

# Analisi delle caratteristiche antropometriche e delle capacità di salto di giovani pallavolisti d'alto livello

## Analysis of anthropometrics characteristics and jumping ability in junior top level volleyball athletes

Ciccarone G<sup>1</sup>, Fontani G<sup>1</sup>, Albert A<sup>2</sup>, Zhang L<sup>2</sup>, Cloes M<sup>3</sup>

<sup>1</sup>University of Siena, Dept of Physiology, Siena, Italy

<sup>2</sup>University of Liège, Dept of Statistics of the Faculty of Medicine, Liège, Belgium

<sup>3</sup>University of Liège, Dept of Sport and Physical Activities, Liège, Belgium

<sup>1</sup> Dipartimento di Fisiologia, Sezione di Neuroscienze e di Fisiologia Applicata, Università di Siena, Italia

<sup>2</sup> Service de Statistique de la Faculté de Médecine, Université de Liège, Belgique

<sup>3</sup> Département des Activités Physiques et Sportives - Médecine du Sport, Université de Liège, Belgique

**Dr. Guido Ciccarone: Dipartimento di Fisiologia, Sezione di Neuroscienze e di Fisiologia Applicata, Università degli Studi di Siena, Via A. Moro 4, 53100 Siena.**

e-mail: ciccarone@unisi.it

### Abstracto

#### Introduzione

La pallavolo è un sport di situazione classificato tra le attività ad impegno aerobico - anaerobico alternato, che richiede un impiego elevato di grandi masse muscolari, con una accentuata prevalenza del metabolismo anaerobico lattacido. Lo scopo di questo lavoro è di analizzare e di valutare le correlazioni esistenti tra le diverse variabili di carattere antropometrico e funzionale, studiate testando una popolazione di giovani pallavolisti d'alto livello, suddividendoli secondo il ruolo che occupava all'interno del gruppo.

#### Metodi

Il controllo è stato effettuato su 42 pallavolisti (selezione nazionale juniores) divisi in quattro gruppi: attaccanti-ali, n.14; età:  $18,5 \pm 1,4$  anni, attaccanti-centrali, n.15; età:  $18,1 \pm 1,1$  anni, palleggiatori, n.7; età:  $18,4 \pm 1,3$  anni, ed universali, n.6; età:  $17,5 \pm 0,8$  anni. In tutti i soggetti sono stati valutati i seguenti parametri antropometrici: altezza, peso, indice di massa corporea (IMC), calcolo indiretto del grasso corporeo con il metodo di Katch (% BF), misura del reach ad una (R1) e a due mani (R2). La misurazione indiretta della forza esplosiva è stata effettuata con il metodo di Bosco: squat jump (SJ), counter movement jump (CMJ), CMJ con utilizzo delle braccia (CMJas) e salti ripetuti per 15" (RJ 15). Le capacità d'elevazione e di coordinazione neuro-motoria sono state valutate con il Vertec test utilizzando il gesto tecnico dell'attacco (Vertec attacco, VA) e del muro (Vertec muro, VM). Altri dati possono essere ricavati valutando i risultati ottenuti dalla differenza tra la misura del Vertec attacco (VA) ed il Reach ad una mano (R1) e tra quella del Vertec muro (VM) ed il Reach a due mani (R2): in questo modo noi possiamo calcolare le elevazioni ottenute dai vari soggetti saltando con e senza slancio.

#### Risultati

I risultati dei parametri antropometrici hanno evidenziato differenze significative per l'altezza ( $F=4,75$ ;  $p<0,006$ ), il Reach 1 ( $F=3,60$ ;  $p<0,02$ ) e il Reach 2 ( $F=3,66$ ;  $p<0,02$ ). In tutte e tre i parametri valutati, i centrali (C) mostravano valori più elevati dei palleggiatori (P). Nel confronto per ruoli non abbiamo ottenuto alcuna significatività statistica per quanto riguarda il test di Bosco. I risultati del Vertec test mostrano invece variazioni per quanto riguarda il VA ( $F=7,29$ ;  $p<0,001$ ) con i centrali che hanno un'elevazione superiore ai palleggiatori ed agli universali ed il VM ( $F=3,95$ ;  $p<0,05$ ), e sono sempre i centrali che realizzano prestazioni migliori nel salto che utilizza la tecnica del muro nei confronti dei palleggiatori. L'analisi della matrice di correlazione dimostra che l'altezza ed il peso sono correlati tra loro e con il Reach 1 e 2. Tutte le diverse variabili di salto del Bosco e del Vertec sono correlate tra loro: non abbiamo ottenuto però alcuna correlazione fra i risultati delle diverse prove dei due test che valutano aspetti diversi del salto.

Con il test di Bosco le informazioni ottenute riguardano la valutazione delle capacità di salto dell'atleta non collegate a gesti tecnici specifici; diversamente con il Vertec le informazioni sono più specifiche e selettive, con indicazioni precise sulle capacità di elevazione collegate a gesti tecnici. Un'elevata correlazione è stata rilevata tra i risultati dei parametri antropometrici e quelli del Vertec. L'analisi della regressione multipla conferma che ad eccezione della massa grassa, che è correlata unicamente ed inversamente alle prestazioni del Vertec, tutte le prove del Bosco e del Vertec test, sono correlate tra loro.

### **Discussione/Conclusione**

I risultati evidenziano che nella pallavolo giovanile d'alto livello, il profilo antropometrico degli atleti è direttamente collegato a delle variabili che devono essere utilizzate per la selezione dei talenti e per la programmazione dell'allenamento. La pallavolo moderna, a causa della durata ridotta delle azioni di gioco e dell'intensità crescente del ritmo, impegna sempre di più la componente anaerobica lattacida; è soprattutto per questo motivo che abbiamo sempre più bisogno di atleti potenti, che siano nello stesso tempo veloci e capaci di elevata prestazione nei salti. Ecco perché la valutazione, l'allenamento ed il monitoraggio continuo delle capacità di salto rappresentano un aspetto decisivo della prestazione. Queste osservazioni dimostrano l'interesse di utilizzare dei test che valutano la prestazione del salto con metodiche differenti. Il protocollo che noi abbiamo sviluppato per la valutazione funzionale dei pallavolisti e per il controllo e la programmazione dell'allenamento può dare utili indicazioni anche nella prima fase di selezione degli atleti.

Parole chiave: Pallavolo – Test salto – Allenamento – Selezione

## **Abstract**

### **Introduction**

The volleyball is a situational sport classified among activities laying on alternative aerobic and anaerobic processes, with an important participation of the muscular mass and an accentuated prevalence of the alactacid anaerobic process. Within a population of young top volleyball athletes, the goal of the study was to compare several anthropometrical and functional variables according to the role of the player during the game.

### **Methods**

Data were collected by 42 volleyball players which trained with the Italian national junior team, divided into four groups: (1) side spikers (n = 14; age = 18.5 + 1.4 y.), (2) centre spikers (n = 15; age 18.1 + 1.1 y.); (3) setters (n = 7; age = 18.4 + 1.3 y.), and; (4) universal spikers (n = 6; age = 17.5 + .8 y.). Morphological data were height, weight, body mass index (BMI), indirect ratio of body fat determined by the method of Katch (%BF), reach with one (R1) or two (R2) hands. The explosive force was measured with the method of Bosco [1] : squat jump (SJ), counter movement jump (CMJ), CMJ with arms (CMJas) and repeated jumps during 15 seconds (RJ15). The ability to jump was measured with the Vertec test in two conditions: spike (Vertec attack, VA) and block (Vertec block, VB). Jumping performance was determined through the difference between VA and R1 (running spring, RS) and VB and R2 (standing spring, SS).

### **Results**

Significant differences were pointed out for the height (F = 4.75; p<.006), R1 (F = 3.6; p<.02) and R2 (F = 3.66; p<.02) . For the three anthropological variables, centre spikers (C) were significantly higher than setters (S). Comparing players' performance at the Bosco test, no significant differences appeared between groups. Results of Vertec test showed significant differences in VA (F = 7.29; p<.001) where group C performed better than groups S and U (universal spikers), and in VB (F = 3.95; p<.05) where group C achieved significantly better than setters. Analysis of the correlation matrix showed that height and weight were strongly correlated between them and with R1 and R2. Performances at Bosco test and at Vertec test were respectively correlated between them but no correlation was observed between results of Bosco and Vertec test. With Bosco test gathered information provide an assessment of the jumping ability without connection to the specific skills while Vertec test provide more specific information about the athlete's ability to use spring in specific conditions. A high correlation was identified between anthropometrics variables and the results of the Vertec test. Multiple regression analysis confirmed that, excepted %BF which is only (inversely) correlated to Vertec performances, all groups of variables were correlated between them

### **Discussion/Conclusion**

Results pointed out that in junior top level volleyball, the anthropometrical profile of the players is directly related to specific variables which must be used to select talented athletes and to plan training in connection with specific role of the player in the game. Because of the reduced duration of the game episodes and to the increasing intensity of the game rhythm, the modern volleyball involve increasingly the alactacid anaerobic component. It is for all above reasons that top level volleyball needs always more muscular powerful athletes who are also fast and able to use high jumping abilities. For that reason, assessment, training and follow up of the jumping abilities become some of the most determinant aspects of the player's effectiveness. Data underline the interest of the use of specific tests to identify the jumping ability of volleyball athletes. The protocol developed in that study can provide determinant information during the first phase of athletes' selection.

## Introduzione

La pallavolo è uno sport di situazione classificato tra le attività ad impegno aerobico - anaerobico alternato, con prevalenza del metabolismo anaerobico – lattacido, che richiede un impiego elevato di grandi masse muscolari. L'attività si basa sull'alternanza di fasi sub-massimali (aerobiche), massimali (anaerobiche) e di riposo. Sono state recentemente modificate poche regole di gioco che hanno determinato trasformazioni del comportamento tecnico-tattico e d'alcuni aspetti fisiologici della prestazione. Le modifiche regolamentari che hanno avuto maggior impatto sono le seguenti:

**Rally Point System (RPS):** nella pallavolo, la squadra che vince un'azione di gioco conquista un punto (rispetto alle precedenti norme viene abolito il cambio-palla)

**Net:** nell'attraversare la rete, la palla può toccarla (il tocco della rete da parte della palla dopo la battuta non è più considerato fallo)

**Libero:** il libero è autorizzato a sostituire qualsiasi giocatore difensore. La sua prestazione è limitata unicamente in seconda linea: non può essere utilizzato nella fase di battuta e non può murare ed attaccare in prima linea.

Altre parti del regolamento sono state modificate (ad esempio il termine del set a 25 punti con scarto di due), ma quelle sopra elencate sembrano avere la maggior influenza sugli aspetti fisici e tecnici del gioco. Fontani, Ciccarone e Giulianini (2000)<sup>47</sup>, hanno analizzato l'impegno fisico richiesto ai pallavolisti in relazione alle nuove regole di gioco e diversificato il carico di lavoro per quanto riguarda il numero dei salti effettuati durante competizioni di diversa durata. I risultati ottenuti, confrontati con quelli riportati da Beljaev (1974)<sup>6</sup>, hanno evidenziato che sono presenti delle modificazioni del modello di prestazione nei confronti del sistema di gioco precedente. In particolare, la tabella I, riporta il confronto tra alcuni parametri del carico fisico richiesto ai giocatori di pallavolo prima (SCP: Sistema di gioco con Cambio Palla) e dopo (RPS: Rally Point System) le modifiche. L'aspetto più importante che possiamo constatare è che nelle gare disputate con le nuove regole c'è una riduzione della durata

e del numero delle fasi attive di gioco, con aumento di quelle passive. La figura 1 riporta la distribuzione percentuale degli intervalli e delle azioni in base alla loro durata. Mentre gli intervalli presentano una distribuzione che si accentra principalmente dai 13 ai 16 secondi, le fasi attive di gioco presentano due picchi, uno sotto i 3 secondi e uno a 5 secondi. Il primo picco si spiega con la prevalenza della battuta in salto (rappresenta ormai il 90% del totale delle battute nel settore maschile) e dell'elevato numero d'errori e punti realizzati direttamente. Il tempo medio di una battuta in salto con la palla che cade in rete è di 0,6-0,7 secondi, se invece attraversa il campo e/o cade fuori ha un tempo di volo di 1,2-1,4 secondi. Il secondo picco, compreso tra i 3 ed i 5 secondi, è legato all'alto numero d'azioni che si concludono con 3-4 tocchi (circa il 50% del totale delle azioni). Questo spostamento dei valori percentuali delle azioni brevi a favore del RPS, dovrebbe accentuare maggiormente l'impegno anaerobico lattacido della pallavolo, mentre l'allenamento della capacità aerobica sembra, a questo punto, non specifico e controindicato<sup>68,112</sup>. Diverso il discorso per la potenza aerobica il cui allenamento può essere effettuato con esercizi tecnico-specifici<sup>25,31</sup>: la sua importanza è legata alla capacità in situazioni di gioco ad alte intensità di favorire il metabolismo dell'acido lattico accumulato. Il numero dei salti effettuati dai pallavolisti<sup>47</sup>, diminuisce nel RPS per gli attaccanti centrali, gli opposti e gli attaccanti laterali. L'alzatore rappresenta invece l'unica eccezione: il confronto con i dati dello SCP ha dimostrato che nei vari fondamentali, ma soprattutto nella fase del palleggio in salto è l'atleta sottoposto al maggior impegno fisico<sup>26,47</sup>. Le figure 2 e 3 riportano le percentuali dei tipi di palleggio utilizzati da alzatori di alto livello (Vullo, Grbic e Vermiglio) e la distribuzione totale dei salti: l'analisi statistica di tutti i fondamentali tecnici confrontati, non ha rilevato nessuna differenza. Il palleggio in salto, anche se questo non può essere considerato sempre massimale, rappresenta circa il 70% del totale dei salti. Lo sviluppo di questo fondamentale nella pallavolo moderna, è un segnale del collegamento esistente tra la maggior richiesta di forza fisica e la velocità del gesto tecnico. I lavori degli ultimi anni sul RPS e sulla pallavolo in generale, dimostrano che per la selezione di talenti adattabili alla pallavolo moderna, risultano essere selettive e determinanti la forza dinamica esplosiva, l'elevazione e la velocità di spostamento<sup>1, 26, 29, 33, 43, 58, 64, 88, 89, 96, 104, 107</sup>. L'analisi del carico di lavoro durante la competizione è oggi fondamentale per la programmazione dell'allenamento, poiché attualmente il condizionamento fisico è sempre più caratterizzato dall'integrazione d'esercizi che riproducono gestualità tecnico-tattiche specifiche<sup>13,16,31,34, 98, 99, 101,102,109</sup>. Tali situazioni di gioco sono poi sviluppate in modo analitico e globale durante le sedute d'allenamento e riproposte ad elevate intensità.

La performance è legata, però, anche ad altre qualità come la coordinazione neuro-muscolare, il controllo motorio, le attitudini tattiche e le caratteristiche motivazionali <sup>2,45,49,52,70,87,117</sup>. Il miglioramento dell'efficienza muscolare e della prestazione s'identificano con un aumento della capacità di sviluppare elevati gradienti di forze propulsive che determinano la possibilità d'eseguire gesti tecnici sempre più veloci <sup>15</sup>. Un aggiornamento continuo sugli aspetti tecnici e fisiologici <sup>24,27,28,30,54,56,88,92,93,107</sup> è un elemento decisivo per individuare nuovi e sempre più validi criteri di selezione. I risultati di uno studio che confronta pallavolisti juniores e seniores, divisi per ruolo <sup>23</sup>, evidenziano che alcune caratteristiche antropometriche sono decisive nella differenziazione dei ruoli tecnici <sup>56,60</sup>, mentre da un punto di vista funzionale la valutazione dell'elevazione e delle capacità di salto in generale, è fondamentale per il controllo della prestazione. Sono pochi i lavori scientifici sulla pallavolo <sup>3,57,58,82,89,106</sup> e su altri sport di situazione <sup>18,19,21,29,37,38,53,62,78,79,80,85,86,91,94,95,100</sup>, nei quali atleti di diverso livello e di sesso differente sono sottoposti a test e lo studio delle caratteristiche antropometriche, collegato alla valutazione del salto, è utilizzato per la programmazione ed il controllo dell'allenamento. La caratteristica principale di questo lavoro è d'analizzare e valutare le correlazioni esistenti tra le diverse variabili di carattere antropometrico e funzionale, studiate testando una popolazione di giovani pallavolisti d'alto livello, suddividendoli secondo il ruolo.

## **Materiale e metodo**

### *Soggetti*

Quarantadue giocatori di pallavolo che rientravano nell'organico della squadra nazionale junior italiana e di club di primo livello, hanno partecipato a questa ricerca. Tutti praticano questa disciplina con esperienza di almeno cinque anni d'attività agonistica e partecipano in media a cinque allenamenti settimanali la cui durata totale è di circa 12 ore, di cui un quinto è dedicato al miglioramento delle qualità muscolari. I test sono stati effettuati durante una fase di selezione del gruppo d'atleti che avrebbe poi partecipato al Campionato Europeo Juniores. I pallavolisti sono stati classificati in quattro categorie secondo il loro ruolo in seno alla squadra: attaccanti-ali, n.14; età:  $18,5 \pm 1,4$  anni, attaccanti-centrali, n.15; età:  $18,1 \pm 1,1$  anni, palleggiatori, n.7; età:  $18,4 \pm 1,3$  anni, ed universali, n.6; età:  $17,5 \pm 0,8$  anni. L'età dei giocatori non differiva significativamente da un gruppo all'altro, ( $F=1,14$ ;  $p = 0,345$ )

### *Parametri antropometrici*

In primo luogo è stata effettuata una valutazione dei parametri antropometrici di tutti i pallavolisti. Le variabili considerate sono l'altezza (cm), il peso (kg), l'indice di massa corporea (IMC):  $\text{kg/m}^2$ , la percentuale di massa grassa (MG %) e la misura del Reach, cioè la rilevazione dell'altezza raggiunta alla massima estensione del braccio dominante, che chiameremo Reach 1 (R1): cm, o delle due braccia assieme (R2): cm. Tutte le misure sono state raccolte per mezzo di procedimenti standardizzati. La percentuale di massa grassa è stata determinata con il metodo di Katch e McArdle<sup>65,66,67</sup> misurando la plica tricipitale, (A), e sottoscapolare, (B), con il plicometro di Holtain ed utilizzando una formula statistica adattata ad una popolazione maschile che va dai 17 ai 26 anni: percentuale di massa grassa =  $0,43 \times A + 0,58 \times B + 1,47$ . Il secondo tipo di dati riguarda l'analisi delle capacità di salto. Per ottenere queste informazioni abbiamo utilizzato due sistemi di rilevazione che valutano le capacità generali di salto grazie alla misura indiretta della forza esplosiva e della potenza anaerobica lattacida ottenuta con il test di Bosco e le capacità di elevazione e di

coordinazione neuro-motoria valutate con gesti tecnici utilizzando il Vertec.

### *Ergojump Bosco System*

Consiste nella valutazione indiretta della forza dinamico-esplosiva, della forza esplosiva e della potenza anaerobica lattacida tramite calcolo dello spostamento verticale del centro di gravità con il metodo di Bosco<sup>12,13,14,15,17,24,28,29,32</sup>. Con questo test misuriamo l'altezza raggiunta eseguendo salti con tecniche diverse. Ogni prova è caratterizzata dall'esecuzione di tre salti: per la rilevazione statistica è considerato il miglior risultato ottenuto. L'esecuzione dei salti avviene utilizzando una pedana a conduttanza, collegata ad un microprocessore (Ergojump Bosco System). Gli atleti eseguono una serie di salti che forniscono dati successivamente elaborati da un programma software che ne calcola i tempi di contatto e di volo in millisecondi, le altezze in centimetri e le potenze in Watt. In questo studio abbiamo utilizzato solo quattro prove della batteria di test elaborati da Bosco: lo Squat Jump (SJ), il Counter Movement Jump (CMJ), il Counter Movement Jump con utilizzo delle braccia (arms), CMJ as, ed il Rebound Jump 15" (R15). Abbiamo considerato poi la differenza in cm ottenuta dai risultati del CMJ e dello SJ (CMJ-SJ). Questo valore dà indicazioni sulla capacità del soggetto di utilizzare energia elastica<sup>8,72</sup>. Il rapporto in percentuale tra CMJas e CMJ (DCMJ%) è indicativo della capacità di sfruttare il movimento delle braccia. Nella prima prova, Squat Jump (SJ), l'atleta esegue un salto verticale partendo da una posizione con arti inferiori piegati a 90° con le mani sui fianchi, senza compiere alcun contro-movimento verso il basso. Lo Squat-Jump permette di valutare la forza esplosiva degli arti inferiori: il valore dell'elevazione è in rapporto alla velocità verticale al momento dello stacco. L'informazione principale è espressa in centimetri dal microprocessore. Nella seconda prova quella del Counter Movement Jump (CMJ), si esegue un salto verticale, partendo da una posizione eretta, con le mani sui fianchi, effettuando un contro-movimento degli arti inferiori verso il basso, fino a raggiungere un piegamento di circa 90° con attivazione muscolare di tipo esplosivo. Dalla differenza dei risultati delle prime due prove (CMJ-SJ) si ricava un valore che rappresenta un indice per valutare l'elasticità dei muscoli estensori degli arti inferiori. La terza prova è rappresentata dal CMJ as, caratterizzata da un salto con contro-movimento, con l'utilizzo degli arti superiori. La quarta, che valuta la resistenza alla forza veloce, è quella dei salti ripetuti per 15" (RJ 15"), con esecuzione muscolare di tipo eccentrico-concentrico, come nel test del CMJ.

### *Vertec Test*

Il Vertec è uno strumento utilizzato per misurare, valutare ed allenare l'elevazione in modo specifico, utilizzando la tecnica d'attacco e del muro <sup>28,29,63,92,93,114</sup>. E' uno strumento costituito da un'asta munita di banderuole colorate, corrispondenti ciascuna ad una determinata altezza da terra, misurata in cm. Ogni banderuola colorata è larga 1,5 cm; l'atleta simula l'azione d'attacco (Vertec attacco con rincorsa, VA) e del muro (Vertec muro, VM), colpendo e spostando la banderuola, che indica la misura del salto, con una o due mani. Per ogni test si effettuano tre prove: dei salti effettuati solamente il miglior risultato sarà considerato per l'analisi statistica. Altri dati possono essere ricavati valutando i risultati ottenuti dalla differenza tra la misura del Vertec attacco (VA) ed il Reach ad una mano (R1) (misura massima raggiunta estendendo completamente l'arto superiore dominante) e tra quella del Vertec muro (VM) ed il Reach a due mani (R2) (misura massima raggiunta estendendo completamente gli arti superiori) In questo modo noi possiamo calcolare le elevazioni ottenute dai vari soggetti saltando con e senza slancio. Il risultato in cm dell'elevazione con utilizzo dello slancio, (differenza con slancio; DCS), si ottiene dalla differenza tra VA e R1 mentre quello senza slancio (differenza senza slancio; DSS) corrisponde alla differenza tra VM e R2. Altri dati che abbiamo ricavato riguardano la differenza tra le due forme d'elevazione valutate ( $DCS - DSS = DD$  in cm), così come la percentuale di questa differenza in rapporto all'elevazione senza slancio ( $DD\%$ ), che consente di valutare la capacità di utilizzare lo slancio degli arti superiori.

### *Analisi statistica*

I dati relativi alle caratteristiche antropometriche e ed ai risultati del Bosco e del Vertec test, sono presentati come media e deviazione standard (DS). Per il confronto dei dati antropometrici e delle capacità di salto secondo il posto di gioco è stata effettuata l'analisi della varianza ad un fattore. Le correlazioni tra tutte le variabili considerate sono state calcolate tramite il coefficiente di correlazione di Pearson. E' stata anche effettuata l'analisi della regressione multipla fra le variabili antropometriche e del salto. La soglia di significatività considerata è  $p < 0.05$ .

## Risultati

Le tabelle II e III presentano la media e la deviazione standard dei valori antropometrici e delle capacità di salto di tutti i pallavolisti considerati. I risultati del confronto dei parametri antropometrici e delle capacità di salto secondo il ruolo, sono invece indicati nelle tabelle IV e V. Per quanto riguarda i dati antropometrici, abbiamo ottenuto risultati significativi per l'altezza ( $F=4,75$ ;  $p<0,006$ ), il Reach ad un braccio in estensione ( $F=3,60$ ;  $p<0,02$ ) ed a due braccia ( $F=3,66$ ;  $p <0,02$ ). In tutte e tre i parametri valutati, il gruppo dei centrali (C) raggiungeva valori più elevati dei palleggiatori (P): altezza (C:  $198,2\pm 4,1$  cm vs P:  $191,1\pm 3,8$  cm;  $p<0,01$ ), R1 (C:  $260,7\pm 7,2$  cm vs P:  $251,0\pm 5,5$  cm;  $p<0,01$  e R2 (C:  $257,3\pm 7,2$  cm vs P:  $247,6\pm 4,8$  cm;  $p<0,05$ ). Nel confronto per ruoli non abbiamo ottenuto alcuna differenza statistica per quanto riguarda il test di Bosco. I risultati del Vertec test mostrano invece variazioni significative per quanto riguarda il VA ( $F=7,29$ ;  $p <0,001$ ), con i centrali che hanno un'elevazione superiore ai palleggiatori (C:  $330,9 \pm 6,6$ cm vs P  $325,6 \pm 8,7$  cm;  $p<0,01$ ) ed agli universali (U) (C:  $330,9 \pm 6,6$  cm vs U  $324,7 \pm 2,1$  cm;  $p<0,01$ ) ed il VM ( $F=3,95$ ;  $p <0,05$ ) e sono sempre i centrali che realizzano prestazioni migliori nel salto che utilizza la tecnica del muro nei confronti dei palleggiatori (C:  $313,1 \pm 7,3$  cm vs P  $301,4 \pm 8,3$  cm;  $p<0,01$ ). L'analisi della matrice di correlazione dimostra che l'altezza ed il peso sono correlati tra loro e con il Reach 1 e 2 (tabella VI). Per quanto riguarda le prove del Bosco e del Vertec, le diverse variabili di ciascun test sono correlate tra loro e con DCS e DSS. Non è stata riscontrata però alcuna correlazione fra i risultati delle diverse prove dei due test; infatti, esse valutano aspetti differenti del salto. Con il test di Bosco, le informazioni ottenute riguardano la capacità di salto non collegata a gesti tecnici; diversamente con il Vertec rileviamo indicazioni più specifiche sulle capacità di coordinazione neuro-motoria. Un'elevata correlazione invece abbiamo evidenziato tra i risultati dei parametri antropometrici e quelli del Vertec. L'analisi della regressione multipla conferma che ad eccezione della massa grassa, che è correlata unicamente ed inversamente alle prestazioni del Vertec, tutti gli altri

gruppi di variabili, in pratica i parametri antropometrici (altezza, R1, R2, e peso) e le diverse prove del Bosco test e del Vertec, sono correlati tra loro (Figura 4)

## Discussione

I risultati del nostro studio, confrontati con quelli di squadre nazionali giovanili di pallavolo che hanno partecipato a manifestazioni internazionali nel 1984 e nel 1989, hanno mostrato un aumento dei valori dell'altezza media <sup>2,40,41</sup>. Notevoli differenze di carattere morfologico e funzionale sono state rilevate da un confronto tra pallavolisti e cestisti juniores <sup>30,77</sup>, con i primi che avevano valori di massa corporea inferiore, ma, in tutte le prove del Bosco e del Vertec test dimostravano di avere migliori capacità di salto. Diversamente non abbiamo rilevato differenze tra il gruppo junior italiano e le nazionali di categoria brasiliana e greca, <sup>54,92,93</sup>. In particolare, se confrontiamo i risultati ottenuti in una delle prove del Bosco test, lo Squat Jump, con le prestazioni realizzate da giovani atleti d'altre specialità <sup>15,16,30</sup> possiamo constatare l'elevata capacità dei pallavolisti, di riuscire ad esprimere notevoli potenzialità per quanto riguarda la forza esplosiva dei muscoli estensori degli arti inferiori. Lo SJ ed il CMJ, sono correlati con le prove di velocità sui 20m e sui 60m <sup>15,57,106,115</sup>: considerando il numero di spostamenti brevi in più direzioni cui è sottoposto soprattutto il palleggiatore <sup>26</sup>, i risultati rappresentano un utile indicatore delle capacità prestantive. Il CMJ ed il CMJas <sup>30,35</sup> sono considerati tra i test più specifici per la valutazione del pallavolista. In entrambi è utilizzata soprattutto l'energia accumulata negli elementi elastici nella prima fase eccentrica. Le superiori prestazioni del CMJ rispetto allo SJ sembrerebbero essere legate alla possibilità con il contro-movimento, di realizzare a livello muscolare una maggiore attivazione, con un più elevato numero di legami tra i ponti acto-miosinici <sup>8,9,10,110</sup>. I risultati positivi dei pallavolisti in questo test potrebbero essere legati al transfert determinato da alcuni gesti di carattere tecnico, come ad esempio il muro, che dal punto di vista biomeccanico è simile al CMJ. Il CMJas, che valuta anche le capacità di coordinazione neuro-motoria utilizzando i movimenti d'oscillazione degli arti superiori, è invece collegato al gesto specifico dell'attacco. Questi lavori mostrano che differenti elementi come lo slancio delle braccia nei salti d'attacco e del muro, la forza sviluppata dagli arti inferiori, l'utilizzazione di una rincorsa efficace nella fase del salto e la coordinazione tra i movimenti delle braccia e delle gambe, possono essere

decisivi per valutare le potenzialità di un atleta <sup>42,59,84</sup>. La forte correlazione tra VA e VM potrebbe essere un indicatore delle capacità di un atleta di trasformare l'energia cinetica accumulata durante la fase della rincorsa in energia potenziale. Le differenze d'altezza e di reach si segnalano principalmente tra i palleggiatori e gli attaccanti centrali e confermano una predominanza mesomorfica tra i palleggiatori ed ectomorfica tra gli attaccanti<sup>56</sup>. Lo stesso impegno metabolico e muscolare è differente secondo il ruolo specifico <sup>26,47</sup>. In alcuni lavori pubblicati prima delle modifiche apportate al regolamento di gioco <sup>35,74,118,119</sup>, con risultati che però in parte sono tra di loro contraddittori, si rilevavano incrementi d'acido lattico particolarmente apprezzabili, solo negli atleti, (in particolare il palleggiatore), impegnati in situazioni di gioco lunghe ed intense. Viitasalo (1987)<sup>103</sup> e (1990)<sup>105</sup>, dopo aver determinato i valori della Soglia Aerobica ed Anaerobica della squadra nazionale finlandese su tapis roulant, ha registrato i valori della frequenza cardiaca (FC) e di acido lattico nelle varie fasi di gioco e di training, osservando così che nel corso di un match e di una seduta di allenamento la FC mediamente risultava essere sotto i valori della Soglia Anaerobica per circa l'80% della gara e/o dell'allenamento, per il 4/5% sopra e per il 15% circa uguale ai valori di soglia. In uno studio effettuato da Gonzales (2001)<sup>55</sup> sulla sollecitazione del metabolismo anaerobico lattacido nella pallavolo, sono state rilevate concentrazioni elevate d'acido lattico in relazione all'intensità delle azioni, con la presenza di differenze significative soprattutto fra ruoli diversi (centrali e libero). Questo è legato all'impegno d'elevata intensità che gli attaccanti centrali svolgono con il RPS soprattutto in prima linea (salti e spostamenti massimali), mentre il libero svolge la sua attività unicamente in seconda linea. In questo lavoro sono state riscontrate anche notevoli differenze della concentrazione d'acido lattico tra atleti che ricoprivano lo stesso ruolo (centrali con valori da 0,82 a 11,4 ml/l) ed addirittura variazioni si osservavano durante la gara nello stesso atleta (da 2,44 a 8,19 ml/l). Questo è legato alla relazione esistente tra il valore ottenuto e l'intensità dell'azione che immediatamente precede il prelievo, considerando che il periodo d'intervallo tra le fasi di gioco permette un'eliminazione rapida d'acido lattico muscolare accumulato. Quindi, presumibilmente, la produzione di acido lattico a livello delle masse muscolari implicate, soprattutto degli arti inferiori, potrebbe essere superiore rispetto a quella che poi viene rilevata a livello ematico <sup>4, 11</sup>. I valori d'acido lattico rilevati<sup>55</sup>, ci permettono di affermare che nella pallavolo moderna si producono concentrazioni elevate, contrariamente a quanto affermato dalla maggioranza degli autori precedenti, soprattutto nelle fasi di gioco ad alta intensità. In effetti, esiste evidenza scientifica per affermare che la produzione d'acido lattico comincia sin dall'inizio dell'attività se

questa è d'alte intensità <sup>22,61,90</sup>. E' chiaro che questi valori elevati ottenuti rappresentano la produzione nel periodo d'esercizio immediatamente precedente al prelievo. Non possiamo però considerare la pallavolo come uno sport anaerobico, perché se questo fosse vero dovremo rilevare alla fine delle competizioni valori elevati d'acido lattico, cosa che, invece, non è stata mai riscontrata. Valutando i diversi meccanismi che intervengono, (fasi ad alta intensità di pochi secondi, che rappresentano la parte principale delle azioni attive e lunghe pause di gioco che favoriscono il metabolismo dell'acido lattico e la resintesi del fosfogeno), la pallavolo si presenta attualmente come un'attività con un impegno del sistema aerobico a media intensità che coinvolge in modo intermittente i meccanismi anaerobici. Possiamo anche constatare che i valori d'acido lattico rilevati <sup>55</sup>, così come le differenze della concentrazione dello stesso tra i diversi ruoli, coincidono con risultati simili ottenuti in altri sport di situazione a carattere intermittente come il calcio, la pallacanestro, la pallamano ed il rugby. Questi risultati, sono in contrasto, con quanto si pensava in precedenza circa la minore sollecitazione del sistema anaerobico lattacido della pallavolo rispetto agli altri sport che abbiamo prima citato. E' evidente secondo queste osservazioni di carattere tecnico e metabolico che è necessaria una programmazione dell'allenamento non solo specifica per ogni ruolo, ma anche adattata alle diverse esigenze fisiologiche e ai processi d'accrescimento nelle differenti fasce d'età. I risultati dei parametri antropometrici indicano che le differenziazioni tra ruoli, legate a particolari caratteristiche morfologiche, che si ritrovano definite chiaramente a livello senior, sono già presenti nella fase junior e possono essere utilizzate tra i criteri di selezione nell'individuazione dei talenti. Alcuni indicatori di selezione, come ad esempio l'altezza ed il reach per gli attaccanti centrali, sono collegati ad esigenze di carattere tecnico che dipendono dall'evoluzione del gioco condizionata dalle modifiche regolamentari. Gli attaccanti centrali devono diminuire il tempo di volo per intercettare le azioni d'attacco sempre più veloci, con la palla colpita ad altezze elevate; un'estensione maggiore delle braccia diminuisce il tempo di volo necessario per intercettare la palla. Da un punto di vista pratico, è importante per il tecnico che le caratteristiche antropometriche e funzionali del pallavolista, siano identificate prima possibile con un margine d'errore limitato. Il processo d'allenamento per un atleta d'alto livello è lungo: occorrono mediamente sette/otto anni per sviluppare al massimo le capacità tecniche ed organiche di un pallavolista. L'individuare correttamente le caratteristiche morfologiche e il legame stretto di queste con il ruolo tecnico diventa a questo punto decisivo per ottenere risultati corretti. I parametri antropometrici dell'altezza e del reach sono decisivi e selettivi anche per gli attaccanti laterali, perché

strettamente correlati alle prestazioni delle capacità di salto nei gesti specifici d'attacco e del muro, (VA e VM). I risultati della batteria del Bosco test, non hanno mostrato nessuna differenza tra i diversi ruoli in termini di capacità di salto tra i giovani pallavolisti. Nello studio effettuato sul gruppo senior, utilizzando sempre il Bosco ed il Vertec test, sono state rilevate differenze indicative tra i ruoli unicamente nelle prove che comprendevano un impegno di tipo coordinativo tecnico-specifico (CMJas, VA e VM) <sup>24,28</sup>. Probabilmente questo fenomeno è legato ad un adattamento a lungo termine ad allenamenti specifici. Questi risultati confermano il legame che esiste tra le caratteristiche morfologiche, l'orientamento alla specializzazione e l'allenamento delle qualità muscolari individualizzato. Gli obiettivi, le metodiche e l'intensità dell'allenamento dovrebbero altresì rispettare i tempi di maturità biologica dei giovani atleti <sup>7,41,71</sup>. In particolare alcuni fattori della prestazione, come la forza dinamico-esplosiva, (soprattutto allenamenti di potenziamento muscolare con sovraccarichi), dovrebbero essere limitati in questa fase d'accrescimento e sviluppati dai 18 anni in poi, periodo in cui i muscoli ed i tendini sono più preparati per forme d'allenamento che sollecitano le strutture muscolari ed articolari per il sovraccarico. Esercizi di coordinazione neuro-motoria specifici e di compenso per equilibrare lo sviluppo muscolare dell'atleta rappresentano le principali indicazioni per soggetti ectomorfici. È importante in questa fase potenziare gli aspetti organici attraverso i processi d'acquisizione e di perfezionamento dei movimenti specifici con esercizi tecnici <sup>34,98,99</sup>. Alcuni autori hanno effettuato degli studi su giovani praticanti la pallavolo ed altri sport di situazione <sup>20,36,73,75,76,81</sup>, che confermano la presenza di importanti trasformazioni, soprattutto nella fascia di età che va dai 16 ai 18 anni a livello dei parametri antropometrici <sup>27,50</sup>: nello stesso tempo si assiste ad una stabilizzazione, se non addirittura ad una involuzione dei valori della forza esplosiva ottenuti con il test di Bosco, mentre si osserva una crescita della prestazione nei test che valutano le capacità di elevazione e di coordinazione motoria collegati a gesti tecnici (Vertec) L'analisi della matrice di correlazione (figura 7) dimostra che la maggior parte delle variabili antropometriche sono correlate tra loro: in particolare l'altezza con il peso ed il Reach: l'unica eccezione sembra essere rappresentata dalla massa grassa che non presenta correlazioni con le altre variabili antropometriche. In rapporto ai differenti parametri delle capacità di salto abbiamo verificato che tutte le variabili antropometriche, ad eccezione della MG sono correlate positivamente al VA ed al VM e negativamente allo SJ, così come la MG con il Va. Queste relazioni esprimono dei valori che aiutano a qualificare il fisico del pallavolista, infatti, alcune di queste variabili sono utilizzate per la valutazione del somatotipo. In uno studio recente sul profilo

muscolare del pallavolista <sup>5</sup>, in base all'analisi delle correlazioni effettuate tra diverse variabili antropometriche e funzionali, si è potuto affermare che la performance del colpo d'attacco è legata non solamente alla forza espressa dai muscoli rotatori interni della spalla così come gli estensori ed i flessori del gomito, ma anche alle capacità di salto ed al tempo di volo.

### **Conclusioni**

Il profilo antropometrico dei pallavolisti è direttamente collegato a delle variabili specifiche che devono essere utilizzate per la selezione dei talenti e per la programmazione dell'allenamento d'alto livello collegata al ruolo specifico. La pallavolo moderna, a causa della durata ridotta delle azioni di gioco e dell'intensità crescente del ritmo, impegna sempre di più il metabolismo anaerobico lattacido; perciò abbiamo sempre più bisogno d'atleti veloci e potenti. La valutazione, l'allenamento ed il monitoraggio continuo del salto, diventano così un aspetto importante per il controllo della prestazione. Queste osservazioni dimostrano l'interesse di utilizzare dei test che valutino il salto con metodiche differenti. Il protocollo che noi abbiamo sviluppato per la valutazione funzionale dei pallavolisti e per il controllo e la programmazione dell'allenamento può dare utili indicazioni anche nella prima fase di selezione degli atleti. La difficoltà di individuare nuovi talenti è legata non solo all'impossibilità di un monitoraggio approfondito e costante del territorio, ma anche alla mancanza di criteri che abbiano un supporto scientifico in relazione agli aspetti tecnico-tattici e alle capacità condizionali.

## Bibliografia

1. **Ashley CD, Weiss LW.** Vertical jump performance and selected physiological characteristics of women. *J Strength Cond Res*, 1994; 8: 5-11.
2. **Baacke H.** Long-term preparation of young players. *International Volley Tech.*1989; 3/4, 5-14.
3. **Bale P.** Anthropometrics body composition and performance variables of young elite female basketball players. *J Sports Med Phys Fitness* 1991; 31(2):173-7.
4. **Bangsbo J, Graham TE, Kiens B, Saltin B.** Elevated muscle glycogen and anaerobic energy production during exhaustive exercise in men. *Journal Physiology*. 1992; 451:205-22.
5. **Barsin M.** Evaluation isocinetique et fonctionnelle de l'épaule du joueur de volleyball. Mémoire de licenciée en Kinésithérapie et Réadaptation- Faculté de Médecine- Université de Liège, 2003.
6. **Beljaev AV.** Issledovanije o trenirovvochnich i sorievnovaltel'nych nagruskach vollejbole, in: Kleshev, Godik, Ajrapet'jans, Beljaev, Medvedev. Mosca: Organizazija trenirovki; 1974.
7. **Benjamin HG, Glow KM.** Strength Training for Children and Adolescents. *The Physician and Sports Medicine – Vol.31- N° 9- September 2003.*
8. **Bobbert MF, Gerritsen KG, Litjens MC, Van Soest AJ.** Why is countermovement jump height greater than squat jump height?; *Med Sci Sports Exerc*, 1996; 28(11): 1402-1412.
9. **Bobbert MF, Huijijng PA, Van Igen Shenau GJ.** Drop Jump: The influence of jumping technique on the biomechanics of jumping, *Med Sci. Sports Exercise* 1987 Aug; 19(4): 332-8, 1987.
10. **Bobbert MF, Van Ingen Shenau GJ.** Coordination in vertical jumping. *J Biomech* 1988; 21(3):249-62.
11. **Boobis LH.** Metabolic aspects of fatigue during sprinting. In: MacLead D.; Maughan R, Nimmo M, Reilly T, Williams TC (eds). *Exercise: Benefits, limits and adaptations.* 1987; London/New York:E.&F.N.
12. **Bosco C, Colli R, Bonomi R, Von Duvillard S, Viru A.** Monitoring strength training: neuromuscular and hormonal profile. *Med Sci Sports Exerc* 2000; 32(1):202-8.
13. **Bosco C, Komi PV, Bosco E, Nicol C, Pulvirenti G, Caruso I.** Influence of training on mechanical and biochemical profiles of athlete's muscles. *Coaching and Sport Science Journal* (1994) 1;1: 8-13.
14. **Bosco C, Luhtanen P. Komi PV.** A simple method for measurement of mechanical power in jumping. *Eur J Appl Physiol* 1983; 50(2):273-82.
15. **Bosco C.** La forza muscolare: Aspetti fisiologici ed applicazioni pratiche. Roma: Società Stampa Sportiva; 1997.
16. **Bosco C.** La preparazione fisica nella pallavolo femminile. Roma: Società Stampa Sportiva ; 1994.
17. **Bosco C.** New tests for measurement of anaerobic capacity in jumping and leg extensor muscles elasticity. *Volleyball, I.F.V.B. Official Magazine*, 1:22-30,1981.
18. **Brasili P, Toselli S.** The physical structure of basketball players: comparison between young and adult athletes. *MED SPORT* 2002; 55:255-67.
19. **Bunc V, Psotta R.** Physiological profile of very young soccer players. *J Sports Med Phys Fitness* 2001 Sep; 41(3):337-41.

20. **Cacciari E, Mazzanti L, Tassinari D, Bergamaschi R, Magnani C, Zappulla et al.** Effects of sport (football) on growth: auxological, anthropometric and hormonal aspects. *Eur J Appl Occup.Physiol* 1990; 61 (1-2) : 149-58.
21. **Carda RD, Looney MA.** Differences in physical characteristics in collegiate baseball players. *J Sports Med Phys Fitness* 1994; 34:370-76.
22. **Chamari K, Ahmaid S, Blum JY, Hue O, Temfemo A, Hertogh C, Mercier B, Prefaut C, Mercier J.** Venous blood lactate increase after vertical jumping in volleyball athletes. *Eur J Appl Physiol* 2001 Jul; 85(1-2):191-4.
23. **Ciccarone G, Cianfana A, Di Mambro D, Giulianini R, Mirarchi AR, Pisani E, Tammato G, Fontani G.** Confronto tra pallavolisti juniores e seniores d'alto livello divisi per ruolo. *MED SPORT* in press.
24. **Ciccarone G, Bonifazi M, Di Napoli E, Martelli G, Stabile M, Fontani G.** Evaluation of jumping capacities in high-level volleyball players. In: Mester J., King G., Struder H., Tsolakidis, Osterburg A. (eds) *Proceedings of the "6<sup>th</sup> Annual Congress of the European College of Sport Science"*. Cologne: 2001; p. 1294.
25. **Ciccarone G, De Lellis C.** Variazioni degli indici indiretti della forza esplosiva del VO2 max nel corso della stagione agonistica in un gruppo di atleti di alto livello praticanti la pallavolo. *Meeting Internazionale di Medicina dello Sport*. Napoli: 2000; pp.191-192.
26. **Ciccarone G, El Bermani W, Felici A, Pisani E, Fontani G.** Rally Point System and engagement of setter in volleyball. In: *Vlaams tijdschrift voor sportgeneeskunde en sportwetenschappen*. III European Congress of Sports Medicine. Hasselt: 2003; p.83.
27. **Ciccarone G, Fontani G.** Modifications of anthropometrical values and jumping capacities in young volleyball players. *International Congress of Sports Medicine*. Perugia: 2002; p.126.
28. **Ciccarone G, Martelli G, Di Mambro D, Pisani E, Fontani G.** Functional evaluation in high-level volleyball players. In: *Vlaams tijdschrift voor sportgeneeskunde en sportwetenschappen*. III European Congress of Sports Medicine. Hasselt: 2003; p.62.
29. **Ciccarone G, Martelli G, Fontani G.** Evaluation of jumping capacities in volley players of different role. In : *Science & Sports*. XX Congrès International de Médecine du sport. Paris: Elsevier; 2000 ; p. 332.
30. **Ciccarone G, Stabile ME, Mirarchi AR, Di Napoli E, Rossi F, Di Marco S, Catanese S, Meniconi C, Martelli G.** Evaluation of jumping capacities in high-level basket and volley athletes. In : *Science & Sports*. XX Congrès International de Médecine du sport. Paris: Elsevier; 2000; p. 332.
31. **Ciccarone G, Stabile ME, Giulianini R, Fontani G.** Distribuzione delle componenti dell'allenamento in una squadra di pallavolo di alto livello. *Meeting Internazionale di Medicina dello Sport*. Napoli: 2000; pp.185-186.
32. **Ciccarone G, Martelli G, Mirarchi AR, Giulianini R, Stabile ME, Fontani G.** Valutazione funzionale di un gruppo di pallavolisti di alto livello. In "Attività fisico-sportiva e apparato muscolo-scheletrico": XIX Congresso Nazionale di Medicina dello Sport; Chieti: 2003; p.653-55.
33. **Cloes M, Croisier JL, Barsin M, Ciccarone G, Forthomme B.** Analysis of the volleyball spike: relationship between several parameters and the speed of the ball. *Congresso Pre-Olimpionico Thessalonikii 2004* (submitted).
34. **Cronin J, McNair PJ, Marshall RN.** Developing explosive power: a comparison of technique and training. *J Sci Med Sport* 4(1): 59-70, 2001.
35. **Dal Monte A, Faina M.** Valutazione dell'atleta. Analisi funzionale e biomeccanica della capacità di prestazione. Torino: Utet; 1999.
36. **Damsgaard R, Bencke J, Matthiesen G, Petersen JH, Muller J.** Body proportions, body composition and pubertal development of children in competitive sports. *Scand J Med Sci Sports* 2001; 11: 54-60.
37. **Doutreloux JP, Tepe P, Demont M, Passelergue P, Artigot A.** Exigences énergétiques estimées selon les postes de jeu en rugby. *Science & Sport* 2002; 17: 189-97.
38. **Duthie G, Pyne D, Hooper S.** Applied Physiology and Game Analysis of Rugby Union. *Sports Med* 2003; 33(13):973-991.

39. **Ejem M.** 5<sup>th</sup> junior men's world volleyball championship. *International Volley Tech.*1989; 3/4, 58-61.
40. **Ejem M.** Principal somatic parameters of volleyball players. *International Volley Tech.*1991;1, 23-28.
41. **Faigenbaum AD.** Strength training for children and adolescents. *Clin Sports Med* 2000;19(4):593-619.
42. **Feltner ME, Frascchetti DJ, Crisp RJ.** Upper extremity augmentation of lower extremity kinetics during countermovement vertical jumps. *J Sports Sci* 1999; 17:449-66.
43. **Fleck S, Case S, Puhl J, Van Handle P.** Physical and Physiological Characteristics of Elite Women Volleyball Players. *Can J Appl Sport Science* 1985; 10(3):122-126.
44. **Fontani G, Ciccarone G, Di Napoli E, Stabile E, Martelli G.** Evaluation of physical engagement after rules modifications in high-level volleyball players. In: Mester J., King G., Struder H., Tsolakidis, Osterburg A. (eds) *Proceedings of the "6<sup>th</sup> Annual Congress of the European College of Sport Science"*. Cologne: 2001; p. 1272.
45. **Fontani G, Bonifazi M, Lupo C, Martelli G, Maffei D, Cameli S, Polidori F.** Influence of a volleyball match on cortisol response in young athletes. *Coaching and Sport Science journal* 1998; 3.1: 25-27.
46. **Fontani G, Ciccarone G, Di Napoli E, Stabile E, Martelli G.** Evaluation of physical engagement after rules modifications in high-level volleyball players. In: Mester J., King G., Struder H., Tsolakidis, Osterburg A. (eds) *Proceedings of the "6<sup>th</sup> Annual Congress of the European College of Sport Science"*. Cologne: 2001; p. 1272.
47. **Fontani G, Ciccarone G, Giulianini R.** Nuove regole di gioco ed impegno fisico nella pallavolo. *SDS-Rivista di Cultura Sportiva* 2000; Anno XIX-numero 50: pp.14-20.
48. **Fontani G, Lodi L.** Reactivity and event-related potentials in attentional tests: effect of training. *Percept Mot Skills.* 2002 Jun; 94(3 Pt 1):817-33.
49. **Fontani G, Maffei D, Cameli S, Polidori F.** Reactivity and event-related potentials during attentional tests in athletes. *Eur J Appl Physiol* 1999; 80: 308-317.
50. **Fontani G, Martelli G, Meniconi C, Pisani E, Ciccarone G.** Evaluation of jumping capacities in young volleyball players. In: *Vlaams tijdschrift voor sportgeneeskunde en sportwetenschappen. III European Congress of Sports Medicine.* Hasselt: 2003. p.48.
51. **Fontani G.** *Fisiologia della pallavolo.* Società Stampa Sportiva, Roma, 1994
52. **Fontani G., Maffei D.** Event-related potentials during an attentional test in volleyball players and non-athletes. *Coach. Sport Sci. J.*, 1998; 3: 13-16.
53. **Gabbett TJ.** Physiological and anthropometrics characteristics of amateur rugby league players. *Br J Sports Med* 2000 Aug; 34(4):303-7
54. **Geladas ND, Nassis GP, Terzis G, Sakkas G and Koskolou MD.** Physiological characteristics of elite Greek male volleyball players of different age. *7<sup>th</sup> Annual Congress of the European College of Sport Science.* Athens: 2002; p. 484.
55. **Gonzales C.** Analisis del esfuerzo en el voleibol tras los nuevos cambios en el reglamento, mediante una observacion sistematica y una medicion telemetrica y lactacidemica. Tesis Doctoral. Universidad de Granada; 2001.
56. **Gualdi-Russo E, Zaccagni L.** Somatotype, role and performance in elite volleyball players. *J Sports Med Phys Fitness* 2001; 41 (2) : 256-62.
57. **Hakkinen K , Mero A, Kauhanen H.** Specificity of endurance, sprint and strength training on physical performance capacity in young athletes. *J Sports Med Phys Fitness* 1989; 29 (1): 27-35.
58. **Hakkinen K.** Changes in physical fitness profile in female volleyball players during the competitive season. *J Sports Med Phys Fitness* 1993; 33(3):223-232.

59. **Harman EA, Rosenstein MT, Frykman PN, Rosenstein RM.** The effects of arms and countermovement on vertical jumping. *Med Sci Sports Exerc* 1990 Dec; 22(6):825-33.
60. **Heimer S, Misigoy M, Medved V.** Some anthropological characteristics of top volleyball players in SFR Yugoslavia. *J Sports Med Phys Fitness* 1988; 28:200-8.
61. **Hirvonen J, Rehunen S, Rusko H, Harkonen D.** Breakdown of high-energy phosphate compounds and lactate accumulation during short supramaximal exercise. *European Journal Applied Physiology* 1987; 56: 253-9.
62. **Hoare DG.** Predicting success in junior elite basketball players the contribution of anthropometrics and physiological attributes. *J Sci Med Sport* 2000 Dec; 3(4):391-405.
63. **Isaacs LD.** Comparison of the vertec and Just Jump System for measuring height of vertical jump by young children. *Percept Mot Skills* 1998 Apr; 86(2):659-63.
64. **Ivoilov AB.** Note di biomeccanica e metodica di allenamento nella pallavolo, SSS, 1984.
65. **Katch FI, Mc Ardle WD.** Prediction of body density from simple anthropometrics measurements in college-age men and women. *Hum Biol* 1973; 45:445.
66. **Katch FI, Katch VL.** The body composition profile: techniques of measurement and applications. *Clin Sports Med* 1984; 3/31.
67. **Katch FI, Mc Ardle WD.** Validity of body composition prediction equations for college men and women. *Am J Clin Nutr* 1975; 28:105.
68. **Katch VL, Weltman A.** Interrelationship between anaerobic power output, anaerobic capacity and aerobic power. *Ergonomics* 1979 Mar; 22(3):325-32.
69. **Keogh J.** The use of physical fitness scores and anthropometrics data to predict selection in an elite under 18 Australian rules football team. *J Sci Med Sport* 1999 Jun; 2(2):125-33.
70. **Kioumourtzoglou E, Michalopoulou M, Tzetzis G, Kourtessis T.** Ability profile of the elite volleyball player. *Percept Mot Skills* 2000 Jun;(3 Pt1):757-70.
71. **Klasson-Heggebo L, Anderssen SA.** Gender and age differences in relation to the recommendations of physical activity among Norwegian children and youth. *Scand J Med Sci Sports* 2003; 13: 293-298.
72. **Komi PV, Bosco C.** Utilization of stored elastic energy in extensor muscles by men and women, *Med Sci.Sports*1978; 10: 261-265
73. **Komi PV, Karlsson J.** Skeletal muscle fibre types, enzyme activities and physical performance in young males and females. *Acta Physiol.Scand* 1978; 210-218.
74. **Kunstlinger U, Ludwig HG, Stegemann J.** Metabolic changes during volleyball matches. *Int J Sports Med* 1987; 8: 315-22.
75. **Le Gall F, Beillot J, Rochcongar P.** Evolution de la puissance maximale anaérobie au cours de la croissance chez le footballeur. *Science & Sports* 2002; 17 :177-88.
76. **Leone M, Larivière G.** Caractéristiques anthropométriques et biomotrices d'adolescents athlètes élités de disciplines sportives différentes. *Science & Sports* 1998; 13 :26-33.
77. **Marinovic M, Jelcic M, Sekulic D.** The somatotype of outstanding junior male basketball player. In: Mester J., King G., Struder H., Tsolakidis, Osterburg A. (eds) *Proceedings of the "6<sup>th</sup> Annual Congress of the European College of Sport Science"*. Cologne: 2001; p. 1270.
78. **Maso F, Cazorla G, Godemet M, Lac G, Robert A.** Exigences physiologiques nécessaires à la pratique de rugby de haut niveau. *Science & Sport* 2002; 17: 297-301.

79. **Maso F, Robert A.** Evolution anthropométrique des joueurs de l'élite du rugby français. *Science & Sport* 1999; 14: 301-4.
80. **Matkovic BR, Misigoj-Durakovic M, Matkovic B, Jankovic S, Ruzic L, Leko G, Kondric M.** Morphological differences of elite Croatian soccer players according to the team position. *Coll Antropol.* 2003; 27 Suppl 1:167-74.
81. **Naryama K, Hauspie RC, Mino T.** Longitudinal growth study of male Japanese junior high school athletes. *Am J Human Biol* 2001 May-Jun; 13(3):356-64.
82. **Newton R, Kraemer WJ, Hakkinen K.** Effects of ballistic training on preseason preparation of elite volleyball players. *Med Sci Sports Exerc* 1990; Vol.31,(2),323-330.
83. **Nicholas CW.** Anthropometrics and physiological characteristics of rugby union football players. *Sports Med* 1997 Jun; 23(6):375-96.
84. **Nourry E, Morlier J, Cid M.** Analyse de la détente verticale au volleyball. *Volley France Tech – N° 4 – Mars* 1999.
85. **Rannou F, Prioux J, Zouhal H, Gratas-Delamarche A, Delamarche P.** Physiological profile of handball players. *J Sports Med Phys Fitness* 2001; 41 :349-53.
86. **Reilly T, Bangsbo J, Franks A.** Anthropometric and physiological predispositions for elite soccer. *J Sports Sci* 2000 Sep;18(9):669-83.
87. **Rutherford OM and Jones DA.** The role of learning and coordination in strength training. *Eur. J. Appl. Physiol* 1986; 55: 100-105.
88. **Sawula L.** Tests used by volleyball coaches for determining physical fitness. *International Volley Tech* 1991; 2, 18-24.
89. **Smith DJ, Roberts D, Watson B.** Physical, physiological and performance differences between Canadian national team and universiade volleyball players. *J Sports Sci* 1992 Apr; 10(2):131-8.
90. **Spriet L.** Anaerobic metabolism during high-intensity. *Exercise metabolism.* M. Hargreaves. Champaign, Illinois, Human Kinetics, 1995; 1-40.
91. **Srhoi V, Marinovic M, Rogulj N.** Position specific morphological characteristics of top-level male handball players. *Coll Antropol* 2002 Jun; 26(1):219-27.
92. **Stanganelli LCR, Dourado AC, Oncken P, Mancan S, Zucas SM, Campos FAD.** Training adaptations on jumping capacity of the boys' youth Brazilian volleyball national team. 7<sup>th</sup> Annual Congress of the European College of Sport Science. Athens: 2002; p. 496.
93. **Stanganelli LCR, Dourado AC, Oncken P.** Physiological, physical and motor characteristics of the Brazilian boys' youth volleyball national teams. In: Mester J., King G., Struder H., Tsolakidis, Osterburg A. (eds) *Proceedings of the "6<sup>th</sup> Annual Congress of the European College of Sport Science"*. Cologne: 2001; p. 1219.
94. **Stuempfle KJ, Katch FI, Petrie DF.** Body Composition Relates Poorly to Performance Tests in NCAA Division III Football Players. *J Strength Cond Res.* 2003 May; 17(2):238-44.
95. **Sullivan JJ, Knowlton RG, Hetzler RK, Woelke PL.** Anthropometrics characteristics and performance related predictors of success in adolescent pole vaulters. *J Sports Med Phys Fitness* 1994 Jun; 34 (2): 179-184
96. **Theule E, Theule F.** Le volleyball en l'an 2000: état des lieux et perspectives. *Volley France Tech- N°8-Mai* 2000.
97. **Thissen-Milder M, Mayhew JL.** Selection and classification of high school volleyball players from performance tests. *J Sports Med Phys Fitness* 1991 Sep; 31(3): 380-4.
98. **Tschiene P.** Una direzione necessaria nella pratica dell'allenamento: l'integrazione dell'adattamento biologico nel modello dell'allenamento. *Coaching and Sport Science Journal*, 1995; 1(3): 50-62.
99. **Tschiene P.** Lo stato attuale della teoria dell'allenamento. *SDS/Rivista di cultura sportiva*, 2001; Anno XX n.52;

100. **Ugarkovic D, Matavulj D, Kukolj M, Jaric S.** Standard anthropometric, body composition, and strength variables as predictors of jumping performance in elite junior athletes. *J Strength Cond Res* 2002 May; 16(2): 227-30.
101. **Verchoshanskij Y.** Gli orizzonti di una teoria e metodologia scientifiche dell'allenamento sportivo. *SDS/Rivista di cultura sportiva*, 1998; n.43; 12-21.
102. **Verchoshanskij Y.** Verso una teoria e metodologia scientifiche dell'allenamento sportivo. *SDS/Rivista di cultura sportiva*, 1998; n.41-42; 40-51.
103. **Viitasalo J, Rusko H, Pajala O, Rahikila P, Ahila M, Montonen H.** Endurance requirements in volleyball. *Canadian Journal of Sport Sciences*. 1987; 12,4,194-201.
104. **Viitasalo J.** Anthropometrics and physical performance characteristics of male volleyball players. *Can J Appl Sport Sci* 1982 Sep; 7(3):182-8.
105. **Viitasalo J.** Evaluation des caractéristiques de la performance physique en volley-ball. In Cloes M. (Ed.) *La recherche en volley-ball*. Liege, 1990.
106. **Viitasalo JT, Rahkila P, Osterback L, Alen M.** Vertical jumping height and horizontal overhead throwing velocity in young male athletes. *J Sports Sci* 1992 Oct;10(5):401-13.
107. **Viitasalo JT.** Evaluation of physical performance characteristics in volleyball. *International Volley Tech*.1991; 3, 4-8.
108. **Viru A.** Hormonal and metabolic foundations of training effects sex differences. *MED SPORT* 1992; 45: 29-38.
109. **Viru A.** Il meccanismo dell'adattamento e dell'allenamento. *Sds – Rivista di Cultura Sportiva – Anno XIII N° 30*, 1994; p.11-14.
110. **Voigt M, Simonsen EB, Dyhre-Poulsen P, Klausen K .** Mechanical and muscular factors influencing the performance in maximal vertical jumping after different pre - stretch loads. *J Biomech* 1995 Mar; 28(3):293-307.
111. **Weiss LW, Cureton KJ, Thomson FN.** Comparison of serum testosterone and androstenedione responses to weight lifting in men and women. *Eur J Appl Physiol* 1983; 50:413-9.
112. **Weltman A, Katch VL.** Relationship between the onset of metabolic acidosis and maximal oxygen uptake. *J Sports Med Phys Fitness* 1979 Jun;19(2):135-42.
113. **Wilmore JH.** Morphologic and physiologic differences between man and women relevant to exercise, *Int. J Sports Med* 1984; 5.
114. **Young W, MacDonald Ch, Heggen T, Fitzpatrick J.** An evaluation of the specificity, validity and reliability of jumping tests. *J Sports Med Phys Fitness* 1997; 37: 240-5.
115. **Young W, McLean B, Ardagna J.** Relationship between strength qualities and sprinting performance. *J Sports Med Phys Fitness* 1995; 35: 13-19.
116. **Young W.** Specificity of jumping ability and implications for training and testing athletes. In: *Proceedings of the national coaching conference*. Canberra: Australian Coaching Council 1994: 217-21.
117. **Zhu Jia Ming.** Volleyball players psychological quality and how to train it. *International Volley Tech* 2/91; 4-10.
118. **Zuliani U, Collarini L.** Variazioni metaboliche ed ormonali nella pallavolo. *MED SPORT* 1992; 45(Supply). 1) N°4: 105-8.
119. **Zuliani U, Zeppilli P, Sonetti A, Corsanini E, Pascale R, Serventi G.** Modificazioni bioumorali indotte dalla pallavolo. *MED SPORT* 1986; 39:pp.341-48.

**Tabella I.** - Confronto tra alcuni parametri del carico fisico richiesto a giocatori di pallavolo prima (SCP: sistema di gioco con cambio palla) e dopo (RPS: Rally Point System) le modifiche alle regole di gioco.

	SCP	RPS	differenza
Durata fasi attive (sec)	8,7	5,2	3,5
Durata fasi passive (sec)	7,1	13,8	-6,7
Durata di un set (min)	20,1	14,4	5,7
Durata gara 3 set (min)	60,2	46,7	13,6
Durata gara 5 set (min)	128,8	68,3	60,5
Numero fasi attive in un set	70,1	45,9	24,2
Totali fasi attive in una gara di 3 set	193,2	149	44,2
Totali fasi attive in una gara di 5 set	324,3	221	103,3
Tempo tot fasi attive in 3 set (min)	28	12,9	15,1
Tempo tot fasi attive in 5 set (min)	47	19,3	27,7

(Fontani G, Ciccarone G, Giulianini R. SDS-Scuola dello Sport; N°50: 2000)

**Tabella II.** - *Valori antropometrici di tutti i pallavolisti juniores italiani*

<i>Variabili</i>	Media $\pm$ DS (n=42)
Altezza (cm)	195,4 $\pm$ 4,8
Peso (kg)	83,0 $\pm$ 6,2
IMC (kg/cm <sup>2</sup> )	21,7 $\pm$ 1,3
MG (%)	10,9 $\pm$ 1,8
R1 (cm)	257,0 $\pm$ 7,2
R2 (cm)	253,7 $\pm$ 7,1

**Tabella III.** - Risultati dei test delle capacità di salto di tutti i pallavolisti juniores italiani

Variabili	Media $\pm$ DS (n=42)
Test di Bosco	
SJ (cm)	37,8 $\pm$ 3,8
CMJ (cm)	42,5 $\pm$ 3,9
CMJ-SJ (cm)	4,7 $\pm$ 1,4
CMJas (cm)	49,9 $\pm$ 4,9
R15	32,3 $\pm$ 4,8
Vertec test	
VA (cm)	331,2 $\pm$ 7,9
VM (cm)	308,2 $\pm$ 8,5
Dati combinati	
DCS (cm)	74,1 $\pm$ 5,8
DSS (cm)	54,2 $\pm$ 5,9
DD (cm)	19,9 $\pm$ 5,1

**Tabella IV.** - *Confronto di alcuni parametri antropometrici e funzionali tra la Selezione Nazionale Juniores Brasiliana (SNJB) e la Selezione Nazionale Juniores Italiana (SNJI)*

Variabili	SNJB (11 atleti)	SNJI (42 atleti)
Età (anni)	17,8 ± 0,5	18,2 ± 1,2
Altezza (cm)	197,9 ± 5,8	195,4 ± 4,8
Peso (Kg)	88,4 ± 4,2	83,0 ± 6,2
IMC	22,6 ± 1,4	21,7 ± 1,3
SJ (cm)	40,4 ± 1,3	37,8 ± 3,8
CMJ (cm)	42,7 ± 2,5	42,5 ± 3,9
VA (cm)	331,8 ± 13,2	331,2 ± 7,9
VM (cm)	308,6 ± 9,9	308,2 ± 8,5

**Tabella V.** - *Confronto di alcuni parametri antropometrici tra i partecipanti al Campionato Europeo Juniores 2000 di Basket e la Selezione Nazionale Juniores Italiana*

Variabili	CEJ 2000	SNJI 2002
Altezza (cm)	195,4±8,1	195,4 ± 4,8
Peso (Kg)	88,8±9,9	83,0 ± 6,2
IMC (kg/cm <sup>2</sup> )	23,2±1,8	21,7 ± 1,3

**Tabella VI.** - *Confronto dei parametri antropometrici secondo il posto di gioco della SNJ I (Media e DS)*

Variabili	Attaccanti laterali (n=14)	Attaccanti Centrali (n=15)	Palleggiatori (n=7)	Universali (n=6)	F	p
Altezza (cm)	194,4±4,1	198,2±4,1	191,1±3,8	195,8±5,4	4,75	0,006
Peso (kg)	83,9±6,3	84,3±4,9	78,7±5,5	82,5±8,3	1,54	0,221
IMC (kg/cm <sup>2</sup> )	22,3±1,4	21,5±1,3	21,6±1,3	21,7±1,2	0,35	0,704
MG (%)	11,0±1,0	10,5±2,0	12,2±2,3	10,4±1,7	1,71	0,182
R1 (cm)	256,1±6,5	260,7±7,2	251,0±5,5	256,7±6,1	3,60	0,022
R2 (cm)	253,1±6,4	257,3±7,2	247,6±4,8	253,2±6,2	3,66	0,020

**Tabella VII.** - *Confronto dei test delle capacità di salto secondo il posto di gioco della SNJ I (Media e DS)*

Variab i i	Attaccanti Lateral (n=14)	Attaccanti Centrali (n=15)	Palleggiatori (n=7)	Universali (n=6)	F	p
Test di Bosco						
SJ (cm)	38,1±3,9	38,7±2,6	37,4±5,1	35,5±4,6	1,03	0,388
CMJ (cm)	42,7±3,9	43,3±1,9	41,9±6,1	40,7±4,8	0,72	0,546
CMJ-SJ (cm)	4,6±1,5	4,6±1,3	4,5±1,4	5,2±1,3	0,24	2,199
CMJas (cm)	50,5±4,6	50,7±2,9	49,1±6,7	47,5±7,5	0,70	0,555
R15	34,7±2,9	31,1±4,7	32,6±5,9	33,2±3,7	2,19	0,129
Vertec test						
VA (cm)	330,9±6,6	336,7±6,4	325,6±8,7	324,7±2,1	7,29	0,001
VM (cm)	307,1±8,7	313,1±7,3	301,4±8,3	306,5±5,1	3,95	0,015
Dati combinati						
DCS (cm)	74,4±4,9	75,8±6,2	74,9±4,0	68,5±6,0	2,67	0,061
DSS (cm)	53,8±6,0	55,±6,9	53,9±5,9	52,5±2,2	0,44	0,728
DD (cm)	20,6±4,6	20,3±5,4	21,0±3,7	16,0±6,5	1,41	0,253

**Tabella VIII. - Matrice di correlazione per l'insieme delle variabili antropometriche e delle capacità di salto della SNJ I**

Valori di r

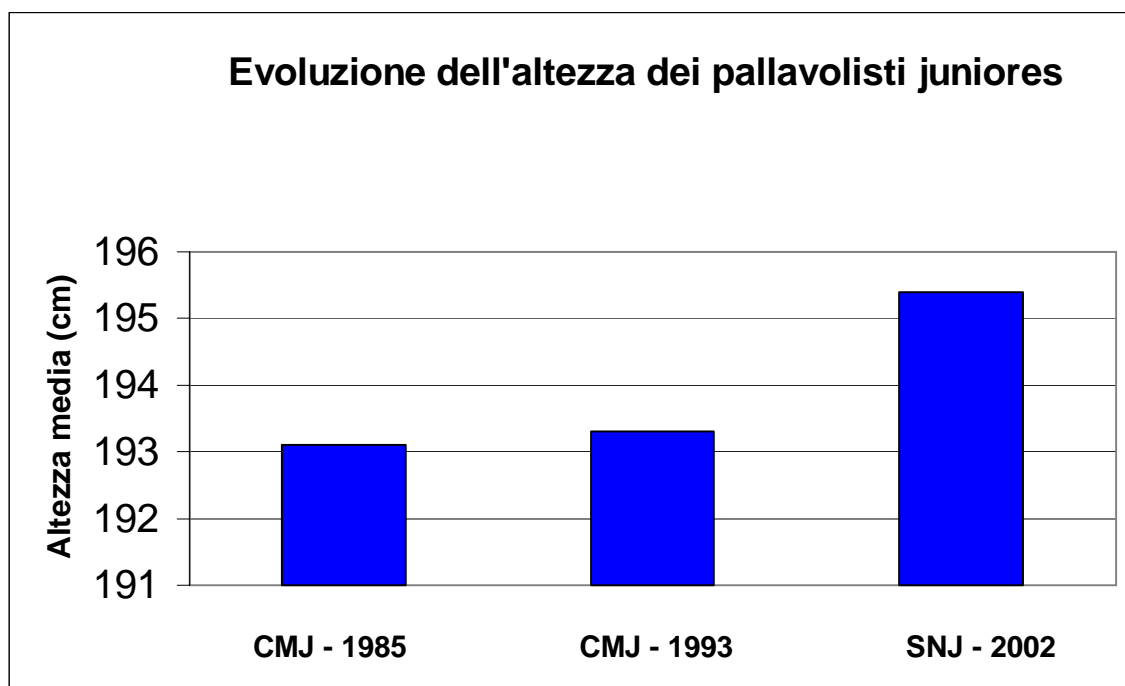
	Età	Altezza	Peso	MG	R1	R2	SJ	CMJ	CMJ-SJ	CMJas	R15	VA	VM	DCS	DSS	DD
1.Età	-															
2.Altezza	0,016	-														
3.Peso	0,166	0,628**	-													
4.MG	0,225	0,293	0,058	-												
5.R1	0,129	0,860**	0,690**	-0,248	-											
6.R2	0,111	0,873**	0,674**	-0,256	0,990**	-										
7.SJ	0,077	-0,342*	-0,356*	-0,190	-0,298	-0,328*	-									
8.CMJ	0,156	-0,294	-0,282	-0,188	-0,198	-0,234	0,933**	-								
9.CMJ-SJ	0,219	0,114	0,186	-0,035	0,259	0,242	-0,131	0,234	-							
10.CMJas	0,157	-0,274	-0,239	-0,165	-0,250	-0,296	0,737**	0,813**	0,246	-						
11.R15	0,354	-0,135	-0,150	-0,196	-0,118	-0,139	0,708**	0,638**	-0,158	0,550**	-					
12.VA	0,183	0,596**	0,392*	-0,334*	0,705**	0,680**	0,198	0,264	0,190	0,215	0,315*	-				
13.VM	0,293	0,640**	0,442**	-0,131	0,730**	0,707**	0,109	0,245	0,379*	0,107	0,222	0,837**	-			
14.DCS	0,053	-0,284	-0,346*	-0,152	-0,287	-0,310*	0,630**	0,598**	-0,056	0,595**	0,547**	0,468**	0,205	-		
15.DSS	0,313	-0,098	-0,142	0,125	-0,114	-0,153	0,499**	0,579**	0,246	0,451**	0,479**	0,374*	0,578**	0,612**	-	
16.DD	0,299	-0,207	-0,226	-0,314*	-0,192	-0,173	0,135	0,007	-0,346	0,150	0,065	0,097	-0,433**	0,421**	-0,459**	-

\*p<0,05

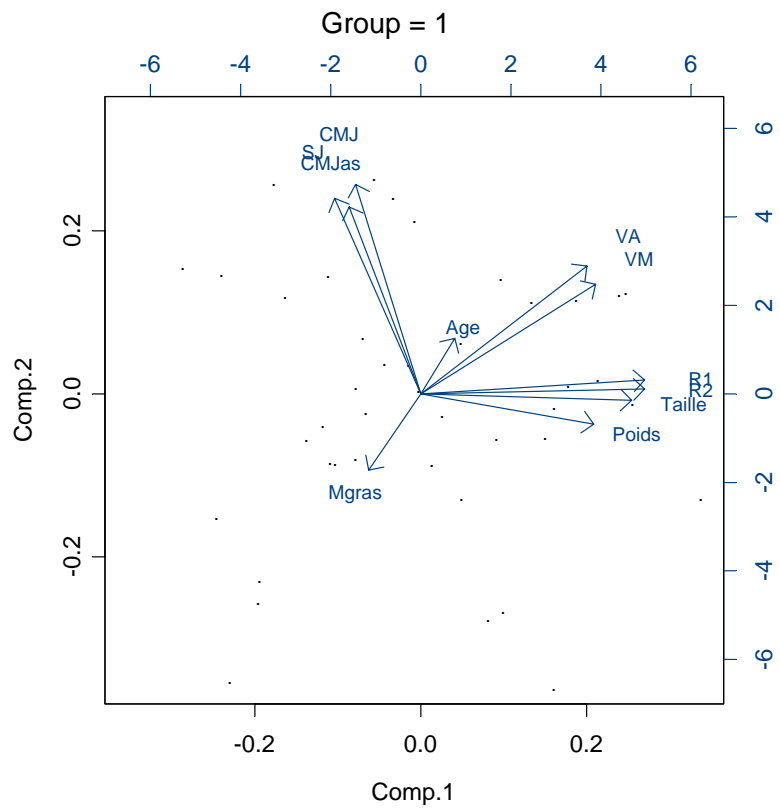
\*\*p<0,01







**Figura 1.** – *Evoluzione dell'altezza dei pallavolisti nel corso delle stagioni .*



**Figura 2.** - *Analisi della regressione multipla (clusters de variables)*