

Analysis of some variable performances of under 12 tennis players

Analisi di alcune variabili prestative del giovane tennista under 12

I. SANNICANDRO, A. PICCINNO, G. COFANO, S. DE PASCALIS, A. R. ROSA

Motor and Sports Activities Department, University of Foggia, Foggia, Italy

SUMMARY

Aim. The presence of a very reduced number of studies describing the tennis playing performance within a youth context conditions our awareness relating to the training methods of young tennis players. The study intends to describe the performative model of young tennis players (under 12) with particular reference to the total playing time, the effective playing time for each score, the recovery times between scores, game and set. The study equally intends to describe and quantify the main movement methods and number of changes of direction for each score realized by a young athlete during the game.

Methods. The sample, consisting of 24 under 12 players of both Italian and foreign nationality (12 males, 44.7 ± 3.7 kg, 153.7 ± 6.1 cm, 12 females, 44.2 ± 9.7 kg, height 159.7 ± 8 cm), has been video filmed for subsequent detection in an appropriate table of any variable performances.

Results. The study has shown gender differences in young tennis players in so far as the average time of the game's duration is concerned ($P < 0.05$), recovery time between scores ($P < 0.001$), total and effective average time of the game ($P < 0.05$), the average of changes of direction made for each score, the number and methods of movement undertaken during the game.

Conclusion. Youth tennis comes with very different values between the two genders and very far off from those of a top level tennis player; in view of these differences, specific programming would meanwhile be required for technical and athletic training sessions.

KEY WORDS: Tennis - Training - Adolescents.

RIASSUNTO

Ottivo. La presenza di un numero ridottissimo di studi che descrivono la prestazione tennistica in ambito giovanile condiziona le conoscenze relative alla metodologia di allenamento del giovane tennista. Il presente studio si prefigge di descrivere il modello prestativo del tennis giovanile (under 12) con particolare riferimento al tempo totale di gioco, all'effettivo tempo di gioco per ciascun punto, i tempi di recupero tra i punti, game e set. Lo studio si prefigge altresì di descrivere e quantificare le principali modalità di spostamento e il numero di cambi di direzione per ciascun punto realizzate dal giovane atleta durante la gara.

Metodi. Il campione costituito da 24 giocatori under 12 di nazionalità italiana ed estera (12 maschi, $44,7 \pm 3,7$ kg, $153,7 \pm 6,1$ cm, 12 femmine, $44,2 \pm 9,7$ kg, altezza $159,7 \pm 8$ cm) è stato videoripreso per rilevare successivamente in apposita tabella alcuni variabili prestativi.

Risultati. Lo studio ha evidenziato differenze di genere nei giovani tennisti per quanto riguarda il tempo medio di durata del gioco ($P < 0,05$), il tempo di recupero tra i punti ($P < 0,001$), il tempo medio totale ed effettivo di gioco ($P < 0,05$), la media dei cambi di direzione effettuati per punto, quantità e modalità di spostamenti svolti durante la gara.

Conclusioni. Il tennis giovanile presenta valori molto diversi tra i due generi e molto distanti da quelli del tennista top level; in considerazione di tali differenze, richiede pertanto una specifica programmazione delle sessioni di training tecniche ed atletiche.

PAROLE CHIAVE: Tennis - Allenamento - Adolescenti.

The need to analyze performance in individual and team sport arises from studies carried out in recent years and aimed at describing and understanding several aspects of complicated sports performance, with particular reference to game variables. The purpose of the study was to describe and understand the different aspects and variables found both from a quantitative and a qualitative viewpoint.¹⁻²⁸

By making a match-analysis one can define the sports functional model to be used in the description of the physiological and bio-mechanical variables of the sports discipline.²⁶

The match-analysis could thus be used to describe and analyze any sport, yet it particularly turns out to be most useful in a sport which can be played individually or as a team presenting an alternating aerobic-anaerobic commitment.

Tennis falls under this category of activity in relation to the alternation of game phases requiring a metabolic effort of a prevailingly anaerobic kind (serving, smash, swift movements within the court), movements where a metabolic effort of an aerobic type prevails (phases which are played at slow motion, pause) and recovery phases set by regulations of 20 seconds between scores, 90 seconds every 2 games and 120 seconds between sets.^{25, 26}

A match could last from anything less than a hour (juniors) to more than five hours⁴ in men's matches in the Slam or Davis Cup tournaments. The effective time calculated as a percentage of the total time played in a match is of 20-30% on a clay court and 10-15% on fast surfaces.^{4, 10, 12, 19, 28-36}

The average duration of a game phase is between 5-6", with a wide variability due to the lawn surface and to the players' type and level; one passes from lower durations to 2", for example in case of aces; serving and response; exchanges between attacking players on fast surfaces; to durations exceeding 15" in cases where exchanges take place between players of a defensive type on red ground.^{4, 7, 9, 14, 15, 17, 19, 22, 24, 36}

In each match, during a score, the tennis player is called to make a usually submaximal effort with continuous lateral and diagonal movements (very rarely frontal), which are realized with sequences of accelerations, decelerations and slips, quick steps and changes of direction (on average, four changes of direction per score⁶), running along an average distance of 3 meters per shot and a total of 8-12 meters per score, exerting 300-500 high intensity ef-

L'esigenza di analizzare la prestazione negli sport individuali e di squadra è avallata dagli studi condotti in questi anni e finalizzati alla descrizione e comprensione dei molteplici aspetti che concorrono alla performance sportiva complessa, con particolare riferimento alle variabili del gioco: il tutto per descrivere e comprendere i diversi aspetti e le variabili rilevate sia da un punto di vista quantitativo che qualitativo¹⁻²⁸.

Attraverso la match-analysis si giunge a definire il modello funzionale dello sport con cui si intende la descrizione delle variabili fisiologiche e biomeccaniche della disciplina sportiva²⁶.

La match-analysis, dunque, può essere utilizzata per descrivere e analizzare qualsiasi sport, ma in particolar modo risulta più utile negli sport di situazione individuali o di squadra che presentano un impegno aerobico-anaerobico alternato.

Il tennis fa parte di questa categoria di attività in relazione all'alternanza di fasi di gioco a impegno metabolico di tipo prevalentemente anaerobico (servizio, smash, veloci spostamenti sul campo), di movimenti in cui prevale un impegno metabolico di tipo aerobico (fasi giocate a ritmo blando, pause) e di fasi di recupero fissati dal regolamento pari a 20 s tra i punti, 90 s ogni 2 game e 120 s tra i set^{25, 26}.

La durata di un incontro può variare da meno di un'ora (juniors) a più di cinque⁴ in match maschili di tornei dello Slam o Coppa Davis. Il tempo effettivo calcolato come percentuale del tempo totale giocato in un match è pari al 20-30% sulla terra battuta e 10-15% su superfici veloci^{4, 10, 12, 19, 28-36}.

La durata media di una fase di gioco è tra i 5-6", con una grande variabilità dovuta alla superficie di gioco, al tipo e livello dei giocatori; si passa da durate inferiori ai 2", per esempio nei casi di ace; servizio e risposta; scambi tra giocatori attaccanti su superfici rapide; a durate superiore ai 15" nei casi in cui si verificano scambi tra giocatori di tipo difensivo su terra rossa^{4, 7, 9, 14, 15, 17, 19, 22, 24, 36}.

In ogni incontro, durante un punto, il tennisista è chiamato a sostenere uno sforzo solitamente submassimale con spostamenti laterali e diagonali continui (più raramente frontal), che si realizzano con sequenze di accelerazioni, decelerazioni e scivolamenti, passi rapidi e cambi di direzione (mediamente, quattro cambi di direzione per punto⁶), percorrendo una distanza media di 3 m per colpo e un totale di 8-12 m per

forts, with movements which as to 80% of the cases remain within a radius of 2.5 meters from the waiting position and in 15% of them between 2.5 and 5 meters.^{9, 23, 25, 26, 30}

Besides, the players deliver an average of 2.5-3 shots per score, in terms of game style, type of ball, surface, gender and tactics.^{4, 9, 10, 19, 36}

In a match, the average heart rate beats at between 80 and 85% of the maximum heart rate,⁴ with concentrations of blood lactate amounting to values ranging between 2-4 mmol/L,^{9, 10, 14, 16, 35, 36} even if in some cases values have been recorded of up to 8 mmol/L.^{9, 19}

Oxygen consumption is normally between 23 and 29.9 mL/kg/min, corresponding to about 50% of the $\text{VO}_{2\text{max}}$.^{1, 9, 11, 35}

If literary works refer to several studies relating to different variables of elite tennis, the other way round only moderate attention is given to the description of the performance model in youth tennis: it has been only recently that gender differences have been demonstrated within the context of players under 16.³⁹

Even if there are some studies on the time-motion analysis, namely the real playing times, no research has been made which describes the methods of movement of young tennis players.

The study, meanwhile, sets out to describe the performative model of youth tennis (under 12) with particular reference to total playing time; effective playing time for each score; recovery times between scores, game and set.

The study also sets out to describe and quantify the main methods of movement and the number of changes of direction for each score realized by the young athlete during the game.

Finally, research intends to analyze any gender differences lying at the basis of the formerly mentioned parameters.

Materials and methods

Sample

The study has been conducted on 24 players falling in the under 12 category (12 males, weight 44.7 ± 3.7 kg, height 153.7 ± 6.1 cm; 12 females, weight 44.2 ± 9.7 kg, height 159.7 ± 8 cm) of Italian and foreign nationality, with competitive participation at national and international level.

The criteria of inclusion in the study have been participation in national competitive activities for at least three years and participation in

punto, effettuando 300-500 sforzi di alta intensità, con spostamenti che per l'80% rimangono in un raggio di 2,5 metri dalla posizione d'attesa e nel 15% dei casi tra i 2,5 e 5 metri.^{9, 23, 25, 26, 30}

Inoltre, i giocatori effettuano una media di 2,5-3 colpi per punto, secondo lo stile di gioco, il tipo di palla, la superficie, il sesso e la tattica.^{4, 9, 10, 19, 36}

In un incontro, la frequenza cardiaca media si aggira tra l'80 e l'85% della frequenza cardiaca massima⁴, le concentrazioni di lattato ematico si attestano a valori compresi tra 2-4 mmol/l^{9, 10, 14, 16, 35, 36}, anche se in alcuni casi si sono registrati valori fino a 8 mmol/l.^{9, 19}

Il consumo di ossigeno si aggira tra i 23 e 29,9 ml/kg/min, che corrispondono a circa il 50% della $\text{VO}_{2\text{max}}$.^{1, 9, 11, 35}

Se in bibliografia sono presenti molti studi riguardanti diverse variabili del tennis d'elite, viceversa c'è modesta attenzione alla descrizione del modello di prestazione nel tennis giovanile: solo recentemente sono state evidenziate le differenze di genere nell'ambito dei giocatori under 16.³⁹

Se si dispone di alcuni studi sulla time motion-analysis, cioè i reali tempi di gioco, non emergono ricerche che descrivono le modalità di spostamento del giovane tennista.

Lo studio, pertanto, si prefigge di descrivere il modello prestativo del tennis giovanile (under 12) con particolare riferimento al tempo totale di gioco; all'effettivo tempo di gioco per ciascun punto; i tempi di recupero tra i punti, game e set.

Lo studio si prefigge altresì di descrivere e quantificare le principali modalità di spostamento e il numero di cambi di direzione per ciascun punto realizzate dal giovane atleta durante la gara.

La ricerca intende infine analizzare eventuali differenze di genere in base ai parametri precedentemente menzionati.

Materiali e metodi

Campione

Lo studio è stato effettuato su 24 giocatori appartenenti alla categoria under 12 (12 maschi, peso $44,7 \pm 3,7$ kg, altezza $153,7 \pm 6,1$ cm; 12 femmine, peso $44,2 \pm 9,7$ kg, altezza $159,7 \pm 8$ cm) di nazionalità italiana ed estera, con partecipazione agonistica a livello nazionale ed internazionale.

at least five national tournaments. All observed players have been informed about the scope of the study.

Protocol

An examination has been made of 12 matches of the above mentioned "Tennis Tour" category between 2009 and 2010. The 12 examined matches have been all played on a red ground surface and filmed with a TV camera; the total playing times, effective playing times and recovery times have been subsequently calculated with a chronometer while the movements and the changes of direction have been identified by following an appropriately processed observation grid.³⁶

The following parameters have been analyzed:

- total playing time: by activating the chronometer when the first player hits the ball at the first serving of the game up to the end of the last score;
- the effective playing times for each single score taken by activating the chronometer right from the instant when the player hits the ball at the serving up to the time the ball cannot be played again in such manner as to define the assignment of the score;
- the effective total playing times summarizing all the effective playing times of each score;
- the recovery times between the single scores, game and set calculated by activating the chronometer from the end of the score up to when the player starts the subsequent serving;
- the total pause times by deducting from the total playing time the effective total playing times;
- the percentage of effective time relative to the playing time dividing the effective total playing time by the total playing time;
- description and quantification of the main movements effected only during the active phases: lateral movements to the right and to the left, running forward actions, running backward actions, forward diagonal movements to the right and to the left, backward diagonal movements both to the right and to the left;
- quantification of changes of direction observed for each score and for each game; change of direction means a continuous movement without stopping which is made in two different and subsequent directions.

I criteri di inclusione nello studio sono stati la partecipazione alla attività agonistica nazionale da almeno 3 anni e la partecipazione a minimo 5 tornei nazionali. Tutti i giocatori osservati sono stati informati delle finalità dello studio.

Protocollo

Sono state prese in esame 12 partite della categoria sopracitata del "Tennis Tour" tra il 2009 e il 2010. Le 12 partite esaminate sono state giocate tutte su superficie di terra rossa e filmate con telecamera; i tempi di gioco totali, i tempi di gioco effettivi e i tempi di recupero sono stati calcolati successivamente con cronometro mentre i movimenti e i cambi di direzione sono stati individuati seguendo una griglia di osservazione appositamente elaborata³⁶.

Sono stati analizzati i seguenti parametri:

- tempo totale di gioco: con attivazione del cronometro quando il primo giocatore colpisce la palla sul primo servizio della gara fino alla fine dell'ultimo punto;*
- gli effettivi tempi di gioco per ciascun singolo punto inteso con attivazione del cronometro dal momento in cui il giocatore colpisce la palla sul servizio fino a che la palla non è in grado di essere rigiocata di nuovo così da definire l'assegnazione del punto;*
- gli effettivi tempi di gioco totali sommando tutti gli effettivi tempi di gioco di ciascun punto;*
- i tempi di recupero tra i singoli punti, game e set calcolati con attivazione del cronometro dalla fine del punto fino a quando il giocatore comincia il successivo servizio;*
- i tempi di pausa totali sottraendo dal tempo totale di gioco gli effettivi tempi di gioco totali;*
- la percentuale del tempo effettivo relativo al tempo di gioco dividendo l'effettivo tempo di gioco totale e il tempo totale di gioco;*
- descrizione e quantificazione dei principali movimenti effettuati durante le sole fasi attive: spostamenti laterali verso destra e verso sinistra, azioni di corsa in avanti, azioni di corsa indietro, spostamenti in diagonale in avanti verso destra e verso sinistra, spostamenti diagonali indietro sia verso destra che verso sinistra;*
- quantificazione dei cambi di direzione osservati per ciascun punto e per ciascuna gara; per cambio di direzione si è inteso un movimento continuo senza arresto che viene effettuato in due direzioni diverse e successive.*

Statistical analysis

For all variables observed, descriptive statistics have been performed noting average and deviation standards.

The Anova one way system has been used to analyze the differences between males and females in changes of direction, playing times and recovery times.

The Pearson correlation through SPSS.12 software has been used to check whether there is any correlation between changes of direction, playing times and recovery times. Significance has been established at $P \leq 0.05$.

Results

These are schematized and summarized in Tables I-IV.

In so far as the changes of direction per score is concerned it has been found that the average changes of direction per score made by males are 1.7 ± 1.9 while those made by females are 1.5 ± 1.9 (Figure 1).

The Pearson correlation has shown there exists a significant correlation between playing times and changes of direction in males ($r=0.258$, $P<0.01$).

Analisi statistica

Per tutte le variabili osservate è stata eseguita la statistica descrittiva rilevando media e deviazione standard. Per analizzare le differenze tra maschi e femmine nei cambi di direzione, tempi di gioco e tempi di recupero è stata utilizzata l'Anova one way.

Per verificare l'esistenza di una correlazione tra cambi di direzione, tempi di gioco e tempi di recupero è stata utilizzata la correlazione di Pearson mediante software SPSS 12.

La significatività è stata fissata a $P \leq 0.05$.

Risultati

Sono schematizzati e riassunti nelle Tabelle I-IV.

Per quanto riguarda i cambi di direzione per punto è emerso che i cambi di direzione medi per punto effettuati dai maschi sono 1.7 ± 1.9 mentre quelli effettuati dalle femmine sono 1.5 ± 1.9 (Figura 1).

La correlazione di Pearson ha evidenziato che esiste una correlazione significativa tra i tempi di gioco ed i cambi di direzione nei maschi ($r=0.258$, $P<0.01$).

TABLE I.—Playing times and recovery times and gender differences.
TABELLA I. — Tempi di gioco e di recupero e differenze di genere.

	Average playing time per score (s)	Average recovery time per score, game and set (s)
Males	10.97 ± 07.98	20.77 ± 15.08
Females	12.99 ± 08.61 **	24.71 ± 17.04 ***

* $P<0.05$ ** $P<0.01$ *** $P<0.001$.

TABLE II.—Average playing, pause and total effective time and gender differences.
TABELLA II. — Tempo medio effettivo di gioco, di pausa e totale e differenze di genere.

	Average effective playing time (min)	Average time of pause (min)	Average playing time total (min)
Males	18.42 ± 2.36	35.18 ± 6.11	54.00 ± 8.40
Females	28.08 ± 3.43 *	52.4 ± 12.30	80.53 ± 14.29 *

TABLE III.—Percentage of the effective playing time with respect to total time and gender differences.
TABELLA III. — Percentuale del tempo effettivo di gioco rispetto al tempo totale e differenze di genere.

	Effective playing time in relation to total time (%)
Males	34.74 ± 1.66
Females	35.22 ± 5.45

TABLE IV.—Type of movement, average per game and gender differences.
TABELLA IV. — Tipologia di spostamento, media per gara e differenze di genere.

Movements	Males	Females
Average lateral right movements (N.)	98.3±29.1	140.8±30.7 *
Average lateral left movements (N.)	102.7±42.7	135.8±33.9
Average of forward run actions (N.)	36.7±13.5	45.7±19.7
Average of backward run actions	36.5±22.5	46.5±19.2
Average diagonal movements forward to the right (N.)	10.2±4.1	21.7±11.3 **
Average diagonal movements forward to the left (N.)	10.7±5.8	23.2±5.3 **
Average diagonal movements backward to the right (N.)	8.2±3.5	19.0±5.7 **
Average diagonal movements backward to the left (N.)	9.5±5.1	26.3±11.2 **
Average total movements (N.)	303.6±98.5	459.0±88.2

*P<0.05 ** P<0.01.

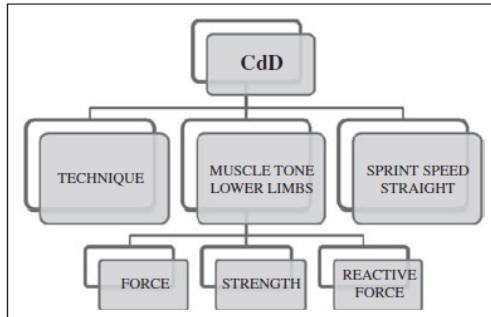


Figure 1.—Average changes of direction per score in the male and female group.

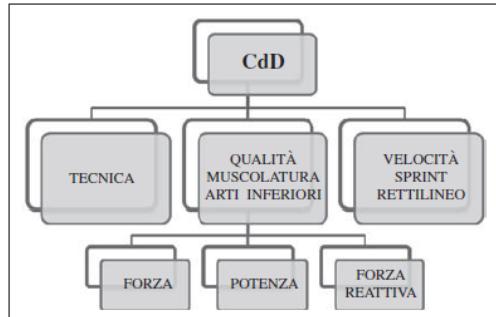


Figura 1. — Media cambi di direzione per punto nel gruppo maschile e femminile.

Discussion

The study aimed at describing any variable of the performative model of the under 12 youth tennis category and intended verifying on the main methods of movement of young tennis players.

Since no works appear in literature on under 12 players to make comparisons with in this study, a comparison has been made with other data relating to Top Level male and female players, players at a national level but who are not classified at international level, players pertaining to a Juniors Regional tournament and lastly those under 16 at a national level.

The comparison between the male under 12s and the male Top Level players demonstrates that the average time per score of those under 12, amounting to 10.97 ± 7.98 seconds, is double that of the male Top Level players observed in the Grand Slam tournaments at 5.2 ± 4.1 seconds²² while it does not turn out to be very much higher if compared with those relative to the

Discussione

Lo studio si prefiggeva di descrivere alcune variabili del modello prestativo del tennis giovanile categoria under 12 e intendeva verificare le principali modalità di spostamento dei giovani tennisti.

Poiché in letteratura non vi sono lavori effettuati sugli under 12 per poter confrontare i valori inerenti questo studio, è stato effettuato un confronto con altri dati che riguardavano i giocatori Top Level maschili e femminili, i giocatori di livello nazionale ma non classificati a livello internazionale, i giocatori appartenenti a un torneo Juniores Regionale ed infine con gli under 16 di livello nazionale.

Il confronto tra gli under 12 maschili e i giocatori Top Level maschili evidenzia che il tempo medio per punto degli under 12, pari a 10.97 ± 7.98 s, è il doppio di quello dei maschi Top Level osservato nei tornei del Grande Slam pari a 5.2 ± 4.1 s²² mentre risulta essere non di molto superiore se viene confrontato con quelli relativi al French

French Open (7.7 ± 1.7 seconds) played on the same surface as the study's namely red ground, as well as with those relating to adult players inserted in the national ranking with 6.4 ± 4.1 .³⁶ The average effective playing time is $29.3 \pm 12.1\%$ for national ranking players³⁶ and $34.74 \pm 1.66\%$ for the under 12s. The average time per score of the under 12s (10.97 ± 7.98 seconds) turns out to be similar to that calculated for unclassified National tournament male players namely 10.2 ± 0.3 s, even if this datum cross refers to a swifter cement surface.⁴

The average recovery time between scores in the under 12s namely 20.77 ± 15.08 seconds turns out to be greater than that found in an adult player namely 16.8 ± 0.2 seconds, the same as the percentage relative to the average playing time ($34.74 \pm 1.66\%$ versus $23.3 \pm 1.4\%$).⁴

In literature there have been identified other values referenced to the average time per score and to the average effective playing time also on other surfaces; such data (Table V) show times which are much lower than those of the under 12s.

On the other hand in so far as females go, only one datum is available relating to Top Level players: this datum shows that the average time per score for under 12 players is 12.99 ± 08.61 seconds more than that of Top Level players which happens to be only 7.1 ± 2 seconds.²²

A further comparison concerning females could be made between under 12 females and under 18 WTA (Women's Tennis Association) classified females: the data relating to the average time per score show at 12.99 ± 08.61 seconds for the under 12s and 8.20 ± 5.2 seconds for the under 18s; the average time of recovery between the scores results to be greater in the under 12s than that of the under 18s (24.71 ± 17.04 seconds, 17.72 ± 6.5 seconds); the average effective playing time is higher in under 12 female players

Open (7.7 ± 1.7 s) giocato sulla stessa superficie dello studio cioè la terra rossa, nonché con quelli riguardanti giocatori adulti inseriti nel ranking nazionale pari a 6.4 ± 4.1 ³⁶. Il tempo medio di gioco effettivo è del $29.3 \pm 12.1\%$ per i giocatori di ranking nazionale ³⁶ e del $34.74 \pm 1.66\%$ per gli under 12. Il tempo medio per punto degli under 12 (10.97 ± 7.98 s) risulta essere simile a quello calcolato per giocatori maschili di un torneo Nazionale non classificati pari a 10.2 ± 0.3 s, pur se tale dato è riferito a una superficie in cemento, più veloce ⁴.

Il tempo medio di recupero tra i punti nell'under 12 pari a 20.77 ± 15.08 s risulta maggiore rispetto a quello rilevato nel giocatore adulto pari a 16.8 ± 0.2 s, così come la percentuale relativa al tempo medio di gioco ($34.74 \pm 1.66\%$ versus $23.3 \pm 1.4\%$) ⁴.

In letteratura sono stati individuati altri valori riferiti al tempo medio per punto e al tempo medio di gioco effettivo anche su altre superfici; tali dati (Tabella V) evidenziano tempi di gran lunga inferiore rispetto a quelli degli U12.

Per quanto riguarda invece le femmine si dispone di solo un dato che riguarda le giocatrici Top Level: tale dato mette in evidenza che il tempo medio per punto delle giocatrici under 12 è di 12.99 ± 08.61 s superiore a quello delle giocatrici Top Level che risulta essere solo di 7.1 ± 2 s ²².

Un ulteriore confronto a livello femminile è possibile effettuarlo tra le under 12 e le under 18 femminili classificate WTA (Women's Tennis Association): i dati relativi al tempo medio per punto si attestano a 12.99 ± 08.61 s per le under 12 e a 8.20 ± 5.2 s per le under 18; il tempo medio di recupero tra i punti risulta maggiore nelle under 12 rispetto alle under 18 (24.71 ± 17.04 s, 17.72 ± 6.5 s); il tempo medio di gioco effettivo è più elevato nelle giocatrici under 12 attestandosi al $35 \pm 5.45\%$ rispetto al $21.95 \pm 3.8\%$ delle under

TABLE V.—Reference values identified in literature.
TABELLA V. — Valori di riferimento individuati in letteratura.

Authors	Level	Duration score (s)	Effective game (%)	Surface
Weber et al., 1978		5.08	16.4	Hard
Elliott et al., 1885	College	4.0-4.3	26.5±3.5	Cement
Schmitz, 1990		7.17±0.7	19.0±2.8	Red ground
Reilly and Palmer, 1993, 2004	Club	5.3±1.0	27.9±3.9	Cement
Girard and Millet, 2004	Regional juniors	7.2±7.3	-	Red ground
Girard and Millet, 2004	Regional juniors	5.9±1.2	-	Cement
Fernandez et al., 2006	International	7.5±7.3	18.2±5.8	Red ground
Kovacs, 2006a	International	5.99	-	Cement

reaching $35\pm5.45\%$ as against the $21.95\pm3.8\%$ of the under 18s; lastly the total playing time results being quite similar for the two categories.¹⁹

A further comparison to a youth level could concern under 12 and under 16 males (Table VI). The average values of the total playing time, the average values of the effective playing time and the average values of the remaining playing time are all very high in the under 16s while the average effective time relative to playing time, the average time per score and the average recovery time between scores turn out to be higher in the under 12s.³⁶⁻³⁹

A similar comparison could be made between the female players who are under 12 and female players who are under 16 (Table VII). The average values of total playing time, the average values of effective playing time and the average values of the remaining playing time are all higher in female under 16 players while the average effective time relative to playing time, the average time per score and the average recovery time between scores turn out to be higher in the under 12s.³⁹

The effective playing time of the under 12s (35%) results not to be much higher than that calculated in Grand Slam or Davis Cup Tournaments which are contested on red ground, the same surface of the study on the under 12s, which results to be 30%.²⁶

The changes of direction of Top Level players

18; infine il tempo totale di gioco risulta essere abbastanza simile per le due categorie¹⁹.

Un ulteriore confronto a livello giovanile può riguardare gli under 12 e gli under 16 maschili (Tabella VI). I valori medi del tempo totale di gioco, i valori medi del tempo effettivo di gioco e i valori medi del tempo restante di gioco sono tutti più elevati negli under 16 mentre il tempo medio effettivo relativo al tempo di gioco, il tempo medio per punto e il tempo medio di recupero tra i punti risultano essere superiori negli under 12³⁶⁻³⁹.

Un analogo confronto si può fare tra le giocatrici under 12 e le giocatrici under 16 (Tabella VII). I valori medi del tempo totale di gioco, i valori medi del tempo effettivo di gioco e i valori medi del tempo restante di gioco sono tutti più alti nelle giocatrici under 16 mentre il tempo medio effettivo relativo al tempo di gioco, il tempo medio per punto e il tempo medio di recupero tra i punti risultano essere superiori nelle under 12³⁹.

Il tempo di gioco effettivo degli under 12 (35%) risulta essere non di molto superiore a quello calcolato sui Tornei del Grande Slam o Coppa Davis disputati sulla terra rossa, stessa superficie dello studio sugli under 12, che risulta essere del 30%.²⁶

I cambi di direzione dei giocatori Top Level sono mediamente 4 per punto⁶ mentre negli under 12 sono rispettivamente di $1,7\pm1,9$ per i

TABLE VI.—Comparison between under 12 and under 16 males.³⁹
TABELLA VI. — Confronto tra U12 e U16 maschili.³⁹

Males under 12	Variable	Males under 16 ³⁹
54.00±08.40	Average total time of game (min)	108±16.11
18.42±02.36	Average effective playing time (min)	33.65±5.25
35.18±06.11	Average effective time of pause (min)	71.35±10.56
34.74±1.66	Average effective playing time in relation to total time (%)	31.06±3.20
10.97±07.98	Average time per score (s)	9.02±0.55
20.77±15.08	Average recovery time between scores (s)	19.12±0.45

TABLE VII.—Comparison between under 12 and under 16 females.³⁹
TABELLA VII. — Confronto tra U12 e U16 femminili.³⁹

Females under 12	Variable	Females under 16 ³⁹
80.53±14.29	Average total time of game (min)	99.66±18.55
28.08±03.43	Average effective playing time (min)	30.00±5.93
52.44±12.30	Average effective time of pause (min)	69.66±9.60
35.22±5.45	Average effective playing time in relation to total time (%)	30.10±3.43
12.99±08.61	Average time per score (s)	9.10±0.75
24.71±17.04	Average recovery time between scores (s)	21.18±0.30

are on average 4 per score⁶ while in the under 12s these respectively amount to 1.7±1.9 for the males and 1.5±1.9 for females: very probably the relevant gap arises, besides from the age difference, from the type of play, as well as from the different technical level and training frequency and quality.

This trend is further explained by a comparison of the number of changes of direction of the under 12 females, 1.5±1.9, with those of the under 18 females which on average make 2.35±1.4 changes of direction per score.³⁶

Gender differences

It results that the under 12 female players in all analyzed parameters have higher values than those of under 12 players, with the sole exception referent to changes of direction per score (1.7±1.9 versus 1.5±1.9).

The obtained results show that under 12 youth tennis comes with gender differences relative to total time duration, the duration of time in scores, in the type and amount of any movements made by female players which turn out to be much higher than those made by males (Table VIII). Therefore, in view of a significantly much higher playing time than for males, in consideration of the lower number of changes of direction for a single score and having detected the largest number of single movements in various directions, it would seem like the fe-

maschi e 1,5±1,9 per le femmine: molto probabilmente il rilevante divario è dato oltre che dalla differenza di età, dal tipo di gioco, nonché dal differente livello tecnico e dalla quantità e qualità del training.

Tale tendenza è ulteriormente spiegata dal confronto del numero di cambi di direzione dell'under 12 femminile, 1,5±1,9, con quelli dell'under 18 femminile che effettuano mediamente 2,35±1,4 cambi di direzione per punto³⁶.

Differenze di genere

Emerge che le giocatrici under 12 in tutti i parametri analizzati hanno valori superiori ai giocatori under 12, con unica eccezione riferita ai cambi di direzione per punto (1,7±1,9 versus 1,5±1,9).

I risultati ottenuti mostrano che il tennis giovanile under 12 presenta differenze di genere relativamente a durata del tempo totale, la durata di tempo nei punti, in tipologia e quantità di alcuni spostamenti effettuati dalle giocatrici che risultano essere di gran lunga superiore a quelli maschili (Tabella VIII). Pertanto, alla luce del tempo di gioco significativamente più alto rispetto ai maschi, in considerazione del minor numero di cambi di direzione per singolo punto e rilevato il maggior numero di singoli spostamenti nelle varie direzioni, sembrerebbe che le gare under 12 femminile vengano giocate molto

TABLE VIII.—Gender differences in under 12s.
TABELLA VIII. — Differenze di genere nell'Under 12.

Males under 12	Variable	Females under 12
10.97±7.98	Average time per score (s)	12.99±8.61 **
20.77±15.08	Average recovery time between scores (s)	24.71±17.04 ***
18.42±2.36	Average effective playing time (min)	28.08±3.43 *
35.18±6.11	Average effective time of pause (min)	52.44±12.30
54.00±8.40	Average total time of game (min)	80.53±14.29 *
34.74±1.66	Average effective playing time in relation to total time (%)	35.22±5.45
1.7 + 1.9	Average changes of direction per score (N.)	1.5 + 1.9
174.1±66.3	Average changes of direction per game per single athlete	198.5±30.7 *
98.3±29.1	Average lateral movements to the right per game per single athlete (N.)	140.8±30.7 *
102.7±42.7	Average lateral movements to the left per game per single athlete (N.)	135.8±33.9
36.7±13.5	Average actions of forward run per game per single athlete (N.)	45.7±19.7
36.5±22.5	Average actions of backward run per game per single athlete (N.)	46.5±19.2
10.2±4.1	Average diagonal movements forward to the right per game per single athlete (N.)	21.7±11.3 **
10.7±5.8	Average diagonal movements forward to the left per game per single athlete (N.)	23.2±5.3 **
8.2±3.5	Average diagonal movements backward to the right per game per single athlete (N.)	19.0±5.7 **
9.5±5.1	Average diagonal movements backward to the left per game per single athlete (N.)	26.3±11.2 **
303.6±98.5	Average total movements per game per single athlete (N.)	459±88.2

* P<0.05, ** P<0.01, *** P<0.001.

male under 12 events are played much more from the back court with prolonged exchanges and continuous movements while waiting for a mistake by the adversary.

This interpretation and trend are confirmed by a study made on Top Level athletes, from which it results that in female singles the scores from back court are $52.8 \pm 12.4\%$ compared to $28.6 \pm 19\%$ for males.²²

The analysis of the relationship between the average playing time (35%) and the average time of pause (65%) is substantially similar in both genders.

Contrary to what could be expected, the under 12 males, notwithstanding lower playing times, realize a greater number of changes of direction: this could be attributed to the gender differences in force capacity between males and females. It would for this purpose be useful to remember how some researchers^{31, 34} have identified a series of factors concurring to establish the effectiveness in changes of direction (Figure 2), including too the components of muscular force.

The positive and statistically significant correlation between playing times and the number of changes of direction in under 12 males further shows how youths frequently resort to these gestural expressions.

The greater number of total changes of direction for a singles game between females is in line with the datum relating to the average effective playing time; therefore, from the comparison between genders, it would result as to females that there is a greater volume in terms of

di più da fondovalle con scambi prolungati e continui movimenti in attesa dell'errore dell'avversario.

Tale interpretazione e tale tendenza sono confermate da uno studio effettuato su atleti Top Level, dal quale emerge che nel singolare femminile i punti da fondovalle sono il $52,8 \pm 12,4\%$ rispetto al $28,6 \pm 19\%$ rilevato in ambito maschile²².

L'analisi del rapporto tra il tempo medio di gioco (35%) e il tempo medio di pausa (65%) è sostanzialmente simile nei due generi.

Contrariamente a quello che si poteva attendere, gli under 12 maschili, nonostante tempi di gioco minori, realizzano un maggior numero di cambi di direzione: ciò può essere imputabile alle differenze di genere nella capacità di forza tra maschi e femmine. È utile a tal fine ricordare come alcuni ricercatori^{31, 34} hanno individuato una serie di fattori che concorrono a determinare l'efficacia nei cambi di direzione (Figura 2), includendo proprio le componenti di forza muscolare.

La correlazione positiva e statisticamente significativa tra tempi di gioco e numero di cambi di direzione nell'under 12 maschile evidenzia ulteriormente come il giovane ricorra in modo frequente a tale gestualità.

Il maggior numero di cambi di direzione totali per singola gara in ambito femminile è in linea con il dato relativo al tempo medio effettivo di gioco; pertanto, dal confronto tra i generi, in ambito femminile emergerebbe un volume maggiore in termini di gioco a discapito dell'intensi-

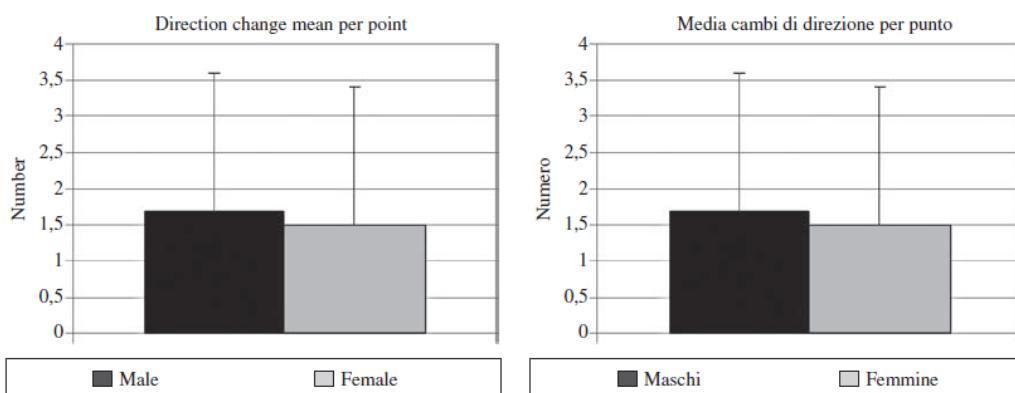


Figure 2.—Proposed model of the determinant of the ability to change direction. From Sheppard and Young, 2006.³⁴

Figura 2. — Modello delle determinanti dell'abilità di cambiare direzione proposto. Da Sheppard & Young, 2006.

play at the expense of the intensity of the game itself (average of changes of direction for single score very low, greater lateral movements, etc.).

These gender differences in the performative model are interpreted in the light of what is reported in literature where gender differences are significative and present specificities: in the period under review development of the muscular bulk of the upper limbs in male youths is as much as double that of females, while in the lower limbs females have a muscular bulk of only 70% of that of females of the same age.^{2, 18}

In older age, with particular reference to the age group under review, the stress effects of the force capacity is expressed, more than through a hypertrophic response, through other aspects such as neuromuscular coordination (intra and inter-muscular) at the basis of which there are different recruitment mechanisms, through an increase in the discharge and synchronization frequencies, and activation processes of a nerve-center kind.^{3, 13, 20, 27, 29, 32, 33}

Were one to actually consider tennis playing as developing in different ages, it subjects a person to a series of gestures which are realized through actions of a ballistic or explosive nature, by establishing a relevant adaptation in terms of the force used.^{8, 37, 38}

From the findings in this study, in youth under 12 tennis it would be necessary to provide for different organizational methods both in annual planning and in individual sessions, with regard to what could be envisaged both at Top Level and in other youth categories.

The study, besides, could lead to the specific planning of force sessions, above relating to the gender differences of the under 12 tennis players who, replete with training both of a technical and physical nature, are still in a prepubertal age today indifferently addressed to males the same way as they are to females.

tà del gioco stesso (media di cambi di direzione per singolo punto più bassa, spostamenti laterali maggiori, ecc).

Queste differenze di genere nel modello prestativo sono interpretate alla luce di quanto emerge in letteratura laddove le differenze di genere sono significative e presentano specificità: nel periodo considerato lo sviluppo della massa muscolare degli arti superiori nei ragazzi è pari al doppio di quello delle ragazze, mentre negli arti inferiori le ragazze presentano una massa muscolare pari solo al 70% di quella dei coetanei^{2, 18}.

In età evoluta, con particolare riferimento alla fascia di età considerata, gli effetti della sollecitazione della capacità di forza si esprime, più che attraverso una risposta ipertrofica, mediante altri aspetti quali la coordinazione neuromuscolare (intra e inter-muscolare) alla cui base vi sono diversi meccanismi di reclutamento, l'aumento della frequenza di scarica e della sincronizzazione, processi di attivazione di natura nervosa-centrale^{3, 13, 20, 27, 29, 32, 33}.

Se si considera infatti la pratica tennistica in età evolutiva, essa sottopone il soggetto ad una serie di gestualità realizzate mediante azioni di tipo balistico o esplosivo, determinando un rilevante adattamento in termini di forza^{8, 37, 38}.

Da quanto emerge in questo studio, nel tennis giovanile under 12 è necessario prevedere differenti modalità organizzative sia nella programmazione annuale che nelle singole sessioni, rispetto a quanto può essere previsto sia nel Top Level che nelle altre categorie giovanili.

Lo studio, inoltre, può condurre ad una specifica programmazione delle sessioni di forza, soprattutto in relazione alle differenze di genere del tennista under 12, i cui carichi di training, sia tecnico che fisico, oggi, in età prepuberale vengono ancora indifferentemente destinati ai maschi così come alle femmine.

References/Bibliografia

- 1) Baiget E, Iglesias X, Rodriguez FA. Bioenergetic profile of tennis singles match play. *Archivos de Medicina del Deporte* 2008;25:458.
- 2) Blimkie CJ, Sale DG. Strength development and trainability during childhood. In: Van Praagh E, editor. *Pediatric anaerobic performance*. Champaign, IL: Human Kinetics Publisher; 1998.
- 3) Chillibeck PD, Calder AW, Sale DG, Webber CE. A comparison of strength and muscle mass increases during resistance training in young women. *Eur J Appl Physiol Occup Physiol* 1998;77:170-75.
- 4) Christmass MA, Richmond SE, Cable NT, Arthur PG, Hartmann PE. Exercise intensity and metabolic response in single tennis. *J Sports Sci* 1998;16:739-47.
- 5) Ciuffreda A, Ruscello B. La Match-Analysis quanti-qualitativa nel calcio. *Sds/Rivista di cultura sportiva* 2010;77:39-46.
- 6) Deutsch E, Deutsch SL, Douglas PS. Exercise training for competitive tennis. *Clin Sports Med* 1998;2:417-27.
- 7) Elliott BC, Dawson B, Pyke F. The energetics of single tennis. *J Hum Mov Stud* 1985;11:11-20.
- 8) Faigenbaum AD, Westcott WL, Loud RL, Long C. The effects of different resistance training protocols on muscular strength and endurance development in children. *Pediatrics* 1999;104:1, 5.
- 9) Fernandez J, Mendez-Villanueva A, Pluim BM. Intensity of tennis match play. *Br J Sports Med* 2006;40:387-91.
- 10) Fernandez-Fernandez J, Mendez-Villanueva A, Fernandez-Garcia B, Terados N. Match activity and physiological responses during a junior female singles tennis tournament. *Br J Sports Med* 2007;41:711-6.
- 11) Ferrauti A, Bergeron MF, Pluim BM, Weber W. Physiological responses in tennis and running with similar oxygen uptake. *Eur J Appl Physiol* 2001;85:27-33.
- 12) Ferrauti A, Weber K, Wright PR. Endurance: basic, semi-specific and specif-

- ic. In: Reid M, Quinn A, Crespo A editors. Strength and conditioning for tennis. London: ITF; 2003. p. 93-111.
- 13) Frolich M, Pieter A, Giessing J, Klein M, Strack A, Felder H *et al.* Forza e allenamento della forza nei bambini e negli adolescenti. SdS/Rivista di cultura sportiva 2009;82:19-28.
- 14) Girard O, Miller GP. Effect of the ground surface on the physiological and technical responses in young tennis players. In: Reilly T, Hughes M, Less A, editor. Science and Racket Sports III; 2004. p. 43-8.
- 15) Hornery DJ, Farrow D, Mujika I, Young W. Fatigue in tennis-mechanisms of fatigue and effect on performance. Sports Med 2007;37:199-212.
- 16) Konig D, Huonker M, Schmid A, Halle M, Berg A, Keul J. Cardiovascular, metabolic, and hormonal parameters in professional tennis players. Med Sci Sports Exerc 2001;33:654-8.
- 17) Kovacs MS. Applied physiology of tennis performance. Br J Sports Med 2006;40:381-6.
- 18) Manno R. L'allenamento della forza in età evolutiva. SdS/Scuola dello sport 2009;81:51-60.
- 19) Mendez-Villanueva A, Fernandez-Fernandez J, Bishop D, Fernandez-Garcia B, Terrados N. Activity patterns, blood lactate concentrations and ratings of perceived exertion during a professional singles tennis tournament. Br J Sports Med 2007;41:296-300.
- 20) Moritani T. Time course adaptations during strength and power training. In: Strength and power in sport. In: Komi PV, editor. Oxford: Blackwell Scientific Publications; 1992. p. 266-78.
- 21) O'Donoghue P, Ingram B. Notational analysis of the cause of elite tennis players approaching the net in men's and ladies' singles at grand slam tournaments. In: Hughes M, Tavares F, editors. Notational analysis of sports IV. Porto: FCDEF; 2000. p. 249-56.
- 22) O'Donoghue P, Ingram B. A notational analysis of elite tennis strategy. J Sport Sci 2001;19:107-15.
- 23) Parsons LS, Jones MT. Development of speed, agility and quickness for tennis athletes. Strength Conditioning Journal 1998;20:14-9.
- 24) Reilly T, Palmer J. Investigation of exercise intensity in male singles lawn tennis. J Sports Sci 1993;11:543-58. In: Reilly T, Hughes M, Less A, editors. Science and racket sports. London: E & FN Spon; 2004. p. 10-3.
- 25) Rossi C, Serpiello FR. Match analysis, scelte metodologiche e didattiche. Scienza & Sport 2009;2:58-61.
- 26) Rossi C, Serpiello FR, Bishop D, La Torre A, Merati G. Modello prestativo e preparazione nel gioco del tennis. SdS/Rivista di cultura sportiva 2007;74:25-34.
- 27) Rutherford OM, Jones DA. The role of learning and coordination in strength training. Eur J Appl Physiol 1986;55:100-5.
- 28) Sacripanti A. La Match-Analysis: fondamenti scientifici e metodologici della match-analysis. SdS/Rivista di cultura sportiva 2007;72:13-21.
- 29) Sale DG. Neural adaptation to resistance training. Med Sci Sports Exerc 1988;20:135-45.
- 30) Sannicandro I, De Pascalis S, Piccinino A, Lupelli N. Gli infortuni alla spalla nel tennis giovanile. Scienza & Sport 2009;3:78-83.
- 31) Sassi R, Morosi C. Match analysis. I cambi di direzione. Scienza & Sport 2011;9:56-63.
- 32) Schmidtbileicher D, Buhrl M. Neuronal adaptation and increase of cross sectional area studying different strength training methods. International Series on Biomechanics Biomechanics 1987;10:615-20.
- 33) Semmler JG, Enoka RM. Neural contributions to changes in muscle strength. In: Zatsiorsky V, editor. The encyclopedia of sports medicine. IX. Biomechanics in Sport. International Olympic Committee, Blackwell Science, Malden, MA, USA; 2000. p. 3-20.
- 34) Sheppard JM, Young WB. Agility literature review: classifications, training and testing. J Sports Sci 2006;24:19-32.
- 35) Smekal G, Von Duvillard SP, Pokan R, Tschan H, Baron R, Hofmann P *et al.* Changes in blood lactate and respiratory gas exchange measures in sports with discontinuous load profiles. Eur J Appl Physiol 2003;89:489-95.
- 36) Smekal G, von Duvillard SP, Rihacek C, Pokan R, Hofmann P, Baron R *et al.* A physiological profile of tennis match play. Med Sci Sports Exerc 2001;33:999-1005.
- 37) Stahle SD, Roberts SO, Davis B, Rybicki LA. Effect of a 2 versus 3 times per week weight training program in boys aged 7 to 16. Med Sci Sports Exerc 1995;27:114.
- 38) Tonkonogi M. L'allenamento della forza dei bambini: si o no? SdS/Rivista di cultura sportiva 2008;78:13-9.
- 39) Torres-Luque G, Cabello-Manrique D, Hernandez-Garcia R, Garatachea N. An analysis of competition in young tennis players. Eur J Sport Science 2011;11:39-43.

Received on November 17, 2011 - Accepted for publication on November 13, 2012.

Corresponding author: I. Sannicandro, Motor and Sports Activities Department, University of Foggia, viale Virgilio sn, 71100 Foggia, Italy. E-mail: i.sannicandro@unifg.it