



**Coni Servizi**

Scuola dello Sport

# ***13° Corso Nazionale CONI per Tecnici di Quarto Livello Europeo***

>>>>>> ANNO 2013 >>>>>>

“

**Project Work**

---

**Colpi d'attacco (risolutivi)  
nello sport del Badminton**

”

✎ Autore: Csaba Hamza

Supervisore: Dario Dalla Vedova

***Roma, 3 dicembre 2013***



## Abstract

Introduzione. Il gioco del badminton è uno degli sport più popolari del mondo tra persone di varie età e la sua pratica è in costante aumento. È considerato il più veloce tra gli sport di racchetta poiché la velocità del volano può raggiungere e addirittura superare i 260 km/h. È, inoltre, sport Olimpico dalle Olimpiadi di Barcellona del 1992. Proprio per queste caratteristiche, il raggiungimento del successo ad alto livello, richiede una perfetta commistione tra: il talento dell'atleta, un buon allenatore, un appropriato equipaggiamento e una perfetta conoscenza di quegli aspetti riguardanti la scienza dello sport pertinenti alla prestazione. In particolar modo la biomeccanica di un gesto atletico è un'area fondamentale per il miglioramento tecnico dell'atleta poiché tutti i colpi che possono essere eseguiti durante una partita hanno una struttura meccanica fondamentale. Proprio per questo motivo per ottenere il successo in una competizione di alto livello è necessario eseguire e portare a termine un buon numero di colpi d'attacco risolutivi.

Scopo del Project Work. Al fine di ottenere un costante miglioramento tecnico in questo sport è stata eseguita una *review* della letteratura scientifica riguardante il ruolo della biomeccanica e della scienza dello sport sui colpi d'attacco (risolutivi) nello sport del badminton.

Materiali e metodi. Attraverso una ricerca bibliografica della letteratura scientifica su PubMed, sono stati analizzati e scaricati articoli scientifici su riviste impattate riguardanti la biomeccanica dei principali colpi risolutivi utilizzati nel badminton.

Risultati. All'interno dei numerosi colpi che sono utilizzati da un giocatore durante una partita di badminton, è stato visto che lo *smash* è il colpo più importante al fine di risolvere a proprio favore uno scambio di gioco. Sarà quindi presentato una precisa analisi di questo colpo sia da un punto di vista tecnico che biomeccanico.

Conclusioni. Con la promozione del badminton a sport Olimpico nel 1992 è aumentata in modo significativo il numero di praticanti e di conseguenza il livello delle competizioni. È stato quindi necessario attuare delle strategie differenti per portare a proprio vantaggio l'esito di un match. Il risultato principale trovato di questo *project work* con l'analisi della letteratura scientifica è che lo *smash* è il colpo principale all'interno dei colpi risolutivi. Sono stati quindi discussi e analizzati i mezzi per allenarlo al meglio e per ridurre il rischio d'infortuni durante l'esecuzione di questo colpo.

## **RINGRAZIAMENTI**

Per la realizzazione di questo Project Work devo in primo luogo ringraziare la Federazione Italiana Badminton, la Scuola dello Sport e l'Istituto di medicina e Scienza dello Sport del CONI per avermi dato la possibilità di partecipare al Corso Nazionale CONI per Tecnici di IV livello Europeo. In secondo luogo vorrei ringraziare tutti i colleghi allenatori con i quali ho avuto il piacere di lavorare durante la mia carriera di Allenatore della Squadra Nazionale Seniores della F.I.Ba., in particolare il dott. Lorenzo Pugliese, preparatore atletico della stessa Squadra Nazionale di Badminton per i preziosi consigli nell'ambito della scienza dello sport.

Infine, un ringraziamento sentito al dott. Dario dalla Vedova per la costante disponibilità per avermi aiutato a portare a termine questo lavoro.

# SOMMARIO

<b>ABSTRACT IN ITALIANO</b> .....	Pagina 2
<b>RINGRAZIAMENTI</b> .....	Pagina 3
<b>SOMMARIO</b> .....	Pagina 4
<b>CAPITOLO 1: Il gioco del badminton</b>	
<b>1.1 Il badminton</b> .....	Pagina 6
<b>1.2 La storia del badminton</b> .....	Pagina 7
<b>1.3 Il badminton in Italia</b> .....	Pagina 8
<b>1.4 Le regole</b> .....	Pagina 9
1.3.1 Le dimensioni del campo	
1.3.2 Il sistema di servizio e di punteggio	
<b>1.5 I colpi principali nel badminton</b> .....	Pagina 11
<b>1.6 Il modello fisiologico del badminton</b> .....	Pagina 12
<b>1.7 La <i>match analysis</i> del badminton</b> .....	Pagina 14
<b>1.8 Scopo del Project Work</b> .....	Pagina 14
<b>CAPITOLO 2: I principi della biomeccanica applicata al badminton</b>	
<b>2.1 Storia dello studio della biomeccanica applicata al badminton</b> .....	Pagina 16
<b>2.2 Il ciclo di allungamento-accorciamento</b> .....	Pagina 17
<b>2.3 La catena cinetica</b> .....	Pagina 18
<b>2.4 Variabilità nella produzione di colpi</b> .....	Pagina 18
<b>2.5 Protocolli di analisi biomeccanica dei colpi del badminton</b> .....	Pagina 19
<b>2.6 Progettazione delle attrezzature</b> .....	Pagina 19
<b>CAPITOLO 3: Lo smash come colpo risolutivo nel badminton</b>	
<b>3.1 La biomeccanica dello smash</b> .....	Pagina 20
<b>3.2 Analisi elettromiografica dello smash</b> .....	Pagina 24
<b>3.3 La valutazione della performance nello smash</b> .....	Pagina 26
<b>3.4 Consigli biomeccanici per l'esecuzione dello smash</b> .....	Pagina 27

**3.5 Consigli per l'allenamento sul campo nello smash.....**Pagina 28

**CAPITOLO 4:** Rischio di infortuni durante lo smash

**4.1 Gli infortuni alla spalla.....**Pagina 30

**4.2 Prevenzione degli infortuni alla spalla.....**Pagina 31

**CAPITOLO 5:** Conclusioni.....Pagina 33

**BIBLIOGRAFIA.....**Pagina 34

# CAPITOLO 1

## Il gioco del badminton

### 1.1 Il Badminton

Il badminton è lo sport più popolare del mondo ed è il più veloce tra gli sport di racchetta. La velocità del volano, infatti, può raggiungere e superare i 260 km/h (Lee et al., 2005). Può essere giocato sia in singolo sia in coppia (doppio), su un campo rettangolare, dove i due giocatori sono divisi da una rete. Si ottengono punti colpendo il volano con la racchetta in modo che passi sopra la rete e atterri nella metà campo avversaria. Ovviamente, ogni giocatore può colpire il volano una sola volta prima che superi la rete. Uno scambio di gioco termina una volta che il volano ha colpito il pavimento o se è chiamato un fallo, il quale può essere confermato o dall'arbitro o dal giudice di servizio.



**Figura 1.** Il volano

L'oggetto che è colpito con le racchette durante una competizione è il volano che è formato da una mezza sfera di sughero o di materia analoga, sulla quale è infissa, lungo il diametro, una corona di penne. Questa particolare conformazione gli conferisce delle proprietà aerodinamiche tali da volare in modo diverso rispetto alle comuni palle utilizzate nella maggior parte degli sport di racchetta. Infatti, le penne creano un'alta resistenza nell'aria, permettendo al volano di decelerare più rapidamente di una palla.

Al contrario hanno una velocità di punta molto più alta rispetto agli altri sport di racchetta (in alcuni colpi può essere anche superiore ai 260 km/h). Siccome il volano è molto influenzato dal vento, le competizioni ufficiali devono essere giocate al chiuso.

Il badminton è uno sport Olimpico dai Giochi Olimpici di Barcellona del 1992, dopo essere stato sport dimostrativo alle Olimpiadi di Seoul del 1998. Esso è giocato tramite

cinque eventi: singolo maschile e femminile, doppio maschile e femminile e doppio misto.

Ad alto livello questo sport richiede un'eccellente forza fisica. Ai giocatori, infatti, è richiesto di avere un'elevata resistenza aerobica, ottime doti di agilità e forza esplosiva, velocità e precisione. È, inoltre, uno sport molto tecnico in cui sono richieste ottime doti coordinative con l'obiettivo di eseguire raffinati movimenti con la racchetta (Grice 2008).

## 1.2 La storia del badminton

Le origini del badminton possono essere ricondotte a metà del 1800 nell'India britannica, dove è stato creato da ufficiali militari britannici di stanza lì (Guillain 2004). Questo gioco è stato poi portato in Inghilterra dagli ufficiali in pensione, dove poi si è sviluppato con regole proprie. Il nome di questo gioco è stato dato dalla *Badminton House* di proprietà del duca di Beaufort in Gloucestershire, ma a oggi non è ancora chiara quando e perché è stato adottato questo nome.

Pubblicazioni riguardanti il badminton risalgono già al 1860, tramite Isaac Spratt, un commerciante di giocattoli di Londra, che ha pubblicato un opuscolo dal titolo "Badminton Battledore" (Adams, 1980). In seguito, nel 1863 la rivista *Cornhill* descrive il badminton come "un gioco di racchetta e volano con i contendenti divisi da una stringa sospesa a cinque piedi da terra". Un'ulteriore fonte cita che nel 1877 a Karachi (India Inglese) è stato fatto il primo tentativo di formare un insieme di regole (Downey & Downey, 1982). Il primo club di badminton fu creato a Folkestone dal 1875 dai veterani di ritorno dall'India.



**Figura 2.** Il gioco del volano nell'800.

In seguito il *Bath Badminton Club* standardizzò le regole del gioco e le uniformò per tutto l'impero britannico. J. H. E. Hart elaborò nel 1887 le regole fondamentali e le rivide in seguito grazie all'aiuto di Bagnel Wild nel 1890 (Adams 1980). Nel 1893 la *Badminton Association of England* pubblicò la prima serie di regole di base, simili a quelle adottate oggi nelle competizioni internazionali e lanciò ufficialmente il badminton il 13 settembre dello stesso anno in una palestra chiamata "Dunbar" al Portsmouth. Organizzarono nel 1888 la *All England Open Badminton Championships*, la prima competizione di badminton al mondo.



**Figura 3.** Logo della BWF

L'*International Badminton Federation* (IBF), oggi conosciuta come *Badminton World Federation* (figura 3), fu creata nel 1934 da Canada, Danimarca, Inghilterra, Francia, Paesi Bassi, Irlanda, Nuova Zelanda, Scozia, Galles. Nel 1936 anche l'India si aggiunse come socio fondatore.

Nonostante sia nato in Inghilterra, nei giorni nostri le competizioni maschili in Europa sono tradizionalmente dominate dalla Danimarca. Le nazioni asiatiche, invece, sono quelle che dominano questo sport a livello globale. Cina, Indonesia, Corea del Sud, Malesia insieme alla Danimarca, sono tra le nazioni che hanno costantemente prodotto giocatori di classe mondiale negli ultimi decenni.

### **1.3 Il badminton in Italia**

Già nel 1911 Guido Gozzano, nella poesia *L'amica di Nonna Speranza*, descriveva un volano che "troppo respinto all'assalto, non più ridiscese dall'alto dei rami d'un ippocastano!". Si trattava però del gioco di fanciulle che allietava le giornate estive della buona borghesia del Nord. Per le prime tracce del badminton bisogna attendere gli anni Quaranta e Cinquanta, quando venne praticato in situazioni diverse e senza alcun contatto fra loro, a volte come training per campioni del tennis (per es., Fausto Gardini), oppure come attività ricreativa e formativa (Scuola militare di educazione fisica di Orvieto). Dal 1960 al 1966 un appassionato cultore degli sport anglosassoni, Raimondo Simonetti di Padova, frequentò i tornei internazionali e costituì, praticamente da solo, un'Associazione Italiana Badminton, pagando regolarmente l'affiliazione all'IBF. Contemporaneamente il badminton mise radici in Alto Adige, dove si cominciò a giocare a livello agonistico e fu fondata la sezione badminton dello Sport Club Merano.

Circa nello stesso periodo sorse il club SVV (Sport Verein Villno) Bolzano. Queste due formazioni parteciparono ai campionati del Tirolo austriaco fino al 1974, quando entrò in scena un vecchio pioniere dello sport italiano, Aurelio Chiappero, già promotore della pallamano, che nel giro di due anni riuscì a costituire un'associazione nazionale riconosciuta dal CONI. Il 24 aprile 1976, presso il Centro sportivo dell'Aeronautica militare di Roma, nacque l'Associazione italiana badminton (AIB), di cui lo stesso Chiappero fu il primo commissario. Il 17 marzo 1977 l'AIB inglobò lo squash e assunse la denominazione di Associazione italiana badminton e squash (AIBS). Nello stesso anno partì l'edizione inaugurale dei Campionati italiani, ospitati a Merano. Nel 1978 i Campionati europei a Preston in Inghilterra misero a nudo il ritardo tecnico dei nostri giocatori nei confronti del resto del continente. L'AIBS il 24 marzo 1985 si trasformò in Federazione Italiana Badminton, con la separazione tra badminton e squash. Nasceva così una vera federazione, retta da uno statuto democratico e gestita da un presidente e un consiglio. La FIB varò un programma che, nel tempo, è andato delineandosi su tre fronti: promozione del gioco tra i giovani (Giochi della Gioventù, Trofeo Topolino); organizzazione di manifestazioni a carattere internazionale (Mediterranean Cup); valorizzazione degli atleti di primo piano, ottenuta con l'ausilio di allenatori di scuola cinese e l'impianto di vari centri tecnici federali. I risultati si videro allorché, alla vigilia dei Giochi di Barcellona del 1992, l'azzurra Petra Schott ricevette l'invito a prendere parte al torneo olimpico di singolo. Il rifiuto del CONI a iscrivere la campionessa deluse le aspettative degli appassionati. Dal 31 ottobre 2000 il CONI ha riconosciuto al badminton la qualifica di federazione sportiva nazionale, con la sigla FIBa. Retta dal presidente Rodolfo La Rosa, al 31 dicembre 2002 la FIBa contava 135 società affiliate per un totale di 2850 tesserati, di cui la metà circa agonisti.

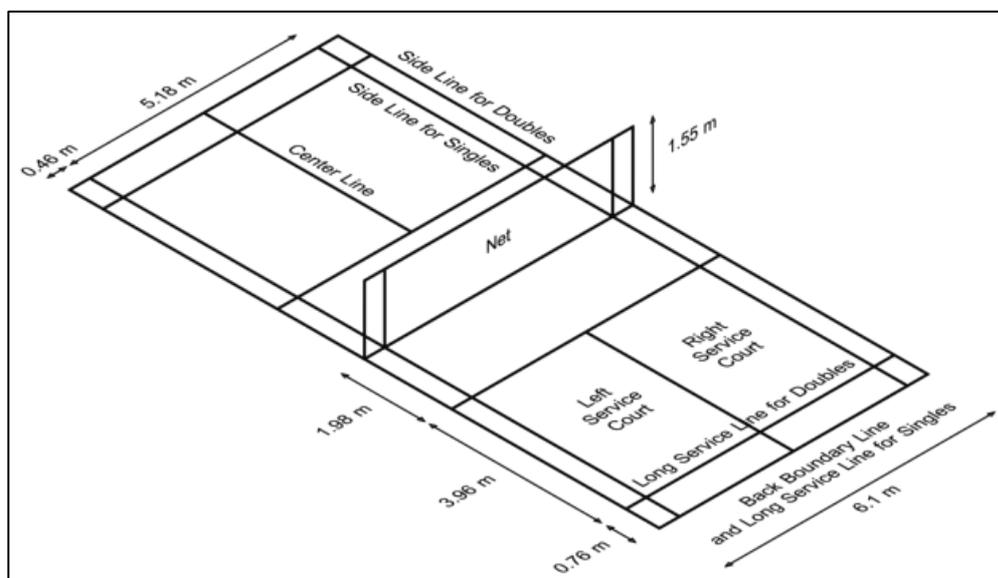
## **1.4 Le regole**

### 1.3.1 Dimensioni del campo

Il campo (figura 3) ha forma rettangolare ed è diviso in due parti da una rete. I campi da badminton sono di solito contrassegnati sia per il singolo sia per il doppio (*Laws of Badminton*. Badminton World Federation). Il campo da doppio è più grande rispetto a quello singolo, ma entrambi sono della stessa lunghezza.

La larghezza totale del campo è di 6.1 metri; nel singolo questa è ridotta a 5.18 metri. La lunghezza totale del campo è di 13.4 metri. Le zone di servizio sono contrassegnate da una linea centrale che divide il campo in larghezza in due, da una linea di servizio a

1.89 metri dalla rete, dal lato esterno e dai confini posteriori. Nel doppio la zona di servizio è anche segnata da una lunga linea a 0,76 metri dal bordo posteriore. La rete ha un'altezza di 1.55 metri ai lati e di 1.524 metri al centro. L'altezza minima del soffitto menzionata dal regolamento è di 12 metri. Nonostante ciò un campo da badminton non è idoneo se il volano ha la possibilità di toccare il soffitto durante lo scambio.



**Figura 4.** Il campo da gioco del badminton.

#### 1.4.2 Sistema di punteggio e di servizio

##### *Servizio*

Ogni *set* è giocato al meglio dei 21 punti, con i giocatori che vincono un punto ogni volta che si vince un *rally* a prescindere da chi aveva il servizio. Un *match* è al meglio dei tre *game*. Alla partenza del *rally*, il server e il ricevitore sono messi diagonalmente opposti nei relativi campi di servizio. Chi serve colpisce il volano in modo che atterri nel campo di servizio del ricevitore. Questo è simile al tennis, senonché durante il servizio il volano deve essere colpito dal basso all'altezza della vita e con la racchetta, rivolta verso il basso. Non è consentito far rimbalzare il volano e i giocatori possono stare all'interno dell'area di servizio. Se chi serve perde il *rally*, la battuta passa immediatamente all'avversario. Nel singolo, il *server* si trova nel campo destro di servizio quando il punteggio è pari e in quello di sinistra quando il punteggio è dispari. Nel doppio, se chi serve vince uno scambio, lo stesso giocatore continua a servire, ma deve obbligatoriamente cambiare campo di servizio in modo da avere sempre un avversario diverso di volta in volta. Se gli avversari vincono il *rally* e il punteggio è

pari, il giocatore in campo destro serve, mentre se è dispari serve chi sta a sinistra. L'ordine di servizio dei giocatori è determinato dalla posizione di partenza del rally precedente, non da dove si trovavano alla fine dello scambio di gioco.

### *Punteggio*

Nel servizio il volano deve passare sopra la linea di servizio nel campo dell'avversario o verrà conteggiato come punto a sfavore di chi serve. Se il punteggio raggiunge il 20 pari il gioco continua fino a quando uno dei due giocatori non guadagna un vantaggio di due punti (ad esempio 24-22), fino ad un massimo di 30 punti (30-29 è un punteggio vincente). Le partite sono giocate al meglio dei tre *games*: un giocatore o una coppia deve vincere due *games* per vincere il *match*. Al primo set di qualsiasi partita di doppio, la coppia può decidere di servire e chi riceve può decidere chi deve rispondere. Il cambio di posizione all'interno del campo cambia con l'inizio del secondo gioco. Se la partita raggiunge il terzo set, i giocatori cambiano posizioni sia all'inizio del gioco sia al raggiungimento degli 11 punti.

Nel caso un arbitro chiami un *let*, lo scambio viene fermato e riprodotto con nessun cambiamento di punteggio. I *lets* possono verificarsi a causa di qualche disturbo inaspettato oppure quando chi riceve durante il servizio non è pronto. Se però quest'ultimo tenta di ribattere il volano lo scambio verrà ritenuto valido.

## **1.5 I colpi principali nel badminton**

Le modalità per tenere correttamente in mano la racchetta sono due: di dritto o di rovescio. Le traiettorie situate sulla destra rispetto al corpo richiedono colpi con l'impugnatura dritta, quelle sulla sinistra comportano l'impugnatura e il colpo di rovescio; per i mancini avviene ovviamente il contrario. Esistono quattro modalità di base per impattare il volano: *underhand stroke* (sottomano); *overhead stroke* (sopra la testa); *sidearm stroke* (laterale); *net play* (sottorete). Si possono portare sia sottomano sia sopra la testa il *clear* (un colpo alto e lungo, diretto verso la linea di fondo) e il *drop* (tiro corto, appena dietro la rete del campo avversario). Ci sono poi due colpi speciali eseguiti da sopra la testa: nel *head stroke* il volano viene intercettato di dritto con un movimento della racchetta e dei passi (gambe 'a forbice') diversi rispetto *all'overhead*; nello *high backhand stroke*, considerato uno dei colpi a più alto coefficiente di difficoltà, il volano è colpito alto di rovescio con la schiena parzialmente rivolta alla rete.

Il servizio (*serve*) può essere eseguito, da regolamento, solo sottomano. Ne esistono due tipi principali: lo *high serve* (traiettoria alta, indirizzata verso il fondo del campo) e il *low serve* (traiettoria bassa, a ricadere appena oltre la rete). Il *flick serve*, usato soprattutto nel doppio, ha una traiettoria tesa verso il fondo del campo. Il *drive serve* parte radente sopra le rete, per indurre in difficoltà l'avversario indirizzandogli il volano in modo che passi velocemente al di sopra del corpo. Nel *backhand serve* il volano è colpito di rovescio, cosa che rende più imprevedibile la traiettoria.

Lo *smash*, cioè la schiacciata violenta, si produce più frequentemente per mezzo della tecnica *overhead*. Può essere completo (*full smash*) o a mezza forza (*half smash*). Il *sidearm stroke*, o *drive*, è un colpo laterale del tutto simile a quello del tennis, con la testa della racchetta che impatta il volano verticalmente rispetto al suolo; anch'esso può essere eseguito di dritto o di rovescio. *Net play* è un termine che racchiude alcuni tipi di colpi portati nella zona compresa tra le due linee di servizio, immediatamente nelle vicinanze della rete. Essi sono: lo *hairpin drop* (giocato da un lato all'altro del campo, con il volano che cade appena al di là della rete); il *push shot* (colpo dolcemente 'spinto' al di là della rete con il piatto della racchetta: il volano punta subito verso il basso); il *net flick* (che si esegue 'coprendo' il volano con la testa della racchetta e poi ruotando il polso in modo da colpire lungo verso la linea di fondo campo); il *net smash* (schiacciata che forza il volano a una rotazione verso il basso: è la miglior risposta a un tiro alto e corto).

La specialità del doppio misto è un evento abbastanza particolare, sia in torneo sia all'interno della normale attività di club. Tradizionalmente è giocato nella formazione offensiva, con la donna davanti e l'uomo dietro. Questo anche perché, a livelli alti di competizione, la velocità e la forza nella schiacciata dell'uomo supera decisamente quella della donna.

## **1.6 Modello Fisiologico del Badminton**

Seppure la diffusione del badminton sia larghissima, gli studi che ne investigano le caratteristiche non sono numerosi. Tuttavia tutti concordano sui risultati ottenuti nello studio delle caratteristiche fisiologiche misurate durante tornei simulati (Faccini & Dal Monte, 1996; Hughes, 1997; Faude et al., 2007) o in competizioni reali (Carlson et al., 1985; Cabello et al., 2003)

Nella Tabella 1 vengono riportati i valori medi, la deviazione standard ed il range della Frequenza Cardiaca registrata durante competizione o torneo simulato.

<b>Autore</b>	<b>%FCmax (bpm)</b>	<b>Range (bpm)</b>
<b>Faccini (1996)</b>	88.0±5.1	68.0 – 92.0
<b>Cabello Manrique (2006)</b>	90.4±2.6	84.2 – 95.2
<b>Faude (2007)</b>	89.0±4.7	78.3 – 99.8

**Tabella 1.** Media, deviazione standard (Dev St) e Range dei valori di FC (% della  $FC_{max}$ ) durante torneo, in diversi Autori.

Risultati concordi si hanno anche per quanto riguarda il consumo di Ossigeno ( $\dot{V}O_2$ ) misurato direttamente con il metabolimetro durante competizione:  $39.6 \pm 5.7 \text{ mlO}_2 \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$  che rappresenta il 73.3% del  $\dot{V}O_2$  massimo ( $\dot{V}O_{2max}$ ) per gli atleti del lavoro di Faude (2007) e valori pari all'82 ± 4.2 % del  $\dot{V}O_{2max}$  per quelli di Faccini (1996), con un range che va dal 68 al 92 % di  $FC_{max}$ .

Lo studio della concentrazione del lattato ematico è una delle variabili di maggiore importanza per lo studio del metabolismo energetico e dalla quale si ottiene energia per un'attività fisica di tipo aerobico-anaerobico alternato, come il caso del badminton. L'analisi della concentrazione di lattato ematico durante una gara di badminton risulta molto complicata a causa della impossibilità di realizzare una misurazione diretta in qualsiasi momento della gara o per esempio dopo una sequenza di azioni di elevata intensità e certa durata. Il prelievo di sangue è limitato ai momenti di recupero che sono stabiliti dal regolamento di gioco. Gli studi realizzati durante le competizioni mostrano nella maggior parte dei casi che i valori di lattatemia non superano le 5 millimoli/litro (mM/L). Valori simili sono stati osservati da Ghosh et al. (1993) in giovani di 13-14 anni, di massimo livello per il loro paese, ed in alcuni casi di giocatori spagnoli ed italiani 5,8.

Nonostante ciò, questi valori sono risultati inferiori a quelli misurati in alcuni atleti di massimo livello, pari a 7.1 mM. In studi effettuati durante tornei simulati, si sono ottenuti valori più alti di lattato con media pari a 6.2 mM.

### **1.7 La Match Analysis nel Badminton**

Il badminton è un'attività sportiva caratterizzata da scambi di bassa durata a moderata ed alta intensità, intervallati da periodi di recupero, come avviene in altri sport con caratteristiche similari come il tennis, lo squash e la pallavolo (Cabello et al., 1999).

Seppure le variazioni del sistema di punteggio hanno modificato sensibilmente i tempi di recupero, sono presenti pochi lavori, e si riferiscono al momento all'analisi dei tempi di gioco, relativamente al vecchio sistema del cambio-palla. Tuttavia, nelle ricerche effettuate alcuni anni fa (Dal Monte, 1995) per mezzo della analisi video, si verificò che la durata di ogni set era di  $22.1 \pm 2.5$  min, con un tempo effettivo di gioco di  $10.6 \pm 2$  min ed una durata media degli scambi di  $7.4 \pm 1.2$  sec, con fasi di recupero  $17.0 \pm 2$  sec. Risultati simili sono stati ottenuti da Faude (2007) in torneo simulato. I dati erano già stati presentati in parte al Congresso mondiale degli sport di racchetta del 2006 e quindi riferibili probabilmente alle regole del momento, la cui durata degli scambi era di  $5.5 \pm 4.0$  sec e quella di recupero di  $11.4 \pm 6$  sec, e da Cabello Manrique (2003), con durata rispettivamente di 6.4 sec e 12.9 sec.

Assai interessante risulta l'analisi della distribuzione dei tempi di gioco e di recupero, che mostrano proprio che il 90% delle azioni di gioco dura da 0 a 12 secondi e l'80% del recupero dura da 6 a 15 secondi.

Con l'utilizzo della *match analysis* è stato visto che il colpo più efficace per vincere un punto è lo *smash*. Esso tra i colpi risolutivi viene utilizzato per il 53,9% delle volte e proprio per questo motivo questo colpo è anche chiamato *killing shot* (Tong & Hong, 1996).

### **1.8 Scopo del Project Work**

Nonostante il gioco del badminton sia uno sport davvero popolare in persone di età diverse, è molto carente la letteratura scientifica a lui correlato soprattutto nel campo della fisiologia dell'esercizio e nel *coaching*.

Pertanto, dopo aver presentato nei suoi aspetti principali la disciplina del badminton scopo di questo *Project Work* sarà quello di eseguire una *review* della letteratura scientifica col fine di capire il ruolo della biomeccanica e della scienza dello sport sui colpi d'attacco che possono essere risolutivi all'interno di una partita nello sport del badminton. Dall'analisi della letteratura è risultato che lo *smash* è il colpo fondamentale per portare a proprio favore l'esito del match. Sarà quindi effettuata un'analisi dettagliata di questo colpo affinché gli allenatori di questa disciplina possano migliorare le proprie conoscenze trasmettendole poi ai propri atleti sul campo.

## CAPITOLO 2

### Principi della biomeccanica applicata al badminton

#### 2.1 Storia dello studio della biomeccanica applicata al badminton

Il successo nel gioco del badminton è fortemente influenzato dalla tecnica individuale di un singolo giocatore e in questo caso la biomeccanica gioca un ruolo fondamentale con cui sono eseguiti i colpi, i quali hanno tutti una struttura meccanica fondamentale.

Proprio per questo motivo lo sviluppo della tecnica di base di un giocatore in conformità a prove scientifiche accurate permette un approccio individualizzato che può essere strutturato tenendo in considerazione le caratteristiche meccaniche principali di ogni azione, permettendo inoltre di promuovere le abilità personali di un'atleta tenendo conto delle sue caratteristiche fisiche.

A questo riguardo lo studio della biomeccanica dei gesti motori può permettere ad allenatori, giocatori e scienziati dello sport un quadro generale per lo sviluppo della produzione di colpi.

Fino a trent'anni fa la ricerca scientifica relativa al badminton non era molto diffusa, sia da un punto di vista generale sia biomeccanico. Solo delle evidenze ipotetiche erano rese disponibili e riguardavano soltanto i “colpi veloci” utilizzati durante le partite come ad esempio il *clear* e lo *smash*.

In passato i giocatori di badminton così come i loro allenatori si concentravano maggiormente su com'erano eseguiti i colpi di potenza, ma nessuno aveva avuto il beneficio di utilizzare telecamere ad alta velocità o altri strumenti scientifici per rilevare i singoli dettagli delle prestazioni.

Un primo esempio di utilizzo dell'analisi della biomeccanica nel badminton fu utilizzato nei primi anni del 1960 da Waddell, il quale ipotizzò come la pronazione e la supinazione del braccio sulla racchetta, potesse essere utile per generare colpi di potenza efficaci. Egli basò le sue teorie sull'analisi dei colpi di potenza eseguendo numerose fotografie statiche dei giocatori durante i colpi di potenza. Dall'analisi di queste fotografie emerse chiaramente che “lo scatto del polso” non era rilevante nelle *performances* di questi colpi. Più tardi Poole, nel 1969, affermò che tutti i colpi utilizzati durante una partita di badminton è realizzata attraverso una rotazione dell'avambraccio piuttosto utilizzando “lo scatto del polso”.

In seguito, negli anni '70, furono introdotte nello studio del gioco del badminton cineprese ad alta velocità che permettevano di filmare fino a 64 fotogrammi al secondo (fps), che hanno permesso di effettuare un'analisi qualitativa del *clear* e dello *smash*.

I primi studi approfonditi di biomeccanica applicata al badminton sono stati eseguiti da Gowitzke e Waddell nel 1977 e i risultati ottenute da queste sperimentazioni sono stati esposti in concomitanza con i campionati mondiali di badminton in Svezia.

L'analisi cinematica dei colpi di potenza del badminton sono stati l'obiettivo principale di questi studi e i risultati ottenuti contraddicevano quello che era riportato nei libri adottato all'epoca, compresi i manuali dei vari organismi sportivi. Una stima del contributo apportato dell'articolazione alla velocità del volano durante lo *smash* è attribuita per il 53% dalla rotazione della spalla e dalla produzione radio-ulnare.

Nel corso degli anni, Gowitzke & Waddell (1979, 1980, 1986, 1989, 1990, 1991) hanno sottomesso una serie di pubblicazioni che hanno investigato da un punto di vista biomeccanico i colpi di dritto, rovescio, *clear* e *smash*. Hanno approfondito, inoltre, ulteriori aspetti come la capacità di reazione, il movimento di un giocatore all'interno del campo di gioco e le misure fisiologiche dei giocatori di badminton.

In contemporanea, Sakurai et al. (1989) ha studiato i colpi di taglio e *drop*, fornendo forse il primo tentativo di eseguire un'analisi tridimensionale di alcuni dei colpi utilizzati nel badminton. I loro risultati hanno rilevato l'importanza della pronazione radio-ulnare, l'estensione del gomito e la deviazione ulnare del polso nei colpi di taglio.

In seguito nel 1993, Lee, ha dimostrato come gli *jump smashes* siano in grado di produrre una velocità angolare della testa della racchetta rispetto a quelli eseguiti senza saltare.

Nel 1995 uno studio effettuato da Tang et al., ha fornito un'analisi cinematografica tridimensionale dello *smash* di dritto concentrandosi sull'avambraccio e la mano, mentre Luhtanan (1996) ha ulteriormente esplorato i concetti che si riferiscono al colpo *clear* in giocatori di badminton della categoria juniores. Tsai e Chang (1998) hanno ulteriormente lo *smash* e lo *jump smash* di giocatori di basso livello ed élite, i quali hanno espresso una velocità angolare maggiore del gomito.

## **2.2 Ciclo di allungamento-accorciamento**

Durante il ciclo di stiramento accorciamento, l'energia elastica immagazzinata durante la fase eccentrica (allungamento), è parzialmente recuperata e in questo modo la fase concentrica è migliorata (accorciamento). Questo concetto è supportato inoltre dal fatto

che l'azione concentrica inizia con i muscoli appropriati sotto una tensione maggiore rispetto a quella che si svilupperebbe se si dovessero contrarre concentricamente partendo da uno stato di totale riposo.

Walshe nel 1998 ha dimostrato che questi due fattori sono fondamentali per il successo in sport come il tennis ed il badminton.

La chiave per il recupero dell'energia elastica è il *timing* necessario tra l'allungamento e l'accorciamento durante il gesto atletico. Il vantaggio che avviene grazie a questa energia immagazzinata viene infatti ridotto se si verifica un ritardo tra queste due fasi del movimento.

### **2.3 La catena cinetica**

Esistono generalmente due strategie per coordinare i segmenti corporei nel gioco del badminton. In colpi dove la richiesta di potenza è molto elevata (ad esempio nello *smash*) il numero di segmenti corporei deve essere coordinato in modo tale da generare un'elevata velocità della racchetta al momento dell'impatto. In colpi dove viene richiesta un'alta precisione il numero dei segmenti corporei è ridotto ed essi lavorano più come un'unità.

Colpi efficienti, con massime prestazioni e minimo rischio di lesioni richiedono l'attivazione ottimale di tutti gli anelli della catena cinetica (Kibler, 2004). Il rischio di infortuni è spesso associato ad alterazioni del flusso di energia attraverso i vari segmenti. Se uno dei segmenti viene rimosso dalla catena cinetica ci sarà un aumento della tensione sugli altri per rimediare a questa perdita e ciò può comportare a un sovraccarico a livello tissutale.

### **2.4 Variabilità nella produzione di colpi**

Knudson nel 1990 ha dimostrato che determinati aspetti nella produzione dei colpi nei giocatori di alto livello sono variabili, mentre altri aspetti possono essere ripetibili. Ad esempio la posizione angolare di polso e gomito può essere un fattore ripetibile in alcuni colpi. Tuttavia questo fattore può essere influenzato da velocità angolari e accelerazioni che possono interessare le stesse articolazioni, che, a parità di risultato finale è ottenuto attraverso varietà diversi di strategie di movimento.

Proprio per questo motivo allenatori di atleti di alto livello dovrebbero proporre esercitazioni variabili al fine di far produrre una varietà di colpi d'attacco che tengano conto anche del ritmo, della rotazione, della direzione e dell'altezza d'impatto del

volano, in modo da sviluppare una varietà di temporizzazioni neuromotorie al fine di raggiungere infinite combinazioni di velocità della racchetta, di traiettorie e d'impatto che possono essere quindi associate a un colpo vincente.

## **2.5 Protocolli di analisi biomeccanica nei colpi del badminton**

L'analisi tecnica di un colpo deve essere un continuum tra analisi soggettive (qualitative) e più obiettive (quantitative). Ricerche in ambito scientifico mostrano che una visione globale di un'analisi soggettiva tecnica, che è la procedura generalmente utilizzata dagli allenatori, è necessaria se le prestazioni sono da ottimizzare (Elliot, 2005). Qualsiasi processo efficace deve, quindi, valutare il movimento eseguito per identificare i punti di forza e di debolezza in termini di prestazione per identificare il movimento e prescrivere di conseguenza un appropriato programma di allenamento (Knudson, 2002).

Sono stati proposti diversi modelli per eseguire un'analisi tecnica, i quali tuttavia possono essere generalmente divisi in approcci che si concentrano su:

- Analisi dei principi biomeccanici principali: valutazione dell'equilibrio durante la produzione di un colpo, seguito dall'applicazione di forza e inerzia nello sviluppo della velocità della racchetta.
- Identificazione delle variabili strutturali all'interno di un modello deterministico meccanico: il vantaggio di questo di questo approccio è dato dalle relazioni che si possono evidenziare tra le diverse variabili.
- Fattori tecnici chiave: posizione della racchetta, completamento del movimento, impatto del volano.

Indipendentemente dalla procedura utilizzata, i quattro stadi dello sviluppo della tecnica (preparazione, osservazione, intervento e rivalutazione) proposto da biomeccanici con la collaborazione di pedagogisti ha avuto grande influenza sull'analisi dei colpi utilizzati da un giocatore.

## **2.6 Progettazione delle attrezzature**

Non vi è alcun dubbio che le racchette moderne hanno permesso ai giocatori di colpire il volano con una velocità maggiore di quanto non fosse possibile con i modelli precedenti. Racchette più leggere con aree di impatto più grandi e nuovi modelli di corde hanno influenzato in maniera significativa la tecnica personale dei giocatori e sono la ragione principale per una serie di modifiche nella produzione di colpi.

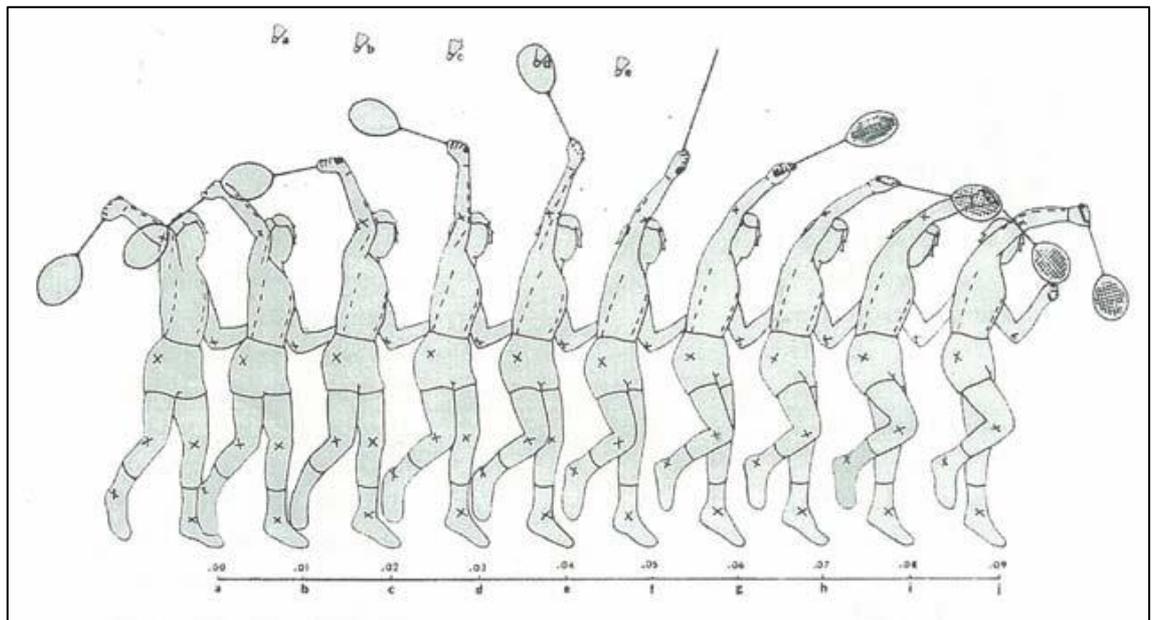
## CAPITOLO 3

### Lo smash come colpo risolutivo nel badminton

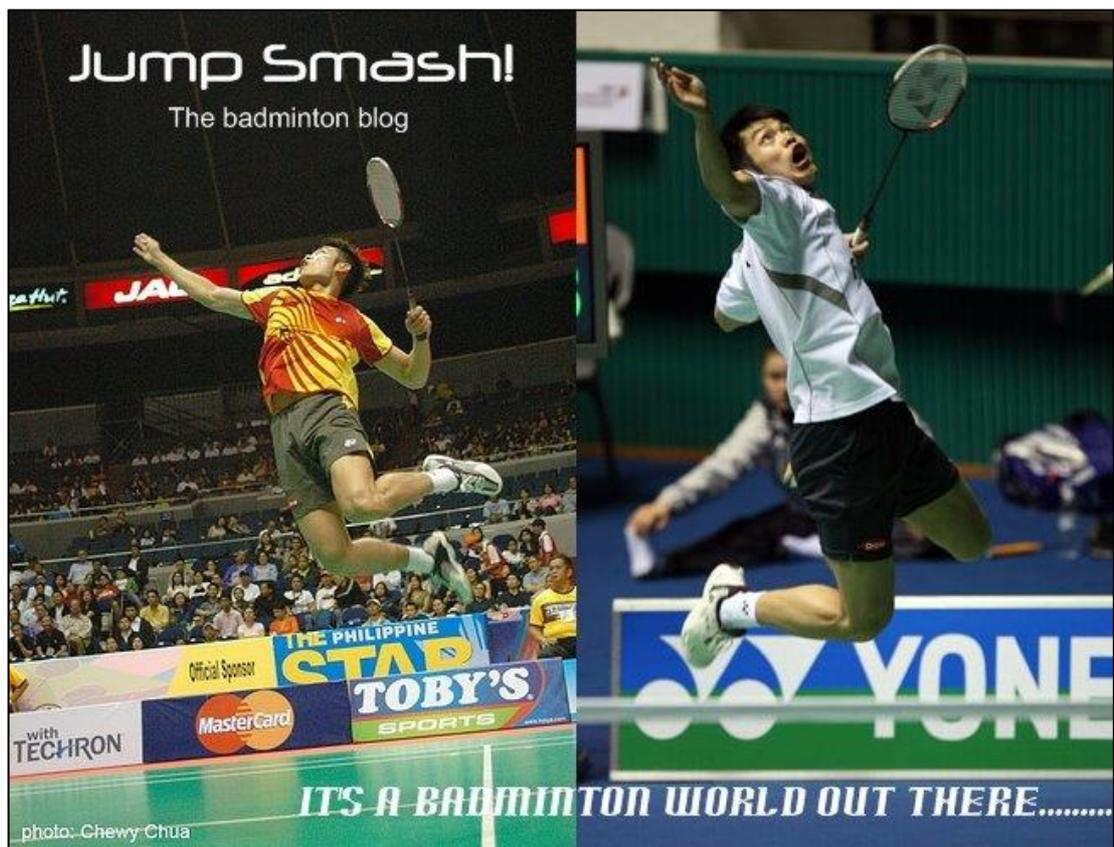
#### 3.1 La biomeccanica dello smash

Lo smash è conosciuto come il colpo più potente del badminton grazie alla sua velocità, alla sua traiettoria ripida, che può consentire a vincere i punti fondamentali durante una partita. Viene anche definito come *killing shot* e rappresenta il 53,9% tra i colpi risolutivi durante una partita (Tong & Hong, 2000).

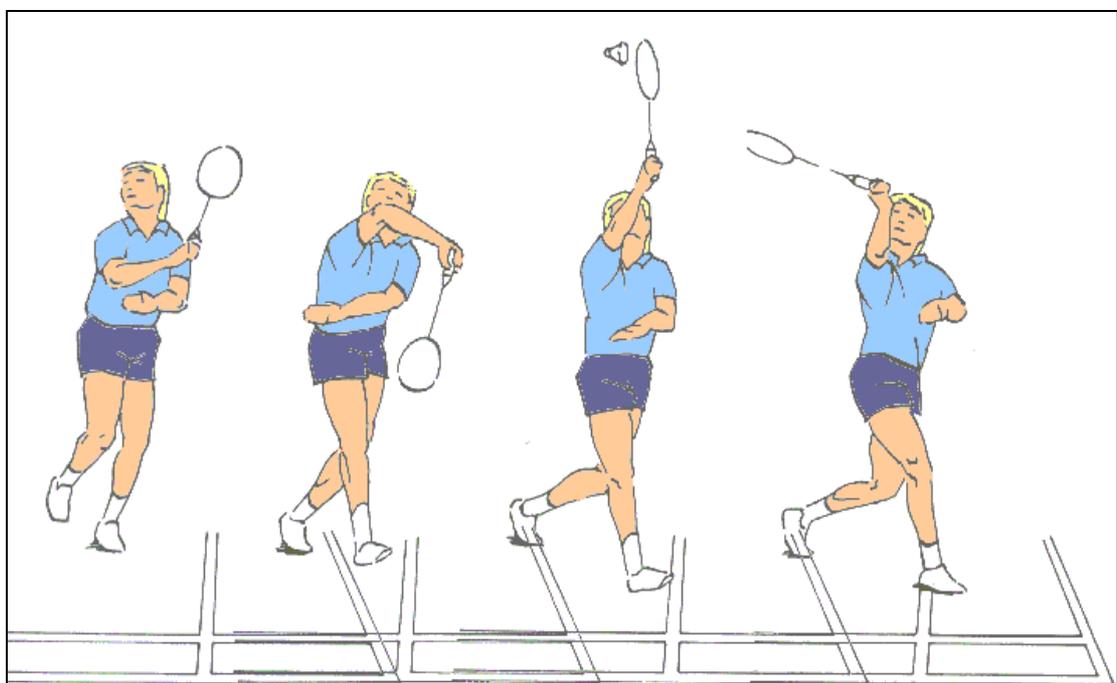
Lo smash è quindi considerato un mezzo fondamentale per ottenere punti per vincere una partita (Sakurai & Ohtsuki, 2000). Esso può essere suddiviso in *Stand Smash*, *Jump Smash* e *Backhand Smash*. Secondo Rambley et al. (2005b), saltare durante l'esecuzione di uno *smash* è una delle tecniche più utilizzate dai migliori giocatori di badminton per aumentare la potenza di questo colpo.



**Figura 5.** Esempio di *stand smash* di dritto.



**Figura 6.** Esempio di *jump smash* di dritto



**Figura 7.** Esempio di *backhand smash* (da Tsai et al., 2006. Modificata).

Quando un giocatore esegue uno *smash*, il modello di movimento del braccio gioca un ruolo importante nell'esecuzione del colpo, attraverso una flessione del gomito con la rotazione mediale dell'omero durante la fase di avanzamento.

L'analisi biomeccanica dello *smash* ha rivelato che durante questa fase vi è una potente rotazione interna del braccio, seguita dalla rotazione interne dell'avambraccio ed infine da una flessione interna della mano.

Abe & Okamoto nel 1989 e Lo & Strark nel 1991 hanno sottolineato che la potenza e la velocità dello smash rendono questo colpo un'arma estremamente potente ed offensiva.

Durante l'esecuzione di uno smash, un giocatore d'élite è avvantaggiato rispetto all'avversario poiché riesce a sfruttare una maggior coppia resistente attraverso i movimenti di rotazione sia della spalla sia dell'articolazione radio-ulnare per produrre la potenza necessaria con un costo minimo di energia. Infatti, dopo i movimenti preliminari che sono utilizzati da un giocatore per portare indietro la racchetta durante la fase di "*wind up*", lo smash verrà iniziato tramite una rotazione dei fianchi e del tronco. Successivamente la racchetta verrà accelerata in avanti utilizzando principalmente ruotando la spalla e la pronazione dell'articolazione radio-ulnare (Gowitzke and Waddell, 1977, 1979). Utilizzare, infatti, il gomito flesso, massimizzerà il contributo della spalla durante l'esecuzione dello *smash*, mentre un angolo marcato tra l'avambraccio e la racchetta aumenterà il contributo della pronazione radio-ulnare.

Con il termine *Power Grip* si vuole indicare l'angolo formato tra la racchetta e l'avambraccio e può essere largo 90° con l'impugnatura ben flesse e raggruppate sulla racchetta. Attraverso questa impugnatura la rotazione dell'articolazione della spalla e di quella radio-ulnare riescono a muovere la testa della racchetta con un'arco ancora più grande di quanto sarebbe possibile utilizzando un'impugnatura tradizionale.

A questo riguardo Seki (1983) ha dimostrato che il movimento della testa della racchetta è più veloce nei giocatori di alto livello rispetto a quelli che militano nelle categorie minori. Gowitzke and Waddell (1979c) hanno pubblicato uno studio biomeccanico dei colpi del badminton in giocatori di livello internazionale, riportando che nello smash di dritto, il movimento di estensione del gomito finisce prima dell'impatto della racchetta con il volano.

Per quanto riguarda la velocità che il volano può raggiungere durante lo *smash* in giocatori d'élite questa può essere superiore ai 68 m/s. Esistono delle differenze tra lo smash effettuato in salto (*jump smash*) e lo *smash* normale possono essere classificate intorno ai 5 m/s. La velocità del volano, l'angolo d'impatto, l'altezza d'impatto,

l'altezza d'impatto sopra la rete sono stati riportati in uno studio compiuto da Jaitner & Gawin nel 2007 (Tabella 2).

	<b>Media±DS</b>	<b>Massimo</b>	<b>Minimo</b>
<b>Velocità (m/s)</b>	65.0±3.3	70.7	59.7
<b>Angolo di battuta (°)</b>	20.3±4.4	26.8	11.1
<b>Altezza d'impatto (m)</b>	2.88±0.09	3.04	2.70
<b>Altezza d'impatto sopra la rete (m)</b>	0.23±0.12	0.64	0.03

**Tabella 2.** Parametri biomeccanici di giocatori uomini di badminton d'elite (da Jaitner & Gawin, 2007. Modificata).

Altre variabili biomeccaniche relative alla cinematica dello *smash* sono:

<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Tempo di contatto:</b> 0.004 s.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Angoli:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Alla spalla: 164 gradi.</li> <li>- al gomito: 194 gradi.</li> <li>- al polso: 166 gradi.</li> </ul> </li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Velocità angolare:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- della spalla: -224 gradi/s.</li> <li>- del gomito: -784 gradi/s.</li> <li>- del polso: -985 gradi/s.</li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Forza:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- della spalla: 448 N.</li> <li>- del gomito: 379 N.</li> <li>- del polso: 234 N.</li> </ul> </li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Momento:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- della spalla: 20 Nm.</li> <li>- del gomito: 17 Nm.</li> <li>- del polso: 44 Nm.</li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Potenza:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- della spalla: -70 Nm/s.</li> <li>- del gomito: -236 Nm/s.</li> <li>- del polso: -752 Nm/s.</li> </ul> </li> </ul>

**Tabella 3.** Variabili biomeccaniche relative alla cinematica dello *smash*.

In uno studio effettuato da Rambley et al. (2005) è stato dimostrato come il polso contribuisca al 26.5% della velocità della testa della racchetta, mentre il gomito conta per il 9.4% e l'articolazione della spalla per il 7.4%. Proprio per questo motivo la velocità della racchetta è correlata significativamente all'accelerazione dopo l'impatto con il volano.

Nell'esecuzione di questo colpo esistono delle differenze nella performance negli atleti di alto livello rispetto a quelli di un livello più basso. Questo è stato dimostrato in uno studio effettuato da Tsai & Chang nel 1998 in cui è stato visto che gli atleti d'elite

riescono ad esprimere più potenza sia nello *stand smash* sia nello *jump smash* rispetto ad atleti di più basso livello. Questo risultato è dato dal fatto che i giocatori di alto livello riescono a effettuare lo *smash* con una velocità angolare della racchetta nettamente più alta. Essi hanno rilevato, inoltre, che durante uno *jump smash* i giocatori d'élite riescono ad effettuare un angolo verso il basso più grande rispetto ai giocatori di basso livello. Nonostante tutte e due le categorie riescono a raggiungere la stessa altezza durante il salto, ma i giocatori d'élite riescono ad essere più efficaci.

### 3.2 Analisi elettromiografica dello smash

L'elettromiogramma dello *smash* mostra un *pattern* caratteristico di attività che si alternano tra una coppia di muscoli antagonisti all'interno dell'arto.

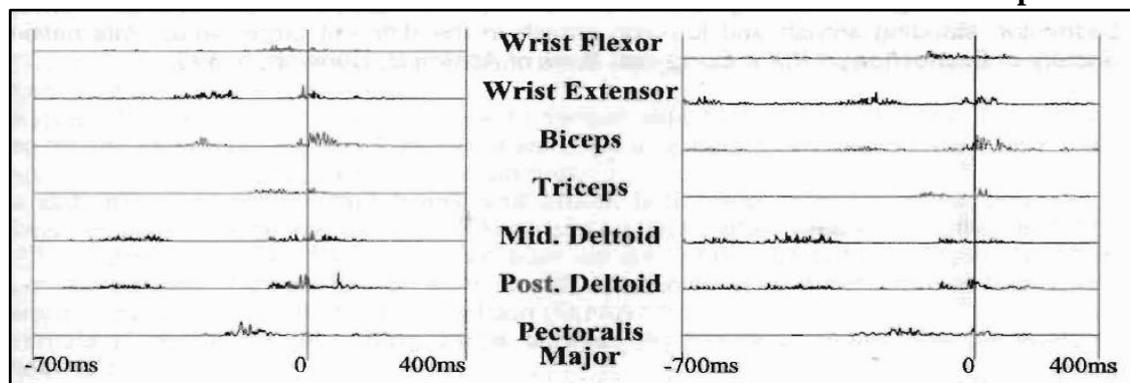
Grazie all'analisi elettromiografica sono stati trovati 3 periodi di latenze che si possono suddividere in:

1. Tempo di scomparsa dell'attività elettromiografica del bicipite e comparsa del tricipite, brachiale.
2. Tempo di scomparsa dell'attività elettromiografica dell'estensore radiale e comparsa dell'estensore ulnare del carpo.
3. Tempo intercorso tra la prima e la seconda comparsa elettromiografica del trapezio.

Inoltre è stato dimostrato che il sequenziamento dell'attività muscolare nei giocatori esperti è molto più veloce nei giocatori di alto livello rispetto a quello di un livello più basso. In uno studio effettuato da Tsai et al. (2005) è stato, inoltre, osservato che esistono alcune differenze tra lo *stand smash* e lo *jump smash* nel segnale elettromiografico (Figura 8).

#### Attività EMG dello Stand Smash

#### Attività EMG dello Jump Smash



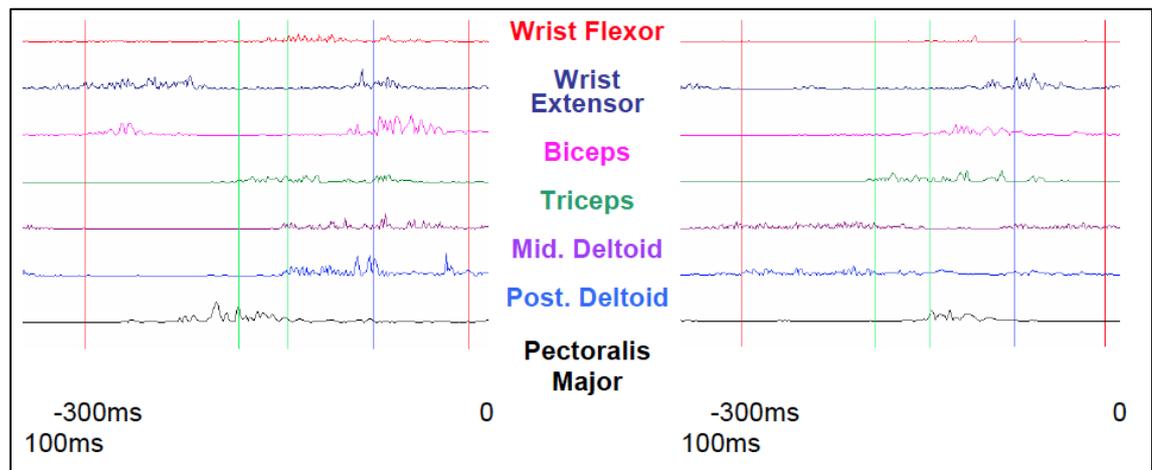
**Figura 8.** Segnale elettromiografico nello *stand smash* e nello *jump smash* negli arti superiori (da Tsai et al., 2005. Modificata).

Dalla figura 4 si può evincere che non ci sono differenze significative nel segnale elettromiografico negli arti superiori durante l'esecuzione dello *stand smash* e nello *jump smash* per quanto riguarda a velocità iniziale del volano. Però la sequenza del segnale elettromiografico mostra delle differenze in alcuni muscoli, poiché anche se il movimento dei sue colpi sembra molto simile, la strategia muscolare non è la stessa. Il muscolo tricipite e i flessori del polso sono, infatti, i muscoli più attivi durante lo smash con una maggiore attività elettromiografica degli antagonisti, dei bicipiti e l'estensore del polso al momento di contatto tra la racchetta e il volano. Gli autori hanno riportato, inoltre, che durante lo *jump smash* ci sia un'attività elettromiografica superiore soprattutto durante la fase precedente il colpo.

Successivamente nel 2006 Tsai et al., hanno osservato che esistono delle differenze nel segnale elettromiografico tra il *forehand smash* e il *backhand smash* (Figura 9).

#### Attività EMG nel Forehand Smash

#### Attività EMG nel Backhand Smash



**Figura 9.** Segnale elettromiografico nel *forehand smash* e nello *backhand smash* negli arti superiori (da Tsai et al., 2006. Modificata).

Gli autori hanno riportato come nel *forehand smash* la velocità di impatto della racchetta con il volano sia significativamente maggiore rispetto al *backhand smash*. Questo potrebbe essere causato dal fatto che l'ampiezza del movimento sia maggiore nel *forehand smash* rispetto al *backhand smash*.

Tang et al., 1993 ha dimostrato che una rapida estensione del gomito immediatamente prima del contatto con il volano è un'importante movimento articolare da effettuare durante lo *smash* di dritto del badminton. Oltre a ciò, i giocatori di alto livello

dimostrano di avere un *pattern* di tempo abbastanza consistente dal momento dell'impatto al picco di ampiezza elettromiografica per ciascun muscolo. Proprio per questo motivo i giocatori più bravi hanno risultati migliori grazie a un picco di forza più alto e un picco elettromiografico più adatto e con un timing corretto rispetto ai giocatori meno bravi. Questo suggerisce che queste caratteristiche nei giocatori di alto livello sono fondamentali per avere un'ottima performance durante lo smash nel badminton.

È stato osservato inoltre che l'alternarsi di fasi di eccitazione e rilassamento del sistema neuromuscolare è migliore nei giocatori di alto livello. Questi risultati sono simili a quelli trovati da Gowitzke and Waddell (1979b,c) i quali utilizzando un'approccio cinematografico hanno riportato che nello smash, l'estensione del movimento del gomito cessa quasi prima dell'impatto e successivamente inizio movimento di flessione. Lo & Stark (1991), hanno suggerito inoltre che i muscoli flessori del polso potrebbero funzionare come stabilizzatori per determinare la direzione dello *smash* e che questi ultimi agiscono in maniera concentrica appena prima del contatto del volano con la racchetta.

Concludendo le caratteristiche dell'attività muscolare per un'ottima performance durante lo *smash* nel badminton si possono riassumere nel seguente modo:

- a. Il bicipite brachiale è attivato nella fase preparatorie e al momento dell'impatto con il volano. Il tricipite brachiale gioca un ruolo importante nel momento dell'applicazione della forza, mostrando la massima ampiezza di segnale elettromiografico poco prima dell'impatto.
- b. Il flessore ulnare del carpo è molto attivo poco prima del momento dell'impatto in modo da imprimere la massima forza al volano. L'estensore radiale del carpo è attivo nella fase preparatoria e intorno al momento di colpire il volano.
- c. Nel tricipite brachiale, nell'estensore radiale del carpo, nel flessore ulnare del carpo e trapezio, l'ampiezza del picco elettromiografico appare come una costante di tempo poco prima del momento dell'impatto della racchetta con il volano.

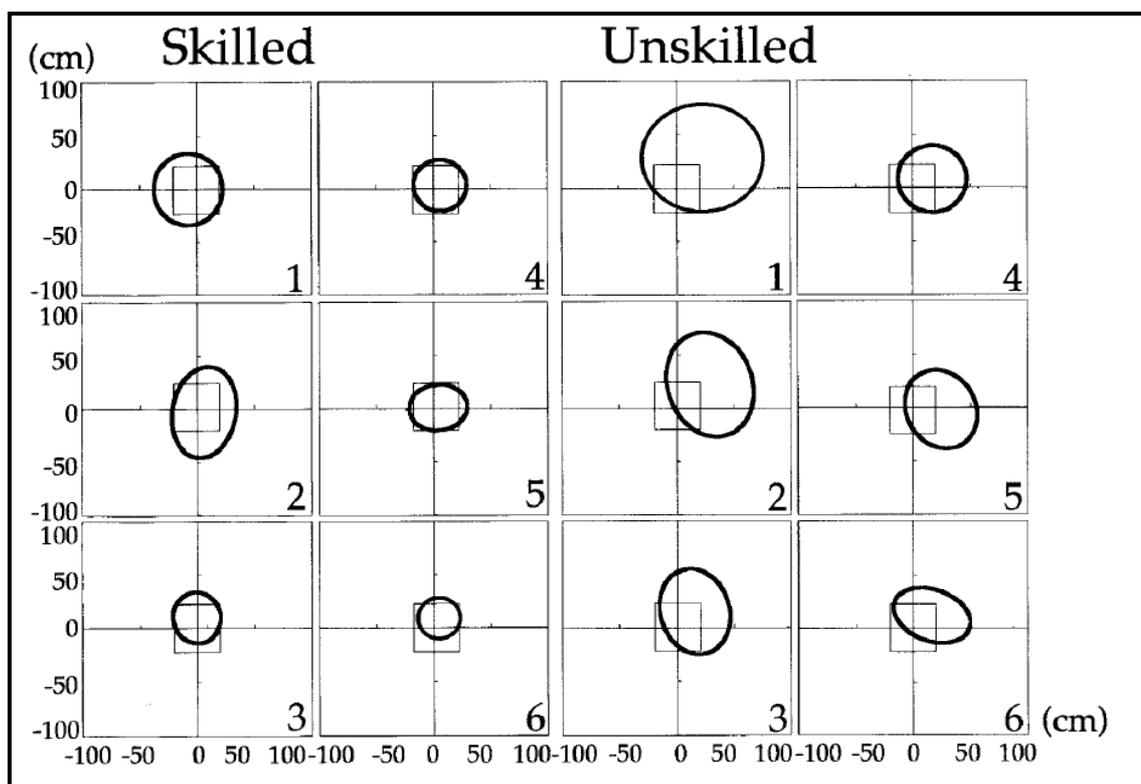
### **3.3 La valutazione della performance nello smash**

Giocatori di alto livello hanno un'alta riproducibilità e precisione dello *smash*.

Questo è stato dimostrato tramite uno studio condotto da Sakurai & Ohtshki (2000) i quali, facendo eseguire numerosi colpi di smash ad atleti sia d'élite che non, hanno potuto discriminare con precisione le probabilità di successo di questo colpo.

Essi hanno testato cinque giocatori d'élite di badminton e cinque atleti con poca esperienza di gioco. Per sei giorni, tramite un'apposita macchina "spara volano" hanno fatto eseguire ad ogni soggetto 100 smash.

Come si può vedere dalla figura 10 c'è stata un aumento della precisione del colpo nei due gruppi di atleti. Tuttavia gli atleti di alto livello si sono dimostrati più precisi poiché la loro performance durante lo smash è stata più accurata.



**Figura 10.** Precisione durante l'esecuzione di uno *smash* in atleti d'élite rispetto ad atleti meno esperti (da Sakurai & Ohtshki, 2000. Modificata).

Durante i giorni dei test, la precisione del colpo è migliorata in tutti e due i gruppi. Tuttavia i giocatori d'élite hanno avuto un miglioramento maggiore rispetto a quelli sub-élite ( $p < 0.001$ ).

Questi risultati indicano quindi una netta differenza tra giocatori di alto e basso livello e come questo colpo possa fare la differenza durante una partita di badminton.

### 3.4 Consigli biomeccanici per l'esecuzione dello smash

1. Impiegare azioni congiunte sequenziali: per produrre uno *smash* efficace deve essere impiegata una sequenza articolare che parta dai muscoli prossimali più

grandi e che finisca con quelli distali più piccoli che permettono di colpire il volano attraverso la racchetta (Gowitzke, 1979; Lee, 1993). Questo può anche essere chiamato come colpo di frusta.

2. Utilizzare il backswing con un'azione continua: questo concetto deve essere stressato in un'atleta in quanto non è specificato l'istante di tempo in cui è l'azione di *backswing* si ferma e l'azione di *swing* inizia.
3. Massimizzare l'impulso minimizzando il tempo di contatto: il colpo ideale è quello che massimizza l'impulso (prodotto tra la forza del colpo e il tempo di contatto tra la racchetta e il volano) fornendo una forza molto grande nel minor tempo possibile. Questo significa che durante la fase di caricamento del colpo i muscoli che sono utilizzati sono già in prestiramento. Questo movimento serve per sfruttare le proprietà elastiche del muscolo e il ciclo di allungamento accorciamento.

### **3.5 Consigli per l'allenamento sul campo dello smash**

Non aver la possibilità di utilizzare un sistema di cinematografia ad alta velocità o di videografia sul campo pone un problema importante per gli allenatori per analizzare o migliorare la produzione di colpi d'attacco. Poiché la maggior parte dei colpi avviene in un periodo di tempo di circa 1/10 di secondo, il problema di osservare le azioni di gioco per un allenatore è molto difficile. Fortunatamente i risultati della ricerca scientifica possono fornire una base per l'elaborazioni di spunti per allenare e migliorare la tecnica dei colpi d'attacco.

I seguenti spunti che verranno elencato possono essere utili per massimizzare le azioni biomeccaniche degli arti superiori che sono quelli più difficili da controllare a causa dell'alta velocità con cui questi colpi vengono eseguiti.

Al fine di osservare meglio le azioni di un giocatore, l'allenatore si dovrebbe posizionare dietro a un giocatore per osservare in modo ottimale il momento in cui viene eseguito l'impatto della racchetta con il volano.

Per quanto riguarda lo smash i consigli che possono essere utili sono:

1. Preparazione: il polso deve essere flesso radialmente. L'impugnatura deve essere dal lato radiale della mano, mentre la testa della racchetta è orientata verso la direzione del colpo. La posizione attraverso cui un colpo viene preparato deve essere mantenuta fino all'ultimo istante prima di iniziare la corsa.

2. Backswing: la racchetta deve essere portata all'indietro molto velocemente, con la testa della racchetta che all'indietro dal lato in cui si vuole colpire il volano.
3. Forward swing: la testa della racchetta si sposta verso l'alto nel punto più alto, con il gomito che rimane in posizione alta fino al momento del contatto della racchetta con il volano. Un attimo dopo che il volano è colpito, il gomito è in posizione alta, ma flesso verso l'anca per portare la testa della racchetta verso il basso, con la "faccia" della racchetta che guarda verso l'avversario.

Quando una potenza soddisfacente viene ottenuta in ogni singola parte, l'azione del gomito e della spalla possono essere eseguite attraverso un'azione sequenza completa.

## CAPITOLO 4

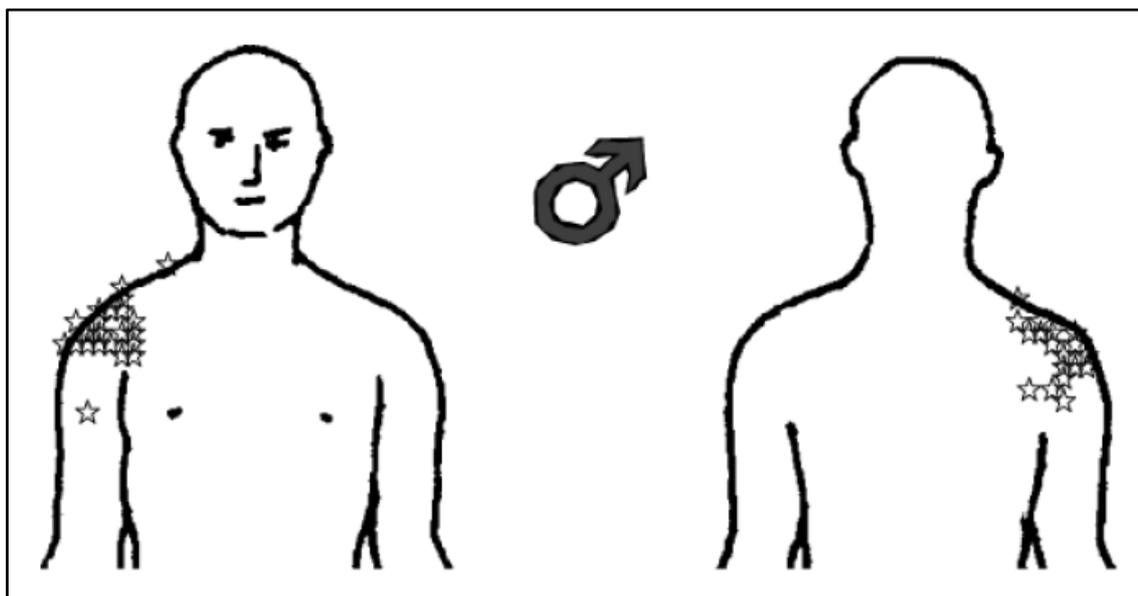
### La prevenzione degli infortuni nello smash

#### 4.1 Gli infortuni alla spalla

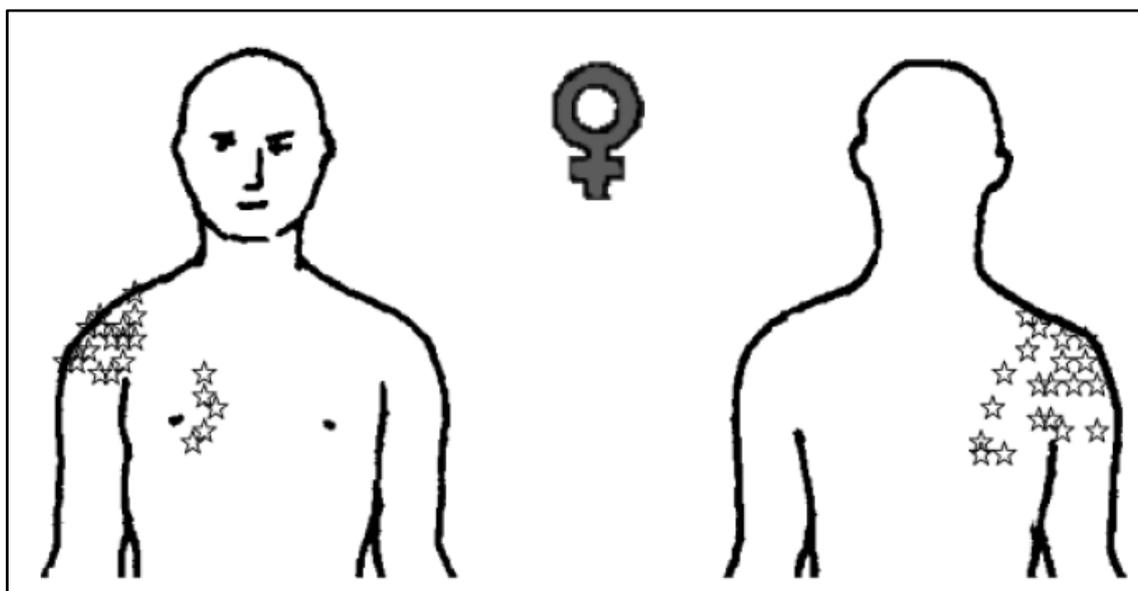
Il badminton è considerato uno sport a basso rischio di infortuni rispetto ad altri sport (Jørgensen & Winge, 1987; Backx et al., 1989; Folksam, 1994). Nelle lesioni acute correlate al badminton è stato dimostrato che l'11-31% delle lesioni sono situati agli arti superiori (Hensley & Paup, 1979; Klingler & Biener, 1986; Chard & Lachmann, 1987; Jørgensen & Winge, 1987; Krøner et al., 1990). La maggior parte degli infortuni, circa il 74%, che avvengono nel badminton sono descritti come lesioni da sovraccarico eccessivo (Jørgensen & Winge, 1987), e gli arti superiori rappresentano il 19-32% di queste lesioni (Klingler & Biener, 1986; Chard & Lachmann, 1987; Jørgensen & Winge, 1987). Il tempo medio di infortuni nel badminton è relativamente lungo e sono della durata di circa 48 giorni (Jørgensen & Winge, 1987).

Il dolore alla spalla e da *impingement* della cuffia dei rotatori sono causati dall'instabilità anteriore della spalla e gli infortuni correlati sono frequenti negli atleti che eseguono movimenti veloci al di sopra della testa (Hawkins & Kennedy, 1980; Pieper et al., 1993; Ticker et al., 1995) ed il badminton è proprio uno sport che effettua questi movimenti soprattutto con la spalla in abduzione e/o rotazione esterna. In questo sport i colpi effettuati sopra la spalla costituiscono il 30% del colpi giocati e che gli uomini giocano con un tempo significativamente più lungo e con un numero medio di scatti a partita più alto rispetto alle donne ed è stata osservata una percentuale significativamente più alta di colpi sopra la testa nelle donne rispetto ai maschi. Inoltre, le donne che giocano in doppio hanno una frequenza significativamente più alta di smash rispetto alle donne che giocano in singolo. Date queste premesse ci può essere un rischio più alto di infortuni nelle donne rispetto agli uomini.

In generale la localizzazione degli infortuni negli uomini e nelle donne è riassunta nelle figure 11 e 12.



**Figura 11.** Localizzazione del dolore nei giocatori uomini di badminton (Fahlstrom et al., 2006. Modificata).



**Figura 12.** Localizzazione del dolore nei giocatori donne di badminton (Fahlstrom et al., 2006. Modificata).

#### 4.2 Prevenzione degli infortuni alla spalla

Lo *smash* è uno dei colpi più potenti del badminton, ma è anche il colpo che causa il maggior numero di infortuni nei giocatori.

Al fine di ridurre l'incidenza degli infortuni alla spalla è necessario che nel microciclo settimanale vengano inseriti esercizi ed esercitazioni atte a migliorare la mobilità e la forza della cuffia dei rotatori.

Dalla letteratura scientifica è stato dimostrato che l'allenamento regolare degli estensori del polso riduce il rischio di infortunio dato dallo stress causato dalle contrazioni eccentriche durante la fase di accelerazione nello *smash*.

Il potenziamento della cuffia dei rotatori può essere effettuato sia tramite esercizi specifici con gli elastici o pesi liberi.

## CAPITOLO 5

### Conclusioni

Con la promozione del badminton a sport Olimpico nel 1992 è aumentata notevolmente il numero di praticanti a livello mondiale. Anche nel mondo professionistico si è osservato un numero sempre più crescente di atleti che si affacciano nelle competizioni di alto livello.

Proprio per questo motivo si è osservata un significativo cambiamento nella gestione del match da parte degli atleti più forti attraverso l'utilizzo di colpi potenti e risolutivi che potessero portare a proprio favore l'esito finale della partita.

Dall'analisi della letteratura scientifica riferita al gioco del badminton è stato osservato che lo smash suddiviso nelle sue varie forme di attuazione è il colpo che più di tutti può essere risolutivo durante una partita di badminton.

Di conseguenza allenatori di tutto il mondo si sono impegnati affinché i propri atleti potessero utilizzare nel miglior modo possibile questo colpo.

A supporto degli allenatori è intervenuta anche la scienza dello sport che fornito ad allenatori e giocatori mezzi scientificamente avanzati per poter essere maggiormente competitivi.

I principi della biomeccanica hanno sicuramente fornito un ruolo fondamentale per la progressione tecnica dello *smash* fornendo una base su cui possono essere fatte delle modifiche sia da parte dei giocatori sia degli allenatori per modificare i regimi di allenamento con il minimo rischio di lesioni.

Non ci sono dubbi però che anche le altre scienze sportive come la psicologia, la fisiologia e la pedagogia possano essere utili per un ulteriore sviluppo di questa disciplina.

A mio avviso ci sono degli ulteriori aspetti che dovrebbero essere indagati in futuro per migliorare lo sviluppo di questa disciplina. Ad esempio, bisognerebbe studiare al meglio il collegamento tra la crescita e lo sviluppo del corpo con le capacità coordinative e condizionali al fine di introdurre nell'allenamento i principi biomeccanici appena discussi.

Proprio per questo motivo anche se la scienza dello sport ha sicuramente aiutato lo sviluppo del badminton è importante rendersi conto che c'è ancora molto da ricercare.

## BIBLIOGRAFIA

- **Abe, K.** and Okamoto, S. (1989). *Badminton*. Tokyo: Gyosei.
- **Backx FJG**, Wietze BME, Kemper ABA, Verbeek ALM. *Sports injuries in school-aged children. An epidemiologic study*. Am J Sports Med 1989; 17(2): 234–240.
- **Bernard Adams**. *The Badminton Story*. BBC Books, 1980.
- **Buckley, J.P.** and Kerwin, D.G. (1988). *The role of the biceps and triceps brachii during tennis serving*. Ergonomics, 31, 1621± 1629.
- **Cabello D**, Tobar H, Puga E, et al. *Determinacion del metabolismo energético en badminton*. Archivos de Medicina del Deporte, 1997; 62: 469-75.
- **Cabello Manrique D**, Gonzalez-Badillo JJ. *Analysis of the characteristics of competitive badminton*. Br J Sports Med 2003; 37: 62-66.
- **Chard MD**, Lachmann SM. *Racquet sports – patterns of injury presenting to a sports clinic*. Br J Sports Med 1987;21(4): 150–153.
- **Elliot B**. *Biomechanics and tennis*. Br J Sport Med. 2005.
- **Faccini P**, Dal Monte A. *Physiological demands of badminton match play*. Am J Sports Med, 1996; 24, 6: 64-66
- **Faina M**, Dal Monte A. *Valutazione dell'atleta*. Torino: UTET, 1999.
- **Faude O**, Meyer T, Rosemberg F et al. *Physiological characteristics of badminton match play*. Eur J Appl Physiol 2007; Jul; 100(4):479-85.
- **Folksam**. Idrottsskador – 1994 a° rs Folksamrapport om 26 000 underso° kta idrottsskador under a° ren 1986 – 1990. Folksam Fo° rlagservice, Stockholm, 1994.
- **Ghosh AK**, Goswani A, Ahuja A. *Evaluation of a sport specific training programme in badminton players*. Indian J Med Res. 1993;98:232-237
- **Gowitzke, B.A.**, & Waddell, D.B. (1977). *The contributions of biomechanics in solving problems in badminton stroke production*. Proceedings: International Coaching Conference, Malmo, Sweden.
- **Gowitzke, B.A.** (1979). *Biomechanical principles applied to badminton stroke production*. Science in Racquet Sports, 7-15.

- **Gowitzke, B.A., & Waddell, D.B. (1979).** *Technique of badminton stroke production.* Science in Racquet Sports, 17-41.
- **Gowitzke, B.A., & Waddell, D.B. (1979).** *Qualitative analysis of the badminton forehand smash as performed by international players.* Proceedings: National Symposium on the Racquet Sports, The University of Illinois, Urbana-Champaign.
- **Gowitzke, B.A., & Waddell, D.B. (1980).** *A force platform study of overhead power strokes in badminton.* Proceedings: International Symposium on the Effective Teaching of Racquet Sports, The University of Illinois, Urbana-Champaign.
- **Gowitzke, B.A., & Waddell, D.B. (1986).** *The biomechanics of underarm power strokes in badminton.* Sports Science: Proceedings of the VIII Commonwealth and International Conference on Sports, Physical Education, Dance, Recreation and Health, 137-142.
- **Gowitzke, B.A., & Waddell, D.B. (1991).** *Biomechanical studies of badminton overhead power strokes - a review.* Biomechanics in Sports IX, 267-272.
- **Gowitzke, B.A., & Waddell, D.B. (1991).** *Biomechanical studies of badminton underarm power strokes, court movement and flexibility – a review.* Biomechanics in Sports IX, 273-277.
- **Gowitzke, B.A., Waddell, D.B., Lee, T.D., & Poole, J.R. (1989).** *Effect of head position on badminton players' reaction times, movement times and kinematic elements of running backward.* Congress Proceedings: XII International Congress of Biomechanics. 103.
- **Gowitzke, B.A., Waddell, D.B., & MacDougall, J.D. (1990).** *Biomechanical and physiological measures of teen-aged badminton players.* Biomechanics in Sports VI, 285-293. Grice, Tony (2008). *Badminton: Steps to Success.* Human Kinetics, 2008.
- **Guillain, Jean-Yves.** *Badminton: An Illustrated History.* Publibook. p. 47, 2004.
- **Hensley LD, Paup DC.** *A survey of badminton injuries.* Br J Sports Med 1979: 13(4): 156–160.
- **Hawkins RJ, Kennedy JC.** *Impingement syndrome in athletes.* Am J Sports Med 1980: 8(3): 151–158.

- **Jaitner T.**, Gawin W. *Biomechanical analysis of the jump smash of germane lite badminton players*. XXV ISBS Symposium 2007, Ouro Preto – Brasil.
- **Jake Downey**, Jason Charles Downey. *Better Badminton for All*. Pelham Books. p. 13, 1982.
- **Jørgensen U**, Winge S. *Epidemiology of badminton injuries*. Int J Sports Med 1987; 8(6): 379–382.
- **Kibler B**. *Kinetic Chain contributions to elbow function and dysfunction in sports*. Clin Sports Med 2004;23:545–52.
- **Klingler K**, Biener K. *Badminton – sportunfälle*. Schweiz Ztschr Sportmed 1986; 34: 161–165.
- **Knudson D**. *Intra-subject variability of upper extremity angular kinematics in the tennis forehand drive*. International Journal of Sport Biomechanics 1990;6:415–21.
- **Knudson D**, Morrison. *Qualitative analysis of human movement*, 2nd ed. Champaign, IL: Human Kinetics, 2002.
- **Krøner K**, Schmidt SA, Nielsen AB, Yde J, Jakobsen BW, Møller-Madsen B, Jensen J. *Badminton injuries*. Br J Sports Med 1990; 24(3): 169–172.
- **Lee, B.K.** (1993). *The effects of the kinematic link principle on performance*. Biomechanics in Sports XI, 239-242.
- **Lee, K. T.**, Xie, W. & Teh, K. C. (2005). *Notational analysis of international badminton competitions*. In Proceedings of XXIII International Symposium on Biomechanics in Sports, 387-390. Beijing, China.
- **Lo, D.** and Stark, K. (1991). *The badminton overhead shot*. Sports performance series. National Strength and Conditioning Association Journal, 13, 6± 13.
- **Luhtanen, P.H.**, & Blomqvist, M.T. (1996). *Kinematics of clear in junior badminton players*. Proceedings: XIV International Symposium on Biomechanics in Sports, 236-239.
- **Pieper HG**, Quack G, Krahl H. *Impingement of the rotator cuff in athletes caused by instability of the shoulder joint*. Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc 1993; 1(2): 97–99.
- **S. Sakurai & T. Ohtsuki** (2000): *Muscle activity and accuracy of performance of the smash stroke in badminton with reference to skill and practice*, Journal of Sports Sciences, 18:11, 901-914

- **Waddell, D.B.**, & Gowitzke, B.A. (1977). *Analysis of overhead badminton power strokes using high speed bi-plane cinematography*. Proceedings: International Coaching Conference, Malmo, Sweden.
- **Walshe A**, Wison G, Ettema G. *Stretch-shorten cycle compared with isometric preload: contributions to enhanced muscular performance*. J Appl Physiol 1998;89:97–106.
- **Sakurai, S.**, Ikegami, Y., & Yabe, K. (1989). *A three-dimensional cinematographic analysis of badminton strokes*. Biomechanics in Sports V, 357-363.
- **Seki, K.** (1983). *Movement analysis of badminton*. Bulletin of Waseda University, 15, 103± 106.
- **Tang, H.P.** (1995). *Three-dimensional cinematographical analysis of the badminton forehand smash: movements of the forearm and hand*. Science and Racquet Sports.
- **Ticker JB**, Fealy S, Fu FH. *Instability and impingement in the athlete's shoulder*. Sports Med 1995: 19(6): 418–426.
- **Tsai C.**, Yang C., Lin M., Huang K. *The surface EMG activity analysis between badminton smash and jump smash*. ISBS 2005. Beijing, China.
- **Tsai C.**, Yang C., Lin M., Huang K Shiun C. *The surface EMG activity of the upper limb muscles of badminton forehand and backhand smashes*. XXIX ISBS Symposium 2006, Salzburg, Austria.
- **Tong, Y.M.** & Hong, Y. (2000) *The playing pattern of world's top single badminton players*. In Proceedings of XVIII International Symposium on Biomechanics in Sports (pp.825-830). Hong Kong: The Chinese University of Hong Kong.