



**SUPER**TENNIS



## **Corso Maestro Nazionale**

### **Tesi**

*La Video analisi come strumento di prevenzione degli infortuni e miglioramento delle prestazioni*

### **Maestro Nazionale**

*Luigi Scarfagna*

### **Tutor**

*Dott. Massimiliano Brocchi*

**Anno Accademico 2017-18**

## Indice:

|                                                                                                          |    |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Abstract .....                                                                                           | 2  |
| Ringraziamenti .....                                                                                     | 2  |
| Introduzione.....                                                                                        | 3  |
| Strumenti di video analisi .....                                                                         | 4  |
| Modalità di ripresa e posizione della videocamera .....                                                  | 5  |
| Software di video analisi.....                                                                           | 6  |
| Kinovea .....                                                                                            | 7  |
| Dartfish .....                                                                                           | 10 |
| Infortuni più comuni nei tre colpi fondamentali: servizio, diritto e rovescio .....                      | 15 |
| L'utilizzo della video analisi come strumento di prevenzione di infortuni e miglioramento del gesto..... | 16 |
| Servizio .....                                                                                           | 16 |
| Diritto .....                                                                                            | 27 |
| Rovescio .....                                                                                           | 35 |
| Conclusione e raccomandazioni .....                                                                      | 40 |
| Bibliografia.....                                                                                        | 41 |

## Abstract

La finalità della seguente tesi, è dimostrare la validità dell'uso della video analisi come strumento di prevenzione degli infortuni e miglioramento della prestazione dell'atleta in un campo d'applicazione difficile come il tennis. Le seguenti argomentazioni si impegnano a verificare quindi come la funzione della video analisi possa essere anche un mezzo per conoscere e studiare le proprie capacità e aiutare a comprendere meglio ciò che si è e si potrebbe essere, nella logica delle proprie potenzialità, che esistono e sono ben definite. Questo progetto di ricerca indica quali sono gli strumenti necessari per la video analisi e spiega come e quando usarli correttamente. Il primo capitolo è relativo agli "attrezzi" da lavoro, ovvero fotocamere e/o videocamere, utili per riprese in campo in alta definizione. Attraverso ore di filmati e/o foto presi in esame si analizzano le biomeccaniche motorie e tecniche dei fondamentali del tennis: il servizio, il diritto e il rovescio. Questi colpi possono essere analizzati in tempo reale, o in un secondo momento, attraverso software di analisi specifici, utili non solo per fornire all'atleta aiuti concreti per le finalità sopra citate, ma anche per fornire all'allenatore /maestro "punti d'osservazione" certi e non affidati solo all'occhio umano e all'esperienza per valutare il grado di apprendimento nell'esecuzione e miglioramento dei gesti tecnici. L'analisi del movimento, finalizzato al miglioramento delle prestazioni degli atleti o alla prevenzione degli infortuni, presuppone un sistema flessibile di misura del movimento, che sia capace di catturare il gesto tecnico in tutti i contesti possibili e nelle situazioni di reali attività.

## Ringraziamenti

Ringrazio il mio Tutor Dott. Massimiliano Brocchi, per il suo gentile e prezioso ausilio. I miei figli e tutti coloro che hanno contribuito alla stesura ed elaborazione del progetto, in particolare tutti i giocatori presenti nelle foto analizzate.

N.b (Ogni giocatore/atleta filmato e fotografato, ha firmato una liberatoria per l'uso consentito all'uso delle immagini.)

## Introduzione

Le innovazioni tecnologiche introdotte negli ultimi anni permettono di usufruire di sistemi di ripresa e video avanzati. Questi software di analisi non solo forniscono immagini dettagliate ad alta definizione ma consentono anche di analizzare il movimento tramite centinaia di fotogrammi. Nel mondo dello sport, dove lo studio del movimento è fondamentale per una buona prestazione, l'utilizzo di questi programmi può rivelarsi utile per prevenire gli infortuni e migliorare la performance. Nel tennis, come in ogni sport, l'obiettivo finale è il miglioramento del risultato. La seguente argomentazione fornisce uno studio sugli effetti della video analisi in due differenti ambiti: La video analisi come strumento di prevenzione contro gli infortuni e/o come strumento di miglioramento e potenziamento del rendimento prestazionale degli atleti.

La prima tematica citata, ovvero la prevenzione degli infortuni, è una tematica poco conosciuta nell'ambito del tennis. La scelta di affrontare questo argomento è nata dalla necessità di approfondire e scoprire l'origine delle cause degli infortuni. Difatti, negli ultimi anni le statistiche riguardanti gli infortuni superficiali sono aumentate del 45% mentre quelle gravi del 30%. Frequentemente, le cause degli infortuni sono imputabili e collegate a fattori esterni, superfici di gioco, attrezzi tecnici (racchette e corde), materiali utilizzati dagli atleti (scarpe, indumenti). Di rado invece si ricercano i motivi di un infortunio in una postura o in una biomeccanica scorretta. La seconda tematica, ovvero la video analisi come miglioramento prestazionale è invece già comunemente utilizzata tra gli atleti e i coaches. Infatti, lo studio della biomeccanica è un elemento chiave per la formazione di allenatori ed atleti. Un allenatore che conosce e padroneggia le strutture meccaniche di un movimento è in grado di analizzare i movimenti del proprio allievo, correggendolo e aiutandolo a migliorare i colpi. La performance dell'atleta può così essere studiata e analizzata per garantire un miglioramento e un'ottimizzazione degli sforzi in campo. Nonostante la video analisi sia un valido contributo per lo studio del movimento, essa esamina "come" viene eseguito un movimento e non "quando" o "perché". Per avere un quadro più preciso, bisogna associare la video analisi alla "Match Analysis", ovvero lo studio integrale della partita. La Match analysis un'indicazione in tempo reale, durante le gare, in grado di fornire tantissimi parametri sull'andamento del match, necessari all'analisi della performance. Il ruolo essenziale della Match analysis nella costruzione della performance sportiva è dato quindi dalla capacità di saper analizzare le prestazioni di gara, una competenza prerogativa anche per un ottimale valutazione e programmazione dell'allenamento: la Match analysis dunque è la conoscenza fondamentale per guidare l'atleta durante la performance sportiva, eseguire diagnosi corrette e programmare al meglio il lavoro sulla base di dati oggettivi. Infatti, all'interno di questa scienza la video analisi ha senso compiuto.



*Figura 14*



### Modalità di ripresa e posizione della videocamera

Le modalità di ripresa fondamentali sono tre: frontale (frontal), laterale (down the line) o da dietro (back the line). È opportuno effettuare la ripresa da diverse angolazioni, poiché per ciascuna ripresa è possibile analizzare alcune caratteristiche del gesto e/o del movimento completo. Se si desidera controllare il piano di riferimento della racchetta, sarà utile la ripresa laterale (down the line) poiché da quella frontale sarebbe difficile individuarlo. Opportuno e ideale sarebbe riprendere lo stesso colpo contemporaneamente frontalmente, lateralmente e/o da dietro. (Come nelle foto sottostanti)



La videocamera (o qualsiasi strumento utilizzato) dovrà essere posizionato all'altezza dei segmenti interessati. Se si sta riprendendo un colpo frontalmente, la videocamera deve essere perfettamente centrale rispetto al corpo del giocatore. In caso di ripresa laterale, la videocamera deve essere posizionata in corrispondenza delle anche. In quella posteriore come nella ripresa frontale deve essere sistemata perfettamente centrale rispetto al corpo del giocatore. Una buona abitudine per le finalità delle riprese è quella di segnare ed individuare dei riferimenti, utili per le riprese effettuate successivamente in modo di avere nel tempo gli stessi criteri di osservazione,

## Software di video analisi

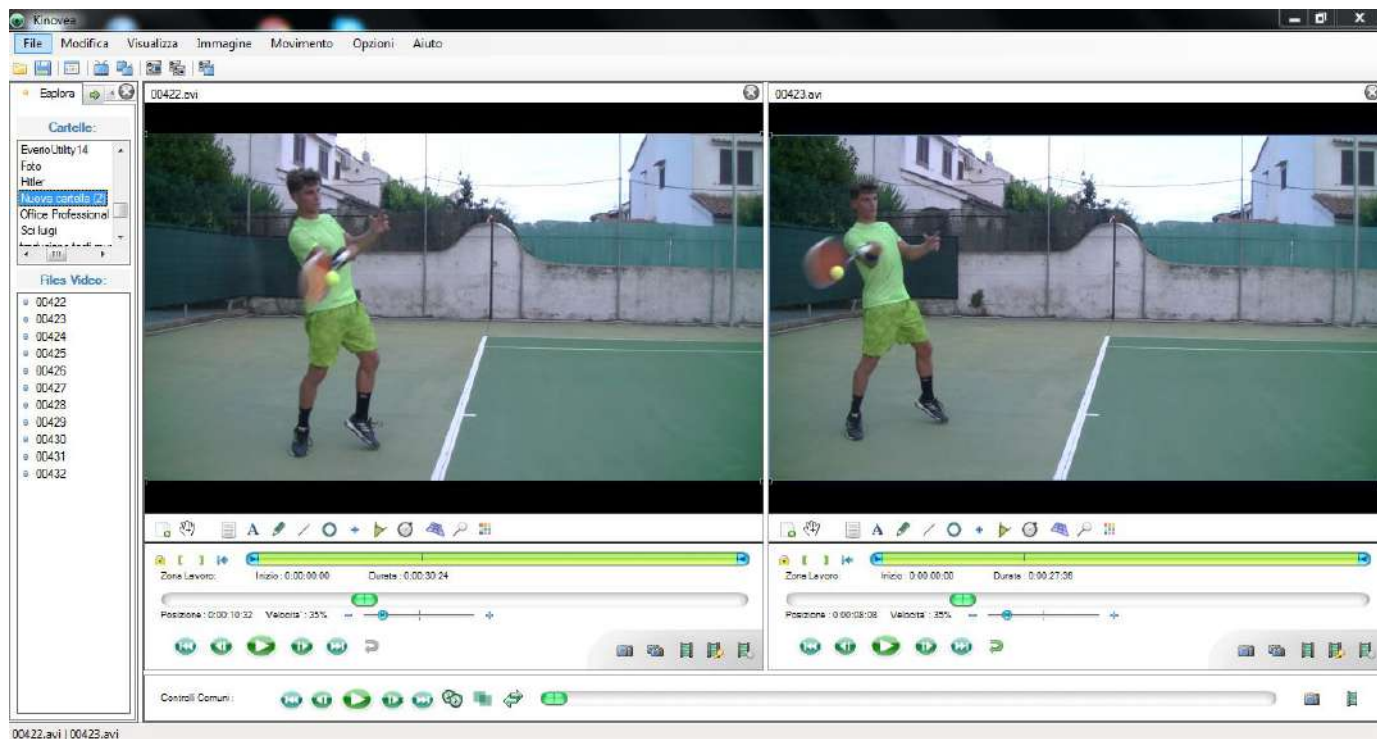
I software presi in esame e utilizzati per il progetto sono Kinovea e Dartfish. Questi programmi scompongono qualsiasi video in centinaia di fotogrammi, permettendo all'utente di analizzare dettagliatamente il filmato. Inoltre, questi software dispongono di svariate funzioni utili per la video analisi.



KINOVEA è un ottimo programma per la video analisi, facilmente reperibile sul sito [www.kinovea.org](http://www.kinovea.org). Esso contiene tutte le funzioni necessarie per un progetto di analisi dettagliata, è completamente gratuito e la casa fornitrice aggiorna costantemente le versioni lasciate sul web. La versione utilizzata in questo progetto è la versione 0.8.26.

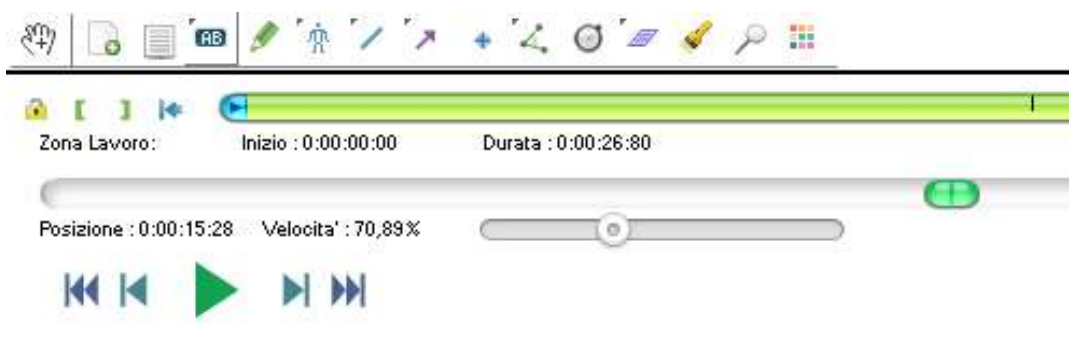
## Funzioni del programma

Figura 1



La figura 1 è un esempio di schermata iniziale di lavoro. Si visualizza dopo il caricamento delle riprese video scelte. Grazie al doppio schermo di riproduzione è possibile organizzare un piano di lavoro che riproduca o catturi più video contemporaneamente, molto utile per il risultato finale dell'analisi comparativa.

Figura 2

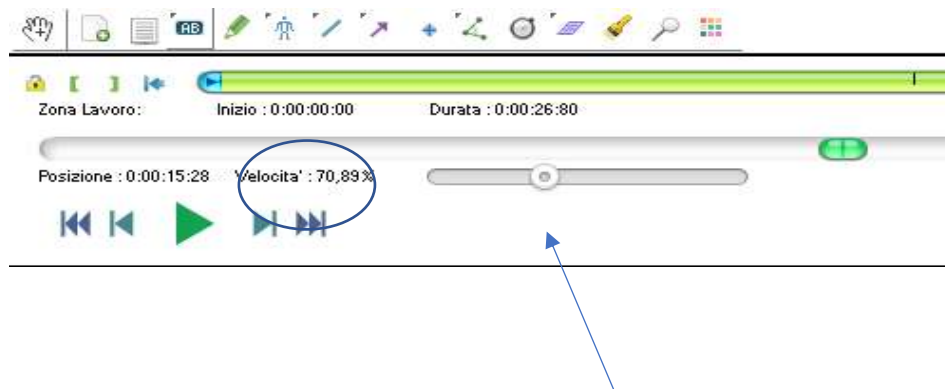


La figura 2 rappresenta la barra di lavoro temporale, che permette di svolgere le seguenti funzioni.

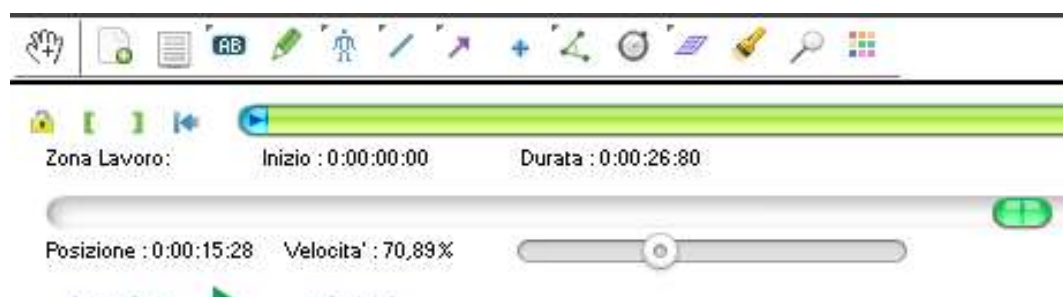
- 1) Selezione zona di lavoro: permette di selezionare solo la zona di video d'interesse, per permettere un riassunto del lavoro che dovrà essere analizzato.



- 2) Modulazione della velocità: permette di velocizzare o rallentare la velocità di riproduzione del video, con questa funzione è possibile creare l'effetto "slow motion"



*Figura 3*



La freccia blu nella figura 3 indica la barra di lavoro “funzione”. Quest’ultima contiene le funzioni principali con le quali si effettua il lavoro di video analisi. Nel paragrafo successivo ognuna di queste funzioni è spiegata in ordine di come appare nella figura.

- 1) Funzione aggiungi un’immagine chiave: permette di generare un’immagine su un’azione “chiave” o di maggior interesse, che successivamente potrà essere analizzata nel dettaglio.
- 2) Funzione sposta: permette di spostare due video. Questa opzione è integrabile con le funzioni cronometro, lente d’ingrandimento, angolo di lavoro, perché consente loro di essere aggiunte sullo schermo video.
- 3) Funzione commento: permette all’operatore di segnare eventuali commenti sull’azione analizzata.
- 4) Funzione testo: funzione simile a quella precedente, permette di inserire un testo nel video.
- 5) Funzione matita: consente di disegnare particolari o zone chiave durante l’esecuzione del video.

6) Funzione linea: consente di disegnare una linea all'interno del video. Questa funzione è utilissima in quanto è collegata alla funzione distanza, infatti, combinate insieme, permettono di calcolare distanze, altezze e misure all'interno del video.

7) Funzione marcatori a croce: funzione anch'essa molto importante, essendo collegata alla funzione traccia traiettoria.

8) Funzione angolo: calcola i gradi di angolazione di un determinato elemento.

9) Funzione cronometro: permette di calcolare il tempo di una determinata azione.

10) Funzione lente d'ingrandimento: consente di ingrandire la zona, dedicandosi al particolare di maggior interesse.

## Dartfish

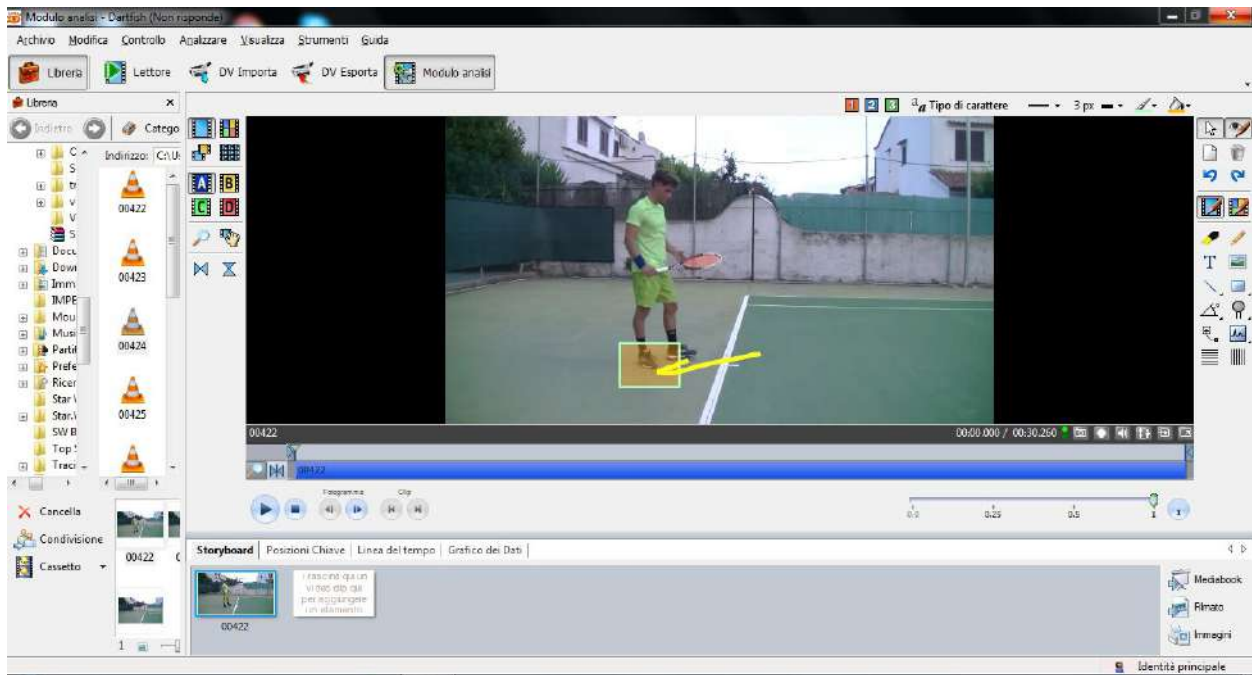


Dartfish è un software simile a Kinovea, ma a differenza di quest'ultimo, necessita di un abbonamento a pagamento. L'azienda produttrice dispone anche di una app, scaricabile tramite smartphone, chiamata "MyDartfishmobile". Entrando nel sito [www.dartfish.com](http://www.dartfish.com) è possibile scaricare versioni di prova di programmi anche per un uso professionale. La versione utilizzata per le finalità di questo progetto è Dartfish 4.5. Questo software offre strumenti video avanzati per analizzare qualsiasi tipo di filmato, in particolare video legati ad attività sportive, offrendo agli atleti e allenatori un riscontro visivo istantaneo dell'allenamento e delle prestazioni.

## Funzioni del programma

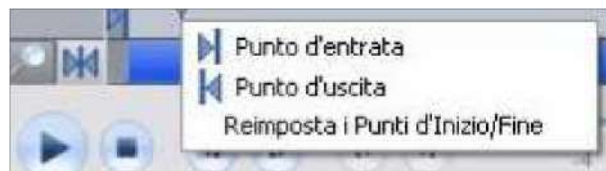
La Figura 4 riproduce la schermata iniziale che si presenta all'apertura del programma.

Figura 4



La figura 5 rappresenta la barra temporale. Essa permette di avere un'indicazione globale della durata del video. Il punto d'entrata e punto d'uscita indicano rispettivamente l'inizio e la fine della frazione di video presa in esame per la video analisi.

Figura 5



La figura 6 rappresenta la parte inferiore della barra temporale, sono visibili i pulsanti che permettono di avviare, fermare e riavvolgere il video preso in esame.

Figura 6



La figura 7 mostra la barra della modulazione della velocità, che consente di velocizzare o rallentare la velocità d'esecuzione del video preso in esame.

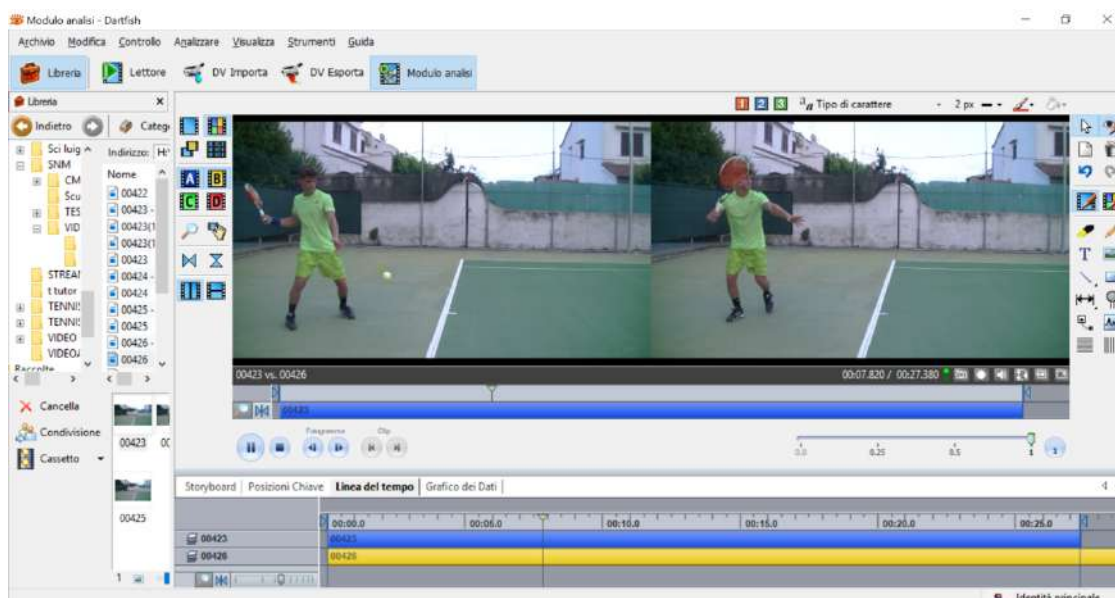
*Figura 7*



Il modulo analisi di Dartfish dispone di una gamma completa di funzionalità che assistono l'osservazione e l'interpretazione delle prestazioni sportive. Il seguente capitolo illustra in dettaglio le seguenti attività. Dartfish consente di affiancare sovrapporre fino a quattro video clips. La sincronizzazione e il confronto dell'azione nei clip sono operazioni semplici e rapide. Inoltre, l'analisi non è limitata a soli quattro video clips e la *Storyboard* del progetto può contenere più analisi.

La figura 8 mostra un esempio di analisi contemporanea di due video clips differenti.

*Figura 8*



Un set di strumenti di disegno e di testo consente di migliorare l'osservazione, effettuare misurazioni di distanze, angoli e tempi e aggiungere testo ai video clips. Sono inoltre disponibili strumenti che ottimizzano l'efficacia dei disegni, quali il tracciamento automatico e la dissolvenza a comparsa/scomparsa nelle posizioni desiderate del video clip. È inoltre possibile aggiungere all'analisi commenti (audio/testo) per creare una traccia durevole dell'analisi svolta. Inoltre è possibile identificare le *posizioni chiave* e aggiungere disegni e commenti a tali posizioni. Ciascuna posizione chiave può essere anche un punto di sincronizzazione. In ciascun confronto saranno pertanto disponibili più sincronizzazioni.

La figura 9 rappresenta la schermata che compare nel momento in cui si sceglie l'opzione di analisi video.

*Figura 9*



Le quattro icone raffigurate nella parte superiore della figura permettono di riprodurre uno o più video contemporaneamente, offrendo un'analisi comparativa tra due o più prestazioni. Le lettere A, B, C, D permettono di caricare quattro video differenti simultaneamente. Nella parte destra, la colonna contenente le funzioni essenziali.

La figura 10 contiene le funzioni essenziali del programma, che sono spiegate di seguito partendo da sinistra verso destra.

*Figura 10*



Funzione evidenziatore: permette di marcare o sottolineare un determinato particolare.

Funzione matita: funzione simile alla precedente.

Funzione testo: permette di aggiungere un testo al video analizzato.

Funzione immagine: permette all'utente di aggiungere un'immagine al video caricato.

Funzione linea: permette di aggiungere e disegnare segmenti, linee o curve sul video analizzato.

Funzione rettangolo: come la precedente permette di disegnare figure geometriche.

Funzione angolo: con essa è possibile calcolare i gradi di angolazione di un determinato elemento, ed è legato ad altre funzioni importanti come “la\_distanza”, la funzione “tempo” (sinonimo di cronometro).

Clona rettangolo: funzione che indica la generazione di un rettangolo con la funzione di ingrandire ciò che è presente al suo interno.

Figura 11



La figura 11 raffigura un fotogramma preso da una video clip, analizzato attraverso le funzioni di Dartfish.

## Infortuni più comuni nei tre colpi fondamentali: servizio, diritto e rovescio

Nel tennis i principali deficit sono dovuti a traumi ripetitivi con una velocità di movimento molto elevata e a problemi spesso legati alla perdita di flessibilità, che causano lesioni andando ad influire sulla prestazione sportiva. I tipi più comuni di lesioni riguardano strutture muscolo tendinee come la cuffia dei rotatori, l'epicondilite o "gomito del tennista", la tensione muscolare cronica, la lesione parziale o completa delle fibre muscolari, la lesione della cartilagine di accrescimento, le fratture da stress come possono essere quelle agli arti inferiori sottoposti a grandi carichi soprattutto nei cambi di direzione, che sono molto frequenti durante gli scambi in un incontro e che quindi sono gesti tecnici fondamentali nel tennista, le lesioni tendinee e inoltre vanno considerati anche traumi acuti come distorsioni e lussazioni. Sulla comparsa degli infortuni gioca un ruolo importante la combinazione di fattori intrinseci, ossia fattori che derivano dalla struttura muscolo scheletrica degli atleti, associati con i fattori estrinseci che riguardano le richieste specifiche della prestazione tennistica. I fattori estrinseci sono dovuti al fatto che il tennis è uno sport violento a causa dell'alta velocità dei colpi di gioco che interessano i vari segmenti corporei, così da esprimere nel minor tempo possibile un'espressione di forza elevata. Altri fattori estrinseci sono dovuti ai colpi specifici del tennis, in particolare l'attività più stressante è stata verificata durante il servizio, il colpo più faticoso e impegnativo, a carico della muscolatura delle spalle, del nucleo centrale e dell'avambraccio dominante, con ulteriori carichi che gravano sulla spalla e sul gomito durante il servizio abbreviato (ossia quando si parte a compiere il gesto con la racchetta già in alto dietro la testa). Un altro fattore da tenere in considerazione è la tipologia di gioco dell'atleta, che nonostante in molti casi non sia ancora del tutto sviluppata, influisce su eventuali infortuni. Il gomito risulta altrettanto impegnato nell'esecuzioni dei colpi nel tennis sia nell'arto dominante che nell'arto non dominante, ossia l'arto superiore che non viene usato per il diritto, se il rovescio viene svolto a due mani. Tra le lesioni più comuni nel gomito abbiamo l'epicondilite laterale o "gomito del tennista" che riguarda l'estensore radiale breve del carpo ma che può coinvolgere l'intera massa muscolare laterale, soprattutto se si ha una scorretta biomeccanica del rovescio. L'epicondilite mediale riguarda l'insieme dei muscoli flessori dell'avambraccio e il legamento collaterale mediale e avviene con una frequenza inferiore rispetto all'epicondilite laterale, il quale è un infortunio più frequente nei tennisti adulti rispetto a quelli in età giovanile. Il rovescio a due mani nei giovani tennisti può portare a lesioni da stress nell'avambraccio non dominante, ma anche a fratture distali di radio e ulna nell'arto dominante. A livello del polso gli infortuni sono frequentissimi e sono aumentati nel corso degli ultimi anni in maniera esponenziale. La tendinite del polso si sviluppa in giocatori giovani che utilizzano colpi con molta rotazione a livello della palla, detto anche spin, senza avere una sufficiente padronanza della tecnica o buone capacità coordinative. Coinvolge sia gli estensori che i flessori del polso, anche se sono più colpiti i primi. In base alla tipologia del colpo infatti, la tendinite dell'estensore ulnare del carpo è tipico di coloro che usano colpi con effetti back spin, ossia la rotazione della palla dal basso verso l'alto, o che compiono un servizio con effetto topspin, che

corrisponde alla rotazione della palla dall'alto verso il basso. Le zone più colpite del tronco sono la muscolatura paravertebrale usata durante il servizio e durante la caduta all'indietro dopo un colpo al volo. Un'altra zona del tronco colpita da lesioni specie nel tennis giovanile sono i muscoli addominali obliqui, in particolare dal lato non dominante, i quadrati dei lombi, e infine il retto dell'addome, stimolato durante colpi al volo come volée o lo smash, e nel servizio. Il ruolo dell'addome risulta essere molto importante nel tennis perché è dalla forza espressa dai muscoli addominali, elemento costituente il core ossia il corsetto anatomico costituito da addominali, lombari e altri muscoli profondi che si inizia a svilupparsi il colpo. Il core deve essere allenato per aumentare la stabilità e la forza del nucleo centrale, infatti migliorando queste due componenti ed insegnando i giusti movimenti per garantire una corretta postura già in età giovanile, si diminuiscono il rischio di infortuni negli atleti. Altre lesioni possono essere l'ernia o danni ai dischi intervertebrali a causa dell'iperestensione ripetitiva e alla rotazione della colonna vertebrale durante la preparazione dei colpi. Come già visto, l'estremità inferiore del corpo è la sede che subisce le maggiori percentuali di infortuni. Partendo nell'analisi di queste lesioni dall'anca e dalla coscia, vediamo come tra i muscoli più sollecitati del tennis ci siano gli adduttori, i quali sono utili nei movimenti laterali, e i muscoli estensori della coscia. I muscoli adduttori vengono sforzati molto durante gli scambi nel tennis già a livello giovanile, in base anche allo stile di gioco (ad esempio il "serve and volley"), che richiede diverse tipologie e frequenze di spostamenti. In particolare il maggior rischio d'infortunio c'è quando, soprattutto sulla terra rossa, si compiono scivolamenti che portano a compiere spaccate, sforzando in modo elevato i muscoli adduttori. Di notevole frequenza risultano anche gli strappi ai flessori della coscia, causate in seguito allo scivolamento a ginocchio flesso del giocatore ed al suo successivo tentativo di allungarsi estendendo il ginocchio in modo forzato. I dolori dell'articolazione femore-rotulea sono dovuti a un sovraccarico improvviso per via dei cambiamenti di direzione, ma anche per le forze di taglio e compressione che agiscono quando ci sono delle ripetute attività di scatti brevi e arresti, o affondi e salti. Tra le lesioni più comuni di questa sede corporea si ha la lacerazione del legamento crociato anteriore.

## L'utilizzo della video analisi come strumento di prevenzione di infortuni e miglioramento del gesto

L'osservazione del video di un atleta in movimento permette di capire se il giocatore è propenso ad infortuni. Infatti, una meccanica alterata, favorisce lo sviluppo di schemi motori scorretti, i quali, se ripetuti nel tempo, potrebbero causare la sofferenza e la lesione di alcuni tessuti muscolari. Nel tennis, i principali infortuni sono provocati da traumi rapidi e ripetitivi, che a lungo andare vanno ad influire sulla prestazione dell'atleta. Gli incidenti più comuni avvengono nelle strutture muscolo tendinee, come epicondiliti, lesione delle fibre muscolari, fratture da stress degli arti, lesioni tendinee, distorsioni o lussazioni.

## Servizio

## Osservazione del servizio, prevenzione di possibili infortuni e possibili miglioramenti biomeccanici.

Nella disciplina del tennis, il gesto più studiato e i cui risultati sono i più attendibili, qualunque sia lo scopo dello studio, è il servizio. Infatti, a differenza di tutti gli altri colpi del tennis, i quali hanno un aspetto estemporaneo, occasionale, il servizio è invece un colpo programmato, che deve essere eseguito seguendo una serie di movimenti precisi (Stignani, 2013). Oltre a dar inizio al gioco, è l'unico colpo che offre la possibilità di vincere lo scambio senza che esso abbia realmente inizio, tramite un ace (l'avversario non riesce a rispondere) o un servizio vincente (l'avversario non riesce a ribattere efficacemente mandando la palla out o in rete), ma allo stesso modo, se non vengono eseguite correttamente le due battute a disposizione per turno, si concede punto all'avversario per doppio fallo. Nel servizio rispetto al dritto e al rovescio (che analizzeremo in seguito) c'è maggiore rigidità. La prestazione del servizio nel Tennis può essere considerata in base a due approcci. Il giocatore deve essere in grado di mantenere alta la velocità della palla al servizio durante una partita, un torneo, una stagione sportiva, una carriera senza farsi male. La problematica comune per i giocatori quindi è: come aumentare la velocità della palla al servizio limitando il più possibile i rischi di lesioni croniche? Pertanto, in questo capitolo si cercherà di analizzare, identificare e capire fattori biomeccanici, responsabili del miglioramento delle prestazioni e dell'aspetto di lesioni croniche alle articolazioni, durante l'esecuzione del servizio, imputato numero uno di alcuni tra i più gravi infortuni nel tennis. Tuttavia, a causa della sua ripetibilità e della sua intensità, questo colpo è potenzialmente deleterio per gli arti superiori, gli arti inferiori e il busto dell'atleta. Il busto è una parte del corpo fondamentale nella produzione e nel trasferimento di energia dagli arti inferiori agli arti superiori. Per capire meglio la biomeccanica del servizio, bisogna tenere in considerazione alcuni aspetti. Innanzitutto, ciascun giocatore esegue il servizio in modalità diverse. Ogni atleta, dall'amatore al professionista, gestisce e conosce un movimento del servizio unico e specifico. Dunque, per ogni atleta è necessaria un'analisi individualizzata, che tenga conto necessariamente del livello tecnico, dell'età, del sesso e della morfologia di un giocatore. È stato dimostrato che una tecnica migliorata durante l'esecuzione del servizio può portare a meno infortuni e maggiore efficienza. Lo studio del movimento nel servizio dunque è utile per ottenere una molteplicità di informazioni, come il movimento di punti selezionati, movimento di parti o dell'intero corpo, movimenti articolari, funzione muscolare, carichi agenti sui tessuti durante specifici atti motori.

## Analisi dinamica del servizio nel tennis

È necessario ricordare che durante l'esecuzione del servizio si hanno una serie di fasi eccentriche e concentriche che riguardano l'articolazione della spalla e i muscoli che si trovano attorno alla spalla. Nella prima fase che caratterizza la caduta della testa della racchetta si avrà una fase eccentrica dei muscoli

anteriori della spalla, cioè andranno ad allungarsi, seguirà poi una fase concentrica. Nelle fasi successive avremo una fase eccentrica dei muscoli posteriori della spalla che servirà per bloccare i muscoli anteriori, si noti che la racchetta si muove velocemente e i muscoli della spalla hanno il compito di frenarla, da qui l'importanza di una muscolatura della spalla molto allenata per supportare il carico. Per quel che riguarda il gomito, alla fine del movimento, può rimanere più o meno alto, se rimane molto alto è più facile che si verifichi la rotazione del braccio attorno alla spalla. Se osservato nella biomeccanica di esecuzione, il servizio è quindi un insieme complesso di movimenti. L'esecuzione progressiva dei movimenti è rappresentata attraverso le seguenti immagini.

*Figura 12*



La figura 12 indica il lancio della palla. Durante questa fase, i piedi sono posizionati dietro la linea di fondocampo. Sono posizionati larghi come la larghezza delle spalle e possono essere o perpendicolari alla linea di fondocampo, o con il piede sinistro a 45° rispetto alla linea stessa e con il piede sinistro posizionato leggermente avanti rispetto al destro (il contrario per i mancini). In questa fase il peso ricade maggiormente sulla gamba destra (l'opposto per i mancini).

*Figura 14*



La figura 14 rappresenta il momento in cui il braccio dominante (ovvero quello che impugna la racchetta) accelera verso la palla e la colpisce con il piatto della racchetta parallelo alla rete al momento dell'impatto, eventualmente lievemente inclinato verso il basso (tranne nei Kick o nello slice dove il piatto corde è

leggermente di taglio rispetto alla rete e le spalle devono esser perpendicolari alla direzione da imprimere alla palla).

*Figura 15*



La figura 15 rappresenta la fase finale del servizio nella quale il braccio secondario che non mantiene più la palla scende posizionandosi vicino al fianco sinistro (l'opposto per i mancini).

In sintesi, è possibile dividere il servizio nelle seguenti fasi.

**La fase di preparazione:** all'inizio della fase di preparazione, le spalle del server sono generalmente dirette verso la direzione desiderata. La testa è estesa e ruotata all'indietro per consentire al giocatore di seguire la palla degli occhi mentre le spalle e il bacino iniziano a ruotare attorno all'asse longitudinale del corpo. Le braccia si dissociano: il braccio che lancia si muove in avanti mentre il braccio che tiene la racchetta scende e torna indietro prima di piegarsi per sollevare la racchetta nella posizione armata. Negli arti inferiori, il tennista tiene i piedi a terra e si prepara a generare forze di reazione verso l'alto e in avanti attraverso la flessione del ginocchio che di solito raggiunge i  $70 \pm 10^\circ$ . Durante questa fase, il giocatore prepara la spinta esplosiva degli arti inferiori necessaria per spingerlo alla fase successiva di caricamento.

**Fase di caricamento:** durante questa fase, gli occhi del giocatore sono sempre sulla palla. La testa è in estensione. Il tronco inizia a inclinarsi. Allo stesso tempo, il braccio non dominante viene abbassato mentre il braccio dominante è posizionato in abduzione e rotazione esterna per alzare il gomito. Allo stesso tempo, le gambe producono una potente estensione che allontana il giocatore dal terreno. Alla fine della fase di caricamento, la spalla è in adduzione attorno a  $90-100^\circ$ , nella posizione di rotazione esterna massima, intorno a  $172^\circ$ .

**La fase di accelerazione:** durante questa fase, chi serve generalmente non è più in contatto con il terreno. Il tronco inizia a rallentare la sua rotazione in avanti quando il braccio inizia la sua rotazione interna e inizia la sua estensione per accelerare la mano e la racchetta. L'accelerazione della racchetta prima dell'impatto è

accompagnata dalla pronazione dell'avambraccio e da un rapido cambiamento delle rotazioni del tronco dall'iperestensione alla flessione e alla rotazione longitudinale, da destra a sinistra (per un giocatore mancino). All'impatto, il tronco è flesso di  $48^\circ$  sopra l'orizzontale, il braccio si trova nella posizione di abduzione in posizione  $101^\circ$ , il gomito e le ginocchia leggermente flesse.

**La fase di decelerazione:** questa è una delle fasi più violente del servizio che consiste nel rallentare eccentricamente i movimenti della parte superiore del corpo, in particolare quelli del tronco e dell'arto superiore che regge la racchetta. La rotazione interna della spalla e della pronazione dell'avambraccio continuano in modo accoppiato durante questa fase. Il braccio sinistro (per una persona destrorsa) si piega nell'addome del giocatore.

**Fase di accompagnamento:** la racchetta, che viene rallentata considerevolmente, continua la sua traiettoria in avanti e a sinistra (per un giocatore destrimano). Questa fase consente al giocatore di atterrare sulla gamba sinistra (per un giocatore destrimano) per preparare il prossimo attacco. La gamba posteriore si piega e consente al piede di salire nella parte posteriore del giocatore (chiamata in gergo arabesco).

Le immagini 15, 16 e 17 raffigurano il piegamento ideale delle gambe dell'atleta durante la fase di caricamento del servizio. Il piegamento degli arti inferiori è importante poiché le gambe dispongono dei muscoli più grandi del corpo, come ad esempio i quadricipiti e i glutei.

*Figura 15*



*Figura 16*



*Figura 17*



*Figura 18*



Dalla figura 18 si può osservare che il canale per il trasferimento di energia dal tronco al braccio è necessariamente la spalla, infatti essa riceve tutta l'energia che viene creata a livello del tronco e ne genera ulteriore.

*Figura 19*



La figura 19 rappresenta la massima fase di allungamento dell'atleta durante il servizio. Da un punto di vista biomeccanico, in una fase immediatamente successiva al momento di flessione massima tra avanbraccio-braccio, si ha il momento di massima rotazione esterna anche della spalla. Per evitare possibili infortuni alla

spalla il servizio deve essere effettuato eseguendo correttamente le fasi sopracitate e analizzate. Le immagini sottostanti raffigurano esempi scorretti

*Figura 20*



L'immagine 20 raffigura due atleti durante la fase d'impatto del servizio. Dalla foto si evince come un lancio di palla sbagliato possa provocare una meccanica errata con conseguente affaticamento muscolare degli arti superiori interessati.

*Figura 21*



L'immagine 21 evidenzia come durante la fase di caricamento gli arti inferiori siano disposti non correttamente. Queste posture scorrette possono comportare lesioni della colonna vertebrale, dell'anca, del disco lombare, delle ginocchia e delle caviglie.

Figura 22



La figura 22 rappresenta l'angolo compreso tra l'avambraccio e il braccio che è di circa 90°, esso corrisponde al momento di massima flessione dell'avambraccio sul braccio. Nello sviluppo del movimento quest'angolo non si deve chiudere nemmeno di un grado, questo è possibile solo grazie alla spinta degli arti inferiori che permettono alla racchetta di andare dietro il corpo permettendo all'angolo braccio-avambraccio di restare di 90°. L'immagine 23 rappresenta una tabella che mette a confronto i movimenti corretti e scorretti del servizio.

Figura 23

| Analisi                       | Osservazioni operative per una buona meccanica                  | Immagine di una buona meccanica                                                     | Osservazioni operative per una cattiva meccanica               | Immagine di una cattiva meccanica                                                   |
|-------------------------------|-----------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
| 1:<br>Posizione dei piedi     | Il piede posteriore rimane dietro o in linea al piede anteriore |  | Il piede posteriore rimane davanti al piede anteriore          |  |
| 2:<br>Posizione del ginocchio | Entrambe le ginocchia si piegano >15°                           |  | Nessun piegamento di entrambe le ginocchia ≤15°                |  |
| 3:<br>Rotazione delle anche   | L'anca sul lato posteriore sta ruotando lontano dalla rete      |  | L'anca sul lato posteriore non sta ruotando lontana dalla rete |  |

|                                                           |                                                                                                 |                                                                                   |                                                                                                            |                                                                                   |
|-----------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|
| 4:<br>Inclinazione<br>e carico<br>dell'anca<br>posteriore | L'anca sul lato<br>posteriore sta<br>cadendo verso terra<br>e la gamba<br>posteriore è caricata |  | L'anca sul lato<br>posteriore non sta<br>cadendo verso<br>terra e la gamba<br>posteriore non è<br>caricata |  |
| 5:<br>Trasferimento<br>anca in avanti                     | L'anca sul lato<br>anteriore non si<br>distende in avanti<br>verso la rete                      |  | L'anca sul lato<br>anteriore si<br>distende in avanti<br>verso la rete                                     |  |
| 6:<br>Rotazione<br>Spalle<br>(X-angle)                    | Le spalle ruotano<br>oltre i fianchi<br>(xangle = 30 °)                                         |  | Le spalle ruotano<br>troppo indietro<br>rispetto ai fianchi<br>(angolo x > 30 °)                           |  |
|                                                           |                                                                                                 |                                                                                   | Le spalle ruotano<br>leggermente<br>oltre i fianchi<br>(angolo x < 30 °)                                   |  |
| 7:<br>Rotazione<br>del tronco                             | Rotazione del<br>tronco attorno ad<br>un asse verticale                                         |  | Nessuna rotazione<br>del tronco attorno<br>ad un asse verticale                                            |  |

|                                                          |                                                                                                                                                                                                            |                                                                                     |                                                                                                                                     |                                                                                     |
|----------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
| 8:<br>Posizione del<br>braccio                           | Spalla in linea con il<br>piano della scapola                                                                                                                                                              |   | spalla dietro al<br>piano della scapola                                                                                             |   |
|                                                          |                                                                                                                                                                                                            |                                                                                     | spalla davanti al<br>piano della scapola                                                                                            |  |
| 9:<br>Movimento<br>composito<br>della catena<br>cinetica | Utilizza la flessione del<br>ginocchio e<br>l'azionamento della<br>gamba posteriore per<br>massimizzare le forze di<br>reazione da terra che<br>spingono il corpo verso<br>l'alto ad impattare la<br>palla |  | Utilizza solo i<br>muscoli del tronco<br>per distendersi<br>verso la palla e il<br>braccio si contrae<br>al momento<br>dell'impatto |  |

## ANALISI SERVIZIO E INFORTUNI

Analisi delle 3 fasi principali del colpo del servizio: caricamento, accelerazione e finale.

*Figura A*



*Figura B*



Le figure A e B mostrano la fase di caricamento del servizio. Gli arti inferiori devono eseguire un lavoro di caricamento in maniera simultanea con gli arti superiori per garantire la giusta propulsione in fase di accelerazione. Come si può notare dalle due figure i piedi non eseguono il caricamento parallelamente, bensì si trovano uno davanti all'altro o distaccati tra loro; ciò non crea il giusto angolo propriocettivo di spinta ( $95/8^\circ$ ). Il bacino è eccessivamente sbilanciato in avanti, a causa nella posizione avanzata dell'arto inferiore destro. In figura A è evidenziato come l'arto superiore dominante destro non effettui la giusta ovalizzazione della racchetta; quest'ultima ha il piatto corde che punta verso il terreno e l'avambraccio destro non in linea con il polso. Un caricamento di questo tipo, eseguito ripetutamente senza apportare delle modifiche, può portare a infortuni più o meno gravi. La posizione d'appoggio degli arti inferiori va a generare un sovraccarico articolare a livello delle ginocchia che può causare tendinite del rotuleo. Inoltre, un caricamento di questo tipo, aumenta le probabilità di incorrere in movimenti incauti durante la fase di accelerazione come traumi muscolo-scheletrici (distorsioni alla caviglia) o stiramenti ai bicipiti femorali o muscoli del soleo.

*Figura C*



La figura C mostra la fase di accelerazione del colpo del servizio.

In questa fase, tutta l'energia potenziale generata durante il caricamento deve essere rilasciata sotto forma di energia cinetica tramite l'azione esplosiva e simultanea asincrona o sincrona degli arti inferiori e superiori. La spinta verso la pallina non viene effettuata verticalmente, di conseguenza la ricerca della palla è fin troppo frontale. Il braccio dominante non segue la linea della racchetta e l'arto controlaterale non controbilancia l'azione di spinta poiché non è flesso. L'elevazione del braccio al di sopra del piano della testa non coinvolge correttamente tutti i muscoli della spalla e questo può causare infortuni alla spalla stessa. C'è quindi un'eccessiva sollecitazione articolare, un sovraccarico funzionale che espone il giocatore a strappi dei tendini.

*Figura D*



La figura D mostra la fase conclusiva del colpo del servizio: la chiusura

Durante la fase conclusiva del servizio si deve effettuare una valida escursione articolare del polso ed una spinta della mano e una successiva decelerazione graduale della racchetta. In ordine cronologico la decelerazione parte dagli arti inferiori, seguono il tronco il braccio, l'avambraccio e mano. Appena colpita la palla, i muscoli che rimangono contratti sono quelli dell'avambraccio, in particolare i flessori della mano, per "spingere" la palla e controllare il piatto corde, garantendo la precisione del colpo, rilassando gli estensori. Poiché si tratta di un servizio piatto la faccia della racchetta corrispondente al dorso della mano dovrebbe essere rivolta verso la rete del campo. Per un corretto scarico è necessario un equilibrio stabile con il baricentro del corpo che cade all'interno della base di appoggio.

In questo caso, l'equilibrio è compromesso dalla scorretta posizione delle spalle, non parallele alla rete e poco inclinate in avanti. Inoltre la faccia della racchetta non è rivolta verso l'esterno e non termina la sua azione con la testa che punta verso il basso, bensì a metà tra la spalla e l'avambraccio.

La fase conclusiva di questo servizio implica un irrigidimento eccessivo degli arti superiori e può portare a infortuni come lesioni al polso (legamento dorsale e tendini dell'estensori ulnari del carpo) e lesioni ai tendini della spalla (sopraspinoso e cuffia dei rotatori).

## Diritto

### Osservazione del diritto, prevenzione di possibili infortuni e possibili miglioramenti biomeccanici

Il colpo principe del gioco del tennis è sicuramente il diritto. Giocato in vari modi e con le più assolute personalizzazioni, il diritto nel tennis garantisce la possibilità di guadagnare numerosi punti vincenti. Eppure, nonostante le divergenze da giocatore a giocatore, dal modo di impugnare la racchetta al tipo di movimento, il colpo ha seguito, negli anni, una certa linea evolutiva. Prima nel diritto "moderno" la chiusura del colpo avveniva con la racchetta sopra la spalla e, andando ancora più indietro con gli anni di qualche decennio, si vedeva il finale del colpo con la testa della racchetta che puntava il cielo, ben davanti al corpo.

L'impugnatura del manico era principalmente di tipo continental (in gergo chiamata "a martello"). È un'impugnatura che non consente molte rotazioni nel colpo e per questo caduta in disuso nei tempi più moderni. La caratteristica principale che distingue il diritto moderno dagli altri diritti usati nel passato è il finale del colpo, dove la mano destra (viceversa i mancini) chiude all'altezza del fianco, del gomito o della spalla con il palmo rivolto verso terra. I colpi eseguiti con questa tecnica sono stati la conseguenza della necessità di ottenere maggiori rotazioni dal colpo in questione, più top spin e angoli esasperati. Si è passati ad un'impugnatura di tipo eastern e, soprattutto, western.

### Biomeccanica del diritto

Come si esegue un corretto colpo con il diritto? Esistono essenzialmente tre fasi principali di questo colpo, tutte e tre molto importanti ai fini di una corretta esecuzione dello swing. La prima fase è la fase di preparazione seguita dalla fase di impatto, e in ultimo dalla fase del finale del colpo.

Figura 24



### La fase di preparazione o caricamento

La figura 24 mostra la fase di preparazione del diritto, essa, anche se non coincide con l'impatto vero e proprio con la pallina, così come la fase del finale del colpo, riveste un'importanza capitale per una corretta procedura del movimento. Ogni colpo deve sempre cominciare con un split step (ovvero un saltello di preparazione) e con una rotazione del busto per portare indietro la racchetta (rotazione tronco-bacino). Durante la rotazione del tronco e della racchetta, si comincia a caricare il peso del corpo sul piede destro.

Ci sono quattro elementi fondamentali per l'esecuzione corretta del diritto.

1. Braccio sinistro: (braccio controlaterale) disteso circa all'altezza della spalla e parallelo alla rete, gesto effettuato per avere un punto di riferimento nella torsione del busto.
2. Carico del peso sulla gamba destra: senza di questo non ci può essere il trasferimento del peso dalla gamba destra a quella sinistra alla base di ogni colpo.
3. Mano destra: deve risultare sempre almeno all'altezza della spalla per sfruttare al meglio la forza gravitazionale e centrifuga
4. Direzione della testa della racchetta: l'attrezzo dovrebbe puntare al cielo con un angolo di 45 gradi rispetto al terreno.

Una corretta rotazione tronco-bacino genera energia cinetica e produce la giusta dominanza laterale. Il caricamento degli arti inferiori avviene simultaneamente al caricamento degli arti superiori. La posizione open stance che si viene a creare garantisce la giusta presa, il giusto equilibrio e l'abbassamento del baricentro prima dell'impatto con la pallina. L'arto inferiore su cui graverà maggiormente il peso del corpo dovrà essere flesso con un'angolatura di circa 127-130° per garantire una maggiore esplosione muscolare in fase di spinta e per prevenire infortuni e strappi muscolari.

## La fase di impatto o di accelerazione

*Figura 25*



È la fase principale per la corretta riuscita del colpo, la fase in cui si incontra la pallina con il piatto corde. Il giocatore deve lasciare cadere la racchetta nella zona d'impatto sfruttando la forza di gravità con un movimento fluido e rilassato e la propria energia dovrà essere utilizzata gradualmente per portare a termine il movimento fino al punto di contatto. In questo modo si ottiene la velocità massima della testa della racchetta.

Anche in questo caso ci sono quattro fondamentali elementi da considerare:

1. Il punto di impatto deve avvenire in una zona compresa tra la vita del giocatore ed il suo petto. In questo modo si ottiene la massima forza possibile coinvolgendo tutti i muscoli adeguati facendo scaturire la forza della racchetta dal centro gravitazionale del giocatore ottenendo la massima potenza.
2. Punto di impatto avanti rispetto al corpo di fronte al piede sinistro.
3. Racchetta posta su un piano lineare rispetto alla linea della palla fino al punto di impatto. Testa della racchetta, invece, più bassa. Quanto più è bassa, quanto più si ricaverà rotazione dal colpo.
4. Sguardo del giocatore sul punto di impatto, testa rilassata senza tensioni muscolari.

L'arto dominante terminerà la rotazione con il tronco e il bacino flettendo ad un angolo di circa  $85^\circ$ , il braccio controlaterale si ritrae per poter permettere la rotazione esplosiva tronco-anca-racchetta. Si esaurisce la fase di spinta delle gambe, che sono quasi completamente estese.

## La fase del finale

Figura 26



È la fase che contraddistingue il diritto moderno caratterizzandone una vera rivoluzione. Il diritto classico, con il finale davanti al corpo e alto sopra la spalla, aveva la fase di controllo solamente nella fase di impatto con la pallina, senza incidenza del “finale” sul risultato del colpo. Invece, nel diritto moderno il finale determina la profondità e la rotazione della palla. Ancora quattro, sono i principali punti di riferimento per un corretto finale del colpo:

1. Mano destra e avambraccio rivolti verso il terreno.
2. Testa della racchetta che finisce la propria corsa sul fianco sinistro.
3. La spalla destra ruota di 180 gradi rispetto al punto di partenza della preparazione.
4. Il peso del giocatore viene trasferito completamente sulla gamba sinistra.

## Diritto e infortuni

Come accennato in precedenza, la video analisi permette di generare un’immagine su un’azione “chiave” o di maggior interesse, che successivamente potrà essere analizzata nel dettaglio. Nel diritto, si possono osservare, identificare i movimenti e i vari gesti tecnici che portano ad una corretta o non realizzazione del colpo. Nei casi in cui si riscontrano imperfezioni o movimenti scoordinati, la video analisi permette di intervenire nell’analisi, nella correzione e nel perfezionamento dei colpi. Può inoltre essere interpretata come un valido strumento nella prevenzione degli infortuni. Studiando la biomeccanica dei colpi e correggendola nel caso in cui sia necessario, si possono evitare errori che comporterebbero un eccessivo stress muscolare, traumi o infiammazioni.

L’immagine 27 raffigura un esempio di gesto sbagliato durante la fase di preparazione del diritto.

Figura 27



Dall'immagine si può notare il posizionamento degli arti inferiori che non garantisce la giusta spinta dal basso e non genera la giusta quantità di energia cinetica, inoltre si tratta di un posizionamento degli arti inferiori troppo frontale rispetto alla pallina, questo non garantirà il giusto equilibrio sia in fase di accelerazione sia durante il finale del colpo. Il peso del corpo sbilanciato eccessivamente indietro grava solo ed esclusivamente sull'arto inferiore destro ma è controbilanciato dalla presenza dell'arto non dominante superiore che punta in direzione della pallina. La scorretta posizione delle gambe impedisce una qualsiasi tipo di torsione delle anche e del tronco in generale. Eseguendo il gesto del dritto con queste modalità le difficoltà saranno numerose, inoltre, ripetendo il colpo senza averlo preventivamente corretto, le probabilità di incorrere in infortuni più o meno gravi aumenteranno. In questo caso l'infortunio più probabile è quello della tendinopatia rotulea, più comunemente conosciuta come "ginocchio del saltatore". Si incorre quindi in un trauma da sovraccarico funzionale che interessa i tendini rotulei, che collegano la rotula alla tibia. Le cause sono appunto un'eccessiva compressione laterale della rotula e una scarsa flessibilità di muscoli e tendini. Inoltre le contrazioni violente dei muscoli legate a scatti, cambi di direzione e una tecnica di posizionamento errata possono portare alla sindrome di Osgood Schlatter. Le continue sollecitazioni del tendine rotuleo fissato alla tibia, sul quale convergono i potenti muscoli del quadricipite, portano alla formazione di una tuberosità tibiale che provoca infiammazione e dolore. I sintomi si riscontrano in gonfiore

e dolore al di sotto della rotula. Il fastidio può essere intermittente e peggiorare con la persistente esecuzione di una tecnica sbagliata.

Figura 28



La figura 28 raffigura una scorretta esecuzione del movimento durante la fase di impatto del diritto. In questo momento il giocatore dovrebbe essere in piena fase di spinta, con un giusto balance dato dagli arti inferiori e una contrazione muscolare non eccessiva, per garantire la fluidità del movimento. L'esempio nella foto mostra come molti di questi fattori non siano stati eseguiti correttamente. L'arto inferiore non dominante sinistro è completamente disteso in una posizione non ottimale; infatti, questa rigidità muscolare porta a una minore produzione di energia e un conseguente blocco delle anche e di tutta la zona del tronco, compromettendo quindi la torsione del busto al momento dell'impatto e la successiva fase di chiusura del colpo. La gamba sinistra va a creare un vero e proprio blocco articolare, un perno rigido che interrompe bruscamente la fase di accelerazione e ne limita l'efficacia. Conseguentemente a questo, la parte superiore del corpo, (quindi tutta la parte del busto, anche e arti superiori) risulterà non solo irrigidita, ma quasi totalmente inefficiente. L'arto dominante destro, come si può notare, è totalmente attaccato al busto durante l'impatto. Il polso non spinge e non ruota ma resta in posizione mentre l'avambraccio, bloccato dal gomito eccessivamente attaccato al busto, non potendo ruotare sul proprio asse, non produce spin; il corpo si fa superare dalla pallina e il ritardo del gesto, unito ad una tecnica errata, incrementerà il rischio di infortuni. Se il gesto non viene corretto preventivamente uno dei possibili rischi è la tendinite, una patologia che colpisce i due tendini estensori del pollice nel passaggio della guaina tendinea a livello del polso. Questa patologia si manifesta quando si utilizza in maniera eccessiva e sbagliata il polso. I due tendini si infiammano oppure vengono compressi e ciò provoca dolore e gonfiore lungo il lato del polso verso il pollice. Il dolore tende ad aumentare quando si afferra un oggetto (in questo caso la racchetta), quando si stringe il pugno, quando si ruota il polso e quando si muove il pollice. Tutte azioni che sono implicate nel gesto del diritto. Si può lesionare il tendine e se le piccole lesioni guariscono, quelle più gravi possono portare addirittura alla rottura e in quel caso occorrerà intervenire chirurgicamente.

Figura 29



Nella figura 29 è possibile osservare la parte finale del gesto tecnico eseguita con una tecnica errata. Questo si evince dal fatto che la posizione degli arti, inferiori e superiori, non garantisce il giusto scarico di energia cinetica generata in fase di preparazione e rilasciata in fase di spinta. Si nota come la posizione degli arti inferiori sia neutra e non indichi ad un rilascio di energia appena avvenuto. Il braccio controlaterale (non dominante sinistro) è in una posizione che non favorisce la torsione del busto e il conseguente rilassamento muscolare. Il tronco, infatti, sebbene sia già terminato il colpo, si trova ancora in una fase di irrigidimento e questo porta ad una scorretta esecuzione dello swing. Dopo la fase di impatto è bene che l'ultima fase del colpo, il finale, sia caratterizzata da una diminuzione di tensione muscolare; in questo caso è possibile notare che ciò non avviene, poiché il braccio destro è ancora irrigidito, sebbene si stia dirigendo verso la parte superiore della spalla sinistra. Il gomito è ancora piegato a formare un angolo di  $90^\circ$  circa. L'avambraccio e il polso, anch'essi irrigiditi, sostengono l'attrezzo e ne bloccano la sua velocità. La racchetta non è nella posizione ottimale poiché il piatto corde è completamente parallelo al terreno di gioco formando un angolo di  $120^\circ$  con l'avambraccio. La racchetta, di conseguenza non acquista velocità, comportando un sovraccarico di tensione (specialmente muscoli del collo: splenio della testa e del collo) e conferendo al gesto una tecnica anti-sinergica. Questo tipo di finale, se eseguito senza aver apportato prima delle modifiche tecniche, può portare a vari infortuni. Uno di questi è probabilmente il più importante e frequente tra i tennisti è l'epicondilite laterale, più comunemente conosciuta come gomito del tennista. Si tratta di una forma di tendinite che provoca un caratteristico dolore all'esterno del gomito che, se non viene curato, può causare perdita di funzionalità e mobilità del braccio. I tendini servono per estendere il polso e le dita, quindi se sono danneggiati e/o infiammati da micro traumatismi si inizia ad avvertire il dolore durante l'utilizzo del polso, dolore che poi si estende al braccio e in alcuni casi anche alla mano. Il riposo è essenziale, soprattutto in termini di sospensione del movimento ripetitivo che potrebbe aver causato l'infiammazione. Inoltre il deficit di rotazione interna della gleno omerale ed il mal di schiena sono state associate a lesioni del legamento collaterale ulnare del gomito.

Un infortunio sempre più comune tra i tennisti, in particolare tennisti di alto livello, è l'infortunio che colpisce le anche, in particolar modo l'anca dominante.

Durante il colpo l'arto inferiore viene utilizzato per generare energia che viene trasferita lungo la catena cinetica, fino ad arrivare alla racchetta al momento dell'impatto. Il grado di movimento dell'anca e in particolare la sua rotazione permette l'efficace trasferimento dell'energia prodotta lungo la catena cinetica. Gli stress rotazionali delle articolazioni sono cause già note di traumatismi da sovraccarico agli arti. Ci sono studi che evidenziano uno specifico adattamento rotazionale della spalla dei tennisti (in particolare professionisti), mentre ci sono poche informazioni se questi adattamenti rotazionali avvengono anche nell'anca. La disfunzione delle spalle (discinesia scapolo-toracica, il deficit di rotazione interna della gleno omerale ed il mal di schiena sono state associate a lesioni del legamento collaterale ulnare del gomito. Il ruolo dell'anca nel determinare una lesione del legamento in qualsiasi altro punto della catena cinetica non è ancora stato ben definito. Una sua disfunzione può aumentare gli stress su altre articolazioni e una perdita di rotazione interna dell'anca è stata associata con una lombalgia degli atleti.

L'adattamento rotazionale della spalla è la risultante di ripetuti micro traumatismi ed il successivo ispessimento capsulare è stato associato ad un maggior rischio di lesioni all'arto superiore. Un adeguato grado di movimento dell'anca è richiesto per trasferire l'energia dall'arto inferiore all'arto superiore lungo la catena cinetica. Se si verifica una riduzione del trasferimento della forza dall'arto inferiore all'arto superiore ciò determina un aumento dello stress meccanico sull'arto superiore, perciò un aumento del rischio di infortunio. L'interruzione della catena cinetica all'anca può condurre ad un trauma della spalla, questo è spesso dovuto ad una riduzione della rotazione interna nell'anca non dominante.

L'anca dominante viene sottoposta a ripetuti stress di forze durante il gioco con risultante contrattura capsulare e conseguente riduzione della rotazione interna. Un aumento del grado di articolarietà rotazionale dell'anca diminuisce i carichi a livello della colonna vertebrale lombare. Il deficit di estensione della regione lombare è altamente correlato alla lombalgia. Pertanto è fondamentale un programma di stretching nel trattamento dei tennisti con lombalgia. Nei giovani atleti di alto livello, vengono applicati gli schemi di allenamento come per gli adulti, senza considerare la vulnerabilità dello scheletro immaturo.

Percentualmente gli arti inferiori sono soggetti a traumatismi per un numero raddoppiato rispetto agli arti superiori. Nei giovani le apofisi (porzioni più delicate dello scheletro) dell'anca e della pelvi sono più comunemente soggette ad avulsioni.

Inoltre nei giocatori di tennis di alto livello esiste l'associazione tra lo stiramento dei muscoli addominali e la contrattura in flessione dell'anca e l'accorciamento dell'ileo-psoas.

## Rovescio

### Osservazione del rovescio, prevenzione di possibili infortuni e possibili miglioramenti biomeccanici

Sono qui di seguito riportati due esempi di rovescio eseguiti con le due tecniche principali, rovescio bimane e ad una mano. Le seguenti immagini hanno il fine di esaminare il gesto tecnico e i possibili errori che si possono commettere.

*Figura 30*



L'immagine 30 mostra la fase di apertura in un rovescio ad una mano. Si evidenzia che questo colpo impone un punto di impatto avanzato rispetto al piede anteriore e contempla posizioni d'impatto quasi esclusivamente neutre o semi-chiuse, di conseguenza la preparazione è fondamentale per un buon timing.

In questa esecuzione il giocatore non avanza molto con il piede anteriore (quasi in linea con la spalla destra). Ciò comporta una base di appoggio poco ampia e quindi poco solida che porterà a scarso equilibrio durante la fase finale del colpo. Una base di appoggio che non supera la larghezza delle spalle non garantisce la giusta spinta in fase di accelerazione. Il busto non effettua la torsione necessaria a generare energia con conseguente blocco delle anche mentre il gomito destro rimane bloccato all'altezza della gamba d'appoggio destra. L'arretramento dell'attrezzo è perciò vincolato alla torsione del tronco. Inoltre la posizione dell'arto non dominante non favorisce il cambio di impugnatura e l'arretramento della racchetta.

Figura 31



La figura 31 mostra il momento dell'impatto con la pallina durante il rovescio a una mano.

In questa immagine la base di appoggio del giocatore non è sufficientemente larga, generando poco equilibrio in fase di spinta e poco controllo del colpo. E' evidenziato anche come il punto di impatto sia troppo arretrato rispetto ad un impatto ideale. L'arto non dominante non svolge la sua funzione di equilibrio minimizzando la torsione del tronco durante la fase di accelerazione.

La base di appoggio deve essere quindi molto più larga (in sostanza, con le gambe più larghe, ben oltre la larghezza delle spalle). Se il piede anteriore si allunga sufficientemente verso la palla in arrivo si andrà a creare una distanza tra l'anca e il piede in appoggio stesso. Questa distanza, al momento del trasferimento del peso si tradurrà in spinta che il corpo darà alla pallina. Inoltre se il corpo avanza sincronizzato col braccio-racchetta si potrà mantenere per più tempo il contatto corde-palla che si traduce in maggiore controllo anche ad alte velocità. È fondamentale che la palla sia colpita con una buona distanza laterale per sfruttare al meglio la lunghezza della leva ed è altrettanto rilevante che l'estensione del gomito si completi una frazione di secondo prima dell'impatto in modo da poter far intervenire la mano come ulteriore componente di accelerazione.

Figura 32



L'immagine 32 mostra la parte finale del rovescio a una mano.

Nell'immagine si nota una minima estensione orizzontale, abduzione del braccio (allontanamento del tronco), estensione del gomito e flessione della mano. Dopo aver completato il finale di movimento, il giocatore non effettua un passo laterale di recupero con il piede posteriore (recovery step), questo comporta il rischio di essere fuori posizione e di non poter proseguire in forma dinamica e senza fasi di interruzione l'azione di gioco successiva. Il corpo non è sbilanciato in direzione della pallina mentre il braccio dominante non conclude la sua fase di discesa-ascensione interrompendo la sua marcia con il piatto corde dell'attrezzo che punta in direzione del terreno; non si completa l'estensione del gomito e della spalla con conseguente irrigidimento di spalla e braccio dominante destro. Tutti questi aspetti incidono sulla meccanica errata del colpo, influenzandone la corretta esecuzione del gesto e compromettendone il risultato prestazionale.

*Figura 33*



La figura 33 mostra la fase di preparazione di un rovescio a due mani.

La posizione degli arti inferiori non è ottimale per una base di appoggio che garantisca equilibrio e generi potenza. Gli arti superiori, eccessivamente attaccati al busto non seguono la torsione dei fianchi e delle spalle (la spalla destra non arriva sotto al mento), in particolare l'arto superiore sinistro va a formare un angolo superiore ai 90° ed essendo eccessivamente piegato, non produce la leva che servirà in fase di spinta. La poca torsione del busto e gli arti superiori non distesi generano poca energia potenziale. Il piatto corde è orientato in direzione del terreno di gioco e la testa della racchetta non punta verso l'alto. Inoltre, gli avambracci non sono allineati con i polsi e con la racchetta, in particolar modo il destro. I piedi non sono paralleli e non favoriscono il corretto piegamento delle gambe.

*Figura 34*



La figura 34 mostra il momento d'impatto con la pallina.

La fase di preparazione (figura 33) ha generato una scarsa propulsione degli arti inferiori e uno scorretto trasferimento del peso del corpo. Infatti il busto non è orientato verso la pallina, gli arti superiori non sono distesi garantendo un impatto frontale avanzato e l'attrezzo, con il suo piatto corde, punta verso l'alto. La testa della racchetta, inoltre, non scende al di sotto del livello della pallina. La linea della disposizione delle spalle non ruota oltre la linea dei fianchi, le estremità superiori, non essendo sufficientemente distese, non generano velocità né supporto. Il peso del corpo non viene trasferito sul piede anteriore poco prima dell'impatto.

*Figura 35*



La figura 35 mostra la fase conclusiva del colpo del rovescio.

Si può notare come la torsione dei fianchi e del tronco non sia avvenuta in maniera ottimale, mentre il piede di appoggio destro non si trova in posizione obliqua. Per uno swing ottimale, nel momento in cui la palla lascia la racchetta, la testa dovrebbe essere immobile rispetto alla torsione delle spalle. Gli arti superiori concludono il loro percorso non sopra la spalla destra, bensì all'altezza delle anche con la testa della racchetta che non ha subito una fase di accelerazione importante. È evidente come la testa della racchetta, nel portare il corpo in avanti, ricada in direzione del terreno di gioco mentre le spalle non si trovano parallele alla linea di fondo.

Una delle domande più contemplate tra gli allenatori di tennis è se una delle due tecniche sia superiore all'altra. Da un punto di vista scientifico, nessuno studio ha fornito una risposta chiara. Ciò può essere spiegato, almeno in parte, delle difficoltà associate allo stesso giocatore che padroneggia entrambe le tecniche logicamente a causa del loro coordinamento piuttosto disparato. Studi suggeriscono che sia la velocità della racchetta o della palla che la precisione del colpo non dovrebbero pregiudicare qualsiasi scelta riguardo a quale rovescio utilizzare; piuttosto altri fattori devono essere presi in considerazione.

## Cinetica dell'arto inferiore e dell'anca

Il ruolo degli arti inferiori nei due rovesci illustra ulteriormente le loro diverse strategie di coordinamento. Sebbene la rotazione dell'anca sia la prima rotazione segmentale per entrambe le tecniche, studi hanno osservato una differenza significativa nei momenti di articolazione dell'anca tra le due tecniche tra l'inizio della rotazione in avanti del bacino e l'inizio del movimento in avanti della racchetta. Un grande momento di adduzione dell'articolazione dell'anca si crea sulla gamba anteriore nel rovescio a una mano, mentre un grande momento di estensione dell'articolazione dell'anca si crea sulla gamba posteriore nel rovescio a due mani.

La maggior parte degli studi ha dimostrato differenze significative nella cinematica angolare tra il rovescio ad una mano e il rovescio bimanuale durante la fase di accelerazione. Gli angoli di rotazione dell'allineamento della spalla e dell'anca sono relativamente più pronunciati durante la fase di accelerazione del rovescio bimanuale. Inoltre, nel rovescio ad una mano si genera un angolo di rotazione assiale significativamente più piccolo della spalla contro il bacino (angolo di separazione) e quello del bacino contro i piedi durante la fase di accelerazione. Pertanto è evidente che rovescio bimanuale e a una mano implicano strategie diverse per sviluppare la velocità della racchetta orizzontale all'impatto. Infatti, il colpo bimanuale si basa in misura relativamente maggiore sulla rotazione del tronco. Invece il rovescio ad una mano fa lo stesso con le rotazioni delle articolazioni degli arti superiori del braccio colpendo. È necessaria una tecnica adeguata sia per le prestazioni che per la prevenzione degli infortuni. I movimenti impropri nel rovescio a una mano rappresentano circa il

90% delle lesioni del gomito del tennista. E' stata osservata una maggiore incidenza del gomito del tennista quando il rovescio ad una mano viene eseguito con un polso flesso invece di un polso che si sposta ulteriormente in estensione per neutralizzare la forza applicata dalla palla nell'istante dell'impatto. Gli impatti fuori centro sotto l'asse longitudinale della racchetta possono essere un fattore che contribuisce in modo sostanziale alle lesioni del gomito del tennista con una stretta aderenza che aggrava l'effetto a causa dell'eccentrica coppia di estensione del polso e della flessione forzata del polso (le dimensioni della presa sono correlate al carico del tendine estensore del polso). La spalla è particolarmente incline a lesioni perché deve massimizzare accelerare e decelerare il braccio mantenendo un controllo preciso la racchetta al colpo di palla. La spalla è la parte più colpita come nel servizio con incidenza tra il 25 e il 45,7%.

### *Conclusione e raccomandazioni*

In relazione al progetto elaborato, si evince che la video analisi deriva dalla biomeccanica, ed è quindi una scienza precisa. Questa scienza dimostra che un gesto tecnico, per essere perfetto, non può prescindere da alcuni passaggi (che sono appunto alla base della video analisi). Una volta che il gesto tecnico è eseguito correttamente, la palla viene colpita al massimo della forza e l'atleta può esprimere al meglio le sue capacità diminuendo la probabilità di infortuni. La video-analisi, o più precisamente la ripresa a rallentatore di un video, permette infatti di "catturare" l'essenza di ogni gesto tecnico per poterla analizzare con i concetti della biomeccanica. Le riprese in slow motion hanno dimostrato infatti che modelli di prestazione completamente diversi tra loro nell'esecuzione, in realtà hanno in comune diversi momenti e gestualità. Grazie a questo progetto di video analisi si sono riscontrati risultati positivi dal punto di vista dell'utilità, dell'efficacia e dell'applicabilità di questo metodo nell'ambito del tennis, infatti si è avuto un costante riscontro diretto sul campo. Entrando poi nel dettaglio dell'esecuzione dei colpi base del tennis, tramite l'osservazione della biomeccanica e la cinematica dei segmenti corporei, si sono ottenute importanti indicazioni di carattere pratico. Una di queste è il ruolo fondamentale della rotazione interna di braccio e spalla nel servizio e nel diritto. È stato rilevato, sia nel diritto che nel rovescio, il ruolo fondamentale del momento estensivo prodotto dall'anca della gamba posteriore e dalle rotazioni del bacino. Ne consegue che l'impatto con la pallina, dunque, rappresenta la fase terminale di una complessa strategia motoria in cui arti inferiori e bacino supportano in modo determinante l'azione di tronco ed arti superiori, ma con enormi stress di quel tratto interessato. Concludendo, questo progetto dimostra che la video analisi è uno strumento utile a compiere il movimento in maniera ottimale. Questo permette all'atleta di colpire la pallina al massimo della forza con il minor rischio di infortuni. Tuttavia non tutti i migliori atleti, sia maschili che femminili, si avvalgono di questo strumento, nonostante la video analisi possa aiutarli a migliorare i loro gesti che, nonostante siano vincenti, sono perfezionabili. L'acquisizione dei gesti è largamente basata sulla funzione visiva, infatti, fin

da piccoli, si fa un enorme uso di apprendimento imitativo osservando le azioni ed i comportamenti degli adulti. Dunque, un tecnico o un allenatore può avvalersi della video analisi, laddove sia possibile, per allenare un bambino che gioca a tennis e migliorarne la postura nonché l'assetto dei colpi, mostrando all'allievo la tecnica perfetta di un campione.

## **Bibliografia**

**Hatfield F.C. Power a scientific approach, Contemporary books publish, New York, (1989)**

**Mariniello S.(2011)La videoanalisi,metodo di valutazione del movimento. Università degli studi di Parma**

**Principles of Biomechanics & Motion Analysis - Iwan W. Griffiths –**

**Reid M., Elliot B., Anderson J., Shoulder joint loading in the high performance flat and kick tennis serves, (2007)**

**Stignani, S. (2013). Analisi della dinamica nel gesto sportivo della battuta nel tennis. Università di Bologna .**