

**UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI ROMA  
"TOR VERGATA"**

**FACOLTÀ DI MEDICINA E CHIRURGIA  
DOTTORATO DI RICERCA IN SCIENZE DELLO SPORT**

**CICLO DEL CORSO DI DOTTORATO XXI**

**MODELLI DI PRESTAZIONE  
DELLA GINNASTICA AEROBICA**

**Dottorando Luisa Righetti**

*Anno Accademico 2007/2008*

Docente Guida/Tutor: Prof. Roberto Colli

Coordinatore: Prof. Antonio Lombardo

# 1 SOMMARIO

	Pagina
1 Sommario	2
2 Introduzione	3
3 Ginnastica Aerobica	4
3.1 Definizione	4
3.2 Storia	4
3.3 Modelli di prestazione nelle indagini precedenti	6
4 Obiettivi della ricerca	14
5 Metodologia della ricerca	15
5.1 Soggetti	15
5.2 Tipi di test	15
5.2.1. Analisi della funzionalità posturale globale	17
5.2.2. Analisi della funzionalità posturale analitica	22
5.2.3. Equilibrio	28
5.2.4. Caratteristiche meccanico muscolari	34
5.2.5 Elementi Tecnici	36
6 Risultati	37
7 Discussione	63
8 Bibliografia	67



## **2 INTRODUZIONE**

La scelta dell'argomento nasce dall'esigenza di definire con sempre maggiore precisione il modello di prestazione di una disciplina sportiva relativamente giovane e non olimpica alla quale il mondo scientifico, la ricerca e gli autori di testi sportivi hanno dedicato fino ad ora poco spazio.

Proprio perché non ancora olimpico, questo sport tecnico-combinatorio subisce continue modifiche del codice dei punteggi che inevitabilmente provocano evoluzioni del modello di prestazione.

Una imprecisione esiste già nel termine "aerobica". Tale termine ormai riconosciuto internazionalmente per definire questa disciplina agonistica all'interno della famiglia della Federazione Ginnastica, prende origine dalla ginnastica aerobica formativa che, invece, è una chiara pratica motoria che contribuisce al raggiungimento del fitness attraverso l'esercizio aerobico. In realtà la disciplina agonistica non sembrerebbe utilizzare il solo meccanismo aerobico per la sua estrinsecazione in gara in quanto trattasi di esercizi che vanno da una durata di 1'e30" a 1'e 45" circa ad intensità elevata. Lo studio della struttura dello sports aerobics non può prescindere, quindi, dalla distinzione, all'interno di questa disciplina, tra attività agonistica, ovvero la ***Ginnastica Aerobica Competitiva o Sportiva***, ed attività non competitiva definita con il termine di ***Ginnastica Aerobica Formativa***.

La Ginnastica Aerobica Formativa è il fondamento tecnico della Ginnastica Aerobica Sportiva in quanto quest'ultima utilizza le combinazioni di movimento tipiche della forma non competitiva e sfrutta le capacità coordinative che con questa ginnastica vengono notevolmente incrementate; d'altro canto , però, la Ginnastica Aerobica Sportiva, pur esprimendosi in forma continua, lo fa in modo così intenso da necessitare una miscela di meccanismi energetici totalmente diversa da quella utilizzata nella Ginnastica Aerobica Formativa e utilizza espressioni di forza che nell'ambito del *Physical Fitness* raramente vengono espresse .

Considerando le evoluzioni sia della routine di gara che dei gesti tecnici richiesti (in particolare l'aumento del dinamismo e dell'intensità richiesti dall'ultimo Codice dei Punteggi 2009-2012)), lo scopo della presente ricerca è identificare sempre di più i modelli di prestazione di questa disciplina sportiva.

## **3 GINNASTICA AEROBICA**

### **3.1 DEFINIZIONE**

Per ginnastica aerobica si intende quella disciplina svolta in regime prevalentemente aerobico/anaerobico lattacido che prevede l'abilità di eseguire in forma continua, fluida, dinamica e ritmata complessi e intensi schemi di movimento originati dalla ginnastica aerobica formativa e integrati con elementi di difficoltà eseguiti con un alto grado di perfezione tecnica.

Durante la routine, che dura da 1'e 30'' a 1'45'', sia i movimenti che l'espressività devono dimostrare creatività e perfetta integrazione con l'accompagnamento musicale.

### **3.2 STORIA**

Sul finire degli anni 80 negli Stati Uniti sono state organizzate le prime competizioni di ginnastica aerobica da parte di associazioni, prima fra tutti la FISAF (Federation Internationale de Sport Aerobic et Fitness), che ne hanno anche stilato regolamenti e codici di valutazione che sottolineavano molto l'aspetto coreografico.

Queste prime competizioni, seguite da altre organizzate in Giappone ad opera della IAF (International Aerobics Federation), e poi diffuse in tutto il mondo nei primi anni 90, mostravano una disciplina profondamente impregnata di movimenti provenienti dalla medesima attività svolta in modo tecnico-formativo ma con la variante di una estrema cura degli aspetti coordinativi, espressivi e soprattutto di una esecuzione a ritmi sostenuti di velocità.

In un panorama di regolamenti poco dettagliati e quindi poco vincolanti, con il passare del tempo, sempre più atleti hanno inserito elementi di difficoltà provenienti da varie discipline quali la danza, la ginnastica artistica, la ginnastica ritmica, le arti marziali così che le associazioni mondiali che si occupavano di aerobica competitiva hanno via via adeguato le valutazioni di gara a questa nuova e spontanea tendenza.

Il 13.05.94, data del 69° Congresso della FIG (Federazione Internazionale Ginnastica), è avvenuto il riconoscimento ed inserimento ufficiale dell' Aerobica tra le attività della Federazione Internazionale ed attualmente la FIG è l'unica organizzazione riconosciuta

per la Ginnastica Aerobica che promuove a livello Internazionale questo tipo di sport attraverso il Comitato Olimpico Internazionale (IOC) e l'Unione delle Federazioni Sportive Internazionali (General Association of International Sports Federations GAISF).

In occasione del suddetto congresso si è deciso di istituire il primo Campionato del Mondo che si è svolto a Parigi nel Dicembre 1995 e che è stato preceduto, di conseguenza, dai vari campionati nazionali.

E' iniziata così l'attività competitiva della FGI (Federazione Ginnastica d'Italia), che con propria deliberazione, già in data 16.10. 1993, aveva incluso le attività tecnico formative ed agonistiche di ginnastica aerobica nel quadro delle attività svolte nella sezione di Ginnastica Generale.

Nel settembre del 1994 si è svolto a Parigi un meeting IOC-GAISF. Tale incontro può definirsi storico in quanto per la prima volta le associazioni e federazioni mondiali che si occupavano di sports aerobics (FIG,FISAF,IAF,IDEA), sono state invitate a sedersi attorno ad un tavolo per stilare le prime regole ufficiali di questo sport. Non tutti gli invitati hanno preso parte a questo incontro.

Nell'ottobre 1994 in una assemblea generale GAISF avviene il riconoscimento della FIG come unica federazione ufficiale degli Sports Aerobics e viene ribadita l'importanza di unificare le federazioni esistenti.

Nel novembre 1994 si insedia e si riunisce la 1<sup>a</sup> Commissione Sports Aerobics e subito dopo, nel dicembre 1994 vi è un primo accordo con la IAF (International Aerobic Federation) per l'unione con la FIG.

Nel marzo del 1995 si svolgono i primi corsi internazionali per tecnici e per giudici e nello stesso periodo si sono cercati accordi di unificazione con la FISAF ma senza riuscire nell'integrazione.

Nel giugno 1995 si svolge una 2<sup>a</sup> tavola rotonda per l'unificazione delle federazioni e nel dicembre dello stesso anno il primo Campionato del Mondo con la partecipazione di 34 Federazioni nazionali aderenti alla FIG.

Nell'ottobre 1996, durante il congresso dell'Unione Europea di Ginnastica (UEG), si stabiliscono i termini di un primo Campionato Europeo e nello stesso periodo si svolge in Olanda il 2° campionato del Mondo.

A tutt'oggi si sono ormai svolti 10 Campionati del Mondo,3 competizioni mondiali Juniores, 5 campionati Europei ed altre e varie competizioni continentali nel resto del mondo, 3 finali di coppa del mondo; inoltre questa disciplina sportiva ha partecipato

alle ultime due edizioni dei World Games ed ormai da tempo la FIG si attiva per far ammettere la Ginnastica Aerobica nel programma olimpico.

Nel Gennaio 2001 la Ginnastica Aerobica diventa sezione autonoma della Federazione Ginnastica d'Italia e questo ci impone uno studio costante e sempre più approfondito delle caratteristiche di questa disciplina sportiva.

### **3.3 MODELLI DI PRESTAZIONE NELLE INDAGINI PRECEDENTI**

Le pubblicazioni internazionali relative ai modelli di prestazione di questa disciplina si limitano attualmente a pochi documenti relativi ad atti di corsi internazionali per allenatori organizzati dalla FIG dal 1996 ad oggi, a tre studi condotti in Italia nel 1996-1997-2004 presso l'Istituto di Scienza dello Sport Roma ed ad uno studio condotto in Francia nel 2007 presso il centro Aix-les-Bains di Eaubonne. Inoltre presso il Corso di Laurea di Scienze Motorie, Facoltà di Medicina e Chirurgia dell'Università di Roma Tor Vergata sono stati condotti studi con la supervisione del prof. Colli R. da parte di studenti del Master di 1° Livello in Personal Training (a.a.2007-2008) che hanno indagato aspetti posturali (Fanasca C.), capacità di salto (Mazzetti F.- Fabellini F.) e di equilibrio (Fabellini F.) confrontando i dati di questa ricerca con quelli ottenuti testando atleti di altre discipline sportive.

In Italia, (1996 e 1997) , ad alcuni atleti della squadra nazionale di ginnastica aerobica sportiva sono stati somministrati test per analizzare sia parametri fisiologici che meccanico-muscolari (Lupo S.: [www.sergiolupomedicinasport.it](http://www.sergiolupomedicinasport.it)) mentre nel 2004 sono state analizzate più specificatamente le fonti energetiche dell'esercizio di gara (Righetti L.-Piacentini M.F.-Capranica L.-Felici F.:Fonti energetiche dell'esercizio di gara della ginnastica aerobica). In Francia nel 2007 sono stati analizzati parametri fisiologici durante l'esercizio di gara.

**1996 (Lupo).** Lo studio del 1996 ha evidenziato che il contributo del metabolismo anaerobico lattacido sul costo energetico totale è del 21% circa sia nei maschi che nelle femmine. La Fc più alta è di 182 per i maschi e 184 per le femmine, il picco di lattato 9,87 per i maschi e 7,91 per le femmine (Tab.1-2).

## PARAMETRI FISIOLGICI DURANTE LA GARA (Lupo 1996)

**Tab. 1**

<b>MASCHI</b> (n=3)	VO <sub>2</sub> + alto (ml/kg/min)	VO <sub>2</sub> medio (ml/kg/min)	FC + alta (bpm)	FC media (bpm)	PICCO DI LATTATO (mM)	DELTA LATTATO (mM)
$\pm$ DS (range)	60.4 $\pm$ 4.2 (56.3-64.7)	53 $\pm$ 5 (47-58)	182 $\pm$ 4 (178-187)	176 $\pm$ 4 (172-179)	9.87 $\pm$ 1.6 (8.09-11.10)	8.39 $\pm$ 1.4 (6.85-9.76)
% max (range)	95 $\pm$ 2 (92.4-96.7)	83 $\pm$ 5 (77-87)	94 $\pm$ 3 (92-97)	91 $\pm$ 2 (90-93)		

**Tab. 2**

<b>FEMMINE</b> (n=6)	VO <sub>2</sub> + alto (ml/kg/min)	VO <sub>2</sub> medio (ml/kg/min)	FC + alta (bpm)	FC media (bpm)	PICCO DI LATTATO (mM)	DELTA LATTATO (mM)
$\pm$ DS (range)	46.5 $\pm$ 4 (38.7-49.4)	38.8 $\pm$ 3.4 (33-43)	184 $\pm$ 6 (175-192)	176 $\pm$ 7 (165-184)	7.91 $\pm$ 1.1 (6.60-9.13)	6.33 $\pm$ 0.97 (5.14-7.39)
% max (range)	89 $\pm$ 6 (78.9-98)	74 $\pm$ 6 (67-86)	95 $\pm$ 1.5 (93-97)	91 $\pm$ 2 (88-94)		

**1997 (Lupo).** Lo studio del 1997 ha specificato che l'atleta che pratica questo sport ha caratteristiche meccanico muscolari e metaboliche di tipo anaerobico con forza massimale elevata e forza esplosiva/reattiva di buon livello. La funzionalità del sistema anaerobico alattacido è discreta (l'atleta di aerobica sportiva è in grado di eseguire e ripetere più volte gesti tecnici in cui l'espressione di forza è importante, senza significative diminuzioni della prestazione) mentre il livello di efficienza del metabolismo aerobico pone questo atleta più vicino a coloro che praticano sport di potenza e sport aerobici-anaerobici che a quelli che svolgono attività di endurance: del resto il tipo di impegno fisico e la durata della competizione (1'45'') confermano quanto sopra affermato.

Il confronto con altre attività sportive avvalorata, sia per gli atleti che per le atlete, che la Ginnastica Aerobica, per le caratteristiche muscolari e metaboliche, rientra nel gruppo degli sport aerobici-anaerobici .

Caratteristica che emerge da questo confronto è l'elevato livello di forza massimale e di forza reattivo-esplosiva (tra le più alte in assoluto) emersa sia negli atleti che nelle atlete di Ginnastica Aerobica.

Va evidenziata, nei gruppi di atleti sottoposti ai test, una certa variabilità di risultato: ciò è dovuto probabilmente al fatto che gli atleti esaminati non hanno iniziato la loro esperienza sportiva con questa disciplina ma tutti provenivano da altri sport (soprattutto

Ginnastica Artistica ma anche Pallavolo, Atletica Leggera ed altri) pertanto alcune delle caratteristiche esaminate risentono degli effetti dell'allenamento precedente.

**CARATTERISTICHE FISILOGICHE (Lupo,1997)**

**DINAMOMETRO**

**BOSCO SYSTEM**

**ERGO POWER**

Tab. 3

MASCHI	F. REL.	t 50 (msec)	CMJ (cm)	STIFNESS (w)	h 15'' (cm)	% h 15'' -> CMJ	W max (35 Kg)
<b>MEDIA</b>	<b>6.5</b>	<b>134</b>	<b>40.4</b>	<b>57</b>	<b>34.9</b>	<b>86</b>	<b>479</b>
<b>DS</b>	<b>+ 0.8</b>	<b>+ 77</b>	<b>+ 7.1</b>	<b>+ 11</b>	<b>+ 6.7</b>	<b>+ 5</b>	<b>+ 64</b>
<b>RANGE</b>	<b>5.1-7.2</b>	<b>51-308</b>	<b>31.7-51.7</b>	<b>45-78</b>	<b>25.7-46.1</b>	<b>81-94</b>	<b>396-581</b>

FEMMINE	F. REL.	t 50 (msec)	CMJ (cm)	STIFNESS (w)	h 15'' (cm)	% h 15'' -> CMJ	W max (35 Kg)
<b>MEDIA</b>	<b>5.5</b>	<b>135</b>	<b>31.8</b>	<b>54</b>	<b>27.1</b>	<b>85</b>	<b>283</b>
<b>DS</b>	<b>+ 1.2</b>	<b>+ 51</b>	<b>+ 4.8</b>	<b>+ 9</b>	<b>+ 5.0</b>	<b>+ 7</b>	<b>+ 48</b>
<b>RANGE</b>	<b>3.5-6.6</b>	<b>103-225</b>	<b>26.3-38</b>	<b>43-65</b>	<b>21.8-33.6</b>	<b>76-93</b>	<b>251-368</b>

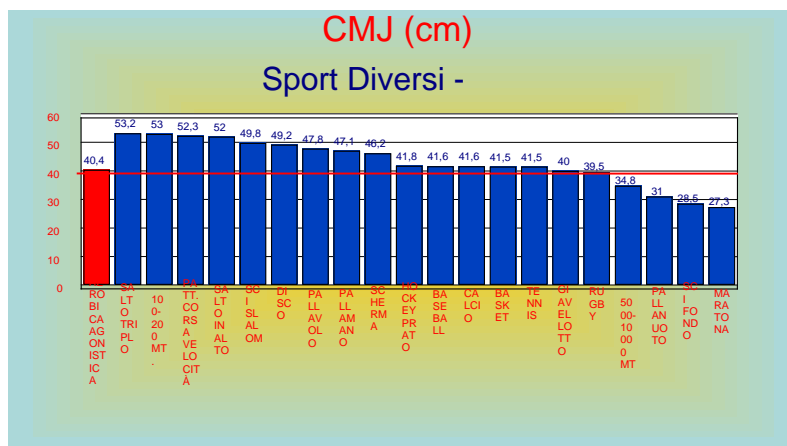


Fig. 1

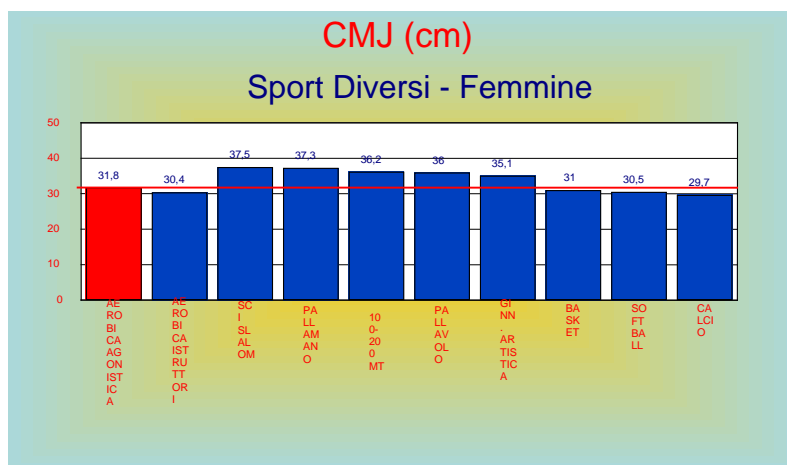


Fig. 2



**2000. (atti del *Intercontinental Coaches Course 2000 Toronto* by Graham Davies National Coach for Great Britain)** Studi e rilevazioni effettuate su atleti partecipanti alle competizioni fino al 2000 rivelano ulteriori incrementi dell'impegno anaerobico lattacido. Si è affermato, purtroppo senza il supporto di documentazione scientifica, che il costo energetico di questo sport è ripartito percentualmente in : 48% meccanismo aerobico, 48% meccanismo anaerobico lattacido, 4% meccanismo anaerobico alattacido. Tutto ciò, probabilmente, in concomitanza del cambiamento del codice dei punteggi, che, in quel quadriennio obbligava gli atleti ad una minima permanenza al suolo in favore di più numerosi elementi di salto.

**2004 (Sasaki).** Sasaki e Kikuchi hanno valutato le caratteristiche di 3 atleti (2 maschi e 1 femmina) di livello mondiale in ginnastica aerobica e li hanno comparati ad atleti di elite di altri sport. E' stato misurato il  $VO_{2max}$  con un test incrementale al cicloergometro e la concentrazione di lattato ematico entro un minuto dalla fine dell'esercizio.

I valori dei parametri fisiologici misurati sono riportati nelle Tab. 4.

**Tab.4**

<b>SOGGETTI</b>	<b>Maschio</b>	<b>Maschio</b>	<b>Femmina</b>
<b><math>VO_{2max}</math> (ml/kg/min)</b>	<b>53.3</b>	<b>36.6</b>	<b>43.9</b>
<b>LA entro 1'(mM)</b>	<b>8.94</b>	<b>6.99</b>	<b>10.58</b>

**2004 (Righetti)** Nel 2004 è stato nuovamente condotto uno studio sulle fonti energetiche dell'esercizio di gara (Righetti L.-Piacentini M.F.-Capranica L.-Felici. F) Sono stati sottoposti nuovamente a test un campione di sette atleti (quattro soggetti maschili e tre femminili provenienti dalla nazionale italiana junior e senior) rappresentativo dell'allora situazione prestativa. Dall'analisi dei dati ottenuti si è potuto effettuare un confronto con i dati precedenti verificando modifiche nelle percentuali dei metabolismi energetici coinvolti. Lo scopo di quella ricerca era quello di verificare se e quanto fossero cambiati i parametri fisiologici durante l'esercizio di gara rispetto alle indagini degli anni precedenti. Dal 1996 (anno in cui si è studiato per la prima volta il costo energetico di questo sport) al 2004, vi sono stati cambiamenti notevoli nel Codice dei Punteggi che hanno imposto un numero maggiore di grandi salti ma

complessivamente un numero inferiore di elementi di difficoltà in generale (si è passati da 20 a 12) ed era previsto un numero inferiore di elementi di difficoltà al suolo ( ad esempio le tenute isometriche), che hanno la caratteristica di grande intensità.

I risultato decisamente più significativo è che durante 1'45'' di esercizio di gara, i valori riportati di picco di lattato e di delta lattato sono stati molto inferiori rispetto allo studio precedente (Lupo 1996).

I praticanti la Ginnastica Aerobica, paragonati ad i praticanti di diverse discipline sportive, presentavano valori di massima potenza aerobica medio-alti (Fig. 3) e questo livello di efficienza del metabolismo aerobico poneva questi atleti più vicino a coloro che praticano sport di potenza e sport aerobici-anaerobici alternati che a quelli che svolgono attività di endurance: d'altro canto il tipo di impegno fisico e la durata della competizione confermano quanto appena detto.

Inoltre, le caratteristiche antropometriche (compresa la percentuale di grasso corporeo) e fisiologiche (valori di VO<sub>2</sub>, della FC e di picco di lattato nel test massimale) degli atleti di questo studio sono del tutto simili a quelli precedentemente studiati (Lupo 1996).

Per ciò che riguarda il BMI i soggetti mostravano un indice inferiore ai soggetti normali ed anche, ma solo per i maschi, inferiore ai medagliati degli ultimi Campionati del Mondo della stessa disciplina.(Summary Report Anthropometric Measurement Project Sport aerobics World Championships- Klaipeda, Lithuania.July 29-31, 2002) .

L'indice di massima potenza anaerobica calcolato con il Test di De Brujn-Prévost, coincideva con i giovani maschi adulti per i soggetti maschili ed era inferiore alle giovani femmine adulte per i soggetti femminili (MacDougall et al., 1991- Tab.15). Questo può voler dire che l'allenamento che gli atleti facevano in quel periodo rispetto al passato era più mirato e che era decisamente più equilibrata anche la costruzione dell'esercizio di gara riguardo la distribuzione razionale degli elementi di difficoltà.

#### **PARAMETRI FISIOLGICI DURANTE LA GARA (Righetti,2004)**

**Tab. 5**

<b>MASCHI (n=3)</b>	<b>VO<sub>2</sub> + alto (ml/kg/min)</b>	<b>VO<sub>2</sub> medio (ml/kg/min)</b>	<b>FC + alta (bpm)</b>	<b>FC media (bpm)</b>	<b>PICCO DI LATTATO (mM)</b>	<b>DELTA LATTATO (mM)</b>
<b>± DS (range)</b>	<b>66.47 ± 6.27 (58-73)</b>	<b>54.65 ± 4.66 (51-61.5)</b>	<b>184.75 ± 6.55 (175-189)</b>	<b>176.25 ± 6.23 (168-182)</b>	<b>5.7 ± 1.62 (4.1-7.1)</b>	<b>2.7 ± 1.17 (1.5-3.0)</b>
<b>% max (range)</b>	<b>107.94 ± 4.99 (104.19- 115.27)</b>	<b>88.83 ± 4.85 (84.29-95.20)</b>	<b>97.32 ± 4.02 (93.5-102.2)</b>	<b>92.8 ± 3.35 (90.8-97)</b>		

**Tab. 6**

<b>FEMMINE</b> (n=6)	<b>VO<sub>2</sub> + alto</b> (ml/kg/min)	<b>VO<sub>2</sub> medio</b> (ml/kg/min)	<b>FC + alta</b> (bpm)	<b>FC media</b> (bpm)	<b>PICCO DI LATTATO</b> (mM)	<b>DELTA LATTATO</b> (mM)
<b>± DS</b> (range)	<b>50 ± 6.26</b> (44.3-56.7)	<b>41.33 ± 5.68</b> (35-46)	<b>176 ± 6.08</b> (169-180)	<b>170.33 ± 8.62</b> (161-178)	<b>5.4 ± 1.52</b> (3.8-6.8)	<b>3.2 ± 1.75</b> (1.5-5.0)
<b>% max</b> (range)	<b>96.51 ± 6.11</b> (92.66-103.56)	<b>79.69 ± 5.75</b> (73.16-84.02)	<b>91.53 ± 3.60</b> (89.4-95.7)	<b>88.63 ± 5.26</b> (85.2-94.7)		

**COSTO ENERGETICO DELL'ESERCIZIO DI GARA (Righetti,2004)**

**Tab. 7**

<b>MASCHI</b>	<b>CE (kcal/min)</b>
<b>MEDIA</b>	<b>16.4</b>
<b>DS</b>	<b>+ 1.9</b>
<b>RANGE</b>	<b>14.9-19.2</b>

<b>FEMMINE</b>	<b>CE (kcal/min)</b>
<b>MEDIA</b>	<b>9.27</b>
<b>DS</b>	<b>+ 2.5</b>
<b>RANGE</b>	<b>6.4-11.4</b>

I valori di VO<sub>2</sub> e della FC medi e di picco dell'esercizio di gara, in questo studio sono simili alle indagini precedenti (Lupo 1996). Tuttavia è più importante parlare di valori relativi e non di valori assoluti. Si vede infatti che l'impegno è notevole data l'intensità riscontrata (% del max sia come VO<sub>2</sub> che FC) soprattutto nei soggetti maschili dove tra l'altro questi valori sono anche superiori allo studio precedente (Lupo 1996).

Il picco di lattato ed il delta lattato sia nei maschi che nelle femmine risulta inferiore alle indagini precedenti. In base a questi valori avremmo voluto calcolare anche il contributo del meccanismo anaerobico lattacido. Tuttavia, avendo preso i valori di acido lattico ematico solo fino al nono minuto (in esercizi di simile intensità è facile che il picco di lattato si possa avere anche dopo 15 o 20 minuti), abbiamo probabilmente sottostimato il valore di picco di lattato. In effetti con i valori di delta lattato così bassi come quelli da noi riportati, si calcola trascurabile il contributo del meccanismo anaerobico lattacido.

Tuttavia per avere una stima del contributo di tale meccanismo, abbiamo fatto tale calcolo su tre soggetti che hanno avuto un picco di lattato superiore alle 5 mM, riscontrando pertanto un contributo del 18% del meccanismo anaerobico lattacido nella spesa energetica totale che risulta così leggermente inferiore a quanto riscontrato nello studio precedente (Lupo 1996).

Una spiegazione ai valori di lattato così bassi riscontrati in questo studio può scaturire dall'analisi dell'esercizio eseguito: i valori di lattato più alti sono stati rilevati in soggetti che hanno eseguito un esercizio individuale mentre i valori più bassi su soggetti che hanno eseguito un esercizio di coppia o di trio. Questo è ragionevole sia perché una persona che copre da sola l'intero spazio della pedana di gara esegue maggiori spostamenti con la stessa velocità di esecuzione con il conseguente aumento di intensità nella prestazione, sia perché gli atleti testati con esercizio di coppia o trio, avendolo comunque eseguito da soli, hanno effettuato più di una pausa che nell'esercizio corrispondeva a momenti di interazione con il compagno/i.

In questo studio i soggetti praticanti la Ginnastica Aerobica dimostrano, in accordo con studi precedenti, di possedere delle buone capacità aerobiche ma di non avere significative capacità anaerobiche lattacide. In effetti anche durante il test di massima potenza anaerobica di De Brujn-Prévost i valori di picco di lattato riscontrati non erano elevatissimi.

Questo potrebbe voler dire che insieme al cambiamento della tipologia di esercizio di gara, sono stati modificati nel tempo anche gli allenamenti che potrebbero aver contribuito ad innalzare la soglia anaerobica dei soggetti esaminati..

Inoltre vi è stata una più razionale distribuzione dei 12 elementi di difficoltà all'interno della routine: l'esercizio prevedeva molte parti coreografiche che, pur se eseguite con discreta velocità, si realizzano in regime aerobico e probabilmente contribuivano ad un più veloce smaltimento dell'acido lattico prodotto.

I valori di lattato basso riscontrati in questa ricerca possono quindi indicare o, come precedentemente scritto, un errore metodologico oppure che i soggetti presi in esame avevano sviluppato migliori capacità rispetto ai soggetti esaminati nei precedenti studi.

Inoltre si può ipotizzare un sempre maggior contributo del meccanismo aerobico e di quello anaerobico alattacido.

ml/kg/min

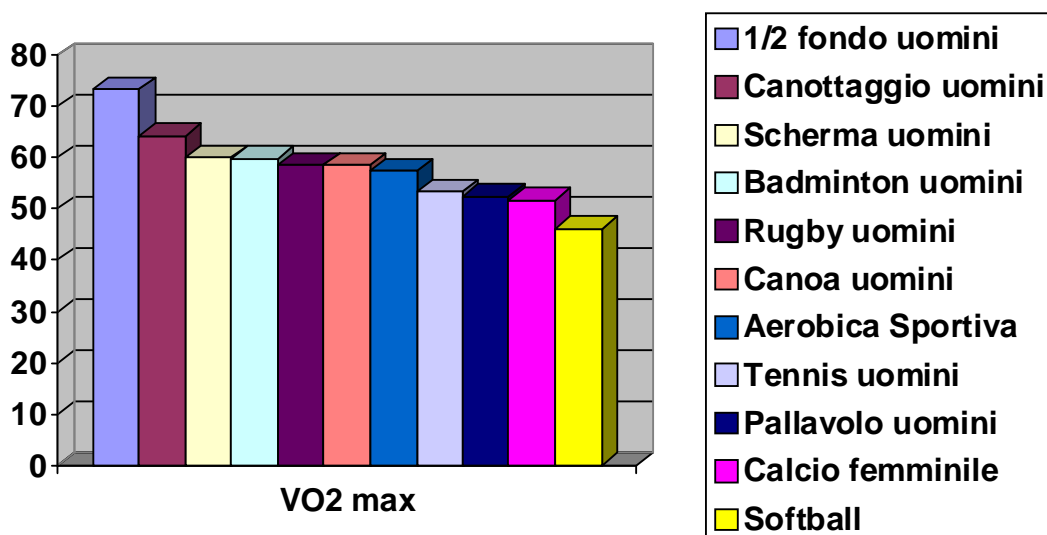


Fig.3

**2007** (J.Cassirame-J.Imberte-N.Tordi) In questo studio, in cui sono stati indagati gli atleti della nazionale francese di ginnastica aerobica durante l'esercizio di gara, la  $F_c$  max è stata 197 battiti per minuto di media ed il picco di lattato è stato 13,3 per gli uomini e 14,5 per le donne al 4° minuto post-esercizio, dimostrando così una notevole differenza con i dati ottenuti dalla nazionale italiana del 2004. Questo giustifica sia un incremento dell'intensità richiesta agli esercizi con i regolamenti più recenti, sia che i rilievi fatti sulla nazionale francese si sono svolti in un periodo di preparazione lontano dalla gara e quindi di minor condizionamento specifico.

## 4 OBIETTIVI DELLA RICERCA

Dopo aver approfondito gli aspetti metabolici nella ricerca del 2004, con questa ricerca ci si è prefissato di indagare altri aspetti delle caratteristiche degli atleti di questa disciplina sportiva ed in particolare si è cercato di approfondire aspetti posturali, coordinativi e meccanico-muscolari anche in relazione ad alcune tecniche specifiche.



## **5 METODOLOGIA DELLA RICERCA**

### **5.1 SOGGETTI**

Dopo aver firmato il consenso informato (dai genitori per gli atleti minorenni), 10 atleti della squadra nazionale senior (5 di sesso femminile e 5 di sesso maschile), 9 atleti della squadra nazionale juniores (tutti di sesso femminile) 6 atleti senior (3 di sesso maschile e 3 di sesso femminile) e 2 atleti junior (entrambi di sesso femminile) utilizzati come campione di controllo, hanno preso parte allo studio.

### **5.2 TIPI DI TEST**

- Analisi della funzionalità posturale globale
  - squat test 1
  - squat test 2
  - squat test 3
  - squat test 5
  
- Analisi della funzionalità posturale analitica per singoli distretti muscolari
  - Sit & Reach
  - Piiforme
  - Adduttore
  - Femorale
  - Quadricipite
  - Psoas
  - Torsione
  - Spalle in alto

- Equilibrio:
  - Statico Monopodalico
  - Dinamico Bipodalico
  - Dinamico Monopodalico
  
- Caratteristiche meccanico-muscolari:
  - Squat Jump Bipodalico
  - Squat Jump Monopodalico
  - Contro Movimento Jump Braccia Libere
  
- Elementi tecnici
  - Air Turn (salto in estensione, sul posto, con rotazione di 360° )
  - Tuck Jump (salto con le gambe piegate a raccolta, sul posto)



## **5.2.1.ANALISI DELLA FUNZIONALITA' POSTURALE GLOBALE**

### **“LO SQUAT TEST”**

Il movimento che l'atleta ha eseguito per valutare la sua funzionalità di base, è lo squat. Si è scelto lo squat in quanto movimento che è alla base della valutazione posturale globale:

- VALUTA IL COMPORTAMENTO DELLE CATENE CINETICHE DEL NOSTRO CORPO, rispettando quindi il principio di globalità
- VALUTA LA MOBILITA' ARTICOLARE
- VALUTA L'EQUILIBRIO SPECIFICO
- VALUTA L'AZIONE DEI MUSCOLI STABILIZZATORI
- VALUTA LA CAPACITA' DI CONTROLLO DEI SEGMENTI ARTICOLARI

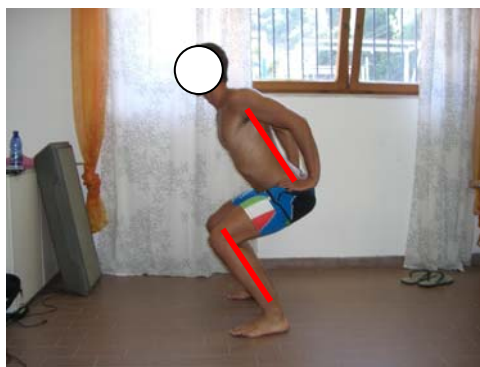
Si usa lo squat per una serie di motivazioni: perché è un movimento poliarticolare, perché è alla base di più gesti tecnici, perché è facile da eseguire ed infine perché è facile da riprodurre.

Alla semplice azione di squat, sono state progressivamente inserite diverse posizioni degli arti superiori, al fine di inserire gradualmente sia diverse articolazioni da analizzare, sia diversi distretti muscolari, aumentando così la difficoltà esecutiva.

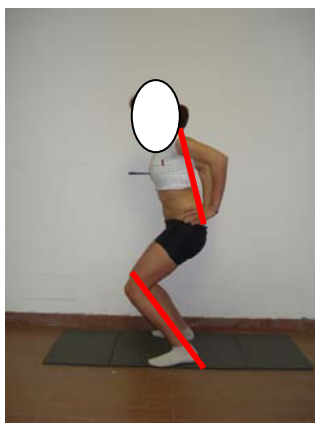
Dai diversi adattamenti che il soggetto compiva nell'eseguire le diverse posizioni di squat, si sono ricavate importanti informazioni su possibili squilibri muscolari e limitazioni articolari.

Ogni posizione dello squat test è stata ripetuta più volte con l'esaminatore che ha eseguito la valutazione frontalmente all'atleta, lateralmente e posteriormente, l'esecuzione dello squat è stata lenta e controllata, il soggetto scalzo e quando possibile a torso nudo.

IN FASE DI OSSERVAZIONE E' STATO MANTENUTO SEMPRE IL PARALLELISMO TRA TRONCO E TIBIE; si è fermata l'esecuzione laddove iniziava a mancare.



Il busto è correttamente inclinato e l'angolo al ginocchio è inferiore di  $90^\circ$ ; il soggetto può eseguire lo squat.



Il busto è meno inclinato rispetto all'angolo di piegamento delle ginocchia; la valutazione in questo modo può essere falsata.

*Premessa: sono state adottate solo 4 delle 5 posizioni previste dallo squat test, di cui 3 di queste (la 1°, 2°, 5° posizione) permettono una valutazione complessiva sui vari distretti muscolari e articolari ed 1 (la 3° posizione) una valutazione invece più specifica della zona lombare.*

### **SQUAT TEST 1° POSIZIONE**

Modalità esecutiva:

- Braccia tese dietro la schiena con dita incrociate
- Sguardo fisso avanti
- Piedi divaricati oltre la larghezza delle spalle
- Punte dei piedi extraruotate di circa  $15^\circ$ - $30^\circ$
- Angolo di piegamento delle ginocchia massimo di  $60^\circ$





## COSA VALUTA

- Mobilità tibio-tarsica
- Prono-supinazione del piede
- Valgismo-varismo delle ginocchia
- Rotazione bacino e spalle
- Angolo piegamento delle ginocchia
- Angolo anca

In questa posizione sono state valutate principalmente *caviglie, ginocchia ed anche* dato che il dorso ed il tratto lombare sono stabilizzati dalla posizione delle braccia.

## SQUAT TEST 2° POSIZIONE

Modalità esecutiva:

- Mani ai fianchi con le dita avanti
- Gomiti indietro
- Sguardo fisso avanti
- Piedi divaricati oltre la larghezza delle spalle
- Punta dei piedi extraruotate di 15°-30°
- Angolo di piegamento delle ginocchia massimo di 60°



## COSA VALUTA

- Angolo di piegamento delle ginocchia (qualora aumenti si avrà una buona mobilità lombo sacrale)
- Tenuta della lordosi lombare
- Tenuta gomiti (adduttori delle scapole)

Questa posizione obbliga un sostegno forzato del tronco da parte del quadrato dei lombi; rispetto alla prima posizione si va a liberare il tratto lombare potendone così valutare il grado di tenuta (curva lombare fisiologica, iperlordosi o cifotizzazione della curva lombare)

## SQUAT TEST 3° POSIZIONE

Modalità esecutiva:

- Mani alle spalle
- Gomiti all'altezza delle spalle e paralleli al suolo
- Sguardo fisso avanti
- Piedi divaricati oltre la larghezza delle spalle
- Punte dei piedi extra ruotate di 15°-30°
- Angolo di piegamento delle ginocchia massimo di 60°



## COSA VALUTA

Questa posizione dello squat test permette la valutazione corretta della curva del tratto lombare, e permette nello specifico di valutare cosa succede alla postura in caso di esercizi di squat con il sovraccarico sulle spalle (possibile caduta in avanti del tronco, proiezione delle ginocchia 10 cm oltre le punte dei piedi e mancanza di lordosi lombare).

### SQUAT TEST 5° POSIZIONE

Modalità esecutiva:

- Braccia estese in alto
- Palmo delle mani esteso in avanti
- Sguardo fisso avanti alto
- Piedi divaricati oltre la larghezza delle spalle
- Piedi divaricati oltre la larghezza delle spalle
- Angolo di piegamento delle ginocchia massimo di 60°



### COSA VALUTA

- Angolo di piegamento delle ginocchia
- Tenuta lordosi lombare
- Flessione delle braccia
- Proiezione delle braccia rispetto la testa



Questa posizione obbliga una verticalizzazione della parte alta del tratto dorsale; un avanzamento delle braccia rispetto al tronco può dipendere dalla presenza di cifosi dorsale e/o accorciamento della muscolatura pettorale.

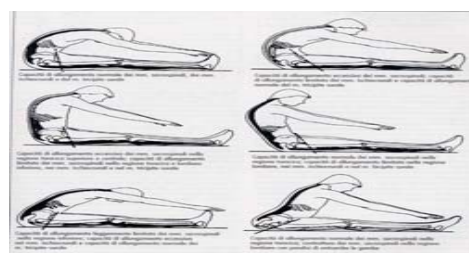
## 5.2.2. ANALISI DELLA FUNZIONALITA' POSTURALE ANALITICA

### VALUTAZIONE POSTURALE ANALITICA

La valutazione analitica permette di valutare la funzionalità di ogni singolo distretto muscolare, intendendo con questo il grado di “accorciamento” di ciascun muscolo; eseguita dopo lo squat test, la valutazione analitica è stata un completamento della valutazione funzionale globale, capace di evidenziare la causa (ovvero il sito distrettuale) di possibili posture errate.

### SIT & REACH

Con questo test è stata fatta una valutazione sia qualitativa (tra i 5 possibili casi che si possono riscontrare) che numerica (intendendo quanti cm il soggetto riesce a flettere il busto oltre la punta dei piedi), andando ad analizzare il *comportamento della colonna e dell'angolo del bacino*.



#### TIPOLOGIA 1



crurali e nel bicipite surale.

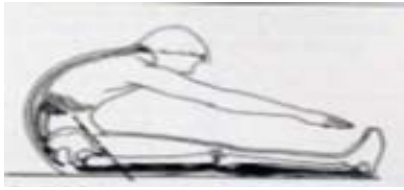
Evidenzia una normale capacità di allungamento dei muscoli sacro-spinali nella regione toracica (muscoli erettori della colonna), una capacità di allungamento limitata nella regione lombare e nei muscoli ischio

#### TIPOLOGIA 2



Evidenzia un'eccessiva capacità di allungamento dei muscoli sacro spinali (muscoli erettori della colonna) nella regione toracica superiore e centrale; una capacità di allungamento limitata nella regione toracica e lombare inferiore, e dei muscoli ischi crurali e del tricipite surale.

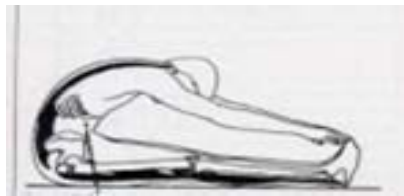
### TIPOLOGIA 3



Capacità di allungamento eccessiva dei muscoli sacro spinali; capacità di allungamento limitata dei muscoli ischio crurali e capacità di allungamento normale del tricipite surale.



### TIPOLOGIA 4



Capacità di allungamento normale dei muscoli sacro spinali, ischio crurali e tricipite surale

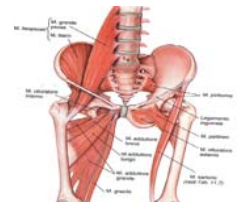


### TIPOLOGIA 5



Capacità di allungamento leggermente limitata dei muscoli sacro spinali nella regione inferiore; capacità di allungamento eccessiva dei muscoli ischio crurali e capacità di allungamento normale dei muscoli tricipite surale.

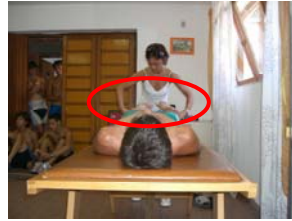
## PIRIFORME



Il piriforme è un muscolo extraruotatore del femore. Con il test andiamo a valutare l'allungamento del muscolo intraruotando meccanicamente gli arti.



0



1



2

### Legenda:

- 0 = piede intraruotato di 45° circa
- 1 = piede intraruotato di 60° circa
- 2 = piede intraruotato di 90° circa

## ADDUTTORE

Il gruppo dei muscoli adduttori, hanno la funzione di addurre l'anca, ovvero di avvicinare il femore alla linea mediale del nostro corpo. Valutiamo la loro funzionalità andando ad addurre attivamente l'anca da una posizione supina portando le piante dei piedi a contatto tra loro.



0



1



2

### Legenda:

- 0 = ginocchio vicino al suolo
- 1 = ginocchio a 10-15 cm dal suolo
- 2 = ginocchio oltre i 10-15 cm dal suolo



## FEMORALE

La funzionalità di questo muscolo si valuta attraverso la flessione dell'anca, perché è un movimento che ci permette di valutare la capacità di allungamento del femorale stesso.



0



1



2

### Legenda:

- 0 = flessione dell'anca di 90° o oltre
- 1 = flessione dell'anca tra gli 85° - 75°
- 2 = flessione dell'anca < 75°

## QUADRICIPITE

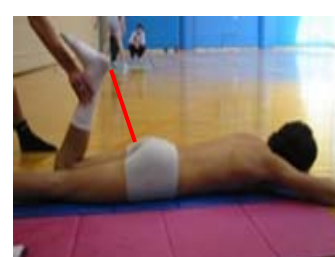
Andando a flettere attivamente il ginocchio è possibile valutare il grado di contrazione, e quindi di funzionalità, del muscolo quadricipite.



0



1



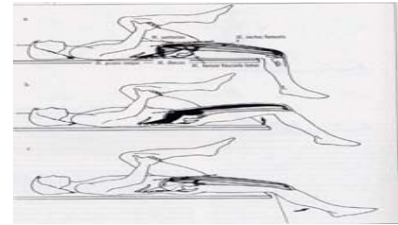
2

### Legenda:

- 0 = il tallone tocca o è a meno di 5 cm dal gluteo
- 1 = il tallone è a 5 - 10 cm dal gluteo
- 2 = la distanza tra ginocchio e tallone è tale da formare un angolo di circa 45° tra il femore e la gamba

## PSOAS

Il test con il quale verificiamo la funzionalità del muscolo Ileo-Psoas, si esegue chiedendo al soggetto di flettere attivamente un arto al petto. Si valuta se il



grado di contrazione è tale da ripercuotersi sull'altro arto facendo sollevare la coscia o se la gamba tende ad estendersi anziché mantenere un angolo di flessione di 90 °.



0



1



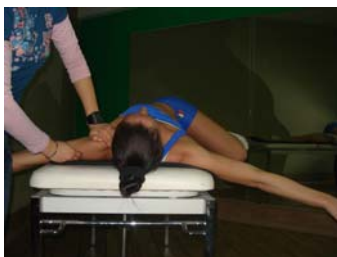
2

### Legenda:

- 0 = la gamba non si estende o si estende poco
- 1 = la gamba si estende molto
- 2 = la coscia si solleva dal lettino

## TORSIONE SCHIENA

Il seguente test si esegue chiedendo al soggetto di torcere la schiena, partendo da una posizione decubito supina, fin quando la sua spalla del lato che effettua la torsione, non si stacca da terra. Così facendo valutiamo i muscoli erettori della colonna.



0



1



2

### Legenda:

- 0 = Il ginocchio tocca il suolo o lo sfiora
- 1 = Il ginocchio è parallelo al suolo
- 2 = Il ginocchio si ferma prima della linea parallela al suolo

## SPALLE IN ALTO

Il test valuta la mobilità del distretto scapolo-omerale e la funzionalità del muscolo gran dorsale. Affinchè si possa valutare il livello di contrazione distrettuale, chiediamo al soggetto di sollevare gli arti superiori mantenendo le braccia estese.



0



1



2

### Legenda:

- 0 = braccia oltre la linea del busto (orecchie sotto le braccia)
- 1 = braccia sulla linea del busto (le orecchie non si vedono)
- 2 = braccia sotto la linea del busto (orecchie sopra le braccia)

### 5.2.3.EQUILIBRIO

Il concetto generale di equilibrio si identifica con l'ottimizzazione del rapporto tra soggetto e ambiente circostante, cioè quella condizione in cui il soggetto stesso assume una postura o una serie di posture ideali rispetto alla situazione ambientale, in quel determinato momento e per i programmi motori previsti. Una funzione così importante non è affidata ad un solo organo o apparato ma richiede un intero sistema, detto Sistema-Tonico-Posturale (S.T.P.), cioè un insieme di strutture comunicanti e di processi cui è affidato il compito di:

- Lottare contro la gravità
- Opporsi alle forze esterne
- Situarsi nello spazio-tempo strutturato che ci circonda
- Permettere l'equilibrio del movimento, guidarlo e rinforzarlo.

Per fare questo, l'organismo utilizza differenti risorse:

- Esterocettori: ci posizionano in rapporto all'ambiente (tatto, visione, udito);
- Propriocettori: posizionano le differenti parti del corpo in rapporto all'insieme, in una posizione prestabilita;
- Centri superiori: integrano i selettori di strategia, i processi cognitivi e rielaborano i dati ricevuti dalle due fonti precedenti.

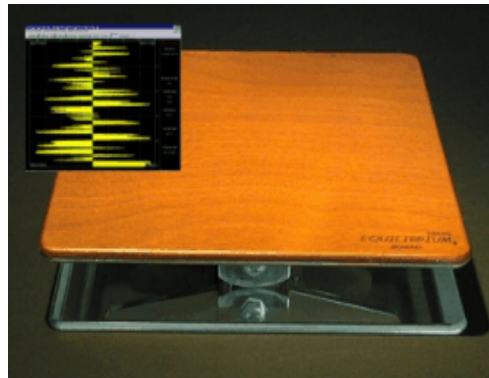
In questa ricerca, è stato utilizzato il DELOS POSTURAL SYSTEM che rappresenta il sistema più evoluto per la valutazione e l'allenamento dell'equilibrio, della postura e della stabilità degli arti inferiori, arti superiori e rachide.

Nello specifico per le nostre indagini abbiamo utilizzato:

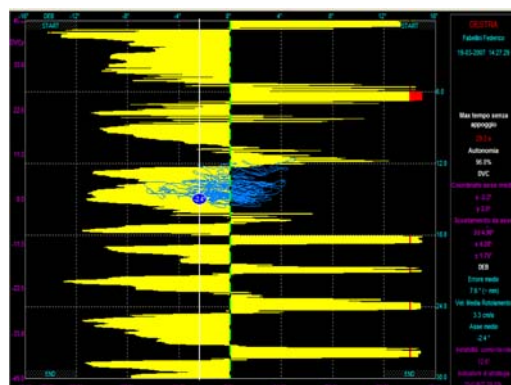
- **DVC (Delos Vertical Controller):** è un lettore del controllo posturale. Registra e visualizza in tempo reale i movimenti sul piano frontale e sagittale del tronco o del segmento corporeo a cui è applicato. E' in grado di monitorare le inclinazioni del busto messe in atto dai soggetti durante le prove di gestione del disequilibrio sul DEB.



- **DEB** (Delos Equilibrium Board): è una tavola elettronica basculante e traslante con feedback visivo che consente di allenare e valutare lo stato di efficienza dei sistemi arco-proprioceettivo e proprioceettivo. Collegata al pc consente di monitorare il livello di instabilità funzionale degli arti inferiori e della colonna e di allenare il Sistema Nervoso di controllo posturale dinamico.



- **PSM** (Postural System Manager): è il potente software di gestione del sistema. Permette di visualizzare il feedback del DVC e/o del DEB. Solo con l'interazione dei dati ricavati dal DEB e DVC il PSM è in grado di ricavare fondamentali informazioni sulle strategie posturali dinamiche dei soggetti testati.



## **EQUILIBRIO STATICO**

Strumenti usati:

### **A) MUSCLE - LAB BOSCO SYSTEM**

Il Muscle Lab è uno strumento di valutazione funzionale, capace di rilevare i processi biologici, neuromuscolari che si verificano durante la contrazione sia dinamica che isometrica.

E' un dispositivo che offre la possibilità di aggregare diversi sensori così da effettuare indagini multifattoriali, mediante il rilievo simultaneo e l'elaborazione integrata di grandezze di varia natura (cinematica, dinamica, elettromiografica di superficie).

Il Muscle Lab permette di misurare:

- FORZA, VELOCITA', POTENZA, durante il lavoro muscolare dinamico
- RESISTENZA MUSCOLARE e FATICA
- FORZA ISOMETRICA
- EMG sincronizzata con il lavoro muscolare realizzato
- PRESTAZIONI DI SALTO (Test di Bosco), per valutare le caratteristiche morfologiche dei muscoli estensori degli arti inferiori e le capacità neuromuscolari dell'atleta (SJ, CMJ, STIFFNESS TEST, DJ, SALTII CONTINUI del tipo CMJ)
- ANALISI BIOMECCANICA DELLE PRESTAZIONI DI SPRINT
- ANALISI BIOMECCANICA DELLA CORSA IN PISTA E SUL TAPPETTO SCORREVOLE mediante la registrazione del tempo di volo e di contatto, ed il lavoro eseguito in ogni passo di corsa.

Tutti i test rilevati dai sensori sono automaticamente elaborati ed immagazzinati in un database che è incluso nel sistema; in questo modo tutti i risultati vengono raggruppati in un unico sito con la possibilità di ottenere grafici e rapporti da stampare.

### **B) FORCE PLATFORM DEL MUSCLE – LAB BOSCO SYSTEM**

La piattaforma di forza misura le forze esercitate da un soggetto durante l'esecuzione di specifici compiti motori, in postura statica e/o perturbata.

E' una piattaforma dinamometrica costituita da una base, che trasmette la sollecitazione esercitata dal soggetto su di essa ad un secondo elemento, i trasduttori di forza (strain gauge); questi registrano la frazione di carico totale che viene trasmessa a terra dall'atleta tramite il basamento stesso.

Nel momento in cui saliamo sulla piattaforma dinamometria, lo strumento registrerà un segnale equivalente al nostro peso, da quel momento in poi, a seconda del tipo di forza, si registrerà il valore della forza esercitata in tempo reale.



Protocollo di valutazione funzionale: posizionamento in appoggio monopodalico con angolo al ginocchio di circa 30°, braccia incrociate al petto, sguardo fisso in avanti. Il test della durata di 20 secondi viene effettuato su entrambi gli arti sia ad occhi aperti che ad occhi chiusi.

**Parametri utilizzati:**

- PATH: strada fatta dal torace in millimetri
- DEV.ST: ampiezza raggio del gomito al torace in millimetri. Ci fornisce un'indicazione numerica di quanto i dati siano vicini o lontani dalla media.

## EQUILIBRIO DINAMICO

Strumenti usati:

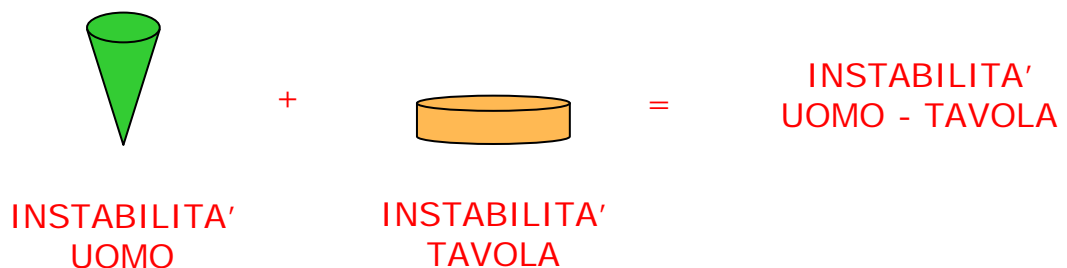
### DELOS POSTURAL SYSTEM

Protocollo di valutazione funzionale: posizionamento in appoggio bipodalico e monopodalico sul DEB (Delos Equilibrium Board) con arti superiori vincolati al torace.

Il test della durata di 30 secondi viene effettuato solo in modalità occhi aperti.

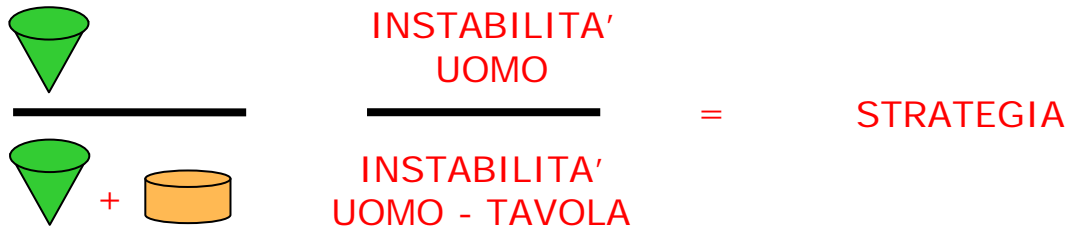
### Parametri utilizzati:

- Cono DVC: ampiezza del gomito a livello sternale in gradi; indica di quanto il soggetto si è scostato dall'asse medio della prova; in visualizzazione 2D rappresenta *l'ampiezza del cono*.
- DEB: ampiezza gomito a livello di tavoletta in gradi; errore medio: indica di quanti gradi il soggetto si è scostato mediamente dal compito assegnato (mantenere la tavola orizzontale). Più alto è il valore minore sarà il livello di controllo propriocettivo.
- VEL: velocità media di rotolamento; rappresenta la velocità media di traslazione del punto di appoggio (perno) della tavola; velocità con cui si muove la tavoletta DEB in centimetri al secondo.
- INSTABILITA' TOTALE: somma delle due ampiezze (DVC e DEB) in gradi; è la somma delle variabili *ampiezza cono DVC* e *ampiezza DEB* e rappresenta l'instabilità totale del sistema uomo-tavola.





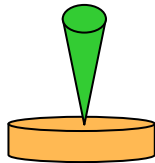
- **STRATEGIA:** è il rapporto tra le variabili *ampiezza cono* (scostamento da asse-DVC) e *l'instabilità uomo-tavola* (INST/DVC+DEB) ovvero il rapporto tra l'instabilità uomo e l'instabilità del sistema.



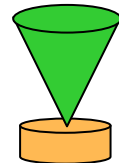
- **PRIORITA' POSTURALE:** valuta la strategia posturale utilizzata. E' uguale 100-indicatore di strategia. Indica quale distretto in percentuale il corpo utilizza (vestibolare o propriocettivo).

Può essere:

**CORRETTA >60%**

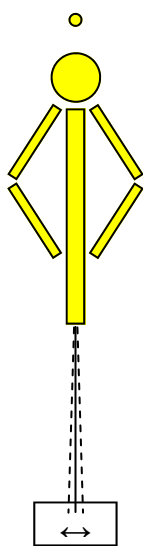


**INVERTITA <40%**

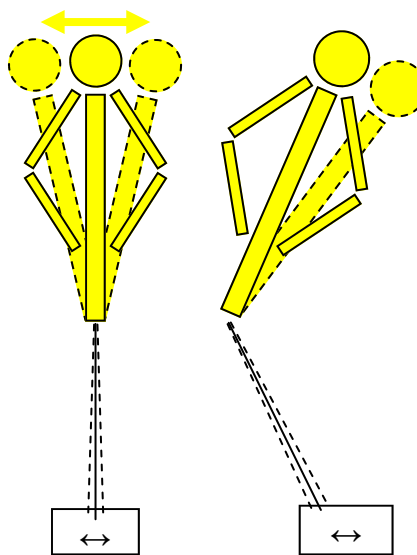


**INADEGUATA <60%**

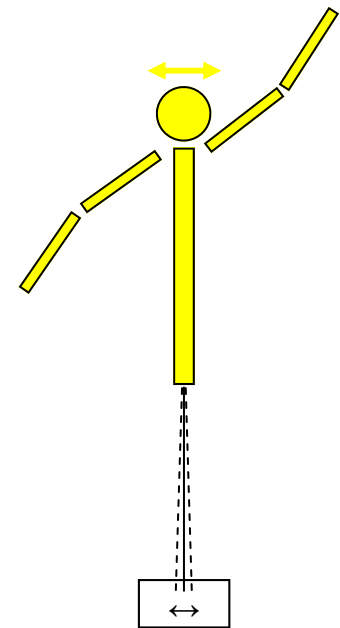
**CONTROLLO POSTURALE**



**Propriocettivo**



**Vestibolare**



**Compenso Arti Sup.**

- VEL DVC: velocità di spostamento del tronco in millimetri al secondo
- PATH DVC: quantità di strada dell'accelerometro sternale in millimetri
- PATH DEB: quantità di strada a livello di tavoletta in millimetri
- PATH TOTALE: somma di PATH DVC e PATH DEB

#### **5.2.4.CARATTERISTICHE MECCANICO-MUSCOLARI**

Gli atleti sono stati sottoposti ai seguenti JUMP TEST:

- Squat jump bipodalico
- Squat jump monopodalico
- Contro movimento jump braccia libere

utilizzando la **PEDANA QUATTRO JUMP**

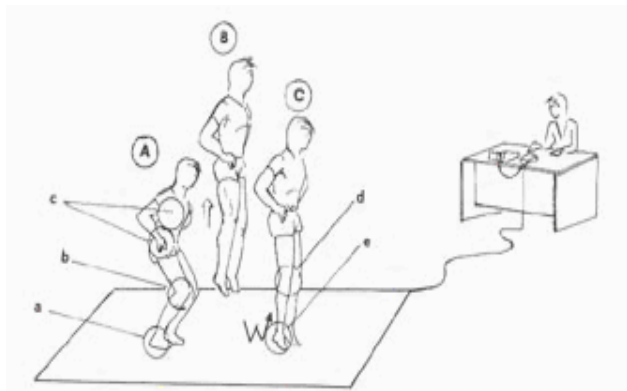


Questa è una pedana munita di quattro sensori posti in corrispondenza dei vertici che rilevano la forza peso lungo l'asse verticale. tramite il software che pesa le componenti rilevate da ogni sensore, viene ricavato il punto di applicazione della risultante ed il suo modulo.

## Protocollo di valutazione funzionale

E' stata fatta una valutazione muscolare attraverso i seguenti **test di Bosco**:

### Squat Jump

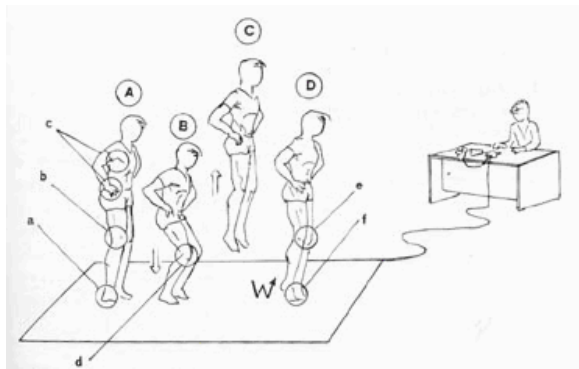


Salto verticale con busto eretto e le mani ai fianchi partendo dalla posizione di mezzo squat (ginocchia piegate a  $90^\circ$ ). È stato eseguito in bipodalico e monopodalico (dx/sx).

#### Qualità indagata:

Forza Esplosiva degli arti inferiori e capacità di reclutamento nervoso.

### Counter Mouvement Jump



Salto con contromovimento.

È stato eseguito in bipodalico sia a braccia libere che a braccia bloccate.

#### Qualità indagata:

Forza Esplosiva degli arti inferiori, capacità di reclutamento nervoso e riuso energia elastica.

Nel CMJ Bipodalico braccia libere le capacità neuromuscolari indagate sono influenzate dalla capacità coordinativa tra arti superiori e inferiori.

### 5.2.5. ELEMENTI TECNICI

Sono stati indagati i seguenti elementi tecnici che rappresentano elementi di difficoltà del gruppo dei salti proponibili in una routine di gara sia senior che junior:

- **AIRT TURN**(salto in estensione, sul posto, con rotazione di 360° )
- **TUCK JUMP**(salto con le gambe piegate a raccolta, sul posto)

In particolare grazie alla FORCE PLATFORM DEL MUSCLE-LAB BOSCO SYSTEM è stato possibile rilevare nei due tipi di salto la Forza media, la Forza max ed il Tempo di Azione sia della **fase di spinta** delle gambe che della **fase di frenata**.

## **6 RISULTATI**

I 10 soggetti (5 di sesso femminile e 5 di sesso maschile tutti della squadra nazionale Senior di Ginnastica Aerobica della Federazione Ginnastica d'Italia), di età compresa tra i 18 e i 26 anni per i 5 soggetti maschili e tra i 18 e i 24 anni per i 5 soggetti femminili, praticano questa disciplina da almeno 6 anni e svolgono regolarmente da un minimo di 6 ad un massimo di 18 ore di allenamento settimanale.

Gli anni di attività e le ore di allenamento settimanale, oltre che le caratteristiche anagrafiche ed antropometriche sono riportate nella Tab.8.

I 9 atleti della squadra nazionale juniores (tutti di sesso femminile) di età compresa tra i 15 e i 17 anni praticano questa disciplina da almeno 3 anni fino ad un massimo di 14 anni e svolgono regolarmente da un minimo di 11 ad un massimo di 18 ore di allenamento settimanale.

Gli anni di attività e le ore di allenamento settimanale, oltre che le caratteristiche anagrafiche ed antropometriche sono riportate nella Tab.9.

I 6 atleti senior di medio livello (3 di sesso maschile e 3 di sesso femminile), utilizzati come campione di controllo, di età compresa tra i 18 e i 33 anni, praticano questa disciplina da almeno 3 anni fino ad un massimo di 12 e svolgono regolarmente da un minimo di 7 ad un massimo di 12 ore di allenamento settimanale.

Gli anni di attività e le ore di allenamento settimanale, oltre che le caratteristiche anagrafiche ed antropometriche sono riportate nella Tab.10.

I 2 atleti junior di medio livello (entrambi di sesso femminile) utilizzati come campione di controllo, di età compresa tra i 14 e i 17 anni, praticano questa disciplina da almeno 3 anni fino ad un massimo di 7 e svolgono regolarmente da un minimo di 11 ad un massimo di 12 ore di allenamento settimanale.

Gli anni di attività e le ore di allenamento settimanale, oltre che le caratteristiche anagrafiche ed antropometriche sono riportate nella Tab.11.

**CARATTERISTICHE DEGLI ATLETI SENIOR TOP LEVEL**

**Tab. 8**

<b>MASCHI</b> (n=5)	<b>ETA'</b> (aa.)	<b>PESO</b> (kg)	<b>STATURA</b> (cm)	<b>ATTIVITA'</b> (aa.)	<b>ALLENAMENTO</b> (h/sett.)
$\pm$ DS (range)	$22 \pm 3.5$ (18-26)	$66.4 \pm 2.3$ (63-69)	$171.7 \pm 4.7$ (164.5-177)	$8.2 \pm 1.3$ (7-10)	$12.8 \pm 4.8$ (6-18)

<b>FEMMINE</b> (n=5)	<b>ETA'</b> (aa.)	<b>PESO</b> (kg)	<b>STATURA</b> (cm)	<b>ATTIVITA'</b> (aa)	<b>ALLENAMENTO</b> (h/sett.)
$\pm$ DS (range)	$20.2 \pm 2.4$ (18-24)	$50.3 \pm 6.6$ (48-59)	$157.7 \pm 5.1$ (153-165)	$7.4 \pm 1.1$ (6-9)	$15.4 \pm 1.8$ (13-18)

**CARATTERISTICHE DEGLI ATLETI JUNIOR TOP LEVEL**

**Tab. 9**

<b>FEMMINE</b> (n=9)	<b>ETA'</b> (aa.)	<b>PESO</b> (kg)	<b>STATURA</b> (cm)	<b>ATTIVITA'</b> (aa)	<b>ALLENAMENTO</b> (h/sett.)
$\pm$ DS (range)	$15.6 \pm 0.7$ (15-17)	$51.4 \pm 6$ (43-60)	$158 \pm 4$ (150-162)	$7.4 \pm 3.7$ (3-14)	$15 \pm 3$ (11-18)

**CARATTERISTICHE DEGLI ATLETI SENIOR MEDIO LIVELLO**

**Tab. 10**

<b>MASCHI</b> (n=3)	<b>ETA'</b> (aa.)	<b>PESO</b> (kg)	<b>STATURA</b> (cm)	<b>ATTIVITA'</b> (aa.)	<b>ALLENAMENTO</b> (h/sett.)
$\pm$ DS (range)	$26.7 \pm 7.57$ (18-32)	$67 \pm 2$ (65-69)	$167.7 \pm 6.6$ (162-175)	$8.7 \pm 3.51$ (5-12)	$7.7 \pm 0.58$ (7-8)

<b>FEMMINE</b> (n=3)	<b>ETA'</b> (aa.)	<b>PESO</b> (kg)	<b>STATURA</b> (cm)	<b>ATTIVITA'</b> (aa)	<b>ALLENAMENTO</b> (h/sett.)
$\pm$ DS (range)	$23 \pm 8.6$ (18-33)	$50 \pm 8$ (42-58)	$161 \pm 7$ (154-168)	$6 \pm 3$ (3-9)	$9 \pm 2.6$ (7-12)

**CARATTERISTICHE DEGLI ATLETI JUNIOR MEDIO LIVELLO**

**Tab. 11**

<b>FEMMINE</b> (n=2)	<b>ETA'</b> (aa.)	<b>PESO</b> (kg)	<b>STATURA</b> (cm)	<b>ATTIVITA'</b> (aa)	<b>ALLENAMENTO</b> (h/sett.)
$\pm$ DS (range)	$15.5 \pm 2.12$ (14-17)	$59 \pm 5.6$ (55-63)	$171 \pm 4.24$ (168-174)	$5 \pm 2.8$ (3-7)	$11.5 \pm 0.71$ (11-12)

## ANALISI POSTURALE GLOBALE E ANALISI POSTURALE ANALITICA

**TAB. 12**

VALUTAZIONE POSTURALE	RIASSUNTIVO CATEGORIA MASCHI AEROBICA (n 5)				TOT ANALIZZATI	RIASSUNTIVO CATEGORIA MASCHI AEROBICA (n 5)				
	60° (1)	90° (2)	120° (3)	150° (4)		60° (1)	90° (2)	120° (3)	150° (4)	
Angolo Ginocchio SquatTest1	0	3	2	0	5	0%	60%	40%	0%	
Angolo Ginocchio SquatTest2	0	2	3	0	5	0%	40%	60%	0%	
Angolo Ginocchio SquatTest3	1	1	3	0	5	20%	20%	60%	0%	
	<b>NO (0)</b>	<b>SI (1)</b>				<b>NO (0)</b>	<b>SI (1)</b>			
ginocchio valgo	4	1			5	80%	20%			
ginocchio varo	1	4			5	20%	80%			
piede supinato	5	0			5	100%	0%			
piede pronato	3	2			5	60%	40%			
Busto inclina laterale	5	0			5	100%	0%			
Bacino rotazione	4	1			5	80%	20%			
Spalle rotazione	0	5			5	0%	100%			
		<b>Buono (0)</b>	<b>Suff. (1)</b>	<b>Scarso (2)</b>			<b>Buono (0)</b>	<b>Suff. (1)</b>	<b>Scarso (2)</b>	
Tenuta gomiti (2)		2	3		5		40%	60%	0%	
	<b>IperLordos</b>	<b>Buono</b>	<b>Appiattita</b>	<b>Cifotizza</b>		<b>IperLordos</b>	<b>Buono</b>	<b>Appiattita</b>	<b>Cifotizza</b>	
Lombare tenuta lordosi (2)		4		1	5	0%	80%	0%	20%	
		<b>Buono (0)</b>	<b>Suff. (1)</b>	<b>Scarso (2)</b>			<b>Buono (0)</b>	<b>Suff. (1)</b>	<b>Scarso (2)</b>	
Braccia rispetto alla testa(3)		2	3		5	0%	40%	60%	0%	
	<b>Buono (0)</b>	<b>Suff. (1)</b>	<b>Scarso (2)</b>			<b>Buono (0)</b>	<b>Suff. (1)</b>	<b>Scarso (2)</b>		
Braccio flessio (3)	5	0			5	100%	0%			
	<b>IperLordos</b>	<b>Buono</b>	<b>Appiattita</b>	<b>Cifotizza</b>		<b>IperLordos</b>	<b>Buono</b>	<b>Appiattita</b>	<b>Cifotizza</b>	
Lombare tenuta lordosi (3)		2	2	1	5	0%	40%	40%	20%	
	<b>TIPO 1</b>	<b>TIPO 2</b>	<b>TIPO 3</b>	<b>TIPO 4</b>	<b>TIPO 5</b>	<b>TIPO 1</b>	<b>TIPO 2</b>	<b>TIPO 3</b>	<b>TIPO 4</b>	<b>TIPO 5</b>
SIT & REACH (tipo)	0	0	0	5	0	0%	0%	0%	100%	0%
SIT & REACH (cm.)										
	<b>Buono (0)</b>	<b>Suff. (1)</b>	<b>Scarso (2)</b>			<b>Buono (0)</b>	<b>Suff. (1)</b>	<b>Scarso (2)</b>		
piriforme	2	2	6		10	20%	20%	60%		
adduttore	4	4	2		10	40%	40%	20%		
femorali	8	2	0		10	80%	20%	0%		
spalle in alto	4	1	0		5	80%	20%	0%		
torsione schiena	1	5	4		10	10%	50%	40%		
psoas	1	8	1		10	10%	80%	10%		

i valori nella tabella sopra sono doppi in quanto misurati per ogni arto per soggetto

**TAB. 13**

VALUTAZIONE POSTURALE	RIASSUNTIVO CATEGORIA FEM. AEROBICA (n 14)				TOT ANALIZZATI	RIASSUNTIVO CATEGORIA FEM. AEROBICA (n 14)				
	60° (1)	90° (2)	120° (3)	150° (4)		60° (1)	90° (2)	120° (3)	150° (4)	
Angolo Ginocchio SquatTest1	0	8	6	0	14	0%	57%	43%	0%	
Angolo Ginocchio SquatTest2	0	8	5	1	14	0%	57%	36%	7%	
Angolo Ginocchio SquatTest3	2	6	5	1	14	14%	43%	36%	7%	
	<b>NO (0)</b>	<b>SI (1)</b>				<b>NO (0)</b>	<b>SI (1)</b>			
ginocchio valgo	9	5			14	64%	36%			
ginocchio varo	3	11			14	21%	79%			
piede supinato	14	0			14	100%	0%			
piede pronato	1	13			14	7%	93%			
Busto inclina laterale	13	1			14	93%	7%			
Bacino rotazione	6	8			14	43%	57%			
Spalle rotazione	5	9			14	36%	64%			
		<b>Buono (0)</b>	<b>Suff. (1)</b>	<b>Scarso (2)</b>			<b>Buono (0)</b>	<b>Suff. (1)</b>	<b>Scarso (2)</b>	
Tenuta gomiti (2)		5	6	3	14		36%	43%	21%	
	<b>IperLordos</b>	<b>Buono</b>	<b>Appiattita</b>	<b>Cifotizza</b>		<b>IperLordos</b>	<b>Buono</b>	<b>Appiattita</b>	<b>Cifotizza</b>	
Lombare tenuta lordosi (2)	0	10	4	0	14	0%	71%	29%	0%	
		<b>Buono (0)</b>	<b>Suff. (1)</b>	<b>Scarso (2)</b>			<b>Buono (0)</b>	<b>Suff. (1)</b>	<b>Scarso (2)</b>	
Braccia rispetto alla testa(3)		2	11	1	14	0%	14%	79%	7%	
	<b>Buono (0)</b>	<b>Suff. (1)</b>	<b>Scarso (2)</b>			<b>Buono (0)</b>	<b>Suff. (1)</b>	<b>Scarso (2)</b>		
Braccio flessio (3)	7	7			14	50%	50%			
	<b>IperLordos</b>	<b>Buono</b>	<b>Appiattita</b>	<b>Cifotizza</b>		<b>IperLordos</b>	<b>Buono</b>	<b>Appiattita</b>	<b>Cifotizza</b>	
Lombare tenuta lordosi (3)	12	2	0	0	14	86%	14%	0%	0%	
	<b>TIPO 1</b>	<b>TIPO 2</b>	<b>TIPO 3</b>	<b>TIPO 4</b>	<b>TIPO 5</b>	<b>TIPO 1</b>	<b>TIPO 2</b>	<b>TIPO 3</b>	<b>TIPO 4</b>	<b>TIPO 5</b>
SIT & REACH (tipo)	0	0	0	14	0	0%	0%	0%	100%	0%
SIT & REACH (cm.)										
	<b>Buono (0)</b>	<b>Suff. (1)</b>	<b>Scarso (2)</b>			<b>Buono (0)</b>	<b>Suff. (1)</b>	<b>Scarso (2)</b>		
piriforme	17	9	2		28	61%	32%	7%		
adduttore	10	18	0		28	36%	64%	0%		
femorali	28	0	0		28	100%	0%	0%		
spalle in alto	5	9	0		14	36%	64%	0%		
torsione schiena	14	13	1		28	50%	46%	4%		
psoas	19	9	0		28	68%	32%	0%		

i valori nella tabella sopra sono doppi in quanto misurati per ogni arto per soggetto

TAB. 14

VALUTAZIONE POSTURALE	RIASSUNTIVO CATEGORIA MEDIO LIVELLO (n 4)					TOT ANALIZZATI	RIASSUNTIVO CATEGORIA MEDIO LIVELLO (n 4)				
	60° (1)	90° (2)	120° (3)	150° (4)			60° (1)	90° (2)	120° (3)	150° (4)	
Angolo Ginocchio SquatTest1	1	1	2	0		4	25%	25%	50%	0%	
Angolo Ginocchio SquatTest2	1	1	2	0		4	25%	25%	50%	0%	
Angolo Ginocchio SquatTest3	1	2	1	0		4	25%	50%	25%	0%	
	NO (0)	SI (1)					NO (0)	SI (1)			
ginocchio valgo	3	1				4	75%	25%			
ginocchio varo	4	0				4	100%	0%			
piede supinato	4	0				4	100%	0%			
piede pronato	2	2				4	50%	50%			
Busto inclina laterale	4	0				4	100%	0%			
Bacino rotazione	1	3				4	25%	75%			
Spalle rotazione	1	3				4	25%	75%			
		Buono (0)	Suff. (1)	Searso (2)			Buono (0)	Suff. (1)	Searso (2)		
Tenuta gomiti (2)		3	1			4	75%	25%	0%		
	IperLordos	Buono	Appiattita	Cifotizza			IperLordos	Buono	Appiattita	Cifotizza	
Lombare tenuta lordosi (2)		2	1	1		4	0%	50%	25%	25%	
		Buono (0)	Suff. (1)	Searso (2)			Buono (0)	Suff. (1)	Searso (2)		
Braccia rispetto alla testa(3)		2	2			4	0%	50%	50%	0%	
	BUONO (0)	SUFF (1)	SCARSO (2)				Buono (0)	Suff. (1)	Searso (2)		
Braccio flessio (3)		3	1			4	75%	25%			
	IperLordos	Buono	Appiattita	Cifotizza			IperLordos	Buono	Appiattita	Cifotizza	
Lombare tenuta lordosi (3)		3		1		4	0%	75%	0%	25%	
	TIPO 1	TIPO 2	TIPO 3	TIPO 4	TIPO 5		TIPO 1	TIPO 2	TIPO 3	TIPO 4	TIPO 5
SIT & REACH (tipo)	0	0	0	4	0	4	0%	0%	0%	100%	0%
SIT & REACH (cm.)											
		Buono (0)	Suff. (1)	Searso (2)			Buono (0)	Suff. (1)	Searso (2)		
piriforme	4	2	2			8	50%	25%	25%		
adduttore	4	4				8	50%	50%	0%		
femorali	8		0			8	100%	0%	0%		
spalle in alto	3		1			4	75%	0%	25%		
torsione schiena		6	2			8	0%	75%	25%		
psoas	8					8	100%	0%	0%		

i valori nella tabella sopra sono doppi in quanto misurati per ogni arto per soggetto

Nella valutazione posturale globale per lo squat si predilige sia nei maschi che nelle femmine di alto livello l'angolo di 90° che è anche il più vicino alla prestazione tecnica ed al miglior riuso di energia elastica (forza esplosiva).

Il ginocchio varo ed il ginocchio valgo sono presenti in percentuali significative nei gruppi di elite mentre non sono presenti significativamente nel gruppo di medio livello.

Il piede supinato non è presente in nessun gruppo mentre il piede pronato è presente significativamente nelle femmine di alto livello e meno nei maschi di alto livello e nel gruppo di medio livello.

Il busto inclinato lateralmente non è presente in nessun gruppo.

La rotazione del bacino è molto accentuata nelle femmine di alto livello e nel medio livello mentre lo è poco nei maschi di alto livello.

La rotazione delle spalle è totalmente riscontrata nei soggetti maschi di alto livello ma è comunque molto presente nelle femmine di elite e nel campione di medio livello.

La tenuta dei gomiti è migliore nel gruppo di medio livello.

La tenuta lombare è buona nei gruppi di elite, leggermente meno nel gruppo di medio livello.

Nella valutazione delle braccia rispetto alla testa il gruppo di controllo si presenta meglio degli gruppi di elite.



Nella valutazione delle braccia flesse il gruppo migliore è quello dei maschi di alto livello, a seguire il campione di medio livello e ultimo il gruppo femmine di alto livello. Nella tenuta della curva lombare il gruppo migliore è quello di medio livello , segue il gruppo maschile di alto livello con una buona percentuale positiva mentre il gruppo femminile di elite presenta un'alta percentuale di iperlordosi.

Nella valutazione posturale analitica il dato più significativo è che tutti i gruppi presentano una valutazione qualitativa del test Sit & Reach di Tipologia 4 ovvero con allungamento normale dei muscoli sacro spinali, ischio crurali e tricipite surale.

La funzionalità del piriforme è migliore nel gruppo femmine di elite, segue il gruppo di medio livello e poi i maschi di alto livello.

L'adduttore ha una buona percentuale di funzionalità in tutti i gruppi esaminati.

I femorali, lo psoas ed il test di spalle in alto hanno rilevato ottima funzionalità in tutti i gruppi.

Il test di torsione della schiena ha evidenziato problemi di funzionalità nel gruppo di medio livello.

## EQUILIBRIO

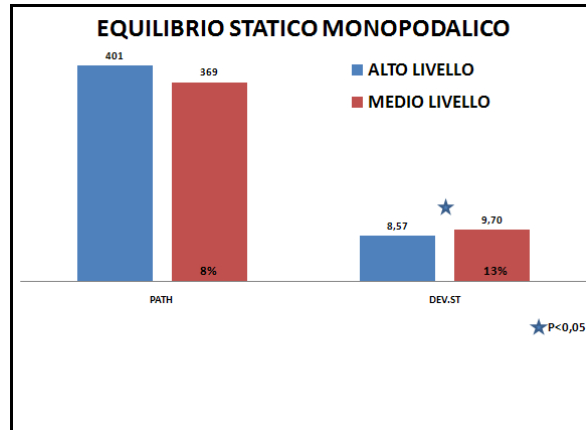


FIG. 4

Nel confronto senior di alto livello-gruppo di controllo di medio livello vengono confrontati la Path (strada percorsa dal baricentro durante la prova di 10") e la Dev.st (raggio medio di una ipotetica circonferenza entro la quale cadono i 2/3 degli aggiustamenti che si hanno durante la prova di 10 sec). Si notano differenze significative per la Dev.st. mentre le differenze della Path non risultano significative. Il gruppo dei senior di alto livello sembra avere migliore equilibrio rispetto al gruppo di controllo nel dato qualitativo che è significativo.

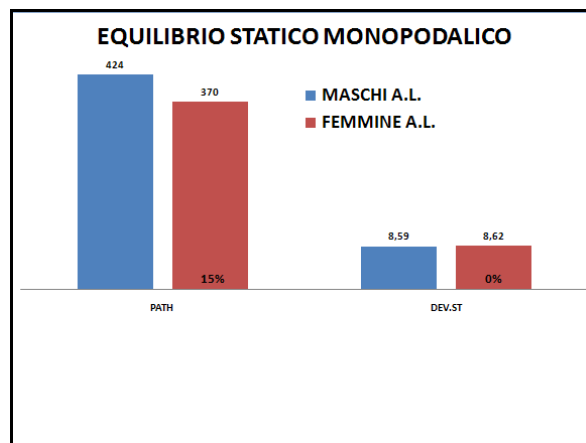


FIG. 5

In gruppi di elite non si notano differenze significative

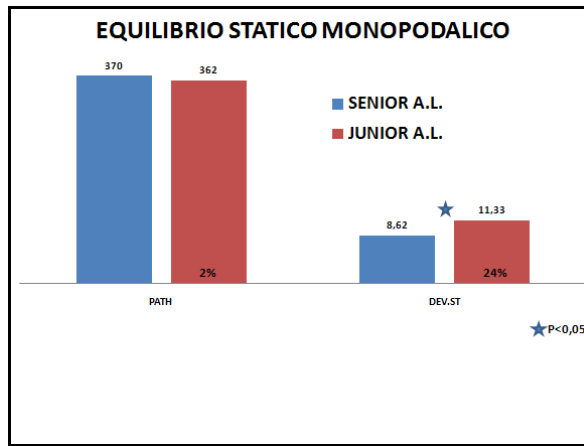


FIG. 6

Tra senior e junior di alto livello la differenza si trova nella Dev.St. che risulta essere maggiore nelle più giovani. Le senior fanno più strada ma in un cono più ristretto quindi fanno degli aggiustamenti più veloci rispetto alle junior. Le senior potrebbero avere un migliore equilibrio inteso come capacità di recuperare la condizione di stabilità o di contrastare l'instabilità.

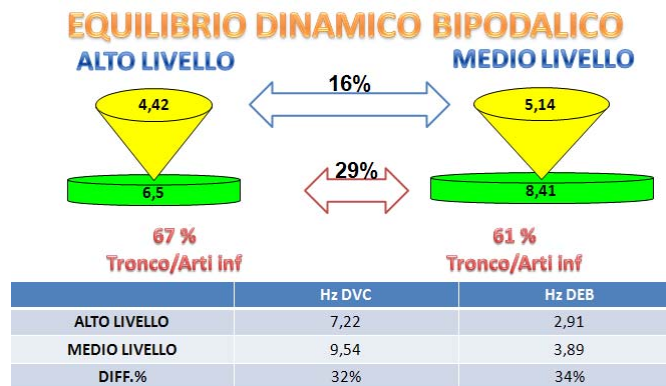
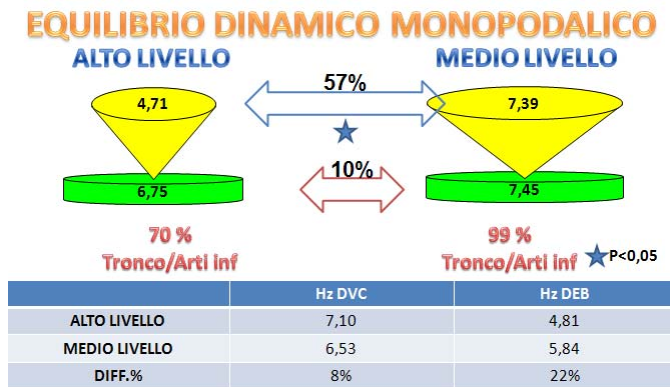


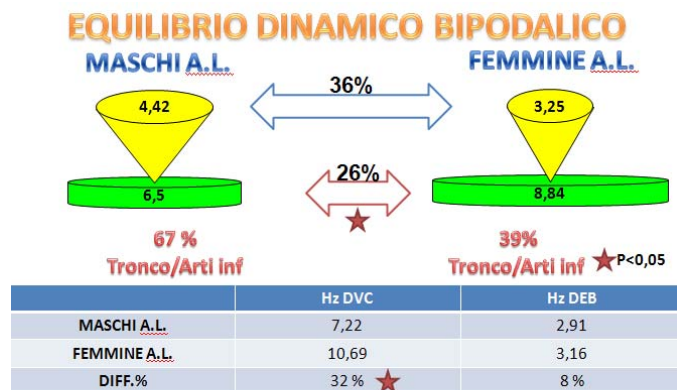
FIG. 7

Nell'equilibrio dinamico bipodalico le differenze riscontrate non sono statisticamente significative. Nel complesso il gruppo di controllo sembra avere differenze di aggiustamento maggiori, sia del tronco che degli arti rispetto al gruppo senior di alto livello.



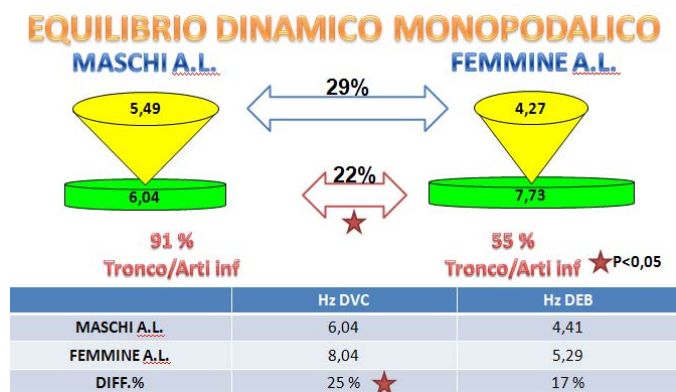
**FIG. 8**

Nell'equilibrio dinamico monopodalico riscontriamo una differenza significativa del valore DVC , ciò mostra l'utilizzo di una strategia più vestibolare da parte del gruppo di controllo, mentre il gruppo senior di alto livello risulta avere una frequenza di aggiustamento del tronco maggiore del gruppo di controllo.



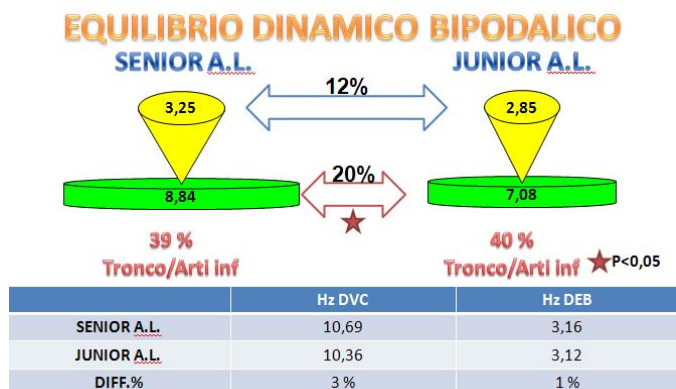
**FIG. 9**

Si nota una differente strategia in risposta allo stimolo disequilibrante. I maschi usano più il sistema vestibolare rispetto alle femmine che usano maggiormente il propriocettivo. Inoltre le femmine hanno una grande differenza tra il sistema di controllo propriocettivo (maggiore) e quello vestibolare.



**FIG. 10**

Il test monopodalico conferma quello bipodalico. Le femmine usano strategie propriocettive rispetto ai maschi che usano strategie vestibolari.



**FIG.11**

Si nota una differenza soprattutto per quanto riguarda gli aggiustamenti propriocettivi che sono maggiori nelle senior.

## EQUILIBRIO DINAMICO MONOPODALICO

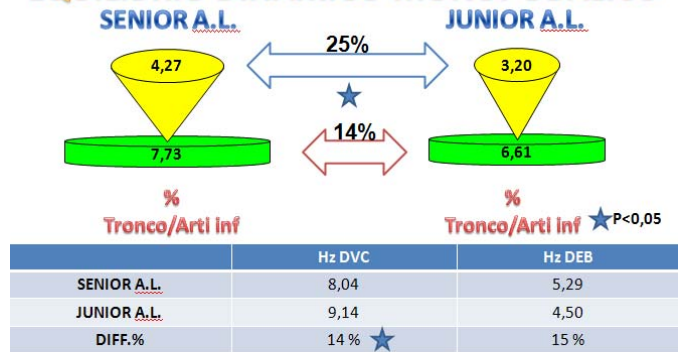


FIG. 12

Questo test conferma il precedente sul sistema propriocettivo usato più dalle senior ed è più significativa la differenza sul sistema vestibolare tra i due gruppi.

## QUALITA' MECCANICO-MUSCOLARI

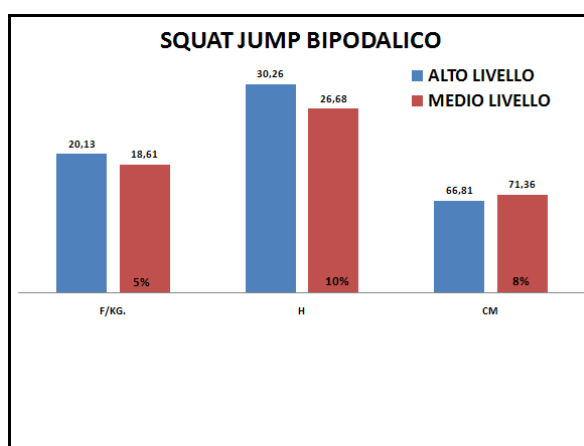


FIG.13

Gli atleti senior di alto livello esprimono maggiore forza, raggiungono un'altezza di salto maggiore e lo fanno con minor costo muscolare rispetto al gruppo di controllo di medio livello.

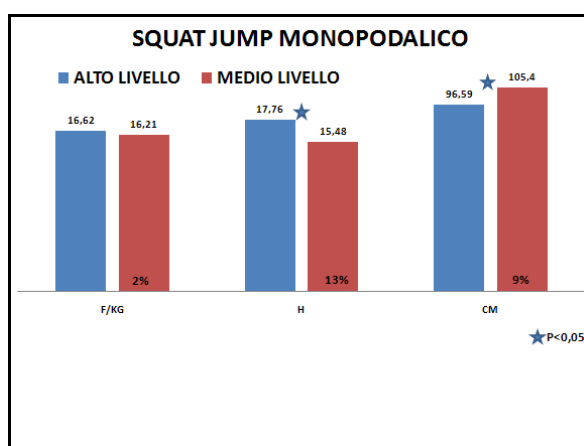


FIG.14

La forza impressa nel test monopodalico è simile nei due gruppi ma vi è sempre maggiore altezza di salto e minor costo muscolare negli atleti di alto livello e le differenze sono significative.

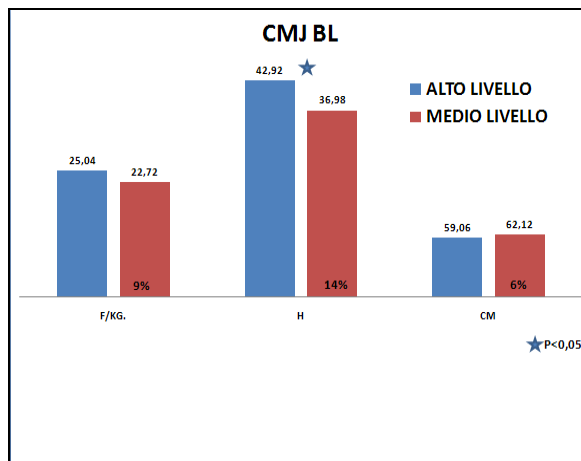


FIG. 15

L'andamento è lo stesso dei test precedenti e la differenza di salto è significativa.

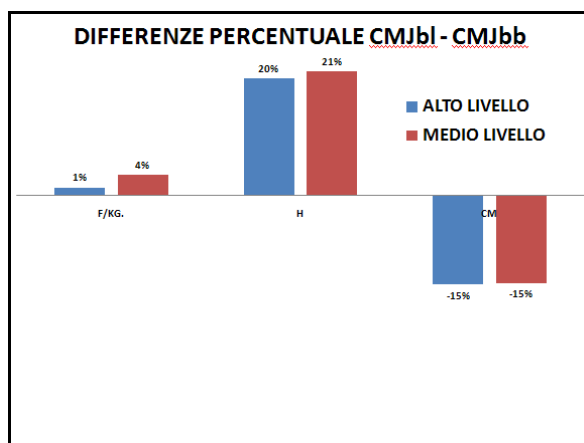


FIG. 16

Il gruppo senior di alto livello nel test a braccia libere applica l'1% di forza in più rispetto al test con le braccia bloccate, il 20% in più nell'altezza di salto e il 15% in meno nel costo muscolare. Le differenze tra i due gruppi si assottigliano nel momento in cui si utilizzano le braccia dove il gruppo di medio livello compensa le carenze strettamente legate alla forza con capacità coordinative proprie del salto con l'uso delle braccia.



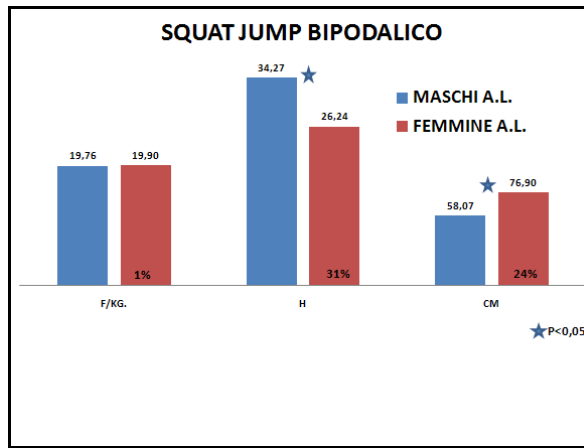


FIG. 17

A parità di forza applicata i maschi saltano il 31% in più con un costo muscolare inferiore a dimostrazione che probabilmente la maggior altezza raggiunta in questo test non dipende dalla forza applicata ma da un livello tecnico-coordinativo migliore.

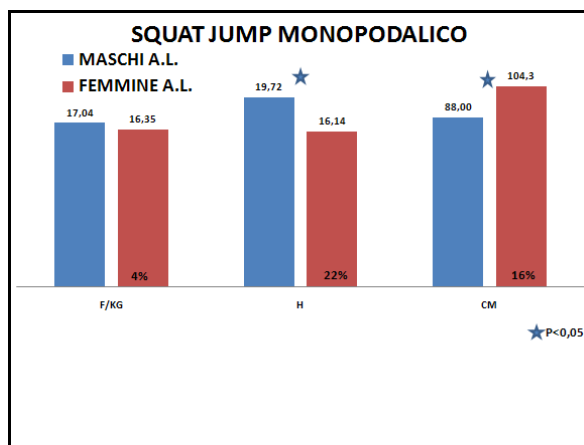


FIG. 18

Stesso andamento della figura precedente ed anche in questo caso le differenze di altezza salto e di costo muscolare sono significative.

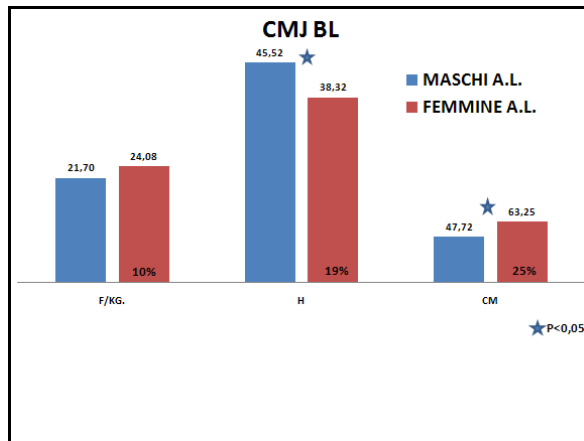


FIG. 19

Con l'uso delle braccia si evidenzia ancora di più che i maschi hanno maggiore tecnica e coordinazione delle femmine e riescono a saltare di più nonostante le femmine applichino più forza.

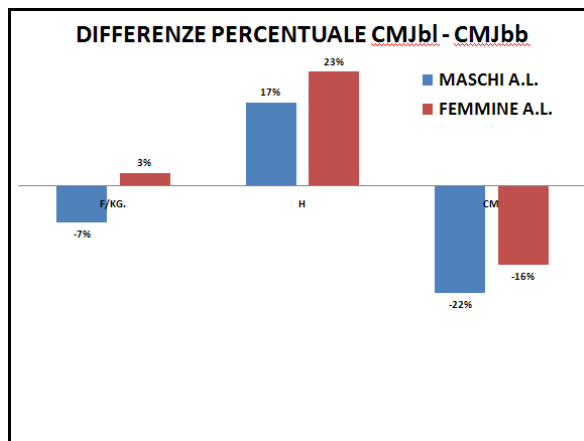


FIG. 20

E' interessante il dato del costo muscolare dei due campioni che è nettamente inferiore quando vengono utilizzate le braccia.

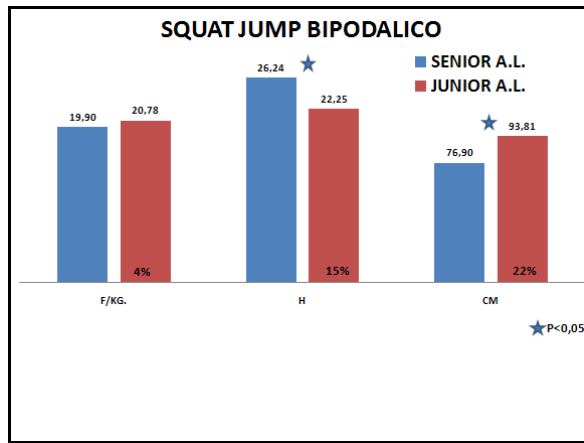


FIG.21

A parità di forza applicata le senior saltano il 15% in più con un costo muscolare inferiore a dimostrazione che probabilmente la maggior altezza raggiunta in questo test non dipende dalla forza applicata ma da un livello tecnico-coordinativo migliore.

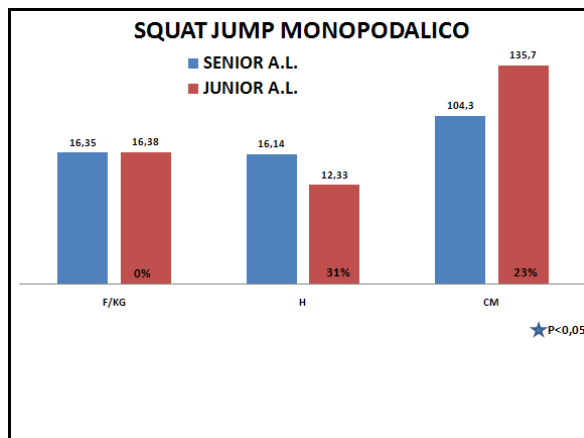


FIG. 22

Stesso andamento del salto bipodalico.

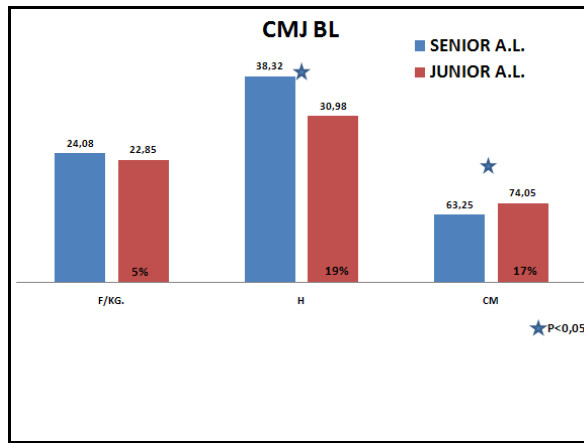


FIG. 23

Anche in questo test a parità di forza le senior saltano di più con un costo muscolare inferiore e le differenze di altezza di salto e costo muscolare sono significative.

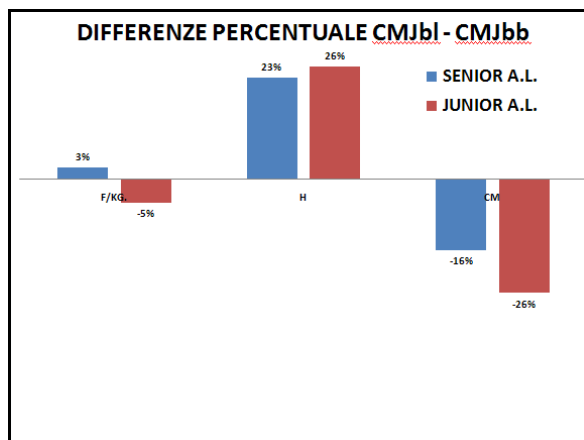
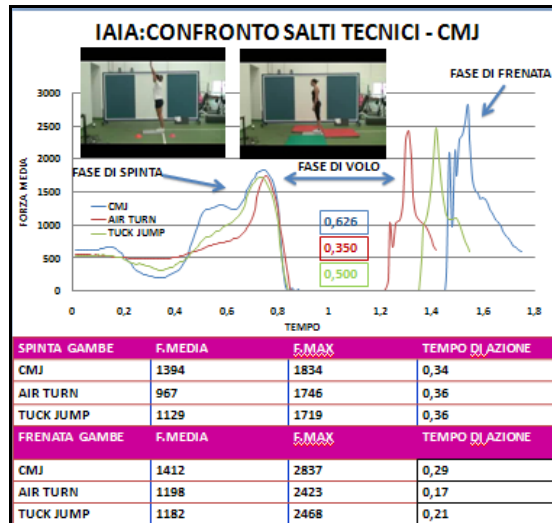


FIG. 24

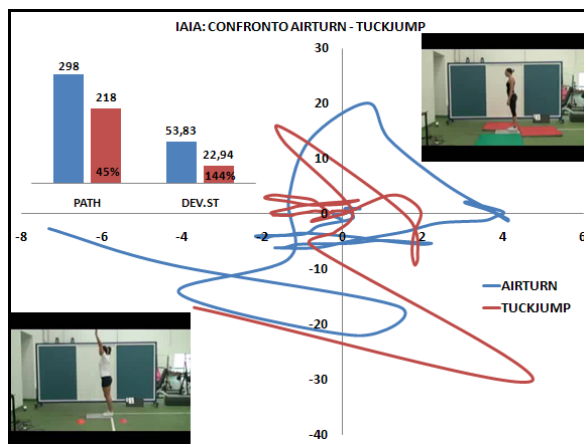
Questa figura evidenzia che le femmine senior applicano più forza nel salto a braccia libere rispetto non solo ai maschi senior come già evidenziato precedentemente ma anche rispetto alle femmine junior che traggono maggior vantaggio rispetto alle senior con l'uso delle braccia.

## SALTI TECNICI



**FIG 25**

In questa figura si mette a confronto la forza espressa nei due salti tecnici e nel CMJ da parte dell'atleta senior di alto livello. Nel CMJ si raggiungono valori di forza maggiori rispetto agli altri 2 salti tecnici sia nella spinta che nella frenata; questi valori di forza (nella spinta) gli consentono di saltare di più. La maggiore espressione di forza è dovuta alla fase di caricamento che nel CMJ risulta essere più ampia. Maggiore forza nel tuck jump rispetto all' air turn probabilmente dovuto alla differente esecuzione di questo gesto che deve permettere all'atleta di portare le gambe raccolte al petto. I valori di frenata risultano essere simili tra i due gesti tecnici anche se il tempo di volo è diverso in relazione alla diversa dinamica dei due salti.



**FIG. 26**

I valori di forza della frenata risultano essere simili (Fig. 26) e quando il soggetto riatterra sulla pedana sembra avere un maggior controllo nel tuck jump piuttosto che nell'air turn (minor strada e minor raggio). Questo probabilmente è dovuto al fatto che il maggior controllo nell'atterraggio dipende soprattutto dall'avvicinamento dell'estremità del corpo al baricentro piuttosto che dalla velocità angolare (che è maggiore nel tuck jump).

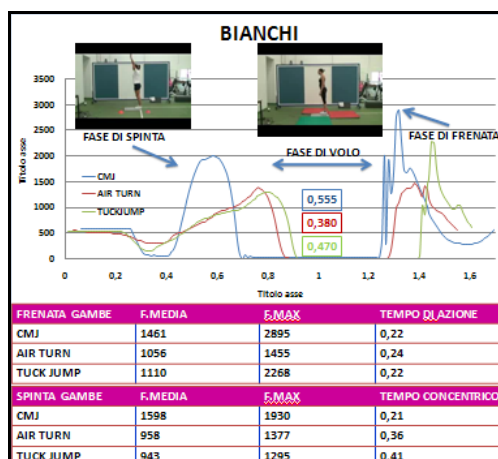


FIG. 27

Nell'atleta Bianchi, senior femmina di alto livello, i valori di forza espressi nei due gesti tecnici sembrano essere simili anche se nel tuck jump è maggior il tempo di volo. Anche in questo caso i valori di forza media risultano essere simili tra i due gesti anche se il tempo di volo del tuck jump risulta essere maggiore.

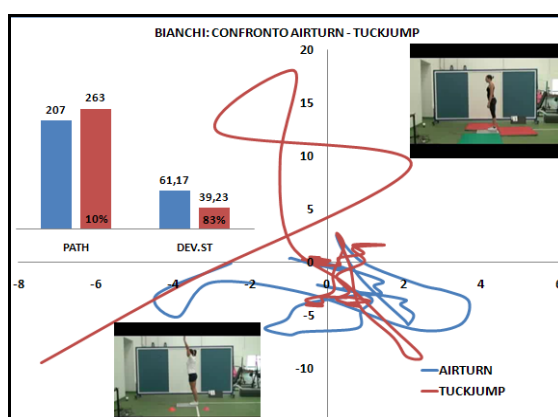


FIG. 28

Anche questo soggetto risulta avere maggior controllo (più rapido negli aggiustamenti) per quanto riguarda il tuck jump.

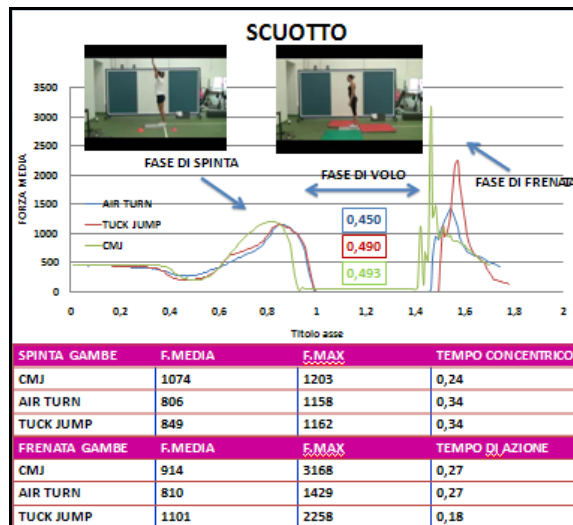


FIG. 29

Anche nell' atleta Scuotto, junior femmina di alto livello, i valori di forza espressi nei due gesti tecnici sembrano essere simili anche se nel tuck jump è maggior il tempo di volo.

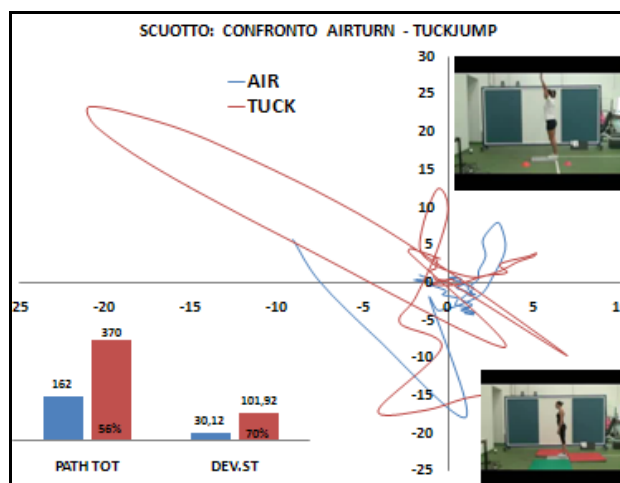


FIG. 30

Per questo soggetto la tendenza è invertita. Stessa forza nella spinta ma maggior forza nella frenata nel tuck jump. Questa maggior espressione di forza ci indica un maggior disequilibrio indotto da questo gesto in questa atleta. Ciò è evidenziato dai valori di Path e Dev.St. Questa inversione potrebbe indicarci che soggetti meno evoluti (junior e medio livello) subiscono maggiori perturbazioni dalla velocità angolare che il gesto richiede.

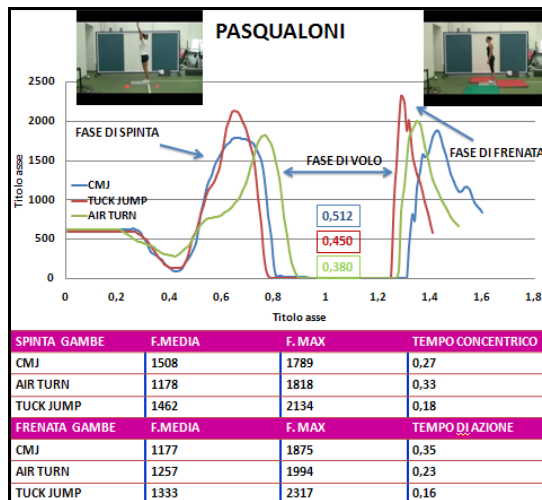


FIG. 31

Nell'atleta Pasqualoni, senior di medio livello, le espressioni di forza sono maggiori nel tuck jump rispetto all'air turn ma soprattutto rispetto al CMJ sia nella spinta che nella frenata.

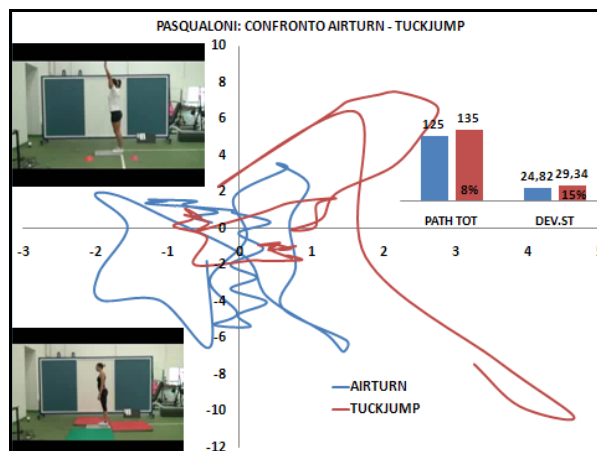


FIG. 32

In quest'atleta si evidenzia un maggior controllo nell'air turn.



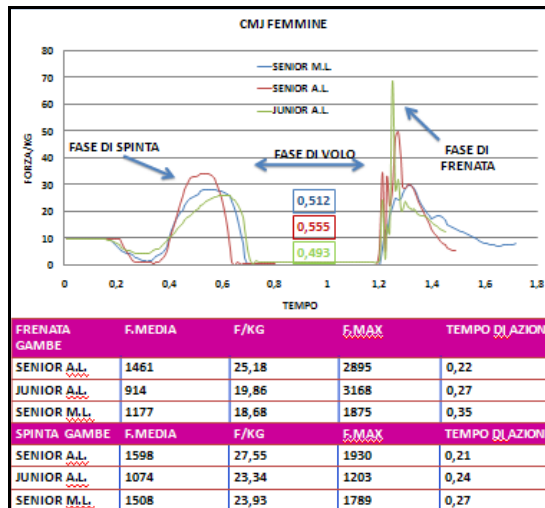


FIG. 33

Nel CMJ la senior di alto livello dimostra di imprimere maggiore forza sia nella fase di spinta che di frenata.

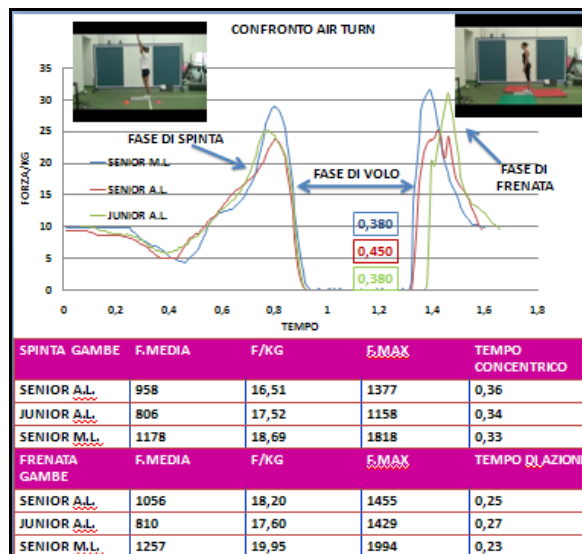


FIG. 34

Senior e junior di alto livello applicano circa la stessa espressione di forza. Il soggetto senior di medio livello, probabilmente per colmare la differenza tecnica, deve applicare più forza delle altre due dimostrando però lo stesso tempo di volo della junior di alto livello che applica quasi 2 N per chilogrammo di peso corporeo in meno.

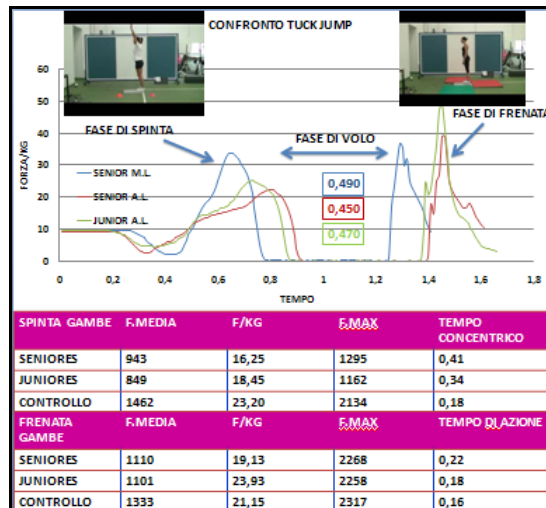


FIG. 35

Probabilmente problemi inerenti alla tecnica vengono compensati da percentuali di forza elevate rispetto alla massima da parte dell'atleta di medio livello.

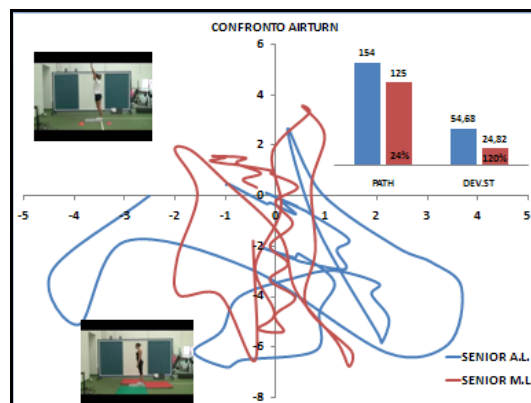


FIG. 36

L'atleta di alto livello ha un minor controllo nell'arrivo da questo salto rispetto all'atleta di medio livello.

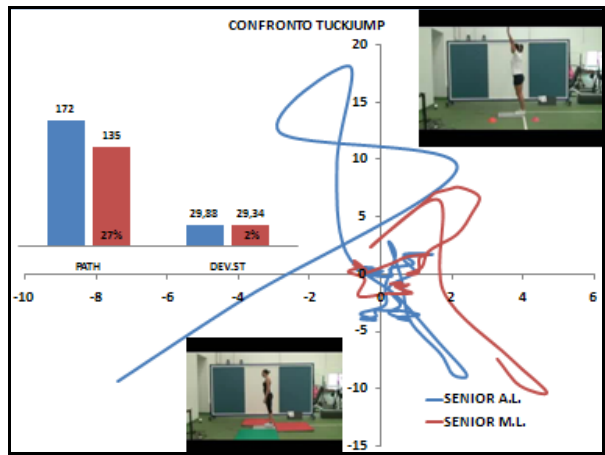


FIG. 37

L'atleta di alto livello ha un minor controllo anche nell'arrivo dal tuck jump così come nell'arrivo dal precedente air turn rispetto all'atleta di medio livello.

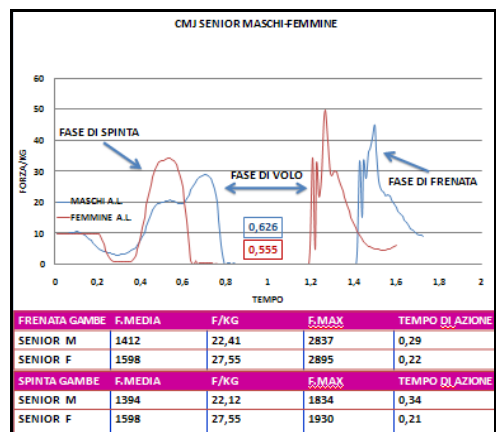


FIG. 38

Nel CMJ la senior femmina applica più forza per kg di peso corporeo del senior maschio raggiungendo però un'altezza di salto inferiore. Ciò mette in evidenza come il senior maschio sembra essere molto più coordinato in questo salto. La femmina sceglie di essere più veloce nella fase di piegamento in modo tale da sfruttare il riflesso da stiramento.

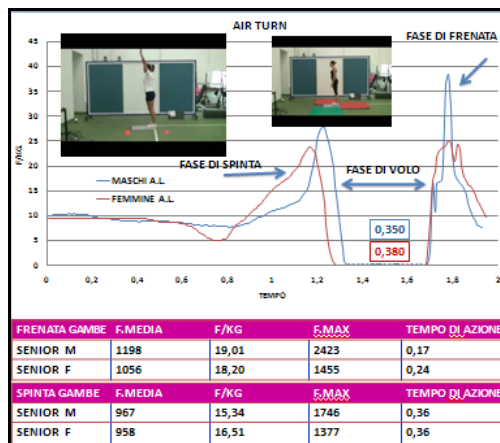


FIG. 39

In questo gesto specifico le differenze tra i due soggetti si riducono. La senior femmina applica sempre più forza per kg di peso corporeo ottenendo questa volta lo stesso tempo di volo.

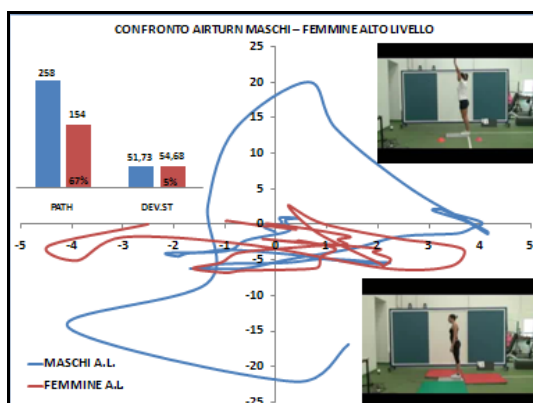


FIG. 40

Dal punto di vista del controllo il senior maschio compie più strada ma lo fa all'interno di una ipotetica circonferenza che risulta essere minore rispetto alla senior femmina evidenziando in tal modo una maggiore rapidità di aggiustamento.



FIG. 41

Anche in questo caso la senior femmina applica più forza del senior maschio raggiungendo un'altezza di salto minore probabilmente indice di minor coordinazione.

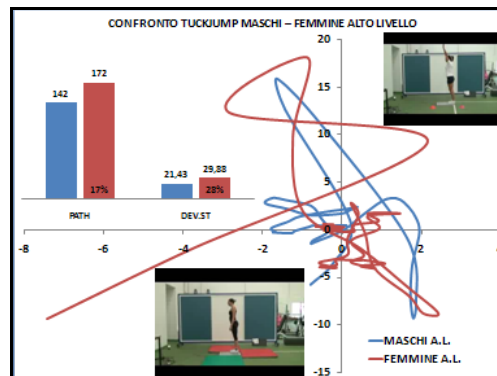


FIG. 42

Nel tuck jump il controllo del maschio senior rispetto alla femmina senior è anche superiore rispetto all' air turn. Compie meno strada e lo fa con un raggio inferiore.

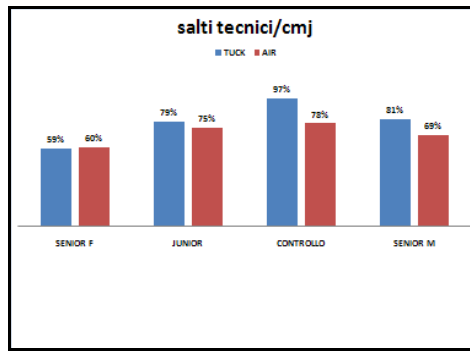


FIG. 43

Considerato il 100% il valore del CMJ, vengono confrontati i valori di forza in percentuale dei due salti tecnici rispetto al CMJ nei diversi soggetti indagati.

## 7 DISCUSSIONE E CONCLUSIONI

Lo scopo della presente ricerca era quello di analizzare le caratteristiche morfologiche e di allenamento degli atleti attuali rispetto a quelli indagati negli studi precedenti. Inoltre ci si era prefissati di indagare caratteristiche posturali, di equilibrio, meccaniche muscolari anche in relazione ad alcuni salti tecnici confrontando soggetti di sesso diverso, diverse età e diverso livello di prestazione. Dove possibile si è cercato di confrontare anche alcuni dati con altri già esistenti in indagini precedenti.

Un primo confronto può essere fatto tra le caratteristiche degli atleti senior della squadra nazionale nel corso degli anni: l'età media dei maschi è passata da 25.6 (1996) agli attuali 22 (2008); l'età media delle femmine è passata da 24 (1996) a 20 (2008). **Questo significa che oggi gli anni delle migliori prestazioni sono quelli dei primi anni di passaggio dalla categoria junior a quella senior e la ragione risiede sicuramente nella specializzazione anticipata e nella cura particolare che viene dedicata all'allenamento delle fasce giovanili.**

L'altezza media dei maschi è rimasta piuttosto invariata intorno ai 170 cm così come quella delle donne intorno ai 158 cm.. Il peso dei maschi sempre circa 67 Kg mentre il peso delle donne è sceso di circa 5 kg fino agli attuali 50 kg. Possiamo dire quindi che le caratteristiche morfologiche nel tempo sono sempre le stesse.

**Gli anni di pratica dello sport specifico sono via via aumentati fino a 7,5 anni sia per i maschi che per le femmine mentre le ore di allenamento settimanale permangono stabili con una media di 14 (2 h e ½ al giorno per 6 giorni la settimana) che è tipico di sport non professionistici.**

**La differenza tra le atlete senior e junior di alto livello è solo nell'età e nella comparsa del menarca (assente nel 30% delle atlete junior) perché altezza media, peso medio, anni di attività dello sport specifico e numero di ore di allenamento settimanale sono tutti parametri che coincidono.**

**La differenza tra atleti sia maschi che femmine di alto livello con gli atleti sia maschi che femmine di medio livello è nell'età (gli atleti di medio livello sono mediamente più grandi di 3-5 anni) e nel numero di ore di allenamento settimanali (gli atleti di medio livello si allenano circa 5.5 h in meno rispetto a quelli di alto livello) mentre i parametri di natura morfologica e gli anni di pratica dello sport specifico coincidono.**

Le atlete junior di medio livello rispetto a quelle di alto livello sono più alte e conseguentemente hanno un peso maggiore (hanno meno corrispondenza con le tipiche caratteristiche morfologiche della media delle ginnaste di aerobica), hanno meno anni di esperienza dello sport specifico (circa 2 aa in meno) e si allenano un numero inferiore di ore settimanali (circa 3 h in meno).

Nella valutazione posturale globale sono importanti le problematiche evidenziate a livello delle ginocchia (il 58% del campione analizzato risulta avere problemi di varismo/valgismo), pronazione dei piedi (il 93% dei ginnasti proni i piedi durante la valutazione) e iperlordosi (86% del campione femminile junior-senior di alto livello) ma **tali problematiche sono più marcate e percentualmente più presenti nei gruppi di alto livello il che potrebbe significare una loro induzione da allenamento specifico.**

Nella valutazione posturale analitica non si riscontra alcuna retrazione a livello della catena cinetica posteriore (buona capacità di allungamento dei muscoli sacro spinali, ischio crurali e tricipite surale) e **tutti i gruppi esaminati mostrano un'ottima flessibilità anche rispetto ad atleti di altri sport esaminati.**

Dai test sull'equilibrio si nota che i Senior di alto livello rispetto al gruppo di controllo hanno una frequenza di aggiustamento maggiore e più veloce nel test statico mentre la tendenza si inverte nel test dinamico. Inoltre il sistema più utilizzato dall'alto livello è il propriocettivo mentre quello vestibolare è più usato dal campione di controllo.

Confrontando il campione maschile con quello femminile entrambi di alto livello ci si accorge che non ci sono differenze nell'equilibrio tranne che per l'utilizzo da parte dei maschi soprattutto del sistema vestibolare rispetto alle femmine che usano quasi esclusivamente il propriocettivo

Confrontando le senior di alto livello con le junior di alto livello si nota che le senior sono più rapide nell'aggiustamento nel test statico e che nel test dinamico fanno aggiustamenti propriocettivi maggiori sia nel monopodalico che nel bipodalico.

**In generale si può affermare che gli atleti di alta prestazione hanno una migliore capacità di recuperare la condizione di stabilità e mentre i maschi lo fanno utilizzando di preferenza il sistema vestibolare le femmine prediligono il sistema propriocettivo.**

Riguardo le qualità muscolari, nel confronto atleti di alto livello-atleti di medio livello si evidenzia una maggiore forza, una maggiore altezza di salto ed un inferiore costo muscolare a vantaggio dell'alto livello. Nel test a braccia libere il gruppo di medio livello fa pensare ad un compenso di carenza di forza attraverso la coordinazione



specifica. Tra maschi e femmine di alto livello si nota che a parità di forza i maschi saltano molto di più e con un costo muscolare inferiore in tutti i test proposti e l'altro dato rilevante è che entrambi i campioni nel test con l'uso delle braccia hanno un notevole risparmio nel costo muscolare. Anche le junior di alto livello rispetto alle senior di alto livello dimostrano di avere meno forza, meno altezza di salto e maggior costo muscolare anche se nel test a braccia libere il dato fa pensare ad una loro maggiore coordinazione rispetto alle colleghe più grandi.

Confrontando il dato del CMJ dei maschi senior e delle femmine senior di alto livello di questa ricerca con i dati ottenuti nello studio di Lupo (1997) sulla squadra nazionale di allora, non si notano significative differenze il che ci può far concludere che **i valori di forza esplosiva e di riutilizzo di energia elastica nei soggetti di elite sono rimasti invariati nel tempo e non hanno costituito una variabile discriminante nei numerosi cambiamenti dei regolamenti di questa disciplina sportiva nel corso degli anni.**

**In generale gli atleti di alto livello sia maschi che femmine imprimono più forza nel test di salto massimale piuttosto che nei due salti tecnici e tra i due salti tecnici sembra necessario imprimere più forza nel salto in cui si richiamano le gambe flesse al petto.** La perturbazione dell'equilibrio è maggiore nel salto a corpo teso probabilmente perché le estremità sono lontane dal baricentro rispetto al salto con le gambe a raccolta nonostante la velocità angolare di quest'ultimo sia superiore.

L'atleta junior dimostra maggior equilibrio nel salto in estensione che ha una minore velocità angolare e maggiore distanza delle estremità dal baricentro confermando come nei test di equilibrio che gli atleti junior dimostrano una maggior coordinazione in alcuni gesti dove si richiede una tecnica più affinata senza una eccessiva richiesta di rapidità.

**L'atleta di medio livello imprime quasi la stessa forza sia nel test di salto massimale che nel salto tecnico con le gambe a raccolta a dimostrazione che la tecnica e la coordinazione inferiore la costringono ad utilizzare percentuali di forza vicino a quella massimale anche per salti tecnici che non ne avrebbero bisogno.**

In conclusione questo sport nel tempo ha mantenuto le caratteristiche morfologiche dei suoi atleti che raggiungono livelli di massima prestazione ad età sempre più anticipate (20 anni circa) rispetto al passato grazie alla creazione di una vera e propria scuola e di un settore giovanile.

Negli anni sono rimasti invariati i valori di forza esplosiva mentre sono cambiati gli impegni di tipo metabolico che a causa di prestazioni sempre più intense si spostano verso maggiori produzioni di lattato (Cassirame J. 2007).

La flessibilità è una qualità fondamentale sia per l'apprendimento che per la corretta esecuzione dei gesti tecnici nonché per l'eleganza della prestazione.

Tutto ciò ci induce ad indirizzare l'allenamento verso un adeguato miglioramento della flessibilità e delle forze in funzione dei gesti tecnici sia per il loro corretto apprendimento sia per evitare squilibri muscolari causa di eventuali vizi posturali.

L'adeguata acquisizione di forza fa diminuire il costo muscolare nell'esecuzione di gesti tecnici diminuendo il reclutamento e in tal modo non interferendo con la qualità di una perfetta esecuzione. Lo sforzo psichico viene liberato dall'impegno di un maggior reclutamento e può lasciar spazio alla fluidità di gesti combinati.

Valori maggiori di forza esplosiva e conseguentemente forza esplosiva in regime di resistenza sono aspetti dell'allenamento necessari ad eseguire correttamente i gesti tecnici ed a reiterarli nel tempo di durata e di intensità dell'esercizio di gara.

## **BIBLIOGRAFIA**

**Cassirame J., Imberte J-Tordi N.**,(2007) «*L'aérobic: une discipline qui bouge!* »

GYM Technic n°61 Ottobre-Dicembre 2007 :26-30

**Davies G.**, (2000) « *Anaerobic training monitoring* » Intercontinental Coaches

Course,Toronto

**Fabellini F.**, relatore Prof. **Colli R.**, correlatore Prof.ssa **Ranuncoli C.** (a.a.2007-2008)

«*Parametri della prestazione di salto e capacità di equilibrio in atleti di sport differenti e soggetti non sportivi*» Master Universitario di 1° Livello Personal Training “Basi scientifiche e metodologiche” Corso di Laurea in Scienze Motorie-Facoltà di Medicina e Chirurgia-Università di Roma Tor Vergata

**Fanasca C.** ,relatore Prof. **Colli R.** (a.a.2007-2008) « *Valutazione delle tendenze*

*posturali e della flessibilità muscolare distrettuale in e tra sport differenti*» Master Universitario di 1° Livello Personal Training “Basi scientifiche e metodologiche” Corso di Laurea in Scienze Motorie-Facoltà di Medicina e Chirurgia-Università di Roma Tor Vergata

**Federation Internationale de Gymnastique** , (2002) «*Summary Report*

*Anthropometric Measurement Project Sport aerobics World Championships*»Klaipeda, Lithuania

**Federation Internationale de Gymnastique** , (2008) «*Aerobic Gymnastics-Code of*

*Points*» FIG Aerobic Gymnastics Technical Committee., Ottobre 2008,10

**Lupo S.**, (2001) [www.sergiolupomedicinasport.it](http://www.sergiolupomedicinasport.it)

**Ockert G.**,(1999) «*Sport-Aerobic*» Sportverlag, Berlin

**Righetti L.**, relatore Prof. **Caruso I.**, correlatore Prof. **De Angelis M.** «*Costo energetico*

*dell'esercizio di gara della Ginnastica Aerobica* » corso di laurea Specialistica in Scienze e Tecnica dell Sport-Facoltà di Medicina e Chirurgia- Università di Roma Tor Vergata

**Righetti L.,Piacentini M.F.,Capranica L.,Felici F.**,(2004) «*Fonti energetiche*

*dell'esercizio di gara della ginnastica aerobica*» SdS n°62-63 Luglio-Dicembre 2004: 83-86

**Sasaki H., Kikuchi H.**, (2004) «*A study on Special Characteristics of Sports Aerobics Competitors*», ECSS France