meno marcata. Nelle stesse atlete si rileva anche una tendenza ad una minore velocità di oscillazione (V), variazione della velocità di oscillazione (VARVEL), dimensione dell'area (AR) e della lunghezza del percorso (PR) relativo al gomito posturale. L'analisi dell'indice di Romberg posturale, calcolato sia in relazione all'area del gomito posturale (AR) che alla lunghezza del percorso (PR), ha mostrato una tendenza più o meno marcata fra le atlete nell'utilizzo della vista per il controllo della postura ortostatica: fra le ragazze che utilizzano lenti correttive e tra quelle con difetti di convergenza o con deficit di propriocezione, la vista sembra influenzare maggiormente la capacità di equilibrio.

Conclusioni. Nonostante le limitazioni insite in un progetto pilota non consentano la validazione di questo modello con una sufficiente evidenza statistica, i risultati ottenuti sono comunque già di per sé sufficienti per promuovere una cultura dell'approccio sistemico al giovane atleta.

Keywords. Sistema Tónico Posturale, paramorfismi, dismorfismi, posturologia, prevenzione, infortuni da overuse



Citation. Franchini M., Denoth F., Salvadori G., Trotta L., Santarelli G. , *Progetto VELASCO. La Valutazione del profilo individuale dell'Atleta come fulcro della preparazione fisica nel volley femminile giovanile. Parte 1 ; Ita. J. Sports Reh. Po ; 2022; 9 (21); 3;2 ; 2139 -2156 ; . ISSN 2385-1988 [online] ;ISBN 007-111-19-55; CGI J OAJI 0,101)]. Published Online. Open Access (OA) publishing. **Authorship Credit:** "Criteria authorship scientific article" has been used "Equal Contribution" (EC). **Corresponding Author :** Dott.ssa Michela Franchini c/o Area della Ricerca di Pisa - Via Moruzzi 1, 56124 Pisa . Tel. 3392213386 - 050 3152095 , email : michela.franchini@ifc.cnr.it*

INTRODUZIONE

2142

Tradizionalmente in ambito sportivo dilettantistico, ed in particolare in relazione agli sport di squadra, l'approccio all'atleta è guidato principalmente da una differenziazione per ruolo piuttosto che dalle caratteristiche morfo-funzionali individuali. Ciò appare ancor più evidente in quelle età (*proceritas secunda*) in cui la disciplina specifica ancora non impone un ruolo predefinito e l'approccio all'atleta è veicolato dall'approccio alla squadra nella sua interezza. Paradossalmente è proprio in questa fase di sviluppo, invece, che si possono instaurare disarmonie morfologiche e funzionali che possono perturbare il Sistema Tónico Posturale (STP) generando uno schema del proprio corpo falsata e un conseguente disequilibrio fra muscoli agonisti e antagonisti [1,2] ed incrementare il rischio di infortuni da *overuse*. Tali perturbazioni, inoltre, sono spesso relazionate ad altri fattori intrinseci ed estrinseci (problematiche psicologiche, alimentazione squilibrata, carichi eccessivi, patologie croniche, etc). La consapevolezza della complessità dei determinanti e delle relazioni che si possono instaurare fra un dismorfismo, i suoi determinanti e la sua manifestazione clinica è l'elemento portante di questo lavoro. L'ipotesi di riferimento è quella secondo cui ogni condizione (muscolo-scheletrica, neurofisiologica e bio-psicosociale) che disturbi l'omeostasi di un organismo determina una serie di reazioni allostatiche [3,4]: quando le variazioni allostatiche eccedono i limiti omeostatici, si ha un sovraccarico allostatico che porta a conseguenze fisiopatologiche. In relazione all'equilibrio corporeo, assume particolare importanza la stiffness passiva delle strutture muscolotendinee, che è responsabile per un 65%-90% della capacità dell'organismo di opporsi al momento torcente dovuto alla forza gravitazionale [5], considerata come la forza esterna che agisce con maggiore intensità sull'equilibrio corporeo.

L'effetto perturbante della forza gravitazionale si somma a quello di altre forze interne fisiologiche (battito cardiaco e respirazione) e non fisiologiche dovute, invece, al disequilibrio fra muscoli agonisti e antagonisti. Il risultato di queste perturbazioni determina la continua accelerazione del corpo umano intorno al suo Centro di Gravità. [5]. È evidente, quindi, come le reazioni allostatiche che l'organismo mette in atto per mantenere la propria fitness siano fortemente determinate dalle competenze motorie di ogni soggetto e dal livello di efficienza che esprime nei movimenti fondamentali (funzionali) [6], ovvero dal suo profilo di movimento.

In ambito riabilitativo, il concetto di "profilo di movimento" è ormai ampiamente validato e rappresenta il target di molti programmi di screening utilizzati sia in fase di preparazione atletica prima di un nuovo macrociclo di attività, sia nella fase di riabilitazione dopo infortunio sportivo [6,7]. In entrambe le situazioni, infatti, l'obiettivo deve essere quello di individualizzare quanto possibile il training dell'atleta in base anche alle sue caratteristiche. Il presente lavoro nasce dalla consapevolezza che somministrare carichi inadeguati su strutture soggette a compenso posturale può determinare l'insorgenza di dismorfismi e incrementare la probabilità di infortuni sportivi e dalla convinzione che un approccio individualizzato e sistemico all'atleta può

rapresentare una strategia di prevenzione efficace e un investimento sostenibile anche da parte delle associazioni sportive dilettantistiche. Il progetto VELASCO si pone l'obiettivo di traslare l'approccio personalizzato [8-10], utilizzato in sanità, anche nell'ambito sportivo e si configura come uno studio pilota per verificare l'efficacia di un modello di valutazione integrato e di preparazione fisica individualizzata atto a prevenire problematiche osteo-muscolari a breve e lungo termine.

MATERIALI E METODI

2143

Lo studio VELASCO ha previsto l'arruolamento di un campione opportunistico di 15 atlete appartenenti ad una squadra di volley del settore giovanile, nate fra il 2008 e il 2009, reclutate in accordo con i seguenti criteri di inclusione:

- possesso di valida certificazione medico sportiva, come previsto da normativa federale;
- formale autorizzazione alla partecipazione allo studio fornita dai genitori/tutori legali, attraverso la compilazione e validazione dell'opportuno consenso informato approvato dalla Commissione per l'Etica della Ricerca e la Bioetica del CNR (approvazione redatta in data 18.10.2019).

Le ragazze sono state sottoposte a due step valutativi (valutazione al baseline e valutazione intermedia) che hanno previsto una visita posturale iniziale e due valutazioni strumentali condotte utilizzando: (a) pedana stabilometrica per la valutazione della stabilità posturale, (b) kit per l'esecuzione del protocollo Functional Movement Screen – FMS [6,7] orientato alla valutazione delle limitazioni funzionali e delle asimmetrie e (c) sistema Optojump per la valutazione delle capacità condizionali e coordinative dell'atleta durante l'esecuzione di un *Counter Movement Jump*.

In considerazione dell'età delle atlete valutate e degli obiettivi del progetto, in questa sperimentazione sono stati utilizzati soltanto i seguenti test del protocollo FMS: *deep squat*, *active straight-leg raise* e *rotatory stability*. Per ogni test sono stati attribuiti i punteggi da 0 a 3, come previsto da protocollo, distinti per emilato corporeo laddove prevista l'esecuzione bilaterale [6,7].

Durante la valutazione posturale, condotta ponendo le atlete in posizione di ortostatismo con le braccia in posizione rilassata ai lati del corpo, piedi paralleli e divaricati e con gli occhi all'orizzonte, abbiamo proceduto alla valutazione dei seguenti parametri [1]:

- piano sagittale: anteriorità/posteriorità, freccia cervicale e lombare, blocco scapolo-omerale, flessione ginocchia;
- piano frontale: bascula spalle, bascula bacino, allineamento del capo, valgismo/varismo ginocchio
- piano trasverso: rotazioni cingolo scapolo-omerale, bacino
- osservazione in *forward bending*: salienza scoliotica, rigidità della catena posteriore

- recettore podalico: appoggio plantare in termini di piattismo/cavismo e varismo/valgismo del talo
- recettore oculare: difetti di convergenza (Test di Convergenza)
- recettore vestibolare: Test di Romberg per verificare l'equilibrio posturale tonico e la funzione dell'apparato vestibolare
- test specifici per la diagnosi di eventuali problematiche rilevate: test per conflitto sub acromiale, test per la cuffia dei rotatori, test di Thomas.

La valutazione stabilometrica è stata condotta utilizzando la pedana Lizard, con riferimento ad un protocollo di base che prevede una registrazione standard, della durata di 51,2 secondi con una frequenza di campionamento di 10 HZ, per l'acquisizione dei parametri stabilometrici e posturografici nel corso di tre specifiche tipologie di rilevazione: ad occhi aperti, denti a stretto contatto (massima intercuspidação - MI); ad occhi aperti, arcate dentali svincolate (rest position - RP); ad occhi chiusi, arcate dentali svincolate (EC).

Per ognuna delle tre condizioni descritte sono stati acquisiti i principali parametri di oscillazione del Centro di Pressione (CdP), relativi allo statokinesiogramma di ogni atleta. E' stato calcolato, inoltre, l'indice di Romberg posturale come rapporto fra i valori rilevati nella prova ad occhi chiusi (EC) rispetto a quella ad occhi aperti (RP) relativamente all'area e alla lunghezza del percorso effettuato dal Centro di Pressione (CdP).

Le ragazze sono state posizionate sulla pedana stabilometrica ponendo particolare attenzione alla posizione dei piedi rispetto ai punti di riferimento standard tracciati sulla pedana stessa, in accordo con quanto evidenziato da Chiari *et al.* [11] circa la necessità di standardizzare le rilevazioni posturometriche.

A seguito della elevata variabilità fra le atlete, le misurazioni posturografiche sono state normalizzate dividendole per l'altezza delle ragazze [11]: la significatività statistica dei parametri considerati non si è modificata e si è scelto di presentare, nei risultati, i valori non standardizzati per favorire un'interpretazione più immediata dell'ampiezza delle oscillazioni.

Fra le numerose variabili desumibili dalle analisi dello statokinesiogramma, la variazione di velocità delle oscillazioni e l'area del gomito posturale sembrano essere rispettivamente quelle con la maggiore e con la minore attendibilità [12], mentre la velocità delle oscillazioni sembra mostrare la maggiore specificità nel descrivere differenze nell'instabilità fra differenti gruppi di soggetti a confronto [13].

Contestualmente, ai genitori delle atlete è stato somministrato un questionario strutturato ad hoc con l'obiettivo di ottenere informazioni preliminari relative ad eventuali perturbazioni dei recettori tonico posturali (podalico, sistema oculare, stomatognatico, vestibolare) e per effettuare una prima anamnesi delle atlete (dolori ricorrenti, infortuni pregressi, condizioni di fatica muscolare e contratture frequenti), completata successivamente durante la visita posturale. Attraverso il questionario, inoltre, sono state indagate quelle caratteristiche psicologiche ritenute maggiormente correlate con stati muscolo tensivi [14] e la compatibilità delle abitudini alimentari delle

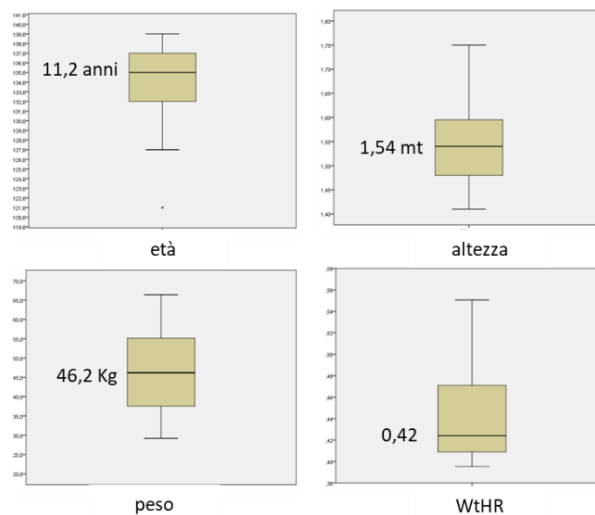
ragazze con un quadro di corretto apporto nutrizionale in accordo con i principi della dieta mediterranea. Fra le due fasi valutative, le atlete sono state sottoposte ad un training di preparazione fisica specifica e individualizzata della durata di sette settimane, con cadenza bisettimanale. Il presente lavoro riguarda soltanto la relazione fra le caratteristiche anamnestiche e posturali delle atlete e i risultati desunti nella fase di valutazione stabilometrica al *baseline*.

RISULTATI

2145

Nei grafici seguenti (Fig. 1) sono riportate le distribuzioni delle principali caratteristiche rilevate sulle 15 atlete partecipanti al progetto VELASCO: come già evidente ad un primo sguardo le atlete mostrano una discreta variabilità in relazione a tutti i parametri rilevati.

Figura 1. Distribuzione dei principali parametri rilevati sulle atlete



Oltre all'età e ai consueti parametri antropometrici è stato valutato anche il rapporto fra circonferenza vita ed altezza (WtHR - Waist to Height Ratio), quale indicatore di massa corporea. In accordo con la letteratura di settore, tale parametro è considerato maggiormente informativo rispetto al tradizionale Body Mass Index, soprattutto nelle età giovanili [15]. In relazione al WtHR, fra le 15 atlete analizzate soltanto 3 si pongono di poco al di sopra del valore di 0,5, considerato come indicatore di sovrappeso (Tab.1). La relazione fra WtHR e abitudini alimentari delle atlete (desunte dallo score alimentare calcolato utilizzando il questionario compilato dai genitori) risulta non significativa, anche considerando la classe di appartenenza rispetto al valore mediano dell'età (test Chi-quadrato con correzione di Yates: $p=0,08$).

Questo risultato sembra suggerire che le differenze in termini di massa corporea possano dipendere da fattori indipendenti dal corretto *intake* nutrizionale come, ad esempio, il fisiologico sviluppo della massa muscolare a discapito di quella grassa, correlato al progredire dell'età. A conferma di questa ipotesi, i valori della distribuzione

cumulativa dei punteggi dello score alimentare rilevati sulle atlete si attestano tutti fra il 25esimo e il 75esimo percentile della distribuzione teorica dello score (mediana= 58 punti), quale indicazione di una generalizzata consapevolezza dei genitori verso una alimentazione bilanciata.

Tabella 1. Confronto fra classe di massa corporea e abitudini alimentari per classe di età.

Età	aderenza dieta mediterranea	massa corporea		totale
		WtHR<0,5	WtHR≥0,5	
<11,25 anni	medio bassa (≤58 pt.)	5		5
	medio alta (>59 pt.)		2	2
>11,25 anni	medio bassa (≤58 pt.)	1		1
	medio alta (>59 pt.)	6	1	7
totale		12	3	15

2146

In Tabella 2 sono sintetizzate le maggiori evidenze emerse durante la visita posturale o desunte dal questionario compilato dai genitori.

In generale la quota di atlete che presenta perturbazioni ad uno o più recettori del STP è piuttosto elevata, così come quella delle atlete che manifestano segni paramorfici più o meno marcati, soprattutto relativamente alla riduzione/aumento delle frecce cervicale e lombare (rispettivamente 60% e 56,6%), alla presenza di salienze scoliotiche di varia entità (66,7%) e di bascule sia in inclinazione (86,7%) che rotazione (66,7%).

Il 33,3% delle atlete mostra sia marcata rigidità della catena posteriore che presenza di una salienza scoliotica più o meno importante: fra queste l'80% presenta anche bascule in inclinazione sul piano frontale (principalmente controlaterale).

Come da atteso, sia a seguito dello sport praticato sia in relazione all'età delle ragazze, la quota complessiva di atlete con evidenti segni di rigidità della catena posteriore è rilevante (60%); altrettanto interessante è la prevalenza di contratture dichiarate dai genitori (46,7%) e principalmente a carico della zona lombare e delle spalle. I due risultati precedenti non risultano statisticamente correlati al test Chi quadrato ($p=0,93$). Il 40% delle atlete manifesta anche blocco scapolo omerale compreso fra i 30 e i 40 gradi. Anche i punteggi dei test FMS (*deep squat*, *rotatory stability*, *active straight-leg raise - ASLR*) non risultano statisticamente correlati alla presenza di rigidità della catena posteriore, sebbene i punteggi inferiori in *deep squat* e *active straight-leg raise* siano più frequenti fra coloro che manifestano tale condizione e il test *rotatory stability* evidenzia un'asimmetria fra emilato destro e sinistro nel 22% delle atlete con rigidità rispetto al 16,7% delle altre.

Le atlete che manifestano asimmetria ($n=3$) al *rotatory stability* test sono caratterizzate tutte da scapulum anteriore e, nei 2/3 dei casi, presenza di bascule in inclinazione, in rotazione, deficit propriocettivo e perturbazione del recettore podalico (cavismo/piattismo). Queste associazioni non risultano statisticamente significative, ma sono comunque rilevanti.

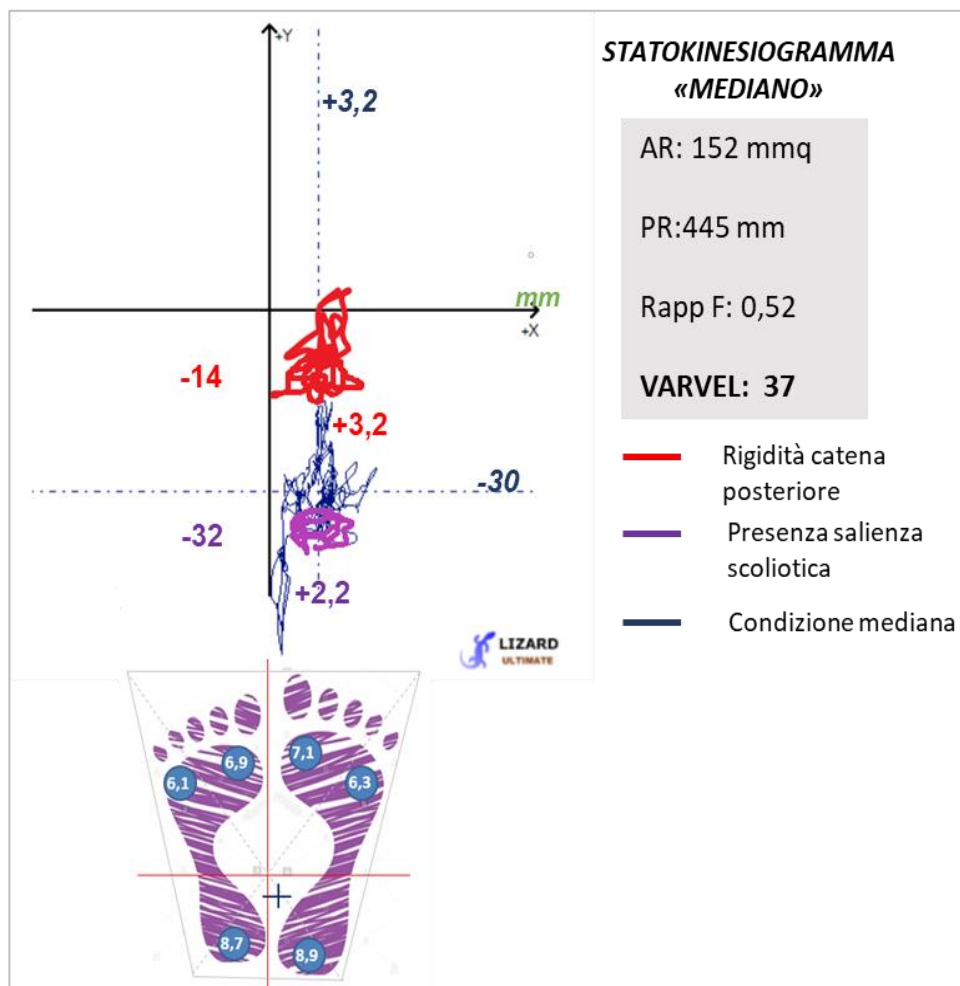
Tabella 2. Sintesi delle evidenze rilevate in fase di visita al *baseline* e tramite questionario genitori.

		freq. assoluta	freq. percentuale		
recettore oculare	uso lenti correttive	7	46,7		
	presenza deficit rifrazione	6	40,0		
	presenza deficit convergenza	9	60,0		
recettore stomatognatico	uso apparecchio ortodontico	7	46,7		
recettore vestibolare	presenza deficit propriocezione	9	60,0		
recettore podalico	appoggio plantare	cavismo	2	13,3	
		piattismo	7	46,7	
	talo	valgismo	8	53,3	
		varismo	1	6,7	
	tibie	intra-rotazione	6	40,0	
	ginocchio	valgismo	9	60,0	
		varismo	1	6,7	
		flexum	5	33,3	
	altre evidenze rilevate alla visita	piano scapolare	anteriore	12	80,0
posteriore			3	20,0	
freccia lombare		diminuita	3	20,0	
		aumentata	6	40,0	
freccia cervicale		diminuita	2	13,3	
		aumentata	8	53,3	
presenza salienza scoliotica		10	66,7		
presenza rigidità cat. posteriore		9	60,0		
presenza blocco scapolo omerale		6	40,0		
bascula inclinazione		omolaterale	4	26,7	
		controlaterale	6	40,0	
		solo spalle/bacino	3	20,0	
bascula rotazione		stesso senso	6	40,0	
	solo spalle/bacino	4	26,7		
altre evidenze autoriportate su questionario genitori	emicranie		3	20,0	
	dolore cervicale		1	6,7	
	dolore toracico		2	13,3	
	dolore lombare		3	20,0	
	dolore ginocchia		3	20,0	
	dolore spalle		3	20,0	
	dolore caviglie		4	26,7	
	contratture frequenti		7	46,7	
	aspetti psicologici	ansia		6	40,0
		stress		1	7,0
		perfezionismo		2	13,3
		posture di difesa		3	20,0

Confrontando le evidenze emerse dalla visita con i valori stabilometrici rilevati attraverso l'uso della pedana (Fig.2), si evidenziano alcune relazioni statisticamente significative che vengono riportate nelle tabelle successive.

Figura 2. Sintesi del profilo posturale mediano delle atlete e focus sui valori relativi alle atlete con RIGIDITÀ DELLA CATENA POSTERIORE ed evidenza di salienza scoliotica più o meno marcata (prova RP).

2148



Dall'analisi emerge una tendenza alla maggiore anteriorizzazione del baricentro fra le atlete con marcata rigidità rispetto a quelle con catena posteriore normoestesa (Fig.2), come dimostrato dalle mediane dei parametri BY e BYmax riportati in Tabella 3 (valori statisticamente significativi evidenziati in grigio).

Tabella 3. Sintesi dei parametri stabilometrici correlati alla presenza di RIGIDITÀ DELLA CATENA DORSALE (valori statisticamente significativi al 5% evidenziati in grigio).

	<i>n</i>	MI			RP			EC		
		norm.	lieve rigidità	marcata rigidità	norm.	lieve rigidità	marcata rigidità	norm.	lieve rigidità	marcata rigidità
		6	4	5	6	4	5	6	4	5
BY (mm)	Media	-35,76	-34,08	-5,71	-37,36	-35,05	-9,27	-35,55	-29,46	-8,65
	Dev std.	15,78	17,29	15,69	17,14	15,65	19,23	19,48	17,57	20,26
	Minimo	-54,59	-48,13	-28,94	-58,64	-46,74	-30,29	-59,35	-43,26	-33,26
	Massimo	-14,91	-11,09	13,07	-16,82	-13,09	20,69	-13,86	-6,24	22,03
	Mediana	-36,65	-38,56	-5,92	-35,66	-40,18	-14,02	-32,67	-34,18	-11,06
Bymax (mm)	Media	-26,14	-22,10	8,55	-27,65	-21,79	1,57	-22,40	-15,41	9,73
	Dev std.	17,87	15,61	12,88	17,85	13,62	17,18	21,40	19,28	16,97
	Minimo	-48,71	-39,38	-12,10	-49,51	-32,29	-15,33	-46,96	-34,64	-7,26
	Massimo	0,22	-2,86	23,50	-6,52	-2,23	29,91	4,80	9,87	37,65
	Mediana	-27,51	-23,08	9,87	-24,00	-26,00	-4,00	-19,52	-18,44	3,59

Come mostrato in Tabella 4, si evidenzia anche una minore lateralizzazione verso destra (Fig.2) dell'escursione massima del baricentro (BXmax) e una riduzione della varianza di oscillazione sul piano frontale (VarX) nelle atlete che presentano evidenza di salienza scoliotica più o meno marcata (dati statisticamente significativi soltanto nella prova ad occhi chiusi - EC).

Nelle stesse atlete si rileva anche una tendenza alla diminuzione dei seguenti parametri: velocità di oscillazione (V), variazione della velocità di oscillazione (VARVEL), area (AR) e lunghezza del percorso (PR) relativo al gomito posturale (dati statisticamente significativi soltanto nella prova in massima intercuspideazione - MI).

In relazione alla presenza di bascule in inclinazione si evidenzia un differente grado di posteriorizzazione (non statisticamente significativa) dell'escursione massima oscillatoria sul piano sagittale (BYmin). Tale distribuzione ricalca quella relativa al carico percentuale sul I metatarso destro, maggiore fra le atlete con bascula controlaterale. Le 13 atlete caratterizzate da bascula in inclinazione presentano tutte spalla destra in *minus* (tutte destrimani) rispetto alla sinistra: 6 mostrano un quadro caratterizzato bascula controlaterale, 4 da bascula omolaterale e 3 presentano soltanto inclinazione delle spalle o del bacino sul piano frontale.

Tabella 4. Sintesi dei parametri stabilometrici correlati alla presenza di SALIENZA SCOLIOTICA (valori statisticamente significativi al 5% evidenziati in grigio).

	n	MI		RP		EC	
		salienza assente	salienza presente	salienza assente	salienza presente	salienza assente	salienza presente
Bxmax (mm)	Media	13,69	9,20	12,21	8,90	18,08	9,80
	Dev std.	8,45	8,74	4,31	5,83	5,68	7,02
	Minimo	6,72	-1,24	7,16	2,23	12,92	3,26
	Massimo	27,41	28,00	17,33	20,99	26,22	26,47
	Mediana	10,11	6,52	14,00	6,00	16,50	8,47
VARx	Media	10,26	5,14	6,08	4,00	18,26	7,12
	Dev std.	11,15	5,41	6,57	2,91	16,25	11,48
	Minimo	1,55	0,64	1,74	0,98	4,32	1,51
	Massimo	28,51	18,26	17,53	11,00	41,64	39,39
	Mediana	6,95	3,58	3,20	2,91	10,23	3,30
V (mm/sec)	Media	11,43	8,20	10,36	8,35	15,75	11,71
	Dev std.	3,20	1,86	3,09	1,93	5,07	4,32
	Minimo	8,07	5,34	8,71	5,98	11,62	6,29
	Massimo	16,67	11,34	15,87	12,15	24,38	18,21
	Mediana	10,77	8,20	8,90	8,43	14,79	9,96
VARVEL	Media	76,58	35,44	61,06	40,29	145,81	95,40
	Dev std.	54,10	16,10	39,28	26,03	89,64	81,38
	Minimo	32,38	10,88	35,05	17,60	69,88	20,55
	Massimo	170,18	60,91	129,78	96,30	295,87	270,77
	Mediana	65,36	36,99	46,73	36,47	113,17	72,70
AR (mm ²)	Media	320,15	144,99	259,31	143,00	579,84	301,15
	Dev std.	225,65	77,70	189,53	79,86	413,45	234,03
	Minimo	113,09	53,73	151,20	74,04	306,13	94,38
	Massimo	702,29	310,18	596,62	297,08	1304,73	760,05
	Mediana	252,77	153,74	173,76	109,14	446,80	210,54
PR (mm)	Media	584,16	419,27	529,57	426,70	805,07	598,42
	Dev std.	163,40	94,88	158,13	98,48	259,03	220,84
	Minimo	412,39	272,71	445,13	305,39	593,80	321,67
	Massimo	851,59	579,37	810,85	620,93	1245,81	930,61
	Mediana	550,40	418,93	454,86	430,66	755,58	509,03

L'indice di Romberg posturale è stato calcolato sia in relazione all'area del gomito posturale (AR) che alla lunghezza del percorso (PR): la mediana di tali valori si attesta a 1,96 nel primo caso e 1,41 in relazione alla lunghezza del percorso ed entrambi i risultati depongono a favore di una tendenza più o meno marcata nell'utilizzo della vista per il controllo della postura ortostatica. In tabella 5 sono riportati i valori dell'indice di Romberg in relazione alle caratteristiche delle atlete rispetto al recettore oculare e vestibolare: fra le ragazze che utilizzano lenti correttive e tra quelle con difetti di

convergenza o con deficit di propiocezione, la vista sembra influenzare maggiormente la posizione ortostatica.

Tabella 5. Mediane dell'indice di Romberg posturale in relazione ad altre caratteristiche del recettore oculare e vestibolare.

		Valori mediani dell'Indice di Romberg	
		Area gomito (AR)	Lunghezza percorso (PR)
uso lenti	NO	1,8	1,8
	SI	2,2	2,2
deficit convergenza	NO	1,6	1,3
	SI	2,2	1,5
deficit propiocezione	assente	1,7	1,3
	presente	2,1	1,4

2151

DISCUSSIONE

Il volley è uno degli sport in cui il rischio di infortunio da *overuse* è maggiormente frequente, soprattutto fra le atlete rispetto ai colleghi di sesso maschile [16] e riguarda principalmente le spalle (*impingement* della cuffia dei rotatori) e il tronco (*low back pain injuries*), a seguito dei frequenti movimenti in overhead delle braccia e di quelli in flessione-estensione e rotazione del busto compiuti dagli atleti [17].

La letteratura di settore rileva che la presenza di dolore e l'incidenza di infortuni a livello lombare risultano particolarmente associati a disfunzioni nel pattern di reclutamento e co-attivazione dei muscoli appartenenti alla catena posteriore e che questo possa dipendere anche da differenze antropometriche, postura, peso corporeo e asimmetrie muscolari [18].

Quanto detto in precedenza pone l'accento sulla necessità di sviluppare modalità di preparazione fisica che siano quanto più correlate con le caratteristiche delle singole atlete, superando il tradizionale approccio di squadra che caratterizza gli sport di situazione: questo, in sintesi, è stato l'obiettivo prioritario dello studio VELASCO. Nel perseguire questo obiettivo ha assunto estrema rilevanza l'analisi delle relazioni fra i parametri rilevati in fase di visita posturale e attraverso il questionario somministrato ai genitori, con quelli desunti dall'utilizzo della pedana stabilometrica, e del test FMS, quale proxy del livello di coordinazione dei vari segmenti corporei.

L'analisi delle caratteristiche delle atlete al *baseline* ha evidenziato un quadro generale di discreta variabilità in relazione agli aspetti morfo-funzionali ed elevata omogeneità in termini di abitudini alimentari, giudicate coerenti con i principi della dieta mediterranea, quale proxy di corretto *intake* quali-quantitativo dei substrati energetici fondamentali. Nel nostro campione, nonostante la giovane età e l'esperienza di gioco ancora limitata (2,9 anni, in media) la presenza di segni e sintomi correlati a scompensi posturali

interessa la quasi totalità delle atlete. Le problematiche più frequenti riguardano la rigidità della catena posteriore (60%), la presenza di salienza scoliotica più o meno marcata (66,7%) e di bascule in inclinazione sul piano frontale (86,7%) o in rotazione (66,7%). Il 20% delle atlete dichiara dolore a livello lombare dopo l'allenamento o la partita e oltre il 60% mostra variazioni più o meno importanti della freccia cervicale (66,6%) e lombare (60%). La presenza di deficit di propriocezione, correlato o meno con altre problematiche posturali, interessa il 60% delle atlete.

L'analisi dei valori posturali e strumentali al *baseline* ha evidenziato, fra le 15 atlete appartenenti al campione, una generale lateralizzazione a destra (RP: Bx mediana = $3,2 \pm 4,9$ mm) e posteriorizzazione del CdP (RP: BY mediana = $-30 \pm 20,1$ mm), accompagnata da valori di superficie dello statokinesiogramma nella norma (RP: AR = 152 mmq), con limitata ampiezza delle oscillazioni sul piano frontale (RP: $-2,7 ; +7,2$ mm) e sagittale (RP: $-41,3 ; -14,3$ mm) e velocità relativamente elevata (RP: 8,6 mm/sec) con variazioni intense (RP: VARVEL: 37,2).

Le analisi hanno evidenziato anche un utilizzo più o meno marcato della vista per il controllo della postura ortostatica, (IR-AR: valore mediano = 1,96; range: 1,1 – 5,0; IR-PR: valore mediano = 1,4; range: 0,99 – 2,15), identificato attraverso la stima dell'Indice di Romberg posturale (IR) per l'area del gomito (IR-AR) e per la lunghezza del percorso oscillatorio (IR-PR), maggiormente marcato fra le atlete che utilizzano lenti correttive (IR-AR = 2,2) e/o presentano difetti di convergenza (IR-AR = 2,2) e/o manifestano deficit di propriocezione (IR-AR = 2,1) a conferma dell'effetto di perturbazione dovuto a squilibri del recettore oculare che risulta essere fortemente associato alla capacità di controllo posturale, soprattutto nelle età giovanili [2].

E' doveroso evidenziare che il carattere "pilota" dello studio VELASCO, condizionato dalla esigua numerosità delle atlete coinvolte e dall'elevato livello di variabilità, ha limitato fortemente la potenza statistica nell'evidenziare eventuali differenze significative o correlazioni fra i parametri posturali e stabilometrici considerati.

A fronte di queste premesse, i disturbi posturali che sono risultati maggiormente correlati con i valori stabilometrici riguardano le perturbazioni del tronco che, come già ricordato, risultano ampiamente correlate con il gioco del volley [19].

Fra le atlete caratterizzate da rigidità della catena posteriore o salienza scoliotica più o meno marcata è emersa anche una generale evidenza del ricorso a compensi posturali o biomeccanici nell'effettuazione dei test FMS.

La relazione fra oscillazioni posturali e instabilità del tronco, viene confermata anche dall'approccio neurosensoriale proposto da Aissante *et al.* [20] nell'indagare la relazione fra le capacità di integrazione delle informazioni propriocettive dinamiche e la stabilità posturale, rispetto all'obiettivo di acquisire un corretto schema corporeo durante l'adolescenza. Aissante, in particolare, sottolinea come negli adolescenti, rispetto agli adulti, le perturbazioni del tronco e del core siano particolarmente rilevanti nel modificare l'equilibrio e lo schema corporeo [20].

Dall'analisi dei parametri stabilometrici è emersa una maggiore tendenza alla anteriorizzazione del baricentro fra le atlete con marcata rigidità rispetto a quelle con

catena posteriore normoestesica: tale tendenza risulta statisticamente significativa soltanto nelle prove in MI e RP, sia in termini di valore medio (BY) che di massima escursione delle oscillazioni (BYmax) sul piano sagittale.

Fra le atlete che presentano salienza scoliotica è stata evidenziata, invece, una maggiore tendenza alla posteriorizzazione del baricentro accompagnata da una minore lateralizzazione verso destra del CdP, significativa nella sua escursione massima (BXmax) sul piano frontale. Le stesse atlete presentano anche una marcata riduzione della varianza delle oscillazioni sul piano frontale (dati statisticamente significativi soltanto nella prova EC, ovvero svincolata dal recettore oculare). Il risultato relativo alla traslazione del CdP sul piano sagittale fra le atlete con evidenza di salienza scoliotica più o meno marcata è in accordo con quanto evidenziato in letteratura circa il posizionamento della stabilità posturale in adolescenti con scoliosi idiopatica [21].

Nel nostro campione le atlete con salienza scoliotica presentano anche una tendenza alla riduzione della velocità di oscillazione (V), dell'area del gomito posturale (AR) e della lunghezza del percorso compiuto in oscillazione (PR). Questi risultati risultano statisticamente significativi soltanto nella prova MI, ovvero vincolata al recettore stomatognatico, quasi a suggerire un effetto di stabilizzazione conseguente alla funzione di collegamento tra le catene muscolari anteriori e posteriori all'interno del sistema miofasciale svolta dall'osso ioide nel suo ruolo di "pivot funzionale" [1].

CONCLUSIONI

Nonostante le limitazioni insite in un progetto pilota non consentano la validazione di questo modello con una sufficiente evidenza statistica, i risultati ottenuti rappresentano comunque interessanti spunti di riflessione per la replicabilità su più ampia scala. Una numerosità più consistente consentirebbe, attraverso l'analisi contestuale delle caratteristiche posturali e dei valori stabilometrici e posturometrici, l'identificazione di veri e propri "profili posturali" che consentano un follow-up più approfondito dei soggetti analizzati e la valutazione dell'efficacia di eventuali interventi correttivi, in modo più standardizzato. Nell'ambito del progetto VELASCO le evidenze emerse dai risultati esposti hanno consentito di programmare e sperimentare un piano di preparazione fisica individualizzato per ogni atleta: la valutazione dell'efficacia di tale approccio sarà argomento di un successivo articolo.



Declaration of conflicting interests

The author(s) declared no potential conflicts of interest with respect to the research, authorship, and/or publication of this article.

All authors have read and agreed to the published version of the manuscript.

Editor's disclaimer

This is a PDF file of an unedited manuscript that has been accepted for publication. As a service to our customers we are providing this early version of the manuscript. The manuscript will undergo copyediting, typesetting, and review of the resulting proof before it is published in its final form. Please note that during the production process errors may be discovered which could affect the content, and all legal disclaimers that apply to the journal pertain

Ringraziamenti

Gli autori ringraziano la Associazione Sportiva Dilettantistica VBC- Ambra Cavallini, e in particolare il coach Lara Vincenti, per la disponibilità dimostrata; ringraziano, inoltre, le giovani atlete che hanno partecipato allo studio e le loro famiglie.

First author



Dott.ssa Michela Franchini c/o Area della Ricerca di Pisa - Via Moruzzi 1, 56124 Pisa .
tel. 3392213386 - 050 3152095 , email michela.franchini@ifc.cnr.it



Bibliografia

1. Bricot B. *La riprogrammazione posturale globale*. 1998. Roma: Marrapese. ISBN: 2951351100.
2. Viel S, Vaugoyeau M, Assaiante C. Adolescence: a transient period of proprioceptive neglect in sensory integration of postural control. *Motor Control*. 2009 Jan;13(1):25-42.
3. McEwen BS. Stress, adaptation, and disease. *Allostasis and allostatic load*. *Ann NY Acad Sci*. 1998; 840:33-44.
4. Craig AD. A new view of pain as a homeostatic emotion. *Trends Neurosci*. 2003; 26(6):303-307.
5. Duarte, M, & Freitas, S. Revisão sobre posturografia baseada em plataforma de força para avaliação do equilíbrio. *Brazilian Journal of Physical Therapy* 2010; 14(3), 183-192.
6. Cook G, Burton L, Hoogenboom BJ, Voight M. Functional movement screening: the use of fundamental movements as an assessment of function - part 1. *Int J Sports Phys Ther*. 2014; 9(3):396-409.
7. Cook G, Burton L, Hoogenboom BJ, Voight M. Functional Movement Screening: the use of fundamental movements as an assessment of function - part 2. *Int J Sports Phys Ther*. 2014; 9(4):549-563.
8. Franchini M, Pieroni S, Fortunato L, Knezevic T, Liebman M, Molinaro S. Integrated information for integrated care in the general practice setting in Italy: using social network analysis to go beyond the diagnosis of frailty in the elderly. *Clin Transl Med*. 2016 ;5(1):24-29.
9. Franchini M, Pieroni S, Passino C, Emdin M, Molinaro S. The CARPEDIEM Algorithm: A Rule-Based System for Identifying Heart Failure Phenotype with a Precision Public Health Approach. *Front Public Health*. 2018; 6:6-9.
10. Franchini M, Pieroni S, Cutilli A, Caiolfa M, Naldoni S and Molinaro S. The Individual Profile of Pathology as a New Model for Filling Knowledge Gaps in Health Policies for Chronicity. *Front. Med*. 2019 | <https://doi.org/10.3389/fmed.2019.00130>.
11. Chiari L, Rocchi L, Cappello A. Stabilometric parameters are affected by anthropometry and foot placement. *Clin Biomech*. 2002;17(9-10):666-77.
12. Doyle TL, Newton RU, Burnett AF. Reliability of traditional and fractal dimension measures of quiet stance center of pressure in young, healthy people. *Arch Phys Med Rehabil*. 2005; 86(10):2034-40.
13. Raymakers JA, Samson MM, Verhaar HJ. The assessment of body sway and the choice of the stability parameter(s). *Gait Posture*. 2005; 21(1):48-58.
14. Goldstein IB. Role of muscle tension in personality theory. *Psychological Bulletin* 1964; 61(6):413-425.
15. Ashwell M, Mayhew L, Richardson J, Rickayzen B. Waist-to-height ratio is more predictive of years of life lost than body mass index. *PLoS One*. 2014; 9(9):e103483.
16. Verhagen EALM, Van der Beek AJ, Bouter LM, Bahr RM, Van Mechelen W. A one season prospective cohort study of volleyball injuries. *British Journal of Sports Medicine*. 2004; 38:477-481.
17. Seminati E & Minetti AE. Overuse in volleyball training/practice: A review on shoulder and spine-related injuries. *European Journal of Sport Science*. 2013; 13(6):732-743.
18. Smith CE, Nyland J, Caudill P, Brosky J, Caborn DN. Dynamic trunk stabilization: a conceptual back injury prevention program for volleyball athletes. *J Orthop Sports Phys Ther*. 2008; 38(11):703-20.
19. Modi H, Srinivasalu S, SMehra S, Yang JH, Song HR and Woo S. Muscle Imbalance in Volleyball Players Initiates Scoliosis in Immature Spines: A Screening Analysis. *Asian Spine J*. 2008; 2(1):38-43.
20. Assaiante C, Barlaam F, Cignetti F, Vaugoyeau M. Body schema building during childhood and adolescence: a neurosensory approach. *Neurophysiol Clin*. 2014 Jan;44(1):3-12.
21. Dufvenberg M, Adeyemi F, Rajendran I, Öberg B, Abbott A. Does postural stability differ between adolescents with idiopathic scoliosis and typically developed? A systematic literature review and meta-analysis. *Scoliosis Spinal Disord*. 2018;13:19-36.



