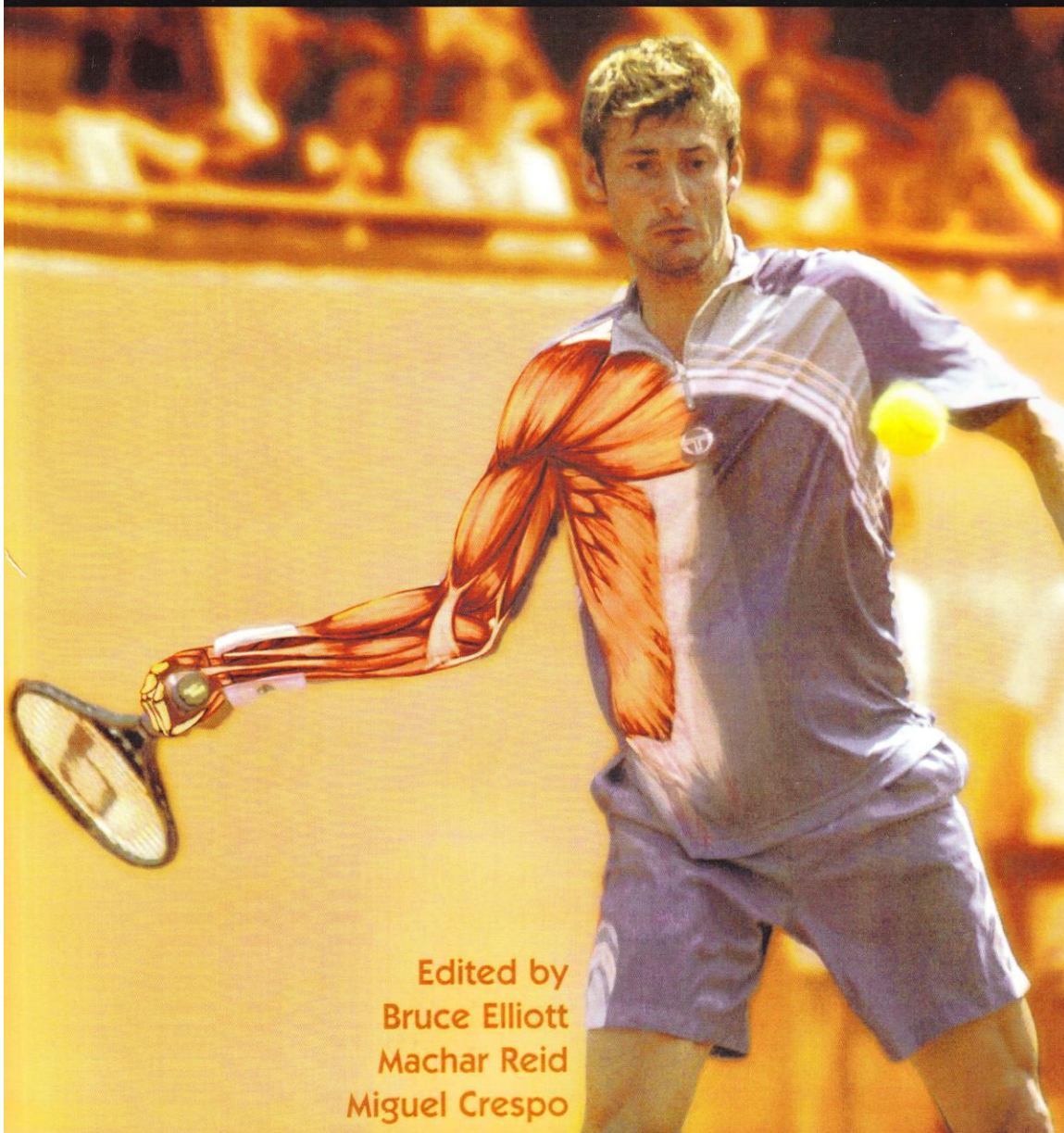




Federația Internațională de Tenis

BIOMECANICA TENISULUI AVANSAT



Edited by
Bruce Elliott
Machar Reid
Miguel Crespo

„Federatia Romana de Tenis doreste sa multumeasca in mod deosebit domnului profesor Florin Sava pentru efortul extraordinar depus pentru traducerea si adaptarea acestui manual. Perseverenta, daruirea si pasiunea domnului Sava puse in slujba tenisului romanesc au facut posibila expunerea in limba romana a cunostintelor unor specialisti in tenis de talie internationala.

Va multumim!”

Ruxandra Dragomir, Presedinte Federatia Romana de Tenis

ITF

Federația Internațională de Tenis

**BIOMECANICA
TENISULUI
AVANSAT**

Editat de Bruce Elliot, Machar Reid și Miguel Crespo

traducere: Florin Sava

Editat de Bruce Elliot, Machar Reid și Miguel Crespo.
Federația Internațională de Tenis, ITF Ltd, 2003

Fotografii selectate de Sergio Carmona, Ron Angle și Paul Zimmer.
Fotografia copertei: Sergio Carmona.
Ilustrația: Victor Soler.

Toate drepturile de autor sunt rezervate. Nici o parte a acestei publicații nu poate fi reprodusă, stocată în vreun fel sau transmisă în vreo formă sau într-un mod, electric, mecanic, prin fotocopie, înregistrat sau altfel fără permisiunea autorilor.

Editat în Spania.

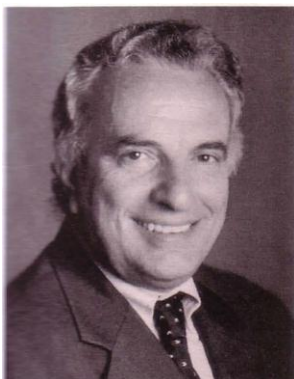
ISBN 1-903013-23-2
D.L.: V-4976-2003

Notă: Pe tot parcursul acestei cărți pronumele “el”, “pe el”, “lui” includ și se referă atât la bărbați cât și la femei.

Federația Internațională de Tenis, ITF Ltd,
Bank Lane,
Roehampton,
London SW15 5XZ,
Anglia.
Tel: 44 (0) 208 878 64 64
Fax: 44 (0) 208 392 47 42
Web site <http://www.itftennis.com>
E-mail: itf@itftennis.com

Adresa înregistrată:
PO Box N-272,
Nassau,
Bahamas.

CUVÂNT ÎNAINTE



Tehnica mișcării este fundamentală pentru a asigura efectiv succesul în jocul de tenis și pentru a dezvolta o lovitură eficace. Optimizarea biomecanicii loviturii și a mișcării are o deosebită importanță, atât din punctul de vedere al performanței cât și al prevenirii accidentelor și este la fel de relevantă pentru jucătorul începător ca și pentru circuitul profesionist.

Pentru a ajuta jucătorii să dezvolte o tehnică eficientă, antrenorii de astăzi trebuie să înțeleagă biomecanica și aplicațiile sale practice pentru a ajunge la performanță pe terenul de câmp. Doar integrând aceste informații cu aplicarea elementelor mentale, fizice și tactice ale jocului, antrenorii vor face totul pentru a ajuta jucătorii să-și îmbunătățească prestația și să ajungă la cele mai înalte nivele.

Aș vrea să mulțumesc specialiștilor și cercetătorilor în biomecanică care au contribuit la apariția acestei cărți excelente și care prin munca lor de calitate au ajutat la oferirea informațiilor practice din biomecanica tenisului, care pot ajuta deopotrivă jucătorii și antrenorii.

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'F. Ricci'.

Francesco Ricci
Președinte, Federația Internațională de Tenis



CUVÂNT ÎNAINTE



Pregătirea antrenorilor este vitală pentru creșterea în viitor a jocului de tenis. De-a lungul ultimilor zece ani ITF a avut un rol mai activ în ceea ce privește educația antrenorilor. Nu numai că am produs și aprobat cursuri de studii pentru antrenorii de nivel unu și doi, care acum sunt folosite de mai mult de 80 de națiuni membre ITF, dar continuăm să producem resurse suplimentare care credem că vor ajuta antrenorii din lumea întreagă să-și îmbunătățească calitatea prestației lor.

Încercând să dezvolte marea performanță a jucătorilor de tenis, pentru antrenorul de tenis sunt din ce în ce mai importante cunoștințele de biomecanică aplicate pentru eficientizarea și optimizarea tehnicii în tenis.

Această carte care include capitole cu noțiuni de biomecanică din unele sporturi mondiale de vârf oferă informații practice antrenorilor pe care le pot folosi cu jucătorii lor. În numele Departamentului de Dezvoltare al ITF, aș vrea să recunosc excelenta muncă care a fost făcută de editori, Bruce Elliot, Machar Reid și Miguel Crespo care au produs această carte și aș vrea să extind aceste mulțumiri și lui Sergio Carmona pentru furnizarea acelor secvențe de fotografii magnifice. Sper că informația oferită va ajuta antrenorii să fie mai eficace în munca lor tehnică cu jucătorii, oriunde ar fi.

Dave Miley
Director Executiv, Dezvoltarea Tenisului



INTRODUCERE

9

Bruce Elliott, Machar Reid
și Miguel Crespo

I. BIOMECANICA ȘI

13

METODOLOGIA ÎNVĂȚĂRII

Miguel Crespo și Machar Reid

1. Rolul biomecanicii în “abordarea bazată pe joc” a antrenamentului în tenis
2. Folosirea principiilor biomecanicii în antrenamentul practic prin prisma acronimului BIOMECC
3. Relația dintre biomecanică și mini-tenis
4. Rezumat

IV. BIOMECANICA MIȘCĂRII

71

ÎN TEREN

Machar Reid și Miguel Crespo

1. Introducere
2. Caracteristicile mișcării în teren
3. Factorii care influențează mecanica mișcării în teren
4. Rezumat

V. PREGĂTIREA ȘI

93

PRODUCEREA LOVITURII

Bruce Elliott, Joachim Mester, Heinz Kleinöder și Zengyuan Yue

1. Introducere
2. Forțele externe, vibrația rachetei și producerea loviturii
3. Forța internă ca indicator al pregătirii
4. Rezumat

VII. ANALIZA PRODUCERII

137

LOVITURII AVANSATE

Duane Knudson și Bruce Elliott

5. Introducere
6. Analiza calitativă
7. Analiza cantitativă
8. Rezumat

VIII. MODELE

155

BIOMECANICE DE PERFORMANȚĂ: BAZA ANALIZEI LOVITURII

Bruce Elliott și Jacque Alderson

1. Introducere
2. Serviciul
3. Reverul cu două mâini
4. Voleul de dreapta (la fileu)
5. Rezumat

II. DEZVOLTAREA VITEZEI 31

RACHETEI

Bruce Elliott

1. Folosirea energiei elastice și a pretensionării musculare pentru creșterea vitezei rachetei
2. Distanța de-a lungul căreia poate fi crescută viteza rachetei
3. Folosirea mișcărilor coordonate
4. Combinarea mișcărilor liniare și unghiulare
5. Rolul întinderii, forței și rezistenței musculare
6. “Greutatea” unei lovituri
7. Rolul design-ului echipamentului
8. Rezumat

III. MOMENTUL LINIAR ȘI 49

UNGIULAR ÎN PRODUCEREA LOVITURII

Rafael Bahamonde și Duane Knudson

1. Introducere
2. Momentul liniar
3. Momentul unghiular
4. Rezumat: Combinarea momentelor liniar și muscular

VI. ACTIVITATEA 109

MUSCULARĂ: UN INDICATOR PENTRU ANTRENAMENT

Machar Reid, John Chow și Miguel Crespo

1. Controlul motor
2. Activitatea musculară în producerea loviturii
3. Aplicațiile în antrenament
4. Rezumat

IX. ECHIPAMENTUL 177

ȘI PERFORMANȚA AVANSATĂ

Stuard Miller și Rod Cross

1. Introducere
2. Rachetele de tenis
3. Corzile
4. Mingile
5. Considerații asupra terenului
6. Încălțăminte
7. Rezumat

X. ANEXĂ 201

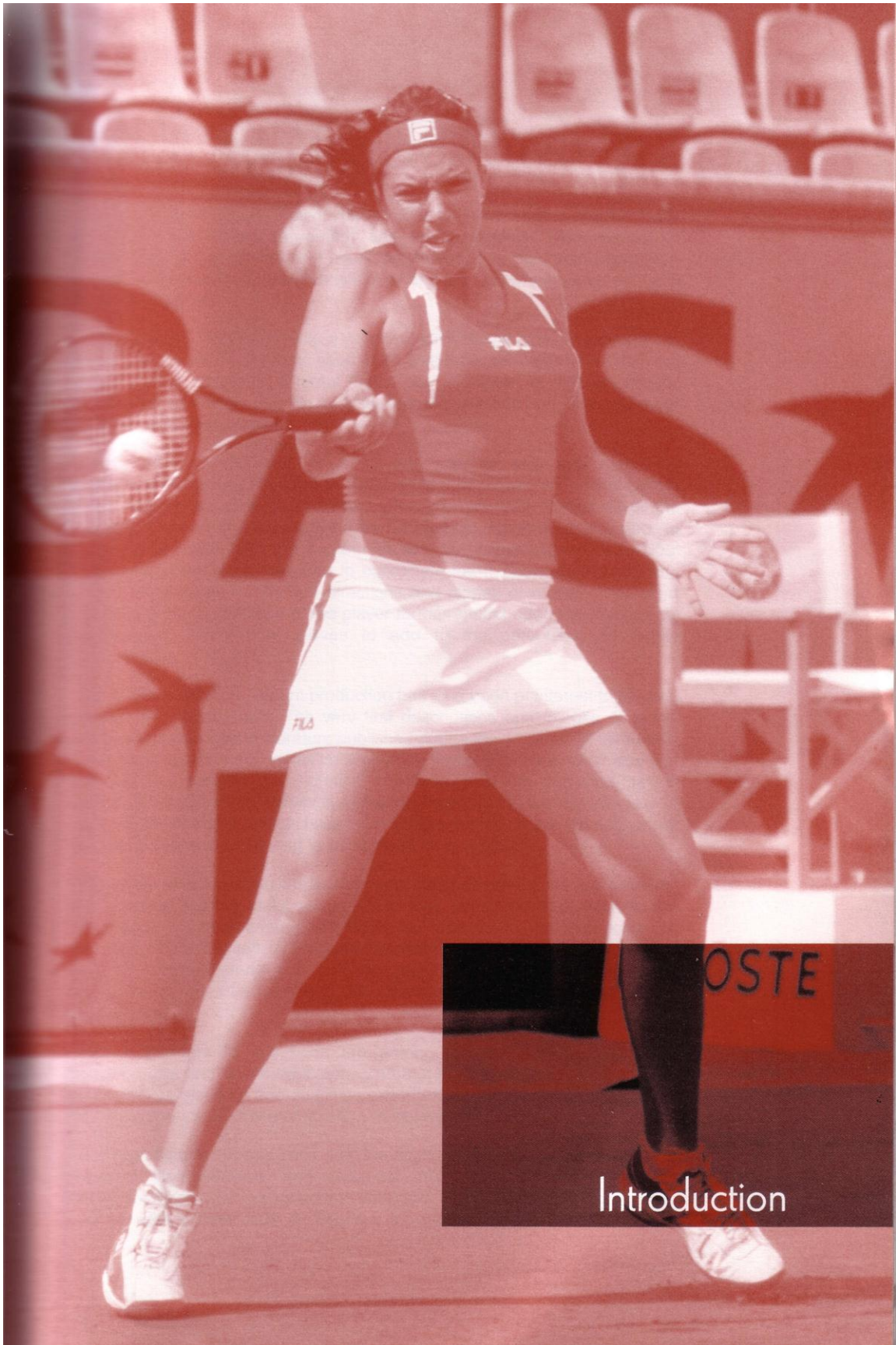
Biografii și editori

Biografii ale colaboratorilor

Recenzii

Publicații ITF în ce privește antrenamentul și dezvoltarea

Posibilități de contactare utile



INTRODUCERE

Succesul în jocul de tenis este în mod inevitabil legat de eficacitatea și randamentul mișcării jucătorului pe teren și în timpul loviturilor sale. Având ca țintă creșterea performanței și prevenirea accidentelor, această lucrare oferă un fundament practic pentru biomecanica tenisului și are o importanță extremă în jocul de tenis modern.

Jucătorii de tenis trebuie să dezvolte o varietate de lovituri și tipuri de mișcări. Aceste lovituri și mișcări trebuie să poată fi efectuate din diferite poziții pe teren, în diferite situații ale meciului, la viteze diferite și cu riscuri de accidentare minime. Nu este o sarcină ușoară pentru jucători în perioada profesionismului, ce să mai vorbim de cazul jucătorilor în devenire!

Cerințele mecanice ale jocului de tenis pot fi cel mai bine apreciate luând în considerare faptul că într-un timp mediu de cinci secunde jucătorii vor lovi de fiecare dată de trei ori deplasându-se pe o distanță medie de trei metri la fiecare contact cu mingea. Pe parcursul unui meci, distanța cumulată acoperită pe timpul jocului se ridică la peste 900 m, iar numărul loviturilor jucate la aproximativ 300. În tot acest timp jucătorii trebuie să-și coordoneze partea inferioară a corpului, partea superioară și mișcările rachetei în diferite direcții și planuri. Suprafața de joc și stilul jocului au un impact imediat asupra solicitărilor mecanice din timpul jocului, sporind complexitatea biomecanicii tenisului.

Efectuarea mișcărilor și loviturilor din tenis au prezentat întotdeauna interes pentru jucători, antrenori și cercetători. Primele descrieri și imagini ale loviturilor din tenis au fost oferite de lucrările publicate încă din secolele XIV și XV. De atunci, fiecare carte sau casetă video dedicată tehnicii tenisului și învățării acestuia a detaliat caracteristicile tehnice care definesc mișcările și loviturile din tenis. Oricum, doar în ultimii 20 de ani ai secolului XX oamenii de știință au putut cunosc aceste caracteristici biomecanice, un proces care se dezvoltă în continuare foarte mult.

Pentru a asigura o dezvoltare optimă a jucătorului, antrenorii trebuie să poată selecta și crea priorități ale sarcinilor de antrenament în concordanță cu relațiile specifice cu jucătorii și cu trăsăturile morfologice ale acestora și de asemenea cu cerințele biomecanice ale competiției. **Biomecanica tenisului avansat** își propune să ajute antrenorii în acest sens oferind informații practice din domeniul biomecanicii care pot fi folosite atât în antrenamentul începătorilor cât și a profesioniștilor.

Cei care au contribuit la această carte sunt printre cei mai cunoscuți formatori de antrenori și specialiști în biomecanică. Cu ajutorul cercetărilor colective combinate din domeniul biomecanicii și a experienței lor de antrenori, aceștia oferă o viziune asupra biomecanicii care intervine în producerea loviturilor la toate nivelele jocului.

Primul capitol al acestei cărți ne introduce în studiul relațiilor dintre biomecanică și metodologia de învățare. Detaliază modul cum biomecanica poate fi integrată într-o abordare modernă a învățării tenisului. Oferă de asemenea un cadru pentru antrenori în scopul de a înțelege și a aplica practic biomecanica în munca lor zilnică, atât pe



teren cât și în afara acestuia. Aceasta se obține abordând chestiuni precum rolul biomecanicii în “abordarea bazată pe joc” a antrenamentului în tenis, aplicarea practică a biomecanicii prin intermediul acronimului BIOMECH și relația dintre biomecanică și minitenis.

Capitolul 2 conține bazele, atât teoretice cât și practice ale dezvoltării vitezei rachetei. Introduce variabile mecanice-cheie precum folosirea energiei elastice, o creștere în distanță a mișcării rachetei către minge, folosirea mișcărilor coordonate, combinarea mișcărilor liniare și unghiulare și cerințele privind întinderea/forța/rezistența musculară. Greutatea unei lovituri și design-ul echipamentului care contribuie la producerea loviturii de mare viteză sunt de asemenea discutate.

Capitolul 3 explică conceptele mecanice ale momentului liniar și unghiular și arată antrenorilor și jucătorilor cum pot folosi aceste concepte pentru a executa cât mai bine loviturile și a îmbunătăți cât mai mult performanța.

În **capitolul 4** sunt detaliate caracteristicile mecanice ale mișcării pe teren. Astfel, în acest capitol se discută despre diverși factori precum stilul de joc, morfologia și sexul jucătorului, suprafața de joc, tipul de minge și de încălțăminte folosite care pot afecta gradul de performanță al execuției mișcărilor.

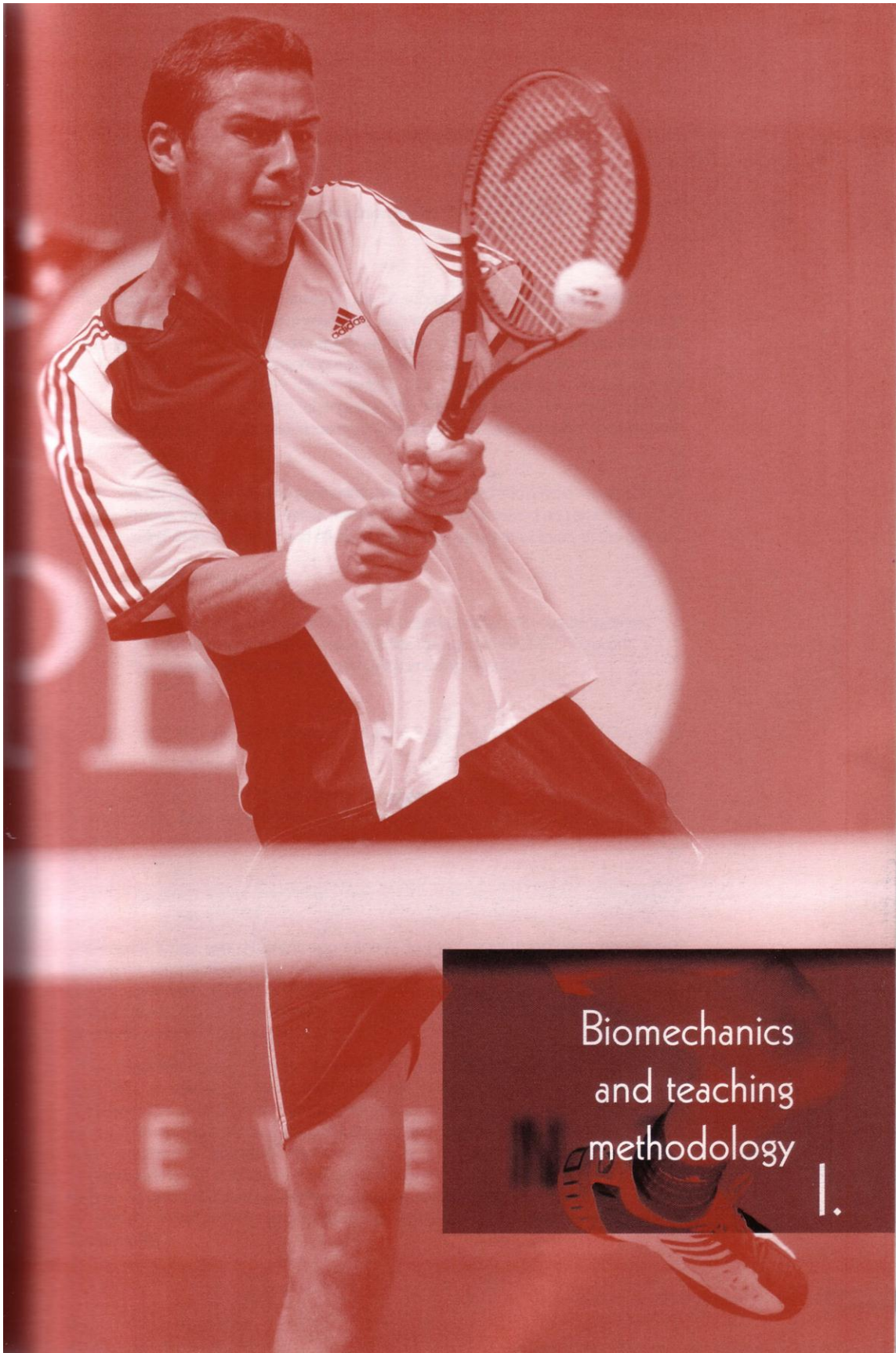
Capitolul 5 abordează relația dintre pregătirea loviturii și execuția acesteia. Se ia în discuție efectul pe care pregătirea loviturii îl are asupra corpului unui jucător prin intermediul forței externe aplicate corpului de către teren (forța de reacție cu pământul), sau prin impactul mingii (vibrații), de asemenea prin intermediul forței interne (ansamblul torsiuni și forțe) care este necesară pentru a crea segmente de rotație de mare viteză.

Capitolul 6 oferă o privire de ansamblu și practică a activității musculare în loviturile din tenis ca un indicator pentru antrenament. Permite pe mai departe antrenorilor să aprecieze importanța controlului motor, informației vizuale și de echilibru, excitației senzoriale, comenzilor motorii și stabilității cardiace pentru performanța în tenis, de asemenea să sublinieze implicațiile activității grupelor musculare în loviturile din tenis.

Capitolul 7 explorează modul în care antrenorii pot folosi analizele calitativă și cantitativă ale execuției loviturii pentru a ajuta la îmbunătățirea jocului celor avansați. Este prezentată teoria unei analize calitative interdisciplinară, urmată de aplicația practică a acesteia. Acest capitol de asemenea trece în revistă instrumentele de analiză cantitativă biomecanică ce poate fi folosite pentru antrenorii de tenis care lucrează cu jucătorii avansați.

În **capitolul 8** se abordează evaluarea unei game variate de lovituri care captează atenția antrenorilor în direcția celor mai importante caracteristici mecanice ale acestor lovituri. Cu aceste informații antrenorii sunt mai bine pregătiți să ajute jucătorii să-și optimizeze execuția loviturii.

În fine, în **capitolul 9** sunt examinate proprietățile fizice ale rachetelor, mingilor, corzilor, suprafețelor de joc și încălțăminte care influențează performanța. Noile descoperiri în tehnologia materialelor din aceste domenii au produs o revoluție în conceperea lor în ultimii 30 de ani și au contribuit indubitabil la schimbarea modului în care se joacă tenisul.



I. BIOMECANICA ȘI METODOLOGIA ÎNVĂȚĂRII

Miguel Crespo și Machar Reid

Metodologia învățării este o parte integrantă a antrenării cu succes la toate nivelele. S-a schimbat dramatic în ultimii ani și, după unii autori, va continua să se schimbe (Schönborn, 2001). Aplicarea crescută a științei sportului, și în mod particular a biomecanicii în antrenamentul de zi cu zi și în managementul în domeniul atletismului a jucat un rol central în această schimbare (Elliott, 2001). Alți factori care au contribuit includ grija sporită pentru prevenirea accidentelor, schimbări în regulile tenisului, îmbunătățirea educației antrenorilor și avansul tehnologic (Groppel și alții, 1989; Roetert și Groppel, 2001).

Acest capitol va detalia modul cum biomecanica poate fi integrată într-o abordare modernă a învățării tenisului. Va oferi un cadru pentru antrenori pentru a înțelege și a aplica în mod practic biomecanica în munca lor zilnică, cu jucători la toate nivelele, pe teren și în afara acestuia.

Chestiunile în discuție vor fi:

- Rolul biomecanicii în “abordarea bazată pe joc” în învățarea tenisului.
- Aplicarea practică a biomecanicii prin intermediul acronimului BIOMECH.
- Relația dintre biomecanică și mini-tenis.

1 ROLUL BIOMECHANICII ÎN “ABORDAREA BAZATĂ PE JOC” ÎN ÎNVĂȚAREA TENISULUI

Principalul țel al celor mai mulți antrenori de tenis este de a ajuta cât mai mulți jucători să joace tenis cât mai bine, cât mai repede și cât mai constant posibil (Rink, 1996).

1.1

TEORIE

În zilele noastre au fost definite două abordări diferite a procesului de învățare în pedagogia sportului: abordarea tradițională (tehnică) și abordarea bazată pe joc (GBA) (Crespo, 1999). Acestea două și diferențele dintre ele pot fi apreciate luând în considerare punctele de vedere molecular și holistic ale învățării tenisului.

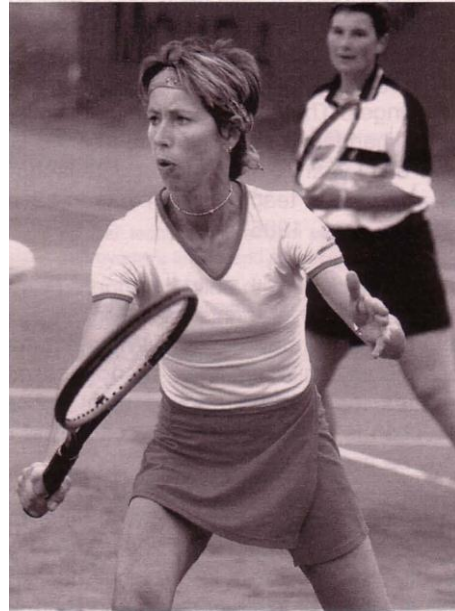
Punctul de vedere molecular împarte conținutul în faze mici care sunt construite pas cu pas într-un întreg. Cu alte cuvinte, antrenorii de tenis, până să aibă în vedere jocul efectiv, ar lăsa deoparte fundamentele jocului, în special cele nebazate pe tehnică folosite de jucătorii de top. În contrast, punctul de vedere holistic consideră învățarea ca “o construcție activă a modului de înțelegere, înțelegerea în ansamblu” (Berlak și Berlak, 1981, p. 151). În tenis, aceasta se relaționează cu jucătorii care joacă efectiv jocul (sau versiuni adaptate ale jocului) pentru a dezvolta mai bine și a înțelege (tactic și tehnic) părțile lui fundamentale.

Diferențele dintre cele două abordări sunt rezumate în Tabelul 1.1:

CARACTERISTICI GENERALE	ABORDAREA TRADIȚIONALĂ	ABORDAREA BAZATĂ PE JOC
Denumire	Abordarea tehnică	Jocuri pentru înțelegere Antrenament bazat pe joc/jucător Abordarea sensului jocului
Țelul principal	Măiestrie tehnică	A înțelege problemele tactice ale jocului
Stiluri de predare	Comandă – Directivă: antrenorul ia toate deciziile în timpul procesului de predare	Descoperire ghidată, rezolvare de probleme, interogare utilă: antrenorul “ghidează” elevul în direcția descoperirii și soluționării problemelor
Metode de predare	Analitică: fiecare lovitură este divizată pe porțiuni	Globală: situațiile sunt privite ca un întreg
Rolul antrenorului	Predarea	Să-l ajute pe jucător să învețe
Rolul jucătorului	Să facă ce-i spune antrenorul. Jucătorul trebuie să lovească și să asculte	Să experimenteze și să descopere. Jucătorul trebuie să gândească și să întrebe.
Structura lecției	Exerciții cu repetarea tehnicii	Practicarea jocului
Conținutul de bază al lecției	Loviturile tenisului: lovitura de dreapta, reverul, serviciul, voleul de dreapta, voleul de rever, smeciul, lobul, etc.	Situații de joc: serviciul, returul, jocul la linia de fund, apropierea/venirea la fileu și pasarea jucătorului de la fileu
Directive tehnice	Jucătorii sunt îndrumați să copie modelul biomecanic optim	Nici un model de urmat Multe variații personale
Tactici	Trebuie învățate în timpul jocului după stăpânirea tehnicii	Trebuie înțelese înaintea tehnicii
Feedback	Antrenorul dă sfaturi corective	Antrenorul solicită jucătorii să se integreze și să se adapteze, nu îi discreditează
Organizarea grupului	Să stea la rând, să lovească numai când le spune antrenorul	Să ia pauze, să se ia la întrecere cu perechea și cu antrenorul, să dea sarcini, metoda de predare prietenoasă

Tabelul 1.1. Diferențele dintre abordarea tradițională (tehnică) și abordarea bazată pe joc în învățarea tenisului.

Deși cercetările au arătat că abilitățile de performanță în sport se leagă atât de dibăcia execuției motorii (tehnice) cât și de aplicarea cunoașterii jocului (tactici și strategii) (Dexter, 1999), majoritatea antrenorilor tradiționali de tenis și a documentațiilor privind antrenamentele au susținut abordarea tehnică pentru antrenarea jucătorilor. Această abordare implică accentuarea dezvoltării abilităților motorii exersate (tehnica) înaintea jocului printr-o metodă de predare directă și s-a dovedit a fi eficientă în dobândirea de abilități îmbunătățite. Cu toate acestea, s-a pus problema eficienței sale privind gradul de ajutor pe care îl oferă jucătorilor în practica efectivă a jocului, și, o abordare holistică a învățării, bazată pe joc a câștigat o popularitate crescută printre antrenorii de tenis în ultimii ani (ITF, 1999).



Abordarea pe bază de joc poate fi de asemenea folosită pentru predarea tenisului jucătorilor veterani.

DE REȚINUT:

GBA propune ca dezvoltarea conștientizării practice a jocului (tactica) ar trebui să precedă dezvoltarea deprinderilor motorii (tehnica) necesare în desfășurarea jocului (Thorpe și alții, 1996).

GBA încurajează dezvoltarea înțelegerii tactice, a luării de decizii și a rezolvării problemelor în situațiile de joc. Avantajul oferit este că jucătorul de tenis etalează o performanță de joc mai bună (acuratețea controlului și luarea de decizii) și nivelul cunoștințelor specifice este mai ridicat decât a jucătorilor antrenați prin metoda abordării tehnice. (McPherson, 1991; McPherson și French, 1991; 1992; Turner, 2003). Oricum, ar trebui menționat că eforturile de cercetare pentru a evalua aceste avantaje sunt limitate (Rink și alții, 1996).

În cercetarea efectului pe care metoda de predare prin abordarea folosită (abordarea tehnică sau GBA) l-a avut asupra luării de decizii tactice și asupra execuției loviturilor pe durata meciului, McPherson și French (1991) au ajuns la concluzia că jucătorii cărora li s-a predat cu metoda abordării clasice și-au îmbunătățit abilitățile din tenis și nivelul conștientizării luărilor de decizii, în timp ce jucătorii cărora li s-a predat cu GBA au planificat un număr mai mare de răspunsuri tactice dar nu și-au îmbunătățit deprinderile din tenis până când nu li s-au predat în mod direct. Într-o situație aproape similară, Turner (2003) afirmă că în cel mai rău caz GBA oferă o alternativă viabilă pentru instruirea în tenis prin metoda abordării tehnice.

Performanța abilităților în tenis necesită atât competență cognitivă (tactică și luare de decizie) cât și motorie (tehnică). Cercetările în tenis (Mcpherson, 1999; McPherson și Thomas, 1989) au arătat că jucătorii experimentați iau decizii mai bune, derivate din soluții tactice mai bune și manifestă abilități mai mari în ceea ce privește înțelegerea jocului decât jucătorii începători.

Chiar de la introducerea GBA ca alternativă, sau în unele cazuri anume, au existat unele confuzii referitoare la rolul metodei pedagogice de predare a tenisului la copiii începători. În opinia noastră, metoda GBA este mai potrivită și mai eficientă când este folosită la tineri (aproximativ peste nouă ani) și adulți începători, la fel ca și la cei de aceeași vârstă intermediari și avansați. Acești jucători au deja unele noțiuni conceptuale și practice asupra complexității jocului, opțiunilor tactice și cerințelor cognitive. Thorpe (1983), unul din pionierii GBA, susține această recomandare sugestionând că GBA este cel mai bine folosită la copiii de peste opt ani. De remarcat că atunci când GBA a fost prezentată pentru prima dată ca mod de învățare a sportului, a fost folosită cu elevii din școala secundară, cu vârsta cuprinsă între 12 și 18 ani (Thorpe și alții, 1986).

În lucrul cu copiii începători (aproximativ 4 până la 8 ani) recomandăm antrenorilor să folosească mini-tenisul (vezi Secțiunea 3) pentru a facilita abilitățile motorii fundamentale și a dezvolta deprinderile din tenis. Deși o metodă de predare GBA poate fi folosită, mulți copii începători nu posedă abilitățile motorii și cognitive necesare acestei metode pentru a fi aplicată cu cel mai mare succes. În aceste cazuri sunt solicitate antrenorului mai multe indicații, el poate să-și asume un anumit rol conducător în metoda de predare.

DE REȚINUT:

În GBA, tehnica este un element care completează tactica și strategia. Calitățile fizice și psihice ale jucătorului sunt deopotrivă luate în considerare.

În ciuda multora care propun metoda GBA pentru învățarea tenisului (Griffin, Mitchell și Oslin, 1997; Launder, 2001; Turner, 2001), rămâne o îndoielă considerabilă în ceea ce privește rolul biomecanicii și a dezvoltării tehnicii în cadrul acestui proces de învățare (Crespo și Reid, 2002; Thorpe și Dent, 1999). Componentele de cunoștințe tactice ale GBA fiind atât de proeminente, unii antrenori interpretează în mod greșit cum că tehnica loviturii nu ar fi importantă, ceea ce nu e cazul. În GBA tehnica (și eficiența mecanică) este luată în considerare în contextul jocului.

Pentru a îmbunătăți tehnica atunci când se folosește BGA, antrenorul ar trebui să adapteze exerciții/situații de joc astfel încât să aibă oportunitatea să evalueze eficacitatea și eficiența deprinderilor și abilităților jucătorului. Apoi, antrenorul și/sau jucătorii (în funcție de vârsta lor și de experiență) vor decide dacă este cazul să înceapă să-și antreneze abilitățile tehnice necesare pentru îmbunătățirea performanței (Thorpe, 1997).

Implementarea efectivă a strategiei la orice nivel al jocului presupune ca jucătorul să aibă îndemânări motorii specifice tenisului. Unii jucători vor fi putea să învețe o lovitură dată sau variații ale acesteia numai prin simplul fapt că joacă.. Dimpotrivă, alți jucători pot selecta tactici avansate, dar nu posedă abilități necesare pentru a le implementa cu succes. Aici intervine responsabilitatea antrenorului să introducă informațiile tehnice potrivite pentru a ajuta jucătorii să-și îmbunătățească în mod corespunzător tehnica.

În aceste cazuri în care se vede că o tehnică neadecvată limitează progresul jucătorului, îndemânarea va trebui să fie antrenată în situații restrânse, închise (antrenamentul cu coșul de mingi) înainte ca antrenorul să “redeschidă” gradual și progresiv situațiile de învățare pe măsură ce jucătorul progresează. În ultimă instanță îndemânarea va fi “retestată” într-o situație de joc deschisă, reală (Figura 1.1, adaptată după Pankhurst, 1999).

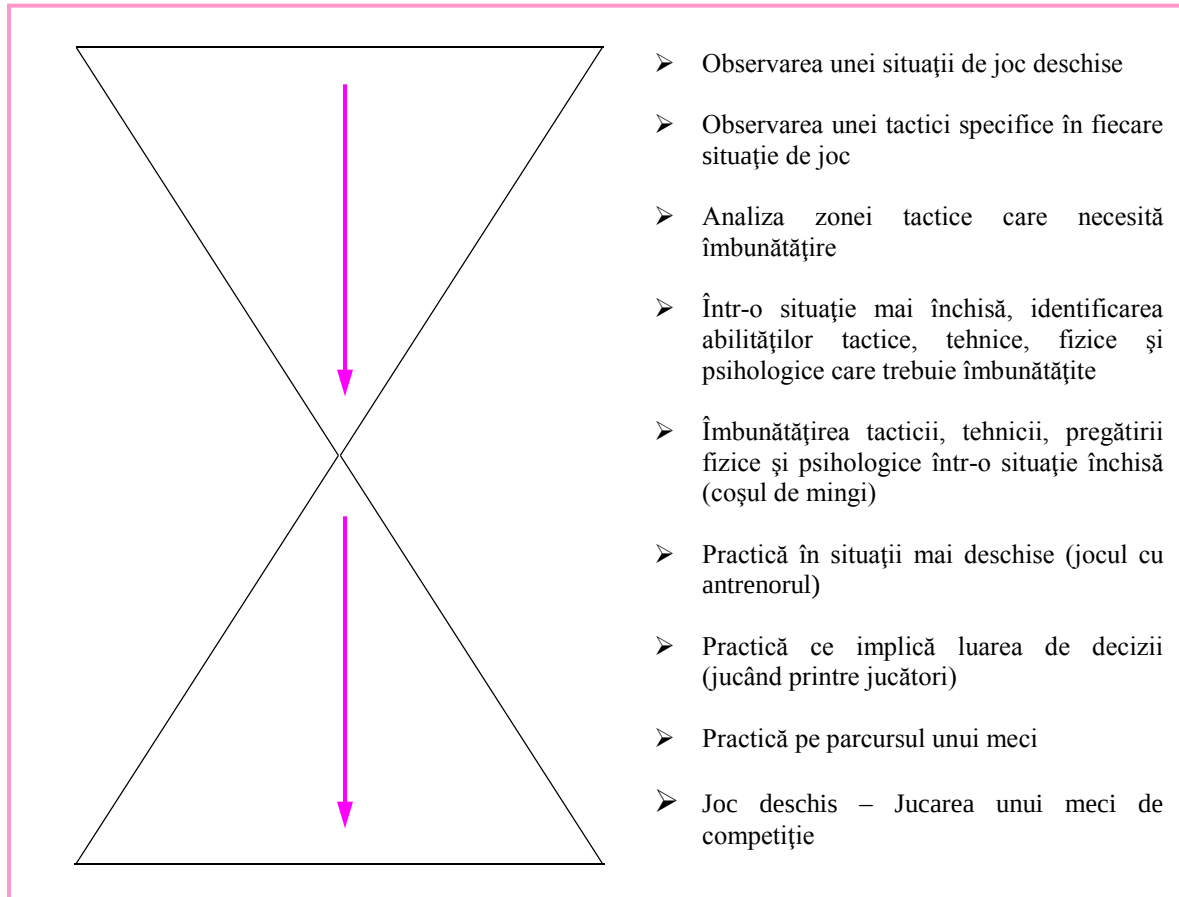


Figura 1.1. Structura unei lecții de tenis și antrenamentul progresiv folosind GBA

Această metodă de progres facilitează dezvoltarea și dobândirea de noi abilități pentru jucătorii începători. Poate fi cel mai bine înțeleasă dacă luăm în considerare faptul că tehnica și tactica pot fi văzute la fiecare sfârșit de capitol al predării într-un “continuum” (Figura 1.2.). Se observă faptul că lucrul tehnic solicită mai puține luări de decizii decât lucrul tactic (Crespo și alții, 2001).

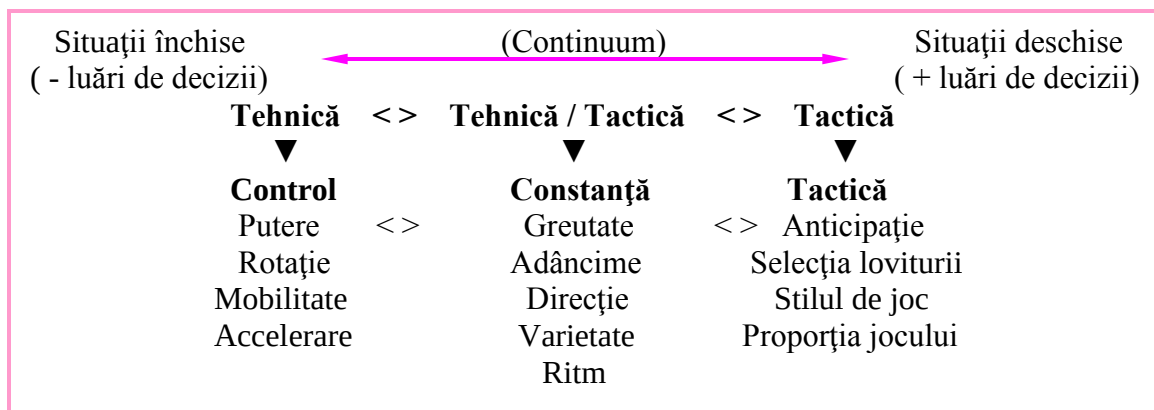


Figura 1.2. Predarea într-un “continuum”

Pentru a ajuta în continuare pe antrenori să conștientizeze rolul tehnicii în GBA, se prezintă exemplele a două lecții care folosesc GBA, dar care se adresează și tehnicii sau dezvoltării ei (Crespo și alții, sub tipar). Pentru simplificare însă, aceste lecții includ doar țelurile și propunerile de structură (Tabelele 1.2. și 1.3.).

Notă: Descrierea exercițiilor progresive propuse nu specifică durata recomandată a fiecărui exercițiu, și împreună, ele ar putea să reprezinte parte a unei lecții, o lecție întreagă sau o serie de lecții.

Țelurile lecției	A înțelege importanța și necesitatea constanței serviciului (țelul tactic) și deci a dezvoltarea tehnicile fundamentale necesare serviciului (țelul tehnic).
Rolul jucătorilor	Să exerseze, să realizeze sarcini și să înțeleagă cum se transpun în joc.
Rolul antrenorului	Să creeze situații de joc și exerciții legate de țel, să pună întrebări, probleme și să ghideze jucătorii către soluții. Să demonstreze, dacă se simte nevoia, pentru a ajuta jucătorii să-și soluționeze problema tactică.
Structura de bază a lecției	Se creează o situație de joc reală care include serviciul și returul: ➤ Jucătorii joacă pe puncte. Obiectivele pentru servanți sunt 1. să trimită mingea peste fileu, și 2. în careul de serviciu. Adversarul va returna orice serviciu corect. Jucătorii vor schimba rolurile când țelul este atins de un număr “x” de ori. Scorul poate fi ținut ca “penalități” și poate fi aplicat pentru numărul de servicii greșite trimise în fileu. ➤ Antrenorul observă procesul de găsire a unei soluții tehnice prin care trece jucătorul (de ex. adaptarea locului de unde servește și/sau poziția corpului, lovirea serviciului sub nivelul brațului sau peste nivelul brațului, etc.) în vederea îndeplinirii provocării tactice (executarea serviciului corect). ➤ Antrenorul evaluează tehnica fiecărui jucător și decide dacă unele aspecte ale tehnicii necesită îmbunătățiri (poziție, priză, aruncare, traiectoria rachetei și/sau viteza acesteia, balansul, etc.). ➤ Facilitează învățarea jucătorului prin intermediul întrebărilor (de ex. dacă mingea lovește fileul, întreabă jucătorul cum ar fi trebuit să lovească mingea pentru a o trimite mai înalt sau mai lung astfel încât să treacă fileul). Se creează un exercițiu închis în care jucătorii ar trebui să încerce să-și îmbunătățească abilitățile privind controlul, într-o manieră ce se cere a fi mai puțin cognitivă: ➤ Jucătorii ar trebui să-și exerseze serviciul (concentrându-se asupra aspectelor tehnice care au fost identificate ca fiind problematice) într-o repetare închisă (exercițiu cu coșul de mingi). Jucătorii ar trebui să se verifice dacă lovesc direcționat. ➤ Se includ progresii tactice și/sau tehnice odată ce jucătorul și-a îmbunătățit tehnica în exercițiul închis. Progresiile pot include plasamente specifice ale serviciului, combinații incluzând serviciul și lovitura următoare, etc. Se reintroduce o situație de joc. Aceasta va fi un exercițiu sau un joc în care jucătorii sunt testați din nou și totodată încearcă să-și îmbunătățească abilitățile într-o situație mai deschisă și care solicită conștientizarea. ➤ Jucătorii joacă pe puncte. Ei câștigă un punct dacă trimit mingea peste fileu și două puncte dacă intră în careul de serviciu. Puncte adiționale sunt oferite celui care finalizează punctul în dispută.

Tabelul 1.2. Lecția 1 folosind GBA cu jucătorii începători.

Țelurile lecției	A dezvolta și a înțelege de ce un jucător poate să vrea să aducă adversarul la fileu (țelul tactic) și deci să dezvolte abilitățile pentru a face acest lucru (țelul tehnic).
Rolul jucătorilor	Să exerseze, să realizeze sarcini și să înțeleagă cum se transpun în joc.
Rolul antrenorului	Să creeze situații de joc și exerciții legate de țel, să pună întrebări, probleme și să ghideze jucătorii către soluții. Să demonstreze, dacă se simte nevoia, pentru a ajuta jucătorii să-și soluționeze problema tactică.
Structura de bază a lecției	O situație de joc reală ar trebui introdusă în jocul de pe linia de fund: ➤ <i>Jucătorii joacă pe puncte.</i> Obiectivul pentru ambii jucători este să aducă adversarul în față. ➤ Antrenorul observă procesul de găsire a unei soluții tehnice prin care trece jucătorul (de ex. să joace o lovitură scurtă imprimând efectul de rotație înapoi) în vederea îndeplinirii provocării tactice. ➤ Antrenorul evaluează tehnica fiecărui jucător și decide dacă unele aspecte ale tehnicii necesită îmbunătățiri (priză, traiectoria rachetei și/sau viteza acesteia, etc.). ➤ Ar trebui folosită chestionarea efectivă (de ex. dacă mingea este trimisă prea lung, întreabă jucătorul cum ar fi trebuit să lovească mingea pentru a ajunge mai aproape de fileu astfel încât adversarul să vină mai în față). În exercițiul închis: ➤ Antrenorul lansează mingile și jucătorul încearcă să le trimită înapoi astfel încât mingea să sară de două ori în careul de serviciu advers. ➤ Progresiile tactice și/sau tehnice pot include lovituri scurte cu plasamente sau traiectorii specifice, combinații de lovituri lungi și scurte, scurte și voleu, etc. Situația de joc este reintrodusă: ➤ <i>Jucătorii joacă pe puncte.</i> Jucătorul care câștigă punctul în dispută primește un punct. De fiecare dată când un jucător forțează adversarul să joace o lovitură care nu este voleu sau smeci în careul de serviciu va primi un punct suplimentar.

Tabelul 1.3. Lecția 2 folosind GBA cu jucătorii începători.

Concluzionând, pentru a dezvolta cel mai bine producerea de lovituri folosind GBA antrenorii ar trebui să ia în considerare următoarele practici (Crespo și Reid, 2002):

DE REȚINUT:

Repetarea este importantă. Jucătorii ar trebui să repete lovitura sau mișcarea de atât de multe ori cât este necesar pentru a ajunge la țelul tactic (și/sau tehnic). Oricum, antrenorul ar trebui să fie sigur că aceste repetiții sunt semnificative și specifice situației de joc aplicate.

- Un model individualizat pentru performanță ar trebui structurat cu mențiunea de a lua în considerare trăsăturile mecanice cheie ale fiecărei abilități și talentul și trăsăturile psihologice ale jucătorului (Elliott , 2001). Stricta impunere a unor anumite prize, poziții ale corpului, rotații în spate și transferuri ale corpului către înainte nu sunt recomandate.
- Întotdeauna trebuie să se facă legătura caracteristicilor biomecanice ale loviturii sau ale mișcării cu intenția tactică a jucătorului. Antrenorul ar trebui să le ofere posibilitatea jucătorilor de a experimenta maniera în care tehnica va fi aplicată în modul cel mai eficient în situația de joc.
- Să se folosească exerciții realiste (de ex. dacă se lansează mingi, ar trebui să se simuleze situația din meci). În acest fel jucătorul va dezvolta tehnicile specifice loviturii și va învăța să înțeleagă interpretarea implicită a acestor tehnici în contextul situației de joc.



Măiestria loviturii se obține prin repetarea loviturii în situații de joc specifice.

Cercetările au arătat că prea multă înstruire în timpul practicii ar putea inhiba învățarea. Vault și Weight (1997) au sugerat că prin oferirea prea multor informații despre abilitatea pe care o învățau se ajungea la o “supra-analiză” a performanței lor. Ca rezultat, acești jucători au fost considerați că au învățat mai puțin decât acei jucători care nu au primit instrucțiuni. Se sugerează astfel că efectele învățării implicite sunt mai valoroase când jucătorilor le este permis să joace fără a trebui să fie conștienți permanent de performanță. Astfel, unii autori au afirmat că pentru a preda tenisul, cea mai bună metodă este GBA, în care învățarea este încurajată prin descoperire ghidată (Cooke, 1999). Independent de metoda folosită, antrenorii ar trebui să evite să le ofere jucătorilor feedback inadecvat care ar putea să ducă la tehnica de genul “neputincioasă datorită analizei”, sau mai rău chiar, să-i descurajeze să continue pregătirea în tenis. Rețineți că adesea se consideră a fi o bună practică de predare cea numită “sandviș cu comentariu negativ” (oferit într-o manieră foarte pozitivă) între două comentarii pozitive asupra tehnicii unui jucător (Knudson și Morrison, 1997). Pe măsură ce jucătorii progresează nevoia de feedback pozitiv poate fi redusă, dar nu eliminată.

Practicile tradiționale de antrenament au văzut producerea de lovituri în termeni de pregătire sau poziție, priză, transfer înapoi, transfer înainte, punct de contact, terminarea loviturii, etc. Această abordare a încurajat antrenorii să stabilească cu precizie diferențele de stil în producerea loviturii fără a mai fi necesar aportul antrenorului pentru a dezvolta o înțelegere a biomechanicii unei lovituri reușite (Crespo și Miley, 1998).

Este important pentru antrenori să înțeleagă că dacă biomechanica și tehnica loviturilor se leagă una de alta, nu înseamnă că sunt una și aceeași.

Următorul exemplu este oferit pentru a ilustra diferența dintre biomechanica și tehnica loviturii: doi jucători pot avea tehnici foarte diferite, dar pot folosi principiile biomechanice într-o manieră adecvată astfel încât ambele lovituri sunt eficiente și nu cresc riscul de accidentare. Nu se poate spune că aceste lovituri nu pot fi îmbunătățite, dar adesea referirea la tehnica uneia se bazează doar pe modul cum se prezintă. Antrenorii ar trebui să fie încrezători când apreciază o “biomechanică bună”, dar să nu fie prea rigizi în a încerca să implementeze o “anumită tehnică”.

Într-un efort de a educa antrenorii în privința biomechanicii tenisului și de a le permite să o integreze mai bine în antrenamentul lor de pe teren, LTA a dezvoltat acronimul “BIOMECH” (LTA, 1995; Reynolds, 1994; 1995a; 1995b; 1996a; 1996b). Fiecare literă a acronimului se leagă de un anumit concept sau principiu biomechanic care are o importanță universală în producerea loviturilor și mișcărilor în tenis. Tabelul 1.4 ilustrează câteva exemple despre cum acronimul și deci conceptele/principiile se aplică diferitelor lovituri și/sau mișcări din tenis. Pentru a înțelege cel mai bine și apoi aplica aceste concepte/principii, antrenorii trebuie să le relaționeze cu procesul de dezvoltare a vitezei rachetei subliniat în Capitolul 2.

DE REȚINUT:

Metodele pedagogice moderne folosite în tenis încurajează antrenorii să vadă dincolo de aparențele loviturilor și să caute o înțelegere mai în detaliu a creării și efectuării mișcării. O înțelegere a principiilor biomechanicii-cheie este deci esențială pentru antrenori ca să dezvolte în cel mai bun mod tehnicile loviturilor și mișcărilor. La fel de important este însă ca antrenorii să fie capabili să ofere aceste informații jucătorilor, într-o manieră ușor de înțeles, dar care să nu deformeze conținutul.

PRINCIPIILE / CONCEPTELE BIOMECHANICII ȘI APLICAREA LOR PRACTICĂ	
CONCEPT / PRINCIPIU	EXEMPLU PRACTIC
BALANS	În tenis, rolurile balansului static și dinamic sunt importante în producția mișcării și loviturii. ➤ Balansul static poate fi considerat, deși nu ad-literam, în contextul pasului adăugat. Adică, dacă jucătorul efectuează un pas adăugat care este prea larg, el va fi foarte bine balansat, dar de fapt va fi atât de stabil încât îi va fi greu să se miște cu rapiditate în părțile laterale din această poziție. Dimpotrivă, dacă pasul adăugat și deci baza de suport sunt prea înguste, el va fi capabil să se miște ușor în părțile laterale dar abilitatea să facă aceasta la o viteză mare, cu o forță de împingere în oricare direcție ar putea să fie limitată. ➤ Balansul dinamic este abilitatea unui jucător de a-și menține centrul de greutate deasupra bazei sale de suport în timp ce corpul său se mișcă. Controlul asupra acestei stări este important pentru producerea de lovituri și de asemenea de mișcări către și dinspre locul de unde lovește.
INERȚIA – LINIARĂ ȘI UNGHIULARĂ	Inerția liniară se referă la rezistența unui corp la o mișcare în linie dreaptă, în timp ce inerția unghiulară este rezistența generală a rachetei de a-și schimba poziția unghiulară. În tenis, inerția liniară poate fi considerată în contextul mișcării din teren. Adică, un jucător care rămâne nemișcat va întâmpina o rezistență mai mare pentru a iniția o mișcare liniară în orice direcție decât un jucător mai vioi. Inerția unghiulară, care este văzută ca având mai multe aplicații în cazul jucătorului de tenis poate fi evidențiată în termenii producerii de lovituri. Un jucător care face reverul cu o mână, înainte de a face transferul către înainte, va avea cotul îndoit și racheta mai aproape de corp pentru a-i permite să se rotească mai repede. Dacă racheta ar fi mai departe de corp, ar fi mai greu să se rotească deoarece sistemul corp-rachetă ar avea o inerție unghiulară mai mare (momentul de balans al inerției).
FORȚA DE OPOZIȚIE	Pe durata mișcării de pregătire a jucătorului în vederea săriturii pentru un smeci, va îndoi genunchii, coborându-și corpul și deci va împinge către pământ. La rândul lui, pământul va reacționa și va “împinge” înapoi către jucător ajutând la săritura acestuia. Această forță de opoziție particulară este denumită forță de reacție a pământului.
MOMENTUL	Privit simplu, momentul este produsul dintre masă și viteză și orice jucător care dorește să imprime o viteză mai mare mingii va trebui să mărească segmentul corpului și în final momentul rachetei. Sunt două tipuri diferite de moment: unghiular și liniar, și acestea sunt cel mai bine înțelese privind la poziția complet deschisă la lovitura de dreapta. ➤ În tehnica poziției deschise, jucătorii se pregătesc așezându-se cu fața la fileu și apoi se bazează mult pe rotația trunchiului și a rachetei pe durata balansului din spate către înainte spre minge pentru a genera viteza rachetei. În acest caz se folosește predominant momentul unghiular. ➤ Pe de altă parte, jucătorii vor pași în față transferându-și greutatea de pe piciorul din spate pe piciorul din față când execută lovitura de dreapta din poziția complet deschisă. În acest fel, momentul liniar este folosit pentru a contribui la producerea vitezei.
ENERGIA ELASTICĂ	Atât lovitura de dreapta cât și reverul sunt exemple de mișcări circulare cu întindere scurtă, unde energia elastică înmagazinată în mușchi în timpul fazei de lungire a mișcării (întinderea în timpul transferului corpului pe spate) este parțial recuperată pentru a crește viteza rachetei generată în timpul transferului spre înainte (scurtarea mușchilor).
COORDONAREA	O coordonare sau o desfășurare de mișcări de la pământ, prin trunchi către brațul care ține racheta este necesară pentru producerea efectivă a loviturii. La voleu, unde este necesară precizia, segmentele corpului se vor mișca mai mult ca un tot unitar, în timp ce la serviciu, segmentele corpului vor fi coordonate astfel încât să poată fi generată o viteză mai mare a rachetei.

Tabelul 1.4. Conceptele / principiile BIOMECH și aplicarea ei practică

Un exemplu a principiului BIOMECH aplicat unei lovituri de tenis este prezentat în Figura 1.3

INERȚIA

Pentru a ajunge în această poziție, Xavier utilizează inițial o extensie completă pe spate. Oricum, el micșorează apoi distanța dintre rachetă și corp (reduce inerția unghiulară) astfel încât să poată roti sistemul rachetă-membrul superior mai rapid, pe durata balansului spre minge.

MOMENTUL

În timpul transferului către înainte Xavier va roti trunchiul în trei planuri de mișcare interdependente (1. transversal – ce conține axa longitudinală, 2. frontal – bascularea umerilor și 3. sagital – acțiune de rostogolire) pentru a ajuta mărirea vitezei rachetei în momentul impactului. În această postură care se vede în Figura 1.3., Malise este bine poziționat pentru a face rotirea în aceste trei planuri. Aliniamentul umerilor de asemenea favorizează bascularea lor, care se poate vedea mai proeminent la acei servanți care generează o viteză mai mare a rachetei (Bahamonde, 2000).

COORDONAREA

În timpul transferului către înainte secvența de mișcări coordonate (conducerea piciorului și rotația trunchiului, ridicarea și flexia brațului superior, extensia brațului superior, extensia antebrățului, pronația și rotația internă a brațului superior și flexia palmei), care generează desprinderea de pe teren, asigură generarea vitezei în serviciu (Elliott, 2001).

ENERGIA ELASTICĂ

Mai mulți mușchi care produc forța brațului superior ca mușchiul mare dorsal și mușchiul mare pectoral sunt întinși într-o rotație externă maximă, stocând energia elastică. Când Malisse începe să-și conducă piciorul racheta sa este împinsă înapoi și în jos, depărtată de spate. Această energie va fi recuperată pentru a ajuta să genereze viteza rachetei în timpul fazei de rotație internă (brațul superior) a acțiunii la serviciu (Elliott, 2001).

BALANSUL

Xavier Malisse aduce piciorul drept din spate către înainte aproape de piciorul din față (în fața lui), pregătindu-se să declanșeze impactul. Făcând asta, el își reduce baza de suport, dar rămâne bine echilibrat. Combinația între flexia genunchilor și rotația trunchiului îl ajută să-și mențină centrul de greutate în interiorul propriei baze de suport. Jucătorii care folosesc această tehnică de conducere a piciorului au arătat că generează o forță verticală de reacție cu pământul mai mare și impactul asupra mingii este mai puternic decât în cazul jucătorilor care nu folosesc ambele picioare pentru a se desprinde de teren. (Elliott, 1983)

FORȚA DE OPOZIȚIE

Când Malisse împinge în pământ, o forță opusă și egală este generată de pământ împotriva sa. Jucătorii folosesc această forță (forța de reacție cu pământul), produsă inițial de extensia picioarelor, pentru a-și dirija corpul în sus și către minge.

Figura 1.3. Corelarea BIOMECH la serviciul în tenis.

DE REȚINUT:

Poți să dezvolti propriul tău acronim care să reflecte modul cum integrezi cunoștințele tale de biomecanică în antrenament.

Pentru exemple practice suplimentare despre ce înseamnă sau cum ajută aplicațiile biomecanicii în tenis recomandăm cititorilor publicațiile Departamentului pentru Antrenori al Asociației Tenisului de Câmp (Dent, 1994; LTA, 1995, 200y CCCC1; Reynolds, 1996).

3 RELAȚIA DINTRE BIOMECANICĂ ȘI MINITENIS

3.1.

TEORIE / APLICAȚII

La copiii sub 10 ani care vor să-și atingă potențialul sportiv maxim trebuie accentuată importanța învățării ABC-ului (agilitate, echilibru și coordonare) deprinderilor fizice împreună cu cele ale alergării, săriturii, aruncării și prinderii (Balyi și Hamilton, 2003). Mini-tenisul, versiunea la scară mică a tenisului, care utilizează echipament (filee mai joase, mingi de burete, rachete mici din plastic sau lemn) și suprafețe de joc adaptate facilitează acest proces de învățare (Crespo și Miley, 1998b; Quezada și alții, 2000).

Știința a demonstrat nevoia de a corela mărimea rachetelor cu mărimea corpului corespunzătoare vârstei (Elliott, 1981; Knuttgen, 1959; Ward și Groppe, 1980; Wells, 1981). De aceea rachetele pentru mini-tenis sunt fabricate mai scurte și mai ușoare decât rachetele obișnuite pentru adulți. Reducerea masei rachetei și scurtarea mânerului permit tinerilor jucători începători să manevreze mai bine racheta și să-i imprime viteze mai mari. De asemenea rachetele cu lobul mai mare, de regulă asociate cu momente opuse de inerție mai mari (rezistența la răsucire a rachetei față de axa longitudinală) ajută jucătorii de mini-tenis care au probleme de control. În acest caz, adaptarea echipamentului poate în mod evident să ajute tinerii începători să-și coordoneze segmentele corpului în mod eficient și eficace pentru a genera viteza rachetei pe durata producerii loviturii.

DE REȚINUT:

Quezada și alții (2000), investigând mentele mini-tenisului în ceea ce privește acumularea deprinderilor, au concluzionat că activitățile din mini-tenis constituie o modalitate eficientă prin care sunt dezvoltate la copii deprinderile motorii fundamentale ale alergării, aruncării, prinderii, săriturii și lovirii.



Mini-tenisul constituie o modalitate excelentă de a introduce biomecanica și tactica la jucătorii începători.

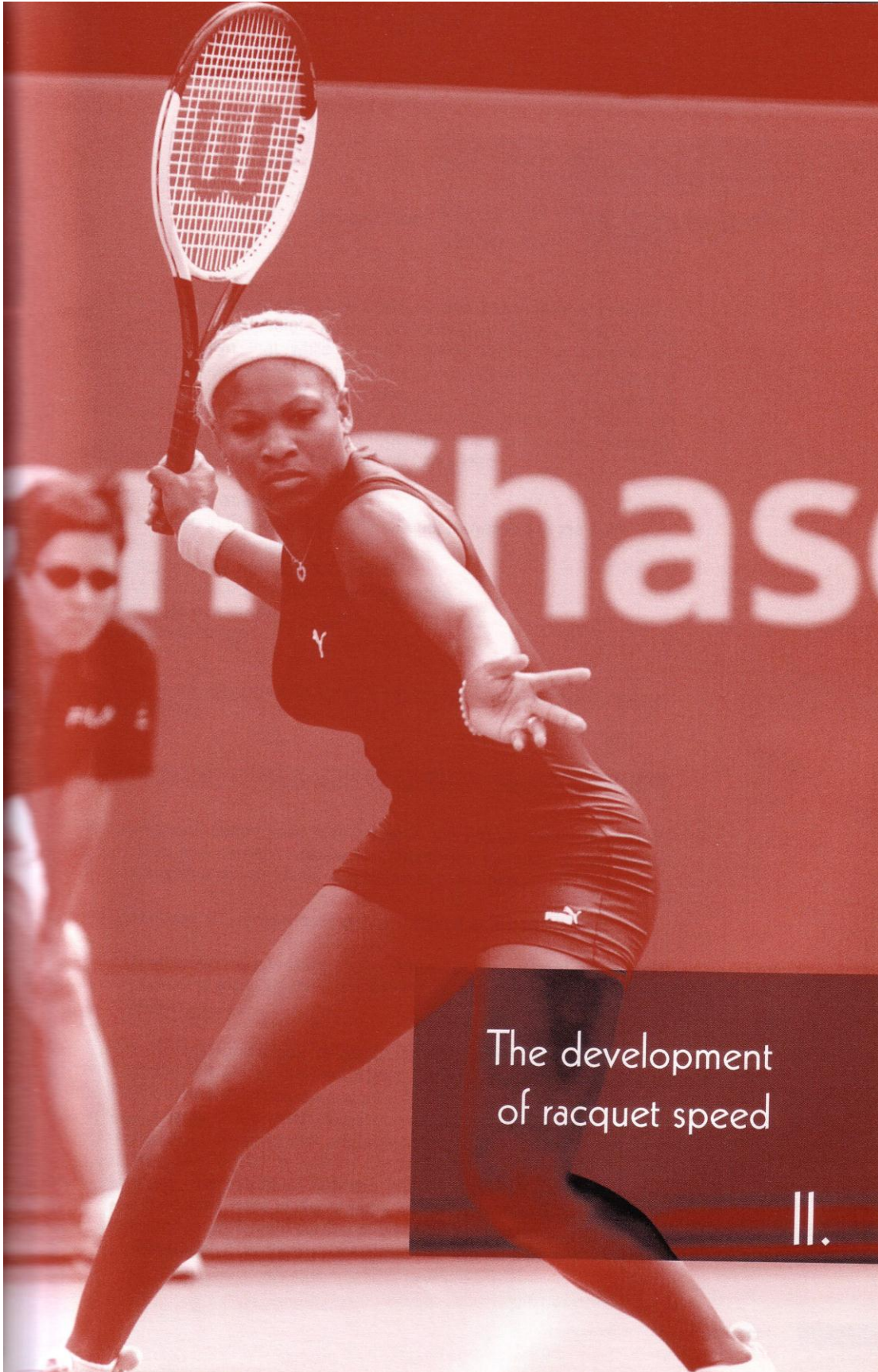
Utilizarea mingilor spongioase sau moi (cu presiune scăzută) este o altă caracteristică a mini-tenisului care este considerată că facilitează execuția loviturii. Asta înseamnă că dacă aceste mingi pierd mai multă energie în timpul impactului minge-rachetă, se deplasează mai încet prin aer și sar mai puțin decât mingile standard, prin urmare jucătorii au mai mult timp la dispoziție să se pregătească pentru impact. Aceasta are implicații evidente în ceea ce privește acuratețea loviturii la jucătorii începători, acuratețe care scade pe măsură ce viteza mingii crește (Poto, 1985).

Pentru alte lămuriri despre rolul mini-tenisului în dezvoltarea jucătorului, recomandăm cititorilor interesați lucrarea autorilor Crespo, M., și Miley, D. (1998): *ITF Schools Tennis Initiative Teachers' Manual*. ITF Ltd. London.

4 REZUMAT

Rolul biomecanicii în GBA pentru antrenamentul în tenis este deosebit. Toate loviturile au o structură mecanică fundamentală și pentru a juca tenis cu maximă eficacitate jucătorii trebuie să execute aceste lovituri în toate situațiile de joc. Antrenamentul în tenis care nu prezintă direcție și structură nu vor fi de nici un folos în acest sens. Antrenamentul bazat pe un joc bine planificat îi ajută pe jucători să înțeleagă mai bine provocările tactice din tenis și îi încurajează să-și dezvolte tehnici în contextul tactic al jocului.

Natura inconcludentă a cercetărilor în tenis privind GBA sugerează faptul că este necesar un studiu mai extins pentru a determina efectul metodelor tehnică și GBA de antrenament asupra componentelor cognitive și de abilitate privind performanța în tenis. Ar fi prematură orice încercare de abandonare a metodelor tradiționale, care au arătat că sunt eficiente în a-i ajuta pe jucători să învețe abilitățile necesare jocului. Mai degrabă, pentru a asigura o dezvoltare optimă a jucătorului, antrenorii și cercetătorii trebuie să colaboreze pentru a continua să îmbunătățească aplicațiile GBA și ale biomecanicii în ciclurile antrenamentului în tenis. Mini-tenisul, care permite jucătorilor începători de vârste mici să joace cu echipament adecvat, este un pas foarte pozitiv în ceea ce privește integrarea biomecanicii la acest nivel al jocului.



The development
of racquet speed

II.

II. DEZVOLTAREA VITEZEI RACHETEI

Bruce Elliot

Abilitatea de a genera viteza rachetei, cu un nivel acceptabil al controlului, este un factor cheie al succesului în tenisul de performanță. Cross (2001) a arătat matematic că în timp ce forma rachetei și tensiunea corzilor sunt importante în generarea vitezei mingii, viteza rachetei la impact este critică pentru obținerea țintei de mai sus. Acest capitol oferă un cadru pentru antrenori pentru a ajuta jucătorii să-și îmbunătățească tehnica și în același timp să-și dezvolte o viteză sporită în producerea loviturilor. Sunt câteva elemente care contribuie la o creștere a vitezei rachetei și mingii:

- utilizarea energiei elastice
- creșterea în distanță a mișcării rachetei către minge
- mișcarea coordonată
- legătura între mișcarea liniară și unghiulară
- nevoia de forță / putere / rezistență musculară
- greutatea în lovitură
- design-ul echipamentului

1 FOLOSIREA ENERGIEI ELASTICE ȘI PRE-TENSIONĂRII MUSCULARE ÎN CREȘTEREA VITEZEI RACHETEI

1.1

TEORIE

Câtă vreme factorii neurologici joacă de asemenea un rol în creșterea vitezei rachetei în tenis, este probabil mai ușor de acceptat că o creștere a acestei viteze precedată de o întindere complexă a tendoanelor musculare se datorează:

- recuperării energiei elastice înmagazinată (Wilson și alții, 1991) și;
- unei stări musculare mai activă, la începutul contracției concentrice (transferul înainte) urmată de o întindere excentrică (transferul înapoi) (Walshe și alții, 1998).

Teoria care subliniază folosirea energiei elastice în activitățile cu întinderi scurte și ciclice este relativ simplă. Pe durata fazei de întindere a mușchilor, tendoanelor și țesuturilor asociate, prin întindere se stochează energie. La o lovitură din tenis, energia este deci depozitată pe durata rotației rachetei și părții superioare a trunchiului (transferul înapoi) sau a fazei de pregătire a mișcării (de ex. flexiunea picioarelor în timpul pasului adăugat de dinaintea unui voleu). În reversul mișcării, pe durata fazei de scurtare, mușchii întinși (care se află acum într-o stare musculară mai activă decât cea în care se aflau în repaus) cât și tendoanele revin la starea lor inițială și astfel este recuperată o parte a energiei depozitate care asistă și mișcarea. Următoarea mișcare a rachetei (ex. rotația externă urmată de cea

internă a brațului superior la serviciu), este astfel mărită prin utilizarea acestei energii elastice și prin faptul că mușchii sunt deja pre-tensionați și sunt deci într-o poziție mai bună de aplicare a forței. Cercetările au arătat că:

- viteza rachetei crește cu 10-20 % urmând un ciclu de întinderi scurte
- se pierde energia dacă se ia mai mult decât o pauză scurtă între fazele de întindere și scurtare ale unei mișcări. Aproximativ 50% din energia depozitată se pierde dacă are loc o pauză de o secundă între transferul înapoi și transferul înainte ale unei lovituri (Fig. 2.1.). După o întârziere de patru secunde aproape întreaga energie depozitată este disipată. Într-o acțiune ca cea de la serviciu, Elliot și alții (1999) au arătat că maximul vitezei mâinii a fost cu aproximativ 10% superior în cazul unei pauze scurte comparativ cu cel al unei pauze de o secundă între transferul înapoi și transferul înainte (întinderi scurte) ale mișcării.
- recuperarea acestei energii înmagazinate tinde să aibă loc relativ rapid și este astfel un beneficiu major în faza inițială a transferului înapoi sau în mișcarea către minge. Acesta este un beneficiu major pentru copiii mici, care au nevoie de această sursă de energie pentru a depăși inerția (transferul greutateii) rachetei la începutul balansului către înapoi în cazul unei lovituri de bază sau serviciu.

DE REȚINUT:

Există întotdeauna o întârziere între fazele de întindere și revenire (transfer înapoi – transfer înainte) a unei lovituri. Cercetările au arătat că aceasta trebuie să fie menținută scurtă.

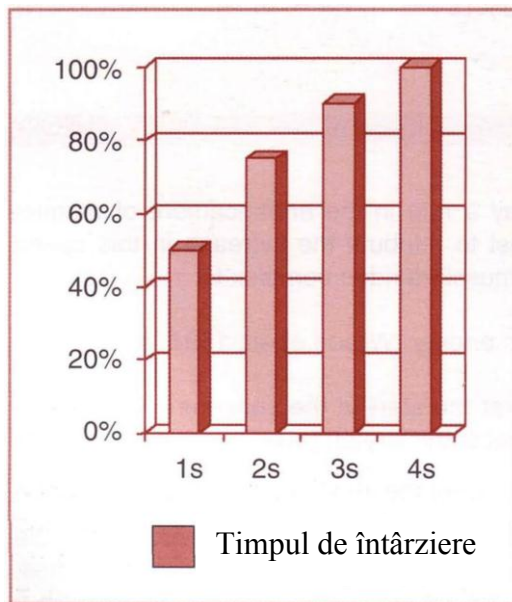


Figura 2.1. Energia pierdută în timpul întârzierii dintre fazele transferului înapoi și înainte crește

Viteza mișcării în teren este legată parțial de capacitatea de a "folosi energia elastică". Oprirea mișcării în jos a unui jucător în timpul flexiunii pe genunchi (când accelerează în jos) face să întindă mușchii și alte țesuturi din fața coapsei (grupa cvadriceps), având drept rezultat depozitarea de energie. Această energie depozitată, împreună cu faptul că această grupă musculară este pretensionată și deci capabilă să producă repede forță, va intensifica mișcarea membrului inferior în deplasarea către minge, dacă mișcarea de flexiune a genunchiului este rapid urmată de extensia acestuia.

În faza de transfer înapoi a unei lovituri de bază umerii se rotesc mai mult decât șoldurile pentru a crea "un efect de spirală", care întinde mușchii de-a lungul regiunii superioare a trunchiului /umărului. Diferența dintre nivelele de rotație ale umărului și șoldului este denumită "unghi de separare" (Figura 2.2. și 2.3a). De exemplu la rever, cele două tipuri de lovituri, cu o mână și cu două mâini, evidențiază unghiuri de separare diferite la sfârșitul transferului înapoi (cu o mână = 30° ; cu două mâini = 20°) (Reid și Elliott, 2002). Acesta este deci un avantaj pentru lovitura cu o mână pentru că folosește energia elastică și pretensionarea musculară.

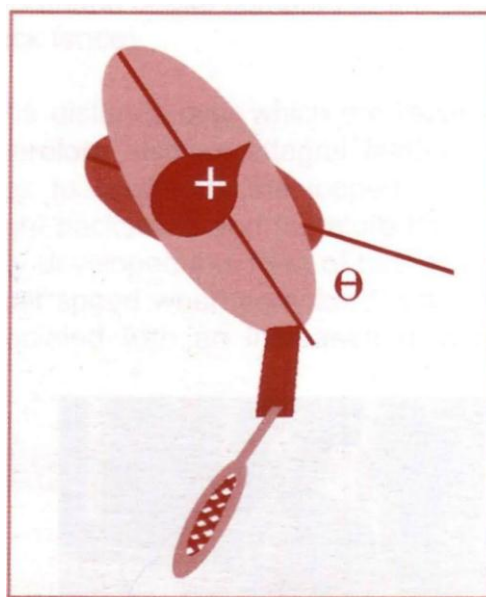


Figura 2.2. Unghiul de separare este diferența dintre aliniamentul umerilor și șoldurilor.

Mușchii și țesuturile asociate din zona umărului sunt în continuare întinse în faza de început a balansului înapoi în cadrul loviturilor de bază și serviciului. Cercetările au arătat că jucătorii cu o rotație viguroasă în faza de început a balansului înainte la lovitura de dreapta determină o "tragere" a brațului ce conduce la creșterea întinderii mușchilor din zona umărului (de aceea umerii și racheta nu sunt aliniați în faza de balans înainte). În faza de balans înapoi la serviciu mușchii implicați în rotația internă ajută la stoparea rotației externe a brațului superior (Figura 2.3b). Contrakția excentrică (întinderea sub tensiune) a acestor mușchi rotativi interni le mărește apoi abilitatea de a roti rapid în interior brațul superior, acțiune care s-a dovedit a fi esențială în performarea puterii serviciului.

La efectuarea pasului de rupere de dinaintea unui voleu (fie după un serviciu sau după o lovitură de apropiere) tălpile sunt plasate la o distanță de aproximativ o lățime de umăr și sunt flexate (Figura 2.3c). Pentru a opri această mișcare a corpului spre teren, mușchii cvadricepși sunt întinși sub tensiunea de dinaintea extensiei, pentru a-l poziționa pe jucător pentru voleu. Aceasta prezintă două beneficii, îi permit jucătorului să se balanseze înainte de a se deplasa către minge și mărește viteza mișcării prin intermediul folosirii energiei depozitate.

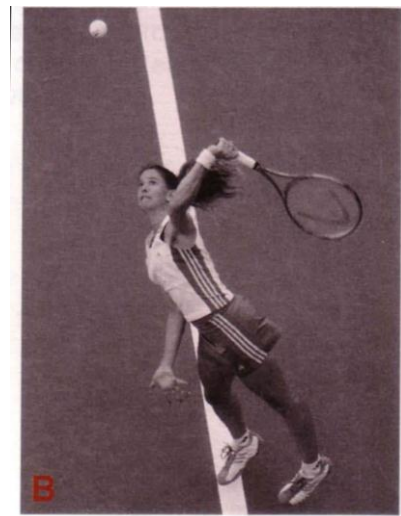


Figura 2.3. Pretensionarea mușchilor umărului și întinderea tendoanelor la o lovitură de bază (A), serviciu (B) și în timpul executării unui pas de rupere în pregătirea unui voleu (C).

2 DISTANȚA PESTE CARE POATE FI DEZVOLTATĂ VITEZA RACHETEI

Una din principalele motivații ale unui balans înapoi este creșterea distanței peste care poate fi dezvoltată viteza rachetei pe parcursul balansului către minge (vezi Figura 2.3a și b). Această distanță adițională este de multe ori necesară pentru a depăși ”balansul greutateii” rachetei și pentru a asigura timp pentru creșterea vitezei la impact. De reținut că momentul mecanic în direcția loviturii va fi de asemenea mărit odată cu această creșterea a vitezei rachetei (momentul = masa x viteza).

2.1

TEORIE

Cercetările au arătat faptul că jucătorii moderni demonstrează o largă deplasare a rachetei ca parte a balansului înapoi în toate loviturile puternice. De exemplu în efectuarea reverului cu o mână trunchiul și brațele se rotesc pentru a poziționa racheta aproape paralel cu gardul din spate (rotație de aproximativ 260° de la poziția indicând adversarul), pe când la reverul cu două mâini racheta este aliniată imediat după perpendiculara către gard (rotație de aproximativ 200° de la poziția indicând adversarul) (Reid și Elliott, 2002). Este deja comun pentru jucătorii avansați să-și rotească racheta la 225° în lovitura de dreapta, comparabil cu cele 180° obișnuite anterior (perpendicular pe gardul din spate).

Un balans înapoi cu buclă mărește și el distanța peste care poate crește viteza la impact și este deci tot o trăsătură a tenisului modern. În cazul executării loviturilor de bază la începători executarea buclei solicită mai multă coordonare ca la retragerea în linie dreaptă și de aceea controlul poate să scadă într-o primă fază. Oricum, odată efectuat corect această formă de balans înapoi, permite producerea unei viteze crescute a rachetei comparabil cu situația balansului în linie dreaptă, de aceea este asociat cu o deplasare accentuată a rachetei.

2.2

APLICAȚIE

Deplasarea rachetei se leagă de creșterea vitezei în toate loviturile, chiar și în cazul unui voleu (comparați un voleu efectuat la linia de serviciu cu unul mai aproape de fileu); oricum, în acest capitol vor fi folosite doar serviciul și reverul pentru a ilustra cele de mai sus.

- într-un serviciu modern racheta este ”departe de ” și în spatele nivelului șortului pentru a mări distanța pe care se mișcă racheta până la impact (Figura 2.3b). Acest lucru crește mai departe performanța solicitând mușchii din zona umărului la întindere.
- este deja comun pentru jucătorii avansați să rotească racheta astfel încât aceasta să fie paralelă cu gardul din spate în cazul reverului cu o mână, și în spatele unei linii ce țintește

gardul din spate la aproximativ 45° în cazul loviturii de dreapta , în încercarea de a mări distanța peste care viteza rachetei poate fi generată (Figura 2.4a și b). Deplasarea crescută a rachetei în cazul reverului cu o mână este compensată de folosirea mai multor segmente în cazul reverului cu două mâini.

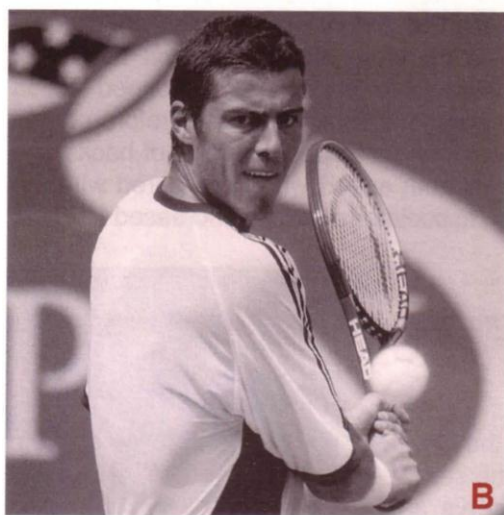
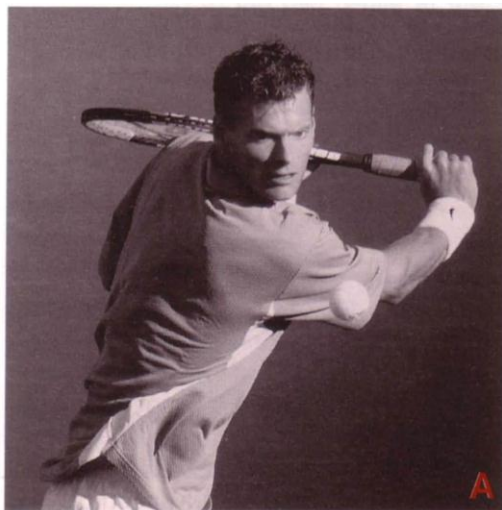


Figura 2.4. Poziția balansului înapoi la reverul cu o mână (A) și la reverul cu două mâini (B).

3 FOLOSIREA MIȘCĂRILOR COORDONATE

În tenis, unde de obicei este nevoie de o viteză mare a rachetei, un număr de segmente ale corpului trebuie să fie coordonate dacă se caută a se obține atât viteză cât și acuratețe. Unde este nevoie de precizie, ca de exemplu la voleu, numărul de segmente necesar pentru a produce această viteză finală este redus, iar mișcarea dintre segmente are loc simultan, pe când în loviturile puternice un număr mai mare de segmente se mișcă într-o manieră coordonată.

3.1

TEORIE

Fiecare mișcare din timpul producerii loviturii poate fi considerată un segment separat, iar eliminarea acestuia diminuează capacitatea de a genera viteza rachetei. O abordare a producerii loviturii folosind mai multe segmente, ținta pentru toate loviturile de mare viteză, solicită o secvență coordonată de mișcări, dacă nu apare o coordonare greșită.

Mișcarea de segmente în producerea loviturilor de mare viteză din tenis este în general structurată într-o manieră proximal-distală (picioare-trunchi-braț/rachetă). Singura joncțiune în mișcare care s-a dovedit că apare târziu la balansul înainte (și de aceea nu într-o succesiune proximal-distală) la serviciu (Elliot și alții, 1995) și la loviturile de dreapta (Elliot și alții, 1997) este rotația internă a brațului superior. Ben Kibler din SUA a prezentat și susținut punctul de vedere că performanța se va îmbunătăți și accidentările se vor reduce dacă este urmat lanțul mișcărilor (vezi Kibler și van der Meer, 2001).

Descoperirile recente în ce privește producerea loviturilor de dreapta și de rever au creat unele preocupări în rândul antrenorilor. Nevoia unei rotații mai mari a trunchiului și folosirea segmentelor individuale ale extremității superioare (braț, antebraț și mână) în încercarea de a genera o putere sporită rachetei a creat nevoia unor schimbări în metodologiile de antrenament. Dacă aceste schimbări sunt discutate în câteva detalii în Capitolul 1, aspecte specifice ale mecanicii loviturilor privind abordarea multi-segment pentru generarea vitezei rachetei vor fi prezentate în acest capitol

3.2

APLICAȚIE

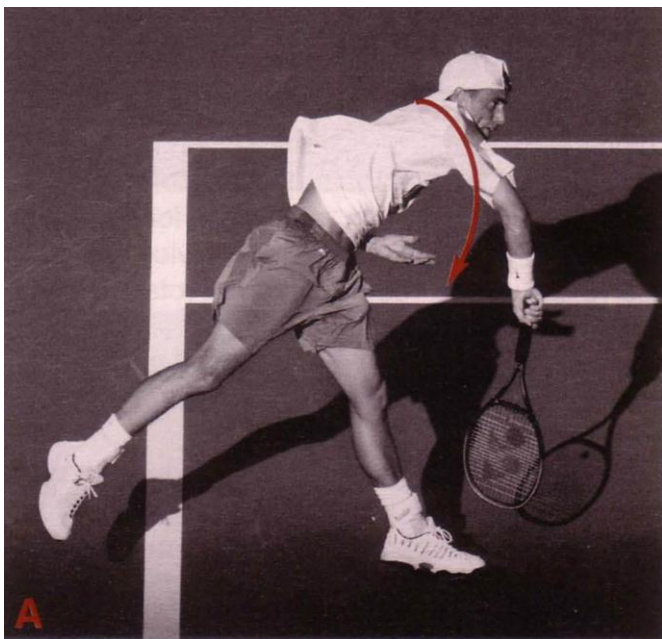
De exemplu, extensia articulațiilor cotului și încheieturii în timpul balansului înainte la un rever dirijat crește viteza rachetei la impact. Rotația umerilor la loviturile de bază și la serviciu nu numai că mărește distanța peste care poate fi generată viteza rachetei, dar de asemenea adaugă un alt segment (rotația trunchiului) acestei mișcări totale, iar dacă este coordonată cu mișcarea membrului superior, poate ajuta la producerea vitezei rachetei.

”Dirijarea piciorului” și ”rotația trunchiului” sunt doar două exemple de segmente care sunt trăsături esențiale în tehnica serviciului. La loviturile de bază a fost dovedit că partea superioară (umerii) și inferioară (soldurile) a trunchiului se rotesc secvențial pentru a mări ”spirală” în segmentul trunchiului și

deci pentru a mări potențialul de a utiliza energia elastică în scopul creșterii vitezei rachetei (vezi Figura 2.2). În lucrarea recentă a lui Behamonde (2000) s-a arătat maniera în care trunchiul se rotește în trei feluri pentru a produce momentul unghiular în timpul acțiunii la serviciu. Trunchiul se rotește:

- înainte pe direcția săriturii în timpul balansului în față (Figura 2.5a)
- umăr peste umăr în timpul balansului în față (Figura 2.5b)
- de-a lungul axei sale longitudinale (torsione) în timpul balansului înapoi și la începutul balansului înainte (Figura 2.5c)

Acest moment este apoi transferat în brațul care poartă racheta pentru a mări viteza rachetei la impact.



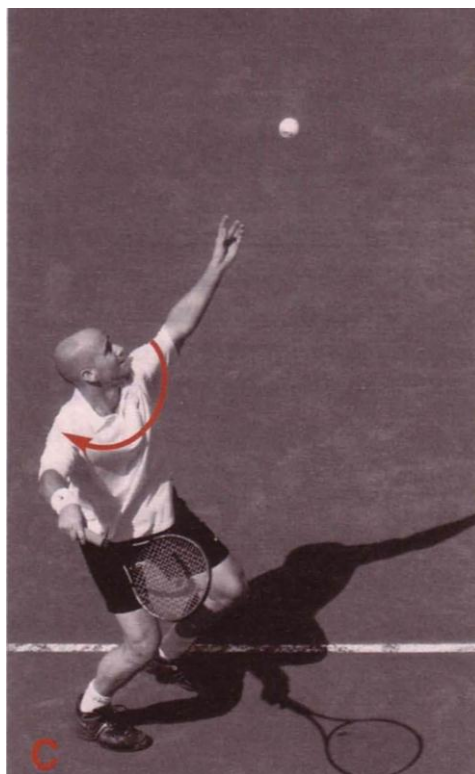
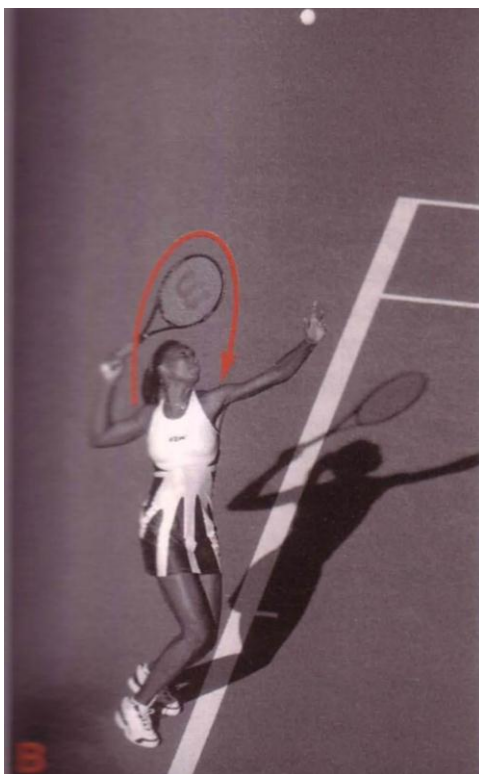


Figura 2.5. Trei direcții de mișcare a trunchiului în timpul serviciului (A: înainte sau pe direcția săriturii; B: umăr peste umăr sau bascularea lor, și C: torsiune)

Aici, ca notă finală putem spune că majoritatea textelor referitoare la antrenament includ o secțiune care se ocupă cu efectul total al acțiunii la serviciu care conduce la o viteză optimă a rachetei la impact.

Dirijarea piciorului

+

Rotația trunchiului

+

Ridicarea brațului superior și mișcarea înainte

+

Extensia cotului

+

Rotația internă a umărului și pronația antebrățului

+

Flexia încheieturii

4 LEGĂTURA ÎNTRE MIȘCAREA LINIARĂ ȘI UNGHIULARĂ

Deși Capitolul 3 se ocupă cu acest fenomen în detaliu, este foarte important în cadrul acestei secțiuni de menționa că legătura dintre mișcările în față (liniare) și cea rotativă (unghiulară) este importantă pentru generarea vitezei rachetei. În termeni generali este preferabil ca la impact corpul să aibă o mișcare înainte (mișcare liniară), deoarece brațul care poartă racheta se rotește cam în dreptul umărului. De reținut că mișcarea liniară în față a umărului este creată de rotația trunchiului, iar mișcarea în sus a acestui umăr este creată de o "dirijare" eficace a picioarelor.

5 ROLUL FORȚEI, PUTERII ȘI REZISTENȚEI MUSCULARE

5.1

TEORIE

Relația dintre capacitățile fizice specificate precum forța/puterea musculară și performanța este greu de cunoscute în tenis. Relații diferite au fost găsite între forța musculară și viteza serviciului, deși atât Kleinöder (1990) cât și Kraemer și alții (2000) au arătat că un program de exerciții special desemnat poate îmbunătăți viteza rachetei. S-a dovedit că specificitatea antrenamentului îmbunătățește forța și puterea reliefată de forma atletilor în diferite sporturi (Izquierdo și alții, 2002). Harterofilii și jucătorii de handbal au demonstrat o forță și o putere mai mare decât alergătorii de distanță și atleții neantrenați, ceea ce sugerează că antrenamentul sportiv pe termen lung produce adaptări specifice în particular în fiecare sport.

Acest antrenament pe termen lung împreună cu jocul duc la dezechilibre musculare, în special ale extremităților superioare și ale trunchiului, la jucătorii de tenis avansați (Roetert și Ellenbecker, 2002a). Dacă un dezechilibru între antebrațele drept și stâng poate fi acceptat, un dezechilibru al umărului (rotatorii interni versus rotatorii externi) sau al trunchiului de exemplu (erectorii spinali stângi versus erectorii spinali drepi) trebuie rectificați dacă nu se ajunge la o accidentare (Knudson și Blackwell, 2000). Un echilibru muscular adecvat care ține de dezvoltarea segmentelor rotative de mare viteză dar și de oprirea rotațiilor vor conduce amândouă la îmbunătățirea performanței și reduce probabilitatea apariției accidentărilor.

În loviturile puternice din tenis, stabilitatea trunchiului inferior este critică pentru un transfer reușit înainte și pentru prevenirea accidentărilor în partea de jos a spatelui. Această stabilitate, numită stabilitate de bază, implică acțiunea musculară coordonată a stabilizatorilor coloanei lombare. Con tracția precisă a mușchilor locali (transversus abdominis, lumbar multifidus și diaphragm) și a peretelui pelvic trebuie de aceea antrenată pentru a stabiliza coloana lombară și pentru a asigura o bază pe care ceilalți mușchi să se contracte. O carte a lui Richardson și alții (1999) oferă o viziune despre cum poate fi dezvoltat un program de stabilitate de bază și care să fie în beneficiul jucătorilor de tenis.

Crescând forța/puterea musculară se admite că un procent mai mic din aceasta este necesar pentru fiecare mișcare, lucru care poate duce la capacitatea de a reuși ca performanța să fie repetată, iar corpul să fie protejat de accidente. Acesta este și cazul când un jucător își întinde un mușchi pe durata balansului înapoi (pentru a înmagazina energie și a crește deplasarea rachetei) și pe durata impactului care urmează (pentru a reduce rotația ulterioară), pentru că cel mai mare risc de accidentare este în timpul unei rotații excentrice. Programele trebuie deci să includă secțiuni în care ”întinderea mușchilor sub tensiune – o contracție excentrică” să fie parte a antrenamentului. Puterea musculară (pentru rotație) și forța (pentru stabilizare) sunt deci necesare în regiunea umărului pentru a efectua mai multe rotații ale brațului superior în producerea de lovituri și pentru a proteja regiunea de accidentări.

Dat fiind faptul că întinderea mușchilor sub tensiune este o parte foarte importantă a mecanicii loviturilor, este absolut necesar ca antrenamentul de mobilitate să meargă mână în mână cu acest antrenament al forței/puterii. Grosser și Schönborg (2001) au afirmat că rolul antrenamentului de mobilitate este să:

- îmbunătățească elasticitatea naturală a mușchilor
- creeze serii de momente anatomice specifice la anumite articulații
- să îmbunătățească coordonarea reflexelor controlate ale mușchilor

Așadar, în general, mișcările din tenis pot fi cel mai bine descrise ca fiind o combinație de putere și rezistență deoarece jocul constă în serii repetate de eforturi de putere de-a lungul unei perioade lungi de timp. Fiecare lovitură implică o explozie de putere din picioare, trunchi și extremitatea superioară. În funcție de situație, sunt necesare anumite sprinturi/alergări specifice extremităților inferioare înainte și după fiecare lovitură. Specificitatea antrenamentului care ar trebui să ajute la obținerea celor spuse mai sus vor fi discutate în Capitolul 6.

DE REȚINUT:

O acumulare mai bună a energiei elastice, abilitatea de a crește distanța pe care se efectuează mișcarea în dreptul unei articulații (creșterea deplasării rachetei) la o valoare adecvată și abilitatea de a crește puterea musculară, toate sunt beneficii ale antrenamentului de mobilitate în tenis.

5.2

APLICAȚIE

Astăzi, practicienii medicinei sportive, fizioterapiștii, antrenorii și oamenii de știință din domeniul sportiv trebuie să colaboreze pentru a structura programe de antrenament care să îmbunătățească performanța și să prevină accidentările specifice tenisului. De exemplu, Federația Flamandă de Tenis, sub conducerea directorului tehnic Ivo Van Aken a studiat jucătorii selecțai la centrele naționale de antrenament din Belgia. Această analiză a reliefat faptul că jucătorilor, în mod tipic, le lipsește mobilitatea în zona șoldului și prezintă de multe ori un control motoriu slab al musculaturii profunde abdominale care la rândul ei poate reduce controlul pelvic și poate duce la solicitarea părții de jos a spatelui (Viroux și Bastiaens, 2002). Jucătorii naționali selecționați au arătat de asemenea că problemele umărului nu mai sunt alimentate doar de dezechilibrele musculare, dar și de o serie de mișcări limitate de rotație internă și o slabă stabilizare scapulară. Referindu-ne la o lipsă de mobilitate în lanțul ”șold stâng – umăr drept” (pentru dreptaci), s-a dovedit că este important de luat în calcul acest lucru pentru prevenirea accidentărilor la umăr (Viroux și Bastiaens, 2002).

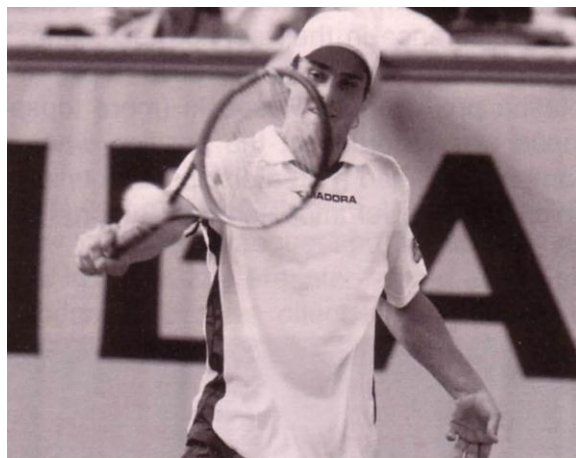
DE REȚINUT:

Colaborarea în vederea profilaxiei ar trebui să fie o componentă esențială a dezvoltării programelor tuturor națiunilor (Roetert și Ellenbecker, 2002b)

Date privind tinerii jucători de performanță olandezi au arătat într-un mod asemănător nevoia antrenamentului specific. Doctorul Pluim, fizician sportiv în cadrul Asociației Regale Olandeze de Tenis de Câmp, a analizat forțele de rotație internă și externă ale jucătorilor olandezi și a arătat că nivelele de forță rotativă internă sunt mai mari ca cele externe la jucătorii de ambele sexe. O diferență prea mare în această rotație ($\approx 1,5 : 1$) ar reduce stabilitatea regiunii din zona umărului și ar crește deci probabilitatea accidentărilor. Un program adecvat de antrenament a putut îndrepta această situație (Pluim, 2002; comunicări personale). Aceștia de mai sus, ca și multe alte asociații naționale precum cea australiană, au implementat de asemenea exerciții pentru ”stabilitatea de bază” ca parte cheie a programelor lor de dezvoltare (Miller, 2002; comunicări personale).

6 "GREUTATEA" UNEI LOVITURI

Jucătorii profesioniști se referă des la "greutatea unei lovituri" ca un motiv pentru succesul unui anume jucător. Această "greutate" va fi înțeleasă ca fiind cantitatea de rotație a mingii în combinație cu viteza sa de dinainte de impact.



Jucătorii de zgură precum Gaston Gaudio sunt considerați adesea ca având "lovituri grele" datorită vitezei și rotației imprimate în lovitură.

6.1.

TEORIE

Rotația mingii este creată de mișcarea și orientarea rachetei față de minge. Nu mai este posibilă o mișcare intenționată între minge și rachetă odată ce impactul s-a produs, deci mișcarea rachetei trebuie să urmeze o traiectorie prestabilită.

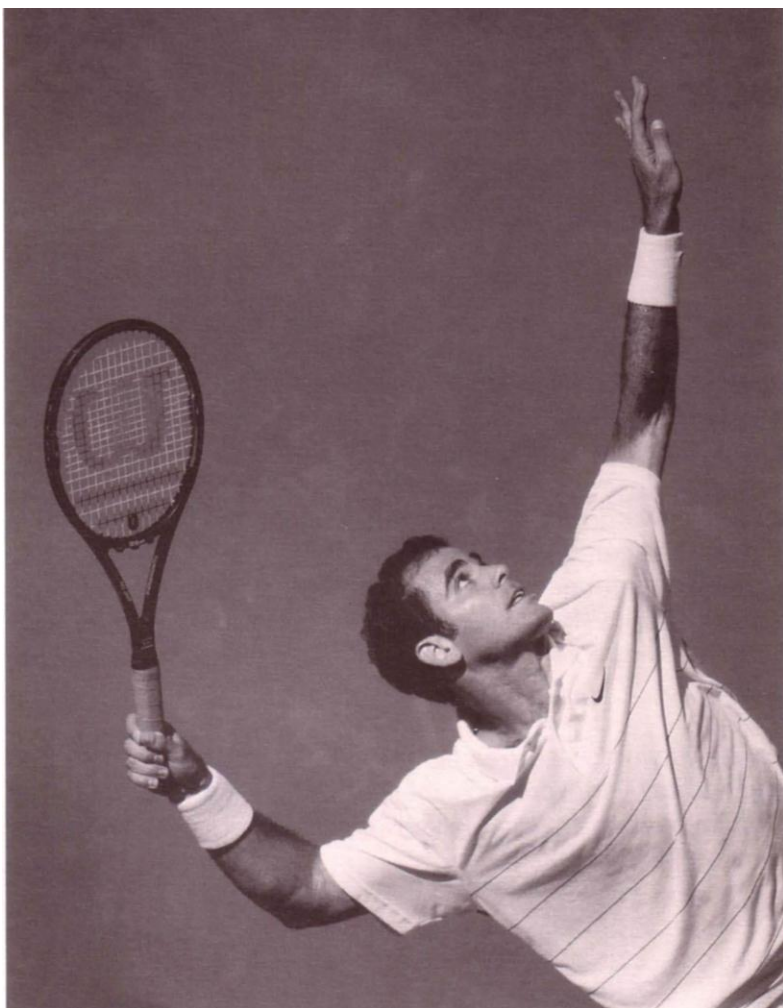
În acțiunea de la serviciu mișcarea în sus a rachetei combinată cu mișcarea în jos a mingii crează topspin. Bahamonde (1991) a arătat că serviciile plate ale jucătorilor de colegiu aveau o rată de 774 de rotații pe minut (rpm). Jucătorii profesioniști lovesc serviciile "plate" cu o rată de 1600 rpm (Macari-Pallis, 1998). Este de aceea evident faptul că serviciul este deseori lovit "plat" la un nivel ridicat de performanță.

La loviturile de bază traiectoria balansului în față tinde să fie mică până exact înainte de impact, apoi se mărește pentru a produce rotația dorită a mingii. Următoarele traiectorii ale rachetei în zona de impact sunt tipice pentru jucătorii avansați în cazul loviturilor de bază.

- | | | |
|-----------------------|---|----------|
| ➤ lovitură plată | ≈ | 25 – 30° |
| ➤ lovitură cu topspin | ≈ | 35 – 45° |
| ➤ lob cu topspin | ≈ | 50 – 70° |

Este clar că loviturile de mare viteză cu nivele ale rotației mingii ridicate sunt des întâlnite în tenis.

Această combinație de înalte nivele de rotație și viteză a mingii produce ”greutatea loviturii”. Posibil ca cel mai bun exemplu în acest sens să fie returul de serviciu. Yandell (2002) a vorbit despre serviciile a doi dintre cei mai buni servanți, anume Greg Rusedski și Pete Sampras. Cu toate că cei doi serveau cu viteze asemănătoare ($\approx 190 - 200$ km/hr), loveau mingea la o înălțime similară ($\approx 2,85$ m) și cu rotații aproape identice ($\approx 2\,500$ rpm), exista o diferență cheie privind tehnica folosită de fiecare. Rotația la serviciul lui Sampras avea o axă mai verticală în comparație cu cea din cazul lui Rusedski (mai multă rotație în sus/laterală). În timp ce în poziția în care adversarul trebuia să lovească mingea se înregistra o viteză a mingii asemănătoare, mingea lui Sampras avea un număr de rotații de topspin mai mare (cam 500 rpm) și o înălțime substanțial mai mare atunci când primitorul lua contact cu serviciul lui Sampras (0,1 – 0,3 m).



Deși jucătorii pot servi cu aceeași viteză, un serviciu poate fi substanțial mai înalt decât altul datorită axei de rotație a mingii mai verticale.

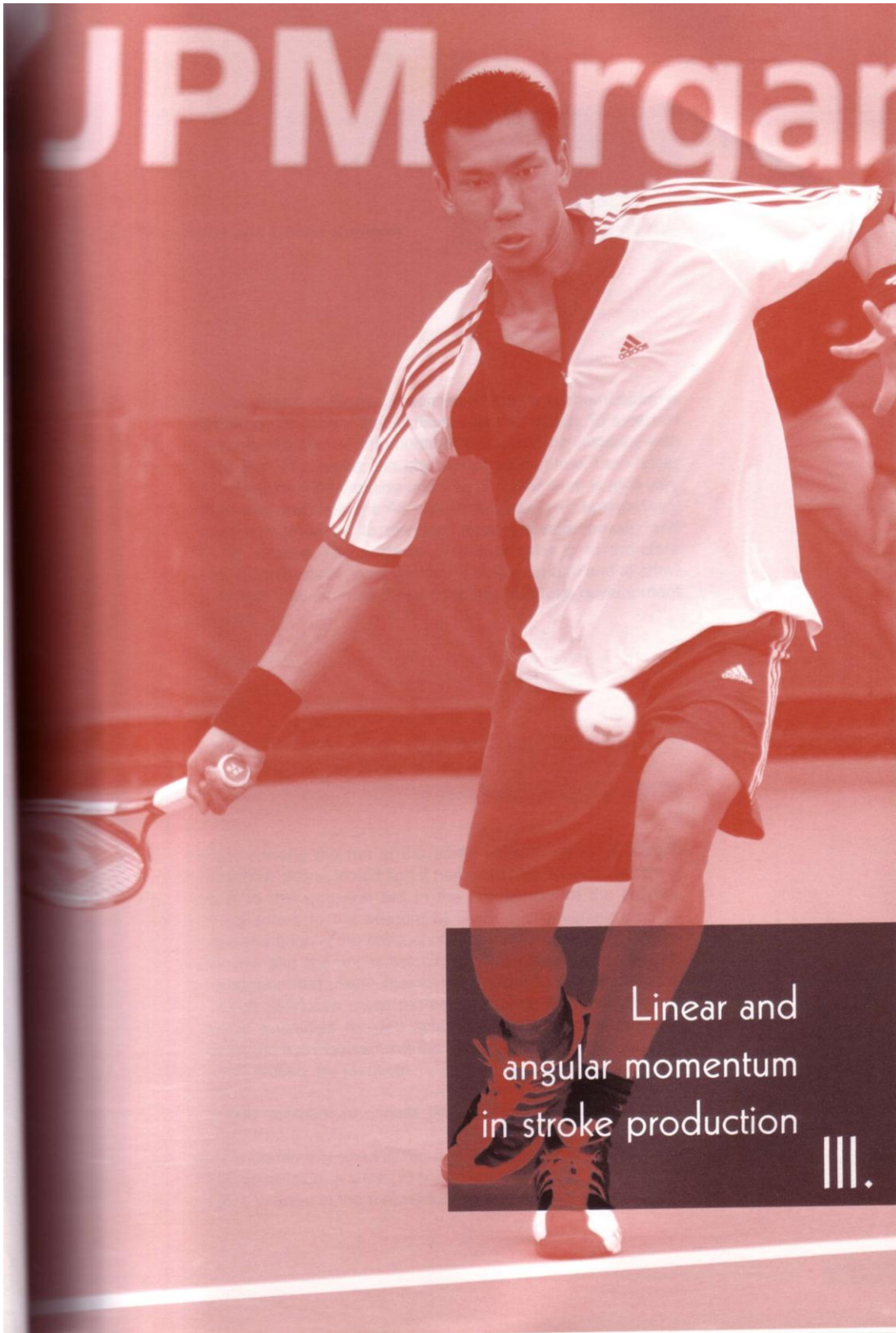
7 ROLUL DESIGN-ULUI ECHIPAMENTULUI

Deoarece tehnologia modernă a rachetelor a avut un rol important în dezvoltarea puterii în jocul modern, nu vom discuta în acest capitol aceste beneficii pentru că o vom face în Capitolul 9.

8 SUMAR

Citind acest capitol, antrenorii își vor da seama că există multe feluri de a pune întrebarea despre cum se crește viteza rachetei și a mingii. Este de asemenea evident că multe piese în acest puzzle sunt interrelaționate și de cele mai multe ori îmbunătățirea unui aspect va duce la un efect pozitiv asupra altuia. Mai multe segmente și întinderi crescute în mușchi și țesuturi asociate sunt deseori legate unele de altele pentru a crește nivelul deplasării rachetei la balansul înapoi și începutul balansului înainte. Performanța fără accidentări va apare doar în cazul în care corpul a fost pregătit să suporte încărcări pe parcursul producerii loviturilor de mare viteză.

Antrenorii pot consulta cartea IOC, Tennis (2002), și World-Class Tennis Technique (2001) pentru discuții ulterioare asupra perspectivelor tehnice în producerea puterii loviturilor.



III. MOMENTUL LINIAR ȘI UNGHIULAR ÎN PRODUCEREA LOVITURII

Rafael Bahamonde și Duane Knudson

1 INTRODUCERE

Pentru mulți jucători, antrenori sau profesioniști termenul ”momentum” este asociat cu tempo-ul sau controlul pe care jucătorul îl are într-un meci. Trebuie extins înțelesul comun al acestui cuvânt având în vedere semnificația sa științifică. În știință, conceptul de moment, atât liniar cât și unghiular este mai complex. Crearea și folosirea momentului este de asemenea foarte importantă în dezvoltarea loviturilor în tenis. Conștient sau inconștient, toți jucătorii folosesc momentul liniar și unghiular pentru a dezvolta viteza rachetei (puterea) și controlul în loviturile lor. Scopul acestui capitol este deci să explice conceptele mecanice ale momentului liniar și unghiular și să arate antrenorilor și jucătorilor cum pot folosi aceste concepte în dezvoltarea loviturilor pentru a-și mări performanța.

2 MOMENTUL LINIAR

2.1.

TEORIE

Imaginați-vă doi jucători care se apropie de fileu cu aceeași viteză, jucătorul A cântărind mai mult decât jucătorul B. Care jucător credeți că va depune mai mult efort pentru a se opri ca să nu atingă fileul? Răspunsul la această întrebare se află în momentul jucătorilor. Momentul liniar (p) se referă la totalitatea mișcărilor liniare pe care le efectuează fiecare jucător. Mișcarea liniară este produsul a două variabile mecanice, masa jucătorului (m) și viteza liniară a jucătorului (v). Pornind de la această definiție, putem concluziona că jucătorul A depune efort mai mare pentru a se opri din cauza greutății sale mai mari care produce mai mult moment. De notat că viteza și impulsul sunt cantități vectoriale (simboluri îngroșate) care necesită informații despre direcție. A spune că doi jucători au aceeași viteză înseamnă că viteza și direcția mișcării sunt identice.

$$\mathbf{p} = m \cdot \mathbf{v} \quad \text{momentul liniar} = \text{masa (kg)} \cdot \text{viteza (m/s)} \quad (1)$$

Momentul liniar este uzual folosit la analiza coliziunilor, care sunt importante în tenis. Într-o coliziune, o forță (F) este aplicată pentru o perioadă scurtă de timp (Δt), care produce o schimbare a momentului obiectelor.

Această relație este numită principiul impuls-moment și afirmă că schimbarea produsă în momentul unui obiect este egală cu impulsul forței rezultante care acționează asupra lui. Această relație este exprimată matematic astfel:

$$F \cdot \Delta t = \delta_{\text{final}} - \delta_{\text{inițial}} \quad (2)$$

unde partea stângă a ecuației ($F \cdot \Delta t$) este impulsul generat de forță pe o anumită perioadă de timp, iar partea dreaptă a ecuației reprezintă schimbarea momentului sau diferența dintre momentul inițial și final. Să examinăm coliziunea dintre o minge și o rachetă pe durata unui serviciu. Înainte de impact, mingea are momentul liniar aproape zero în direcție orizontală (către fileu), majoritatea momentului acesteia este în plan vertical. La impact, corzile rachetei produc o forță (F) asupra mingii pe o perioadă scurtă de timp (Δt). Forța produsă de rachetă pe parcursul unui interval scurt de timp (de obicei 0,04 secunde) crează un impuls care schimbă momentul mingii. De reținut din definiție că o schimbare în moment poate fi obținută cu ajutorul unei forțe mici care să acționeze pe o perioadă scurtă de timp sau cu ajutorul unei forțe mari care să acționeze pe o perioadă mai lungă de timp. În cazul coliziunii rachetă-minge, forțele sunt mari din cauza vitezelor la impact, iar intervalul de timp este mic. Un alt exemplu al acestui concept ar fi atunci când se coboară de la un smeci, forțele dintre picioare și sol pot fi micșorate prin creșterea timpului în care picioarele se lasă în jos la căderea corpului prin flexia încheieturilor din partea de jos.

Un alt principiu important al mecanicii este conservarea momentului. În absența unor forțe care să creeze un impuls unui obiect, obiectul își va păstra momentul. Cu alte cuvinte, jucătorii cu un moment înainte al unei lovituri, tind să-și mențină acel moment până ce aplică forțe de reacție cu pământul pentru a opri acel impuls. Vom vedea că jucătorii pot folosi acest moment conservat în corp pentru a dirija racheta și mingea, dar momentul trebuie de asemenea să fie învins dacă după impact este direcționat astfel încât să îngreueze pregătirea pentru următoarea lovitură. Vom discuta de asemenea despre modul cum momentul este transferat în corp pentru a dirija loviturile în tenis.

2.2.

APLICAȚIE

Când jucătorii execută o lovitură în tenis ei pot fie să-și miște corpul în linie dreaptă, fie să-l rotească, fie să facă ambele lucruri. În general nu vom vedea jucători care să lovească mingea stând pe loc! Cantitatea momentului liniar generat de jucători poate fi separată în moment vertical și moment orizontal. Unele lovituri necesită mai mult moment vertical (de ex. serviciul) în timp ce altele necesită mai mult moment orizontal (de ex. lovitura de dreapta sau reverul). Lucrul important pe care trebuie să-l înțeleagă antrenorii este modul cum momentul liniar este generat și cum poate fi folosit efectiv în producerea loviturilor și a mișcărilor. Jucătorii de tenis generează moment liniar din pământ, prin jocul de picioare și tehnica folosită în diferite lovituri. Toate loviturile generează o secvență care începe cu forțele de reacție cu pământul (terenul), prescurtat – GRF și se termină în final în transferul momentului de la rachetă către minge.

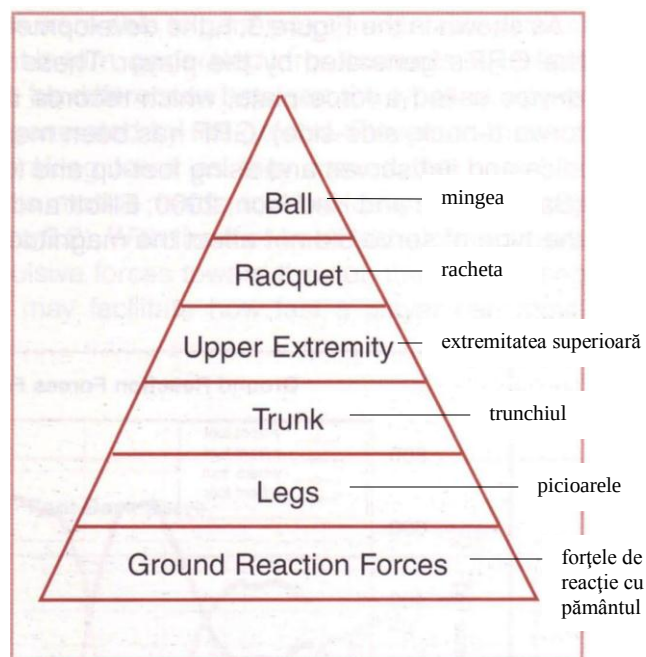


Figura 3.1. Secvența piramidei forțelor

Să examinăm cum generează un jucător momentul vertical pentru a-și dirija propriul corp ridicându-l de la pământ în cazul efectuării serviciului. Cât timp jucătorul stă nemișcat, asupra lui acționează două forțe: greutatea sa (W) și forța de reacție cu pământul (GRF). Momentul inițial al jucătorului este zero pentru că nu există viteză verticală. Prin intermediul contracțiilor musculare, jucătorul împinge în pământ, care la rândul său produce o forță egală și opusă. Amintiți-vă că această forță verticală creată într-o perioadă de timp dă naștere unui impuls ($F \cdot \Delta t$) – vezi ecuația (2). Acest impuls vertical produce o schimbare în momentul vertical al jucătorului, astfel permițându-i jucătorului să se desprindă de la pământ dacă forța aplicată este mai mare decât greutatea jucătorului.

DE REȚINUT:

GRF produce impulsuri în toate direcțiile care provoacă schimbări în momentul corpului, de la poziția nemișcată la cea de mișcare înainte și în sus.

Aceleași principii se aplică în cazul direcției orizontale. Cât de des nu auzim un antrenor spunându-i unui jucător să pășească în lovitură? Pășind în lovitură un jucător generează moment liniar în direcția loviturii și acest moment vine de la forțele orizontale exercitate de pământ asupra jucătorului.

SERVICIUL

Orice punct în tenis începe cu un serviciu și este singura lovitură asupra căreia jucătorul deține controlul total. Este avantajos pentru jucătorii de tenis să genereze cât mai mult moment liniar deoarece acesta va afecta viteza și rotația mingii după impact. Trebuie dezvoltate nivele crescute ale momentului liniar – pe direcția verticală pentru a imprima un impact ”în sus și în afară” a rachetei asupra mingii și înainte – pentru dezvoltarea vitezei orizontale a mingii. Dezvoltarea momentului liniar orizontal depinde de tipul poziției la serviciu adoptate de jucător (tehnica piciorului în față sau a piciorului în spate).

Așa cum se vede în Figura 3.1, dezvoltarea momentului liniar începe cu GRF generate de jucător. Aceste forțe pot fi măsurate folosind un dispozitiv numit farfurie forțelor, care înregistrează GRF în toate direcțiile (în sus, față – spate, lateral – lateral). GRF au fost măsurate pe durata unor servicii tăiate și plate și folosind pozițiile cu piciorul înainte și înapoi (vezi Figura 3.2.) (Bahamonde și Knudson, 2000; Elliot și Wood, 1983). Rezultatele au arătat că tipul serviciului nu afectează magnitudinile și nici direcțiile GRF.

DE REȚINUT:

Jucătorii care folosesc tehnica piciorului în spate sunt capabili să genereze mai mult moment orizontal decât jucătorii care folosesc tehnica piciorului înainte (Bahamonde și Knudson, 2000; Elliot și Wood, 1983). Din contra, tehnica piciorului înainte poate crea un moment vertical mai mare decât tehnica piciorului în spate, care în schimb poate ajuta jucătorii să lovească mingea la înălțimi mai mari.

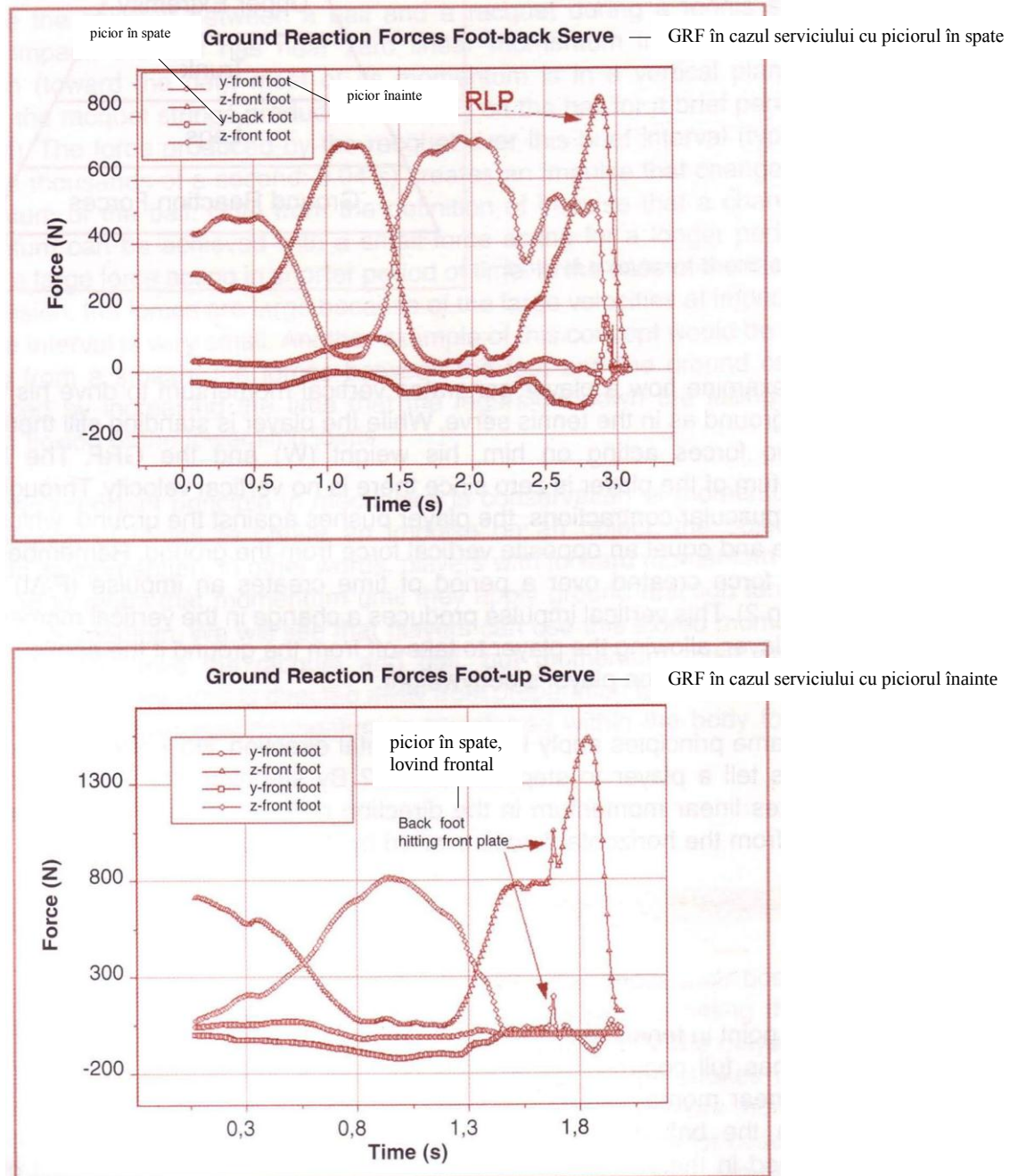


Figura 3.2. Forțele de reacție cu pământul în timpul unui serviciu în tenis folosind tehnica piciorului înainte și tehnica piciorului în spate.

Fie că adoptă o poziție sau cealaltă, jucătorii au fost capabili să genereze GRF verticale considerabile (de două ori greutatea lor) care la rândul lor au generat cantități mari de moment liniar vertical. Par să fie unele diferențe în cazul celor două tipuri de poziții privind forța de frânare propulsivă generată de pământ. Jucătorii care folosesc tehnica piciorului înainte generează o forță de frânare atunci când mută piciorul din spate înainte către piciorul din față. Această mișcare tinde să încetinească momentul înainte al corpului (vezi figura 3.2). În cazul tehnicii piciorului în spate, jucătorii sunt capabili să genereze o forță propulsivă mai mare către fileu, să creeze astfel un moment înainte mai mare, care poate crește viteza cu care un jucător se poate deplasa către fileu. (vezi figura 3.3).

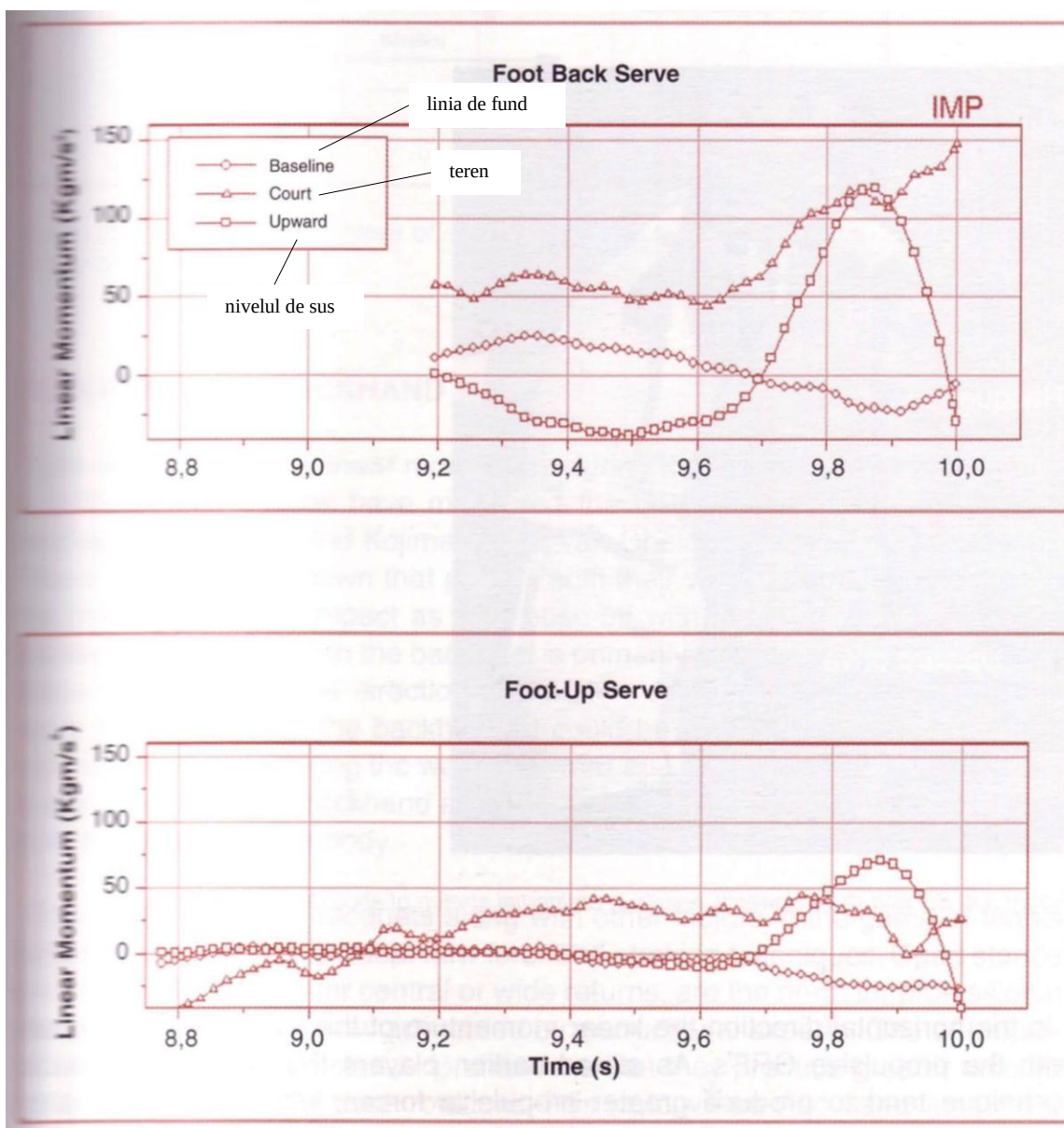


Figura 3.3. Momentul liniar generat în timpul unui serviciu în tenis folosind tehnica piciorului înainte sau piciorului în spate.

Momentul poate fi transferat pentru a dirija un segment în față sau în spate. Același mecanism poate fi folosit pentru a explica modul cum momentul liniar vertical al jucătorului poate fi folosit pentru a genera o viteză a capului rachetei mai mare în timpul serviciului (vezi figura 3.4). Momentul vertical liniar al jucătorului dirijează umărul care lovește în sus, la momentul în care extremitatea superioară este înapoia spatelui și racheta este îndreptată în jos (poziția rotației externe maxime). Această mișcare în sus a umărului și inerția extremității superioare dirijează extremitatea superioară în jos, crescând domeniul de mișcare al umărului și pretensionând mușchii umărului (Elliot și alții, 2003). Acest mecanism conduce la o viteză a capului rachetei mai mare datorită bine cunoscutei strategii de coordonare a mușchilor, a ciclului de întindere scurtată (vezi Capitolul 2).

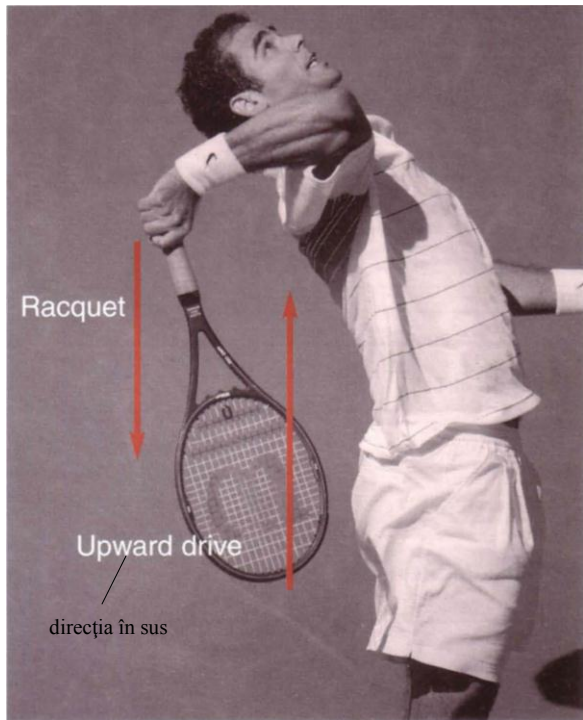
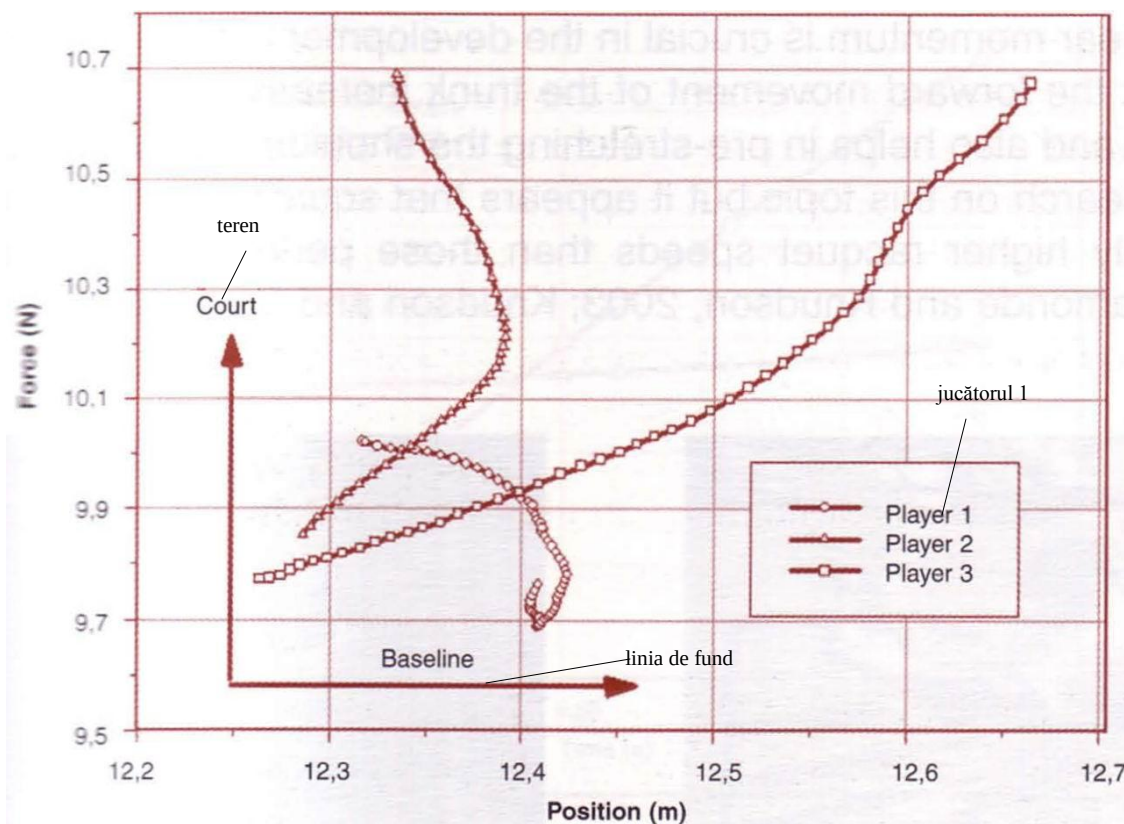


Figura 3.4. Dirijarea serviciului în sus ca urmare a inerției întinderii mușchilor umărului.

În direcție orizontală momentul liniar al jucătorului este asociat cu GRF propulsive. Așa cum am afirmat mai devreme, jucătorii care folosesc tehnica piciorului în spate tind să producă forțe de propulsie mai mari care conduc la un moment liniar mai mare în direcția serviciului (vezi Figura 3.3). Figura 3.5 arată un grafic al mișcării orizontale al centrului de greutate a trei jucători dreptaci care servesc din partea dreaptă. Jucătorul 2 folosește într-un mod mai eficient momentul său liniar pe direcția serviciului, în timp ce jucătorul 3, deși generează foarte mult moment liniar, nu îl utilizează într-un mod eficient pe direcția careului de serviciu stâng. În comparație cu jucătorii 2 și 3 (care folosesc tehnica piciorului în spate) jucătorul 1 (care folosește tehnica piciorului înainte) are o mișcare destul de slabă în plan orizontal, majoritatea momentului său fiind generat în direcție verticală.



DE REȚINUT:

Unii jucători generează atât de mult moment vertical liniar încât se desprind de teren imediat după impact. Momentul liniar poate fi generat doar când jucătorul este în contact cu pământul. Acțiuni la momente nepotrivite ale jucătorului (de ex. dirjarea în sus prea devreme) ar cauza dezvoltarea unui moment liniar mai mic pentru că jucătorul s-ar desprinde de teren prematur și ar opri crearea unui impuls datorită GRF.

Figura 3.5. Mișcarea centrului de greutate la serviciu poate fi folosită pentru a conchide asupra folosirii momentului liniar.

LOVITURA DE DREAPTA ȘI LOVITURA DE REVER

Ca și în cazul serviciului, momentul liniar pe durata loviturilor de bază începe cu o GRF. Diverse studii au măsurat GRF pe durata unei lovituri de dreapta din poziție închisă (Lino și Kojima, 2001; Van Gheluwe și Hebbelinck, 1986). Aceste studii au arătat că jucătorii își mută greutatea de pe piciorul din spate pe piciorul din față anterior impactului ca și cum ar împinge cu piciorul din spate. Acest transfer de greutate și această împingere cu piciorul din spate sunt folosite în special pentru a genera moment liniar orizontal în direcția loviturii. Deși nu sunt date pentru a verifica acest concept în cazul reverului, s-ar putea presupune că același mecanism de transfer de greutate înainte și de împingere cu piciorul din spate se întâmplă și în cazul reverului permițând un transfer asemănător al momentului liniar din pământ în corp.

Design-ul rachetelor de tenis, împreună cu alți factori ai jocului de tenis au determinat jucătorii să adopte noi tehnici în lovitura de dreapta. Lovitura de dreapta din poziție deschisă, în special pentru retururile centrale sau în lateral sunt specifice jucătorilor de tenis profesioniști și sunt acum susținute de instructori experți. Unul din beneficiile unei astfel de poziții deschise la lovitura de dreapta este aceea că ei produc viteze mai mari ale rachetei în timpul rotațiilor puternice ale trunchiului. Acest subiect va fi discutat mai târziu în secțiunea despre momentul unghiular a acestui capitol.

Jocul de picioare folosit în cazul poziției deschise presupune ca jucătorul să pășească într-o parte în loc să pășească înainte în direcția loviturii (Figura 3.6b). Pasul într-o parte folosit în cazul poziției deschise permite jucătorilor să recupereze mai repede terenul, dar poate afecta puterea loviturii. Adică, în ce fel afectează acest pas lateral momentul liniar orizontal al jucătorului, pe direcția loviturii? Când se

adoptă o poziție închisă (ca la o lovitură scurtă), jucătorii sunt capabili să genereze o cantitate mai mare de moment liniar înainte (Figura 3.6a), pe direcția terenului, atunci când comparăm cu situația adoptării poziției deschise (Figura 3.6b). Dezvoltarea momentului liniar înainte este crucială în dezvoltarea vitezei rachetei din două motive: mișcarea înainte a trunchiului mărește viteza liniară a umărului și ajută de asemenea în pretensionarea musculaturii umărului. Sunt puține studii pe această temă, dar se pare că loviturile din poziție închisă pot crea viteze ale capului rachetei ușor mai mari decât cele efectuate din poziție deschisă (Bahamonde și Knudson, 2003; Knudson și Bahamonde, 1999).

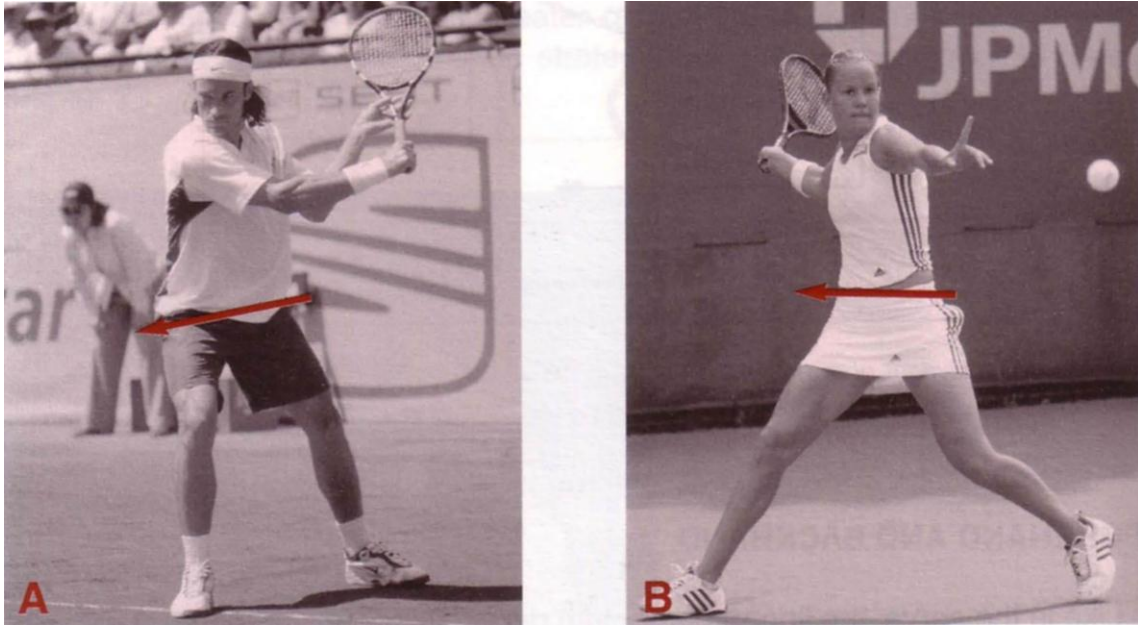


Figura 3.6. A și B. Moya folosind o poziție închisă (A) și Salerni folosind o poziție deschisă (B), execută o lovitură de bază. Sunt indicate direcțiile pe care este generat momentul liniar în cazul adoptării fiecărei poziții.

TERMINAREA LOVITURII

De ce avem nevoie să terminăm o lovitură și cum este legat acest lucru de conceptul momentului? Sunt câțiva factori care garantează reușita unei terminări a loviturii. Imaginați-vă că încercați să executați la o viteză normală o lovitură de dreapta, un rever sau un serviciu fără să terminați lovitură! În timpul balansului înainte dezvoltați forțe musculare pentru a accelera această mișcare înainte, dar după impact trebuie să încetiniți momentul brațului și a rachetei prin contracția cu putere a grupului muscular opus, pentru a opri mișcarea. În timpul acestei perioade acești mușchi (contractați excentric) pot conduce la o accidentare dacă sunt slab sau insuficient antrenați (Elliot și alții, 1989; Kibler, 1995; Van Gheluwe și Hebbelinck, 1986).

În timpul coliziunii rachetă – minge, momentul rachetei este folosit pentru a schimba momentul liniar al mingii. Cum se întâmplă acest lucru se poate afla prin intermediul principiului momentului. Deoarece durata impactului în tenis este atât de scurtă și nu poate fi prelungită, viteza rachetei la impact are ca efect primar transferul de moment de la rachetă către minge. Ideea este să se aplice în continuare forță rachetei pentru cât mai mult timp pe direcția loviturii pentru a crește momentul rachetei și deci al mingii.

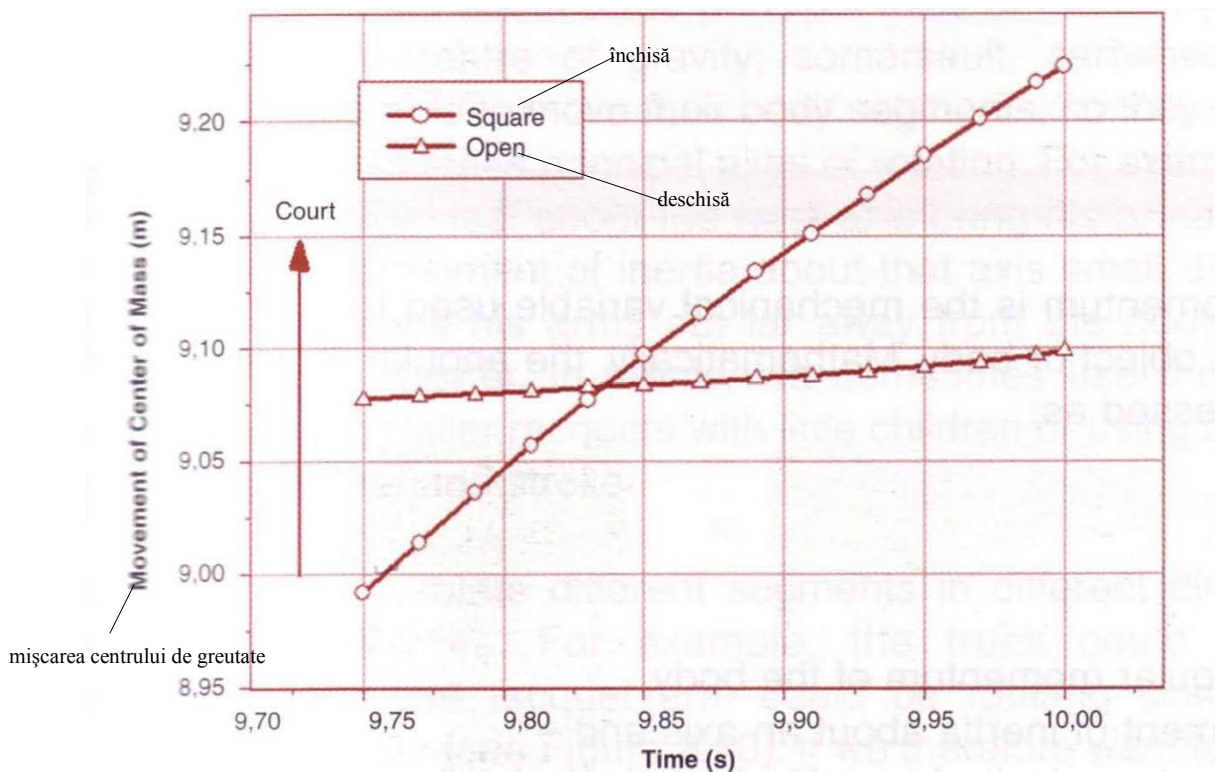


Figura 3.7. Traiectoria centrului de greutate către fileu în cazurile loviturilor de dreapta din poziție închisă și deschisă.

O terminare scurtă a loviturii sau absența acestei terminări ar cauza în mod logic o încetinire a rachetei înainte de impact. Cercetări recente arată că jucătorii talentați accelerează racheta din momentul impactului astfel ca valorile de vârf ale vitezei rachetei să apară la impact (Knudson și Bahamonde, 2001). Terminarea loviturii face ca racheta să urmărească traiectoria dorită a mingii pentru cât mai mult timp posibil. Antrenorii dau întotdeauna indicații de învățare asupra acestui lucru important. Indicații precum ”faceți racordajul să urmeze mingea după impact” sau ”imaginați-vă că loviți o serie de mingi” ajută jucătorii să-și dezvolte o terminare a loviturii eficientă.

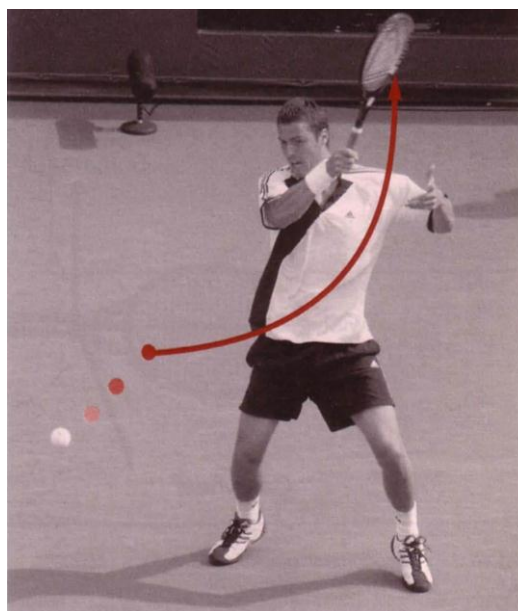


Figura 3.8. Terminarea loviturii este esențială atât pentru generarea vitezei și controlul punctelor de așteptare, dar și pentru prevenirea posibilității accidentărilor.

3 MOMENTUL UNGHIULAR

3.1.

TEORIE

Momentul unghiular este variabila mecanică utilizată pentru a cuantifica mișcarea unghiulară a unui obiect sau a unui corp. Matematic, momentul unghiular al unui corp rigid este exprimat astfel:

$$\mathbf{H} = \mathbf{I} \cdot \boldsymbol{\omega} \quad (3)$$

unde:

$\mathbf{H}$ este momentul unghiular al corpului,

$\mathbf{I}$ este momentul de inerție în jurul unei axe și

$\boldsymbol{\omega}$ este viteza unghiulară (cantitatea de rotație) în jurul unei axe.

Să luăm de exemplu un corp rigid precum o rachetă de tenis care se poate roti în jurul a 3 axe principale (vezi Figura 3.9.). Rotația în jurul acestor axe este afectată de momentul de inerție ($\mathbf{I}$) în jurul acestor axe. Momentul de inerție este rezistența la rotație și este funcție de masă și de cum este distribuită relativ la o axă. Pentru o masă dată, cu cât este aliniat mai aproape de masă, cu atât este mai mic momentul de inerție și mai ușor deci de rotit. Este mai ușor să rotești o rachetă de tenis în jurul axei de răsucire (majoritatea masei este foarte aproape de masa de răsucire) decât în jurul altor două axe (pe direcția saltului: mișcarea sus-jos, și pe direcția axului unei roți). Rachetele cu lobul mai mare sunt mai greu de rotit în jurul axei de răsucire decât rachetele având lobul de mărime convențională. Deoarece rama rachetei este mai departe de axa de răsucire, racheta are un moment de inerție ($\mathbf{I}$) mai mare și de asemenea tendința de a se roti mai puțin, ceea ce le dă jucătorilor un control mai bun atunci când mingea este lovită în afara centrului.

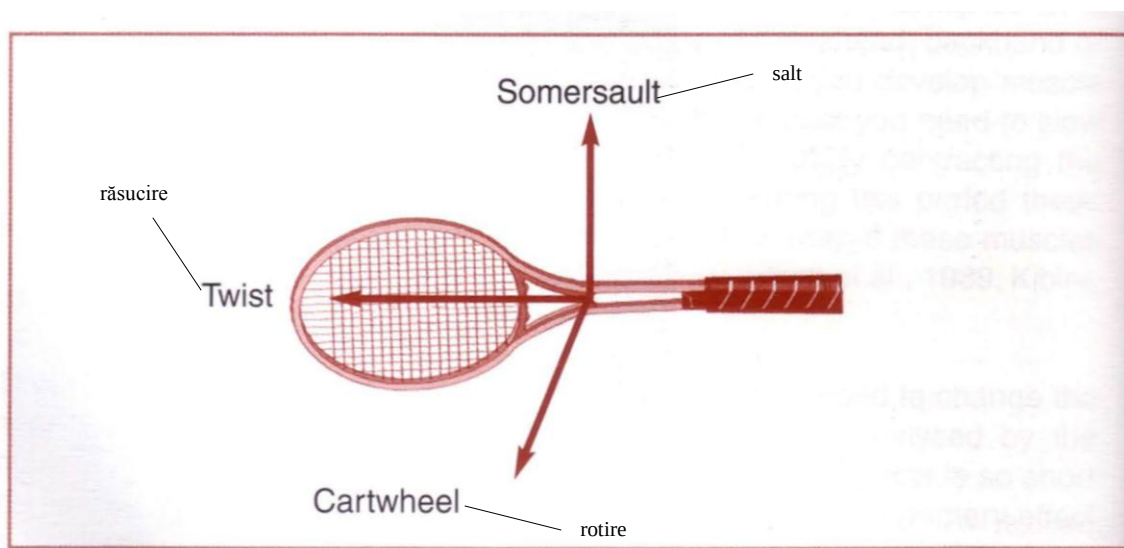


Figura 3.9. Principalele axe de rotație ale rachetei

Oamenii pot de asemenea să se rotească în jurul a trei axe principale de rotație (vezi Figura 3.10) care trec prin centrul de greutate: salt, rotire și răsucire. Oamenii sunt capabili să-și miște segmentele corpului lor astfel încât să-și modifice momentul de inerție în jurul acestor axe principale de rotație. De exemplu, un patinator artistic care vrea să se rotească repede în jurul axei de răsucire își apropie brațele de corp micșorându-și momentul de inerție în jurul acestei axe. Pentru a încetini rotația își întinde brațele departe de corp mărin­d astfel momentul de inerție (I). Ca și patinatorul, în tenis folosim uneori conceptul de reducere a momentului de inerție (I) utilizând rachete mai mici la copii sau folosind tehnica de cot îndoit pe durata unei lovituri de dreapta.

Oamenii sunt capabili să rotească diferite segmente în diferite direcții, cu viteze unghiulare variate. De exemplu, trunchiul poate fi rotit în sens invers acelor de ceasornic, iar brațul rachetei în sensul acelor de ceasornic, ambele raportate la o axă (vezi Figura 3.10). Dacă dorim deci să luăm în considerare momentul unghiular total al unei persoane, trebuie să adunăm momentele unghiulare ale tuturor segmentelor corpului raportate la o anumită axă (ex. axa saltului), împreună cu momentele unghiulare ale fiecărui segment în parte din jurul propriilor axe anatomice. Ca și în cazul momentului liniar, modificarea momentului unghiular este egală cu impulsul unghiular aplicat corpului. În timp, torsiunile din jurul articulațiilor corpului unui jucător creează impulsuri unghiulare care modifică momentul unghiular în corp pentru a dirija racheta.

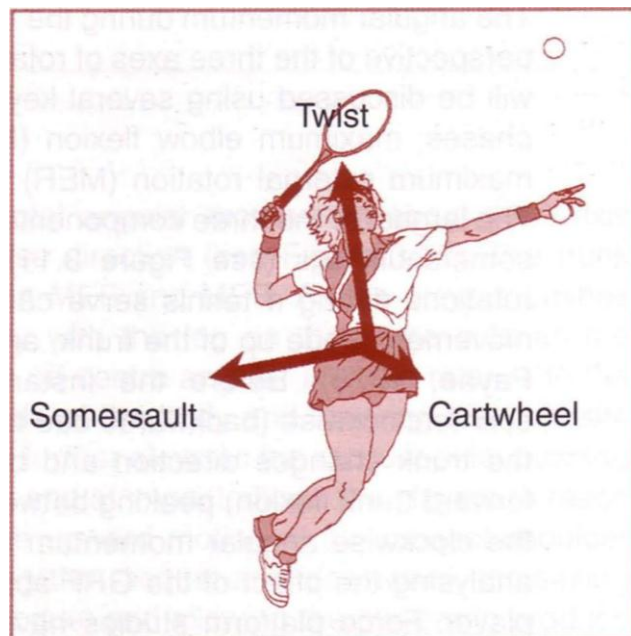


Figura 3.10. Principalele axe de rotație pentru jucătorul de tenis (rotația relativ la fiecare axă poate fi văzută fie în sensul acelor de ceasornic, fie în sens contrar acelor de ceasornic. De exemplu, rotația în sensul acelor de ceasornic în jurul axei saltului ar produce o mișcare de salt înainte.

CUM POT GENERA JUCĂTORII MOMENT UNGHIULAR?

Contrar părerii multora, forța generată pentru a produce un serviciu puternic nu provine numai din brațul care lovește. Începe cu GRF și capacitatea acestora de a produce rotații ale corpului (vezi Figura 3.1). Ați încercat vreodată să serviți fără să vă folosiți de picioare pentru a împinge în pământ? Când un jucător este în contact cu pământul, modificările în momentul unghiular total al corpului în jurul centrului de greutate sunt în primul rând rezultatul magnitudinii și direcției acestor forțe de reacție dinspre teren.

De ce este trunchiul atât de important în dezvoltarea momentului unghiular? Trunchiul este cel mai mare segment al corpului (valoare ridicată a momentului de inerție (I)) și poate genera cantități teribile de moment unghiular în jurul tuturor celor trei axe. Ținta unui jucător de tenis este să genereze moment unghiular și să transfere cât mai mult din acesta rachetei, cu cât mai mult control posibil. Un al doilea factor de luat în considerare este că rotația articulațiilor la segmentele mai mici, deși sunt mai ușor de efectuat (sunt mai mici), nu produc prea mult impuls unghiular. Transferul impulsului unghiular de la segmente mari (trunchi) la segmente mai mici este de asemenea important deoarece mușchii sunt mai mici, iar forța este mai slabă odată cu creșterea vitezelor de scurtare musculară (curba forță – viteză).

SERVICIUL

Momentul unghiular pe durata serviciului în tenis poate fi văzută din perspectiva celor trei axe de rotație. Folosirea momentului unghiular va fi discutată utilizând câteva momente cheie care împart serviciul în faze: îndoirea maximă a cotului (MEF), punctul cel mai de jos al rachetei (RLP), rotația externă maximă (MER) a umărului și impactul (IMP). Cea mai mare componentă a momentului unghiular este în jurul axei saltului (vezi Figura 3.11). Cercetările au arătat că rotațiile corpului în timpul unui serviciu pot fi văzute ca o mișcare ”bătută” pe trei nivele, executată de trunchi, braț și rachetă (Bahamonde, 2000; Payne, 1978). Înaintea momentului MEF trunchiul se rotește în sens invers acelor de ceasornic (în spate datorită extensiei corpului), apoi, în timpul MEF trunchiul schimbă direcția și începe să se rotească în sensul acelor de ceasornic (flexia puternică a trunchiului în față) ajungând la valori maxime între RLP și MER. Creșterea momentului unghiular al trunchiului în sensul acelor de ceasornic poate fi explicată prin analizarea efectului GRF în centrul de greutate (CM) al jucătorului. Studiile privind dispunerea forței au arătat existența a mari forțe verticale (de două ori greutatea corpului) și forțe de frânare mici (0,3-0,1 din greutatea corpului) (vezi Figura 3.2) (Bahamonde și Knudson, 2000; Elliot și Wood, 1983). Impulsurile verticale mari ($F \cdot \Delta t$) sunt rezultatul producerii unei dirijări puternice a piciorului jucătorului și împingerii în pământ. Impulsul vertical unghiular acționează în spatele centrului de greutate generând o mare cantitate de rotație înainte. Forțele de frânare ar putea fi rezultatul mișcărilor părții superioare a corpului și picioarelor, de asemenea ele imprimă rotație înainte în jurul centrului de greutate (vezi Figura 3.11). Din momentul MER, flexia trunchiului se încetinește, devenind aproape zero la impact. Această pierdere de moment unghiular poate fi rezultatul acțiunilor musculare ale mușchilor extensori ai trunchiului pentru a-i încetini mișcarea în

față. Pe această perioadă jucătorii abia au contact cu pământul sau sunt complet în aer, ceea ce permite transferul de moment unghiular de la un segment (trunchi) la alt segment. Așadar, descreșterea momentului unghiular al trunchiului are ca rezultat un transfer de moment unghiular către sistemul rachetă – braț (RARM) și în final către rachetă.

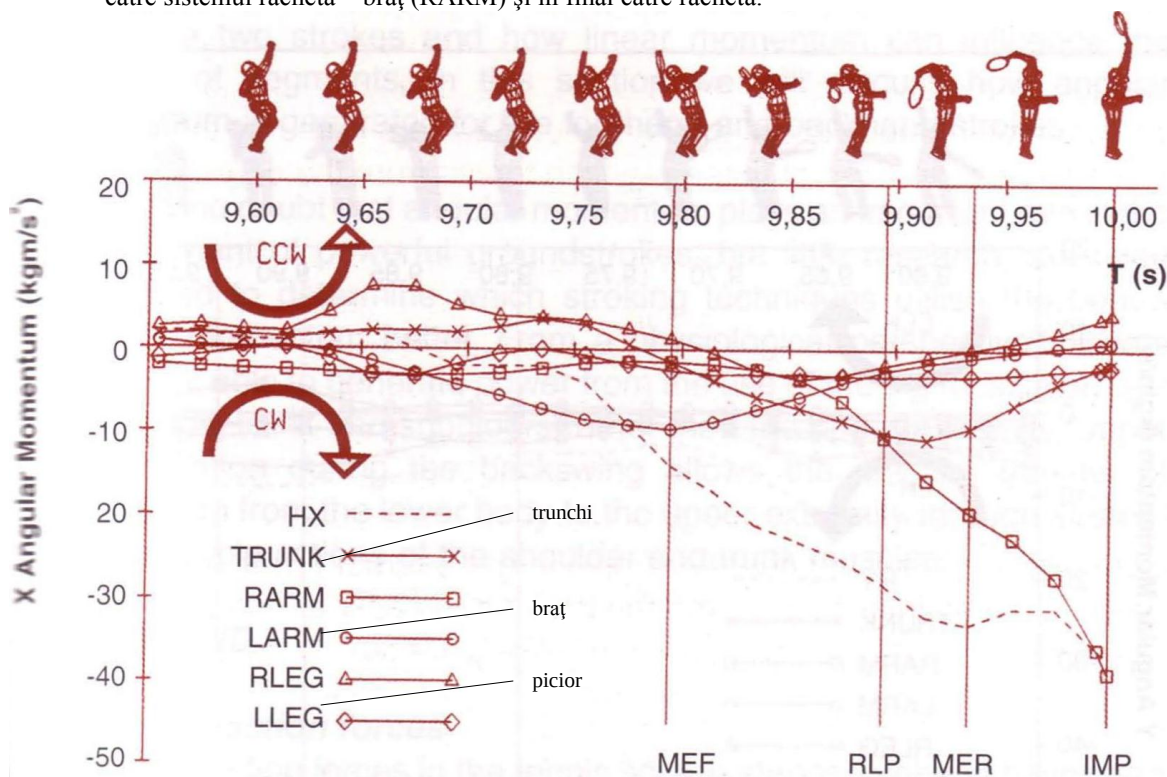


Figura 3.11. Momentul unghiular în jurul axei de salt în timpul unui serviciu

Pentru aproape întreaga durată a serviciului, momentul unghiular în jurul axei Y (rotire) este în sensul acelor de ceasornic (vezi Figura 3.12). Trunchiul contribuie cel mai mult între MEF și MER. Pe măsură ce jucătorul împinge în pământ, în primul rând cu piciorul de pe aceeași parte cu racheta, GRF creează un impuls unghiular centrat relativ în afara centrului de greutate ridicând partea corpului care are racheta și coborând cealaltă parte. Rotația trunchiului ridică în continuare partea care are racheta, împingând sistemul rachetă–umăr în sus, iar la impact permițând jucătorului să ajungă cu racheta la o înălțime mai mare. Mișcarea în sus a sistemului rachetă–umăr creează o întârziere inerțială dirijând sistemul rachetă–braț în jos, crescând traiectoria de mișcare a rachetei și permițând jucătorului să producă forțe musculare mai mari (Bahamonde, 1997; Elliot și alții, 2003; Elliot și alții, 1986). Antrenorii ar trebui să remarce că jucătorii cu moment unghiular în jurul axei Y mai mare sunt capabili să genereze viteze liniare mai mari ale rachetei și mingii la impact (Bahamonde, 2009).

Cea mai mică componentă a momentului unghiular total este în jurul axei Z sau axa de răsucire (vezi Figura 3.13). Rotația în jurul acestei axe apare foarte repede datorită momentului de inerție (I) mic în jurul acestei axe. De exemplu, (I) în jurul axei de salt pentru o persoană care stă în picioare cu brațele în lateral este de 10,5 – 13,00 kg · m², comparat cu 1,0 – 1,2 kg · m² în jurul axei de răsucire (Hall, 2003). Înainte de momentul RLP trunchiul are o cantitate mică de rotație în sens invers acelor de ceasornic, atâta vreme cât racheta este poziționată în spatele spatelui. După RLP, trunchiul se rotește acum în sensul acelor de ceasornic, ca rezultat al rotației mărite a sistemului rachetă – braț. Deși momentul unghiular al trunchiului este mic relativ la celelalte două

axe, este importantă plasarea segmentului trunchiului într-o poziție favorabilă pentru a permite îndoirea trunchiului (salt) și flexia laterală (rotația sau altfel spus tumba).

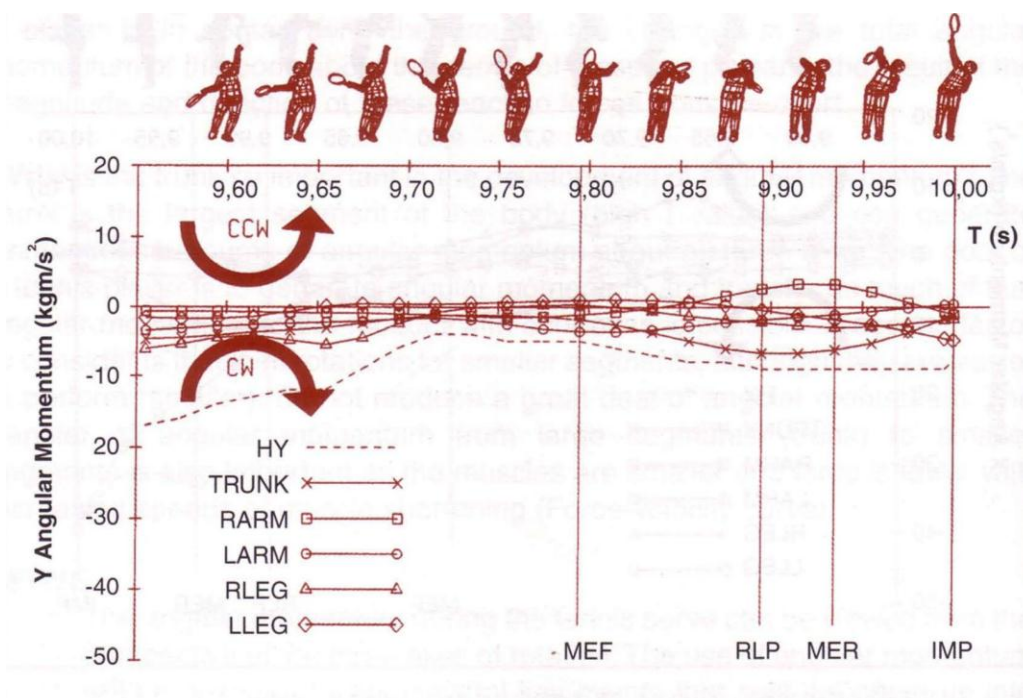


Figura 3.12. Momentul unghiular în jurul axei de rotație (tumbei) în timpul unui serviciu

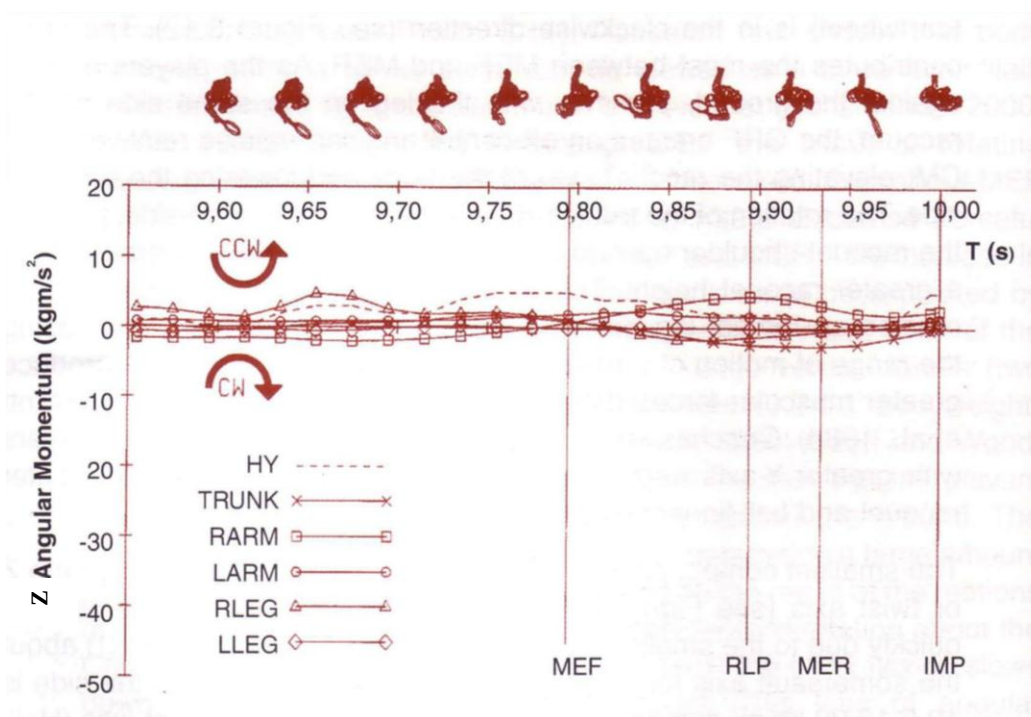


Figura 3.13. Momentul unghiular în jurul axei de răsucire în timpul unui serviciu

LOVITURILE DE BAZĂ

Secvența de mișcări în loviturile de dreapta și de rever este de asemenea inițiată de GRF, urmată de mișcarea în sus pe direcția picioare, trunchi, membru superior și în final racheta (Figura 3.1). Dezvoltarea rotațiilor corpului este legată de stilul jocului de picioare al jucătorului și de asemenea de momentul liniar și unghiular generat din pământ. Am discutat anterior (Secțiunea 2.2) despre modul cum generează jucătorii moment liniar pentru aceste două lovituri și cum poate influența momentul liniar rotația segmentelor. În această secțiune vom discuta despre modul cum este generat momentul unghiular pentru loviturile de dreapta și de rever.

Nu există nici un dubiu că momentul unghiular joacă un rol important în dezvoltarea puterii loviturilor, însă unele mici cercetări au reușit să determine care tehnici de lovire utilizează cel mai bine momentul unghiular. Dintr-un punct de vedere psihologic, jucătorii sunt mai capabili să genereze putere folosind grupele mari de mușchi ale picioarelor, trunchiului și umerilor decât ale extremității superioare. Rotația părții de sus a corpului din timpul balansului înapoi permite un transfer eficient al momentului de la partea de jos a corpului către extremitatea superioară prin intermediul acțiunilor ciclului de întindere scurtată a mușchilor umerilor și trunchiului.

LOVITURA DE DREAPTA

Forțele de reacție cu pământul

Forțele de reacție cu pământul la lovitura de dreapta din poziție închisă în tenis au fost măsurate (Lino și Kojima, 2001), și, după cum a fost explicat în secțiunea momentului liniar (2.2), se produce o schimbare a forței verticale, de pe piciorul din spate pe cel din față deoarece greutatea jucătorului se mută în față. Există de asemenea o forță de propulsie în față cu piciorul din spate (împingere) și o forță de frânare cu piciorul din față. Aceste forțe generate în timpul executării loviturii de dreapta din poziție închisă ajută jucătorii să-și dezvolte moment liniar. În direcție laterală (paralel cu linia de fund) jucătorii împing în față (către mijlocul terenului) cu piciorul din spate, și împing în spate (către partea de teren a avantajului) cu piciorul din față, care văzute pe rând produc forțe opuse și egale, în spate cu piciorul din spate și în față cu piciorul din față.

Rotația trunchiului

Momentul unghiular este asociat cu dezvoltarea rotațiilor segmentelor corpului (șoldurile, trunchiul, brațul, antebrațul și racheta). Două măsurători biomecanice folosite în mod obișnuit sunt aliniamentul umerilor și răsucirea trunchiului (unghiul de separare). Aliniamentul umerilor este reprezentat de unghiul format între linia de fund și aliniamentul umerilor și reprezintă rotația primară a umerilor. Răsucirea trunchiului este unghiul dintre liniile reprezentând umerii și șoldurile și reprezintă rotația axială a trunchiului față de șolduri. Unghiurile aliniamentului umerilor au fost măsurate la valorile de 101° pentru balansul înapoi și de 7° la impact. A fost arătat că la sfârșitul fazei de balans înapoi, rotația umerilor era cu 13° mai mare decât cea a șoldurilor (rotația medie a șoldurilor fiind de 31°). Elliot și alții (1997) a sugerat că această mare cantitate de răsucire în sensul acelor de ceasornic a trunchiului (văzută de sus) este folosită pentru

întinderea largă a mușchilor trunchiului anterior rotației următoare a trunchiului în sens contrar acelor de ceasornic. Un studiu recent al lui Lima și Kojima, 2001 a arătat că rotația șoldurilor era apreciată la mai mult de o jumătate din rotația umerilor și mai important, arăta că activitatea mușchilor șoldului atinge valori maxime la începutul balansului în față. Mușchii posteriori ai șoldului sunt folosiți pentru a extinde partea din spate a șoldului (șoldul drept pentru un jucător dreptaci), demonstrând importanța rotației trunchiului în lovitura de dreapta.

Rotația trunchiului și mișcările membrului inferior s-au demonstrat a influența mișcarea în față și în sus a umărului. Au contribuit direct în proporție de 12% la viteza impactului în față a capului rachetei și nu au depins de tipul loviturii de dreapta jucate (plat, lift sau lob liftat). Rotația trunchiului și mișcările membrului inferior au fost de asemenea similare pentru stilurile de lovitură de dreapta (multi-segment sau o singură unitate), contând în proporție de aproximativ 10% pentru viteza finală a rachetei. De asemenea s-a arătat că tipul de poziție nu influențează relația dintre viteza unghiulară a trunchiului și viteza liniară a rachetei (Knudson și Bahamonde, 1999).

Contribuția rotației trunchiului la viteza rachetei variază pe durata loviturii și este complicată de interacțiunile kinetice în timp (transferul momentului). Oricum nu există până acum date publicate despre momentul unghiular din timpul loviturii de dreapta din tenis. Majoritatea studiilor au analizat rotația trunchiului și a segmentelor extremității superioare, dar nu au analizat toate segmentele corpului sau momentele unghiulare. Am calculat momentul unghiular al unui singur subiect (antrenament profesionist) care efectua lovitura de dreapta din poziție deschisă și închisă pentru un studiu recent (Knudson și Bahamonde, 1999), iar aceste date vor fi folosite pentru a explica acest concept (vezi Figura 3.14). După cum am amintit mai devreme, oamenii tind să rotească în jurul a trei axe principale (salt (X), tumbă (Y) și răsucire (Z)). Rotația în jurul axei saltului este mică pentru ambele tipuri de poziții. În discuția anterioară despre momentul liniar (Secțiunea 2.2) s-a arătat că poziția închisă folosește atât moment liniar cât și unghiular, în contrast cu poziția deschisă unde se accentuează pe moment unghiular. Majoritatea momentului unghiular în poziția deschisă apare în jurul axelor de rotație a tumbei și răsucirii pe măsură ce jucătorul se lasă pe o parte și își rotește trunchiul. Cât despre poziția închisă, aici rotația trunchiului nu este atât de pronunțată și majoritatea rotației apare în jurul axei de răsucire. Se pare că în absența momentului liniar (poziția deschisă) jucătorii trebuie să mărească cantitatea de moment de tumbă pentru a genera mai multă putere și rotație în lovitură.

Poziția deschisă sau închisă

Un mare câștig al controversei pe marginea rolului rotației trunchiului în loviturile din tenis a fost apariția schimbărilor în tehnica loviturii de dreapta. Mulți jucători profesioniști folosesc în mod frecvent poziția deschisă la lovitura de dreapta, iar mulți antrenori susțin folosirea acesteia în locul poziției închise tradiționale. Loviturile de dreapta din poziție deschisă au avantajul acoperirii terenului, dar și alte avantaje tactice (Hopkins, 1981). Mulți antrenori care cred că lovitura de dreapta din poziție deschisă este mai eficientă în generarea vitezei rachetei pentru că generează o

rotație a trunchiului mai mare, dar datele cercetărilor nu susțin această afirmație. Knudson și Bahamonde (1999) au analizat rotația trunchiului și viteza rachetei la jucători intermediari și la antrenamentele profesioniștilor care foloseau poziția deschisă și închisă la lovitura de dreapta. Loviturile de dreapta din poziție deschisă dezvoltau viteze la impact cu valori ușor mai scăzute comparativ cu poziția tradițională închisă, (15,8 și 21,2 m/s pentru jucătorii intermediari și în mod asemănător 21,2 și 22,3 m/s pentru profesioniști).

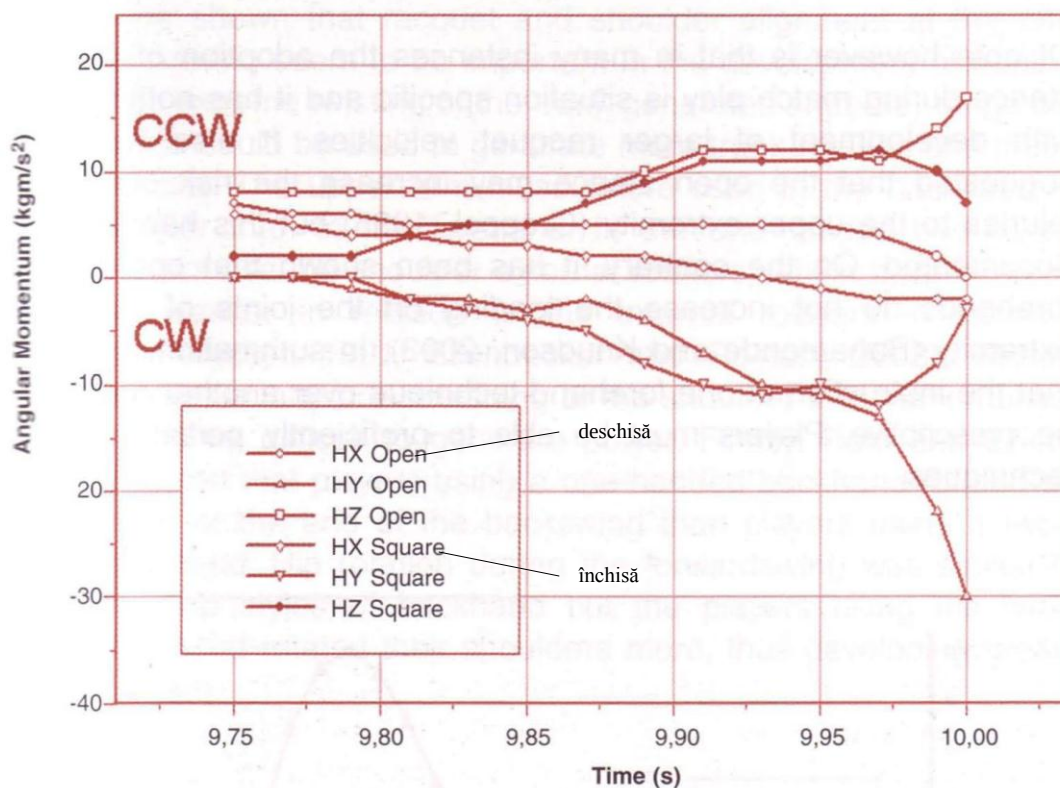


Figura 3.14. Momentul unghiular dezvoltat la lovitura de dreapta din poziție deschisă și închisă

În poziția închisă se ajunge la viteze unghiulare la impact ale trunchiului mai mari decât în poziția deschisă (6,2 radian/s față de 5.0 radian/s), în cazul profesioniștilor. S-a observat că viteza unghiulară a trunchiului în cazul adoptării poziției deschise la loviturile de dreapta, atinge cam 40 m/s anterior impactului, în comparație cu situația adoptării poziției închise când valorile urcă cam până la 10 m/s anterior impactului (Figura 3.15). Recent, Knudson și Blackwell (2000) au studiat activarea mușchilor trunchiului în timpul execuției loviturilor de dreapta din poziție deschisă și închisă. Studiul lor nu susține afirmația că loviturile de dreapta din poziție deschisă necesită sau utilizează o activare mai mare a mușchilor trunchiului ca în cazul adoptării poziției tradiționale închise. Reiese faptul că nu există decât diferențe subtile în coordonarea trunchiului în cele două cazuri ale adoptării poziției deschise sau închise.

Forhand-ul din poziție deschisă utilizează puțin sau deloc moment liniar înainte (vezi figura 3.6. și 3.7). În schimb, poziția tradițională închisă fructifică atât momentul liniar cât și cel unghiular. Viteza unghiulară a trunchiului în cazul loviturilor de dreapta din poziție deschisă atinge valori maxime mai devreme decât în cazul loviturilor închise. Această surprinzătoare descoperire ar putea fi legată de lipsa momentului liniar și de mecanica contracției mușchilor.

DE REȚINUT:

În general vorbind, poziția închisă optimizează pretensionarea musculaturii umenilor, generând viteze unghiulare ale trunchiului și viteze ale rachetei la impact mai mari.

Rotația în jurul axei lungi a segmentelor apare foarte repede. Trunchiul are spațiu de mișcare limitat în jurul axei sale lungi, atingând viteza unghiulară maximă într-un timp scurt, urmând o încetinire ușoară înainte de impact. În tenis, un jucător nu continuă să se rotească în jurul axei lungi a trunchiului pentru a-și menține viteza unghiulară, ci este forțat să încetinească pentru a preveni accidentările și pentru a împiedica corpul să se rotească departe de oponent. În poziția închisă, mișcarea liniară a trunchiului întârzie rotația rapidă a trunchiului, deoarece creează o mai mare întârziere inerțială a brațului superior, permițând ca rotația trunchiului să atingă valori mai mari în preajma impactului. Această încetinire a rotației trunchiului permite o creștere a pretensionării musculaturii umărului, care conduce la o torsiune musculară mai mare.

De remarcat este că în multe cazuri, adoptarea unei poziții deschise pe durata unui meci apare într-o situație specifică și nu are nimic de a face cu dezvoltarea vitezelor mai mari ale rachetei. A fost arătat și că poziția deschisă poate mări riscul de accidentări de uzură la extremitatea superioară (Groppel, 1995), dar acest lucru nu a fost atestat. Dimpotrivă, a fost arătat că loviturile de dreapta din poziție deschisă nu cresc încărcarea pe articulațiile extremității superioare (Bahamonde și Knudson, 2003). Rezumând, este clar că nu trebuie impusă instruirea cu precădere asupra unei tehnici, în defavoarea celeilalte. Jucătorii trebuie să fie capabili să-și perfecțeze dezvoltarea tehnicilor diferite.

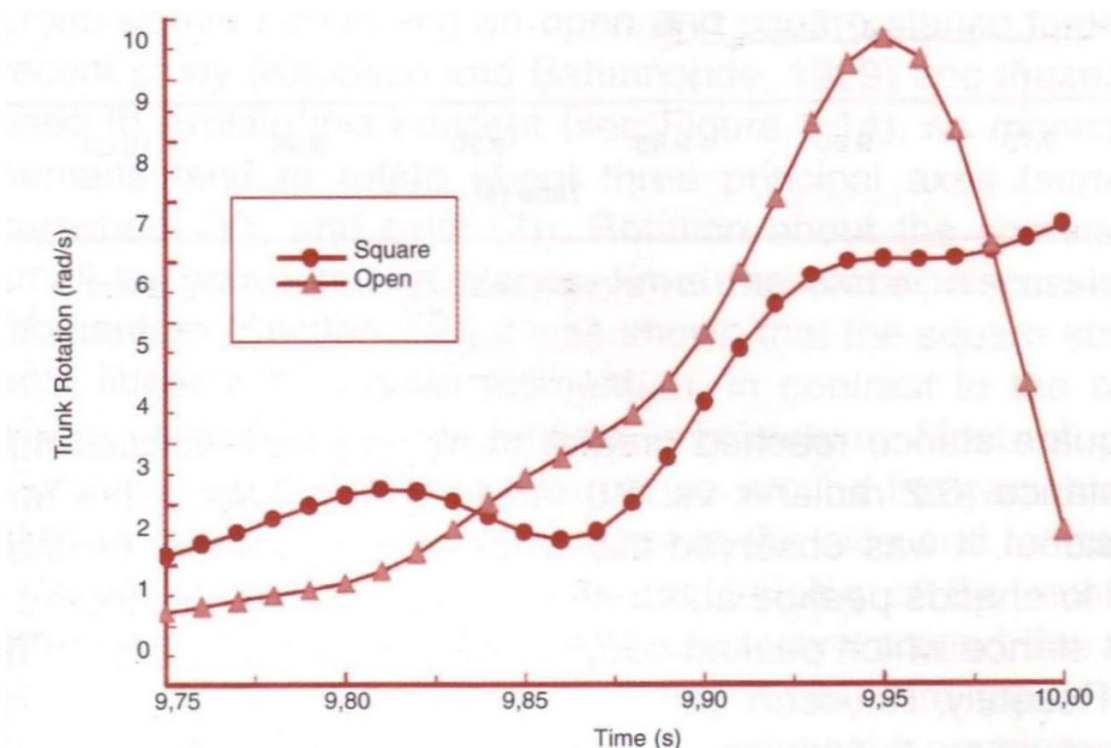


Figura 3.15. Rotația trunchiului la loviturile de dreapta din poziție deschisă și închisă

REVERUL

Nu există date despre momentul unghiular la lovitura de rever. Se poate specula, bazându-se pe descoperirile despre trunchi ale lui Elliot și Cristmass (1995) și Elliot și alții, (1989), cum că momentul unghiular pe durata loviturii de rever este similar cu momentul unghiular al loviturii de dreapta din poziție închisă, unde majoritatea rotației ar apărea în jurul axei de răsucire.

Rotirea trunchiului este la fel de crucială, deși poate chiar mai importantă la lovitura de rever decât la lovitura de dreapta. Cu umărul care lovește așezat în față nu este posibil să se accelereze mișcarea brațului pe o distanță la fel de lungă, nici nu poate exista multă flexibilitate în zona de lovire, lucru care micșorează limita de eroare. A fost arătat că rotația crescută a trunchiului la reverul plat este legată de o creștere a vitezei rachetei (Elliot și Christmass, 1995). Mulți jucători profesioniști se pregătesc pentru rever poziționându-și racheta aproape paralel cu gardul (Elliot și Christmass, 1995). În ambele studii ale lui Elliot (Elliot și Christmass, 1995; Elliot și alții, 1989), jucătorii își poziționau umărul la sfârșitul balansului înapoi cu un unghi de 127° față de linia de fund. Elliot și alții (1989) au arătat că aliniamentul rachetei și umărului la sfârșitul balansului înapoi par să fie importante pentru dezvoltarea rotației trunchiului. Această răsucire extremă a trunchiului generează o distanță mai mare de mișcare, care ar putea fi folosită pentru a genera o rotație a trunchiului și deci a vitezei rachetei mai mari. Musculatura brațului superior folosită în lovitura de rever este mai slabă decât la lovitura de dreapta. La lovitura de rever cu o mână, jucătorii folosesc rotatorii externi ai umărului, care s-au dovedit a fi mai slabi în comparație cu rotatorii interni la jucătorii de tenis (Ellenbecker, 1991; Ellenbecker și Roetert, 2003). Fără rotația trunchiului sau vreunei pretensionări a musculaturii umărului și trunchiului ar fi dificil să se genereze putere. În final, Reid și Elliot (2002) au arătat că jucătorii care execută reverul cu o mână rotesc șoldurile la sfârșitul balansului înapoi mai mult decât jucătorii care execută reverul cu două mâini. Rotația șoldurilor în timpul balansului înainte a fost asemănătoare la cele două stiluri de rever, dar jucătorii care folosesc două mâini rotesc umerii mai mult, dezvoltând astfel o rotire mai mare a trunchiului.

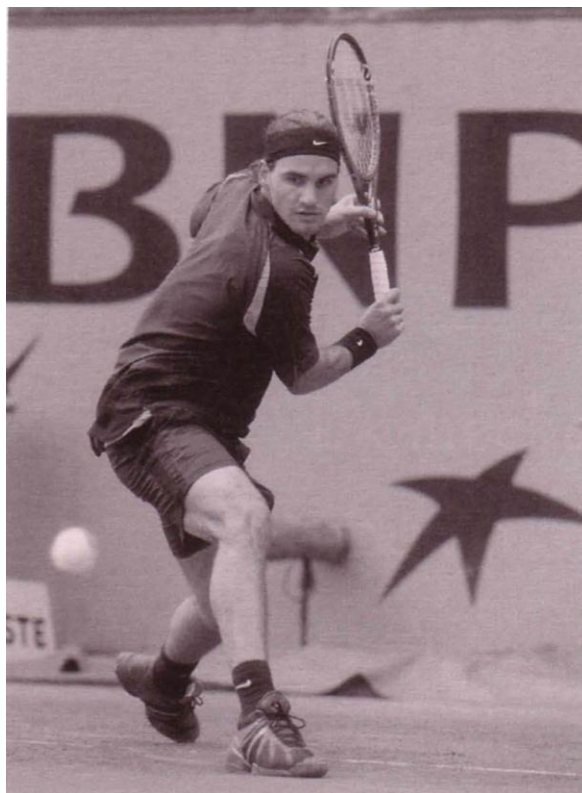


Figura 3.16 Rotația trunchiului la rever este esențială dacă sunt dezvoltate viteze mari ale rachetei.

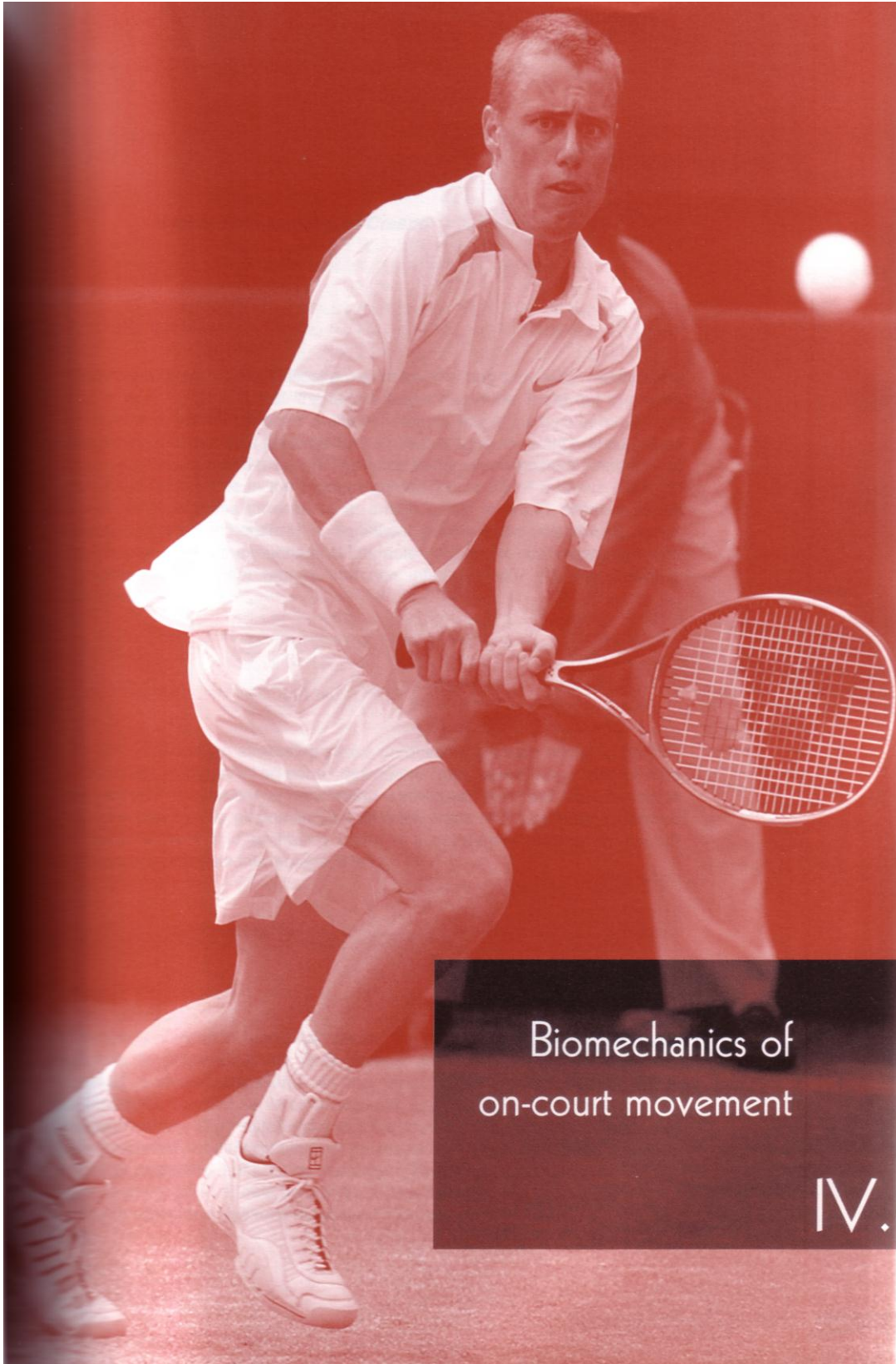
4 SUMAR: LEGĂTURA DINTRE MOMENTUL LINIAR ȘI UNGHIULAR

DE REȚINUT:

Pentru a demonstra conceptul legăturii dintre momentul liniar și unghiular, suspendați o rachetă de mânerul ei, între degetul mare și arătător, astfel încât racheta să se poată mișca asemenea unei pendule. Apoi mișcați brațul încet, în linie dreaptă, înainte și opriți-vă repede. Ce se întâmplă cu racheta? Racheta se mișcă înainte cu brațul dumneavoastră, în linie dreaptă, iar când brațul dumneavoastră se oprește, racheta se rotește în jurul degetelor dumneavoastră. Cu alte cuvinte, momentul liniar al antebrațului dumneavoastră a fost folosit pentru a produce momentul unghiular al rachetei.

Jucătorii folosesc impulsurile pentru a crea moment liniar și unghiular în scopul dirijării eficiente a rachetei la loviturile de bază și la serviciu. În mod ideal aceste două surse de putere a loviturii ar trebui să fie coordonate pentru a lucra împreună pentru dezvoltarea loviturilor eficiente. Oricum, se pare că acele considerații tactice ale loviturilor (de exemplu pozițiile deschise, închise sau semiînchise) dictează deseori cantitatea de moment liniar și unghiular care poate fi folosită pentru a genera viteza rachetei. Este important de a înțelege că dezvoltarea atât a momentului liniar cât și unghiular începe GRF generat de jucători prin jocul lor de picioare. Momentul liniar poate fi folosit pentru a genera moment unghiular care poate fi transferat de la un segment al altul. Este acest flux al momentelor, care, atunci când este combinat cu activarea musculară generează viteza segmentului și în final a rachetei.

Notă: Figurile 3.11, 3.12 și 3.13 au fost folosite cu permisiunea Jurnalului Științei Sporturilor, www.tandf.co.uk.



Biomechanics of
on-court movement

IV.

IV. BOMECANICA MIȘCĂRII ÎN TEREN

Machal Reid și Miquel Crespo

1 INTRODUCERE

Rupere, împingere, alergare, dispunere, alunecare, pivotare, traversare, pas în lateral – sună ca o mulțime de muncă, dar de fapt orice jucător de tenis a făcut-o când a executat o lovitură de dreapta din lateral și apoi și-a recuperat poziția sa în teren! În tennis, acesta este tipul de secvențe de mișcare care poate avea loc deseori în timpul unui punct și de nenumărate ori pe parcursul unui meci. Nevoia propriei poziționări eficiente are o indubitabilă importanță în jocul modern. De aceea, abilitatea unui jucător de tenis de a coordona toate aceste mișcări la o viteză mare pentru a permite executarea eficientă a unei lovituri devine un factor semnificativ pentru evaluarea performanței. Acest capitol detaliază caracteristicile mecanice ale mișcării în teren și subliniază alți câțiva factori care pot influența modul cum această mișcare este realizată.

DE REȚINUT:

Toată producția de mișcări în tenis poate fi împărțită în patru categorii: de la linia de fund către fileu; mișcare pe distanță mică; mișcare în lateral și recuperarea terenului și sprintul (Ferauti și alții, 2003; Verstegen și Martello, 2002). Precursorii tuturor acestor mișcări în tenis sunt poziția de start și pasul de rupere.

2 CARACTERISTICILE MIȘCĂRII ÎN TEREN

Ca în cazul când se evaluează executarea loviturii, un antrenor are nevoie să fie capabil să evalueze mișcarea unui jucător în teren și să recomande intervenții potrivite / strategii de îmbunătățire a mișcării. Această sarcină poate fi făcută mai ușor în antrenament luând diferite tipuri de mișcări executate de jucătorii de tenis și analizându-le într-o manieră secvențială având în vedere atât execuția cât și rezultatul.

2.1. MIȘCAREA ÎNȚĂLĂ (POZIȚIA DE START ȘI PASUL DE RUPERE)

TEORIE

Poziția de start din tenis poate fi ușor definită ca fiind poziția pe care și-o asumă un jucător când se pregătește (și în timpul) pentru pasul de rupere. Totuși această descriere, în multe situații înțeleasă ca fiind poziția de start asumată în timpul unui schimb de mingi de la linia de fund, returului de serviciu sau cea care urmează situației în care se obține un avantaj la fileu, este în măsură să caracterizeze diferențe ușoare care apar în coordonarea secvențială. Stilul de joc, personalitatea și morfologia jucătorilor vor influența de asemenea natura poziției (lor) de start adoptată de jucător. Literatura de specialitate admite oricum faptul că poziția de start ar trebui să fie echilibrată (Roetert și alții, 2003) și suficient de activă încât să permită o mișcare dinamică de răspuns la orice stimul (Aviles și alții, 2002).

Câtă vreme sunt limitări semnificative în ce privește cercetarea producției de mișcări în tenis, antrenorii sunt capabili în unele situații să tragă concluzii în urma analizelor calitative ale secvențelor video de mare viteză. În acest sens, Saviano (2000) a observat jucătorii de elită care efectuau pasul de rupere în timpul schimbului de mingi de la linia de fund și a notat că acești jucători aveau poziții de aterizare și poziții ale picioarelor specifice. În contrast cu descrierile de început ale pasului de rupere când ambele tălpi coborau și aterizau pe teren simultan, s-a arătat că jucătorii moderni:

- aterizează cu piciorul cel mai îndepărtat de minge la un moment de rupere înaintea celui alt picior (care conduce).
- rotește piciorul care conduce în afară, către direcția pe care și-au propus mișcarea, pe măsură ce se pregătesc să atingă pământul.

Un jucător dreptaci care se pregătește să lovească un rever ar trebui deci să aterizeze cu piciorul său drept cu un moment înainte ca piciorul stâng să se rotească în afară. Acest răspuns se vrea a iniția rotația corpului prin ”deschiderea” trunchiului inferior (prin intermediul rotației externe a piciorului de jos și apoi a celui de sus) înspre direcția de mișcare intenționată, pentru a mări mișcarea laterală sau diagonală către minge (Roetert și alții, 2003).

Aviles și alții (2002) a studiat temporizarea ”pasului de rupere / secvenței de aterizare” la nivelul jucătorilor de elită (Arnaud Clement), de nivel național și regional în situația returului de serviciu. Jucătorul de elită și-a temporizat aterizarea în pasul de rupere mai devreme (~30 ms) după impactul serviciului în comparație cu jucătorul de nivel național. Cercetătorii au concluzionat că jucătorii profesioniști anticipează deci direcția loviturii mai devreme și pot să-și permită mai mult timp pentru a se pregăti de impact. A fost de asemenea analizat efectul varierii înălțimii de aruncare a mingii (de ex. ritmul serviciului) asupra pasului de rupere / secvenței de aterizare. Toți cei trei jucători au fost puși față în față cu un jucător care servea cu 170 km/h folosind aruncarea mingii la două înălțimi diferite. Diferența între înălțimile aruncărilor a fost de 1,5 m, iar diferența între timpii scurși de la aruncare la impactul asupra mingii a fost de 300 ms. Deși servantul varia sistematic aruncările mingii (de ex. primitorii erau conștienți despre ce fel de aruncare urma să fie folosită) ajutând potențialul de adaptare al jucătorului, jucătorul mai slab (de nivel regional) a avut mari dificultăți în ce privește sincronizarea constantă a pasului de rupere / secvenței de aterizare la impactul cu mingea. Oricum, cei doi jucători de nivel ridicat au fost capabili să-și sincronizeze această strategie de mișcare independent de înălțimea aruncării mingii.

Pasul de rupere este de asemenea util în a facilita mișcarea unui jucător (dirijarea membrului inferior) către minge, prin înmagazinarea energiei elastice (Capitolul 2). Asta înseamnă că în efectuarea unui pas de rupere, mușchiul cvadriceps și țesuturile asociate sunt supuse la întindere, înmagazinând energie elastică, care prin mișcare reversă (de ex. extensia genunchiului și/sau a șoldului) este parțial recuperată astfel încât viteza mișcării unui jucător către minge poate fi mărită (Elliot, 2001). Această caracteristică a pasului de rupere joacă un rol important în pregătirea mișcării pentru un voleu, retur de serviciu sau lovitură de bază. A se vedea Capitolul 2 pentru mai multe informații despre implicarea ciclului de întindere-scurtată și a energiei elastice în tenis.

APLICAȚIE

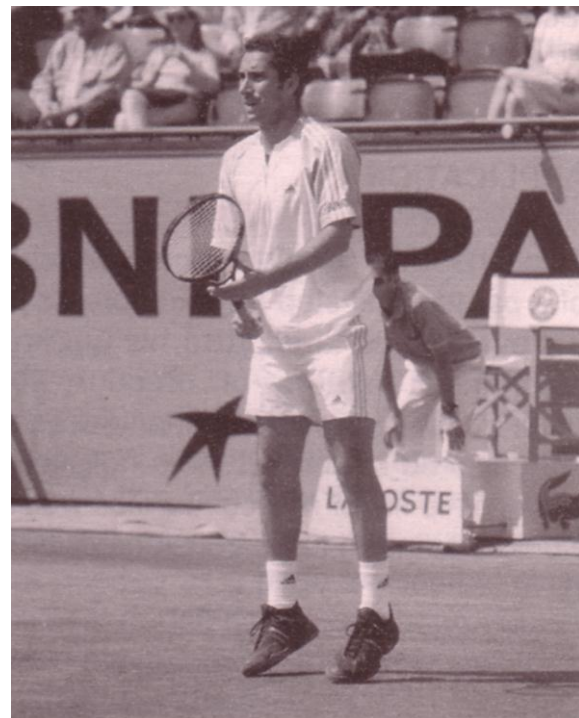
Secvența pasului de rupere descrisă anterior are câteva aplicații foarte importante pentru antrenorii de tenis. În primul rând, jucătorii nu aterizează pe ambele picioare în același timp și în mod evident abilitățile de percepție și cele anticipative determină direcția în care intenționează să se miște și întâresc nevoia de:

- demonstrații conceptuale ale pasului de rupere (ex. antrenorii ar trebui să demonstreze pasul de rupere ca fiind precursor unei mișcări pentru voleu, unei lovituri de bază ș.a., și nu doar ca o mișcare singulară) în antrenamentele cu începătorii.
- antrenorii trebuie să-și temporizeze în mod potrivit lansarea mingilor în timpul exercițiilor cu mingi din coș. Acest lucru este deosebit de important atunci când jucătorii se mișcă către fileu. Jucătorii nu ar trebui să aștepte lansarea mingilor prin efectuarea pasului de rupere, chiar dacă este pentru o perioadă scurtă.
- Introducerea exercițiilor cu mingi în mișcare îi vor determina pe jucători să aproximeze mai bine jocul și astfel să asimileze pasul de rupere cu nevoile de anticipare.

Deși magnitudinea la care jucătorul "coboară" (își îndoaie genunchii) pe durata unui pas de rupere este oarecum inconștientă și determinată de morfologia jucătorului, există un compromis logic între a îndoi genunchii prea mult și a nu-i îndoi destul. Acest lucru este în mod special aplicabil la fileu și la returul de serviciu. În mod similar, menținerea unor poziții bine echilibrate (adică aliniate în mod independent) ale capului și trunchiului este de importanță maximă pentru orice pas de rupere. Un ultim lucru, antrenorii nu pot detecta cu ochiul liber greșeli minore ale pasului de rupere, ar trebui de aceea să ia în considerare folosirea analizelor video.

DE REȚINUT:

Antrenorii ar trebui să fie conștienți de magnitudinea îndoirii genunchilor în pasul de rupere, dar accentul ar trebui să fie pus dincolo de toate pe asigurarea că mișcarea este explozivă și în același timp controlată.



Pasul de rupere, așa cum este executat aici de Albert Costa facilitează mișcarea următoare în teren.

TEORIE

De vreme ce cercetările au arătat că mișcarea pe spațiu redus este cea mai obișnuită în tenis, am început această secțiune pe baza unui studiu făcut de Kraan și alții (2001) pe această temă, cu implicații pentru majoritatea mișcărilor în teren. Abilitatea de mișcare înainte și înapoi la viteză mare constituie un aspect fundamental al tenisului de performanță. Progresia în față și/sau în spate este demonstrată pe parcursul situațiilor variate de apropiere către fileu, a urmăririi loburilor și serviciului și voleului. Kraan și alții (2001) au analizat diferite moduri de inițiere a mișcării înainte pornind dintr-o poziție verticală, comparabilă cu cea adoptată de un jucător de tenis în timpul unui schimb de la linia de fund. O accelerare mai mare în față, ca și o forță de vârf a fost generată în mod paradoxal de subiecții care au executat un pas de rupere înapoi (de-a lungul direcției de plecare dorită), prin comparație cu cei care nu au făcut acest lucru. În ciuda mișcării inițiale care îndepărtează subiectul de la ținta propusă, acest pas produce forțe de reacție cu pământul mai mari, care colaborează cu interacțiunile membrului inferior produce mișcări înainte mai rapide (Roetert și alții, 2003).

Această mișcare în spate a piciorului servește de asemenea la manipularea poziției centrului de greutate al unui subiect pentru ca baza de suport să-și îmbunătățească progresia înainte (Kraan și alții, 2001). Empiric, autorii au mai observat că piciorul care se mișcă înapoi, piciorul care împinge, este de multe ori rotit în exterior în jurul șoldului pentru a maximiza suprafața de pe picior care este în contact cu pământul. Aceasta va servi la mărirea fricțiunii (dintre pantof și teren) care la rândul ei îl ajută pe jucător să producă o forță de împingere mai mare.

Pe durata progresiei în față către fileu, capacitatea de a lega între ei trei sau cinci pași de accelerare pornind cu un pas de rupere și menținând apoi o poziție de start dinamică este foarte importantă (Verstegen și Marcello, 2002). Până la această dată nu sunt disponibile cercetări asupra mecanicii mișcării înapoi.

APLICAȚIE

Antrenorii ar trebui să se ferească să interpreteze descoperirile care consideră că se recomandă efectuarea în mod paradoxal a unui pas înapoi. Mai degrabă, dacă antrenorul observă că jucătorul trebuie să-și îmbunătățească viteza și accelerația către înainte, să ia în considerare faptul că acest lucru constituie o trăsătură mecanică a mișcării înainte în teren care poate să garanteze o schimbare. Aici, analiza biomecanică a pasului pentru deplasarea înainte poate fi de asemenea benefică. Totuși, privind în ansamblu, deficitul în ce privește întinderea musculaturii flexoare a șoldului jucătorului, la fel ca și abilitățile de anticipare și de percepție ar trebui de asemenea să fie luate în considerație.

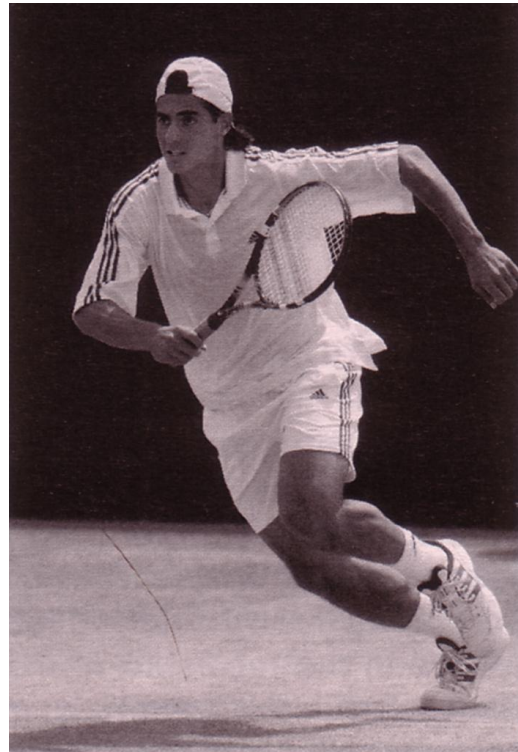
DE REȚINUT:

Cercetările sugerează faptul că antrenorii ar trebui să nu descurajeze jucătorii să execute un prim pas înapoi înainte să pomească în față.

În mod tipic jucătorii vor iniția o mișcare înainte din trei poziții:

- o poziție de start verticală, în prealabil fiind executat un pas de rupere.
- când se "trece" de la mișcarea înapoi la cea înainte, sau din lateral către înainte.
- o poziție arabescă (adică suport pe un singur picior, celălalt fiind întins în spate) cum ar fi cazul de joc din timpul serviciului sau voleului.

Pentru ca un antrenament de viteză și/sau agilitate să fie cât mai specific tenisului jucătorii ar trebui de aceea să învețe să accelereze din oricare din aceste poziții cu racheta de tenis în mână.



Lapentti, făcând un paradoxal pas înapoi, începe să se dirijeze în față.

Observând jucătorii de elită care inițiază mișcarea înapoi pregătind un smeci, unii din ei vor combina rotația corpului cu un pas inițial înainte pentru a facilita dirijarea membrului inferior în spate către minge. Urmărirea în spate a unui lob va implica aceeași progresie a membrului inferior discutată în Secțiunea 2.6.

2.3.

MIȘCĂRI PE SPAȚIU REDUS

TEORIE

Mișcările pe spațiu redus sunt acelea în care un jucător este solicitat să se miște în mai puțin de trei metri pentru a executa o lovitură. Cartografiind tipurile de mișcare din tenisul profesionist pe zgură, Ferrauti și Weber (2001) au arătat că aproximativ 80% din toate loviturile sunt jucate pe o distanță mai mică, din poziția de start de pe linia de fund. Excelenta coordonare și abilitățile de agilitate împreună cu un bun echilibru peste tot sunt necesare ca bază pentru o mișcare pe spațiu redus optimă, anterioară producerii atât a loviturilor ofensive cât și defensive (Borquin, 2003). Mișcările pe spațiu redus importante sunt cele în toate direcțiile și oricare din ele, pasul în lateral și de asemenea micii pași de ajustare.



Eficiența cu care jucătorii sunt capabili să se poziționeze rapid pentru a juca mingile într-o zonă strânsă, cum ar fi cazul loviturii de dreapta inversă este de natură să determine performanța.

APLICAȚIE

Jocul de picioare, care constituie un aspect important al mișcării și deci al producerii loviturii, a jucat un rol important în dezvoltarea în teren a jucătorilor de nivel internațional în ultimii 15 ani. Pato Alvarez, unul din cei mai buni antrenori spanioli utiliza asemenea exerciții extensive cu jucătorii în anii '80 și '90, iar acestea au devenit de atunci o caracteristică a gamei de exerciții a multor antrenori de tenis de înaltă performanță. "Doble ritmo" (ritmul dublu), o tehnică de mișcare caracterizată de succedarea a doi scurți pași pregătitori în timpul pregătirii loviturii, este un concept des întâlnit printre aceste exerciții (Alvarez, 1990). Unele exemple de exerciții pe care antrenorii ar trebui să le utilizeze pentru dezvoltarea mișcării pe spațiu redus și abilităților de poziționare a jucătorilor sunt detaliate în Figurile 4.1 – 4.4. Când prescriu aceste exerciții, antrenorii trebuie să cunoască capabilitățile fiziologice cum ar fi rezistența anaerobă și astfel să manipuleze rapoartele lucru:odihnă și/sau frecvența/viteza de lansare a mingilor.

➤ **Steaua (Figura 4.1)**

Opt marcheri sunt aranjați așa cum se vede în Figura 4.1. Fiecare marcher este plasat la 1,5 m de "X", care constituie punctul central al aranjamentului și poziția de start și finală. Jucătorul situându-se inițial în X, antrenorul situat de cealaltă parte a fileului lansează o minge în "1". Jucătorul va lovi un forhand, apoi va recupera terenul ajungând din nou la X. Între timp antrenorul va lansa o altă minge în "2" și atunci jucătorul se va mișca pe diagonală în spate pentru a lovi un forhand înainte să recupereze în X. Acest proces este repetat astfel ca jucătorul să lovească forhanduri în "1", "2", "3", "7" și "8" și backhanduri în "4", "5" și "6". Pe durata exercițiului jucătorul ar trebui să lovească într-o anumită zonă. Prescrierea duratei, intensității și numărului de repetări și serii va reflecta țelurile specifice în funcție de dezvoltarea mișcărilor pe spațiu redus.

DE REȚINUT:

Îmbunătățirea mișcării pe spațiu redus și abilităților de poziționare a jucătorilor de tenis este o necesitate fundamentală a antrenamentului, deseori încă neglijată.

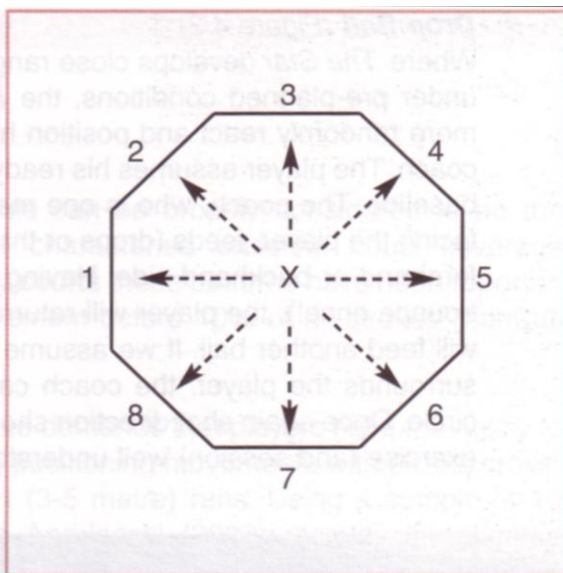


Figura 4.1 Steaua.

➤ **Înăuntru și înafară** (Figura 4.2)

Acest exercițiu constă în : 1. efectuarea alternativă de către un jucător a loviturilor de bază și a voleelor, sau 2. executarea alternativă a loviturilor de bază "scurte" și "lungi". În 1. loviturile de bază vor fi jucate la linia de fund în timp ce voleele vor fi jucate la linia de serviciu. În 2. loviturile de bază lungi și scurte se vor diferenția prin zone de aterizare distanțate la 2.5 – 3.0 metri. Antrenorul poate fie să lanseze mingile, fie să le trimită înapoi la jucător prin voleu. În ambele cazuri este imperativ ca lansarea să fie bine controlată pentru a provoca abilitățile de poziționare a jucătorului. Pe tot acest timp jucătorul ar trebui să fie solicitat să direcționeze fiecare lovitură spre o țintă anume. Ca și în cazul exercițiului *Steaua* dificultatea exercițiului va fi specifică scopului/lor sesiunii.



Figura 4.2 Jucător lovind o" lovitură de bază lungă" în timpul exercițiului "Înăuntru și înafară".

➤ **Mingea căzută** (Figura 4.3)

Dacă *Steaua* îmbunătățește mișcarea pe spațiu redus și abilitățile de poziționare în condiții în prealabil planificate, *Mingea căzută* provoacă jucătorul să reacționeze aleatoriu mai bine și să se poziționeze în funcție de felul în care antrenorul lansează mingile. Jucătorul ia poziția de start la semnul de mijloc al liniei de fund. Antrenorul, care este în fața semnului de mijloc la un metru în fața jucătorului lansează (din cădere sau din mână) o minge către forhandul sau backhandul jucătorului. După ce execută lovitura (lăsând mingea să sară o dată!) jucătorul se întoarce la semnul de mijloc. Considerând un cerc în jurul jucătorului cu diametrul de trei metri, antrenorul poate lansa mingile oriunde în interiorul acestui cerc. Din nou direcția ar trebui să fie bine gândită de antrenor pentru a atinge scopul exercițiului (și sesiunii).



Figura 4.3. În timpul Mingii căzute, mingile sunt lansate într-un cerc cu raza de 1,5 m.

➤ **Tennis Ping-Pong** (Figura 4.4; Bourquin, 2003)

Jucătorii A și B, cu rachetele în mână, sunt față în față la fileu și folosesc întregul careu de serviciu. În schimbul de mingi folosesc doar forhandul. Jucătorul A lovește mingea în terenul din partea sa a fileului. Jucătorul B este obligat să lase mingea să sară o dată înainte de a o trimite înapoi lovind cu mingea în partea sa de teren, și tot așa. Jucătorii pot juca cu scor sau într-un anumit timp. Apoi exercițiul ar trebui repetat folosind doar backhandul.



Figura 4.4 Tennis ping-pong provoacă abilitatea jucătorului de a se așeza repede și eficient.

TEORIE

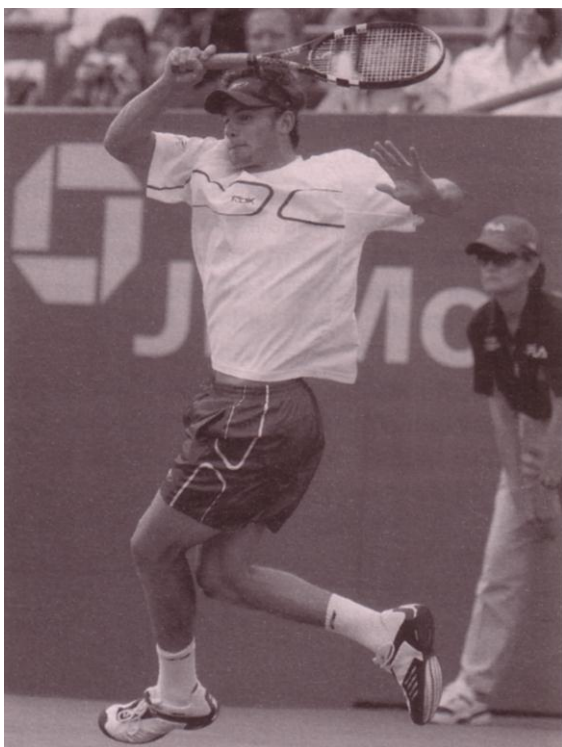
Mișcările de recuperare ale mingii din lateral pot fi în general considerate a fi tipuri de mișcare diferite care caracterizează acoperirea terenului de la linia de fund pe o zonă de la trei la șase metri. Pe terenurile de zgură aceste tipuri au fost considerate a conta pentru mișcarea de pregătire la 10% din lovituri (Ferrauti și Weber, 2001).

Acoperirea terenului în acest sens solicită jucătorului să aibă abilitatea de a putea rămâne în echilibru, în timp ce își coordonează mișcările de poziționare cu alunecări, pași încrucișați, pași în lateral și alergări scurte (3-5 metri). Bragg și Andriacchi (2002), luând ca eșantion 10 jucători de colegiu au investigat recent trei metode ale mișcării în lateral către minge. Cele trei tipuri de mișcări analizate au fost:

- pasul înfipt – se pășește cu piciorul principal (adică cel mai apropiat de minge) în direcția mingii care se apropie;
- pasul pivotat – se pivotează în jurul piciorului principal, deschizând șoldurile în direcția mingii care se apropie, dar făcând primul pas cu piciorul cel mai îndepărtat de minge, și;
- pasul de gravitație – mișcând piciorul principal înspre corp, departe de direcția mingii care se apropie / mișcarea propusă, înainte de încrucișare.

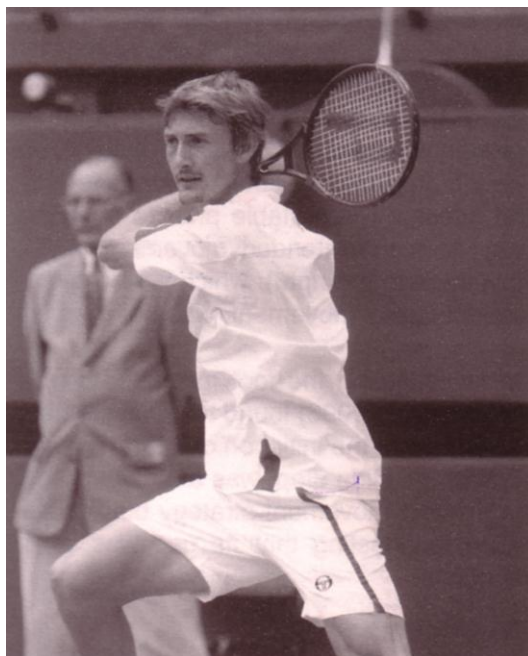
Rezultatele au arătat că utilizând pasul de gravitație, jucătorii erau mai rapizi în a ajunge la minge și aveau o șansă mai mare să returneze, comparând cu celelalte tipuri de mișcare. Au concluzionat că mișcarea în lateral este facilitată de pasul de gravitație, deoarece centrul de greutate se mișcă de fapt către minge. Adică, mișcarea piciorului principal pe durata pasului gravitațional mută centrul de greutate al unui jucător în afara bazei sale de susținere (considerată a fi picioarele pe sol), lucru care determină jucătorul să înceapă să se miște în direcția dorită. Pe de altă parte, pasul înfipt are în vedere o creștere a bazei de suport a jucătorilor care devin mai stabili înainte de mișcare. Rolul pasului paradoxal care îndepărtează de la direcția dorită a mișcării (adică de la piciorul stâng din lateral către dreapta) nu a fost investigat, dar credem că este proeminent în eficientizarea mișcării în lateral.

Studiind mișcările picioarelor jucătorilor în timpul returului de serviciu, Lamont și alții (1996) au descoperit că jucătorii folosesc aceleași tipuri de primi pași ca cei folosiți în inițierea mișcării în lateral descriși mai sus. A fost de asemenea identificat un al patrulea tip de pas, pasul de alunecare. Pasul de alunecare s-a dovedit a fi strategia de mișcare cea mai înceată, dar duce la o poziție deschisă de lovire a returului, arătând că folosirea sa se leagă strâns de intențiile tactice ale jucătorului.



Recuperând o minge din lateral, Roddick va avea grijă să folosească fie un pas încrucișat fie unul lateral care să-l ajute să recupereze poziția în teren.

În ce privește mișcările de recuperare a terenului în cazul mingilor în lateral, literatura de specialitate apreciază că jucătorii de tenis vor folosi inițial un tip de mișcare sau o combinație de două tipuri: pasul încrucișat și pasul lateral. Descrierea acestor mișcări sunt calitative și până la această dată nici un studiu nu a investigat meritele lor respective.



Ferrero, forțat în lateral pe partea backhandului, are abilitatea să lovească dintr-o poziție deschisă.

Tipul de mișcare de revenire este mai degrabă determinat de situația scorului și stilul jocului, viteza picioarelor și morfologia jucătorului. Un rol important în modul de revenire adoptat de un jucător îl are de asemenea evoluția jocului modern și a mijloacelor prin care jucătorii își adaptează loviturile și tehnicile de mișcare (ex. loviturile de rever executate cu două mâini din poziție deschisă). Trebuie menționat că atunci când jucătorii se mișcă în lateral către minge în mod sigur vor folosi tehnici de lovituri de bază din poziții deschise, excepție făcând reverul cu o singură mână.

APLICAȚIE

Odată cu proliferarea în vremurile recente a jucătorilor care au lovituri de pe linia de fund puternice, abilitatea de a ajunge la mingile trimise aproape sau dincolo de liniile laterale și de a recupera terenul a căpătat o importanță maximă. Abilitatea de a acoperi terenul împreună cu mișcarea efectivă a picioarelor pe spațiu redus formează o parte considerabilă a repertoriilor de mișcare ale unui jucător într-un meci profesionist. Oricum, pentru a dezvolta aceste abilități antrenorii ar trebui să evalueze, așa cum este subliniat în Aplicația 2.2, la fiecare jucător mișcările spre mingile laterale și cele de recuperare a terenului din punct de vedere funcțional, ne-prescriptiv. Aceasta înseamnă că nu există o singură tehnică de recuperare a mișcării care să se potrivească tuturor jucătorilor și situațiilor de joc. Analiza eficacității și eficienței cu care jucătorii recuperează poziția lor în teren este astfel fundamentală și orice schimbare a tehnicii de recuperare trebuie să fie luată în considerare în contextul situației tactice.

Prescrierea exercițiilor adecvate și specifice este esențială dacă se dorește o îmbunătățire a eficienței mecanice a mișcărilor unui jucător pentru a ajunge la o minge laterală și pentru a recupera terenul. De exemplu, nu prea are sens ca un antrenor să dezvolte abilitatea unui jucător de a recupera terenul introducând o a doua minge în timpul antrenării pe teren sau să înglobeze un al doilea șablon de mișcare când se lucrează la agilitate în afara terenului. În acest sens, mulți conducători de antrenori și antrenori consideră că agilitatea și lucrul rapid sunt cele mai bine exersate în contextele cele mai specifice jocului (Van Aken, 2003). Extrapolarea cercetărilor cu privire la perfecționarea adaptărilor în ce privește sprintul și agilitatea în jocurile non-tenis poate susține această noțiune de antrenament specific (Young și alții, 2001).

Exemple de exerciții care îmbunătățesc mișcările către mingea laterală și de recuperare a terenului sunt detaliate în Figurile 4.5. – 4.7.

➤ 3 – 6 – 3 (Figura 4.5)

Conul 1 este plasat la semnul de mijloc, conul 2 la trei metri în stânga și conul 3 la trei metri în dreapta. Jucătorul, cu racheta în mână, ia poziția de start la semnul de mijloc și la semnalul antrenorului (auditiv sau vizual), se mișcă cât poate de repede către conul 2, își așează piciorul drept (pentru dreptaci), pivotează și se întoarce cu fața la teren și se mișcă cât de repede posibil către conul 3. La acest con, jucătorul își va așeza piciorul stâng și va pivota prin întoarcere, întorcându-se din nou cu fața la teren, înainte de a se deplasa cât de repede posibil către conul 1. Acest exercițiu ar trebui efectuat atât spre dreapta cât și spre stânga și poate arăta antrenorilor eficiența cu care un jucător se mișcă lateral.

Unii antrenori își vor cronometra jucătorii pentru a-i analiza mai bine, în timp ce alții pot să adauge în efort simularea loviturilor de bază pentru a face exercițiul cât mai specific tenisului.

DE REȚINUT:

Antrenorii trebuie mai întâi să identifice care aspect al mișcărilor către mingea laterală și de recuperare a terenului vor să îmbunătățească și apoi să hotărască ce exercițiu sau antrenament să folosească.



Figura 4.5. Jucător deplasându-se între conurile 1 și 2 în timpul exercițiului 3 – 6 – 3.

➤ **Exercițiul Lovituri de bază – Recuperare Repetate (cu figura 8) (Figura 4.6)**

Se plasează câte un con în fața și în spatele centrului de mijloc de la linia de fund. Jucătorul este poziționat la linia de mijloc și antrenorul la linia de serviciu, de cealaltă parte a terenului. Antrenorul lansează o minge lungă și puternică către colțul corespunzător loviturii de dreapta sau de rever, pe care jucătorul trebuie să o ajungă și să încerce să o direcționeze în lung de linie sau în cros. Apoi, cât de repede este posibil jucătorul ar trebui să recupereze terenul înapoi la semnul de mijloc unde să efectueze ”figura 8” în jurul conurilor înainte să reacționeze și să pornească din nou pentru lovire și recuperare la următoarea lansare a antrenorului, etc. Dacă scopul principal al acestui exercițiu este dezvoltarea tehnicii mișcării către mingea laterală/recuperarea terenului, autorii recomandă să nu se efectueze mai mult de două lovituri într-o repetiție.

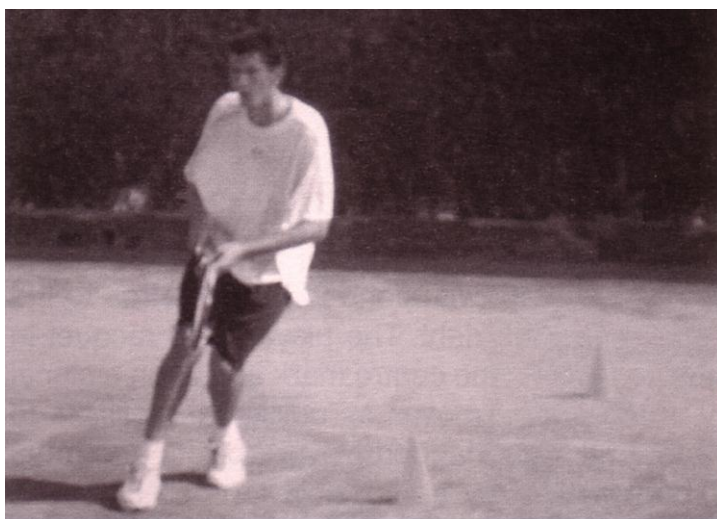


Figura 4.6. Jucător efectuând exercițiul Lovituri de bază – Recuperare Repetate (cu figura 8) (Maeso, 2001.)

➤ ***Lovitură de bază cu recuperare prin întoarcere la 30° (Figura 4.7)***

Mulți jucători de tenis își vor dezvolta în timp tipare de alergare în teren specifice tacticii lor, tacticii adversarilor și dimensiunilor terenului. De exemplu, acest exercițiu are în vedere ca jucătorul să înceapă de la semnul de mijloc, să se miște adânc către colțul corespunzând loviturii de dreapta sau de rever (după cum este dictat de lansarea antrenorului) pentru a juca o lovitură de pasare a adversarului și apoi să se întoarcă și să execute un sprint (la un unghi de 30°) pentru a ajunge la ceea ce ar fi fost un voleu în unghi / demivoleu al adversarului. Executarea acestei secvențe de mișcări constituie o repetiție.

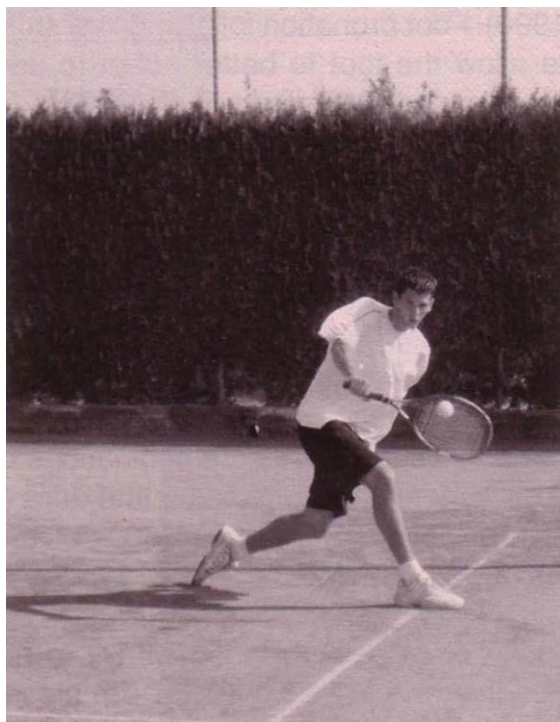


Figura 4.7. Exerciții ca Lovituri de bază cu recuperare prin întoarcere la 30° pot să dezvolte modelele tactice de mișcări către mingea laterală și recuperarea terenului ale unui jucător.

Cititorii sunt îndrumați să consulte Capitolul 9 al lucrării forului ITF *Forță și Condiție fizică în tenis* pentru descrieri vaste ale componentelor, principiilor de antrenament, metodelor de antrenament și exemplele auxiliare de exerciții pentru dezvoltarea agilității și vitezei.

TEORIE

Ferrauti și alții (2003) au afirmat că pe un teren de zgură aproximativ 10% din lovituri includeau sprintul către minge. O cercetare a lui Roetert și a colegilor săi (2003) care utiliza analiza video a mișcării încetinite a scos în evidență faptul că jucătorii folosesc aceeași progresie – călcâi către deget ca și alergătorii sau alți atleți când aleargă în teren. Într-o mișcare normală a tălpii piciorului, alergarea implică o lovire a solului cu o aproximativ 10° supinație (măsurată ca rotire în interior a osului calcaneu). Apoi talpa piciorului execută o pronație de maximum 10° (rotire în exterior a osului calcaneu) (Cavanagh, 1990). Pronația tălpii piciorului care urmează lovirii solului este esențială pentru atenuarea șocului și permite tălpii piciorului să se adapteze mai bine pozițiilor variabile, iar în tenis, pe diferite suprafețe (Roetert și alții, 2003).

APLICAȚIE

În tenis, de puține ori sau poate chiar niciodată, un jucător va atinge viteza maximă pe durata unui punct, importantă este abilitatea de a accelera într-un sprint pe distanțe până la 12 metri. Deseori aceste "alergări" sau "sprinturi" vor avea ca final încercarea jucătorului de a lovi cu efect sau pot culmina cu un eșec în a lovi mingea venită de la adversar. Aceste combinații de îndemânări ar trebui să se exerseze pe teren, iar cercetătorii au sugestionat că aceste exerciții (adică lansările mingilor) ar trebui să fie suficient de dificile pentru jucător astfel încât să ajungă la 60-80% din mingile aruncate (Schonborg, 1998; Weber, 2003).

Mai rar, jucătorii vor încerca să-și recupereze poziția în teren după ce au sprintat și au jucat o lovitură printr-un nou sprint la următoarea lovitură. Pe durata jocului la linia de fund, jucătorii vor executa uzual loviturile de dreapta și de rever din poziție deschisă atunci când vor fi trimiși în extremitățile laterale ale terenului. În felul acesta ei pot câștiga ceva timp folosind sprintul unul după altul. Unii antrenori încurajează jucătorii care execută reverul din poziția semiînchisă sau închisă la capătul unui sprint să-și folosească momentul corpului care să ajute la balansul piciorului din spate (adică piciorul stâng la un jucător dreptaci, vezi Figura 4.8) într-o poziție asemănătoare celei din finalul loviturii (Groneveld, 2002; comunicări personale). Adesea jucătorii învață repede această îndemânare sau o folosesc în sub-conștient când joacă în aceste situații tactice.

Pe terenurile de zgură, jucătorii vor utiliza frecvent o alunecare laterală la finalul unui sprint pentru a ajunge mingile laterale. Această strategie de mișcare asigură de asemenea un bun echilibru al jucătorului până la impact și după impact. Pe terenurile dure, un mic pas de "stabilizare" pare să joace același rol ca și alunecarea după impact. De exemplu, când un jucător dreptaci pleacă după o minge direcționată în colțul corespunzător loviturii de dreapta, cu viteză aproape maximă, își va plasa piciorul drept și va lovi mingea dintr-o poziție deschisă. Momentul corpului său îl determină adesea ca în mod instinctiv să facă un pas de "stabilizare" după impact pentru a ajuta la încetinirea mișcării, la creșterea bazei de suport și la o echilibrare proprie mai bună pentru a genera o mișcare de recuperare a terenului în forță.

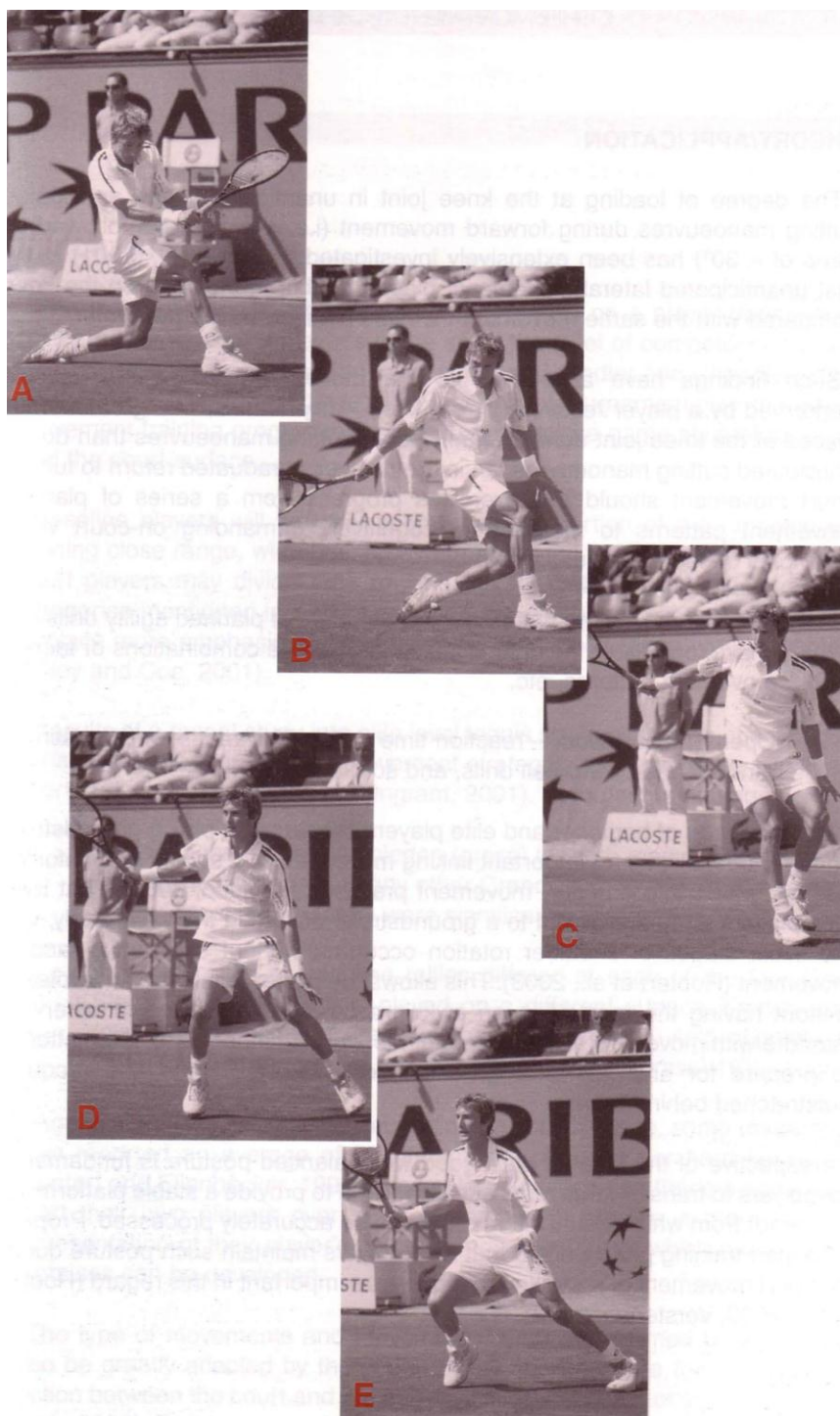


Figura 4.8. Această secvență ilustrează sprintul lui Ferrero în încercarea de a recupera o minge cu reverul. Neavând suficient timp pentru a-și pregăti lovitura de rever cu două mâini, alunecă și își folosește slice-ul. Figurile 4.8 c-e arată cum piciorul din spate s-a balansat într-o poziție mai deschisă în finalul loviturii astfel că poate să se miște repede către următoarea sa lovitură.

TEORIE/APLICAȚIE

Gradul de încărcătură la nivelul articulației genunchiului în manevre de schimbare neanticipate și anticipate pe durata mișcării în față (de ex. alergările înainte urmate de întoarceri de $\sim 30^\circ$) a fost intensiv investigat de Besier și alții (2001), care au descoperit că mișcările neanticipate laterale dădeau o încărcătură dublă la nivelul genunchilor în comparație cu aceeași mișcare planificată de jucător.

Asemenea descoperiri au aplicații în antrenamentul de mișcare care ar trebui să fie efectuat de un jucător care se recuperează dintr-o accidentare la genunchi. Adică, având încărcături mai mari la nivelul articulației genunchiului pe durata manevrelor de schimbare neanticipate față de cele anticipate, un jucător accidentat care revine treptat la mișcarea normală din teren trebuie să înceapă aceste exerciții pornind de la o serie de tipuri de mișcări planificate și continuând cu unele mai deschise, solicitând în mod conștient efortul pe teren. Exemple de astfel de exerciții ar fi:

- tipuri de mișcări planificate – orice variație de exerciții de agilitate planificate (ex. : șarpele, legătura sau evantaiul), simularea de combinații de lovituri sau tipuri de mișcări tactice, etc.
- lucru deschis în teren – exerciții pentru îmbunătățirea timpilor de reacție cu stimuli senzoriali variabili, exerciții aleatorii cu una sau două mingi, și așa mai departe.

Făcând o comparație între jucătorii începători și cei de elită care se pregătesc să efectueze o lovitură de bază din alergare, se subliniază o legătură a mișcărilor care ar trebui întărită și integrată în practicile de mișcare în teren (Saviano, 2000). Aceasta înseamnă că, la jucătorii de elită mișcarea timpurie în lovitura de bază apare în partea de jos a corpului, cu etape inițiale de rotație a umărului care apar fără o mișcare substanțială a rachetei (Roetert și alții, 2003). Aceasta permite jucătorului să inițieze rotația trunchiului fără să aibă racheta în poziție nepotrivită, care ar putea altminteri să interfereze cu mișcarea către minge. Pe de altă parte începătorii, de cele mai multe ori încearcă să se pregătească pentru lovitura de bază și să alerge cu brațele și racheta întinse în spatele lor.

Independent de nivelul de joc, pentru jucători este fundamentală o poziție bine echilibrată, pentru a-și transfera forțele într-un mod cât mai eficient și pentru a crea o platformă stabilă (pentru cap) la nivelul căreia să se poată prelucra cu acuitate informațiile vizuale. Din acest punct de vedere sunt foarte importante programele de antrenament bine construite care să ajute jucătorii să-și mențină o astfel de postură în timpul mișcării pe teren și producerii loviturilor (Roetert și alții, 2003; Verstegen, 2003).

3 FACTORI CARE INFLUENȚEAZĂ MECANICA MIȘCĂRII ÎN TEREN

3.1.

STILUL JOCULUI ȘI SUPRAFAȚA DE JOC A TERENULUI

TEORIE/APLICAȚIE

Cerințele metabolice și mecanice ale unui jucător pe parcursul unui meci sunt produsul stilului de joc al acestuia, nivelul competiției, stilul de joc al adversarului și suprafața de joc (Chandler și Chandler, 2003). Prin urmare în vederea pregătirii fizice pentru un joc în turneu, programul de antrenament al mișcării unui jucător va fi specific stilului de joc al jucătorului și suprafeței de joc.

Jucătorii de fund de linie vor petrece mai mult timp la antrenament ca să-și perfecționeze tipurile de mișcări specifice spațiului redus, mingilor laterale, sprintului, în timp ce toți jucătorii din teren își pot împărți în mod egal timpul de antrenament pentru cele patru categorii de mișcare menționate în Secțiunile 2.2 – 2.5. Totuși, cei care execută serviciu-voleu trebuie să accentueze mai mult pe mișcările de la linia de fund către fileu și pe mișcările pe spațiu redus (Miley și Coe, 2001).

Rezultatele unui studiu recent despre strategiile la nivelul elitei din tenis și despre efectul suprafeței de joc indică faptul că diferite strategii de mișcare sunt foarte probabil afectate de suprafața de joc (O'Donoghue și Ingram, 2001). Unele din descoperiri sunt:

- Schimburile de mingi disputate la Wimbledon (iarbă), atât pentru bărbați cât și pentru femei sunt mult mai scurte decât la oricare alt turneu de Grand Slam, iar schimburile de mingi de la Openul Franței (zgură) sunt mult mai lungi.
- Proporția schimburilor de mingi de la linia de fund diferă la fiecare din cele patru turnee de Grand Slam, fiecare fiind jucat pe suprafețe diferite: 51% din totalul punctelor la Openul Francez (zgură), 46% la Openul Australian (sintetic rapid), 35% la US Open (teren dur) și 19% la Wimbledon (iarbă).

În afară de asta, deși sunt foarte probabil variații mari depinzând de suprafața fiecărui teren, unii cercetători au evidențiat în medie patru schimbări de direcție în desfășurarea unui punct pe suprafața dură (Roetert și Ellenbecker, 1998). Oricum, recomandăm în mod deosebit antrenorilor și instructorilor să vizualizeze jucătorii proprii pe parcursul a mai multe meciuri pentru a-și face o imagine mai clară și reprezentativă asupra mișcării jucătorilor în teren, după care pot fi dezvoltate exerciții mai specifice.

Tipurile și șabloanele de mișcare efectuate de jucători pot fi de asemenea mult afectate de viteza terenului și de coeficientul de frecare dintre teren și mingi (amândouă legate de tipul suprafeței de joc) (Roetert și alții, 2003). Cititorii sunt îndrumați să consulte Capitolul 9 pentru a cunoaște mai bine modul cum acești factori ar putea să influențeze jocul.

DE REȚINUT:

Informația care poate fi obținută vizualizând tipurile de mișcare ale unui jucător în timpul jocului poate oferi antrenorilor și instructorilor date valabile care să-i ajute în prescrierea exercițiilor.

Pe parcursul studierii a 252 de meciuri de simplu din Campionatele de Grand Slam, O'Donoghue și Ingram (2001) au demonstrat că dinamicile mișcării în teren diferă în jocul din turneele masculine față de cele feminine. Adică, schimburile de mingi de la meciurile de simplu feminin (în medie 7,5 secunde pe schimb) sunt semnificativ mai lungi decât schimburile de la meciurile de simplu masculin (5,2 secunde pe schimb). Pentru a aprecia cât mai bine cererile mecanice și metabolice ale jocului, timpii medii pe schimb trebuie să fie luați în considerare la antrenamentul planificat de mișcare în teren și în afara terenului. Chandler și Chandler (2003) subliniază totuși că o astfel de informație nu implică faptul că toate intervalele de antrenament ar trebui să se potrivească cu timpul mediu de schimb, poate doar media acestor intervale.

Din punctul de vedere al accidentărilor, cercetările au arătat de asemenea unele discrepanțe în ce privește ratele de incidență a accidentărilor specifice la sportivii de gen masculin și feminin. De exemplu, în sporturile care presupun sărituri, precum tenisul, pare că femeile sunt mai susceptibile a se accidenta la genunchi decât bărbații (Hewett și alții, 1999). La aterizare, femeile tind să-și activeze mușchiul cvadriceps femural – care produce o translație anterioară a tibiei pe femur, mișcare ce este responsabilă pentru accidentările de ligamente încrucișate anterior (ACL) – înainte să-și accidenteze tendoanele din spatele genunchiului. Bărbații, pe de altă parte, activează tendoanele din spatele genunchiului și nu cvadricepsii, de aceea rezistă mai bine la translarea anterioară protejând ACL de accidentare. Prescrierea de exerciții adecvate și implementarea de programe de antrenament care au ca scop îmbunătățirea acestui control al mișcării s-au dovedit a fi de ajutor în reducerea numărului de accidentări de acest fel (Hewett și alții, 1999).



Făcând comparație cu sportivii de gen masculin, cei de sex feminin sau dovedit a fi mai expuși accidentărilor la genunchi în sporturile care implică sărituri.

Indiferent de sex, jucătorii înalți și/sau grei se vor mișca în teren cu o viteză mai mică decât cei mai scunzi și/sau mai ușori. O înălțime mai mare, care implică membre mai mari și deci un sistem de pârghii mai lungi provoacă abilitatea jucătorului să coordoneze segmentele corpului astfel încât să fie produse mișcări pline de forță și agilitate ale părților superioare și inferioare ale corpului. Dacă pașii lungi îi ajută să ajungă mai ușor la mingi, jucătorii înalți vor trebui să mărească viteza și agilitatea pentru a putea să-și îmbunătățească controlul motor. După cum am menționat în Capitolul 1, jucătorii mai grei au o rezistență mai mare (inertția liniară) în a iniția mișcarea liniară în orice direcție decât jucătorii mai ușori. Aceeași regulă se aplică la jucătorii aflați în mișcare care încearcă să se oprească: jucătorii mai grei întâmpină o rezistență mai mare oprindu-se din mișcarea liniară pe oricare direcție. Într-o aplicație, acest lucru înseamnă că jucătorii mai grei trebuie să consume mai multă energie (ex. : să consume mai mult lucru muscular) decât jucătorii mai ușori în realizarea aceleiași (acelorași) sarcini de mișcare. Oricum, relația dintre greutatea corpului și performanța în tenis include considerarea și a altor factori în afară de cheltuiala de energie.

DE REȚINUT:

Pe durata unui meci sau a unei serii de meciuri, o greutate "nonfuncțională" (ex.: prea multă masă musculară și/sau exces de grăsime) poate să constituie un factor de limitare a performanței.

3.3.

TIPUL MINGII

TEORIE/APLICAȚIE

O investigație privind efectele pe care mingea tip III (mai mare) le induce în mișcarea pe teren a acelor jucători care practică tenisul pentru destindere a arătat că există în acest caz mai multe lovituri de dreapta în poziții mai apropiate de fileu decât în cazul folosirii mingilor tradiționale (Knudson, 2001), prin urmare se efectuează un număr mai mare de mișcări înainte când se folosesc mingile tip III.

3.4.

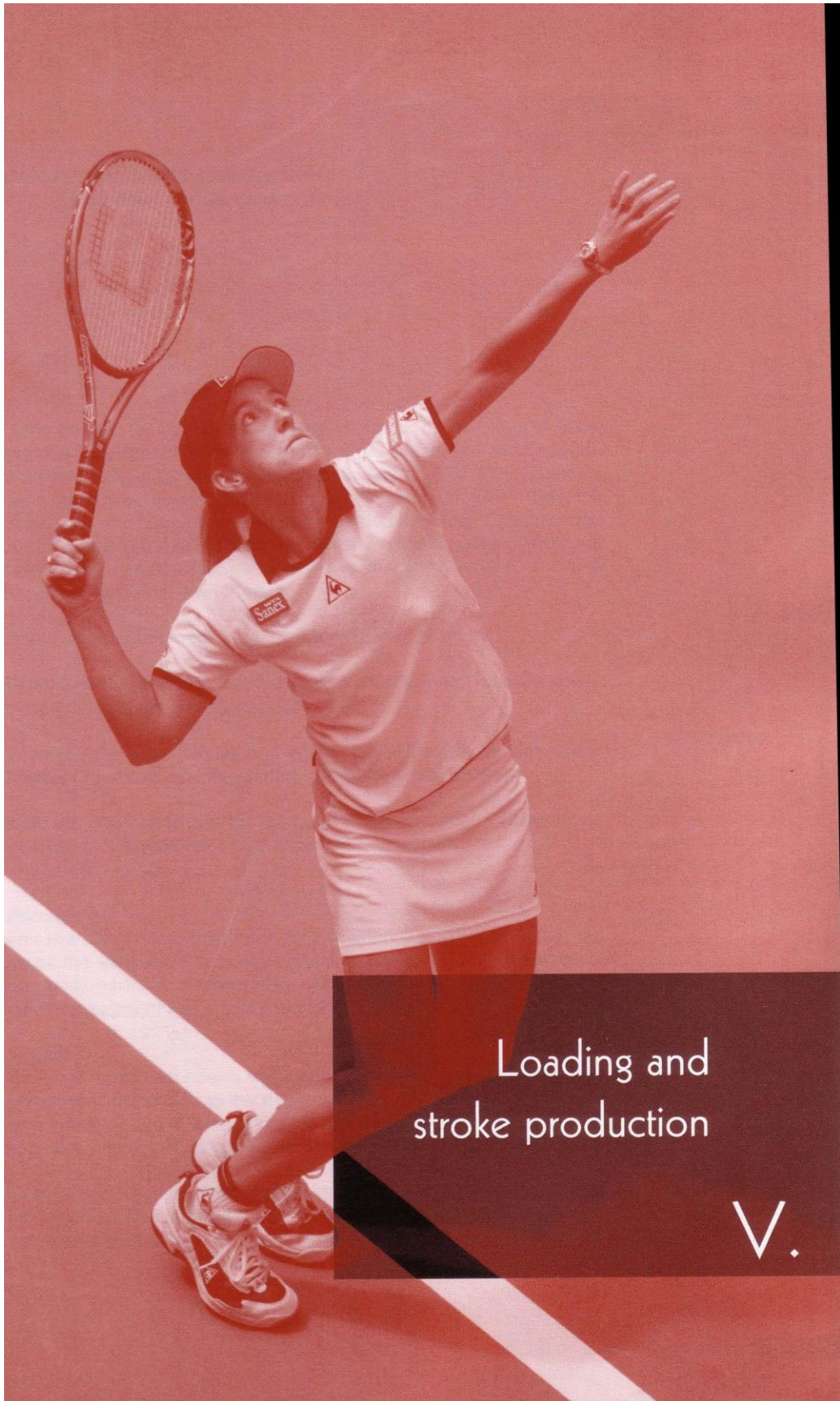
ÎNCĂLȚĂMINTEA

TEORIE/APLICAȚIE

Jucând în mod repetat, acei jucători având tălpile picioarelor foarte plate și abrupte (și deci având o mecanică proastă a tălpii piciorului și gleznei) suferă de cele mai multe ori de accidentări de uzură cum ar fi fasciile plantare, accidentări la tendonul lui Ahile și la fluierul piciorului (Zecher și Leach, 1995). Din acest motiv este esențial ca jucătorii să poarte încălțăminte adecvată, să o schimbe când este nevoie și să folosească echipamente specifice ortopediei (adaosuri de uzură) când este nevoie. Cititorii sunt îndrumați către Capitolul 9 pentru mai multe informații asupra considerațiilor mecanice privind selectarea încălțăminte.

3 SUMAR

Pornind de la jucătorii începători și până la cei profesioniști, eficiența și eficacitatea mișcării în teren este cheia succesului în tenis. Se deosebesc mișcări precum cea de la linia de fund către fileu, pe spațiu redus, către mingea laterală și de recuperare a terenului și sprintul, se includ pasul de rupere și poziția de start omniprezente, de asemenea secvența mișcărilor de pregătire. Cercetările au identificat caracteristicile mecanice ale unora din aceste strategii obișnuite de mișcare, iar factori precum stilul de joc, morfologia și sexul jucătorului, suprafața de joc, tipul mingii și a încălțămintei ajută la determinarea strategiilor de mișcare specifice pe care să le folosească un jucător.



Loading and
stroke production

V.

V. PREGĂTIREA ȘI PRODUCEREA LOVITURII

Bruce Elliot, Joachim Mester, Heinz Kleinoder și Zengyuan Yue

1 INTRODUCERE

Tenisul de înaltă performanță cere mult de la corpul unui jucător. Antrenarea crescândă și schimbările mecanice survenite în producerea loviturii, în efortul de a crește puterea loviturii (Capitolul 2), sunt deseori combinate pentru a crește pregătirea. Deoarece majoritatea accidentărilor din sport au cauze mecanice, legătura dintre pregătire și accidentare trebuie întotdeauna tratată cu seriozitate. Antrenorii care înțeleg această legătură sunt mai capabili să administreze jucătorilor programe eficiente de prevenire și reabilitare, la fel cum pot îmbunătăți producerea eficientă a loviturii într-o situație fără accidentări.

Acest capitol va lua în discuție pregătirea corpului când este afectat de :

- forța exterioară aplicată corpului de către teren (forța de reacție cu pământul), sau datorită impactului cu mingea (vibrații), și;
- forța internă (forțele și torsiunile din articulații) necesară pentru a crea rotații de mare viteză ale segmentelor, la nivel global în marea performanță.

În continuare vom defini forța, torsiunea și vibrația, pentru că acestea vor fi folosite ca indicatori pentru pregătirea corpului.

- **forța**
Este acțiunea unui mușchi ce împinge pe un segment al corpului (de ex. brațul superior) care poate duce la accelerarea acestui segment. În tenis forța se referă de asemenea și la modul cum o parte a corpului (de ex. umărul) interacționează cu (prin împingere sau tragere) segmentul asociat (de ex. partea de sus a brațului superior).
- **Torsiunea**
Când o forță dă naștere unei rotații, acea forță înmulțită cu distanța perpendiculară la axa de rotație (de ex. în cazul unei articulații) este definită ca torsiune. O torsiune este deci abilitatea unei forțe de a cauza rotație la o articulație. Unitatea de măsură a torsiunii este Nm (forța = Newton (N); distanța = m).

Exemplele de torsiuni din acest capitol se referă în principal la cele de la nivelul articulațiilor umărului și cotului. Direcțiile torsiunii de la nivelul articulației șoldului sunt arătate în fig. 5.1.

DE REȚINUT:

Rotația internă rapidă a brațului superior în încheietura umărului este caracteristică unui serviciu de înaltă performanță având drept rezultat întinderea mușchilor rotatori interni (adică dorsali, pectoralii mari, subscapulari, deltoizul major și anterior) pe zona de prindere de pe humerus. Pentru o funcționare optimă a funcțiilor articulației umărului și deci pentru imprimarea unei rotații cu viteză mărită a brațului superior mușchii umărului trebuie să aplice forțe pe humerus (brațul superior) și pe scapulă. Aceste forțe și torsiuni „încarcă” corpul și prin umare pot să conducă la accidente dacă nu sunt controlate corect.

- torsiunea internă/externă a rotatorului – legată de rotirea internă/externă a brațului superior.
- torsiunea orizontală a aductorului – legată de mișcarea înainte a brațului superior.

Direcțiile de torsiune la nivelul articulațiilor cotului sunt:

- torsiunea de flexie/extensie – legată de flexia/extensia umărului.
- torsiunea varusului – forța aplicată în interiorul cotului (la mijloc) pentru a opri mișcarea înafară a antebrăului.

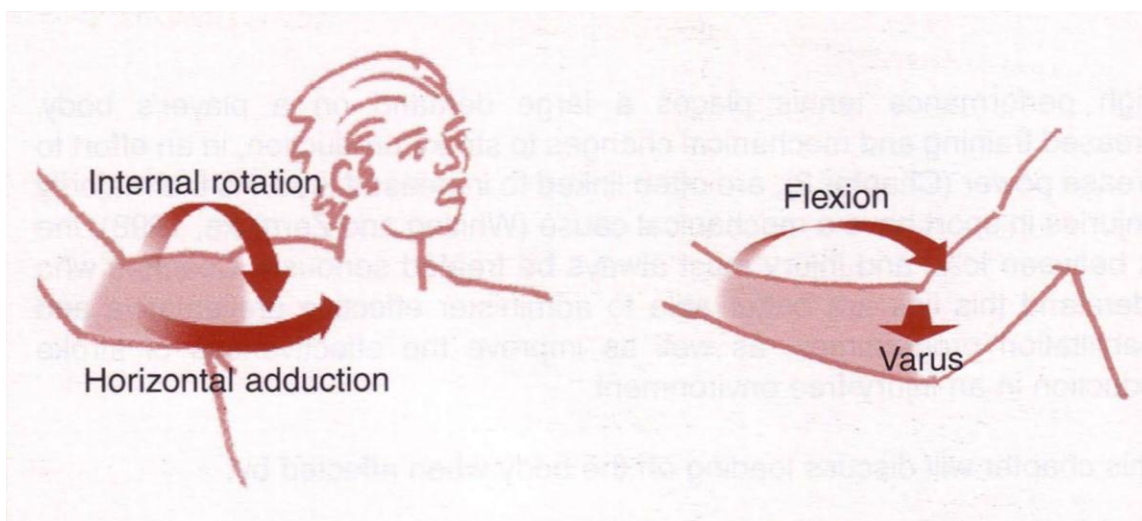


Figura 5.1 Direcțiile de torsiune ale încheieturii umărului și cotului. Torsiunea varusului din cot ar trebui să iasă din pagină direct către cititor. Fotografiiile sunt publicate cu permisiunea Sports Medicine Australia.

- **Vibrația**
Vorbind strict despre aceasta, vibrația nu este un concept independent de forță și torsiune. Mai degrabă, vibrația generează un tip special de forță și torsiune, care oscilează în timp. Deoarece vibrația rachetei după impact este unul din motivele care dezvoltă mișcările în cot, aceasta necesită atenție specială. Valori importante ale vibrației includ amplitudinea, frecvența, modul de amortizare (cum descrește în timp altitudinea), la fel ca și modul în care energia vibrației este distribuită pe diferite frecvențe (așa-numitul spectru de putere).

Măsurătorile și analizele acestor valori la jucătorii de diferite nivele și pentru diferite tipuri de lovituri, să spunem loviturile centrale, precum și loviturile excentrice (în afara centrului), vor conduce la o înțelegere mai bună a proceselor biomecanice implicate în lovitura din tenis. O înțelegere mai bună a vibrației poate ajuta la îmbunătățirea performanței jucătorului și la reducerea accidentărilor.

Nivelul de activitate musculară ca sursă de pregătire internă a corpului este discutată în Capitolul 6, astfel că nu va fi inclusă în acest capitol.

2 FORȚELE EXTERIOARE, VIBRAȚIA RACHETEI ȘI PRODUCEREA LOVITURII

Principalele forțe exterioare care se aplică unui jucător de tenis sunt forțele de reacție din teren și forțele (vibrațiile) asociate cu impactul. Legătura între o încărcare mecanică și multe accidentări obișnuite ale membrului superior (cot, umăr și încheietură), membrului inferior (gleznă, genunchi, laba piciorului și picior) și a părții de jos a spatelui este o motivație puternică pentru a studia încărcările exterioare. Deși aceste încărcări exterioare, singure, nu pot cauza diferite accidentări în tenis, de multe ori oferă condițiile externe necesare ca aceste accidentări să se producă.

2.1. FORȚELE DE REACȚIE CU PĂMÂNTUL (TERENUL)

Forțele de reacție cu pământul depind de mulți factori:

- caracteristicile terenului (de ex. cât de mică este rezistența de frecare de pe un teren de zgură față de cea de pe un teren cu suprafață dură);
- greutatea și mișcarea corpului unui jucător (întoarceri rapide și schimbări de direcție, apar din contactul cu terenul);
- forța maximală și mai ales forța de reacție a jucătorului;
- proprietățile de amortizare ale pantofilor, și;
- tehnica de impact între talpă și teren (de ex. relaționarea între o talpă a piciorului medie și lovirea călcâiului).

TEORIE

O simplă analiză dinamică a impactului tălpii este folosită pentru a explica relația dintre forța dată de teren (încărcarea externă) și potențialul pericol de accidentare asociat. Conform aplicării legilor mecanicii ale lui Newton:

- (i) suma tuturor forțelor care acționează asupra tălpii, incluzând atât forțele de reacție ale terenului, cât și forțele interne ale mușchilor (și gravitaționale) la articulația gleznei, este egală cu produsul dintre masa și accelerația tălpii, și;
- (ii) rezultanta tuturor tensiunilor (efectelor de întoarcere) care acționează asupra tălpii la nivelul articulației gleznei este egală cu produsul dintre schimbarea vitezei de rotație și momentul de inerție al tălpii (momentul de inerție este rezistența corpului la rotație).

Deci, forța de reacție din teren, la fel ca și greutatea și mișcarea tălpii pot determina forța internă totală și torsiunea internă totală la nivelul articulației gleznei.

De obicei, structura tendonului muscular la fiecare articulație este complicată și mulți mușchi pot fi implicați. De exemplu, zece mușchi sunt folosiți la flexia/extensia gleznei. Astfel, o problemă cheie ar fi modul cum sunt distribuite forțele totale interne și torsiunea de-a lungul mușchilor. Distribuția depinde de

mișcarea tălpii, de poziția și de mișcarea întregului corp. O accidentare poate să apară dacă încărcarea pe un anume tendon muscular (ca efect instantaneu sau acumulativ) este dincolo de toleranța sa (instantanee sau acumulativă). Deci, reducerea frecvenței accidentărilor nu este numai o problemă de reducere a încărcărilor externe, este și o problemă de coordonare a mișcării și întinderea mușchilor implicați.

APLICAȚIE

DE REȚINUT:

Nevoia de a dezvolta viteză în spatele liniei este dictată de jocul general, astfel că poți să accepți că rotația tălpii piciorului (ii) și accelerarea (i) trebuie deseori să fie mari pentru a conduce jucătorul în direcția mingii (cum s-a discutat în pagina precedentă).

Jucătorii ar trebui să se antreneze pe suprafețe de teren care să producă o încărcătură minimă a corpului, care să le permită în același timp să practice jocul de performanță. De exemplu, s-a descoperit că pe terenurile de zgură sau nisip sintetic frecvența accidentărilor este mult mai redusă decât pe terenurile cu alte suprafețe artificiale (Nigg și Segesser, 1988). Acest fapt se poate atribui atât mărimii și forței produse de teren cât și nivelului de frecare dintre talpa piciorului și suprafața respectivă. Mai mult, dacă piciorul și coapsa se consideră a fi corpuri rigide, iar (i) și (ii) sunt luate în discuție, atunci poate fi determinată forța totală internă și torsiunea totală internă la genunchi și călcâi.

Dezvoltarea puternică a mușchilor, atât pentru a genera forță, cât și pentru a ajuta la stabilizarea încheieturilor sunt aspecte importante ale antrenamentului în tenis dacă se urmărește evitarea accidentărilor. Antrenamentul preventiv va ajuta de asemenea la stabilizarea gleznei.

2.2.

IMPACTUL PE RACHETĂ ȘI VIBRAȚIA EI

TEORIE

Impactul mingii asupra rachetei este foarte scurt, în jur de 5 msec., pe când vibrațiile corzilor din capul rachetei și încărcările corespunzătoare în mușchii mâinii care lovește pot dura în jur de 100 msec. Apariția unei accidentări la nivelul cotului poate deci să fie relaționată cu vibrațiile rachetei și încărcarea corespunzătoare a mușchilor.

Oricum, vibrația rachetei asociată cu impactul, care constituie o încărcare externă este doar unul din factorii care pot conduce la accidentări. Dacă luăm în considerare sistemul mână-rachetă ca fiind un simplu corp rigid și aplicăm acestuia cele două concluzii (i) și (ii) ale mecanicii Newtoniene menționate înainte, pot fi determinate forța internă totală și torsiunea internă totală asupra încheieturii după impactul pe rachetă și mișcarea sistemului mână-rachetă. Mai mult, dacă antebrațul și membrul superior sunt considerate a fi simple corpuri rigide și sunt aplicate aceleași concluzii, pot fi determinate forța internă totală și torsiunea internă totală asupra cotului și umărului. Secțiunea 3 despre *Forțele interne ca indicator al încărcării* aplică această abordare în repartizarea forțelor și tensiunilor la nivelul încheieturilor cotului și umărului. Încărcările totale interne (forțe și torsiuni) asupra fiecărei încheieturi vor fi distribuite între diferite tendoane musculare implicate, corespunzător cu mișcarea segmentului luat în considerare, la fel ca și cu mișcarea întregului corp.

Din nou, o accidentare poate să apară dacă încărcarea alocată pe un mușchi particular al încheieturii mâinii, cotului sau umărului este dincolo de toleranța respectivă. O discuție cuprinzătoare despre vibrația în tenis poate fi găsită în Brody și alții (2002).

APLICAȚIE

Rachetele ferme cu racordaj strâns pot reduce amplitudinea vibrațiilor după impact ale capului rachetei și încărcăturile asociate pe mușchii brațului de lovire. Oricum, nu se poate concluziona că dacă o rachetă este mai dură este cu atât mai bine. De fapt, cu cât racordajul este mai strâns, cu atât durata impactului scade și deci forța impactului, care este diferența de moment a mingii înainte și după impact împărțită la durata impactului, va crește. Este necesară o anumită elasticitate a corzilor pentru a reduce forța impactului și pentru a disipa o parte din energia mingii. Astfel, o tărie potrivită a corzilor ar trebui să răspundă la necesitățile de reducere a forței de impact, dar și a vibrațiilor după impact.

Tehnici diferite modifică încărcarea mecanică și frecvența apariției accidentărilor (discutate mai târziu în acest capitol la efectuarea serviciului). De exemplu, s-a observat că jucătorii care folosesc reverul cu două mâini au o incidență mai mică a accidentărilor la cot în comparație cu cei care folosesc o singură mână (Roetert și alții, 1995). De aceea trebuie admis că forța internă totală și/sau torsiunea la nivelul cotului va fi redusă în cazul loviturii cu două mâini față de cazul loviturii cu o singură mână. Aplicarea mecanicilor Newtoniene discutate anterior ar susține teoretic acest punct de vedere. În privința cotului, un alt factor ce trebuie luat în considerare este vibrația de impact indusă de sistemul rachetă-braț. S-a observat că impactul mingilor care sunt lovite în afara centrului rachetei va crește vibrația de aproximativ trei ori față de cazul când mingile sunt lovite cu centrul acesteia (măsurate cu un accelerometru, Henning și alții, 1992). Aceeași autori au descoperit de asemenea că vibrația brațului după impact este invers proporțională ($r = -0,88$) cu frecvența de rezonanță a rachetei.

Utilizând accelerometre, Institutul pentru Antrenament și Știință a Mișcării de la Universitatea Germană de Sport (Cologne) a analizat vibrațiile rachetei înainte și după impact pentru loviturile de dreapta la jucători de diferite nivele (nivel ridicat: Figura 5.2 și nivel scăzut: Figura 5.3). Prin comparație, s-au efectuat experimente cu mingi căzute de la o înălțime de doi metri, mânerul rachetei fiind prins într-un dispozitiv de laborator (Figura 5.4). În fiecare din aceste figuri, panoul din stânga arată componenta înainte a accelerației după impact, atât la vârful, cât și la mânerul rachetei, în timp ce panoul din dreapta arată spectrele de putere (distribuțiile mărimii vibrației la diferite frecvențe, ale celor două curbe arătate în panoul din stânga). Au fost de asemenea măsurate activitățile musculare înainte și după impact (Figurile 5.5 și 5.6).

Oscilațiile regulate cu mici componente de frecvență înaltă arătate în Figura 5.4 (experimentul cu mingea căzută) sunt cauzate de faptul că mânerul rachetei a fost fixat strâns. Figura 5.2 arată componente

DE REȚINUT:

În tenis problema cotului nu este relaționată numai cu „tăria” și impactul în afara centrului rachetei dar de asemenea și cu distribuția nepotrivită de-a lungul tendoanelor musculare a forței totale interne și a torsiunii la nivelul articulației cotului și cu toleranța insuficientă a tendoanelor musculare specifice.

de înaltă frecvență mai puternice (fluctuații rapide) decât Figura 5.3. Aceasta se datorează probabil faptului că jucătorul de nivel ridicat are priza mai slabă (mai puțin strânsă) decât cel de nivel mai slab. Acest mâner mai puțin strâns poate de asemenea să cauzeze mișcări relative mai largi între mânerul rachetei și mână, ducând la o frecvență a fluctuațiilor mai mare și o disipație locală mai puternică, așa cum poate să reiasă din reducerea mai rapidă a amplitudinii în Figura 5.2, comparând cu Figura 5.3. Figura 5.5 arată grafic activitatea electromagnetică (EMG – electromiogramă) a flexorilor încheieturii după impact în cazul acelorași două lovituri analizate în Figurile 5.2 și 5.3. Se poate vedea că activitatea musculară la jucătorul de nivel ridicat este mai pronunțată decât în cazul celui de nivel mai slab. Acest lucru se datorează în parte și din cauza vitezelor diferite ale mingilor care vin (103 km/h față de 88 km/h). Figura 5.6 compară activitatea EMG între impacturile excentrice (în afara centrului; panoul din stânga) și cele localizate central (panoul din dreapta) produse de același jucător de nivel ridicat. După cum era de așteptat, graficele indică faptul că o activitate musculară de nivel mai mare a fost prezentă în cazul impacturilor excentrice.

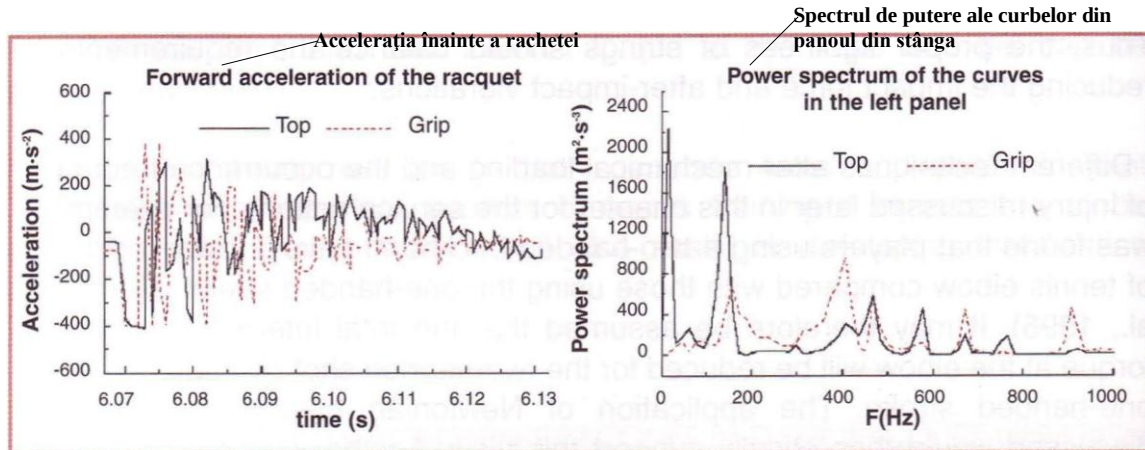


Figura 5.2. Accelerațiile înainte (panoul din stânga) și spectrele lor de putere (panoul din dreapta) la vârful (linia continuă) și la mânerul (linia întreruptă) rachetei în timpul producerii loviturii de către un jucător de nivel ridicat.

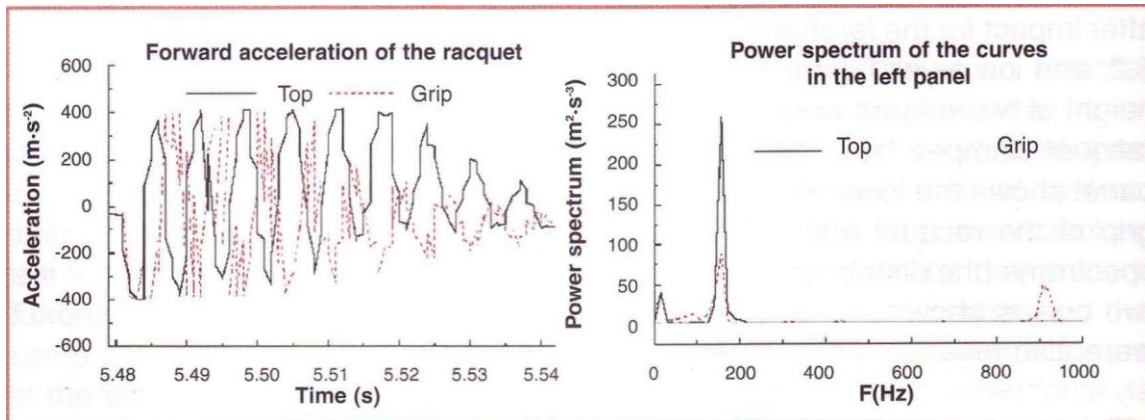


Figura 5.3. Accelerațiile înainte (panoul din stânga) și spectrele lor de putere (panoul din dreapta) la vârful (linia continuă) și la mânerul (linia întreruptă) rachetei în timpul producerii loviturii de către un jucător de nivel mai slab.

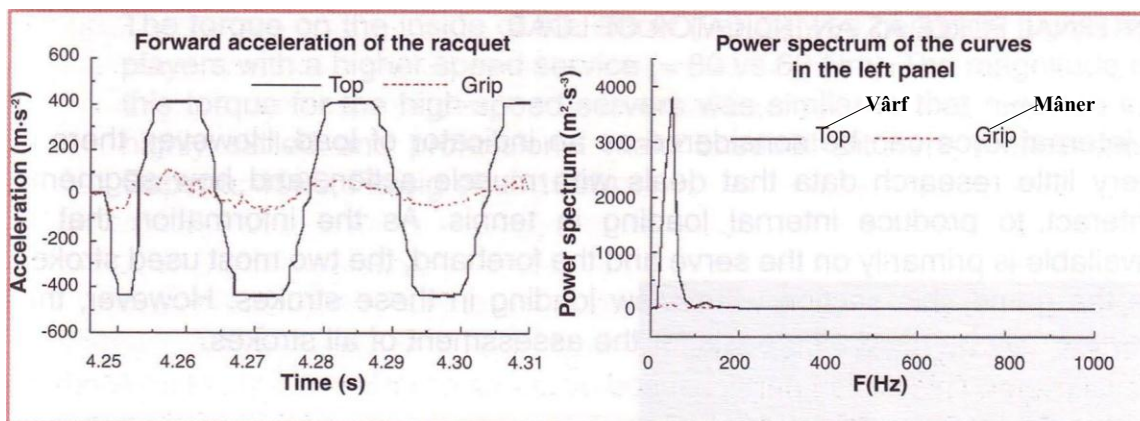


Figura 5.4. Accelațiile înainte (panoul din stânga) și spectrele lor de putere (panoul din dreapta) la vârful (linia continuă) și la mânerul (linia întreruptă) rachetei în timpul experimentului cu mingea căzută.

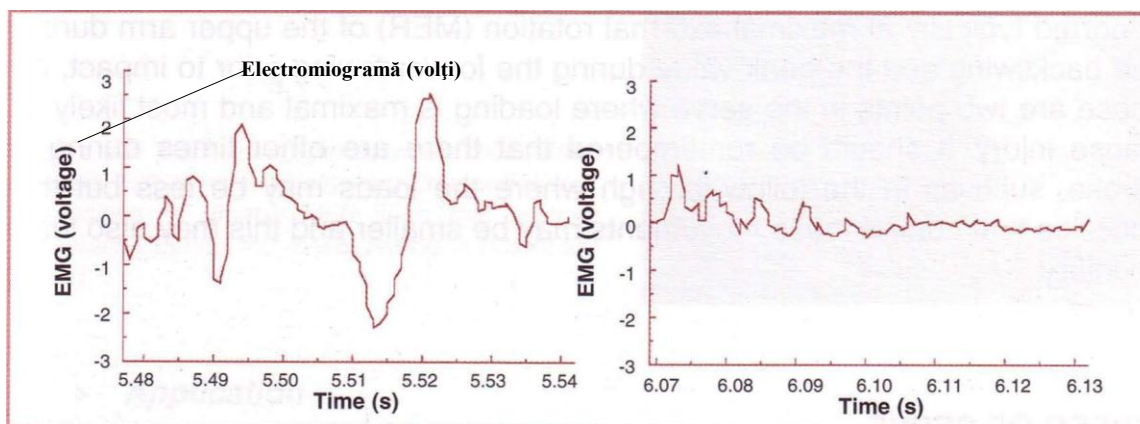


Figura 5.5. Activitatea EMG a mușchilor încheieturii imediat după impact pentru loviturile arătate în Figura 5.2. (panoul din stânga) și respectiv Figura 5.3 (panoul din dreapta).

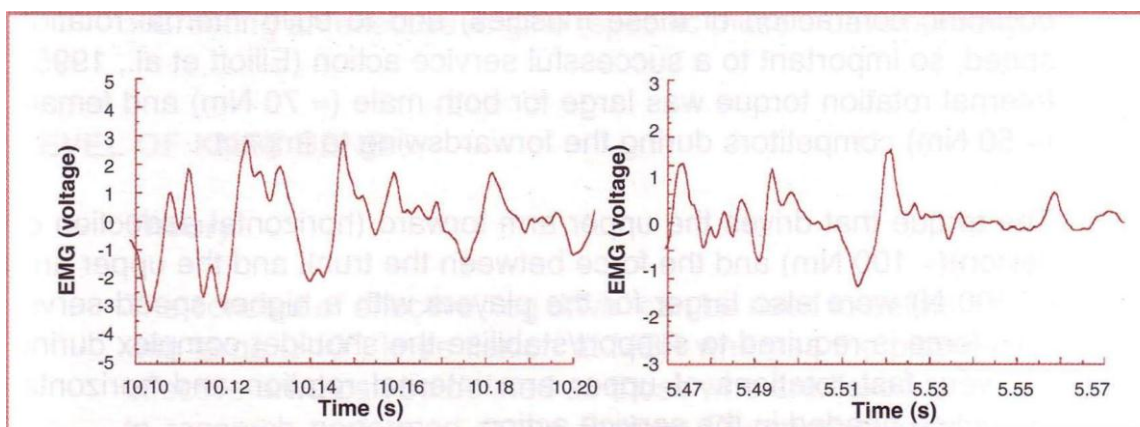


Figura 5.6. Comparație între activitatea EMG a flexorilor încheieturii la un jucător de nivel ridicat imediat după impacturile excentrice (panoul din stânga) și cele localizate central (panoul din dreapta).

DE REȚINUT:

Îmbunătățirea tehnicii (impacturi localizate central față de cele excentrice, prinderea nu prea strânsă a mânerului față de maniera de prindere mai strânsă a lui, etc.) și tensiunea rezonabilă a corzilor poate ajuta la reducerea vibrațiilor după impact. Atât antrenamentul tehnic și antrenamentul mușchilor, pentru îmbunătățirea coordonării mișcării, cât și întinderea sistemelor de tendon-mușchi sunt în mod logic importante pentru reducerea riscului de leziuni.

3 FORȚA INTERNĂ CA INDICATOR AL ÎNCĂRCĂRII

Forța internă poate fi considerată ca un indicator al încărcării. Oricum, sunt foarte puține date de cercetare în legătură cu activitatea musculară și despre cum interacționează segmentele pentru a produce încărcarea internă în tenis. Informațiile disponibile sunt în principal despre serviciu și lovitura de dreapta, cele două lovituri mai folosite în joc, iar această secțiune va examina încărcarea în cazul acestor lovituri. Oricum, această examinare poate fi folosită ca bază pentru aprecierea tuturor loviturilor.

3.1.

SERVICIUL

Elliott și colegii (2003) au analizat jucătorii profesioniști la Jocurile Olimpice din 2000 pentru a arăta modul cum viteza serviciului, echilibrarea „piciorului de trecere” și stilul balansului înapoi afectează încărcarea articulațiilor umărului și cotului. Încărcarea va fi raportată uzual la rotația externă maximală (MER) a brațului superior în timpul balansului înapoi și balansului înainte la valoarea de vârf anterioară impactului, acestea fiind cele două puncte ale serviciului în care încărcarea este maximală și cel mai probabil de natură să producă accidentări. Ar trebui reamintite alte momente din timpul unei lovituri, ca cea de terminare a acesteia, unde încărcările pot fi scăzute, dar mușchii care controlează aceste încărcări pot fi mai mici și acest lucru poate de asemenea să conducă la accidentări.

DE REȚINUT:

Dorința de a servi cu viteză explozivă este evident legată de o creștere a încărcării la nivelul încheieturilor umărului și cotului.

VITEZA SERVICIULUI

➤ Teorie

Dacă poziția la MER a brațului superior la balansul înapoi a fost similară pentru jucătorii de elită de ambele sexe ($\sim 170^\circ$) (Figura 5.7), o mai mare torsiune rotativă internă a fost înregistrată la jucători (= 65 Nm), care au servit cu o viteză mai mare, decât la jucătoare (183 km/h față de 149 km/h). Cei care servesc la viteze mai mari au deci o încărcătură mai mare la rotatorii interni ai brațului superior pentru a opri rotația externă (o contracție externă a acestor mușchi) și pentru a imprima viteza de rotație internă, atât de importantă pentru acțiunea unui serviciu reușit (Elliott și alții, 1995). Torsiunea de rotație internă este mare atât pentru jucători (~ 70 Nm), cât și pentru jucătoare (~ 50 Nm) în timpul balansului în față spre impact.

Torsiunea care dirijează brațul superior în față (aducția orizontală sau flexia) (~ 100 Nm) și forța dintre trunchi și brațul superior (~ 300 N) sunt de asemenea mai mari la jucătorii care servesc cu viteze crescute. Această forță este necesară pentru a susține/stabiliza complexul umărului pe durata rotațiilor foarte rapide ale rotației interne a brațului superior și aducției necesare în acțiunea serviciului.

Torsiunea din interiorul cotului (varus) este în general mai mare la jucătorii care servesc cu viteze crescute (~80 față de 60 Nm). Magnitudinea acestei torsiuni pentru servanții cu viteză mare este asemănătoare cu cea a jucătorilor profesioniști foarte îndemânatici din baschet care aruncă mingea (Feltner și Dapena, 1986; Fleisig și alții, 1995).

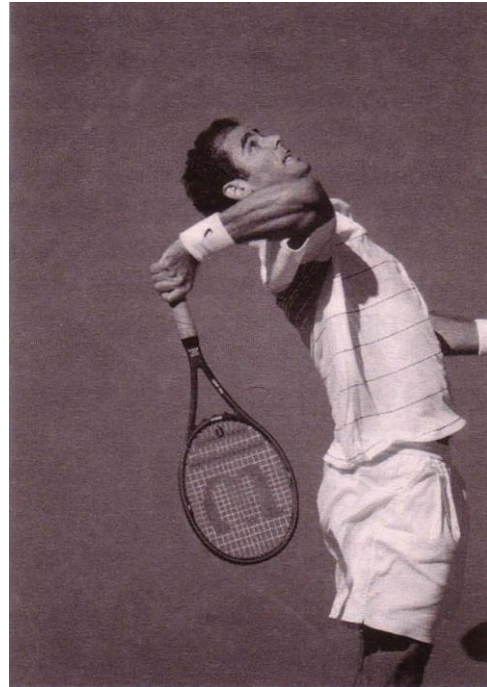


Figura 5.7. MER în timpul acțiunii la serviciu. Deseori jucătorii care dirijează eficient piciorul vor realiza o poziție pentru MER mai mare favorizând potențialul generării vitezei în timpul balansului înainte.

➤ **Aplicație**

Jucătorii care doresc să servească „tare” trebuie să-și prepare fizic corpul pentru a fi capabili să producă forță și torsiune la nivele ridicate, care le sunt necesare pentru performanță într-un mediu de siguranță. Această pregătire trebuie să includă lucrul asupra:

- stabilirea unei baze (puterea membrului inferior și stabilitatea inimii).
- stabilitatea scapulară.
- crearea unei pâlnii a umărului pentru transferul energiei către braț (întinderea și stabilitatea rotatorilor care înconjoară umărul).
- crearea unui motor eficient (dezvoltarea musculară specifică).

NIVELUL DE ÎNDOIRE A GENUNCHILOR

➤ **Teorie**

Conceptul de „dirijare a piciorului” eficientă poate fi folosit pentru a defini acei jucători care servesc cu o flexiune a genunchilor mare ($> 10^\circ$) la MER, în vreme ce jucătorii cu o dirijare mai puțin eficientă pot fi definiți ca aceia care îndoie cu o flexiune aproximativ mai mică decât 10° la MER. Jucătorii de la Olimpiada de la Sydney au fost cercetați și împărțiți în: cei cu o dirijare a piciorului eficientă (flexiunea de la genunchiul piciorului din față de aproximativ 16° la MER) și cei cu o dirijare a piciorului mai puțin eficientă (flexiunea de aproximativ 6°). S-a văzut că

jucătorii dintr-un grup mai mare (60%) flexau genunchii la maximum, iar cei care flexau la MER cu un unghi $> 10^\circ$ erau plasați într-un grup evident mai mic.

Jucătorii din grupul care flexau mai mult genunchii înregistrau o torsiune rotativă internă mai mică la MER. Grupul mai mare a înregistrat un nivel asemănător (~ 40 Nm) cu cel raportat de Bahamonde (1989) la jucătorii de tenis de colegiu (43 Nm), iar grupul mai mic a înregistrat un nivel mai mare (~ 60 Nm). Deci jucătorii cu o dirijare a piciorului mai bună au folosit interacțiunea dintre trunchi și membrul superior pentru a mișca brațul superior într-o poziție a MER, astfel necesitând o torsiune rotativă internă mai mică pentru a opri rotația externă. În mod contrar, grupul cu o dirijare mai puțin eficace au folosit în principal rotații externe pentru a ajunge la MER, solicitându-se apoi o torsiune rotativă internă mai mare pentru a inversa rotația brațului superior. O torsiune mediană (varus) mai mare a fost de asemenea înregistrată la MER pentru jucătorii cu o mai mică dirijare a piciorului (~ 50 față de 40 Nm).

Torsiunea rotativă internă cu valoarea cea mai mică (~ 55 față de 65 Nm) în dirijarea către minge a fost înregistrată la grupul cu o flexiune a articulației genunchiului mai mare, comparând cu grupul cu flexiunea mai mică. Această reducere a plasat o încărcare mai mică pe articulație în timpul articulației concentrice a mușchilor implicați în rotația brațului superior la balansul de dinaintea impactului.

De asemenea, grupul cu o flexiune mai mică a înregistrat un vârf mai mare al torsiunii de varus a cotului (~ 75 față de 65 Nm), care a fost comparabilă cu valoarea de 74 Nm raportată de Bahamonde (1989) pentru jucătorii de colegiu de sex masculin. Rețineți că jucătorii de sex masculin din grupul care a făcut obiectul acestui studiu au servit cu o viteză mai mare decât acești jucători la nivel de colegiu.

➤ *Aplicație*

DE REȚINUT:

Jucătorii ar trebui să utilizeze o dirijare a piciorului ca parte integrantă a acțiunii serviciului lor.

Observând că la un jucător talentat o valoare a flexiunii genunchilor este de 70° - 80° (unghiul genunchiului de aproximativ 110°), este recomandată flexia cea mai mare în timpul balansului înapoi. Începe apoi extensia genunchiului anterior momentului MER pentru a ajuta la:

- aducerea mușchilor umărului în starea de întindere.
- dirijarea rachetei „în spate și înaintea corpului”.

În antrenamentul pentru a obține această flexiune a ambilor genunchi nu se ajunge la o modificare a tehnicii, ci poate fi necesar să fie inclus antrenamentul specific (pliometrie, flexibilitate, coordonare și așa mai departe) pentru a atinge acest scop.

BALANSUL PE SPATE COMPLET FAȚĂ DE BALANSUL PE SPATE SCURTAT

➤ *Teorie*

Sunt o mulțime de lucruri care motivează ducerea rachetei în spate în acțiunea serviciului. Jucătorii utilizează frecvent un balans pe spate complet și unele forme de balans scurtat (Figura 5.8).

Cercetările au arătat că jucătorii care au o acțiune modificată la serviciu produc la nivelul umărului torsiuni asemănătoare cu a celor care utilizează un balans complet.

Există o tendință în direcția jucătorilor cu un balans scurtat, aceea că necesită o forță către înainte între umăr și brațul superior mai mare în comparație cu acei jucători care folosesc un balans complet. De aceea, jucătorii cu un balans scurtat trebuie să aplice mai multă forță din trunchi către brațul superior în direcția către înainte pentru a obține aceeași viteză a serviciului. Figura 5.8b arată cum racheta este dusă în spate într-o poziție mai mult verticală, aceasta solicitând o forță adițională din trunchi necesară pentru a ajuta la dezvoltarea mișcării înainte a rachetei. În cazul balansului complet (Figura 5.8a), oricum, o traiectorie mai curbată (cu o componentă înainte) a rachetei a ajutat să producă această mișcare în față.

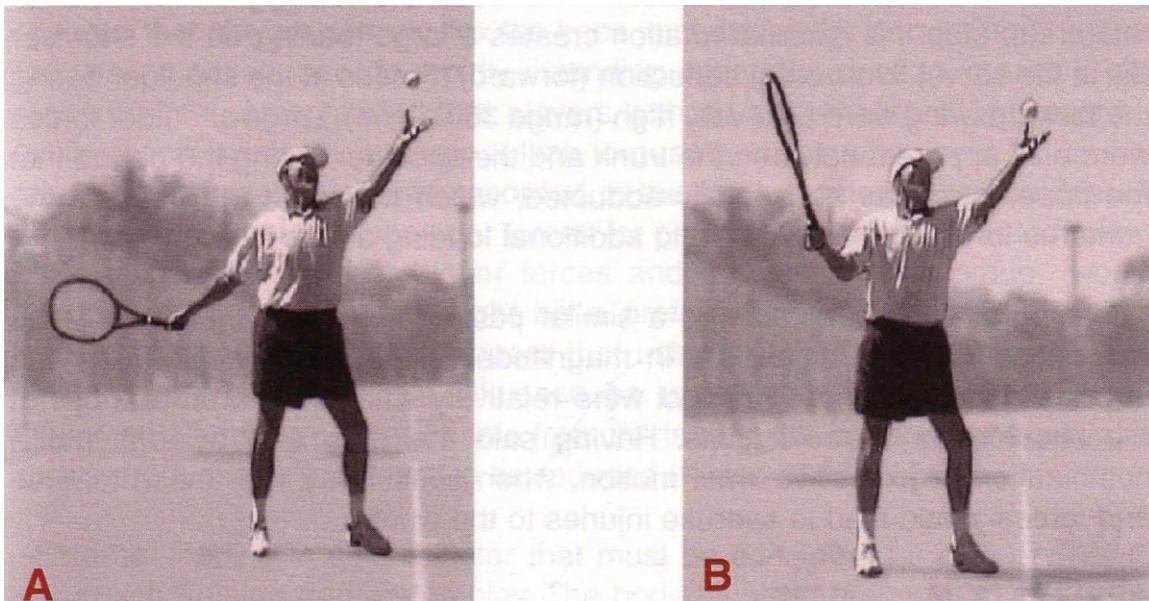


Figura 5.8. Balansul complet (A) și modificat (B) la serviciu.

➤ **Aplicație**

Jucătorii ar trebui să utilizeze o acțiune rotativă continuă, și să evite balansări care tind să îl ducă „sus și apoi înainte”. Oricum, sunt multe acțiuni modificate care au o traiectorie general rotativă și se pare că sunt convenabile pentru prevenirea accidentărilor cât și pentru perspectivele de performanță.

TEORIE

Bahamonde și Knudson (2003) au cercetat la jucătorii profesioniști și medii încărcătura de la nivelul articulațiilor umărului, cotului și încheieturii pe durata efectuării loviturilor de dreapta din poziție deschisă și semideschisă. Deși destul de mari, forțele și tensiunile înregistrate nu au fost la fel de ridicate ca în cazul serviciului. Cea mai mare încărcătură, ca și la serviciu, s-a produs la nivelul articulației umărului, așa cum era de așteptat. Forțele și torsiunile pentru loviturile de dreapta din poziție deschisă sau semideschisă au fost asemănătoare, mai puțin rotația internă a umărului și flexia încheieturii, care au fost mai mari la poziția semideschisă.

Rotația trunchiului la balansul timpuriu înainte, ca și la acțiunea serviciului, produce rotația externă a umărului. Încărcarea excentrică a rotatorilor interni pentru a opri rotația externă creează o încărcătură mare la nivelul umărului (ca la serviciu). Torsiunile la aducția (înainte) orizontală a umărului în timpul balansului în față au fost de asemenea foarte mari (cuprinse între 36 și 91 Nm). Forțe mari la nivelul umărului au apărut de asemenea între trunchi și umăr în timpul în care brațul superior a fost adus orizontal, ceea ce poate conduce la deplasarea capului humerusului înainte și astfel la o încărcătură adițională la nivelul acestei încheieturi.

La nivelul cotului, încărcarea are o caracteristică asemănătoare ca la serviciu, doar încărcarea de varus fiind semnificativă în magnitudine (27-62 Nm). Torsiunile și forțele de la încheietură anterior impactului au fost relativ mici în comparație cu cele de la nivelul articulațiilor umărului și cotului. Acestea fiind spuse, este de asemenea evident că o combinație excesivă de mișcări ale încheieturii, luând în considerație aceste torsiuni și forțe, ar putea duce la accidentări de uzură la încheietură.

APLICAȚIE

Jucătorii pot folosi lovitura de dreapta utilizând multe segmente fără a se teme de accidentări. Oricum, ca și la serviciu, mușchii specifici folosiți în această acțiune pot fi antrenați pentru a evita accidentările.

4 SUMAR

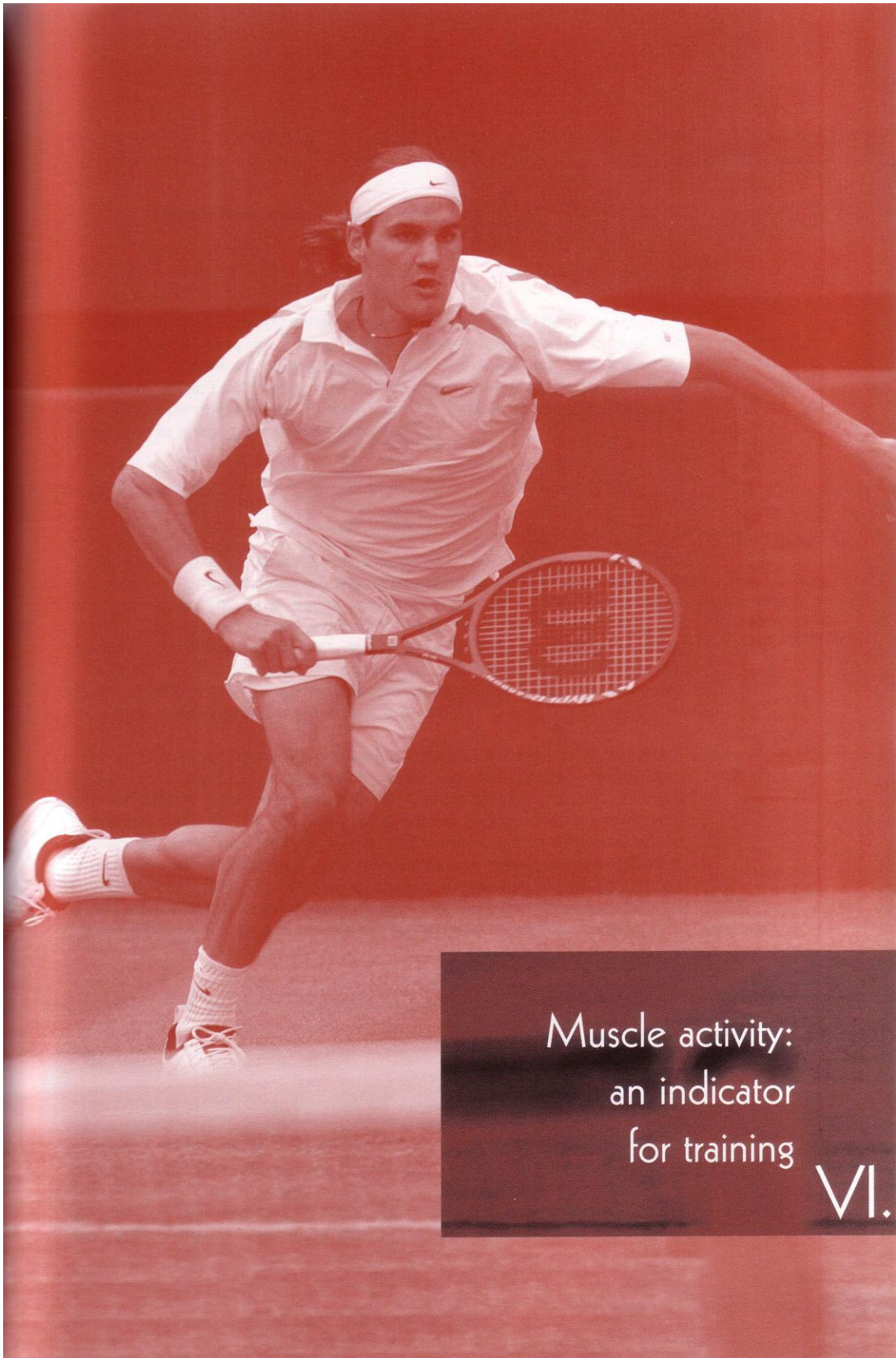
DE REȚINUT:

Dillman și alții (1995) au afirmat că orice torsiune mai mare de 50 Nm în extremitatea superioară a corpului este un factor semnificativ de încărcare în această zonă. Este de aceea vizibil că membrul superior și umărul sunt solicitate la încărcări mari în timpul serviciului și mai puțin extinse în cazul acțiunilor loviturii de dreapta, iar dacă aceste mișcări sunt repetate de multe ori pot avea potențialul de a cauza o accidentare de uzură (Renstrom și Johnson, 1985). Acesta este cazul particular în care întinderi neechilibrate, o stabilitate slabă la nivelul articulației umărului sau tehnica slabă sunt predominante.

S-ar părea că o încărcare mai mare este un factor important în producerea vitezei mai mari la serviciu. Pregătirea fizică este de aceea esențială la jucători dacă doresc să-și dezvolte un serviciu de putere.

Jucătorii cu o flexiune mai mică a genunchiului în față și deci cu o dirijare a piciorului mai mică își încarcă articulațiile umărului și cotului cu torsiuni mai mari, în mod special la MER. Jucătorii ar trebui deci să dezvolte o dirijare eficientă a piciorului în timpul acțiunii la serviciu pentru a obține viteze mari cu un profil al încărcării cât mai mic posibil. Aceasta face necesar ca jucătorii să flexeze activ încheietura genunchiului în timpul fazei de balans în spate la acțiunea serviciului, anterior extensiei rapide din timpul conducerii către impact. Cu toate că cercetările au demonstrat că jucătorii care au un balans scurtat înregistrează o viteză a serviciului și torsiuni la membrul superior asemănătoare celor care au un balans complet, diferențe minore au fost înregistrate în profilul forțelor la nivelul umărului. O tendință către forțe anterioare la nivelul umărului mai mari la jucătorii care au un balans scurtat și în general o tendință către forțe și torsiuni mai mari la acest grup indică faptul că balansul complet ar putea să fie preferabil în tehnica serviciului din perspectiva încărcării. S-ar părea că folosirea unei poziții deschise sau semideschise la executarea loviturii de dreapta are influență mică asupra încărcării membrului superior. Coordonarea mișcărilor care formează un lanț cinetic de la picioare până la mână este necesară în producerea tuturor loviturilor dacă se are în vedere reducerea încărcărilor (Kibler, 1995a, b).

Încărcarea externă este de asemenea un factor care trebuie luat în considerare pentru a nu apărea accidentări la antrenament sau la meci. Corpul trebuie să fie pregătit să opună rezistență la vibrații și forțele de reacție cu pământul specifice în tenis. În general perioada de recuperare la fel ca și jocul pe suprafețe mai „îngăduitoare” cum ar fi zgura trebuie să devină parte a calendarului fiecărui jucător dacă se are în vedere ca aceste forțe de reacție cu pământul să nu cauzeze accidentări, în special la membrul inferior.



Muscle activity:
an indicator
for training

VI.

V. ACTIVITATEA MUSCULARĂ: UN INDICATOR PENTRU ANTRENAMENT

Machar Reid, John W. Chow și Miguel Crespo

Oamenii au o capacitate uimitoare de a-și controla și coordona mișcările corpului. De la un serviciu puternic la un demivoleu un jucător de tenis trebuie să-și controleze mișcările diferitelor segmente ale corpului și să coordoneze contracțiile diferiților mușchi. Acest capitol dorește să ofere o viziune asupra controlului motoriu prin a descrie cum sistemul nervos controlează acțiunile mușchilor în tenis. Apoi vor fi discutate aplicațiile în antrenament.

1 CONTROLUL MOTOR

Pe durata unui schimb de la linia de fund, văzând că o minge vine spre dreapta ta vei face un pas de rupere și aproape simultan începi faza de balans spre spate a loviturii de dreapta. Aceasta este o simplă secvență de mișcare efectuată de un jucător cu experiență. Oricum, un jucător începător poate să nu aibă coordonările necesare mână-ochi și între membre pentru a efectua acest lucru cu succes. Cunoștințele de control motoriu (al mișcării) oferă o bază pentru înțelegerea efectelor fiziologice și diferitelor tehnici de antrenament, de asemenea și un ajutor pentru antrenori în a identifica unele deficiențe în execuția loviturii sau mișcării.

Schema din Figura 6.1 oferă o organizare generală a controlului mișcării la oameni. Sistemul nervos este centrul de control și de comunicare cu rețeaua corpului. Poate fi împărțit în două părți anatomice principale. Sistemul nervos central (CNS) constă în creier și măduva spinării. Creierul este centrul de control și locul unde sunt inițiate mișcările voluntare (ca orice lovitură sau mișcare din tenis). Măduva spinării este în interiorul coloanei vertebrale și servește la trimiterea comenzilor la diferite părți ale corpului și recepția de la acestea a diferite informații de intrare. Sistemul nervos periferic (PNS) este împărțit într-un sistem aferent și unul eferent.

DE REȚINUT:

Pe scurt, sistemul eferent regularizează activitatea musculară ca răspuns la informațiile oferite de către sistemul aferent (senzorii receptori) spre CNS. De exemplu, în tenis, dacă echilibrul unui jucător este provocat, senzorii receptori ai încheieturilor și mușchilor membrelor inferioare vor furniza informații către CNS cu privire la poziția încheieturii și a mușchiului. Apoi, CNS va comanda o activitate musculară adecvată astfel încât să poată fi menținut echilibrul.

1.1.

COMENZILE MOTORII

TEORIE

Sistemul nervos comunică cu alte părți ale corpului prin intermediul potențialelor de acțiune. Potențialele de acțiune sunt generate când senzorii receptori sunt stimulați. În schimb, un impuls de la celulele nervoase ale sistemului eferent stimulează fibrele mușchilor scheletici să se contracte. De exemplu, când un jucător de tenis este la fileu preparându-se să lovească un voleu, impactul rachetă-minge strânge palma pe mâner. Senzorii receptori de presiune localizați în palma care ține racheta sunt stimulați să genereze potențialele acțiunii la neuronii din sistemul aferent, astfel că informația despre presiune este dusă la centrul corespunzător din CNS.

Contractiile musculare sunt apoi cerute prin eferenții lor în funcție de nivelul de presiune (strângere a mânerului) solicitat.

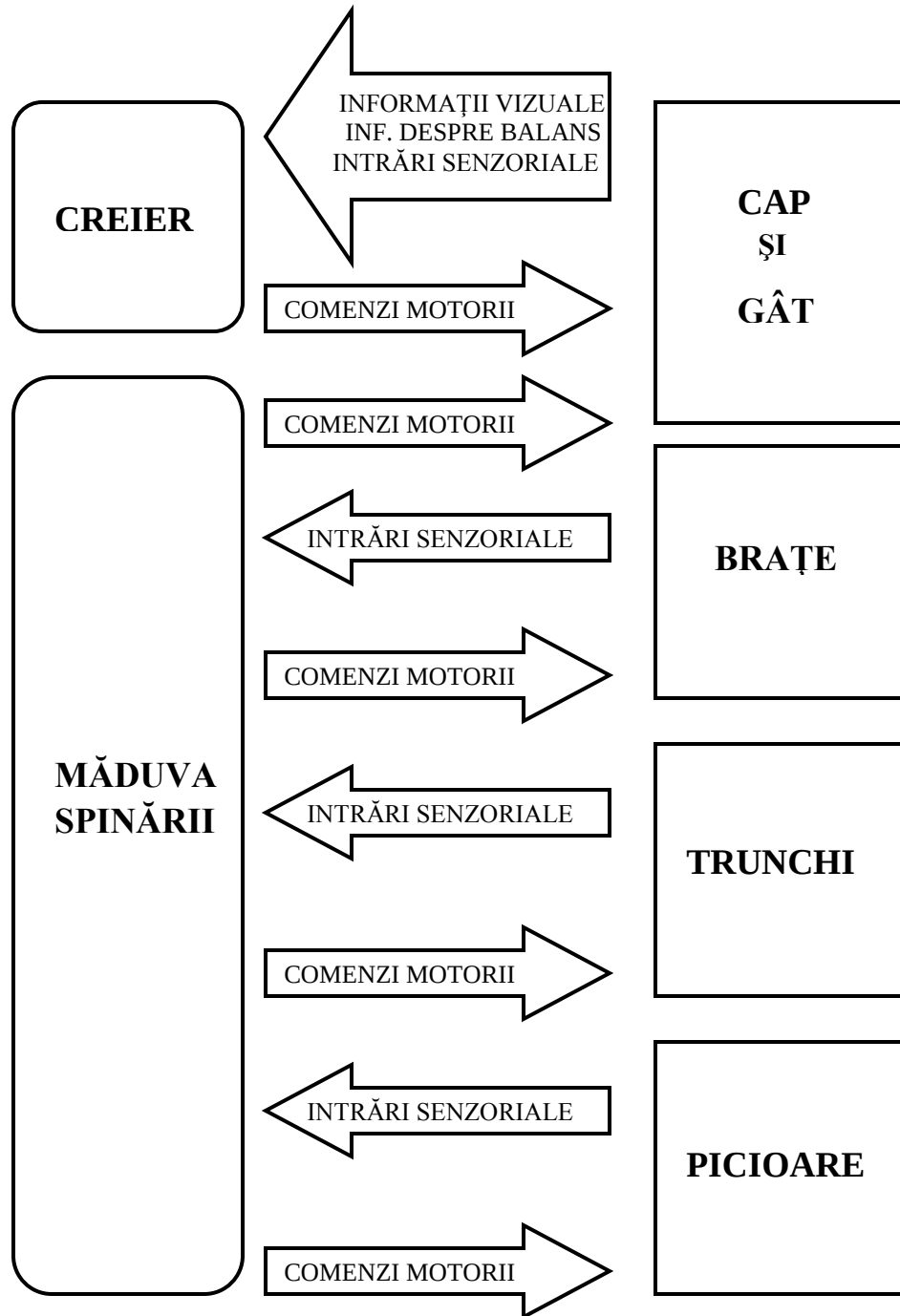


Figura 6.1. Organizarea generală a controlului mișcărilor la oameni

Fibrele nervilor motorii care își au neuronii în CNS inervează fibrele mușchilor scheletici. Numărul fibrelor musculare inervate de o singură fibră nervoasă variază mult. De exemplu, o fibră nervoasă poate conecta mai mult de 1700 de fibre musculare în mușchiul piciorului, iar câteva fibre musculare în mușchii extrinseci ai lobului de ochi sunt inervate de o fibră nervoasă pentru controlul precis al mișcării. O fibră de nerv motoriu plus toate fibrele musculare pe care le inervează a fost numită unitate motorie. Mărimea contractiilor musculare depinde de numărul unităților motorii din mușchi. Finețea unei

manevre de talent rezultă din răspunsul secvențial al mai multor unități motorii pentru că acestea întăresc sau diminuează cantitatea de contracție în acțiunea mușchilor.

Explicații cuprinzătoare despre histologia și anatomia sistemului nervos și muscular pot fi găsite în literatura de fiziologie și neurologie.

APLICAȚIE

Producția loviturii și mișcării în tenis poate fi în mare caracterizată de forță, viteză mare a acțiunilor motorii cum ar fi serviciul sau sprintul la o minge și acțiuni dinamice mai puține cum ar fi voleul sau lovitura scurtă. În ambele cazuri accentul va fi pus pe optimizarea echilibrului între generarea de putere și nevoia unei mișcări precise. Pentru dezvoltarea perspectivei unui jucător, antrenamentul de coordonare și antrenamentul mușchilor specifice în tenis pot îmbunătăți adaptarea sistemului nervos, deci oferi o cale mai bună pentru a distribui comenzi motorii și a realiza aceste acțiuni motorii (Enoka, 1994). Importanța specificității antrenamentului a fost de mult cunoscută în ciclurile de pregătire fizică din tenis (Chandler și Chendler, 2003).

Specificitatea antrenamentului înseamnă în esență că antrenamentul ar trebui să fie, atât din punct de vedere metabolic, cât și din punct de vedere mecanic specific cerințelor din tenis (Chandler și Chandler, 2003; Izquierdo și alții, 2002; Young și alții, 2001). Specificitatea metabolică se referă la lungimea și intensitatea intervalelor de lucru și a intervalelor de repaus, în timp ce specificitatea mecanică se referă la nevoia de a antrena mișcarea specifică sportului respectiv, a antrena mușchii specifici în modul în care aceștia sunt solicitați pe terenul de tenis. Pentru că loviturile și mișcările din tenis solicită adesea accelerație maximală și putere, forță și pregătire fizică și luând în considerare și prevenirea accidentărilor, ar trebui să existe preocuparea ca CNS să fie astfel încărcat încât aceste calități să fie optimizate.

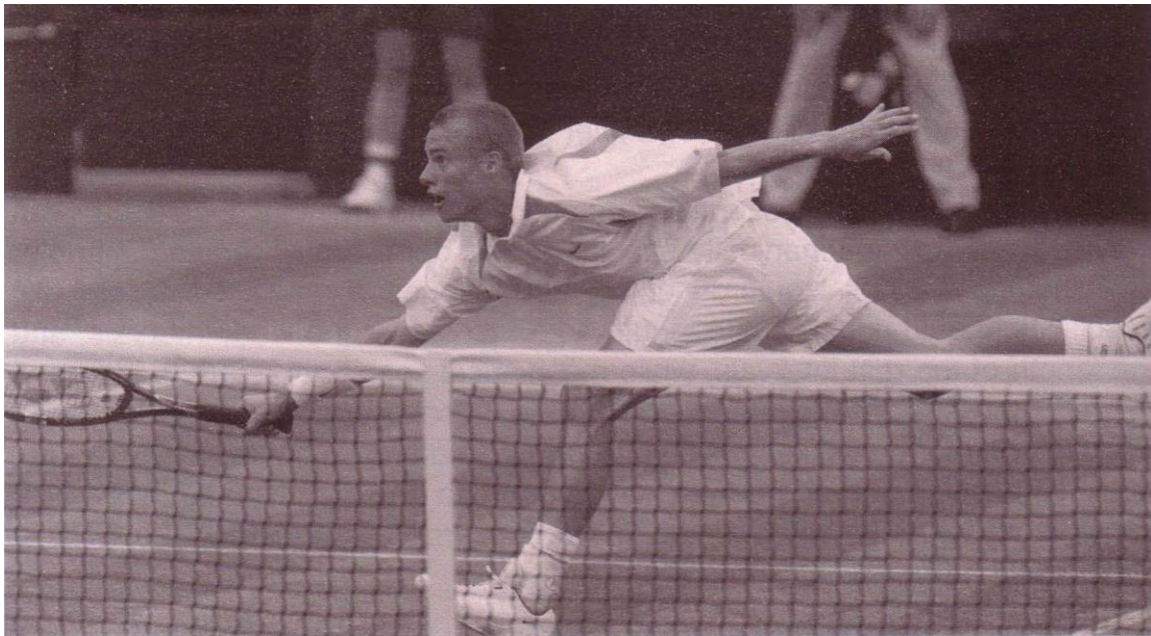
1.2.

INFORMAȚIA VIZUALĂ ȘI INFORMAȚIA PRIVIND ECHILIBRUL

TEORIE / APLICAȚIE

Informația vizuală detectată de ochi este trimisă creierului prin nervii optici. În tenis, jucătorii trebuie să reacționeze la viteza mingii, rotație și locul de aterizare. Abilitatea de a vedea mingea și de a procesa alte informații vizuale, cum ar fi mișcarea jucătorului și a rachetei (perceptivitate) este foarte importantă și poate influența tipul și intensitatea activității musculare. Cu cât mai devreme pot jucătorii să identifice caracteristicile de mai sus ale mingii, cu atât mai mult timp are pentru a formula și executa un răspuns. Comparând cu jucătorii mai puțin talentați, cei cu mai mult talent au în general o abilitate mai bună de a extrage și de a folosi informații (perceptivi) disponibile de la tipul mișcării jucătorilor (Goulet și alții, 1988; Goulet și alții, 1989; Singer și alții, 1996). Factori cum ar fi poziția adversarilor în teren, stilul de joc și priza sunt de asemenea de natură a influența tipul mișcării sale și/sau pregătirea-execuția loviturii și prin urmare pregătirea pentru lovitura următoare.

Pentru a vedea dacă în tenis poate sau nu poate să fie îmbunătățită receptivitatea prin antrenament, două studii recente (Farrow și Abernethy, 2002; Williams și alții, 2002) au examinat efectele antrenamentului bazat pe percepții video în ce privește abilitățile de anticipare la loviturile de bază, respectiv serviciul. Subiecții au trebuit să urmărească expuneri video a unei lovituri de bază sau serviciu (privite din perspectiva primitorului) care au fost blocate (lipsă imagine) înainte ca să poată fi văzută destinația mingii (de ex. la momentul impactului minge-rachetă). Subiectul a fost solicitat să indice posibila locație de aterizare a mingii, iar scorul a fost realizat în funcție de corectitudinea răspunsului. În general, antrenamentul perceptual produce efecte pozitive din moment ce s-a îmbunătățit timpul de răspuns și acuratețea predicției. Oricum, efectul antrenamentului dispărea după 32 de zile de la terminarea sa (Farrow și Abernethy, 2002). Antrenamentul perceptual pare să promită posibilitatea de îmbunătățire a abilităților de anticipație și merită studiat în continuare.



Abilitatea jucătorului de a anticipa lovitura adversarului contribuie la succesul jocului la fileu.

Orientarea și mișcările capului, controlate de către aparatele vestibulare din fiecare ureche internă au influență directă asupra informației vizuale colectată de ochi. Percepția vizuală este mai bună atunci când capul este în poziție dreaptă, chiar dacă contextul vizual este același. Un simplu exemplu ar fi vizionarea pe un monitor de calculator cu capul îndreptat într-o parte. La cei mai mulți oameni, este necesar un timp mai mare pentru a procesa informația ce apare pe monitor. Deci, a ține capul într-o poziție dreaptă atunci când se mișcă pe teren este un instinct natural la cei mai mulți jucători de tenis. Acei jucători care au probleme de echilibru pot avea dificultăți la lovirea smeciului sau serviciului ținând capul înclinat. Efectuarea de exerciții specifice care să ducă la controlarea posturii jucătorului (de ex. cele care pot fi făcute cu fizio-mingea) intercalate cu exerciții de mișcare pe teren în care se pune accent pe controlul posturii dinamice pot ajuta jucătorii care au deficiențe în acest sens.

TEORIE

Proprioceptivitatea este abilitatea de a recunoaște locația și rata de mișcare a unei părți a corpului în relație cu celelalte părți ale sale. Sistemul proprioceptiv se bazează pe informația de intrare de la aparatul vestibular al urechii interne plus informația care vine de la senzorii receptori specifici din mușchii scheletici, tendoane și articulații. În rest, majoritatea senzorialor receptori care se găsesc în articulațiile încapsulate și în ligamentele articulațiilor emit câteva semnale pe secundă, ca un rest de ieșire. În timpul mișcărilor, acești receptori ai articulației sunt stimulați în timpul deformației acesteia. De aceea, receptorii articulației transmit continuu informații către CNS cu privire la poziția și rata de mișcare a articulațiilor.

Fusul muscular este localizat în interiorul mușchiului scheletic fiind dispus paralel cu fibra musculară scheletică. Fiecare fus are proprii săi nervi speciali care transmit informații despre rata și gradul întinderii în mușchi către măduva spinării și înapoi către fus. Tendonul Golgi este un organ receptor al întinderii localizat în general în tendon lângă conexiunea sa cu mușchiul. Acest receptor răspunde când tendonul este tras fie de propriul său mușchi, fie de o întindere pasivă. Funcția sa primară este deci aceea de a simți tensiunea mușchiului. Câteva alte tipuri de intrări senzoriale sunt critice pentru luarea deciziilor în tenis. De exemplu, senzațiile de presiune din tălpile picioarelor furnizează informații despre distribuția greutății corpului între cele două picioare.

APLICAȚIE

După cum am menționat mai devreme, senzorii receptori localizați în palma mâinii tale pot semnaliza cât de strâns îți ții racheta, ce fel de priză adopți (estică, vestică, etc.) și cât de umedă îți este mâna. Acești receptori pot de asemenea să simtă vibrația rachetei după fiecare lovitură.

O bună atenție proprioceptivă este fundamentală când este provocat balansul unui jucător, așa cum este cazul întinderii pentru a juca un voleu, săriturii pentru a juca un smeci sau fândării și apoi recuperării terenului de la o minge laterală. Antrenamentul proprioceptiv este în zilele noastre o trăsătură a celor mai multe programe de antrenament athletic. Folosit în trecut în scopul refacerii, această practică este acum folosită pentru a minimiza perspectiva accidentărilor mușchilor scheletici (adică adesea numite preparatii). Cu toate că are o importanță globală, protocolul de preparare se focalizează în mod tipic pe dezvoltarea calităților proprioceptive ale umărului, șoldului, genunchiului și articulațiilor gleznei jucătorilor. Echipamentele folosite în mod obișnuit de antrenori pentru a ajuta la dezvoltarea acestor calități includ fizio-mingi, panouri de pendulare și basculare, sisteme de scripeti, ca și alte platforme de diferite forme, compoziții și mărimi. Pentru exemple de concepere și prescriere de exerciții de preparare cititorii pot consulta secțiunile corespunzătoare ale următoarelor lucrări: *Forță și Condiție fizică în tenis, ITF (Reid și alții, 2003)* și *Antrenamentul și Revista Științei Sportului, ITF* pe site-ul www.itftennis.com.

DE REȚINUT:

Când un jucător este nevoit să-și bandajeze mâna sau degetele din cauza bășicilor, aceasta poate afecta performanța datorită lipsei anumitor informații senzoriale.

2 ACTIVITATEA MUSCULARĂ ÎN PRODUCEREA LOVITURILOR

DE REȚINUT:

Electromiograma (EMG) este tehnica de a detecta acțiunile potențiale asociate cu activarea fibrelor musculare folosind o combinație de electrozi, amplificatoare și înregistratoare de semnal. Pe parcursul ultimelor trei decade, investigatorii au folosit foaia EMG pentru a studia activarea mușchilor superficiali (exprimată printr-un procent al maximumului nivelului EMG obținut în timpul contracției izometrice a mușchilor) în timpul diferitelor lovituri din tenis. Deoarece regimul nominal al activării mușchilor variază, informație dedusă pe parcursul analizelor cinemate și cinetice ce pot fi făcute cu privire la activarea mușchilor în producerea loviturilor din tenis, antrenorii și instructorii pot lua în considerare indiciile potrivite pentru conceperea propriilor antrenamente.

Informația care identifică mușchii implicați în producerea loviturii și în special cea care este responsabilă de dezvoltarea vitezei rachetei este importantă pentru antrenor și instructor (Tabelele 6.1-6.5). Cunoștințele despre mușchii implicați în absorbția forțelor excentrice mari asociate cu încetinirea rachetei și părții respective a corpului după impact sunt de asemenea esențiale. La fel este și înțelegerea implicării musculare a părții de jos a corpului și complexității controlului stabilității musculare a trunchiului (adică stabilitatea centrală), fundamentul pe care sunt construite viteze mari ale rachetei în dezvoltarea consistenței și securității loviturilor.

Ca parte a acestor lucruri, referitor la mișcarea articulației este necesar a se discuta despre trei tipuri de contracții musculare: concentrice, excentrice și izometrice. În tenis, contracțiile musculare concentrice, în care fibrele musculare se scurtează în timpul lucrului sunt în mod tipic utilizate pentru a accelera segmentele corpului. Contracțiile în care mușchiul (mușchii) se lungesc pentru a controla mișcarea sau pentru a opune rezistență mișcării sunt cunoscute ca fiind contracții excentrice, iar ele sunt în mod preponderent asociate cu încetinirea segmentelor corpului sau pretensionarea mușchilor implicați în generarea vitezei, dar și în atenuarea șocurilor. Pe de altă parte, când jucătorii doresc să-și stabilizeze anumite articulații sau să susțină o anumită poziție sau postură (cum ar fi poziția de așteptare de la fileu), ei vor folosi contracțiile izometrice (când se contractă musculatura agonistă și cea antagonistă), în care nu se produce nici o mișcare a încheieturii și lungimea mușchilor rămâne aceeași.

Discuția care urmează va detalia mai întâi mușchii care conferă jucătorului o bază și o platformă stabilă pentru generarea vitezei rachetei. Vor fi evidențiați mușchii care sunt implicați mai mult în dezvoltarea și încetinirea vitezei rachetei.

2.1.

PLATFORMA / BAZA GENERĂRII VITEZEI RACHETEI

IMPLICAREA MUSCULARĂ ȘI MECANICĂ A PĂRȚII DE JOS A CORPULUI

➤ *Teorie/Aplicație*

Contribuția musculaturii părții de jos a corpului în producerea loviturii în tenis este adesea subapreciată și/sau trecută cu vederea. În mod obișnuit racheta este considerată partea finală a transportorului de forță – definit de brațul superior și trunchi – acordându-se atenție scăzută corpului de la șolduri în jos. Acest lucru se reflectă în lipsa studiilor documentate despre această activitate a musculaturii în producerea loviturii, în ciuda faptului că majoritatea textelor de specialitate referitoare la antrenamente conțin cunoștințe despre faptul că „picioarele” interacționează cu pământul pentru a furniza o forță propulsivă inițială (conducere, apăsare, împingere) care caracterizează toate loviturile din tenis. Când aceste lucruri sunt cuplate cu necesitățile evidente de mișcare a membrelor inferioare pentru plasarea în teren, nevoia de a dezvolta forța, puterea și rezistența picioarelor devine de la sine lesne de înțeles.

În plus, instructorii și antrenorii au nevoie să aprecieze acei factori, cum ar fi stilul de joc și suprafața de joc care vor avea un impact marcant asupra accentuării antrenării mușchilor părții de jos a corpului jucătorului. De exemplu, jucătorii care folosesc stilul de joc de regularitate trebuie să aibă un nivel al rezistenței musculare mai mare la majoritatea grupelor de mușchi ai picioarelor decât cei care joacă în stilul serviciu-voleu. În mod asemănător, pregătirea pentru jocul de iarbă, unde mai puțină energie este captată de la suprafața de joc pentru a ajuta la mișcarea în teren și jucătorii sunt solicitați să stea mai jos pentru mai mult timp din cauza săriturii mai joasă a mingii, poate fi caracterizată printr-un număr mai mare de mișcări cu solicitări izometrice de toate tipurile decât în cazul jocurilor pe suprafețe dure (Verstegen, 2003). De asemenea, în cazul lovirii cu mai mult topspin pe terenurile de zgură, jucătorii împing mai des cu toată forța în sus, acest lucru va implica faptul că dezvoltarea forței și rezistenței în picioare trebuie să fie o prioritate (Maes, 2003). Cititorii pot consulta Secțiunea 4 a acestui capitol pentru informații și exemplificări ale dezvoltării acestor necesități la jucătorul de tenis.

STABILITATEA CENTRALĂ

➤ **Teorie**

Stabilitatea centrală se referă la abilitatea unei persoane de a-și menține controlul dinamic al posturii în funcție de sarcinile funcționale de mișcare (Kendrick, 2003). Musculatura centrală încapsulează partea lombară, pelvică și a șoldului (LPH) și operează sinergic în acest lanț cinetic și joacă un rol important în producerea/reducerea forței la fel ca și furnizarea stabilității pe durata mișcărilor funcționale. Un total de 29 de mușchi se atașează unilateral complexului LPH. Pe parcursul mișcării, dacă această musculatură (în particular mușchii transversali abdominali (TrA) și mușchii fesieri) nu funcționează optim pentru a furniza stabilitate, inhibiția neuromusculară poate să apară și generarea forței va fi compromisă.

Rolul musculaturii trunchiului în respirație, postură și mișcare în situațiile controlate experimental a fost puternic investigat (Hodges și Richardson, 1997a; 1997b), însă cuantificarea aplicării în sporturi specifice lipsește. Majoritatea instructorilor și antrenorilor oricum explorează descoperirile cercetării în fizioterapie cum ar fi aceea că antrenarea stabilității centrale este importantă pentru mișcările majorității jucătorilor de tenis avansați și pentru acțiunile atletice (Reid și Crespo, 2002). Este de amintit aici descoperirea relației dintre disfuncția musculară a trunchiului și durerile care apar în partea de jos a spatelui (Hodges și Richardson, 1997a, 1997b).

Cercetările au demonstrat în mod constant că subiecții care reclamă dureri în partea de jos a spatelui prezintă o întârziere în ceea ce privește punerea în mișcare a contracției TrA în timpul sarcinilor de mișcare. Acest lucru reprezintă un deficit în controlul motoriu și poate să inducă o stabilizare musculară inefficientă a coloanei vertebrale (Hodges și Richardson, 1997a). În tenis, accelerarea maximă a membrului și rachetei se realizează în mod tipic în funcție de eficiența cu

DE REȚINUT:

Stabilizarea sau menținerea unui bun control muscular local este fundamentală pentru stabilitatea centrală. Cu privire la coloana vertebrală, mușchii locali sunt scurți, groși, care sunt atașați aproape de articulațiile spinale și produc mișcări mici sau neevidente ale articulației, dar care mai degrabă contribuie la menținere și stabilitate. Mușchii globali, pe de altă parte, sunt lungi, multiarticulați, produc torsiune care conectează pelvisul la bazinul costal. Aceștia sunt responsabili pentru mișcările largi și forțele mari, cât și pentru menținerea posturii generale și echilibrarea încărcărilor externe.

DE REȚINUT:

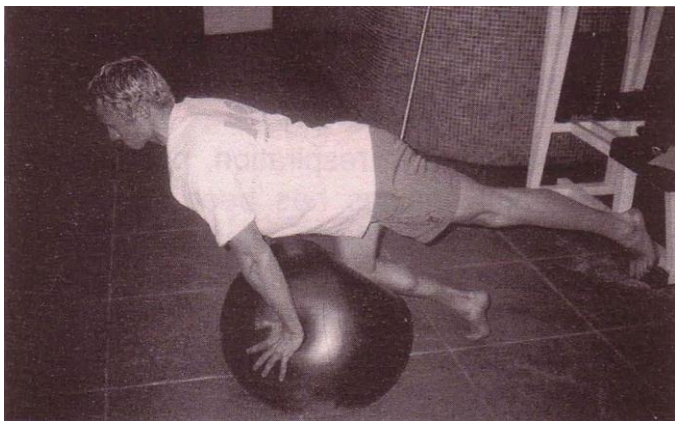
În ciuda numărului mare de mușchi implicați în stabilizarea lombară a coloanei vertebrale (mușchii oblici interni (IO) și externi (EO), abdominali drepti (RA), fesieri (MF), erectori spinali ES) și dorsalii mari (LS), rolul mușchilor transversali abdominali s-a dovedit a fi deopotrivă de important.

care poate fi transferată forța de la partea de jos către partea de sus a corpului și apoi către rachetă. Prin urmare, pentru a colecta forța dezvoltată de partea de jos a corpului, stabilizarea eficientă a trunchiului este o necesitate (Roetert, 2001). La rândul ei, aceasta este dată de o stabilitate a rotatorilor trunchiului (adică mușchii oblici interni și externi) și a rotatorilor interni ai brațului superior (adică mușchii dorsalul mare, subscapular și pectoralul mare) în raport cu axa față de care ei se contractă cu maximum de eficacitate.

➤ **Aplicație**

În lumea athletică sunt așteptate cu viu interes în continuare cercetările tipurilor de activare a musculaturii locale a trunchiului. Extrapolarea descoperirilor din cercetarea fizioterapiei împreună cu rapoarte empirice de la mulți fizioterapeuți și specialiști în fitness care lucrează în tenis (Van Aken, 2003) sugerează oricum faptul că abilitatea jucătorilor de a-și stabiliiza partea centrală este un precursor pentru prevenirea accidentărilor și pentru generarea forței optime în tenis. În cadrul antrenamentului de forță și programelor de preparare ale unui jucător exercițiul prescris ar trebui să îmbunătățească eficiența neuromusculară a întregului lanț cinetic și în particular a trunchiului.

Acestea ar trebui să fie folosite dacă există un control motoriu anormal la jucătorul de tenis (Kendrick, 2003). Exercițiile efectuate cu echipamente cum ar fi fizio-mingea aduc adesea beneficii în acest sens. Însă multe exerciții pot fi efectuate cu mingea fără să întărească mult sistemul muscular local. De aceea este recomandată mai întâi o contracție izolată a TrA și apoi aceasta să fie menținută pe măsură ce jucătorul progresează în activitățile cu fizio-mingea.



Exercițiile efectuate cu fizio-mingea pot ajuta jucătorii să-și îmbunătățească propriocepția și forța globală a mușchilor trunchiului.

Dacă un jucător nu expune vreo deficiență a funcției musculare a trunchiului, exercițiile specifice cu fizio-mingea pot ajuta la prevenirea accidentărilor, dar sunt mai degrabă de natură să îmbunătățească global sistemul muscular în ce privește propriocepția și forța (Kendrick, 2003). Dincolo de acestea, dar și de alte exerciții de antrenament a forței, alte domenii pot promova îmbunătățirea funcției musculare a trunchiului, cum ar fi incluse aici lucrul cu platouri, yoga și tai chi. Cititorii pot consulta lucrarea *Forță și Condiție Fizică în Tenis, ITF* pentru mai multe informații referitoare la exercițiile pentru stabilitatea centrală.

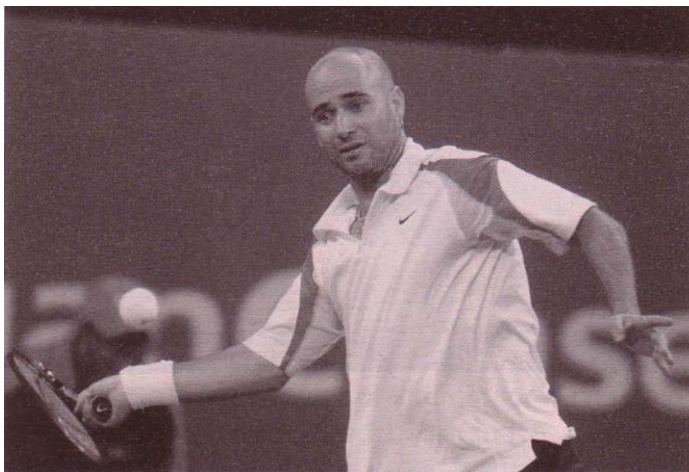
Generarea vitezei în producerea loviturii poate fi luată în considerare în contextul balansului în spate (pregătirea) și balansului înainte (accelerarea), în timp ce încetinirea este caracteristica esențială a terminării loviturii. Merită să notăm că în literatura de specialitate rata activării musculare variază. De exemplu, Morris și alții, (1989) consideră nivelul EMG este mai mare de 40% decât maximumul activității musculare, în timp ce Ryu și alții (1988) consideră acest procent a fi de 60%.

LOVITURA DE BAZĂ DE DREAPTA

➤ *Teorie/Aplicație*

În general, activitatea musculară minimă poate fi găsită în timpul fazei de balans înapoi, excepție făcând cea a mușchiului extensor carpian (Moris și alții, 1989). Activitatea moderată a extensorilor/flexorilor radiali reflectă fixarea încheieturii, o acțiune care este curent încurajată de antrenori în timpul fazei de pregătire. Rotația pregătitoare a trunchiului la lovitura de dreapta va fi inițiată de contracția concentrică a mușchilor oblici interni și externi. În schimb, această rotație a trunchiului departe de minge provoacă contracția excentrică a musculaturii antagoniste a trunchiului. Cum s-a subliniat în Capitolul 2, această energie elastică înmagazinată în mușchii și țesuturile asociate ale trunchiului facilitează rotirea lui (și deci și a rachetei) în timpul balansului înainte.

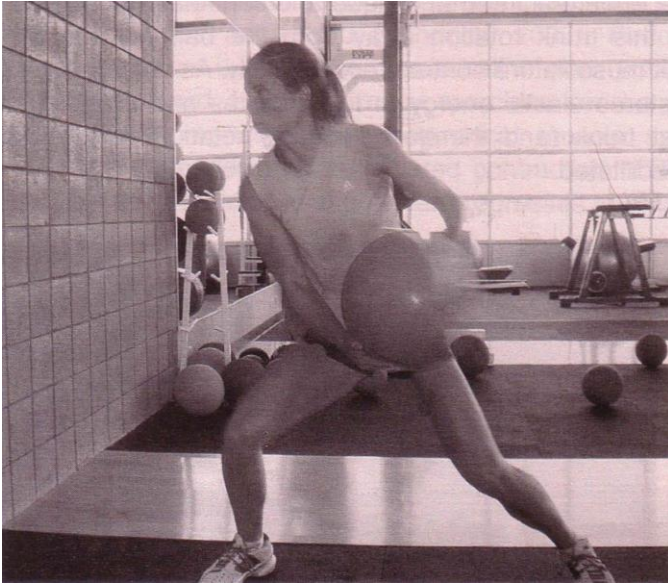
În timpul aducerii rachetei către minge este înregistrată o activitate musculară mai mare decât în timpul fazei de balans înapoi.



Când racheta este adusă înainte pentru a întâlni mingea, majoritatea mușchilor umărului și antebrațului care lovește intră în activitate moderată sau mai intensă (Morris și alții, 1998; Ryu și alții, 1988; Van Gheluwe și alții, 1986). Analizele cinematice ale loviturii de dreapta subliniază contribuția importantă a rotatorilor interni ai brațului superior în dezvoltarea vitezei rachetei (Elliot și alții, 1997). Așadar ar trebui antrenați mușchii responsabili pentru această acțiune.

Oricum, întinderea selectivă a rotatorilor interni este deja o consecință a jocului de tenis și dezvoltarea în continuare a acestor mușchi trebuie să se facă într-un cadru global, recomandările fiind ca raportul între rotațiile interne și externe să nu depășească 1,5 : 1 (Ellenbecker și Roetert, 2003).

Knudson și Blackwell (2000) au colectat foi EMG de la mușchii dreپți abdominali, oblici externi și erectori spinali în ambele cazuri ale executării loviturii de dreapta din poziție deschisă și semideschisă pentru a evalua activarea musculară a trunchiului. Activitate puternică a fost găsită la mușchii oblic extern drept și erectorii spinali stâng și drept în timpul balansului înainte. Oricum nu au găsit diferențe semnificative în ce privește activarea musculară în situațiile adoptării celor două poziții. Implicațiile au maniera celor care apar în situația aruncărilor cu mingea pliometrică medicinală, care sunt adesea folosite pentru a îmbunătăți viteza rotației trunchiului, pot fi la fel de eficace pentru antrenarea mușchilor trunchiului implicați în producerea loviturii de dreapta din poziție deschisă sau semideschisă. Pentru mai multe informații despre aplicațiile antrenamentului pliometric la jucătorii de tenis cititorii pot consulta Secțiunea 4.2 a acestui capitol și Capitolul 8 din *Forță și Condiție Fizică în Tenis, ITF (Reid și alții, 2003)*.



Aruncările cu mingea pliometrică medicinală ar trebui să fie dezvoltate atât cu poziția deschisă cât și cu poziția semideschisă. (imagine obținută prin bunăvoința lui Mark Verstegen).

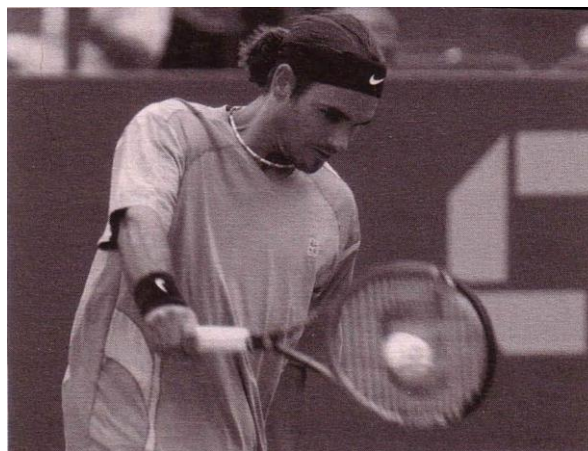
LOVITURA DE BAZĂ DE REVER

➤ **Teorie/Aplicație**

Ca și la lovitura de dreapta, o activitate musculară minimă până la slabă se efectuează în timpul fazei de balans înapoi la ambele tipuri de lovituri de rever, cu o singură mână (SH) și cu două mâini (DH). Jucătorii oricum își rotesc umerii dincolo de șolduri astfel că mușchii spatelui și mușchii posteriori ai umărului (corespunzător rachetei) sunt întinși (vezi Capitolul 2).

În timpul balansului înainte la lovitura de rever cu o mână, extensorii încheieturii (extensorii carpieni lungi și scurți și extensorii falangelor), deltoidul mijlociu și cei doi mușchi rotatori cuff (mușchii manșetă supraspinali și intraspinali) sunt puternic activi (Moris și alții, 1998; Ryu și alții, 1988). Majoritatea celorlalți mușchi ai umărului și antebrațului de lovire, cu excepția flexorilor încheieturii, sunt de asemenea activi până la o anumită întindere când se accelerează racheta înainte la reverul cu o mână. Activitatea puternică a bicepsului brahial, un flexor al cotului, în timpul balansului înainte indică faptul că acest mușchi ajută la controlul extensiei cotului (Ryu și alții, 1988). Activarea mușchilor la lovitura de rever cu două mâini s-a cercetat mai puțin, se poate ca modul de activare a musculaturii brațelor dominant și nedominant să fie influențat de rolul brațului nedominant în producerea acestei lovituri. Oricum, Reid și Elliot (2002) au arătat că în timpul balansului înainte rotațiile șoldului sunt asemănătoare la cele două moduri de a lovi cu reverul, SH și DH ($\sim 30^\circ$), dar în ce privește rotația umărului, aceasta este mai mare la tehnica DH ($\sim 65^\circ$) decât la SH (50°) în această fază. Antrenamentul pliometric cu mingea medicinală este considerat a fi un mod specific și eficient de a îmbunătăți viteza de contracție și forța mușchilor pentru aceste segmente de rotație.

Aici se poate vedea cum lucrează excentric mușchiul biceps brahial a lui Federer pentru a controla extensia cotului brațului de lovire.



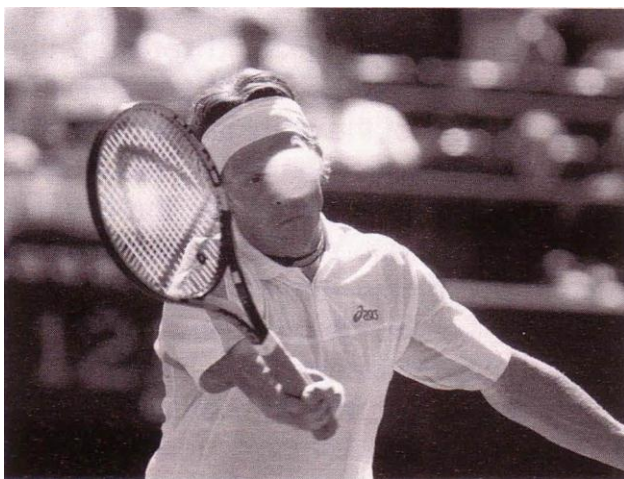
Asocierea între tensionarea laterală a cotului și lovitura de bază de rever a fost pentru un timp un subiect de interes. Unii cred că folosirea reverului cu două mâini reduce posibilitatea ca tensionarea laterală a cotului să apară deoarece brațul nedominant ajută la o încărcare mai slabă pe extensorii încheieturii brațului dominant în timpul impactului cu mingea. Folosind electrozi metalici, Giangarra și alții, (1993) au comparat activitatea musculară medie a cinci mușchi (trei extensori ai încheieturii, un flexor al încheieturii și un pronator al antebrațului) ai brațului dominant la jucători în diferite faze ale folosirii SH și DH. Nu a fost descoperită nici o diferență notabilă în ce privește extensorii încheieturii la cele două tipuri de rever. Din păcate, nu au fost incluse în acest studiu răspunsurile musculare în timpul impactului cu mingea.

Când comparăm efectuarea reverului cu o mână la jucătorii care au probleme la cot cu cei care nu au, primii au o activitate a extensorilor încheieturii și a pronatorilor semnificativ mai mare în timpul impactului cu mingea și a terminării loviturii (Kelley și alții, 1994). S-a sugestionat faptul că această creștere a activității la extensorii încheieturii în timpul acestor faze a fost relaționată la jucători cu flexia încheieturii odată cu torsiunea extensorului, care la rândul ei încarcă excentric mușchii și poate cauza risc mai mare de accidentări. La jucătorii care reclamă probleme la cot există o activitate a mușchilor extensori mai mare și o activare mai lungă în timpul loviturii de rever față de cei care nu au aceste probleme, așa cum a fost raportat de Bauer și Murray (1999).

VOLEUL

Teorie/Aplicație

Chow și colegii (1999b) au examinat activitatea a cinci mușchi superficiali ai brațului și umărului care efectuează lovitura și a șase mușchi legați de suportul postural în timpul executării voleelor de dreapta sau de rever în anumite condiții de plasament și viteză a mingii. Extensorii carpieni radiali au fost mai activi decât flexorii carpieni radiali pe parcursul executării ambelor tipuri de voleu, subliniindu-se astfel importanța extensiei/abducției încheieturii (fixarea încheieturii) și strângerea mânerului. Creșterea nivelului de activare a mușchilor antebrățului puțin înaintea impactului cu mingea indică faptul că până în acest moment ei nu strâng mânerul. În afară de mușchii triceps brahiali, deltoidul, sunt și alți mușchi specifici care ajută la mișcarea brațului și a rachetei înainte în timpul acțiunii de împingere (faza de accelerare). O creștere notabilă apare în activitatea electrică a oblicului extern și erectorului spinal lombar în timpul fazei de reacție (de la proiecția mingii către mișcarea inițială a rachetei) sugestionând faptul că corpul încearcă să stabilizeze trunchiul prin contracția adițională a mușchilor părții de jos a trunchiului înaintea oricărei mișcări de urcare.

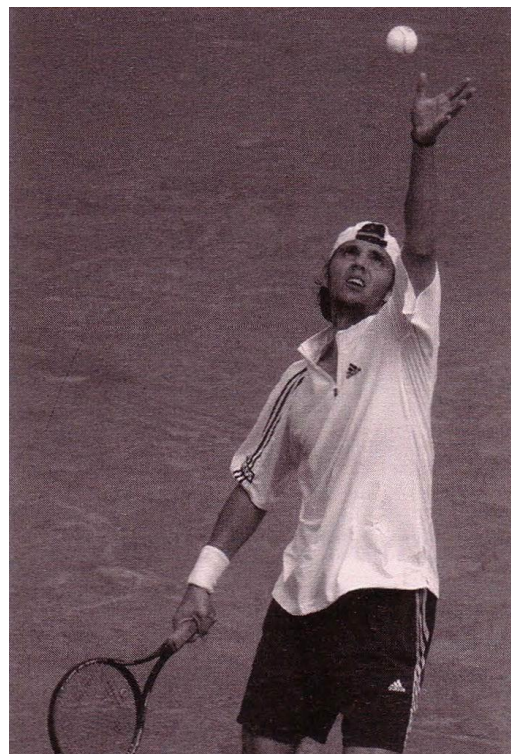


Extensia/abducția încheieturii (fixarea încheieturii) este o caracteristică a voleului.

SERVICIUL

➤ **Teorie/ Aplicație**

Analizând serviciul, unii investigatori au împărțit pregătirea sau faza de balans înapoi în faza de rotire (de la început până la eliberarea mingii) și faza de ridicare (de la eliberarea mingii până la rotația externă maximă a umărului). În general o activare minimală până la mică a fost sesizată la mușchii umărului și a antebrațului în faza de rotire. În faza de ridicare a fost sesizată o activitate moderată și mare a mușchilor flexor, pronator, biceps brahial, supraspinal, intraspinal, romboid și deltoid (Ryu și alții, 1988; Van Gheluwe și Hebbelinck, 1986). Moris și alții (1989) au indicat că toți extensorii majori ai încheieturii și tricepșii brahiali sunt foarte activi spre finalul părții de ridicare.



Eliberarea mingii reprezintă startul creșterii activității musculare la serviciu.

După cum ne așteptam, pe durata fazei de accelerare, mai mulți mușchi relaționați la brațul de lovire sunt foarte activi (flexori, pronatori, triceps brahial, subscapulari, intraspinali, serratus anterior (deasupra dorsalului mare), deltoidul anterior, pectoral mare și dorsalul mare). Într-un studiu făcut de Buckley și Kerwin (1988) s-a arătat că bicepșii sunt de asemenea activi, ajutând nu numai la stabilizarea încheieturii cotului, dar și la prevenirea hiperextensiei încheieturii. Activitatea mare sesizată la rotatorii interni ai brațului superior, cum ar fi dorsalul mare, pectoralul mare, subscapularul este justificată odată ce rotația internă a brațului superior contribuie în mod semnificativ la generarea vitezei rachetei la serviciu (Elliott și alții, 1995).

Pe parcursul accelerării brațului superior (și deci și a rachetei) către impact, musculatura rotatorilor manșetă (rotator cuff) acționează în centrul capului humeral și deci ajută la realizarea unei funcționări optime a articulației umărului. Aici, ar trebui să nu fie trecută cu vederea o contribuție semnificativă la stabilizarea scapulară, aceea prin care scapula se mișcă în congruență

DE REȚINUT:

Jucătorii care doresc să-și îmbunătățească viteza serviciului, o pot face prin creșterea forței rotatorilor interni ai brațului de lovire. Oricum, așa cum s-a subliniat mai sus, o rată a tensiunii în rotatorii interni față de cei externi mai mare decât 1,5:1 este de natură să limiteze performanța decât să o îmbunătățească. Pe de altă parte, îmbunătățind sau menținând forța mușchilor manșetă (rotator cuff), ca și dezvoltarea controlului la nivel scapular va aduce beneficii probabile tuturor jucătorilor.

cu mișcarea capului în timpul activității de deasupra capului. Acest lucru ajută la menținerea unui unghi de forță la încheietura umărului, reduce perspectiva creșterii compresiei mușchilor manșetă (rotator cuff) și compromise activarea mușchilor manșetă (rotator cuff) și limitele presiunii din capsula și ligamentele articulației umărului (Kibler, 2003).

Recent, Chow și colegii (2003) au analizat tipurile de activare musculară a opt mușchi din partea de jos a trunchiului (abdominal drept (RA), oblicul extern (EO), oblicul intern (IO) și erectorul spinal (ES) de pe partea stângă împreună cu aceiași mușchi de pe partea dreaptă) în timpul efectuării a trei tipuri diferite de serviciu – plat, topspin și tăiat. Nu au găsit diferențe majore în ce privește tipul de activare musculară la cele trei tipuri de serviciu, însă au găsit diferențe bilaterale în ce privește activarea musculară care a fost mai pronunțată la RA și EO decât la IO și ES. În timpul anumitor faze a executării serviciului a fost observată o cantitate apreciabilă de co-activare bilaterală a mușchilor abdominali/ai părții de jos a spatelui. Co-activarea este de natură să ajute la stabilizarea coloanei în zona lombară.

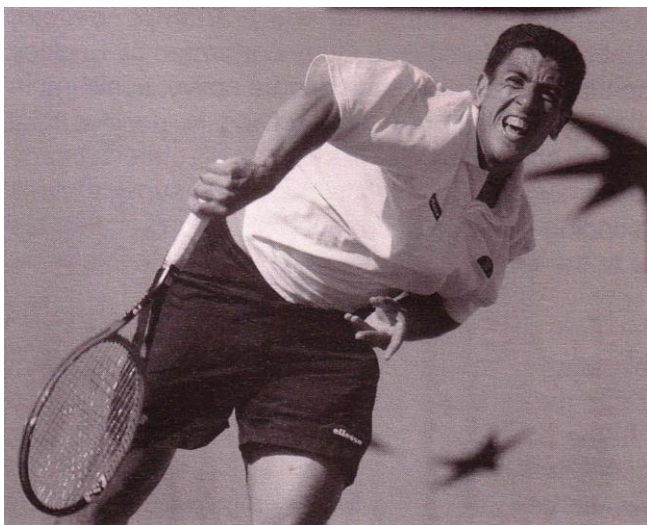
Pentru a încetini ritmul jocului ITF a autorizat folosirea unei noi mingi cu 6% mai mare (mingea de tipul 3) cu titlu experimental (Havelak, 1999; ITF 2003). Răspunzând la îngrijorarea că aceste mingi ar putea să ducă la accidentări de uzură, Blackwell și Knudson (2002) au examinat efectele pe care mingea supradimensionată o are asupra performanței serviciului și activității mușchilor triceps, pectoral mare și deltoidul anterior. Nu au găsit diferențe semnificative în ce privește activarea musculară atunci când se folosește mingea de tip 3 față de situația folosirii mingilor obișnuite.

2.3.

ÎNCETINIREA (DECELERAREA)

TEORIE/APLICAȚIE

Activarea mușchilor în timpul fazei de balans înainte la loviturile de bază, volee sau serviciu, devine mai puțin activă după impactul cu mingea. Dacă mușchii din față pot fi considerați ca principalii generatori de forță sau acceleratori (adică cvadricepși, abdominali sau pectorali) pe durata producerii loviturii de dreapta, voleului de dreapta și serviciului, atunci grupul mușchilor dorsali (din spate) ai



Terminarea loviturii găsește mușchi precum cei intraspinali și teres minor (lateral romboideului) în contracție excentrică pentru a încetini brațul superior și racheta.

corpului pot fi considerați ca deceleratori (Ellenbecker și Tiley, 2002). În mod invers se aplică în cazul voleului de rever și al loviturii de rever cu o singură mână. O combinație a acestor două tipuri de activare a mușchilor poate fi relaționată cu lovitura de rever cu două mâini.

Pe durata terminării loviturii, mușchii responsabili pentru decelerarea segmentelor corpului și a rachetei sunt solicitați la contracție excentrică. În felul acesta, mușchii tolerează forțe mai mari decât cele create când acești mușchi se contractă concentric. Pe de altă parte, presiunea mare la care sunt supuși acești mușchi poate fi implicată în câteva din accidentările cele mai obișnuite suferite de jucătorii de tenis (Ellenbecker, 1995). De exemplu, în mod asemănător accidentărilor la umăr a aruncătorilor din baschet, accidentările la mușchii manșetă (rotator cuff) apar în timpul încetinirii brațului și rachetei datorită faptului că sunt aduși în starea de încovoiere deoarece încearcă să reziste relaxării și rotației interne a umărului (Fleisig și alții, 1996).

DE REȚINUT:

Întinderea mușchilor care țin de decelerarea corpului, brațului și a rachetei în producerea loviturii, în special în faza de terminare a serviciului și loviturii de dreapta ar trebui să formeze o parte fundamentală a oricărui program de forță și condiție fizică.

Tabelele 6.1-6.5 evidențiază mușchii care sunt în cea mai mare parte responsabili pentru dezvoltarea și încetinirea vitezei rachetei în loviturile de bază, serviciu și voleu. Cititorii ar trebui să observe că restabilirea și activarea profundă a mușchilor locali, care asigură o funcționare normală a articulațiilor, este capitală pe durata producerii loviturii.

LOVITURA DE DREAPTA (Tabelul 6.1)			
FAZA LOVITURII	ACȚIUNEA/FUNCȚIA	MUȘCHII FOLOSIȚI	TIPUL DE CONTRACȚIE
PREGĂTIRE	încărcarea membrului inferior și rotația șoldului	mușchii gambei/soleari, cvadricepși, fesieri, rotatorii șoldului	excentrică
	rotația trunchiului	oblicii interni ipsilaterali, oblicii externi contralaterali	concentrică
		oblicul contralateral intern, oblicul extern ipsilateral, abdominali, erectorii spinali	excentrică
	rotația umăr-braț superior (plan transversal)	deltoidul mijlociu și posterior, dorsalul mare, intraspinalul, mușchiul teres minor, extensorii încheieturii	concentrică
		deltoidul anterior, pectoralul mare, subscapularii	excentrică
ACCELERARE	conducerea părții de jos a corpului și rotația șoldului	mușchii gambei/soleari, cvadricepsul, fesierii, rotatorii șoldului	concentrică
	rotația trunchiului	oblicii, extensorii spatelui	concentrică/excentrică
	mișcarea orizontală a brațului superior	deltoidul anterior, subscapularii, bicepșii, pectoralii majori	concentrică
	pronația brațului	pronatorii brațului	concentrică/excentrică
	extensia/flexia cotului	bicepșii	concentrică/excentrică/izometrică
	rotația internă a brațului superior	dorsalul mare, pectoralul mare, subscapularii	concentrică
	flexia mâinii (înainte)/ flexia mâinii (în lateral-către degetul mic)	flexorii încheieturii	concentrică
TERMINAREA LOVITURII	partea de jos a corpului	mușchii gambei/soleari, rotatorii șoldului	excentrică
	rotația trunchiului	oblicii, erectorii spinali	concentrică/excentrică
	încetinirea brațului superior / rachetei	intraspinalul, mușchiul teres minor, deltoidul posterior, romboidul, mușchiul serratus anterior, trapezul, tricepșii, extensorii încheieturii	excentrică

REVERUL CU O MÂNĂ (Tabelul 6.2)			
FAZA LOVITURII	ACȚIUNEA/FUNCȚIA	MUȘCHII FOLOSIȚI	TIPUL DE CONTRACȚIE
PREGĂTIRE	încărcarea membrului inferior și rotația șoldului	mușchii gambei/soleari, cvadricepsul, fesierii, rotatorii șoldului	excentrică
	rotația trunchiului	oblicii interni ipsilaterali, oblicii externi contralaterali	concentrică
		oblicii interni contralaterali, oblicii externi ipsilaterali, abdominali, erectorii spinali	excentrică
	rotația umăr-braț superior (plan transversal)	deltoidul anterior, pectoralul major, subscapularii, extensorii încheieturii	concentrică
		deltoidul posterior, intraspinalul, mușchiul teres minor, trapezul, romboidul, mușchiul serratus anterior	excentrică
ACCELERARE	conducerea părții de jos a corpului și rotația șoldului	mușchii gambei/soleari, cvadricepsul, fesieri, rotatorii șoldului	concentrică
	rotația trunchiului	oblicii, abdominalii și extensorii spatelui	concentrică/excentrică
	abducția brațului superior și extensia orizontală	intraspinalul, mușchiul teres minor, deltoidul posterior, trapezul	concentrică
	extensia cotului	tricepsii (bicepsii)	concentrică (excentrică)
	extensia încheieturii și aducția	extensorii și aductorii încheieturii	concentrică
TERMINAREA LOVITURII	partea de jos a corpului	mușchii gambei/soleari, rotatorii șoldului	excentrică
	rotația trunchiului	oblicii, abdominalii, extensorii spatelui	concentrică/excentrică
	încetinirea brațului superior / rachetei	subscapularii, pectoralul mare, bicepsii, flexorii încheieturii	excentrică

REVERUL CU DOUĂ MÂINI (Tabelul 6.3)			
FAZA LOVITURII	ACȚIUNEA/FUNCȚIA	MUȘCHII FOLOSIȚI	TIPUL DE CONTRACȚIE
PREGĂTIRE	încărcarea membrului inferior și rotația șoldului	mușchii gambei/soleari, cvadricepși, fesieri, rotatorii șoldului	excentrică
	rotația trunchiului	oblicii interni ipsilaterali, oblicii externi contralaterali	concentrică
		oblicii interni contralaterali, oblicii externi ipsilaterali, abdominali, erectorii spinali	excentrică
	rotația umăr-braț superior dominant (plan transversal)	deltoidul anterior, pectoralul mare, subscapularii, extensorii încheieturii	concentrică
		deltoidul posterior, intraspinalul, mușchiul teres minor, trapezul, romboidul, mușchiul serratus anterior	excentrică
	rotația umăr-braț superior nedominant (plan transversal)	deltoidul mijlociu și posterior, dorsalul mare, intraspinalul, mușchiul teres minor, extensorii încheieturii	concentric
		deltoidul anterior, pectoralul mare, subscapularii	excentric
	ACCELERARE	conducerea părții de jos a corpului și rotația șoldului	mușchii gambei/soleari, cvadricepsul, fesierii, rotatorii șoldului
rotația trunchiului		oblicii, abdominalii, extensorii spatelui	concentrică / excentrică
abducția brațului superior și extensia orizontală		brațul dominant – infraspinalul, mușchiul teres minor, deltoidul posterior, romboidul, mușchiul serratus anterior, trapezul	concentrică
aducția brațului superior și flexia orizontală		brațul nedominant – deltoidul anterior, subscapularii, bicepșii, mușchiul serratus anterior, pectoralul major	
flexia cotului		bicepșii	concentrică / excentrică
extensia încheieturii și aducția		brațul dominant – extensorii și aductorii încheieturii	concentrică
flexia încheieturii și abducția		brațul nedominant – flexorii și abductorii încheieturii	
TERMINAREA LOVITURII	partea de jos a corpului	mușchii gambei/soleari, rotatorii șoldului	excentrică
	rotația trunchiului	oblicii, abdominalii, extensorii spatelui	concentrică / excentrică
	încetinirea brațului superior / rachetei	brațul care poartă racheta – subscapularii, pectoralul major, flexorii încheieturii	excentrică
		brațul care nu poartă racheta – intraspinalul, mușchiul teres minor, deltoidul posterior, romboidul, mușchiul seratus anterior, trapezul, tricepșii, extensorii încheieturii	

VOLEUL (Tabelul 6.4)			
FAZA LOVITURII	ACȚIUNEA/FUNCȚIA	MUȘCHII FOLOSIȚI	TIPUL DE CONTRACȚIE
PREGĂTIRE	încărcarea membrului inferior și rotația șoldului	mușchii gambei/soleari, cvadricepși, fesieri, rotatorii șoldului	excentrică
	rotația trunchiului	oblicii interni ipsilaterali, oblicii externi contralaterali	concentrică
		oblicii interni contralaterali, oblicii externi ipsilaterali, abdominali, erectorii spinali	excentrică
	rotația umăr-braț superior (plan transversal) pentru voleul de dreapta	deltoidul mijlociu și posterior, dorsalul mare, intraspinalul, mușchiul teres minor, extensorii încheieturii	concentrică
		deltoidul anterior, pectoralul mare, subscapularii	excentrică
	rotația umăr-braț superior (plan transversal) pentru voleul de rever executat cu o mână	deltoidul anterior, pectoralul major, subscapularii, extensorii încheieturii	concentrică
		deltoidul posterior, intraspinalul, mușchiul teres minor, trapezul, romboidul, mușchiul serratus anterior	excentrică ⁷⁸
ACCELERARE	conducerea părții de jos a corpului și rotația șoldului	mușchii gambei/soleari, cvadricepsul, fesierii, rotatorii șoldului	concentrică
	rotația trunchiului (minimală)	oblicii, abdominalii, erectorii spinali	concentrică/excentrică/izometrică
	mișcarea orizontală a brațului superior și extensia cotului	dreapta – pectoralul major, deltoidul anterior, tricepșii	concentrică
		rever – deltoidul posterior, tricepșii, romboidul, trapezul	
TERMINAREA LOVITURII	mișcarea încheieturii (extensie/abducție)	extensorii încheieturii și abductorii mâinii	concentrică (izometrică, cu antagoniștii în contracție excentrică)
	partea de jos a corpului	mușchii gambei/soleari, rotatorii șoldului	excentrică
	rotația trunchiului	oblicii, erectorii spinali, abdominalii	concentrică/excentrică
	încetinirea brațului superior / rachetei	dreapta – deltoidul posterior, romboidul, mușchiul serratus anterior, trapezul, bicepșii rever – subscapularii, pectoralul major, deltoidul anterior, bicepșii	excentrică

SERVICIUL (Tabelul 6.5)			
FAZA LOVITURII	ACȚIUNEA/FUNCȚIA	MUȘCHII FOLOSIȚI	TIPUL DE CONTRACȚIE
PREGĂTIRE	încărcarea membrului inferior și rotația șoldului	mușchii gambei/soleari, cvadricepși, fesieri	excentrică
	rotația trunchiului	oblicii, abdominalii, extensorii trunchiului	concentrică/excentrică
		oblicul contralateral intern, oblicul extern ipsilateral, abdominali, erectorul spinal	excentrică
ÎNTINDERE (ARMARE)	extensia și rotația trunchiului	extensorii spatelui oblicii abdominalii	concentrică, concentrică/excentrică <u>excentrică</u>
	mișcarea brațului	intraspinalul/mușchiul teres minor, supraspinalul, bicepșii, mușchiul seratus anterior, extensorii încheieturii, subscapularii, pectoralul major	concentrică excentrică
ACCELERARE	conducerea piciorului	mușchii gambei/soleari, cvadricepsul, fesierii tendoanele din spatele genunchiului	concentrică excentrică
	flexia și rotația trunchiului	abdominalii, oblicii extensorii spatelui	concentrică excentrică
	ridicarea brațului superior și mișcarea înainte	subscapularii, pectoralul major, deltoidul anterior, tricepșii	concentrică
	extensia cotului	tricepșii (bicepșii)	concentrică (excentrică)
	rotația internă a umărului și pronația antebrățului	dorsalul mare, subscapularii, pectoralul major, pronatorii antebrățului	concentrică
	flexia încheieturii	flexorii încheieturii	concentrică
TERMINAREA LOVITURII	partea de jos a corpului	mușchii gambei/soleari, cvadricepșii, fesieri	excentrică
	flexia și rotația trunchiului	extensorii spatelui oblicii, abdominalii	excentrică concentrică/excentrică
	încetinirea brațului superior / rachetei	intraspinalul, mușchiul teres minor, mușchiul seratus anterior, trapezul, romboidul, extensorii încheieturii, supinatorii antebrățului	excentrică

Tabelul 6.1. – 6.5. Sumarul activității musculare în timpul loviturilor de bază, voleului și serviciului.

3 APLICAȚII LA ANTRENAMENT

Sunt multe cărți dedicate diferitelor componente ale pregătirii neuromusculare și unele sunt scrise special pentru tenis (de ex. Reid și alții, 2003; Roetert și Ellenbecker, 1998). Scopul acestei secțiuni este să ofere o viziune a teoriilor și aplicațiilor implicate în pregătirea fizică a jucătorilor de tenis și să le relaționeze cu activarea musculară din secțiunile anterioare. Cititorii pot consulta literatură de specialitate despre tenis cum ar fi *FORȚĂ ȘI CONDIȚIE FIZICĂ ÎN TENIS, ITF* (Reid și alții, 2003) și alte materiale care prezintă exerciții, proceduri de antrenament și de testare pentru diferite componente ale pregătirii neuromusculare.

3.1.

ANTRENAMENTUL DE FORȚĂ

TEORIE

În general, puterea este forța maximă a unui mușchi pe care acesta o poate genera sub contracție voluntară. La oameni nu este practică testarea unui singur mușchi deoarece o acțiune utilizează mai mulți mușchi. Ca rezultat, puterea musculară este evaluată folosind torsiunea maximă înregistrată pentru o încheietură (Kulig și alții, 1984) sau greutatea maximă pe care o poate ridica o persoană (de ex. din ghemuit, de la bărbie, etc.). Jucătorii începători expuși unui antrenament de forță vor observa o creștere aparentă de putere fără o creștere în paralel a mărimii mușchilor (hipertrofie) în primele 4-6 săptămâni de antrenament. Motivul creșterii forței fără să apară o hipertrofie musculară este constituit de adaptarea neurală (sau efectul învățării), o modificare a intrărilor neurale în mușchi care conduce la o contracție musculară mărită. Creșterile de putere după faza inițială a antrenamentului de forță se datorează în principal schimbărilor structurale cum ar fi creșterea secțiunii transversale a mușchiului.

Rezistența musculară este capacitatea de a efectua contracții musculare repetate pe o perioadă lungă în condițiile unui mediu de opunere. Un jucător de tenis execută sute de lovituri într-un meci. Se înțelege că îmbunătățirea rezistenței musculare va permite jucătorului să mențină calitatea loviturii chiar până la sfârșitul unui meci. Este în general acceptat faptul că o bună putere și rezistență musculară ajută la accelerarea performanței și prevenirea accidentărilor (Fleck și Falkel, 1986).

Când vorbim despre antrenamentul de rezistență, este imposibil să separăm forța de rezistență. Cu alte cuvinte, un program destinat dezvoltării forței va îmbunătăți inevitabil și rezistența musculară și vice versa, în special la atleții începători. Unele studii au demonstrat că o creștere a puterii musculare datorată antrenamentului de rezistență ajută la îmbunătățirea execuției loviturilor la jucătorii de tenis. S-a arătat că îmbunătățirea rotatorilor interni și externi ai umărului utilizând dinamometre izocinetice (Ellenbecker și alții, 1988; Mont și alții, 1994) și o combinație de tuburi elastice și haltere ușoare (Treiber și alții, 1998) pe parcurs de 4-6 săptămâni duce la o creștere semnificativă a vitezei serviciului la jucătorii foarte talentați.

DE REȚINUT:

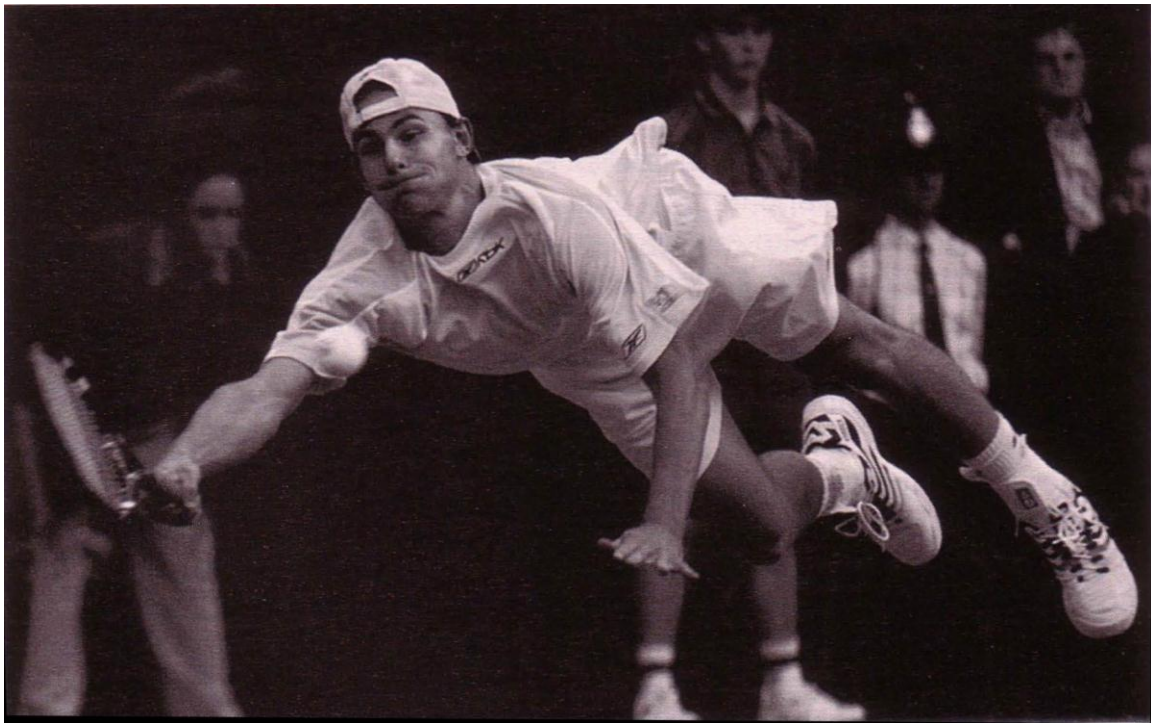
Este imperativ necesar ca antrenorul să cunoască caracteristicile fizice ale jucătorilor săi. În loc să aplice acestora un program folosit de un jucător bine clasificat, antrenorul trebuie să prescrie un antrenament de forță și un program de preparare fizică bazate pe resursele disponibile, în perioadele favorabile de timp ale anotimpului/anului și caracteristicile nevoilor jucătorilor săi.

Studiind ca subiecți jucătoare de tenis competitive, de colegiu, Kraemer și alții (2000, 2003) au arătat că periodizarea antrenamentului de rezistență este mai bună decât neperiodizarea lui sau efectuarea lui într-un singur ciclu, astfel că se va ajunge în acest mod la dezvoltarea capacităților fizice și vitezelor mingii la serviciu, lovitura de dreapta și lovitura de rever.

APLICAȚIE

Antrenorii și instructorii ar trebui să planifice sesiunile de antrenament și să prescrie exerciții care invocă tipare specifice de refacere și activare musculară. Aceste tipare ar trebui să fie specifice cerințelor mecanice și metabolice ale jocului. Asta înseamnă că programele trebuie să fie alcătuite în mod științific pe baza complementarității între îmbunătățirea forței și refacere și ar trebui să țină seama de dezvoltarea mușchilor responsabili pentru generarea și, adeseori mai important, încetinirea vitezei rachetei (Ellenbecker, 1995). Ar trebui să se pună accent pe toate elementele care susțin o mișcare eficientă la fel ca și pe măsurile preventive pentru evitarea accidentărilor cum ar fi cele care apar la mușchii antagoniști-agoniști și bi-laterali în cazul dezechilibrărilor ce pot să apară în jocul de tenis.

Jucătorii de tenis pot beneficia de diferite moduri de antrenament al rezistenței specifice: izometric, izotonic și izocinetic. Fiecare mod de antrenament are avantajele și dezavantajele sale dacă ne referim la costuri, posibilități și eficacitate.



Jucătorii de tenis au nevoie de programe de antrenament de forță care sunt specifice cerințelor jocului.

TEORIE

Antrenamentul pliometric se bazează pe o secvență de contracții a mușchiului cunoscută ca ciclu de întindere scurtată, în care mușchiul implicat este solicitat într-o contracție excentrică urmată imediat de una concentrică. Cercetările au demonstrat că dacă mușchiul este întins înainte de o contracție concentrică, se va contracta mai cu forță și mai rapid. De exemplu, așa cum s-a subliniat în Capitolul 2, un studiu făcut de Elliott și alții (1999) arată că viteza maximă a încheieturii obținută în timpul acțiunii de aruncare a fost mărită cu aproximativ 20% când umărul a fost rotit în exterior imediat înainte de rotația internă. De asemenea ei au arătat că avantajele pretensionării au scăzut odată cu creșterea timpului de pauză între fazele excentrică și concentrică ale mișcării de aruncare. Mecanismele datorită cărora se obțin beneficii în urma ciclului de întindere scurtată nu sunt complet înțelese. Oricum, sunt acceptați pe scară largă proprietatea elasticității mușchiului precum și reflexul de întindere (rotirea axială a mușchiului) cu fiind doi contributory de bază.

DE REȚINUT:

Pentru ca exercițiile cu mingea medicinală să fie de natură pliometrică trebuie să fie efectuate într-un parcurs relativ scurt pentru a invoca reflexul de întindere și a potența astfel activitatea musculară a trunchiului (Chu, 2003).

APLICAȚIE

Majoritatea loviturilor și mișcărilor din tenis sunt de natură pliometrică dat fiind scopul lor de a genera rapid forță. În mișcarea pe teren, „primul pas”, un termen folosit de antrenorii de tenis pentru a se referi la „viteza de pornire”, se bazează pe capacitatea de a învinge inerția propriului corp și a se pune în mișcare (Chu, 1998). Exercițiile pliometrice care sunt destinate să reducă timpul de contact cu solul (exercițiile pentru răspuns rapid) sunt considerate a fi eficace în acest sens (Chu, 2003). Exercițiile pliometrice de amplitudine mai mare (cu răspuns mai lung) cum ar fi săritura sau saltul sunt destinate să dezvolte un grad mai mare al forței și când sunt efectuate la antrenamente cu o frecvență corespunzătoare pot facilita abilitatea jucătorilor de a încetini și schimba direcția.

Rolul rotației trunchiului este central pentru generarea vitezelor mari ale rachetei în majoritatea loviturilor din tenis. Aruncările cu mingea medicinală pliometrică care activează musculatura specifică implicată în loviturile de dreapta, rever și serviciu sunt gândite în beneficiul dezvoltării puterii în aceste lovituri.

TEORIE

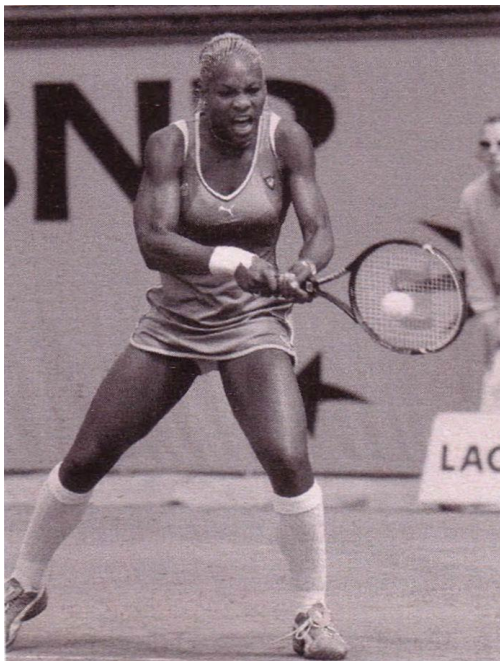
În câmpul controlului motoriu, timpul de reacție este timpul de la prezentarea unui stimul apărut dintr-o dată până la momentul de inițiere al unui răspuns. Este timpul de care are nevoie sistemul neuromuscular pentru a procesa informația apărută, pentru a decide asupra unui răspuns și a trimite comenzi mușchilor care efectuează acest răspuns.

În tenis, interceptarea unui passing-shot la fileu și returul la un serviciu rapid se bazează pe timpi de reacție scurți. Într-un experiment de laborator, timpul de reacție pentru executarea unui voleu poate fi definit ca fiind timpul de la eliberarea mingii dintr-un tun de mingi până la momentul inițial de mișcare a rachetei (Andrew și alții, 2003; Chow și alții, 1999a). Oricum timpul de reacție poate fi definit cu dificultate în situațiile de meci din cauza abilităților de anticipare folosite în mod obișnuit de jucătorii de tenis experimentați (a se vedea Secțiunea 1.2 a acestui capitol). De exemplu, când se returnează un serviciu sau se interceptează un passing-shot, un jucător poate să înceapă să-și miște racheta în partea în care anticipează serviciul/passing-shotul adversarului înainte ca mingea să fi părăsit racheta acestuia. Reacția rapidă este oricum un avantaj în tenis din cauza situațiilor neprevăzute cum ar fi săriturile defectuoase și lovirile corzii fileului.

APLICAȚIE

Majoritatea exercițiilor pentru antrenarea reacției implică atât timpii de reacție cât și de mișcare. Timpul de mișcare este timpul de la momentul inițial până la încheierea sarcinii. De exemplu, în executarea unui voleu, timpul de mișcare va fi timpul de la mișcarea inițială a rachetei până la impactul minge-rachetă (Chow și alții, 1999a). În lucrările despre tenis timpii de reacție și de mișcare se referă de asemenea și la vitezele de reacție și de mișcare (Asociația Germană de Tenis, 2000). În cadrul pregătirii fizice din tenis, un exercițiu de reacție poate solicita un jucător să aștepte în poziția staționară de start. Odată ce este dat un semnal (vizual, auditiv sau cinetic), jucătorul se va mișca spre o țintă apropiată cât mai repede cu putință. Acolo unde este posibil, aceste exerciții ar trebui să fie efectuate pe un teren de tenis, cu o rachetă. Pot fi folosite aparate electronice de temporizare pentru a măsura timpul de răspuns: timpul de la apariția semnalului și până la atingerea rachetei (timpul de reacție + timpul de mișcare). Când există o îmbunătățire a timpului de răspuns, nu se știe sigur dacă aceasta se datorează reducerii timpului de reacție sau a timpului de mișcare sau a unei combinații a celor două.

În ceea ce privește îmbunătățirea timpului de reacție prin antrenament, jucătorii ar trebui să-și îmbunătățească faza inițială de accelerare în timpul mișcării prin programe adecvate de forță și exerciții pliometrice.



Timpul de răspuns este timpul parcurs de la prezentarea stimulului până la impactul minge-rachetă.

TEORIE

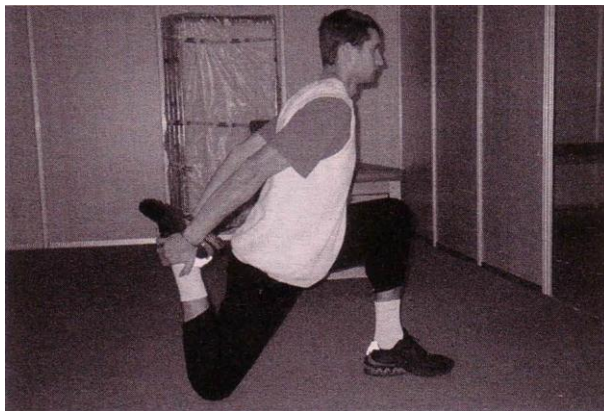
Flexibilitatea poate fi simplu definită ca fiind gradul de acțiune a mișcării unei articulații (GAM). Sunt două tipuri de flexibilitate a articulației. Flexibilitatea statică (pasivă) se obține când un segment al corpului este mișcat în cadrul GAM de către forțe externe (aplicate de altă persoană sau obiect). Flexibilitatea dinamică (activă) este GAM atins folosind forțe interne (contractii musculare voluntare). Factorii care influențează GAM a unei articulații includ structura articulației, mărimea țesuturilor moi din jurul articulației, extensibilitatea ligamentelor care înconjoară articulația și mișcarea de contracție ambivalentă a mușchilor opuși (antagoniști) corespunzătoare încheieturii.

La jucătorul de tenis, o flexibilitate slabă poate compromite funcționarea încheieturii și funcționarea musculară și deci crește riscul de accidentare a acestuia. De exemplu, informațiile arată că jucătorii de tenis își pierd flexibilitatea în rotația internă a umărului (deficitul glenohumeral de rotație internă) care poate duce la probleme de instabilitate a articulației umărului (Burkhart și alții, 2000). Din perspectiva producerii forței, păstrarea lungimii adecvate a mușchilor este de asemenea esențială dacă fibrele musculare trebuie să se contracte concentric și excentric cu eficiență maximă.

APLICAȚIE

Antrenamentul de flexibilitate este deseori trecut cu vederea și inclus în mică măsură în componentele programelor de pregătire fizică a jucătorilor de tenis (Roetert și Ellenbecker, 1998). Ca și la antrenamentele altor calități fizice, antrenamentul de flexibilitate ar trebui să fie specific pentru fiecare jucător (adresându-se unei rigidități sau unei potențiale rigidități care ar limita performanța) și suficient de variat și progresiv astfel încât să se poată realiza îmbunătățiri (adaptări) (Reque, 2003).

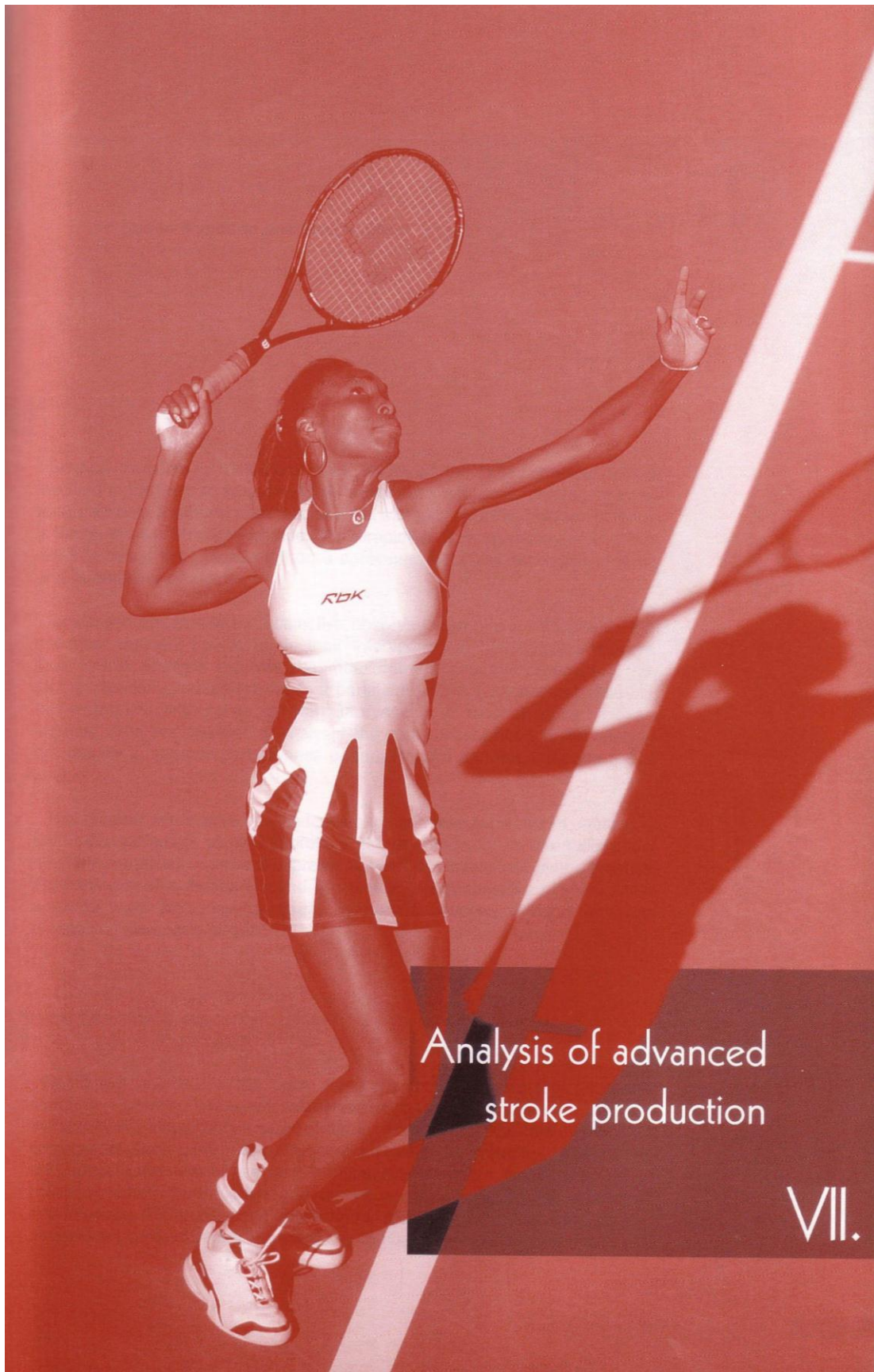
Dezvoltarea flexibilității, care ar trebui să fie considerată în lumina dezvoltării tiparelor de mișcare eficientă, poate fi căutată prin gândirea unor tehnici variate de stretching. Aceste tehnici includ următoarele tipuri de stretching: balistic, static, pasiv, de facilitare proprioceptivă neuromusculară și posturală, dar și de transmitere neurală. Fiecare din aceste tehnici poate juca un rol specific în dezvoltarea eficienței mișcării, iar cititorii pot să consulte pentru alte detalii Capitolul 5 din *Forță și Condiție Fizică în Tenis, ITF* (Reid și alții, 2003).



Max Mirnyi efectuând un stretch static al cvadricepșilor

4 SUMAR

Eficiența neuromusculară joacă un rol central în optimizarea loviturii în tenis și a producerii loviturilor. Fără o funcționare optimă a sistemului nervos nu se poate realiza o susținere a performanței în tenisul de înaltă calitate. Din perspectiva antrenorului, trebuie considerați mușchii care sunt folosiți pentru accelerarea și încetinirea cu mare viteză a segmentelor de rotație care constituie o caracteristică a jocului de tenis, putând astfel să se informeze asupra modului în care antrenamentul poate fi optimizat în beneficiul maximei performanțe a jucătorului.



VII. ANALIZA PRODUCERII LOVITURII AVANSATE

Duane Knudson și Bruce Elliot

1 INTRODUCERE

Câteva capitole ale acestei cărți au analizat factorii biomecanici implicați în succesiunea precisă de mișcări care caracterizează loviturile din tenisul avansat. O aplicație naturală a cunoștințelor biomecanice din tenis este analiza tehnicii loviturii. Complexitatea evaluării și mijloacele utilizate pentru a ajuta acest proces se mută continuu între analiza cantitativă și analiza calitativă.

Analiza calitativă este observarea subiectivă a mișcărilor jucătorului pe care antrenorul le utilizează de obicei pentru a-i ajuta pe jucători să se perfecționeze. Analiza cantitativă implică măsurătorile și interpretările variabilelor biomecanice cheie care se leagă de o anumită lovitură. Antrenorii pot folosi de asemenea aceste informații numerice pentru a planifica o intervenție care să-i ajute pe jucătorii avansați să se perfecționeze. Oricare ar fi analiza utilizată, scopurile analizei loviturii avansate sunt de obicei de a îmbunătăți performanța în condiții de presiune și de a reduce riscul accidentării.

Acest capitol va explora modul cum antrenorii pot folosi aceste două tipuri de analiză pentru a ajuta la perfecționarea jucătorilor de tenis avansați. Mai întâi, este prezentată teoria unei analize calitative interdisciplinare a loviturii urmată de o aplicație practică a acestei teorii. Apoi, vom revedea instrumentele de analiză biomecanică cantitativă care pot fi folosite pentru antrenorii de tenis care lucrează cu jucătorii avansați pentru perfecționarea lor.

2 ANALIZA CALITATIVĂ

Analiza calitativă este folosită de către antrenori ca fiind cel mai obișnuit instrument de analiză a loviturii (Figura 7.1). Totuși, analiza calitativă efectivă a loviturii este mai mult decât doar o observație vizuală tradițională asupra tehnicii și prescrierea câtorva corecții. O bună analiză calitativă a loviturilor este o observație sistematică și o apreciere critică a calității mișcării jucătorului în scopul definirii celei mai potrivite intervenții pentru a îmbunătăți performanța (Knudson și Morrison, 2002). Knudson și Morrison (2002) argumentează că o bună analiză este interdisciplinară, însemnând faptul că antrenorul integrează

experiența și cunoștințele din mai multe discipline (biomecanică, fiziologie, psihologie, etc.). Această viziune extinsă a analizei calitative a loviturilor este cheia maximizării performanței la jucătorii avansați. Mai târziu în acest capitol vom discuta un exemplu a acestei viziuni extinse a analizei calitative în lucrul cu un jucător avansat. Antrenorii interesați pot citi despre mai multe exemple de analiză calitativă a loviturilor de tenis în diverse publicații (Knudson, 1991a, 1999a, 2001; Knudson și Elliot, 2003; Knudson și Shriver 2001).



Figura 7.1. În analiza tradițională a loviturii, antrenorii evaluează vizual tehnica și furnizează o corecție verbală. Această formă a analizei calitative ar trebui combinată cu o metodă vastă, profesională de analiză calitativă, așa cum este folosită ea de mulți antrenori de top.

Aici sunt patru sarcini principale în analiza calitativă a loviturilor (Figura 7.2). Prima sarcină este pregătirea și implică dobândirea de informații despre lovitură, jucător și situația observată. Această carte oferă o sursă excelentă de informații biomecanice despre tenis. Cei mai buni antrenori acumulează ultimele informații științifice din toate sporturile și își împărtășesc experiența profesională prin atestări și conferințe.

În continuare, antrenorul observă sistematic din diferite perspective câteva execuții ale loviturii în cauză. În cadrul acestei de-a doua sarcini antrenorul ar trebui să folosească următoarele procedee pentru a obține toate informațiile relevante despre execuția loviturii:

- Folosește diferite simțuri (de ex. privire, auz și simțul mingii, jocului). Asta înseamnă că lucrezi cu un jucător pentru a simți „greutatea” loviturii.
- Poți să folosești o strategie de observare. De exemplu, o metodă de observație „de la picioare în sus” (are în vedere tălpile picioarelor – picioarele – trunchiul – brațul – racheta), dar și alte strategii (de ex. de la general la specific, caracteristicile segmentelor/acțiunilor, fazele loviturii) se pot potrivi mai bine cu stilul unui antrenor.

DE REȚINUT:

Unele mișcări sunt mai bine observate din spate (de ex. orientarea rachetei față de corp), în timp ce altele pot fi mai bine văzute din lateral (de ex. distanța dintre rachetă și trunchi în timpul balansului înapoi la lovitură de dreapta).

Observarea ar trebui să se facă de obicei în condițiile jocului în meci. Dacă observarea se face în timpul antrenamentului ar trebui să se folosească exerciții care stimulează competiția încât execuția loviturii să fie cât mai realistă.

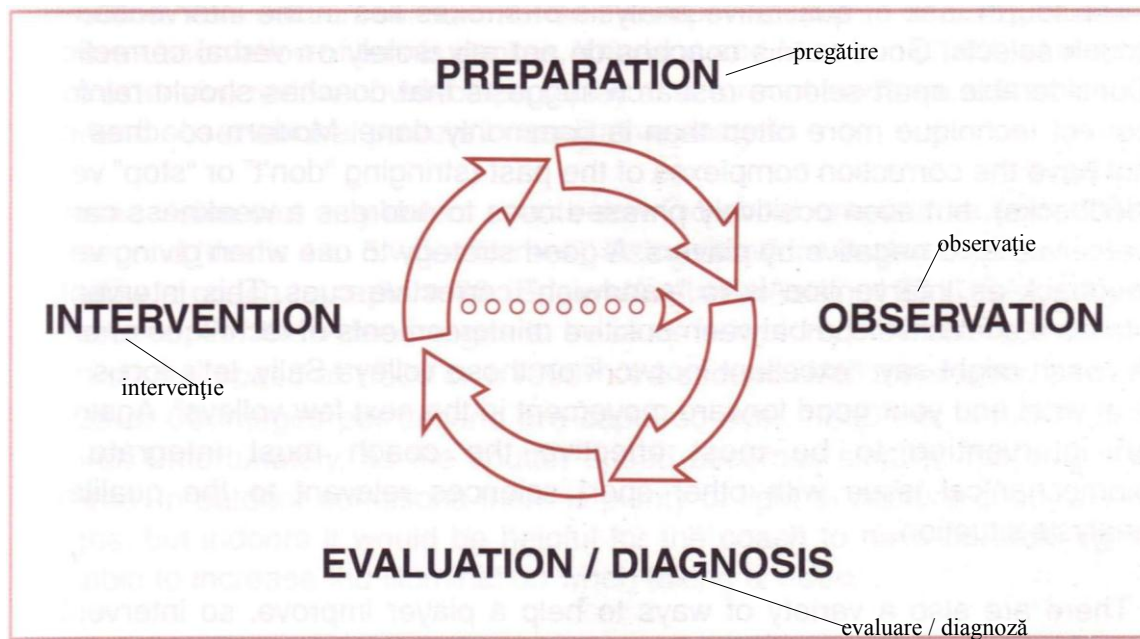


Figura 7.2. Un model profesional de analiză a loviturii are patru sarcini (Knudson și Morrison, 2002).

Partea a treia a analizei calitative include doi pași importanți și adesea dificili. În primul rând, antrenorul evaluează performanța prin identificarea punctelor tari și punctelor slabe ale loviturii jucătorului. Este important pentru antrenor să identifice toate punctele slabe sau erorile, dar de asemenea să noteze punctele tari ale tehnicii care se pot consolida și perfecționa. În al doilea rând, în cadrul acestei sarcini trebuie făcută o diagnoză. Aici antrenorul trebuie să aibă în vedere importanța punctelor slabe, cu prioritate a acelor care limitează performanța. Este inefficient și adesea contraproductiv să se focalizeze atenția spre defectele minore. Unele puncte slabe sunt simptomatice pentru alte probleme mai mari, iar altele sunt mai degrabă variațiuni de stil ale loviturilor. Prin identificarea celor mai importante puncte slabe ale unui anumit jucător, această a treia sarcină a analizei calitative maximizează potențialul de îmbunătățire în urma intervenției pe care antrenorul o selectează. De exemplu în cazul unui jucător care servește, poate să fie de preferat pentru antrenor să-l ajute pe jucător să-și îmbunătățească aruncarea mingii într-o anumită poziție deoarece aceasta poate de asemenea să corecteze sau să determine:

- poziționarea trunchiului la impact.
- o utilizare crescută a rotației interne a umărului la acțiunea serviciului.
- un aliniament corect între rachetă și antebraț.

Biomecanica este știința sportului cel mai mult implicată în determinarea celor mai influenți factori tehnici ai loviturilor din tenis. Este oricum important pentru antrenori să realizeze că trebuie să integreze cunoștințele din toate științele sportului în alcătuirea acestor dificile diagnoze. De exemplu, o dezvoltare rapidă a unui jucător junior poate fi determinată de îmbunătățirea forței musculare, echilibrului sau factorilor de flexibilitate, prioritară ajustării loviturii sau participarea la competiții de nivel ridicat.

Antrenorul poate decide dacă problemele biomecanice ale loviturii au o importanță secundară la acest moment pentru jucător. Antrenorul poate focaliza antrenamentul pe partea de pregătire fizică și construirea încrederii psihice de care are nevoie jucătorul atunci când trece la un nivel superior al competițiilor.

A patra sarcină a analizei calitative a loviturilor se referă la intervenția pe care o selectează antrenorul. Antrenorii de tenis buni nu se bazează doar pe intervenții verbale. Cercetări semnificative din știința sportului sugerează faptul că antrenorii ar trebui să consolideze tehnica corectă mai des decât se face în mod obișnuit. Antrenorii moderni nu trebuie să facă corecții asupra a ceea ce s-a întâmplat (inducând un feedback tensionat prin adresările verbale „nu” sau „stop”), ci mai degrabă indicațiile trebuie adresate prin fraze pozitive astfel încât deficiența să nu fie percepută negativ de către jucători. Atunci când se folosește ca intervenție un feedback verbal, o strategie bună este cea a indicației corective tip „sandwich”. Intervenția plasează o indicație corectivă între consolidări pozitive ale tehnicii sau efortului. Un antrenor ar trebui să spună: „excelent joc de picioare la acest voleu Sally, hai să ne concentrăm pe rigidizarea încheieturii și pe buna ta mișcare înainte la următorul voleu”. Din nou, pentru ca o intervenție să fie cea mai eficace antrenorul trebuie să integreze problemele biomecanice cu alte domenii ale sportului, relevante pentru analiza calitativă a situației.

DE REȚINUT:

Un antrenor bun folosește analiza calitativă pentru a ajuta la progresul jucătorului și a reduce riscul accidentărilor. Acest proces ar trebui să fie interdisciplinar și să se focalizeze pe punctele tari și punctele slabe ale jucătorului.

Aici sunt de asemenea o varietate de moduri de a ajuta la progresul unui jucător, astfel intervenția ar trebui să nu fie întotdeauna de tip feedback verbal. Antrenorul poate prescrie o nouă sarcină de antrenare, să prezinte o explicație de manual, să arate diagrame sau videoclipuri ale mișcării respective, sau să puncteze ritmul adecvat cu indicații auditive. Un jucător avansat care lucrează pentru a-și scurta returul de serviciu ar trebui să exerseze aproape de gardul din spate, astfel încât sunetul și impactul rachetei care lovește gardul servește ca ghidaj în învățarea scurtării loviturii. Un antrenor ar trebui de asemenea să folosească reluări video (vezi mai târziu secțiunea cu observații extinse) pentru a exemplifica vizual și auditiv ritmul loviturii dorite.

Alte exemple de strategii de intervenție sunt demonstrațiile sau oferirea unor repere care exagerează sau supracompensează pentru a obține efectul dorit. De exemplu, un antrenor ar trebui să-i solicite unui jucător care nu are suficient ritm în imprimarea topspin-ului în loviturile de bază să-și imagineze că lovește trei mingi în loc de una. Adesea exagerarea „simțului” unei mișcări în cadrul unei lovituri duce la un rezultat mai slab sau nedorit față de cel pe care îl are antrenorul în minte. Un alt exemplu comun este atunci când un jucător trimite multe servicii în fileu, când antrenorul trebuie să-l determine din nou pe jucător să imprime o traiectorie ascendentă a rachetei către minge. Antrenorul poate să exagereze cerându-i jucătorului să încerce să lovească serviciul orizontal, direct în gardul din spate. Deseori la următoarele câteva servicii, jucătorul plasează mingea în zona de fund a careului de serviciu și își consolidează mișcarea ascendentă și spre înainte atunci când execută serviciul. O examinare mai cuprinzătoare a acestei probleme poate fi găsită în *Manualul Antrenorului Avansat, ITF* (Crespo și Miley, 1998).

Observați că pe teren, antrenorul revine imediat (linia punctată din Figura 7.2) să observe jucătorul și măsura în care intervenția a modificat performanța. În afara terenului, antrenorul revine la studierea și pregătirea sa pentru proxima ocazie când va folosi analiza calitativă în lucrul cu acel jucător.

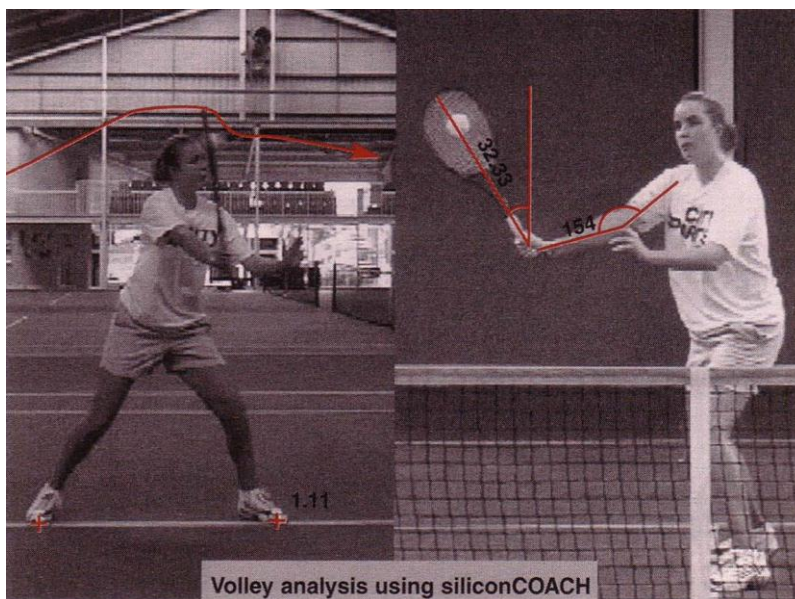
Majoritatea mișcărilor corpului și rachetei în loviturile din tenis sunt foarte rapide, astfel este adesea recomandat a se extinde puterea de observație a antrenorului folosind imagini video în reluare cu viteză redusă. Reluarea video are o lungă istorie în instruirea în tenis. Această secțiune va rezuma punctele importante privind folosirea imaginilor video pentru a îmbunătăți observația în loviturile din tenis. Knudson și Morrison (2002) oferă o examinare mai extinsă a reluărilor video ca o formă de feedback și ca un instrument de extindere a puterii de observație în analiza calitativă.

Vederea umană nu poate detecta evenimente care durează mai puțin de aproximativ o pătrime până la o cincime de secundă (adică 4 până la 5 cadre pe secundă). Folosirea imaginilor video analoge standard sau digitale va permite capturarea a 25 (Europa/Australia/Asia) sau 30 (USA) imagini pe secundă. Pentru ca imaginea video să fie clară (neîncețoșată) antrenorul trebuie să folosească o viteză de tăiere de 1/500 sau 1/1000 de ori pe secundă. Se pot obține 25 sau 30 imagini pe secundă. Din nefericire, dacă dispozitivul este mai mic, este nevoie de mai multă lumină. Afară există multă lumină pentru a captura imagini de o calitate bună, dar în sală ar fi de ajutor pentru antrenor să aibă la dispoziție lumini portabile pentru a crește iluminarea când se face o înregistrare video.

Existând posibilitatea de a opri sau a derula imaginea video cu viteză scăzută, reluarea permite antrenorului să vadă detaliile loviturii care sunt dificil de observat în mișcarea reală. Dezvoltările recente privind capturile video în format digital pentru calculatoare au permis apariția unor programe specializate în analiza video calitativă destinate antrenorilor. Exemple de astfel de programe sunt SiliconCOACH, NEAT, Mostill SE, V1, Swinger sau Dartfish. Aceste programe de soft facilitează afișarea, manipularea și desenarea pe videoclipurile importate ale camerelor de înregistrare (Figura 7.3). De exemplu, antrenorii pot arăta imaginile video ale jucătorului lor după o vizionare anterioară a serviciului său, sau un videoclip al altui jucător. Instrumentele de desenat permit antrenorilor să traseze linii de referință, cercuri și alte obiecte pe videoclip pentru a sublinia punctele cheie ale tehnicii jucătorilor. Majoritatea acestor programe permit antrenorilor să extindă abilitatea lor de a observa reluări video și reluări video la fața locului ca un instrument pentru intervenție.

Figura 7.3.

Softul SiliconCOACH permite o varietate de reluări și opțiuni de afișare pentru imaginile video digitale importate. Tipul traiectoriei rachetei și lungimea pasului sunt ilustrate în imaginea din stânga, iar în imaginea din dreapta sunt calculate caracteristicile unghiulare la un moment dat folosind posibilitățile softului SiliconCOACH.



Partea slabă a unei reluări video simple, chiar îmbunătățită de efectele vizuale datorate programelor de calculator, este aceea că este o reprezentare bidimensională (2D) a unei mișcări tridimensionale (3D). Doar mișcările corpului și rachetei paralele cu imaginea plană vor fi reprezentate cu acuratețe în imaginile video capturate.

Presupunem că folosim o vedere a imaginii din lateral în cazul unei lovituri de dreapta pentru a obține estimarea vitezei capului rachetei folosind caracteristicile de „calcul la un moment dat” ale multora din aceste programe soft. O vedere foarte bună (vedere de pasăre) a mișcării rachetei anterior impactului este ilustrată în Figura 7.4. Mișcarea orizontală tipică a rachetei „văzută” în imaginile video 2D este de doar 0,8 metri, cu toate că de fapt mișcarea tipică a rachetei în plan orizontal a fost de 1,0 metri. Chiar dacă antrenorul a cunoscut distanța în câmpul de vedere, nu s-a putut calcula cu exactitate adevărata viteză 3D a rachetei dintr-o singură imagine video. Măsurătorile exacte ale mișcărilor 3D folosite în jocul de tenis sunt dificile și vor fi discutate mai în detaliu în următoarea secțiune a analizei cantitative. Analiza calitativă a reluărilor de imagini video, oricum, este foarte folositoare, dar antrenorii ar trebui de asemenea să țină cont de faptul că ceea ce ei văd pe imaginile video 2D este distorsionat când mișcarea este înspre cameră sau înapoi. De exemplu, nu se știe cât de exacte sunt calculele la un moment dat în Figura 7.3 din moment ce aliniamentul brațului jucătorului relativ la cameră este necunoscut.

DE REȚINUT:

Reluarea video poate îmbunătăți puterea de observație a antrenorului, dar țineți cont că mișcarea înspre cameră sau înapoi este distorsionată în imaginile bidimensionale.

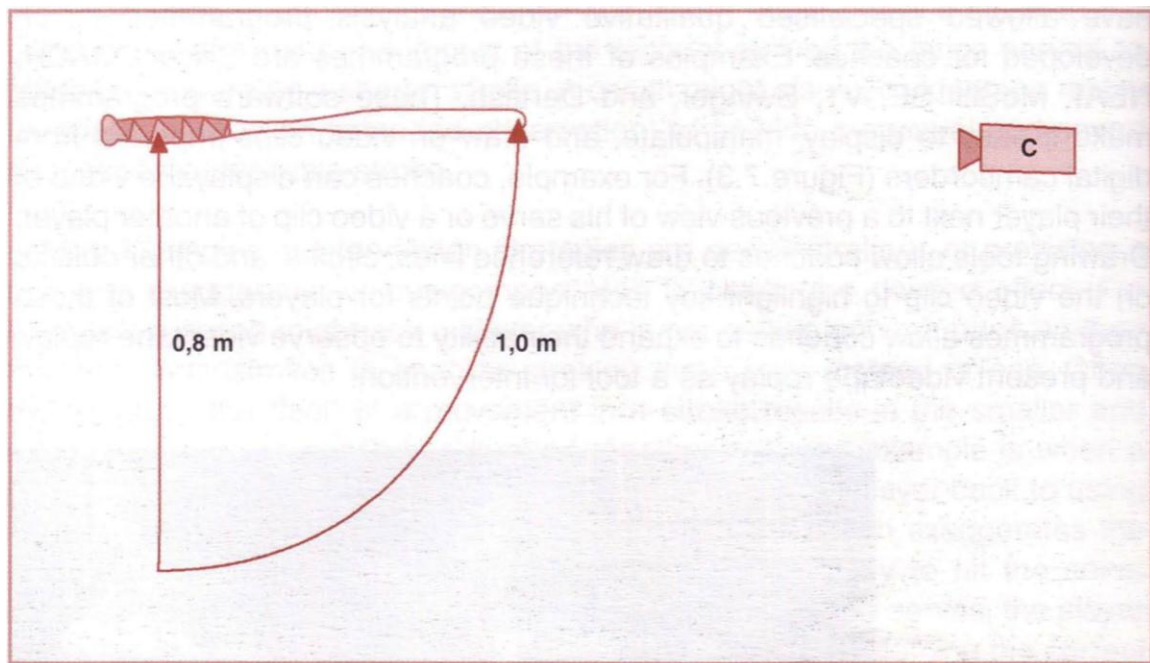


Figura 7.4. O vedere foarte bună a mișcării rachetei la lovitura de dreapta arată că o înregistrare laterală a aceleiași mișcări a rachetei (Camera: C) „vede” doar o proiecție (0,8 m) a mișcării reale (1,0 m). Estimarea vitezei rachetei la o lovitură de dreapta tipică din perspectiva unei imagini bidimensionale va fi inexactă.

Presupunem că ești antrenor într-un turneu profesionist. Jucătorul se bazează pe abilitatea ta de a evalua adversarii, execuțiile tactice în meci și pe ajutorul pe care i-l poți da în îmbunătățirea loviturilor. Apoi, analiza calitativă a tehnicii loviturii ajută jucătorul să-și dezvolte jocul și să reducă pe termen lung riscul accidentărilor. Această secțiune va revedea cele patru sarcini ale analizei calitative utilizând drept exemplu reverul ilustrat în Figura 7.5.

În sarcina de **pregătire** antrenorul revede biomecanica loviturilor, informațiile sale despre jucător și suprafața de joc pe care se va desfășura meciul. Antrenorul ar prefera să observe meciul din lateral către spatele terenului. Antrenorul poate de asemenea să-și planifice extinderea observației prin înregistrarea meciului de la televizor.

În sarcina de **observare** antrenorul urmează o strategie de observare. Observarea pentru analiza calitativă este diferită de observarea meciului pentru a evalua tipurile de joc și tacticile. Observarea în analiza calitativă se axează în toate sensurile pe jocul unui jucător. Antrenorul își fixează atenția la acest jucător pe modul cum execută el diverse serii de lovituri, recuperarea terenului și jocul de picioare pentru a-și forma o impresie despre constanța diferitelor chestiuni tehnice. Pentru scopul acestei secțiuni vom avea în vedere tehnica reverului dezvoltată pe parcursul unui meci, ilustrată în Figura 7.5.

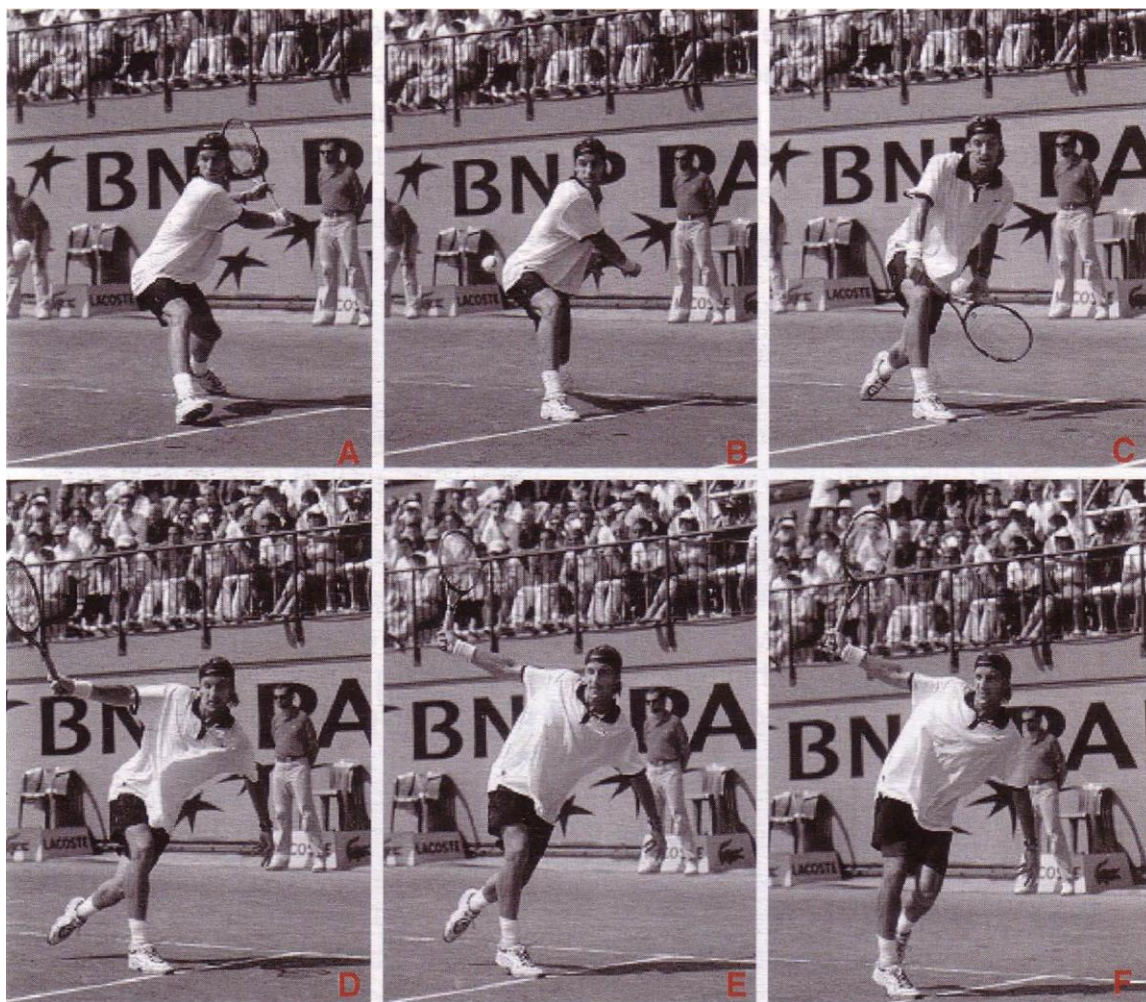


Figura 7.5. Fernando Vicente lovind cu reverul în timpul Open-ului Francez din 2003.

În sarcina de **evaluare și diagnoză** antrenorul are de luat decizii dificile. În cadrul evaluării antrenorul stabilește punctele tari și punctele slabe ale reverului jucătorului. La jucătorii profesioniști vor fi multe puncte tari de văzut, dar punctele slabe vor fi subtile și dificil de identificat. De exemplu, Fernando Vicente, jucătorul din secvență, clasificat pe poziția 40 în ATP, utilizează bine anumite principii biomecanice, dar își poate îmbunătăți alte elemente ale loviturii. Diagnoza performanței determină prioritățile unei posibile intervenții. Cel mai adesea are în minte să facă aceste judecăți pentru îmbunătățirea performanței, dar ar trebui de asemenea să ia în considerare și potențiale riscuri de accidentare. Următoarele puncte ilustrează evaluarea și diagnoza acestei lovituri.

- Punctele tari ale reverului lui Vicente sunt traiectoria de jos în sus a rachetei (necesară pentru generarea topspin-ului) și terminarea lungă a loviturii, care ajută la menținerea vitezei bune a rachetei (cum s-a discutat în Capitolul 2) și la reducerea riscului de accidentare.
- Replicând la lovitura scurtă și în unghi a adversarului, Vicente este solicitat să se deplaseze în diagonală către minge. În Figurile 7.5a și 7.5b, Vicente își transferă greutatea de pe piciorul din spate pe cel din față în efectuarea unui rever din poziție închisă. Oricum, ca rezultat al poziției închise momentul liniar de la schimbarea greutății nu este aliniat în direcția loviturii. Combinația dintre poziția de lovire, momentul corpului și poziția la impact produce un balans care este mai mult de-a curmezișul mingii decât către aceasta.
- Această tehnică a poziției închise poate fi foarte eficace când se joacă un lung de linie decisiv sau un passing shot așa cum este arătat în secvență. Dar, recuperarea terenului din această poziție este dificilă. Pentru loviturile de rever regulate de pe linia de fund o poziție semideschisă ar fi în mod obișnuit de preferat pentru că permite mai mult transfer de greutate în direcția loviturii și va determina creșterea vitezei loviturii.
- În ciuda faptului că Vicente este bine echilibrat înaintea impactului (capul rămâne cu centrul său de greutate deasupra unei baze largi de susținere; Figurile 7.5a și 7.5b), Figura 7.5c arată înclinarea trunchiului care schimbă centrul său de greutate în afara bazei de susținere, afectându-i în mod nefavorabil echilibrul de după impact. Acest lucru poate compromite de asemenea recuperarea terenului și pregătirea pentru următoarea lovitură.
- Poziția piciorului din față a lui Vicente (paralel cu fileul) ar putea fi îmbunătățită pentru a ameliora răsucirea pe care o creează la articulația genunchiului. Așezând piciorul la un unghi de 45° îl va ajuta să-și țină extremitatea inferioară aliniată și să reducă riscul de accidentare. Dacă acest tip de așezare a piciorului (tălpii) din față prin alunecare este executată în mod repetat pe parcursul unui meci, încărcarea repetată plasată la nivelul genunchiului poate deveni motiv de îngrijorare în materie de accidentări.
- Deși rotația șoldului tinde să fie limitată de poziția închisă, Figurile 7.5a și 7.5b arată că Vicente își rotește partea superioară a corpului astfel încât el este capabil să producă rotații mari ale trunchiului în întindere. Așa cum a fost explicat în Capitolul 2, acest lucru depozitează energie elastică în musculatură și țesuturile de legătură asociate, care poate fi recuperată pentru utilizarea ei în scopul generării vitezei rachetei în timpul balansului înainte.

Intervenția este sarcina în care antrenorii își aplică planurile de îmbunătățire a performanței. În cazul unui jucător de elită, antrenorul trebuie să-l includă pe acesta în luarea deciziei pentru ca feedback-ul să pară mai puțin ca o comandă și mai mult ca o sugestie. Presupunând că jucătorul a câștigat, antrenorul ar putea să înceapă această discuție văzând-o ca pe o strategie pentru următorul meci. În acest exemplu antrenorul ar putea să spună „Cum simți că te-ai descurcat cu loviturile scurte și în unghi ale adversarului pe reverul tău?” În funcție de opinia exprimată de jucător, antrenorul poate spune: „Mi s-a părut că de fiecare dată când te-ai aflat în această situație ai răspuns cu un rever agresiv în lung de linie. Cred că într-adevăr poziția pe care ai adoptat-o (închisă) ți-a limitat alternativele aici. Poate că dacă ai fi fost mai abil în a intui intențiile adversarului te-ai fi mișcat mai repede tăind unghiul și ai fi putut folosi o poziție semideschisă sau mai deschisă. Acest lucru ți-ar fi permis o rotație mai mare a șoldului pentru a crea ritm și de asemenea ți-ar fi permis să recuperezi mai repede terenul în cazul în care adversarul ți-ar fi răspuns la lovitură. Retragera rachetei a fost excelentă și știi că o poți face la toate loviturile, așa încât hai să ne axăm acum la ajungerea la minge mai devreme și să ținem adversarul într-o poziție defensivă. Ce crezi?”

Dacă jucătorul este de acord cu analiza, următorul antrenament ar putea să implementeze ajustările concluzionate, pentru următorul meci. Antrenorul va alege exerciții și combinații de lovituri care ar urma să aibă importanță în următorul meci. Procesul de analiză calitativă va fi apoi repetat pentru următorul (următoarele) meci (uri).



Fostul jucător de top Francisco Clavet studiind filmul loviturilor sale

3 ANALIZA CANTITATIVĂ

Analiza cantitativă este obținerea de măsurători din tenisul de performanță și folosirea acestor valori pentru a ajuta la stabilirea strategiei de intervenție. Aceste măsurători pot îmbrăca diferite forme, de la statisticile jocului în meci, analize din notițele despre mișcarea jucătorului sau tactica de joc, până la documentații despre variabile biomecanice complexe. Această secțiune va sublinia punctele tari și punctele slabe ale acestor instrumente de îmbunătățire a performanței în tenis.

3.1.

STATISTICA JOCULUI ȘI ANALIZA DIN NOTIȚE

Cele mai la îndemână numere despre performanța în tenis sunt statisticile jocului în meci. De la începutul jocului unii jucători și antrenori au urmărit tiparele jocului pentru a evidenția erorile, punctele câștigătoare, procentajul serviciului și alte statistici. Acest lucru a început să fie cunoscut ca „statistica jocului” în meci. Unele din primele analize oficiale cu privire la statisticile jocului în meci ca importanță strategică au fost clasicele texte scrise de Talbert și Old (1956, 1962). Apariția microcalculatoarelor mai ieftine a dus la apariția primului sistem de statistică bazată pe calculator (Computenis) la începutul anilor '80. Versiunile mai recente (Tennis Analyzer, ChartMate Pro) funcționează pe baza calculatoarelor portabile sau de palmă. În domeniul științei sportului, aceste analize cantitative sunt cunoscute ca analize din notițe sau analize de performanță (Hughes și Barlett, 2002; Lyons, 2002). Datele despre joc de tenis din timpul meciurilor au o mare importanță pentru jucători și antrenori deoarece schimbările din jocul modern, de exemplu viteze mai mari la serviciu, pot de fapt să schimbe strategia „regulilor degetului mare” (de ex. procentajul la primul serviciu) pentru multe lovituri și situații. De exemplu, este mai important de știut procentajul punctelor câștigătoare împreună cu procentajul la primul și la al doilea serviciu (Brody și alții, 2002). Un jucător care practică stilul serviciu voleu poate lua în considerare o viteză mai mică la primul serviciu într-un efort de a mări procentajul primului său serviciu când are un adversar care returnează bine.

3.2.

RADAR

Alte măsurători obișnuite din tenisul de performanță sunt vitezele mingii înregistrate de aparatele radar de mână. Aparatele radar pot să măsoare cu acuratețe vitezele mingii când aparatul este direcționat în linie (în spate sau în față) cu traiectoria mingii (Brody, 1992). Eroarea variază cu cosinusul unghiului dintre raza radarului și mișcarea mingii. În termeni practici, eroarea este mică ($< 5\%$) până la 15° , dar dincolo de 25° eroarea va fi mai mare de 10% . O altă sursă de eroare este acolo unde traiectoria mingii trece prin raza radarului. Antrenorii trebuie să plaseze bine radarul astfel încât să preia mișcarea mingii imediat după impactul cu racheta.

Antrenorii care folosesc aparate radar pentru a măsura viteza serviciului sau reducerea acestei viteze datorită oboselii trebuie să se asigure că înregistrează serviciile în aceeași direcție. Având aparatul îndreptat către centrul terenului la un serviciu îndreptat către colțul careului de serviciu, raza radarului și

mișcarea mingii vor fi într-un unghi de 14° , astfel că viteza serviciului va fi subestimată cu aproximativ 3%.

Interpretarea datelor despre viteza mingii sunt dificile din cauza variației vitezei de-a lungul loviturii. Viteza în loviturile de bază variază mai mult din cauza diferențelor vitezei mingii anterior impactului, rotației și locației impactului pe suprafața rachetei. Chiar și pentru loviturile în condiții stabile, cum ar fi serviciul, variația tipică a vitezelor la primul serviciu pentru mingile care aterizează în teren pot fi între 2 și 20%, în funcție de nivelul de îndemânare al jucătorului. Antrenorii ar trebui să aibă în vedere a calcula o medie a câtorva viteze la serviciu înainte de a concluziona că serviciul a pierdut din ritm în comparație cu viteza din ziua precedentă.

3.3.

MĂSURAREA MIȘCĂRILOR LOVITURII

O potențială tehnică de analiză cantitativă utilă este măsurarea biomecanică a mișcărilor corpului și rachetei în jocul de tenis. Biocinematica este măsurarea mișcărilor lucrurilor vii. Biocinematica în tenis poate fi folosită prin faptul că oferă antrenorului informații mai specifice și mai precise despre temporizarea și mișcarea corpului jucătorului. Realitatea este că aceste măsurători oferă linii generale bune pentru ghidarea tehnicii dorite a loviturii, dar sunt dificil de făcut și nu sunt de natură a face parte pentru ceva timp din antrenamentul pe terenul de tenis.

Diferite tehnici au fost utilizate pentru a efectua aceste măsurători, incluzând filmările de mare viteză, video, imagini stroboscopice, și diferite tipuri de detecție a mișcării. Biomecanica de început a tenisului a fost bazată pe imagini 2D (Plagenhoef, 1970), dar natura complexă și viteza celor mai multe dintre mișcările din tenis necesită tehnici 3D. Rezumatele acestor studii care pot fi folosite ca ghiduri pentru tehnica dorită au fost publicate (Elliott, 1989; Knudson și Elliott, în presă).

Cercetările biomecanicii au utilizat prima dată tehnicile fotometriei pentru a combina datele sub formă de imagini de la camere multiple (imagini 2D) pentru a reconstrui măsurătorile 3D. Cea mai folosită tehnică utilizează o structură calibrată pentru o reprezentare esențială a volumului spațiului 3D pentru un grup particular de camere. Structura calibrată este scoasă și loviturile din tenis vor urma să fie efectuate în spațiul calibrat. Recent, metode avansate au permis calibrarea spațiilor extinse prin folosirea camerelor cu panou și tijă pentru calibrarea mișcării. Aceste măsurători cinematice 3D au o alcătuire complexă și necesită o matematică complicată pentru a descrie mișcările 3D ale corpului. Culegerea mai eficientă a datelor se face deoarece imaginile camerelor trebuie să fie digitalizate și pentru fiecare segment analizat trebuie să fie trei repere (Figura 7.6). Rezoluția mică a imaginilor video și spațiile largi în care se produc mișcările din tenis produc de asemenea limitarea analizei cantitative 3D a loviturilor din tenis în condițiile jocului în meci.

O cinematică cantitativă 3D mai rapidă poate fi obținută prin senzori electromagnetici (de ex. Polhemus Inc. sau Skill Technologies). Această tehnică implică prinderea unor senzori de greutate ușoară pe segmentele corpului și pe rachetă. Versiunile inițiale ale acestor tehnologii au fost de asemenea limitate

de volumul 3D mic al spațiului care ar putea fi studiat. Sistemele curente pot acum să facă măsurători precise în volume mai mari de spațiu astfel că analiza loviturilor din tenis în timpul simulării jocului este posibilă.

DE REȚINUT:

Analiza cantitativă a loviturilor necesită cercetări considerabile. Antrenorii sau jucătorii care doresc o asemenea aplicare ar trebui să consulte un biomecanic specializat (cu diplomă) și cu experiență în tenis.

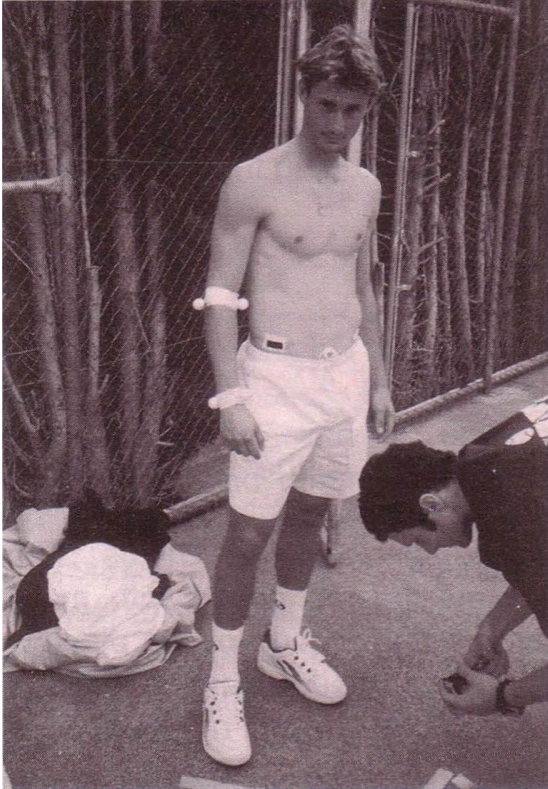


Figura 7.6. Videografia cantitativă în biomecanică necesită proceduri mai complicate și repere atașate pe jucător.

Din nefericire, analizele biomecanice cantitative 3D sunt acum și în viitorul apropiat nepractice pentru majoritatea jucătorilor de tenis. Dacă o persoană sau o organizație ar vrea să fundamenteze un studiu biomecanic 3D pentru un jucător, ar fi scump (timp și bani) și ar solicita proceduri extinse și ajutor de la un biomecanic expert. Trebuie să existe apoi asigurarea că jucătorul este forțat să facă loviturile în condițiile în care el joacă în concurs astfel încât datele să fie realiste.

Mai este o problemă tehnică cu privire la majoritatea studiilor biocinematice din tenis. Problema este legată de omogenizarea datelor cinematice din apropierea impactului. Pentru a fi omogene, măsurătorile biomecanice precise necesită erori mici ale datelor. Accelerarea foarte mare a rachetei și brațului jucătorului la impact face dificilă o omogenizare fără indicatori nedistorsionați. Dacă avem date cinematice precise din apropierea impactului, apoi avem nevoie de procesări de date și tehnici de omogenizare speciale (Knudson și Bahamonde, 2001).

Cu toate că studiile biomecanice cantitative ale loviturilor din tenis pot oferi informații utile antrenorului despre tehnici îndămănoase, aceste măsurători sunt dificile, scumpe și consumatoare de timp. Îmbunătățirile din domeniul calculatoarelor și programelor soft au automatizat multe din aceste proceduri, dar este foarte important ca un biomecanic (persoană cu diplomă în biomecanică) să fie consultat în efectuarea și interpretarea acestor măsurători astfel încât să fie evitate erorile. Antrenorii ar trebui să fie prudenți când plătesc serviciile de analiză biomecanică din cauza acestor probleme tehnice în obținerea și analizarea datelor.

Cauzele mecanice ale loviturilor de tenis pot fi studiate utilizând electromiografia (EMG) și unele tipuri de analize cinetice. EMG este amplificarea și înregistrarea semnalelor electrice ale mușchilor când aceștia sunt activați. Cinetica semnifică studiul forțelor și torsiunilor care creează mișcarea. Biocinetica este studiată în mod obișnuit prin măsurarea directă a forțelor și torsiunilor, estimarea indirectă a forțelor/torsiunilor la fileu din măsurători cinematice și prin simulări pe calculator.

Majoritatea studiilor despre biomecanica cineticii loviturilor din tenis s-au axat pe potențialul risc de accidentare ale diferitelor structuri ale corpului. Au existat studii despre forțele de impact asupra mâinii (Knudson, 1991b; Knudson și While, 1989), despre forțele și torsiunile din articulații în cazul loviturilor de dreapta la fileu (Bahamonde și Knudson, 2003) și despre servicii (Bahamonde, 2000; Elliot și alții, 2003). Au fost de asemenea studiate și tipurile generale de activare a mușchilor în lovituri (Blackwell și Cole, 1993; Chow și alții, 1989; Knudson și Blackwell, 2000; VanGheluwe și Hebbelinck, 1986). Doar recent studiile au folosit modele simplificate ale loviturilor de tenis pentru a simula efectul variațiilor în tehnica de performanță sau accidentări (Legnani și Marshall, 1993; Riek și alții, 1999). De curând, studiile cinetice din tenis au început însă să analizeze forțele și torsiunile pe care corpul le utilizează pentru a efectua lovituri. Complexitatea și costul acestor studii fac dificilă analiza cinetică a loviturilor din tenis ale jucătorilor individuali. Următoarea secțiune va rezuma modul în care pot fi utilizate unele analize cantitative de către antrenorii care lucrează în circuitele profesionale.

Un antrenor care antrenează un jucător sau o echipă într-un turneu va aprecia performanța folosind procedurile analizei calitative discutate anterior. Această analiză poate include unele înregistrări video ale meciurilor și situații speciale de lovituri care să ajute la pregătirea meciurilor. Deși majoritatea jucătorilor și antrenorilor din turneu nu folosesc des analiza cantitativă, noi am sugera că în unele cazuri astfel de proceduri sunt cu totul potrivite. Analiza din notițe formează în mod evident baza pentru „cercetarea” adversarului și este așadar un nivel de analiză cantitativă care oferă informații importante pentru jocul de turneu. Practica tradițională și analiza calitativă la un jucător cu o deficiență majoră (caz întâlnit chiar și la primii 20 cei mai buni jucători) poate să nu aibă același beneficiu ca acela de a-ți rezerva timp pentru a cuantifica problema în mod extins. Astfel că o folosire eficace a analizelor cantitative ar trebui să se focalizeze pe punctele slabe ale loviturii sau pe problematica expunerii la accidentări pe care antrenorul și jucătorul le-au identificat.

Nu există dubii că mulți jucători cad în „obișnuirea cu tehnica greșită” pe parcursul muncii din jocul din turneu care ar putea fi corectată. Credem că este foarte dificil să se dezvolte o formă de substanță a analizei cantitative pentru a planifica o strategie de intervenție în scopul corectării aspectelor mecanice ale producerii loviturilor câtă vreme este implicat activ în jocul meciurilor de simplu dintr-un turneu. Oricum, este timp pentru analiza și limpezirea problemelor tehnice într-un sezon competițional: între

săptămânile de turneu (de ex. între un turneu pierdut și primul tur al următorului turneu) sau între grupuri de turnee consecutive. Exemple de analiză cantitativă în circuitul profesionist sunt discutate mai jos.

Ideal ar fi ca analizele cantitative să includă obținerea imaginilor video 3D de mare viteză ale mișcărilor în cauză. Această analiză poate de asemenea să includă obținerea EMG, date despre forța și/sau puterea mușchilor. Ar fi de dorit ca aceste date să fie deja disponibile pentru a le compara cu cele din testarea anterioară. Lipsa de asemenea informații face ca datele obținute să fie comparate doar cu datele limitative din literatura de tenis. Din nefericire, datele 3D, atât cinematice cât și cinetice ale jucătorilor de elită din tenis sunt puține și nu sunt disponibile pentru toate variațiile stilurilor de lovituri din sport. Unele exemple specifice de analiză cantitativă din tenisul profesionist ar putea fi:

- Un jucător simte dureri la încheietură în timpul meciului. Acest lucru poate necesita o analiză a mișcării membrului superior pe durata loviturii, numită în mod obișnuit „încărcarea” în regiunea încheieturii. Scopul intervenției ar fi modificarea oricăror cauze tehnice care duc la încărcare excesivă în încercarea de a reduce durerea și a permite participarea mai departe în turneu.
- Un jucător simte durere la umăr în timpul serviciului. Situația s-ar explica în urma unor analize cantitative multiple datorită multor cauze care produc durere la umăr. Pe lângă un examen ortopedic, ar trebui măsurată întinderea mușchilor umărului sportivului la un dinamometru izocinetic (Figura 7.7). Este uzual ca jucătorii de tenis să dezvolte întinderi și tipuri de mișcări neechilibrate la nivelul umărului pe parcursul jocului (Chandler și alții, 1998; Ellenbecker și Roetert, 2002). Raportul de torsiune (întindere concentrică) între rotatorii interni și externi ai umărului este în mod obișnuit recomandat să fie 1,3-1,5:1 (Ellenbecker și Roetert, 2003). Dacă întinderea și tipul mișcării nu sunt potențiale cauze, pot fi efectuate analizele cinetice. Datele cinematice 3D pot fi folosite pentru a estima în mod indirect (dinamică inversă) forțele și torsiunile din încheietura umărului în jocul la fileu. Analiza ar trebui combinată cu EMG cu privire la stabilizarea mușchiului rotatorului cuff și scapulei. Din păcate, mușchiul rotator cuff necesită EMG cu tehnica acoperirii (inserției de electrozi), astfel că medicii pot să folosească ultrasunete pentru a verifica plasarea electrozilor pentru examinare. În mod clar unii jucători nu vor fi interesați de folosirea acestor metode invazive de examinare EMG cu ace.

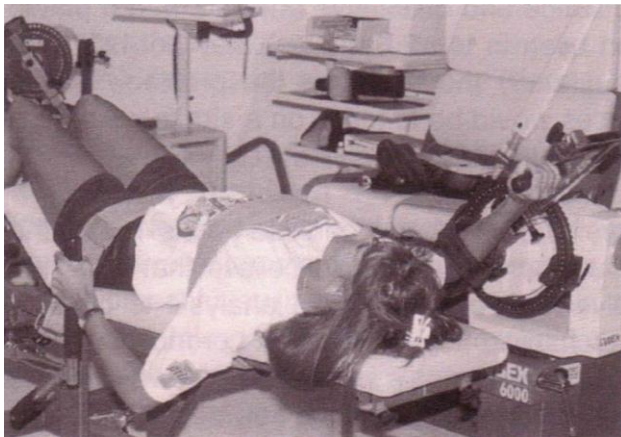


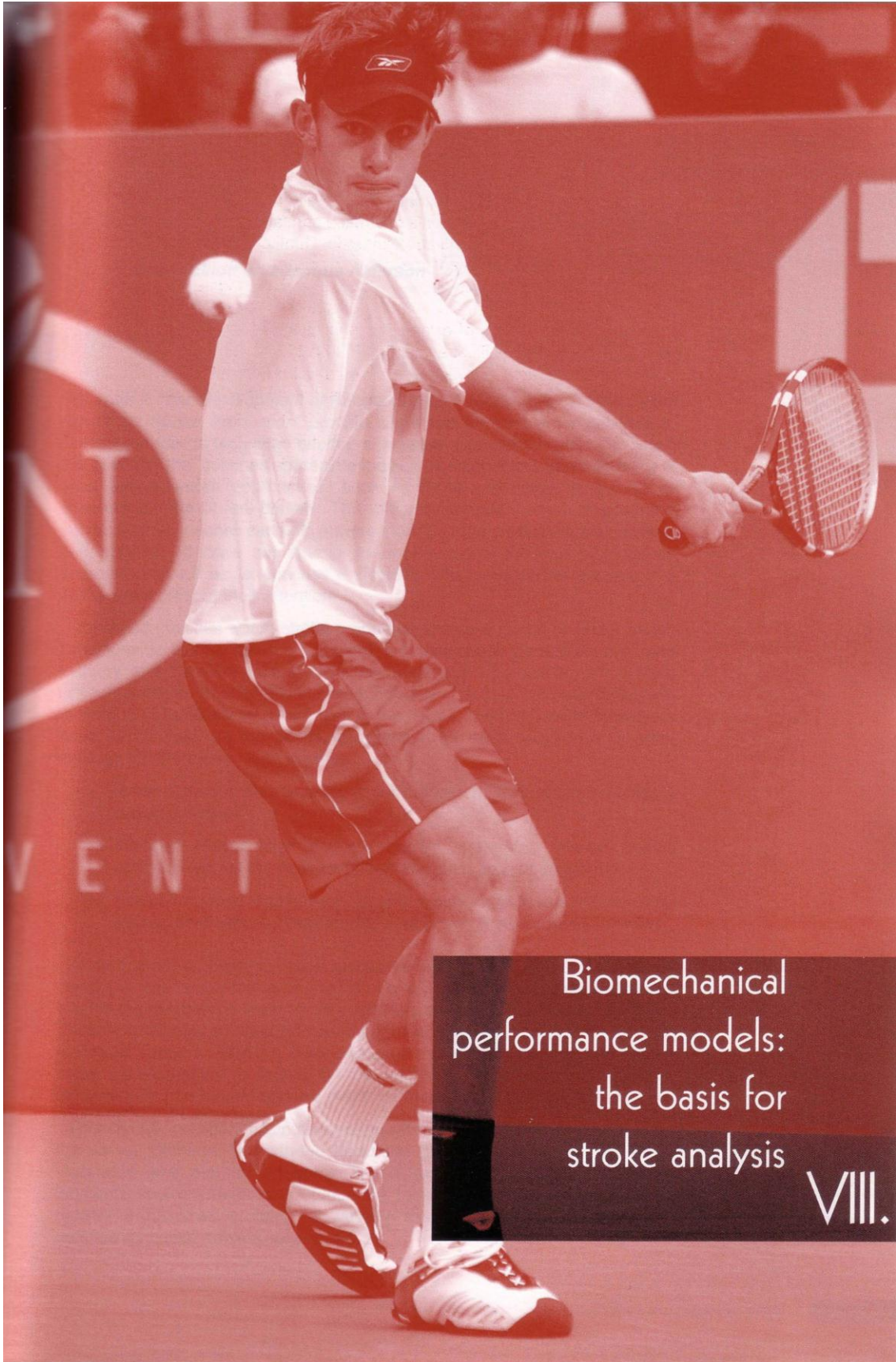
Figura 7.7. Mașinile izocinetice permit testarea întinderii rotatorilor interni și externi ai umărului în sportul specific. (Imagine obținută prin bunăvoința lui Todd Ellenbecker, PT).

- În cazul unui jucător care suferă dureri în partea de jos a spatelui poate fi necesară evaluarea „stabilității centrale” în timpul meciului sau pentru meciul următor. Această problemă poate fi măsurată prin examinarea tipurilor de activare dinamică și de coordonare ale mușchilor care au importanță pentru stabilizarea trunchiului (adică transversali abdominali, lombari fesieri și oblici). Acești mușchi trebuie să fie examinați când reacționează la mișcările membrelor și în timpul loviturilor din tenis.
- Un jucător se grăbește să-și modifice acțiunea la lovitura de dreapta pentru a mări puterea în producerea loviturii. Analiza cantitativă, fiind căutată să rezolve această problemă, include studii 3D cinematice și cinetice (dinamică inversă) asupra loviturii de dreapta a jucătorului. Compararea datelor cinematice și cinetice pot fi relaționate și la datele anterioare ale acestei lovituri.
- Un jucător cu o „conducere a piciorului” foarte slabă în acțiunea serviciului, sau care are o mișcare inițială slabă pornind de la o poziție dată în teren poate dori să-și evalueze iuțeala sau capacitatea de „explozie” folosind o platformă de forță. O platformă de forță măsoară forțele instantanee în toate trei direcțiile pe care un jucător le produce în reacție cu pământul. Unele variabile mecanice pot fi calculate din datele platformei de forță și îi pot spune antrenorului aspecte ale performării dinamicii musculare ale extremităților inferioare ale jucătorului.
- Un jucător interesat de îmbunătățirea deplasării sale în teren în sensul acoperirii cât mai bine a acestuia poate utiliza câteva tehnici cantitative. Întrerupătoare electronice de sincronizare sau matrițe de contact pot fi folosite pentru a evalua viteza și agilitatea, în dorința de îmbunătăți abilitatea de a „ajunge la minge”. Informațiile de temporizare (de la numărul de cadre între evenimente) din imaginile video de mare viteză pot fi folosite pentru a compara mișcarea jucătorului, viteza sau iuțeala cu cele ale altor jucători.

Este posibil ca analiza cantitativă să joace în viitor un rol mai mare în dezvoltarea jucătorilor de mare performanță decât a făcut-o până acum. Majoritatea măsurătorilor cantitative și informațiile generate necesită antrenament de specialitate care să fie înțeles în totalitate, dar mai ales necesită asistența profesioniștilor din biomecanică și medicină sportivă.

4 SUMAR

Antrenorii jucătorilor avansați au utilizat în mod tradițional analiza pentru a ajuta la progresul jucătorilor. Analiza jucătorilor poate să comute continuu între analiza calitativă și analiza cantitativă. Analiza calitativă este bazată pe judecăți subiective despre calitatea performanței, în timp ce analiza cantitativă folosește măsurarea performanței. Acest capitol a prezentat în ansamblu o viziune extinsă asupra analizei calitative a loviturilor, dincolo de observarea vizuală tipică și corectarea erorilor. Aplicarea acestui model cu patru sarcini a analizei calitative a fost ilustrată în cazul loviturii de rever a unui jucător profesionist. Unele analize cantitative (radar, statistica meciului, teste de condiție fizică) nu sunt scumpe și sunt în mod obișnuit la îndemâna antrenorilor. Majoritatea analizelor cantitative biomecanice din tenisul de performanță, totuși, solicită echipament specializat și asistență tehnică din partea experților biomecanici. Analizele cantitative pot aduce beneficii dezvoltării profesionale a jucătorului, dar majoritatea acestor analize sunt scumpe și consumatoare de timp. Cercetările mai extinse ca urmare a dezvoltării calculatoarelor, programelor de calculator, echipamentelor au nevoie mai întâi de analiză biomecanică cantitativă pentru a furniza curent informații către antrenori și jucătorii avansați.



Biomechanical
performance models:
the basis for
stroke analysis

VIII.

VIII. MODELELE BIOMECHANICE DE PERFORMANȚĂ: BAZELE ANALIZEI LOVITURII

Bruce Elliot și Jacque Alderson

1 INTRODUCERE

Capitolul 2 „Dezvoltarea vitezei rachetei” și Capitolul 7 „Analiza producerii loviturii avansate” oferă antrenorilor un cadru general pentru evaluarea schimbărilor din tehnică necesare îmbunătățirii producerii loviturii. Oricum, este esențial ca antrenorii să aprecieze înainte caracteristicile biomecanice cheie corespunzătoare fiecărei lovituri, așa cum au fost acestea prezentate în capitolele anterioare, acest lucru conducând la un real beneficiu. Nu le punem în discuție pe fiecare, ele oferă o metodă care va ajuta antrenorii să decidă care caracteristici mecanice dintr-o lovitură merită atenția.

Antrenorii avansați privesc producerea loviturii în timpul unui meci sau efectuată în condiții de meci pentru a identifica aspectele tehnice care pot limita performanța sau pot conduce către accidentări. Este deci esențial ca ei să înțeleagă baza biomecanică a fiecărei lovituri astfel încât schimbările efectuate să nu afecteze talentul jucătorilor. Trebuie clarificate următoarele diferențe la „tipurile de erori” făcute de jucători, astfel ca metoda de antrenament cu privire la fiecare din acestea să identifice o strategie diferită menită să îmbunătățească performanța.

- **Eroare:** greșeală în alegerea loviturii / decizie neinspirată (*aceasta necesită antrenament bazat pe practică*).
- **Greșeală:** jucătorul a încercat să corecteze lovitura dar a eșuat (*statisticile meciului îi vor arăta antrenorului dacă aceasta este o zonă de îngrijorare*).
- **Deficiență:** aceasta poate conduce la accidentări sau la limitarea potențialului jucătorului (*trebuie privită cu seriozitate deoarece poate duce la scăderea performanței sau la accidentare*).

Ca parte a fazei de pregătire, discutată în Capitolul 7, unii antrenori vor adopta un model mecanic pentru fiecare lovitură, în timp ce alții pot să prefere să facă o listă cu trăsăturile mecanice pe care ei le consideră cele mai importante pentru succes. Aceste modele pot fi direcționate către producerea unui punct învingător, care necesită o mai mare viteză a mingii, sau lovirea unei lovituri defensive de pe fundul terenului. Variabilele de sub linia punctată a fiecăruia dintre următoarele modele reprezintă baza reală a mișcării (cauza) și deci sunt cele pe care un antrenor ar trebui să pună accent.

Acest capitol prezintă modele biomecanice de bază și liste mecanice pentru serviciu, lovitura de dreapta, reverul cu două mâini și voleul de dreapta. Deficiențele în tehnică sunt legate aproape inevitabil de una sau o combinație de caracteristici biomecanice. Odată ce lovitura de bază reprezentată în aceste modele este însușită, antrenorul va face modificări pentru loviturile lungi, scurte și defensive, ș.a.

2 SERVICIUL

2.1.

TEORIE

Următorul model de serviciu (Figura 8.1) și listă de trăsături mecanice (Tabelul 8.1) identifică caracteristici importante ale acestei lovituri.

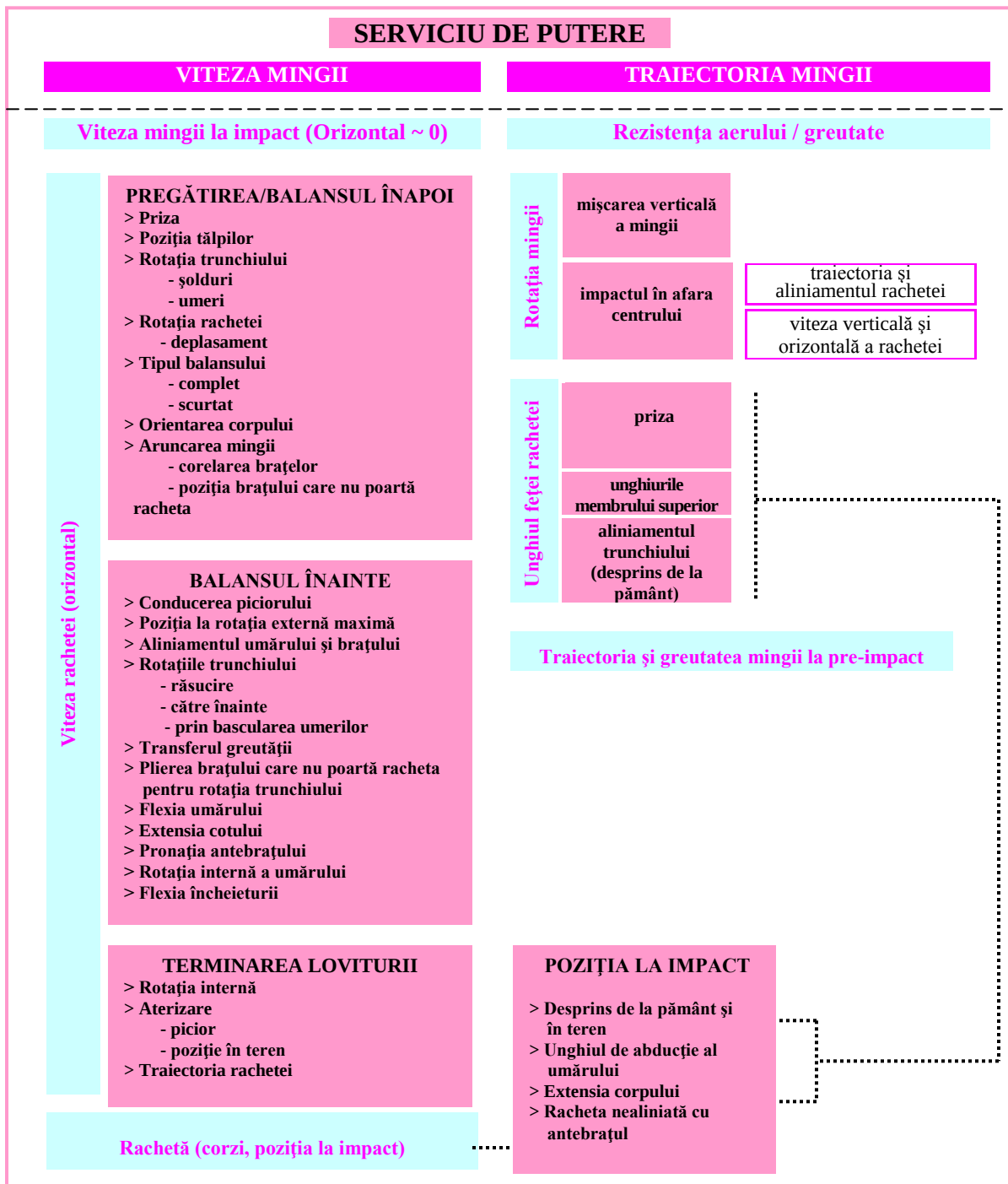


Figura 8.1. Modelul mecanic al serviciului (vezi Elliot și alții, 1986; Fleisig și alții, 2003).

CARACTERISTICA MECANICĂ	SERVICIU DE PUTERE	DREAPTA LIFTATĂ	REVERUL CU DOUĂ MÂINI	VOLEUL DE DREAPTA
PREGĂTIRE				
Anticiparea adversarului/recuperare	X	√	√	√
Priza	√	√	√	√
Pas de rupere	X	√	√	√
Poziția de lovire	√	√	√	√
BALANS ÎNAPOI				
Aruncarea mingii	√	X	X	X
Coordonarea brațelor	√	√	√	√
Flexia genunchilor	√	√	√	√
Rotațiile șoldului/genunchiului	√	√	√	√
Rotația rachetei/relaționarea la umărul din spate	√	√	√	√
Tipul balansului	√	√	√	√
Poziția brațului care nu poartă racheta	√	√	X	√
Orientarea corpului	√	√	√	√
BALANS ÎNAINTE				
Conducerea piciorului	√	√	√	√
Rotația șoldului	√	√	√	√
Rotațiile trunchiului > înainte > prin bascularea umerilor > răsucire (unde este cazul)	√	√	√	√
Unghiul umărului la rotația externă maximă	√	√	X	X
Aliniamentul umărului și brațului (brațelor)	√	√	√	√
Mișcarea brațului care nu poartă racheta	√	√	X	√
Ridicarea brațului superior/flexia înainte	√	√	√	√
Flexia/extensia cotului	√	√	√	√
Pronația antebrațului	√	X	X	X
Rotația internă a umărului	√	√	X	X

CARACTERISTICA MECANICĂ	SERVICIU DE PUTERE	DREAPTA LIFTATĂ	REVERUL CU DOUĂ MÂINI	VOLEUL DE DREAPTA
BALANS ÎNAINTE				
Racheta către corp (momentul de inerție)	√	√	√	√
Flexia/extensia încheieturii	√	√	√	√
Lanț cinetic / transferul greutatei	√	√	√	√
Echilibru	√	√	√	√
Mișcare legată	X	X	X	√
Aliniamentul la impact a brațului care poartă racheta	√	√	√	√
POZIȚIE LA IMPACT				
Greutate, poziția corpului	√	√	√	√
Poziția capului	√	√	√	√
Unghiul umărului între braț (brațe) și trunchi	√	√	√	√
Aliniamentul și traiectoria rachetei	√	√	√	√
TERMINAREA LOVITURII				
Aterizarea piciorului	√	√	√	√
Rotația internă a umărului	√	√	X	X
Rotația trunchiului	√	√	√	X
Conducerea rachetei	√	√	√	√
Recuperarea terenului/echilibru	√	√	√	√

Tabelul 8.1. Lista caracteristicilor mecanice ale producerii loviturilor

Rețineți, nu toate secțiunile ale modelului/listei voastre au aceeași importanță și de aceea trebuie identificate variabilele cheie. În timp ce coordonarea balansului înainte poate fi o caracteristică esențială a acțiunii la serviciu, alte părți pot fi opționale (de ex. poziția în față sau în spate a piciorului în acțiunea la serviciu). Datele obiective raportate în cercetările din știința sportului în cauză se situează de obicei într-o marjă de acceptabilitate pentru fiecare din variabilele din model. Oricum, nu ar trebui a căuta ca oricine să producă lovitura în același fel. Variațiile sunt importante, astfel că mai degrabă ar trebui luată în considerare o marjă de acceptabilitate decât o măsură absolută.

Exemple de astfel de marje la serviciu ar fi:

- Flexia genunchilor la balansul înapoi: $110^\circ \pm 10^\circ$
- Valoarea de vârf a rotației externe a brațului superior: $165^\circ \pm 10^\circ$
- Unghiul brațului superior cu trunchiul la impact: $100^\circ \pm 10^\circ$
- Locul impactului cu mingea: direct în față la 0,2 m. spre stânga piciorului dinainte (jucător dreptaci).

2.2.

APLICAȚIE

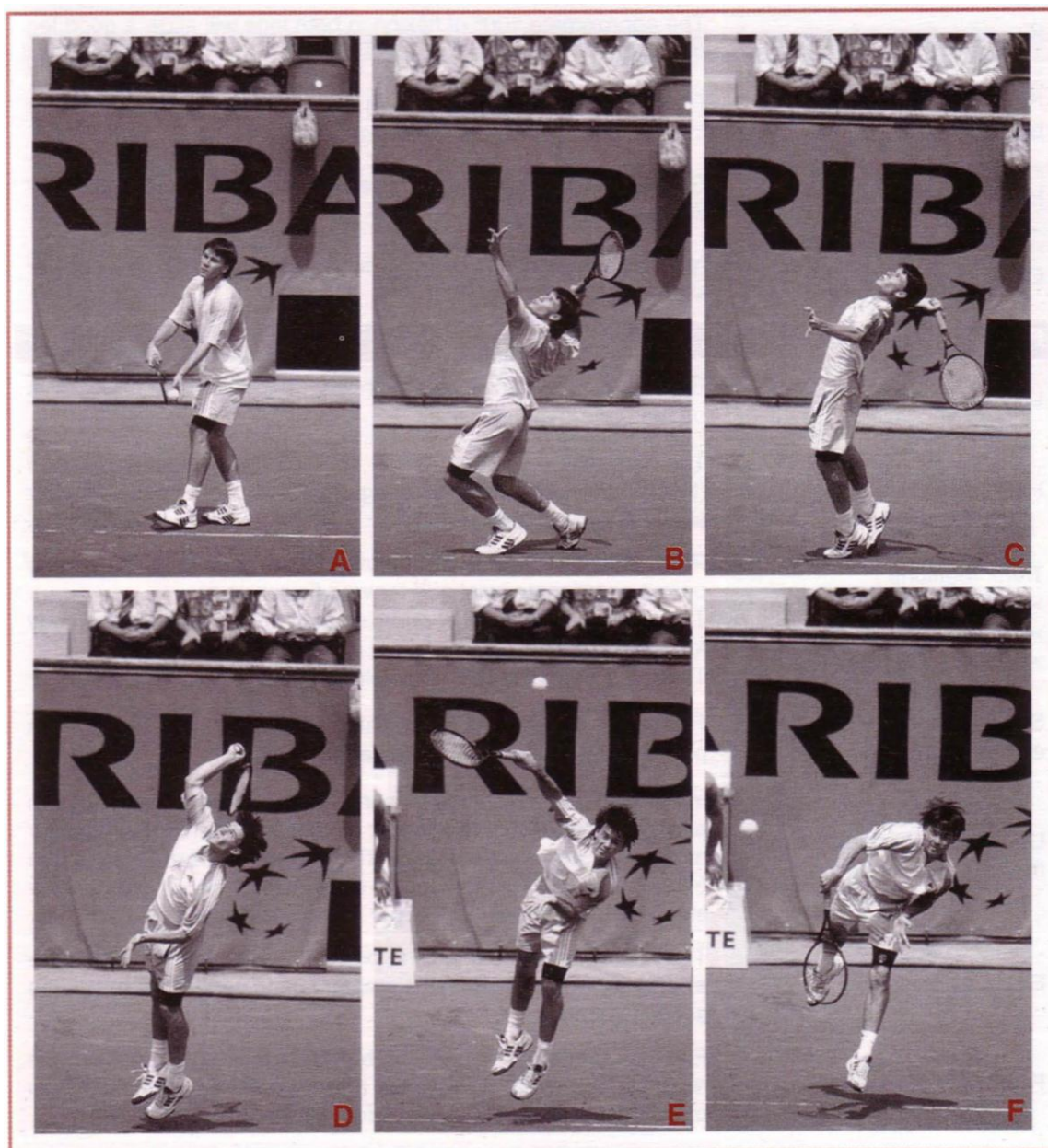


Figura 8.2. Serviciul lui Guillermo Coria văzut din față.

CARACTERISTICA MECANICĂ	SERVICIU DE PUTERE
PREGĂTIRE	
Priza	Priza continentală va permite o libertate mai largă mișcării încheieturii, esențială pentru un serviciu de putere (a).
Poziția	Stilul cu echilibrarea tălpii piciorului din spate (b) folosește ambele picioare pentru a conduce mingea.
Tipul balansului	Balansul scurtat permite poziționarea rachetei în spate și depărtat de trunchi. Aceasta este obținută prin conducerea piciorului și rotația trunchiului (c).
Orientarea corpului	Aliniamentele tălpii, șoldului și a umărului permit o bună rotație în timpul balansului înapoi (a).
BALANS ÎNAPOI	
Aruncarea mingii (mișcarea brațului)	Ridicarea brațului care nu poartă racheta și poziția capului oferă o bază echilibrată la lovire (b).
Flexia genunchilor	Flexia genunchilor cu aproximativ 100° va permite o bună conducere a piciorului (b).
Rotația rachetei / legătura cu umărul din spate	Racheta poziționată departe de corp astfel încât musculatura rotatorilor interni ai umărului este în întindere (c).
Rotațiile șoldului/trunchiului	A fost creată o întoarcere bună a șoldului și umărului, cu un unghi de separație de aproximativ 20°.
Coordonarea brațelor	Brațul care nu poartă racheta a condus balansul necesar pentru un serviciu de putere (b).
BALANS ÎNAIATE	
Conducerea piciorului	O conducere bună este obținută de la ambele picioare (b-c) astfel încât corpul este desprins de la pământ la impact (e).
Rotația șoldului	Șoldul joacă un rol pasiv în bascularea umerilor (apare doar odată cu o bună conducere a piciorului și cu mișcarea de basculare a umerilor).
Rotațiile trunchiului > prin bascularea umerilor > răsucire > prin flexie înainte	Umărul drept urmează o traiectorie aproape verticală peste cel stâng pentru a permite o răsucire adecvată și o flexie înainte (c-e). Trunchiul se rotește cu aproximativ 90° față de poziția corpului la impact (b-e). Trunchiul flexează înainte pentru a dezvolta momentul unghiular (d-f).
Unghiul maxim de rotație externă a umărului	Antebrațul este în mod corect poziționat, aproape paralel cu fileul, lucru care plasează musculatura anterioară a umărului în întindere.
Ridicarea brațului superior / flexia înainte a umărului	În combinație cu rotația umăr peste umăr, ridicarea brațului superior și mișcarea înainte creează baza potrivită pentru rotațiile brațului la o mai mare distanță (c-d). Brațul care nu poartă racheta pliază către trunchi (reduce momentul de inerție) pentru a ajuta la bascularea umerilor și ridicarea decii a brațului superior (c-d).
Extensia cotului	Antebrațul se extinde rapid către poziția rachetei la impact (d-e). Această mișcare va juca un rol mare în generarea vitezei la al doilea serviciu.
Pronația antebrațului	Pronația antebrațului este evidentă între d și e pentru a poziționa racheta la impact. Când brațul este aproape de extensia completă, această mișcare se va lega natural cu rotația internă a umărului.
Rotația internă la umăr	Această parte integrantă a acțiunii la serviciu este evidențiată în mod clar între d și f.

Flexia/extensia încheieturii	Flexia ulnară (degetul mic) și înainte a încheieturii formează ultima verigă a lanțului cinetic la impact (d și e).
Lanțul cinetic / transferul de greutate	Componenta înainte a conducerii piciorului în combinație cu flexia înainte a trunchiului permite corpului să se miște înainte și în sus către impact
POZIȚIE LA IMPACT	
Greutate, poziția corpului	Deși momentul impactului nu a fost ilustrat, este evident că extensia completă a corpului este obținută odată cu poziționarea mingii marginal către stânga piciorului din față.
Unghiul dintre brațul superior și trunchi (alinamentul trunchiului)	Un unghi de aproximativ 90° permite generarea vitezei maxime în timp ce se reduce încărcarea la umăr și la cot.
Aliniamentul dintre rachetă și antebraț	Deși nu au fost capturate în film pozițiile rachetei înainte și după impact, s-ar sugera că racheta este în mod corect nealiniată cu antebrațul (d-e).
Traectoria rachetei	Este evidentă o traiectorie în sus, înainte și laterală (d-e).
TERMINAREA LOVITURII	
Piciorul de aterizare	Aterizarea va surveni pe piciorul din față datorată rotației prin bascularea umerilor.
Rotația internă la umăr	Rotația internă și pronația continuă după impact pentru a ajuta la disiparea încărcărilor la nivelul umărului (e-f).
Traectoria rachetei	Poziția inițială creată de rotația internă a umărului este apoi modificată de flexia umărului și cotului pentru a poziționa racheta (e-f).
Recuperarea terenului / echilibru	Coria pare să fie gata să aterizeze într-o postură echilibrată, pregătit să joace următoarea lovitură.

Tabelul 8.2. Analiza serviciului lui Guillermo Coria ilustrat în Figura 8.2

3 LOVITURA DE DREAPTA

3.1.

TEORIE

Următorul model (Figura 8.3) și Tabelul 8.1 identifică caracteristici importante ale loviturii de dreapta liftată.

Exemple de rate de acceptabilitate la lovitura de dreapta liftată ar fi:

- Rotația trunchiului în timpul balansului înapoi: $110^\circ \pm 10^\circ$.
- Rotația trunchiului la impact: $10^\circ \pm 20^\circ$ (depinzând de priză).
- Traectoria rachetei: 20° (faza inițială a balansului înainte) până la 50° (la impact) $\pm 10^\circ$.
- Unghiul rachetei la impact: $90^\circ - 5^\circ$.

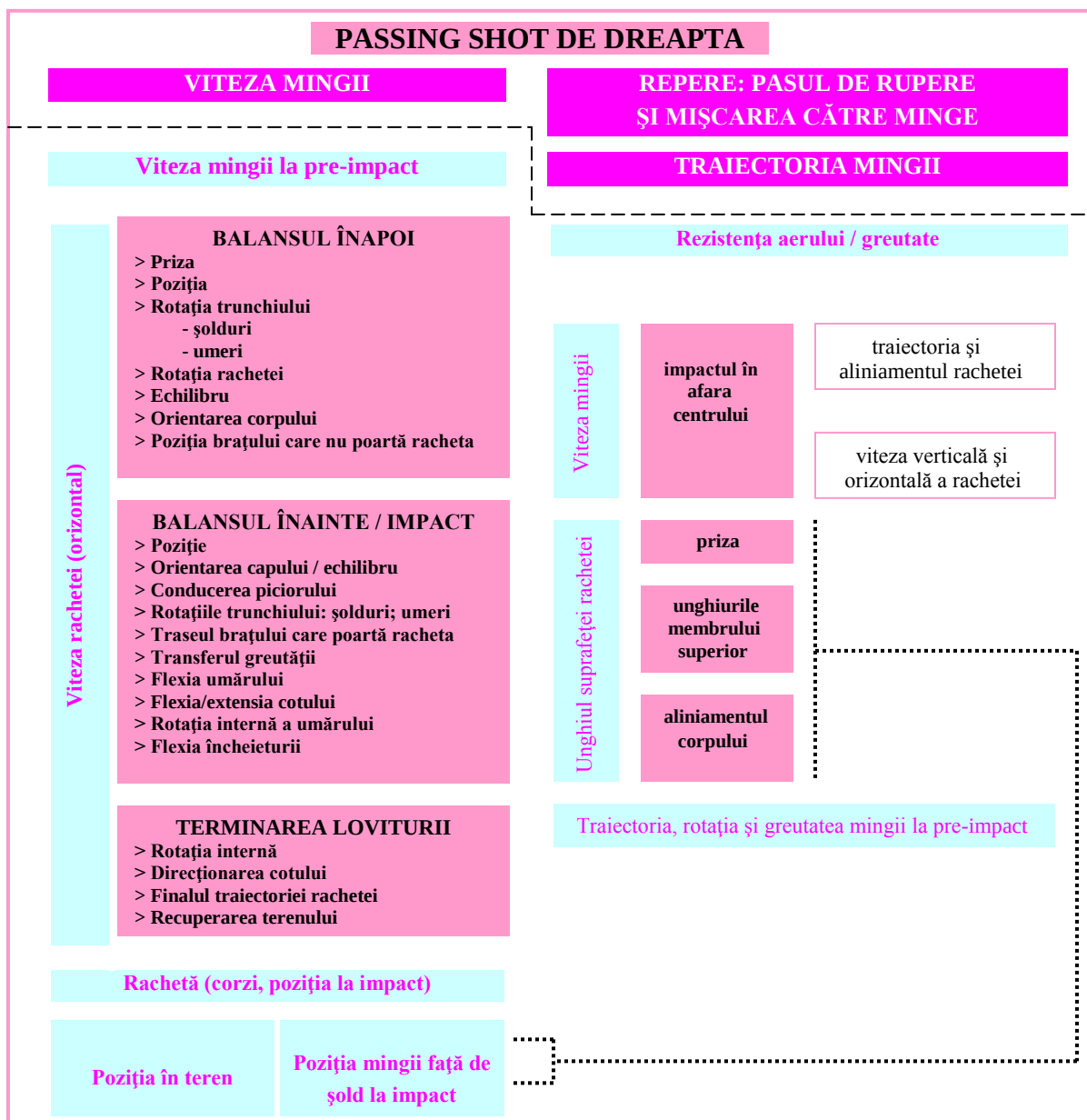


Figura 8.3. Modelul mecanic a passing shot-ului de dreapta liftat (vezi Crespo și Higuera, 2001; Elliot și alții, 1989; Elliot și alții, 1997).



Figura 8.4. Lovitura de dreapta a lui Juan Carlos Ferrero (vedere laterală).

CARACTERISTICA MECANICĂ	LOVITURA DE DREAPTA LIFTATĂ
PREGĂTIRE	
Anticiparea adversarului / recuperarea spre minge	Din imaginile incluse nu poate fi trasă nici o concluzie.
Priza	Priza vestică permite ca impactul să se producă imediat sub înălțimea umărului, cu o suprafață a rachetei având unghiul foarte închis (d).
Poziția	Poziția deschisă echilibrată permite o rotație completă a trunchiului pe o bază stabilă (a și b).
BALANS ÎNAPOI	
Flexia genunchiului	Genunchiul drept este flexat în pregătire pentru transferul greutatei (b).
Rotațiile șoldului și trunchiului	Odată ce atât șoldurile cât și umerii au fost roțiți înapoi, întoarcerea mai largă a umerilor creează un unghi de separație între șold și umăr astfel că musculatura rotatoare a trunchiului este plasată în întindere (a-b).

BALANS ÎNAPOI	
Poziția brațului care nu poartă racheta	Brațul care nu poartă racheta a ajutat la crearea rotației trunchiului și acționează pentru a echilibra mișcarea brațului care poartă racheta (a-b).
Rotația rachetei / legătura cu umărul din spate	Racheta este rotită în conexiune cu trunchiul astfel încât aceasta este îndreptată dincolo de perpendiculara liniei de la încheietură la spatele terenului (c).
Orientarea corpului / echilibru	Greutatea este pe piciorul drept, care poate apoi să acționeze ca o sursă a direcționării dinspre teren (b). Forța generată de acest picior ajută la rotația înainte a șoldului drept (a-c).
BALANS ÎNAIATE	
Conducerea piciorului din spate	Cum s-a afirmat mai sus, piciorul drept este în extensie la genunchi și șold pentru a crea rotație și mișcarea înainte înspre minge (b-c).
Rotațiile șoldului și umărului	Șoldurile se mișcă către o poziție mai deschisă ca urmare a conducerii piciorului (b-c), apoi umărul se rotește înainte către impact (b-d).
„Traseul” rachetei	Racheta „trasează” mișcarea trunchiului care se rotește înainte, lucru care plasează mușchii anteriori ai umărului în întindere (b-c).
Transferul greutateii	Deși există un anume transfer înainte, cea mai mare parte a puterii vine în această lovitură de la rotația totală a corpului.
Mișcarea cotului	Unghiul încheieturii cotului nu se schimbă prea mult între fotografiile c și d, deoarece umărul este ținut relativ aproape de trunchi (c-d).
Flexia orizontală a umărului	Mișcarea înainte a brațului superior lucrează în combinație cu rotația trunchiului pentru a genera viteza rachetei (c-d). Acest lucru este mai bine observat comparând poziția cotului cu cea a aliniamentului umerilor.
Rotația internă la nivelul umărului	O rotație internă viguroasă apare târziu pe parcursul balansului înainte, chiar înainte de (d) și apoi continuă (e-f).
Flexia încheieturii	Imaginile nu permit identificarea acestei mișcări.
Lanțul cinetic	Lovitura, care începe cu conducerea piciorului, „curge” lin prin corp către impact (b-e).
POZIȚIE LA IMPACT	
Poziția corpului	Rotația înainte aproape că este cauza desprinderii de la sol la impact (d). Impactul asupra mingii se produce în fața corpului, cu ochii focalizați pe zona de impact (d). Trunchiul s-a rotit înainte astfel încât ajunge aproape paralel cu fileul (d).
Unghiul rachetei	Racheta este aliniată la $\approx 90^\circ$ față de teren (suprafața rachetei este dispusă sub un unghi foarte închis) (d).
Traectoria rachetei	Se vede o traiectorie a rachetei de jos (c) în sus (d), necesară pentru o lovitură liftată.
Raportarea mingii față de corp	Impactul apare aproape de vârful săriturii mingii, în față și la o distanță confortabilă față de corp (d).
TERMINAREA LOVITURII	
Lovirea direct în minge	Brațul continuă să se miște înainte astfel că brațul superior este aproape paralel cu solul, având cotul îndreptat în general pe direcția loviturii (e).
Finalul traiectoriei rachetei (rotația internă a umărului și rotația trunchiului)	Rotația internă continuă după impact (d-e), cauzând înfășurarea rachetei în jurul corpului (e-f).
Recuperarea terenului / echilibrul	Deși efectiv desprins de sol, este clar că jucătorul este bine echilibrat și gata să se miște pentru lovitură următoare (d-f).

Tabelul 8.3. Analiza loviturii de dreapta liftată a lui Ferrero ilustrată în Figura 8.4.

4 REVERUL CU DOUĂ MÂINI

4.1.

TEORIE

Următorul model al reverului cu două mâini (Figura 8.5) și Tabelul 8.1 identifică caracteristicile importante ale acestei lovituri.

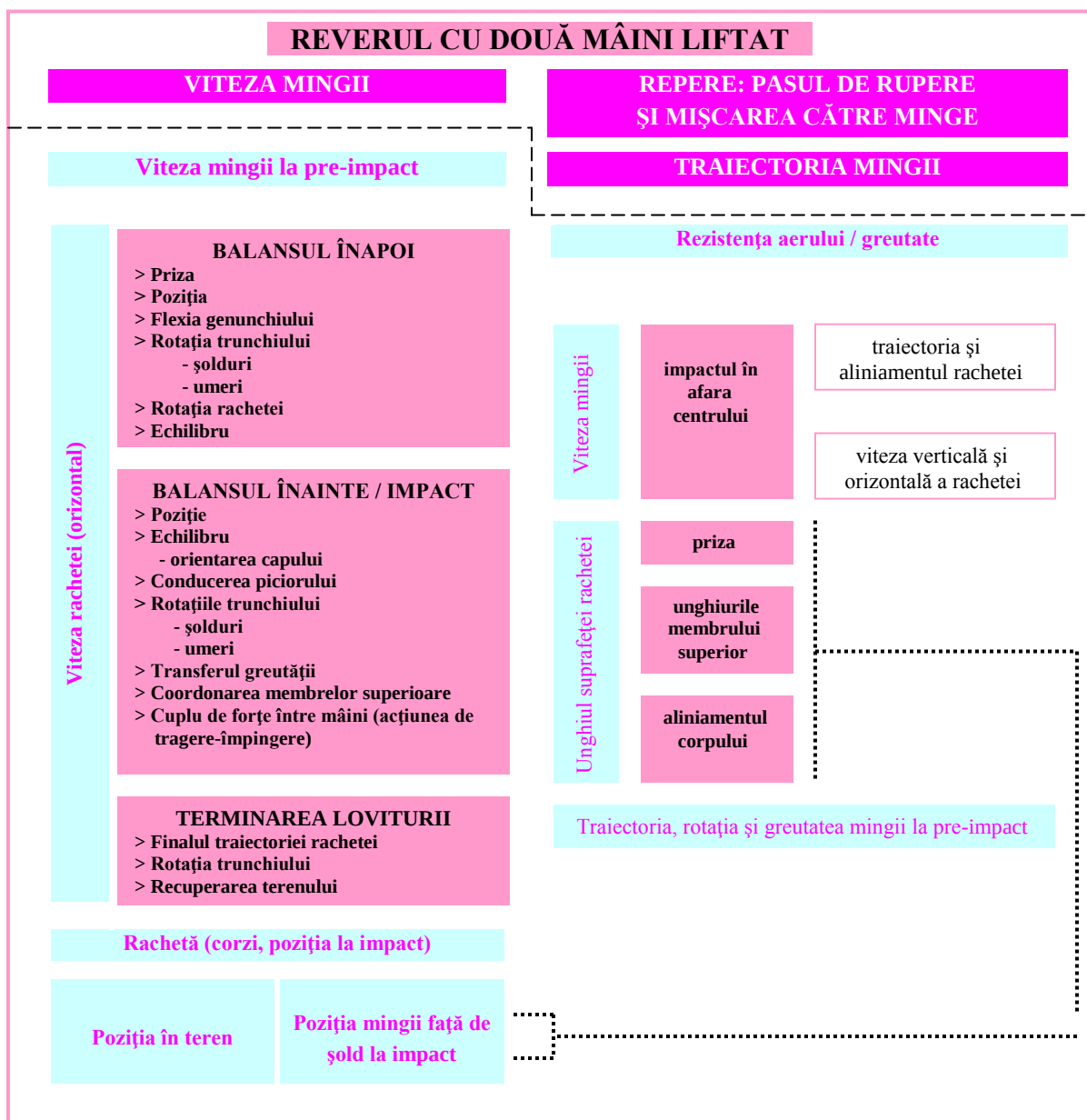


Figura 8.5. Modelul mecanic al reverului cu două mâini (Reid și Elliott, 2002).

Exemple de marje de acceptabilitate la reverul cu două mâini ar fi:

- Unghiul de separație la sfârșitul balansului înapoi: $20^\circ \pm 10^\circ$.
- Rotația rachetei la sfârșitul balansului înapoi: $200^\circ \pm 20^\circ$ (depinzând de priză).
- Unghiul rachetei la impact: $90^\circ \pm 5^\circ$.
- Impactul asupra mingii de la mijlocul șoldului (în poziția semideschisă): lateral – $0,7 \pm 0,1$ m; în față – $0,4 \pm 0,1$ m.

4.2.

APLICAȚIE



Figura 8.6. O vedere laterală a reverului cu două mâni al Serenei Williams.

CARACTERISTICA MECANICĂ	REVERUL CU DOUĂ MÂINI
PREGĂTIRE	
Anticiparea adversarului / recuperarea spre minge	Din imaginile incluse nu poate fi trasă nici o concluzie.
Priza	Deși este dificil de detectat din imaginile incluse, este evident în (c) că mâna dreaptă are priza continentală, în timp ce mâna stângă are o priză vestică de forhand.
Poziția	Este adoptată o poziție semideschisă (a-c).
BALANS ÎNAPOI	
Flexia genunchilor	Ambii genunchi sunt flexați pentru a oferi o bază de la care poate fi creată rotația eficientă a trunchiului și mișcarea înainte (a-b).
Rotațiile șoldului și trunchiului	Odată ce atât șoldurile cât și umerii au fost roțiți înapoi, întoarcerea mai largă a umerilor creează un unghi de separație între aceste aliniamente astfel că musculatura rotatoare a trunchiului este plasată în întindere (a-b). Comparați poziția în (b) în cazul unei lovituri de dreapta efectuată cu mâna stângă cu poziția din Figura 8.4b corespunzătoare unei lovituri de dreapta.
Rotația rachetei / Legătura cu umărul din spate	Racheta este rotită cu un unghi de 180° față de poziția de start astfel că este îndreptată către gardul din spate (b).
Coordonarea brațelor	Brațele lucrează ca un bloc unitar în poziționarea rachetei.
Orientarea corpului / echilibru	Fotografia (c) poate indica faptul că mingea este poziționată prea aproape de corp. Corpul pare bine echilibrat, totuși pentru un jucător cu mai puțină forță se poate ca această orientare să fie înghesuită și să constituie o incomodare în dezvoltarea vitezei rachetei.
BALANS ÎNAINTE	
Conducerea piciorului din spate	Conducerea piciorului din spate nu este de natură să genereze rotația trunchiului, totuși jucătorii cu mai puțină forță în partea superioară a corpului ar trebui sfătuiți să conducă cu acest picior (c). S-ar părea că Serena folosește acest picior din spate flexat pentru echilibru, nu pentru generarea forței.
Rotațiile șoldului și trunchiului	Rotația șoldului urmată de rotația umărului se efectuează pentru a poziționa trunchiul pentru impact (b-c).
Transferul greutății	Reorientarea piciorului din față arată că greutatea a fost transferată pe acest picior (c).
Coordonarea membrelor superioare	Ambele brațe, câtă vreme lucrează în armonie, generează putere acționând ca segmente multiple (b-c).
Cuplul de forțe între mâini	Imaginea nu permite vreun comentariu asupra folosirii independente a celor două mâini pentru a genera forță la impact. Oricum, se pare că acestea joacă un rol important la începerea balansului înainte pentru a ajuta la imprimarea traiectoriei ascendente a rachetei (b-c).
Lanțul cinetic / echilibru	Deși (c) indică faptul că impactul poate surveni prea aproape de corp, Serena pare bine echilibrată. În efectuarea loviturii, ea pare că solicită o forță musculară mai mare decât alte jucătoare care pot să dezvolte o mai mare reacție sau forță dinspre teren pentru a ajuta la generarea vitezei rachetei.

POZIȚIE LA IMPACT	
Poziția corpului, unghiul rachetei	Faptul că mingea poate fi prea aproape de corp rezultă din faptul că racheta este ușor deschisă aproape de impact (c). Trebuie să nu accentuăm prea mult pe unghiul rachetei deoarece ar putea să fie ușor deschisă în perioada impactului (nu este înregistrat pe film).
Traectoria rachetei	Racheta se mișcă de jos (b) în sus (c), lucru care imprimă o traiectorie normală pentru loviturile plate-liftate.
Raportarea mingii față de corp	Impactul asupra mingii se produce cât mai mult în fața corpului.
TERMINAREA LOVITURII	
Finalul traiectoriei rachetei	Extensia brațului pe parcursul arealului de lovire este o caracteristică a acestei lovituri (c-d). Racheta se înfășoară în jurul trunchiului pentru a permite o încetinire graduală a loviturii (e).
Rotația trunchiului	Acțiunea viguroasă a brațului cauzează după impact rotația trunchiului înainte (e).
Recuperarea terenului / echilibru	La terminarea loviturii este adoptată o poziție bine echilibrată, Serena este gata să se miște în următoarea locație a terenului (f).

Tabelul 8.4. Analiza reverului cu două mâini al lui Williams ilustrat în Figura 8.6.

5 VOLEUL DE DREAPTA (LA FILEU)

5.1.

TEORIE

Următorul model pentru voleul de dreapta la fileu (Figura 8.7) și Tabelul 8.1 identifică caracteristicile importante ale acestei lovituri.

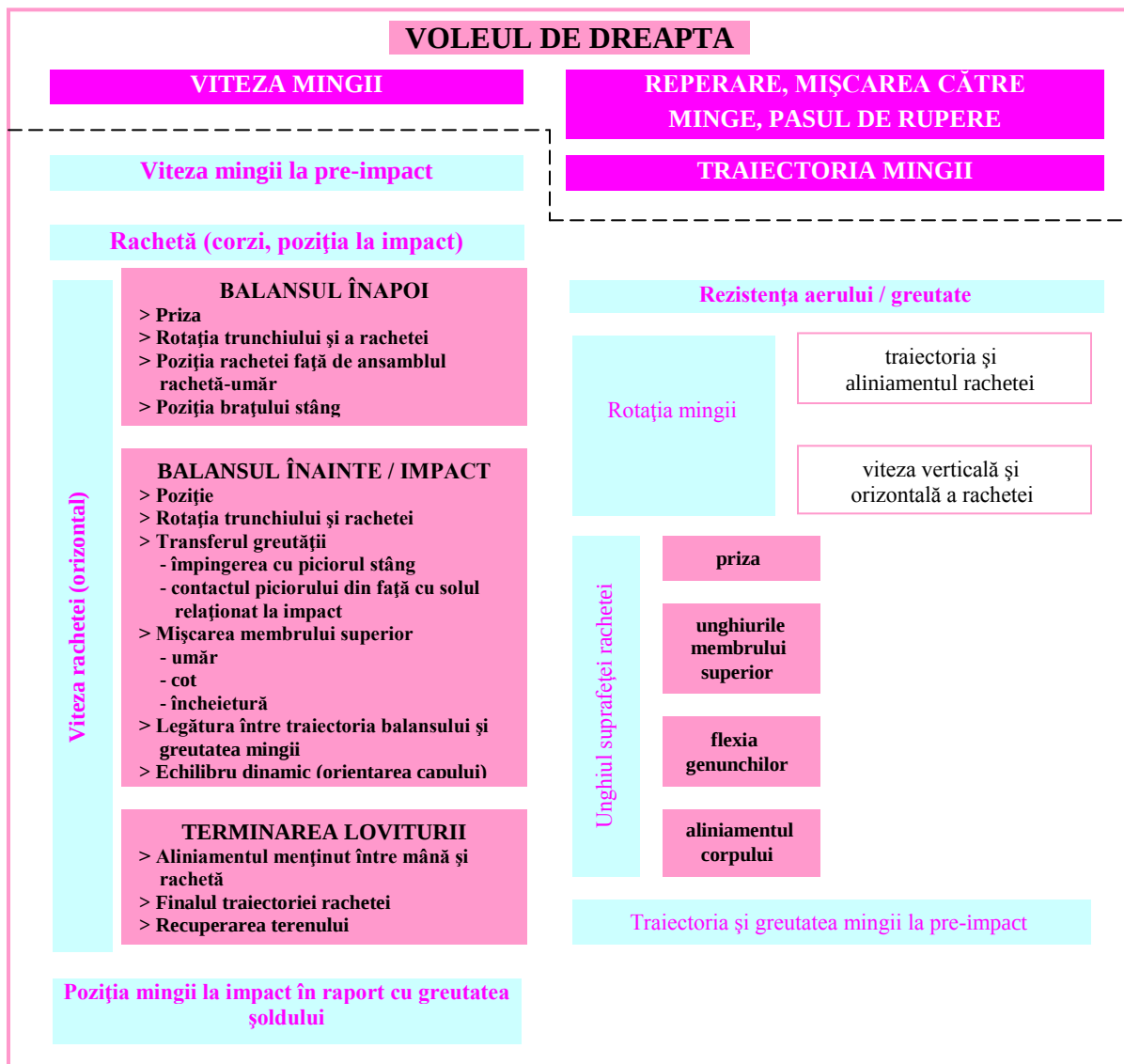


Figura 8.7. Modelul mecanic al voleului de dreapta (Chow și alții, 1999; Elliott și alții, 1988).

Exemple de marje de acceptabilitate la voleul de dreapta ar fi:

- Pasul de rupere (prezent sau nu).
- Voleu cu flexia genunchilor sub apăsarea pieptului: $135^\circ \pm 10^\circ$.
- Rotația umărului la impact: $50^\circ \pm 10^\circ$.
- Aliniamentul rachetei și mâinii trebuie să rămână constantă pe parcursul impactului, afară de cazul demi-voleului.
- Impactul survine imediat înaintea aterizării în urma pasului în diagonală pentru volee sub apăsarea pieptului.

5.2.

APLICAȚIE

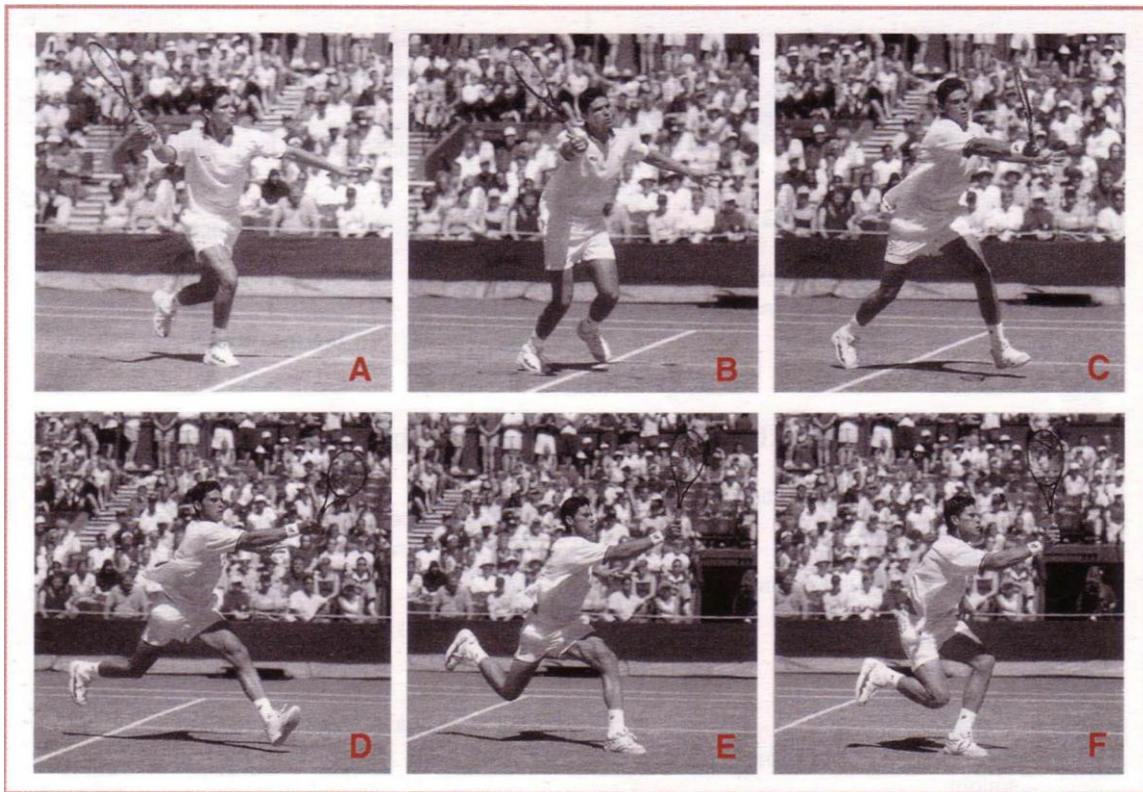


Figura 8.8. O vedere laterală a voleului de dreapta al lui Mark Philippoussis.

CARACTERISTICA MECANICĂ	VOLEUL
PREGĂTIRE	
Anticiparea adversarului / recuperarea terenului	Nu se poate determina din această secvență.
Priza	Pare să fie o priză continentală, care permite o orientare mai potrivită a rachetei la impact (c).
Pasul de rupere	Philippoussis este bine echilibrat. Pasul de rupere ar trebui să preceadă mișcarea înainte.

BALANS ÎNAPOI	
Flexia genunchilor	Flexia piciorului din față este potrivită cu înălțimea mingii care se apropie (a).
Rotația trunchiului și a rachetei	Deși nu este observabil, este evident că umerii și racheta s-au întors împreună (a).
Poziția brațului care nu poartă racheta.	Acest braț este folosit pentru echilibru mai mult decât rotația care apare în lovitură (a-c).
Legătura rachetei cu umărul la sfârșitul balansului înapoi.	Racheta este ținută marginal în spatele sistemului rachetă-umăr (grație unei „lăsări pe spate” a încheieturii) în cadrul acestui voleu (a). Deplasarea rachetei ar trebui redusă pentru voleele mai apropiate de fileu.
BALANS ÎNAINTE	
Orientarea corpului / echilibrul dinamic	Echilibrul dinamic este evident, cu greutatea mișcându-se către dreapta în vederea pregătirii pentru impact (a-c). Capul urmărește traiectoria mingii către „zona de lovire” (a-c). Șoldurile stabilizează o „bază a mișcării” de la care umerii se rotesc.
Conducerea piciorului din spate / transferul greutății	Ar apărea că acest picior stâng a condus în mod corect corpul spre dreapta, iar flexia pe genunchi facilitează transferul greutății (a). Această mișcare înainte liniară este necesară pentru crearea vitezei rachetei în timpul impactului (b-c).
Rotația trunchiului	Rotația minoră a trunchiului se leagă cu mișcările înainte de mai sus pentru a crea viteza rachetei la impact (a-d).
Rotațiile umărului, cotului și încheieturii	Rotația trunchiului (a-c: viteza sistemului rachetă-umăr), flexia orizontală a umărului (a-c: viteza cotului) și extensia cotului (a-c: viteza încheieturii) sunt folosite pentru a genera viteza rachetei. Mâna este super-extinsă la impact pentru a alinia segmentul mână-rachetă (c).
Legătura între balansul greutății și traiectoria mingii	O traiectorie ușor descendentă este folosită pentru a aplica efectul de rotație înapoi a mingii (a-c).
POZIȚIE LA IMPACT	
Aliniamentul corpului	Deși corpul este echilibrat, nu este staționar, asigurându-se mișcarea corectă înainte înspre minge care contribuie la viteza mingii (c). Trunchiul este flexat înainte și brațul este poziționat în fața corpului (c).
Poziția capului	Capul este bine echilibrat, cu ochii focalizați către zona de impact (c).
Unghiul rachetei / aliniamentul brațului care poartă racheta	Racheta este deasupra nivelului încheieturii, într-o poziție ușor deschisă (c). Racheta și mâna sunt aliniate spre impact, apoi urmează o mișcare a rachetei pe direcția lovirii în cazul acestui voleu agresiv (c-e).
Poziția impactului față de corp	Impactul apare în fața corpului, masa corpului mișcându-se înainte. Se observă că piciorul stâng încă nu a atins solul, asigurându-se mișcarea înainte către impact (b-e).
TERMINAREA LOVITURII	
Recuperarea terenului / echilibru	Greutatea s-a mutat pe piciorul stâng (e), genunchiul flexează rapid într-o mișcare ușoară înainte (e-f), având trunchiul dispus acum paralel cu fileul, astfel încât corpul este gata să se miște pentru lovitura următoare (f).

Tabelul 8.5. Analiza voleului lui Phillipoussis ilustrat în Figura 8.7.

6 SUMAR

Văzând modelele sau Tabelul 8.1 este evident că există o simplitate în structură. Odată ce este realizat conceptul creării unui model este relativ ușor de alternat modelele structurale pentru a se potrivi modificărilor din lovitura de bază (lovitura de dreapta liftată de bază urmată de alternativele necesare pentru lovitura lungă, scurtă, defensivă, atacul cu dreapta și altele). Rețineți, filosofia și stilul vostru de a antrena va dicta modul cum vă prezentați modelele.

Deși toți antrenorii ar trebui să vadă (faza de observare) fiecare lovitură sau mișcare în teren din diferite poziții, la diferite nivele de presiune și folosind diferite simțuri (vedere, auz, simțul mingii, jocului), metoda folosită pentru observarea performanței poate varia.

- **Metoda direcțională:** Analiza mișcărilor pornind de la tălpi și ridicându-ne către picioare, trunchi, braț, rachetă pentru a observa deficiențe în tehnică.
- **Metoda performării:** O consecință a faptului că mingea a fost trimisă mereu lung este folosită ca un ingredient cheie în căutarea deficiențelor în tehnică.
- **Metoda fazelor:** Unii antrenori preferă să observe producerea loviturii pe parcursul diferitelor faze (pregătire, balans înapoi, balans înainte și terminarea loviturii).

Majoritatea antrenorilor folosesc o combinație ale acestor detecții ale defecțiunilor tehnice de mai sus. De exemplu, la analiza serviciului un antrenor poate să folosească metoda direcțională (de la tălpi în sus), în timpul diferitelor faze (balans înainte și terminarea loviturii) în scopul corectării deficiențelor de performanță (procentajul mare de greșeli prin trimiterea mingii în fileu).

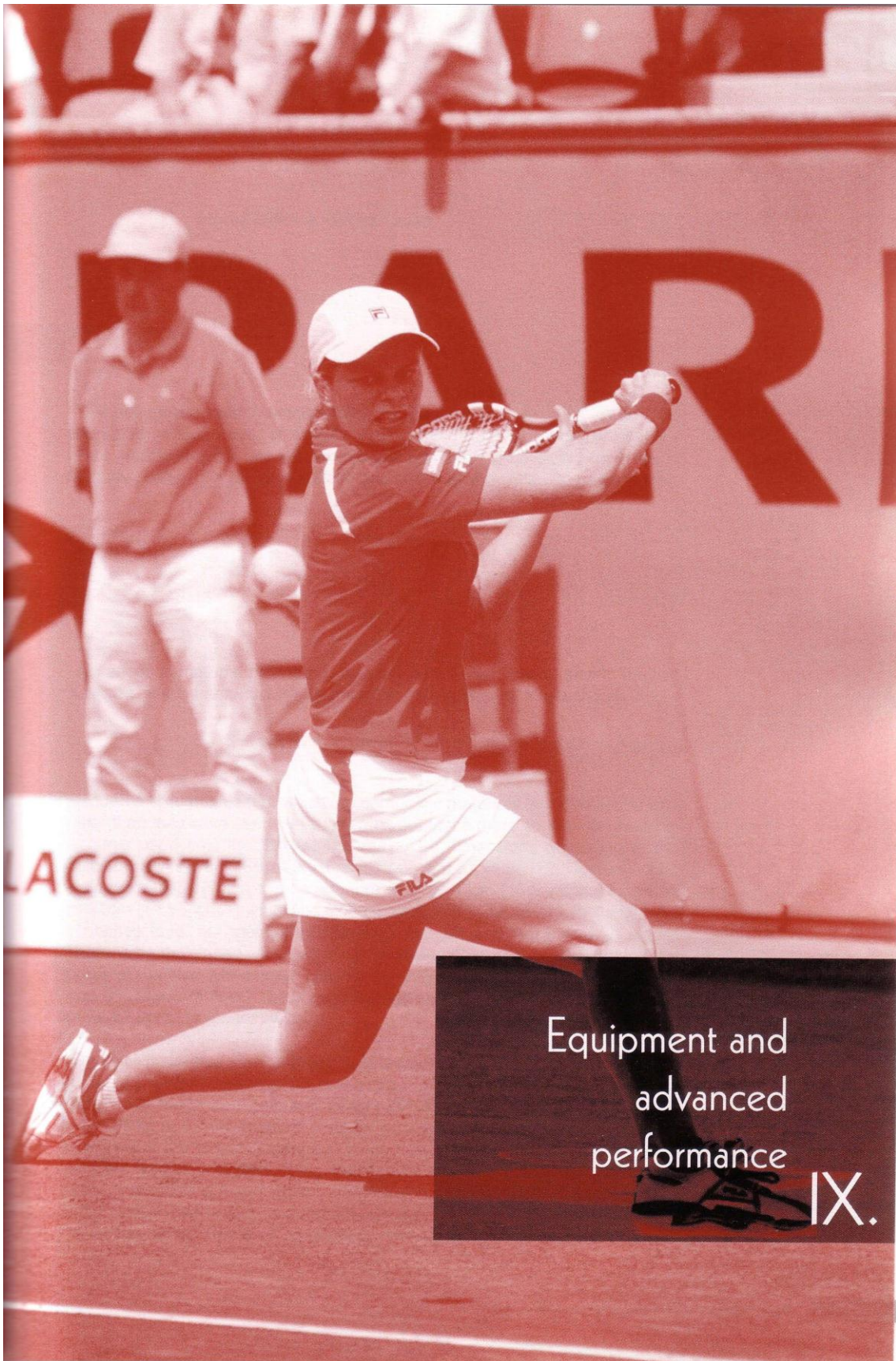
În evaluarea fazei (vezi Capitolul 7) răspunsurile observate sunt apoi comparate cu răspunsul dorit determinat anterior (luându-se în considerare marja de acceptabilitate) stabilită în modelul sau lista adoptată. Aceasta este urmată de determinarea erorilor primare, după care strategiile de corectare a erorii sunt comunicate jucătorului (intervenția). Scopul fazei de evaluare din analiză este de a determina cauza deficienței tehnice, nu de a corecta efectele care rezultă din cauza originală și de a determina modalitatea cea mai bună de a corecta fiecare deficiență.

- De exemplu, un unghi între braț și trunchi la impact în cazul serviciului poate să nu fie în marja de acceptabilitate (90° - 110°), dar cauza acestei discrepante poate fi pusă în legătură cu unghiul trunchiului. De aceea acest lucru trebuie corectat înainte de a se pune problema unghiului dintre trunchi și braț.

Înainte de a face diagnoza oricărei lovituri un antrenor **trebuie** să știe că aceste deficiențe tehnice pot să nu fie cauzate de o bază mecanică. Acestea pot fi cauzate de:

- Factori psihologici (stres, neliniște).
- Decizii tactice neinspirate (poziția în teren nu permite ca lovitura selectată să nu fie executată eficient).
- Condiția fizică insuficientă (slaba mișcare a picioarelor în vederea poziționării pentru lovitură).

Rețineți să potriviți însușirea abilităților tehnice cu stilul de joc și tactica jucătorului. Un jucător care vrea să dezvolte un joc agresiv „grăbindu-se la fileu” ar trebui în mod logic să nu-și însușească priza vestică completă pentru loviturile de bază. Pentru încheierea procesului de analiză antrenorul trebuie apoi să reobserve mișcarea în cauză pentru a impune eficacitatea intervenției așa cum s-a discutat în Capitolul 7.



IX. ECHIPAMENTUL ȘI PERFORMANȚA AVANSATĂ

Stuart Miller și Rod Cross

1 INTRODUCERE

Echipamentul folosit în tenis, care include racheta, mingile, corzile, terenul și diverse chestiuni despre îmbrăcăminte au evoluat repede și dramatic pe parcursul anilor. În acest capitol, ne vom concentra în principal pe proprietățile fizice ale rachetelor, mingilor, corzilor, suprafețelor de joc și încălțămintei deoarece acestea au legătura cu performanța.

2 RACHETELE DE TENIS

Tehnologia avansată a materialelor a cauzat o revoluție în proiectare în ultimii 30 de ani, care a contribuit indubitabil la o schimbare în stilul de joc.

2.1.

TEORIE

Rachetele moderne, majoritatea dintre ele fiind din materiale compozite, sunt acum mai ușoare și mai solide decât erau chiar acum cinci ani, cu atât mai mult față de rachetele din lemn folosite până în anii 70'. În concordanță cu Regulile Tenisului dimensiunile maxime sunt 73,66 cm (29 inch) lungime și 31,75 cm (12,5 inch) lățime, iar suprafața de joc nu poate fi mai mare decât 39,37 cm (15,5 inch) lungime și 29,21 cm (11,5 inch) lățime. Rachetele vechi din lemn aveau toate 9 inch lățime și 27 inch lungime, în timp ce tehnologia materialelor a permis dezvoltarea rachetelor cu cap mai mare menținând tensiunea necesară să întâmpine forțele asociate la impact (vezi Figura 9.1). Jucătorii profesioniști folosesc acum rachete de aproximativ 25,4 cm (10 inch) lățime iar jucătorii care joacă pentru recreere folosesc rachete de aproximativ 27,9 cm (11 inch) lățime.

De asemenea masa rachetelor s-a modificat substanțial, mai ales datorită faptului că se găsesc materiale mai ușoare, mai solide, la prețuri rezonabile. Rachetele din lemn erau făcute în mod tradițional din frasin și fag, materiale relativ dense ($700\text{--}820\text{ kg/m}^3$) și era nevoie de mult material pentru a întinde corzile încât să reziste forțelor generate în capul rachetei. Astfel, rachetele de lemn tipice cântăreau 400 g, în timp ce versiunile de azi pot cântări chiar și 250 g. Pe lângă faptul că sunt mai ușoare și deci mai ușor de mânuit, sunt de asemenea mai solide, asta însemnând că vibrează mai puțin (adică nu se îndoaie atât de mult) și la o frecvență mai ridicată. Acest lucru nu are însă urmări practice dacă mingea este lovită

aproape de centrul racordajului, dar se observă diferențe notabile în ce privește mărimea vibrațiilor între rachetele de lemn și grafit în cazul impacturilor lângă vârful și gâtul rachetei. Reducerea vibrațiilor dau o senzație mai mare de confort și de asemenea dau mai multă forță rachetei, din moment ce mai puțină energie este irosită la îndoirea rachetei. Mai multă energie este astfel returnată mingii. Tabelul 9.1 rezumă caracteristicile obișnuite ale rachetelor de lemn și cele compozite.



Figura 9.1. Rachetă de lemn (dedesubt) și rachetă de grafit (deasupra)

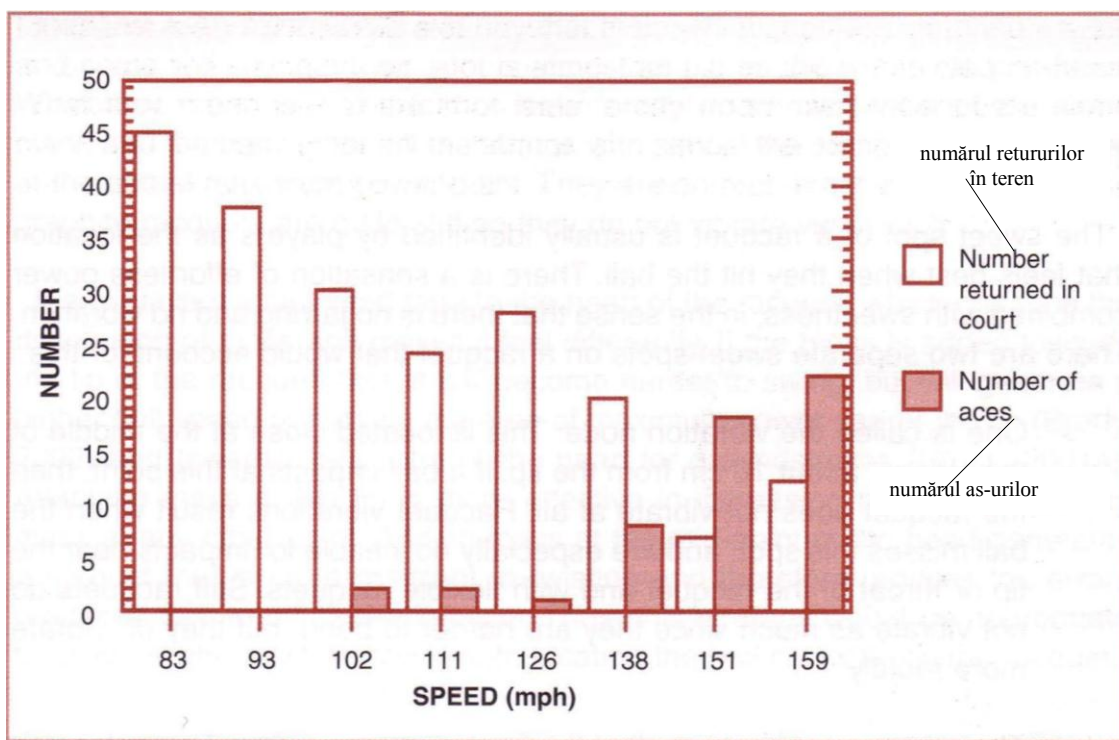
CARACTERISTICA	LEMN	COMPOZIT
Lungime (cm)	69	69
Masa (g)	380	290
Mărimea capului (cm ²)	439	660
Robustețe (Hz)	100	150
Greutatea la balans (kg · cm ²)	450	310

Tabelul 9.1. O comparație a caracteristicilor medii între rachetele din lemn și cele compozite.

2.2.

APLICAȚIE

Beneficiile majore aduse jucătorilor de schimbările de mai sus sunt abilitatea de a balansa mai repede rachetele mai ușoare și o rezistență mai mare la răsucire, deci sunt mai permissive atunci când impactul este localizat în afara centrului. Orice jucător își dă seama că cel mai simplu mod de a câștiga un punct, dar și cel mai economic din punct de vedere energetic este servind un as, iar Haake și alții (2000) au arătat că numărul de retururi de servicii reușite descrește pe măsură ce viteza la serviciu crește, în special în cazurile când viteza depășește 160 km/h (Figura 9.2). În general, vitezele la serviciu continuă să crească și, deși la acest lucru contribuie indubitabil mărimea și forța jucătorilor de top, tehnologia rachetelor joacă un rol important.



DE REȚINUT:

Dacă oricare alte condiții sunt identice și dacă un jucător exercită aceeași cantitate de energie în mănuierea unei rachete ușoare și a uneia grele, cea mai ușoară va avea o viteză mai mare la impact.

Figura 9.2. Relația dintre viteza serviciului și numărul retururilor bune (după Haake și alții, 2000).

Nu doar masa rachetei influențează viteza cu care ea poate fi balansată. Este importantă de asemenea și distribuția masei. De exemplu, dacă toată masa rachetei ar fi fost concentrată în mâner, unui jucător i-ar fi fost mai ușor să o balanseze decât pe una a cărei masă ar fi fost concentrată în vârf. Acest concept, cunoscut în mod obișnuit ca momentul de inerție sau greutatea de balans, este important în alegerea rachetei. Utilizând acest concept, o rachetă mai lungă are o greutate de balans mai mare decât una mai scurtă, astfel făcând-o mai manevrabilă. Pentru a compensa, producătorii reduc în mod obișnuit greutatea atunci când măresc lungimea. Mitchell și alții (2000) au arătat că momentul de inerție este invers proporțional cu viteza de balansare.

Brody (2000) a descoperit că jucătorii buni sunt capabili să distingă diferențe ale greutății de balans de 2,5% și diferențe de 5% ale momentului de inerție polar (rezistența la răsucire în jurul axei longitudinale, care în general crește odată cu creșterea lărgimii capului rachetei). În cazul celor două variabile, greutatea de balans este mai mare cu o zecime, astfel încât jucătorii simt mai bine schimbările în termeni relativi ai momentului de inerție polar. Deci, nu schimbările absolute determină capacitatea jucătorilor să le detecteze, ci schimbările relative. Astfel, în timp ce un jucător poate detecta mai ușor o schimbare a momentului de inerție polar de la 30 la 35 $\text{kg} \cdot \text{m}^2$ (o schimbare de 16%), aceeași schimbare absolută a greutății de balans (să spunem de la 300 la 305 $\text{kg} \cdot \text{m}^2$) s-ar putea să nu fie detectată, pentru că schimbarea de 1,5% este sub valoarea de prag detectabilă de 2,5%.

TEORIE

Locul plăcut pe rachetă este identificat în mod obișnuit de jucători ca fiind locația în care dacă jucătorii lovesc se simt cel mai bine. Este o senzație de forță cu efort minim combinată cu senzația de plăcere, în sensul că nu se simt trepidații sau vibrații. Sunt două locuri plăcute separate pe rachetă care ar întruni aceste caracteristici.

- Unul este numit nodul vibrației: Acesta este localizat aproape de mijlocul racordajului, la aproximativ 16 cm de vârf. Dacă impactul se realizează în acest punct, atunci racheta nu vibrează de loc. Vibrațiile rachetei apar când mingea greșește acest loc, și se pot observa în special la impacturile aproape de vârful sau gâtul rachetei, și la rachetele flexibile. Rachetele solide nu vibrează atât de mult de vreme ce se îndoaie mai greu, dar vibrează cu mai multă rapiditate.
- Un alt loc plăcut este numit centrul percuției. Acesta este uzual localizat față de nodul vibrației la câțiva centimetri mai aproape de mâner. O minge care lovește centrul de percuție la impact face ca racheta să se rotească brusc în jurul unei axe aproape de încheietură. În cazul altor puncte de impact, racheta se va roti brusc în jurul unei axe mai îndepărtată de încheietură astfel că mânerul fie izbește mâna, fie se trage afară din mână, rezultând un șoc sau o trepidație.

Mai este un punct în racordaj care s-ar putea numi loc plăcut, dar nu este întotdeauna simțit ca atare de jucători și nu este un punct fix. Acesta ar trebui să fie numit punctul de maximă putere din moment ce este punctul din care mingea pornește din rachetă la viteză maximă. Locațiile specifice celor trei puncte sunt arătate în Figura 9.3.

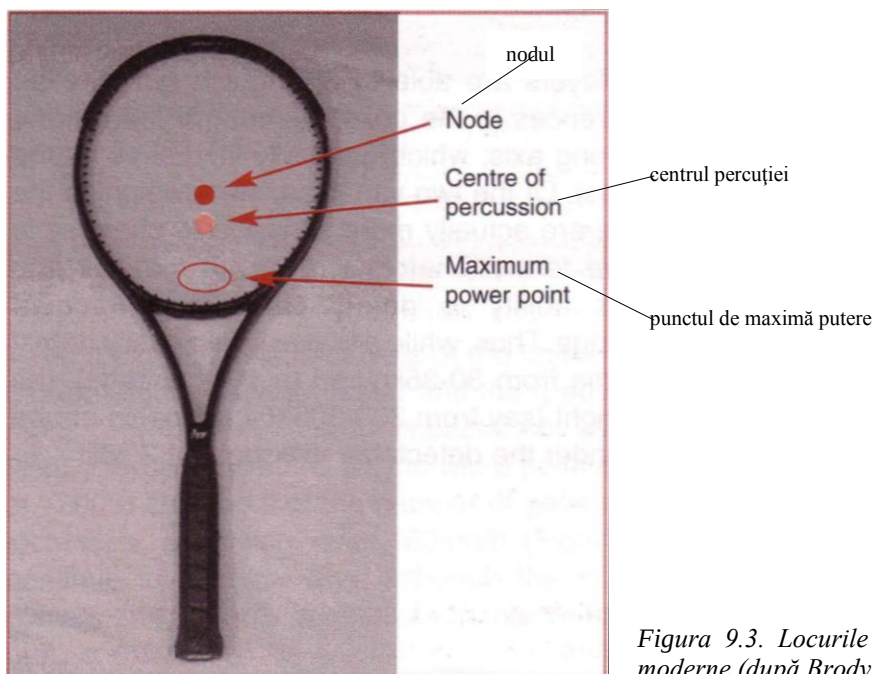


Figura 9.3. Locurile plăcute ale unei rachete moderne (după Brody și alții, 2002).

Producătorilor de rachete le place să spună că locul plăcut care rezultă din rachetele lor este mai mare, iar unii chiar spun că acesta este aproape la fel de mare cât capul rachetei. Ceea ce vor să spună este că lovitura este simțită „destul de bine” pe aproape întreg planul racordajului și mingea pornește din racordaj cu aproape aceeași viteză ca atunci când ar porni din punctul de maximă putere. Au dreptate, dar în mare parte pentru că rachetele de grafit sunt destul de dure, astfel că nu vibrează foarte mult.

Mulți jucători atașează bandă de plumb pe capul rachetei, lucru care schimbă distribuția masei rachetei și face să o simtă mai bine. Dacă masa este adăugată către vârful rachetei, atunci aceasta va fi mai greu de balansat, dar va genera o viteză a mingii mai mare mutând arealul de maximă putere mai aproape de vârf (Brody, 2002) și înspre centrul capului la loviturile de bază (Cross, 2001a). Atașând masa la vârf este mai eficace pentru creșterea puterii decât adăugând masa în oricare alt punct. Adăugând masa într-un loc de la mijlocul capului face ca racheta să fie mai rezistentă la torsiune și de aceea se reduc erorile produse datorită impactelor în afara centrului. Astfel, această strategie va fi mai potrivită pentru jucătorii care au probleme în a centra corect mingea pe rachetă.

APLICAȚIE

Când racheta este mult mai rapidă decât mingea la impact (așa cum se întâmplă la serviciu sau la smeci), atunci punctul de maximă putere este în mod obișnuit la aproximativ 10 cm de vârf. Adăugând greutate de plumb suplimentară la vârf se schimbă punctul de maximă putere chiar mai aproape de vârf din moment ce greutatea suplimentară este localizată în locul unde este nevoie cel mai mult. Punctul de impact la serviciu fiind așadar lângă vârf face ca jucătorul să aibă un avantaj al greutății suplimentare, dar va face ca racheta să vibreze.

În ce privește selecția rachetei există principii care pot fi aplicate. De exemplu, jucătorii mai slabi ar trebui să aleagă rachete mai ușoare pentru a le putea manevra mai cu ușurință. Pentru jucătorii care nu au probleme de control rachetele mai ușoare sunt de asemenea avantajoase deoarece permit creșterea vitezei de balansare (Brody, 1998), dar sunt mai puțin îngăduitoare pentru impacturile în afara centrului. Jucătorii puternici au mai mult de ales, pentru că sunt capabili să manevreze rachete mai grele, deși avantajele folosirii unei rachete mai grele sunt relativ mici.

Jucătorii mai buni nu au neapărată nevoie de rachete cu forță maximă (care sunt de obicei utilizate de amatori). Jucătorii de top pot utiliza rachete cu capete mai mici, rame mai flexibile și racordaje mai strânse în detrimentul puterii deoarece ei sunt capabili să genereze mai multă putere în mod simplu prin balansarea mai rapidă a rachetei. Racordajul mai strâns îmbunătățește controlul pentru că mingea stă mai puțin timp pe rachetă și racheta nu se rotește prea mult în timpul impactului cu mingea, deci mingea nu este direcționată greșit. Deoarece profesioniștii tind să lovească mingea în mijlocul racordajului ei nu au nevoie de un cap mare pentru a minimiza erorile cauzate de impacturile în afara centrului. Din contră, jucătorii mai slabi ar trebui să aleagă o rachetă care are un cap lărgit către mâner și o ramă solidă, iar racordajul ar trebui să fie mai moale (Brody, 1981).

În vreme ce jucătorii înalți ar putea să sacrifice lungimea rachetei pentru a crește manevrabilitatea, pentru jucătorii scunzi ar putea să crească lungimea rachetei pentru a ajunge la minge, dar scade

manevrabilitatea. Creșterea lungimii rachetei are avantajul că permite ca mingea să fie lovită într-un punct mai înalt, rezultând astfel un procentaj mai bun al serviciului (Brody, 1988).

Rachetele moderne au contribuit la reducerea numărului erorilor. Prin simpla folosire a unei rachete cu capul mărit, mai rar jucătorii vor rata mingea sau vor lovi cu rama. Cum puterea de vârf se obține astăzi mai aproape de centrul rachetei, care este punctul de impact preferat, orice minge greșit lovită va tinde să ajungă mai scurt (dar încă în joc), deoarece puterea este mai mică în orice punct al suprafeței rachetei mai îndepărtat de centrul racordajului (Brody, 2002).

DE REȚINUT:

Cum rachetele moderne sunt mânuite mai rapid, acestea generează mai puține erori decât rachetele mai vechi.

Brody a arătat de asemenea că returnând mingea în aceeași direcție din care vine se pot reduce erorile. Asta înseamnă că, deoarece mingea vine și părăsește racheta perpendicular pe planul corzilor, va porni întotdeauna în direcția corectă. Când se schimbă direcția mingii, impactul la un unghi și o direcție diferite de cea normală este dependent atât de unghiul capului rachetei cât și de viteza rachetei. O rachetă mai rapidă va genera o direcție a mingii mai apropiată de direcția rachetei; în cazul unei rachete mai încetă va crește unghiul dintre direcția mingii și direcția rachetei.

2.4.

DURITATEA RAMEI

TEORIE

Ramele moderne din grafit sunt mult mai solide decât cele vechi din lemn. Deoarece sunt mai greu de îndoit, vibrează la o altitudine mai mică, dar la o frecvență mai mare. Un interesant rezultat este că acestea sunt mai dure înainte de a pune racordajul, devenind după aceea mai flexibile. Motivul este că racordajul trage rama într-un astfel de mod încât orice îndoire ușoară a acesteia este ajutată și mărită de forța de întindere din corzi (Cross, 2001b). Imaginați-vă că îndoiți un arc (adică un arc cu săgeată) pentru a introduce o coardă de arc. Cu cât este mai strânsă coarda, cu atât arcu se îndoaie mai mult. Este valabil același lucru și cu racheta. Dacă mâna îndoaie racheta, adăugând apoi racordajul, rama se îndoaie mai mult. Rachetele vechi din lemn vibrează la aproximativ 90 Hz. O rachetă modernă fără racordaj vibrează la aproximativ 150 Hz. Când sunt adăugate corzile, frecvența de vibrație scade la aproximativ 142 Hz. Cu alte cuvinte, rama devine mai flexibilă.

APLICAȚIE

Grație durității mărite, rachetele moderne au contribuit la creșterea vitezei jocului, creștere totuși nu prea mare. Când mingea lovește racheta, se pierde mai puțină energie când racheta este îndoită și mai multă energie este disponibilă pentru a trimite mingea înapoi.

Jucătorii care sunt obișnuiți cu o rachetă având o anumită frecvență de vibrație ar trebui să știe că

importantă este frecvența de vibrație a rachetei racordate. Majoritatea jucătorilor lovesc ușor racordajul pentru a vedea (sau a auzi) cât de strâns este. Se poate de asemenea lovi ușor și cadrul, având mânerul lângă o ureche, pentru a auzi cât de dur este. Merge mai bine dacă mânerul este ținut ușor cam la 15 cm de capăt astfel că vibrațiile cadrului nu sunt atenuate prea repede. Este o mare diferență între frecvența de vibrație – chiar la rachetele moderne – ale cadrelor de grafit dure și ale celor flexibile.

2.5.

FERMITATEA STRÂNGERII MÂNERULUI

TEORIE

Fermitatea strângerii mânerului are un efect mic (dacă există) asupra vitezei cu care poate fi lovită o minge. Folosind o rachetă de lemn, Elliott (1982) a găsit că nu sunt diferențe semnificative în ce privește viteza mingii la un impact în mijlocul racordajului la diferite strângeri (ușoare, medii și puternice), dar a sesizat o ușoară creștere a vitezei mingii la o strângere mai fermă în cazul impacturilor mingii în alte poziții pe planul racordajului. A concluzionat că antrenorii ar trebui să pledeze în favoarea unei strângeri ferme. Cross (1989) a găsit că, pentru rachetele din grafit, viteza mingii este independentă de fermitatea strângerii. Aceasta se întâmplă din cauză că unda de îndoire rezultată din impactul minge/rachetă are nevoie de 5-6 ms pentru a se propaga de la punctul de impact la mâner și înapoi, și deși unda care se întoarce ar putea afecta viteza mingii, nu se întâmplă pentru că mingea (timpul de contact fiind de 5 ms) ar trebui să fi părăsit deja corzile. Cum parcursul undei de îndoire are nevoie de 8 ms la rachetele din lemn, ar trebui ca același lucru să fie valabil și aici.

APLICAȚIE

Rachetele moderne au facilitat în mod indubitabil un stil de joc diferit: unul caracterizat de mai multă forță și rotație. Dacă o creștere a forței rachetei ar favoriza acei jucători care se bazează pe un serviciu rapid, rotația crescută este ajutată de o lățime mai mare a capului rachetei favorizând jucătorii de la linia de fund care pot acum să lovească cu mai mult succes passing shot-uri și loburi. Majoritatea jucătorilor de top de astăzi sunt în favoarea adoptării unei prize a mânerului semivestice/vestice, a unei poziții deschise și a unui rever cu două mâini. Capul lărgit al rachetei a contribuit la această tendință, dar nu este în mod singular responsabil. Alți factori, cum ar fi greutatea mai mică a rachetei, sunt de asemenea importanți (deși în mod uzual jucătorii de la linia de fund folosesc rachete mai grele). Caracteristicile rachetei care sunt potrivite pentru un stil de joc particular pot să nu fie potrivite pentru un alt stil. Mai mult, caracteristicile fizice ale jucătorului ar trebui să influențeze tipul rachetei selectate.

În trecut, antrenorii sugerau adesea că o priză fermă ajută la adăugarea greutății brațului în lovitură, transferând mingii în felul acesta moment și energie suplimentare. După experimentele discutate mai sus este clar că aici nu e cazul. În general, jucătorii ar trebui încurajați să țină mânerul rachetei atât de ferm cât este necesar, dar nu atât de strâns încât să restricționeze libera mișcare a brațului. În mod asemănător, această strângere fermă a mânerului nu este de natură a ajuta la reducerea rotației rachetei la impact în direcția limbilor unui ceas poziționate la 3 și la 9. O minge lovită la o viteză mare în dreptul limbii ceasului poziționată la 3 va exercita o torsiune mai mare decât cea care poate fi aplicată de mâna omului, astfel că o priză strânsă nu este de natură să reducă rotația rachetei în timpul impactului însuși.

3 CORZILE

Considerații excelente despre corzi au fost furnizate de Brody (1987) și mai ales Capitolele 26-35 ale lui Brody, Cross și Lindsey (2002). Deși părți ale acestei secțiuni se bazează pe informații din ultimul timp, cititorilor li se recomandă aceste texte pentru o descriere și analiză mai complete decât cea care este dată aici.

3.1. RACORDAJ MAI STRÂNS DĂ MAI PUȚINĂ PUTERE ȘI MAI MULT CONTROL, RACORDAJ MAI MOALE DĂ MAI MULTĂ PUTERE SI MAI PUTIN CONTROL

TEORIE

Descoperiri importante în această privință au fost făcute de autori precum Ellis și alții (1978). În termeni de putere, racordajul recuperează în jur de 95% din energia stocată, mingea în jur de 55%, deci este mai bine ca energia să fie stocată în racordaj dacă se dorește o lovitură puternică. Scăzând tensiunea corzilor va permite stocarea unei energii mai mari în acestea, generând astfel o viteză mai mare a mingii (Brody, 2002a). Această relație este valabilă doar la tensiuni mai mici de aproximativ 40 lb, iar la valori mai mari energia pierdută prin întinderea și mișcarea corzilor este mai mare decât cea pierdută prin necomprimarea mingii (Cross și Lindsey, 2002). Un dezavantaj al reducerii tensiunii racordajului este că această tensiune joasă crește rotația în jurul axei longitudinale pentru impactele în afara centrului deoarece mingea rămâne pe corzi pentru mai mult timp. Acest lucru poate să nu fie atât de important pentru jucătorii de top deoarece ei nu sunt susceptibili pentru impacturi în afara centrului (Cross, 2000).

APLICAȚIE

Duritatea planului racordajului (relația dintre magnitudinea forței aplicate și mișcarea corzilor perpendicular pe planul lor) este cheia puterii. Pentru a crește puterea, jucătorii ar trebui să reducă duritatea racordajului, care poate fi obținută prin scăderea tensiunii corzilor, folosind corzi mai elastice, micșorarea grosimii corzii și utilizarea de corzi mai lungi (adică o rachetă mai largă). Toate acestea vor conduce la o viteză mai mare de ricoșare (Brody, 2002a). Oricum, creșterea în putere este destul de mică, în mod tipic doar 1 sau 2%. Același rezultat poate fi obținut prin lovirea mingii cu 1 sau 2% mai tare.

Vorbind despre tensiune, lucrurile nu sunt atât de bine înțelese, dar Brody (2002b) crede că impacturile în afara centrului dețin cheia. O rachetă racordată la o tensiune mai mică se răsucesce mai mult decât una racordată la o tensiune mai mare datorită timpului de oprire mai mare. O răsucire a rachetei mai mare va conduce la eroare mai mare în ce privește unghiul de ricoșare. Interesant este că o rachetă strânsă poate genera un efect opus (Knudson, 1993). Deoarece condiția de rotație a rachetei se potrivește mai bine a semăna cu realitatea, jucătorii ar trebui să interpreteze aceasta cu faptul că o tensiune a corzilor mai mare este asociată cu un control mai bun. Brody (2002b) notează de asemenea că viteza de plecare a mingii este redusă la impacturile în afara axei, lucru care poate să conducă la o problemă de control.

3.1. ACEEAȘI TENSIUNE A CORZILOR VA JUCA ROLURI DIFERITE LA RACHETE DE LĂȚIMI DIFERITE

TEORIE / APLICAȚIE

Titlul de mai sus pare nepotrivit – corzile sunt la aceeași tensiune, nu-i așa? Da, dar din nou importantă este duritatea planului racordajului. Când sunt comparate rachete cu diferite lățimi ale capului, cu diferite densități și diferite tipuri, comparația tensiunii corzilor poate fi greșit înțeleasă, astfel că ar trebui luată în considerare duritatea planului racordajului. Ca regulă generală, o rachetă cu capul lărgit va avea un plan de deformare a corzilor mai mare la o tensiune dată. Deformarea planului racordajului este legată de timpul de contact (adică timpul în care mingea și corzile sunt în contact), ca de altfel și viteza rachetei la contact. Astfel, timpul de contact cel mai scurt are loc pentru o rachetă cu deformarea planului racordajului mai mică și balansată rapid, care este scenariul tipic pentru jocul profesionist. Timpul de contact este asociat cu percepția conform căreia mingile pornesc din rachetă mai rapid decât în cazul timpului de contact mai lung.

3.3. MĂSURA CORZII ARE EFECT MIC ASUPRA PERFORMANȚEI

TEORIE / APLICAȚIE

Pentru aceleași condiții de impact, o minge va ricoșa dintr-o rachetă racordată aproape în același fel, indiferent de material. Corzile vor returna aproximativ 95% din energia pe care o stochează pe durata impactului, indiferent de măsura corzii. În vreme ce corzile mai subțiri se întind mai mult decât cele groase în timpul procesului de întindere, având același material, totuși nu se întind neapărat mai mult în timpul impactului cu mingea (după ce racheta este racordată). Odată ce sunt întinse, toate corzile devin mai dure, iar corzile mai subțiri devin mai repede mai dure. Creșterea elasticității – o caracteristică dorită a corzilor – face ca o coardă să lucreze mai bine. Corzile naturale din intestine au elasticitate mai mare (de fapt cea mai scăzută duritate dinamică) decât a tuturor tipurilor de corzi și de aceea sunt preferate de jucătorii de top. Până la o tensiune de 50 lb nu apare o diferență mare între tipurile de corzi, dar peste aceasta (tensiunea la care sunt racordate majoritatea rachetelor) corzile naturale din intestine se vor întinde mai mult decât alte tipuri de corzi, rezultând astfel o medie a durității planului corzilor mai joasă și un impact mai „moale” (adică unul în care forța impactului este absorbită într-un timp mai lung; Cross, 2002b). Corzile naturale din intestine își mențin tensiunea mai bine decât alte tipuri de corzi, deși acest lucru nu este un avantaj mare dacă rachetele sunt racordate în aceeași zi!

3.4. PERFORMANȚA CORZILOR ȘI VECHIMEA LOR

TEORIE / APLICAȚIE

Testele au arătat faptul că, în mod curios, corzile nu-și pierd performanțele odată cu vechimea lor (Cross și Lindsey, 2002). Se pare că scăderea tensiunii în corzi (și deci creșterea în putere) care este asociată cu timpul echilibrează aproape perfect orice alte pierderi care ar avea loc. Așa cum s-a menționat

mai devreme în această secțiune, jucătorii de top refac frecvent racordajul la rachetele lor. Dacă timpul nu afectează corzile, care este rostul? Un motiv poate fi evitarea pierderii controlului asociat cu corzile mai vechi care s-ar rupe (Brody, 2002a). Acestea ar putea să se audă altfel sau să fie simțite mai bine. Jucătorii buni sunt foarte sensibili la modul cum sună și își aud echipamentul, chiar dacă apare o diferență foarte mică care de fapt nu afectează performanța.

3.5. TENSIUNEA ȘI MĂSURILE CORZII RELAȚIONATE LA ROTAȚIA MINGII

DE REȚINUT:

Din perspectiva unui jucător, axiomele cheie referitoare la corzi sunt (Cross, 2002b):
> Racordajul mai strâns dă mai puțină putere și mai mult control;
> Mărimile corzii nu afectează puterea;
> Puterea corzii rămâne constantă cu vechimea ei;
> Tensiunea corzii are un efect mic asupra rotației mingii (pentru o rachetă având cadrul fixat).

TEORIE / APLICAȚIE

Există un fenomen interesant în legătură cu tensiunea și măsurile corzii relaționate la rotația mingii. Datele obținute dintr-un experiment de laborator folosind o rachetă având cadrul fixat arată că atât racordajul subțire cât și cel gros generează în mod substanțial aceeași rotație, de asemenea racordajele moi și cele tari generează în mod substanțial aceeași rotație (Goodwill, 2002). Evidența amuzantă a multor jucători, totuși ar sugestia altfel, iar testele ulterioare cu racheta în mână au ajutat la rezolvarea problemei. Într-un studiu asemănător, Putnam și Baker (1984) au descoperit că o rachetă racordată diagonal nu are o influență anume privind generarea rotației dacă facem comparația cu o rachetă racordată normal. Mai mare (sau mai mică în acest caz) până la un punct, duritatea corzii nu va afecta mărimea rotației care poate fi generată, afară de cazul când coeficientul de frecare dintre coardă și minge este mai mic decât 0,3 (Cross, 2000). Încercând să relaționăm acest lucru la context, datele relevă un coeficient de frecare între minge și suprafața terenului cu o marjă cuprinsă între 0,50 și 0,75.

3.6.

RUPERILE

TEORIE / APLICAȚIE

Ruperile sunt cauzate în principal de două mecanisme: întinderea și creșterea. Întinderea apare deseori când impacturile mingii survin pe corzi aproape de cadru, deoarece în acest fel generarea creșterii tensiunii este mai mare decât impacturile în centrul capului rachetei (Brody, 2002b). Creșterea apare când corzile se mișcă relativ una față de cealaltă. De obicei este o coardă principală care se rupe mai întâi deoarece se uzează într-un singur punct, câtă vreme celelalte se uzează pe o distanță mai lungă, în timpul mișcărilor laterale, când o minge este lovită liftat sau tăiat. Este posibil, conform lui Brody (2002b), ca această tensiune mai mare a racordajului să fie asociată cu un timp mai mare până la ruperea lui, dat fiind faptul că această tensiune permite o mișcare mai mică între corzi.

3.7.

EFFECTUL TENSIUNII CORZILOR ASUPRA UNGHIULUI DE RICOȘARE

TEORIE

Am arătat că tensiunea corzilor are un efect foarte mic asupra vitezei și rotației mingii, însă nu este aceeași situație în cazul unghiului sub care mingea pornește din racordaj (vezi Bower și Sinclair, 1999; Brody și Knudson, 2000). Schimbările neașteptate ale unghiului de ricoșare pot deranja un jucător de elită, astfel că este importantă constanța. Efectul erorilor de viteză și unghi la care mingea părăsește racordajul

demonstrează importanța controlării unghiului. O creștere cu 1% a vitezei mingii care traversează terenul de la o linie de fund la alta trimite mingea dincolo de linia de fund cu 0,45 m. O creștere a unghiului cu 1° va adăuga încă 2 m distanței parcurse inițial. Jucătorii buni vor fi capabili să corecteze erorile după ce greșesc astfel o dată sau de două ori, dar dacă acest lucru se întâmplă de mai multe ori ei pot să schimbe rachetele în timpul unui meci lung, iar importanța potrivirii rachetei este clară.

APLICAȚIE

O rachetă în mișcare, spre deosebire de una fixată, va conduce la o diferență mai mică în ce privește unghiurile de ricoșare corespunzătoare tensiunilor diferite. Chiar așa fiind, o minge lovită cu un racordaj mai moale va trece peste fileu la o înălțime mai mare dacă racheta, având aceeași viteză și unghi de lovire, are racordajul mai tensionat. Acest efect devine foarte evident când un jucător rupe o coardă, caz în care mingea va zbura deseori în sus către gardul din spate.

4 MINGILE

Deși importantă, racheta nu este singura piesă de echipament care influențează natura jocului. Mingile sunt și ele determinanți cheie ai jocului. Caracteristicile impactului minge-rachetă, felul în care mingile se mișcă prin aer și schimbările care survin în caracteristicile lor datorită uzurii, toate afectează jocul.

4.1.

TEORIE

Impactul minge-rachetă este un proces ineficient. În timpul impactului, care durează în jur de 5 ms, majoritatea energiei cinetice a mingii este stocată – sub forma energiei elastice – în corzi și în mingea însăși. După cum am menționat înainte, corzile sunt relativ eficiente și transformă în jur de 95% din energia elastică stocată înapoi în energie cinetică. Mingea, oricum, este mult mai puțin eficientă. Concret, la o viteză de impact de 7 m/s, în jur de 55% din energie este returnată (această viteză corespunde celei utilizate în testele ITF pentru aprobarea mingii). Până de curând, se știau mult mai puține despre caracteristicile mingii la viteze de impact mai mari, asociate cu impactul minge rachetă în timpul jocului. Un studiu extins al acestor caracteristici „dinamice” de impact făcut de Miller și Messner (2003) a arătat că doar 28% din energie este returnată la o viteză de impact de 25 m/s (luând o situație concretă) și 16% la 45 m/s (vezi Figura 9.4).

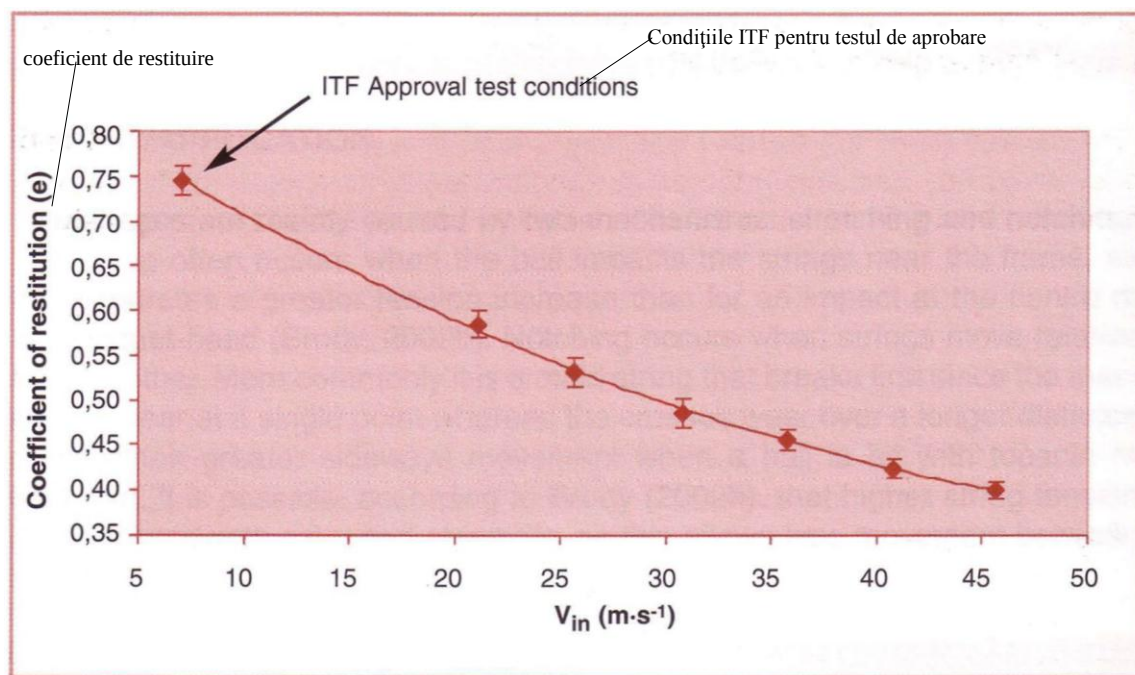


Figura 9.4. Relația dintre viteza la impact și coeficientul de restituire (după Miller și Messner, 2003)

Jucătorii trăiesc astfel de experiență când se diminuează returul la mișcarea mai rapidă a rachetei ca urmare a faptului că o cantitate mai mică de energie stocată este returnată mingii. Valorile actuale ale impactului mingii cu corzile unei rachete vor fi oarecum mai mari decât cele din Figura 9.4 – care sunt valabile pentru impacturile cu o suprafață care nu absoarbe energie – deoarece corzile vor absorbi o parte din energia stocată pe durata impactului (în jur de 25% la 45 m/s) și o vor returna cu mai multă eficiență decât partea stocată în minge.

Ca regulă generală, mingile mai mari vor întâmpina o rezistență mai mare (sunt mai greoaie) când vor zbura prin aer. Având diametrul mai mare, mingile de tenis de Tip 3 (mai largi: 6,985-7,302 cm) generează o deplasare mai înceată decât oricare alt tip de minge, fapt care lasă jucătorilor un timp de reacție mai mare, rezultând schimburi de mingi mai lungi și erori mai puține. La altitudine, (1219 m sau 4000 de picioare), mingile de Tip 3 se comportă aproape identic cu o minge de dimensiuni normale la nivelul mării, deoarece scăderea îngreunării deplasării datorată densității mai mici a aerului compensează aproape exact îngreunarea datorată diametrului mărit al mingii.

Proprietățile mingilor se schimbă odată cu uzura, oricât de îmbrăcate ar fi. Pe durata primelor utilizări, mingea tinde să fie „pufoasă”, iar apoi după un număr de jocuri devine mai netedă. Deoarece aria suprafeței expusă aerului din jur influențează forța de tragere, mingea va întâmpina un salt de rezistență la începutul utilizării sale, iar apoi o scădere când îmbrăcămintea mingii devine mai scurtă și mai puțin proeminentă. Astfel, o minge care a fost utilizată un joc sau două poate să zboare mai încet în aer în comparație cu una care a fost utilizată 5 sau 6 jocuri. Acest fapt sugerează prin urmare jucătorilor care se bazează pe un serviciu rapid să aleagă mingi mai utilizate. Oricum, sunt și alți factori de luat în considerare. În primul rând, în afara forței de îngreunare care se opune înaintării mingii către adversar, mai este o forță care acționează în unghi drept și se numește lift.

Termenul „lift” este oarecum greșit înțeles în tenis, pentru că deși ajută într-adevăr mingea să stea mai mult în aer, procedeul este de cele mai multe ori folosit de jucători în scop contrar: de a forța mingea să coboare înapoi pe sol mai repede.

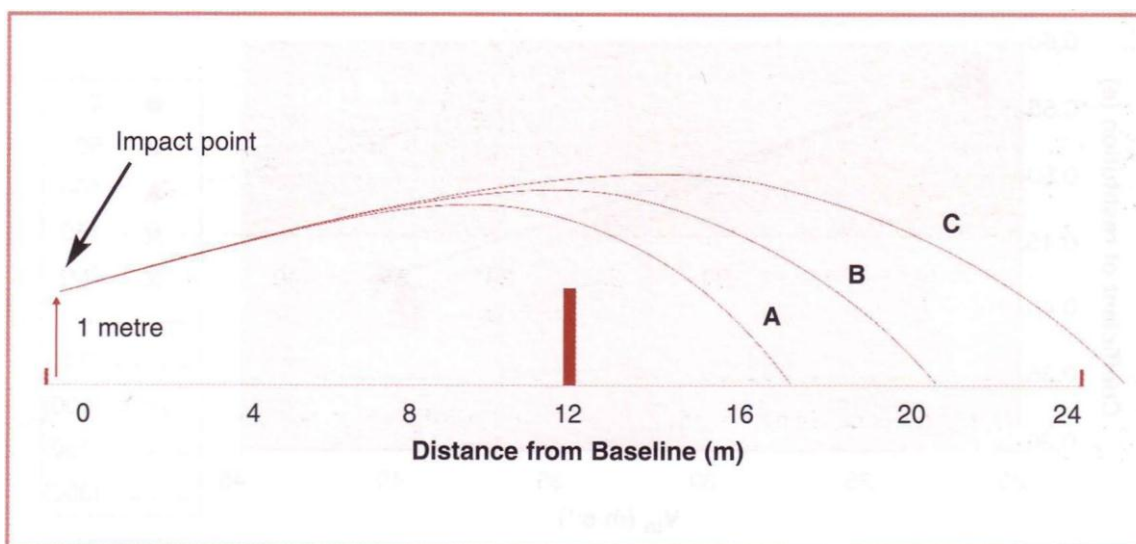


Figura 9.5. Efectul rotației asupra traiectoriei mingii. În cazul lovirii unei mingi de la linia de fund la o înălțime de 1 m deasupra suprafeței terenului, sunt ilustrate traiectoriile aproximative pentru o minge lovită cu efect de topspin (A) și pentru una cu efect de rotație înapoi (C) la 1900 rotații pe minut în comparație cu o minge lovită fără rotație (B) (după Brody, 1987).

DE REȚINUT:

Nu există un sfârșit clar care s-ar putea oferi unui jucător când selectează o minge pentru serviciu, deoarece beneficiile obținute de la mingile noi comparate cu cele uzate sunt contracarate de unele serii (necuantificate) de dezavantaje. Ce rămâne de interes pentru cercetători este tocmai ceea ce se întâmplă cu proprietățile mingii în intervalul de timp în care devine din una nouă una uzată.

Direcția în care „liftul” acționează este dependentă de direcția de rotație a mingii. Majoritatea loviturilor din tenisul de azi sunt jucate folosind mult topspin, care acționează în sensul forțării mingii să coboare mai devreme înapoi pe suprafața terenului. Astfel, jucătorii pot lovi mingea mai tare și aceasta tot va rămâne în joc, dând passing shot-urilor o mai mare probabilitate de reușită (vezi Figura 9.5).

Să ne întoarcem deci la chestiune. Magnitudinea forței de liftare și deci a vitezei cu care un jucător poate lovi mingea astfel încât să rămână în continuare în joc este dependentă de câțiva factori, incluzând asperitatea suprafeței mingii. Pe măsură ce mingea devine mai uzată, asperitatea suprafeței scade și de aceea forța de liftare pentru o valoare dată a rotației scade și aceasta. Astfel, pentru aceeași viteză și rotație, o minge uzată va ajunge mai departe, mai lung decât una nouă. Deși natura precisă a relației dintre proprietățile îmbrăcămintei mingii și forța de liftare este încă în studiu, este rezonabil a specula că, extinzând puțin, faptul că mingile uzate nu mai coboară atât de devreme este contracarat de scăderea forței de liftare.

În al doilea rând, Miller și Messner (2003) au arătat că o minge uzată nu poate fi lovită atât de repede ca una nouă (vezi secțiunea de mai jos), nu va mai coborî atât de devreme și poate genera o forță de liftare mai mică.

Cu toate că încă se studiază aspectele aerodinamice ale mingilor de tenis, Mehta și Pallis (2001) au descoperit o marjă a coeficientului de îngreunare a tragerii (o măsură a rezistenței ce se opune mișcării, independentă de mărimea mingii) pentru un număr mic de mingi noi și uzate având un coeficient de restituire de 0,55-0,67 e la viteze între 72 și 240 km/h, pe un interval de aproximativ 20%.

În materie de efect al uzurii asupra coeficientului de restituire, Miller și Messner au descoperit că această uzură conduce la faptul că mingile devin mai puțin eficiente în ce privește recuperarea energiei elastice stocate. Figura 9.6 ilustrează coeficientul de restituire (e) reprezentat grafic în raport cu viteza de impact pentru o selecție de 12 mingi de tenis de mărci diferite. Fiecare minge a fost testată când a fost nouă și apoi după un număr de 50, 100, 150 și 300 impacturi la viteze cuprinse între aproximativ 20 și 40 m/s.

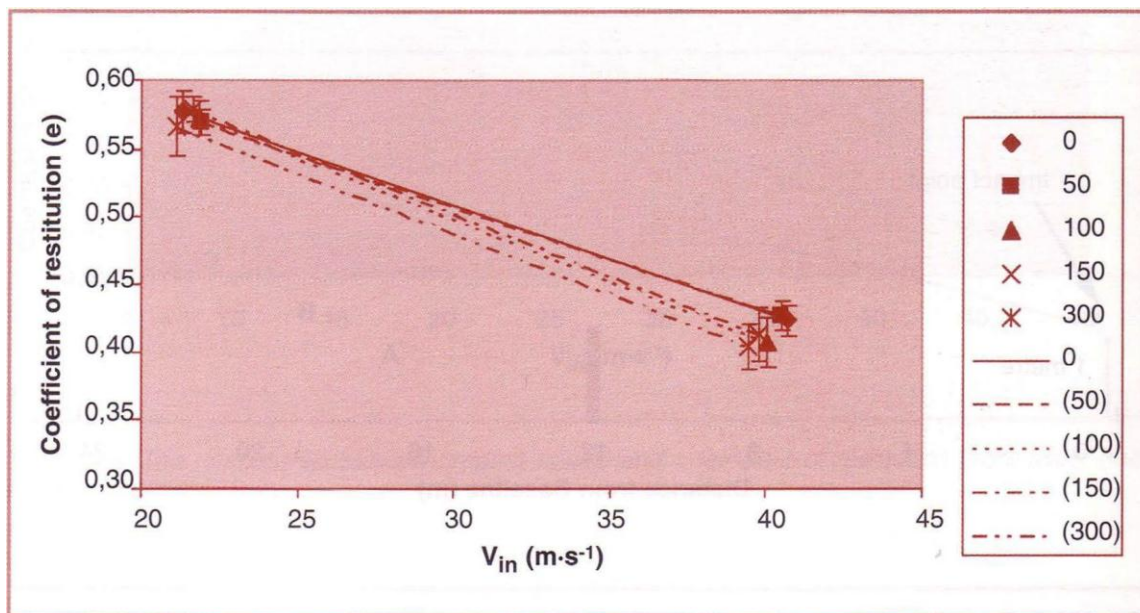


Figura 9.6. Simularea efectelor uzurii asupra relației dintre viteza mingii (V_{in}) și coeficientul de restituire (e) (după Miller și Messner, 2003).

Nu este neobișnuit să auzim jucătorii vorbind despre o minge ca fiind „moartă” sau „vie”, ori că o simt bine, dar de fapt ce înseamnă aceasta? Cercetările au condus către dezvoltarea unei teorii conform căreia faptul de a „simți” mingea este rezultatul a doi factori – duritatea mingii (mărimea forței necesară pentru a comprima mingea cu o anumită profunzime) și coeficientul de restituire (Haake și Goodwill, 2002). Opinia comună este că mingile care sunt dure dar în același timp părăsesc și racheta mai repede sunt percepute că sunt „simțite” mai bine de către jucători față de acelea care sunt mai puțin dure și pleacă mai greu de pe rachetă. Asta se poate întâmpla din cauză că timpul de contact mai scurt sau un sunet asociat cu un timp de contact mai scurt generează percepția că mingea a fost lovită mai tare.

5 CONSIDERAȚII LEGATE DE TEREN

5.1.

TEORIE / APLICAȚIE

Brody (1984) a fost primul care a descris fizica unei sărituri a mingii de tenis. El a arătat faptul că mingea alunecă de-a lungul suprafeței terenului pe durata întregii „perioade de sărire” dacă face un unghi de incidență cu orizontala mai mic de 18° . Toate serviciile rapide și toate loviturile de bază rapide care se apropie de teren la un unghi cuprins uzual între 11° și 16° și cu suficient de puțină rotație vor aluneca fără să sară. În această situație, mingea încetinește cu atât mai mult cu cât crește unghiul de incidență și cu atât mai mult cu cât crește coeficientul de frecare la alunecare (COF). Formula pentru viteza mingii, când aceasta alunecă de-a lungul suprafeței terenului, este:

$$v_{x2}/v_{x1} = 1 - \text{COF} (1 + \text{COR}) \tan (\theta_1) \quad (1)$$

unde

v_{x2} = componenta orizontală a vitezei mingii după săritură,

v_{x1} = viteza orizontală înainte de săritură

θ_1 = unghiul de incidență

COR = coeficientul de restituire = viteza verticală după săritură / viteza verticală înainte de săritură

Coeficientul de restituire este cuprins în mod obișnuit între 0,75 și 0,85 pentru o săritură oblică, în timp ce coeficientul de frecare dintre mingea de tenis și suprafața terenului este un număr care este cuprins în mod obișnuit între 0,5 (pentru un teren rapid) și 0,7 (pentru un teren lent). Aceasta înseamnă că la un unghi de incidență de 11° , mingea va încetini cu aproximativ 20% pe un teren rapid și cu aproximativ 28% pe un teren lent. La un unghi de incidență de 16° , mingea va încetini cu aproximativ 30% pe un teren rapid și cu aproximativ 40% pe un teren lent.

Forța de frecare care acționează dedesubtul unei mingi care sare oblic o face să încetinească, iar asta o face de asemenea să se rotească. Dacă mingea nu are rotație înainte să sară, va avea topspin după săritură. Rotația crește odată ce crește unghiul de incidență, coeficientul de frecare și viteza de incidență a mingii. Astfel, o minge care se apropie de suprafață cu un unghi mai abrupt va obține mai mult topspin decât una care se apropie cu un unghi mai larg. În mod asemănător, o minge lovită mai rapid va obține mai mult topspin la părăsirea suprafeței decât una lovită mai lent.

Analiza teoretică a lui Brody a arătat că dacă o minge se apropie de teren la un unghi de peste 18° , frecarea dintre cele două suprafețe va genera destulă rotație încât mingea va începe să se rostogolească de-a lungul terenului înainte de a sări în afara lui. Brody a calculat că rostogolirea va începe când frecarea va face ca mingea să piardă 40% din viteza sa orizontală. Implicația a fost că orice teren care are suficientă frecare pentru a cauza o pierdere de cel puțin 40% din viteza orizontală a mingii este la fel de lent cât ar putea să fie de lent un teren (deoarece o minge nu încetinește în mod esențial mai mult pe parcursul

tiimpului de contact scurt cu suprafața odată ce a început să se rostogolească). Oricum, Cross (2002c, 2003) a descoperit că mingile pot pierde până la 60% din viteza lor orizontală înainte de a începe să se rostogolească (Figura 9.7). Aceasta înseamnă că unele terenuri lente sunt de fapt mult mai lente decât s-a crezut.

Frecarea este de asemenea cauza a ceea ce jucătorii și comentatorii sportivi numesc „mușcătura” unui serviciu. Forțele verticale mari exercitate asupra mingii pe durata săriturii acționează pentru mărirea frecării între minge și teren. Deci, partea de jos a mingii se poate opri momentan pe suprafață, iar restul mingii se deformează pe direcție orizontală datorită momentului său. Când mingea începe să sară de pe suprafață, forțele verticale scad și mingea este apoi „eliberată”, pornind prin recul de pe suprafață (rețineți că acest recul poate de asemenea să rezulte dintr-un serviciu cu mult topspin, datorită unghiului larg de incidență). Unghiul de incidență la care o minge începe să lovească terenul este invers proporțională cu coeficientul de frecare dintre minge și suprafață.

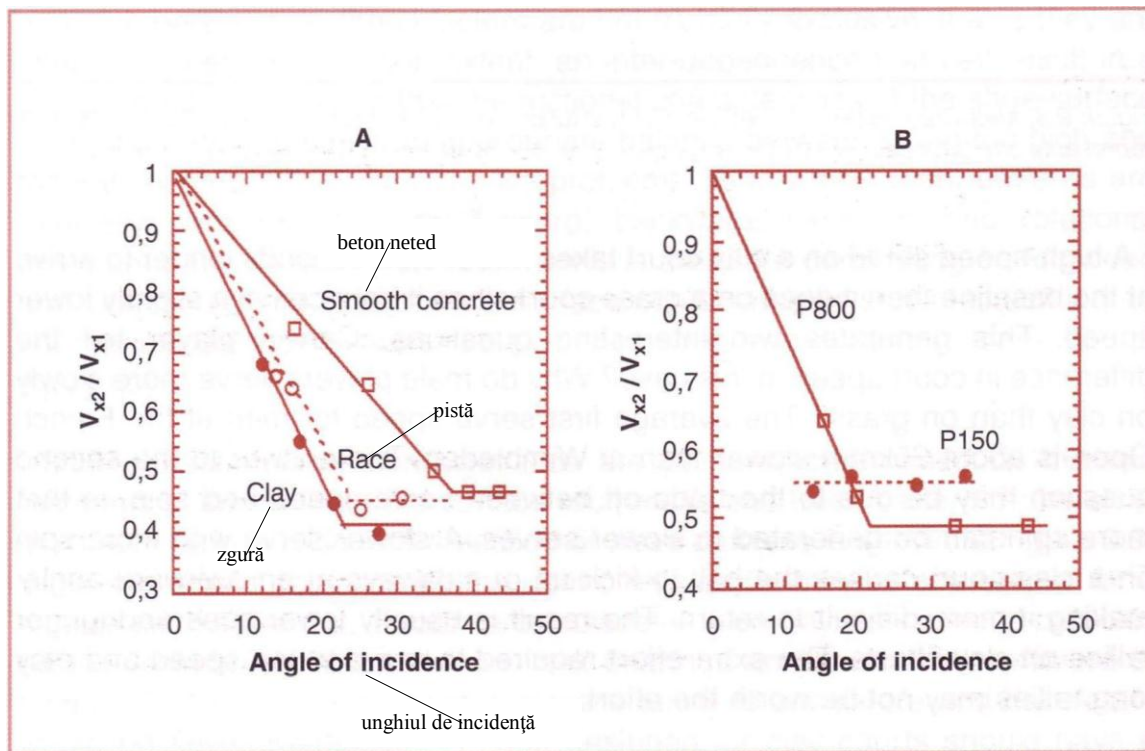


Figura 9.7. Măsurarea raportului v_{x2}/v_{x1} față de unghiul de incidență θ_1 , pentru (a) săritura în cazul unui as pe zgură și pe șapă netedă de beton, și (b) în cazul șapei netede de beton acoperită cu hârtie granulată P800 și P150. Segmentele în linie dreaptă reflectă datele rezultate din ecuația 1, admițând că raportul vitezelor este 1,0 când unghiul de incidență este zero.

Figura 9.8 arată că săriturile pot diferi depinzând de suprafață, chiar dacă aceasta este mai tare în comparație cu o minge de tenis. De exemplu, pe o suprafață de zgură mingea se comprimă puțin, astfel că mingea este deviată în sus de o acumulare de material din terenul adunat în marginea din față a mingii. Nu poate fi folosit același efect pentru a explica coeficientul de restituire (COR) crescut care apare în cazul suprafețelor dure sau pe beton. Semnificația creșterii COR pe anumite suprafețe este că mingea sare sub un unghi mai abrupt și la o înălțime mai mare. O minge sare cu 47% mai înalt pe o suprafață având $COR = 0,85$ decât pe una având $COR = 0,7$ deoarece înălțimea săriturii este proporțională cu pătratul vitezei verticale în săritură.

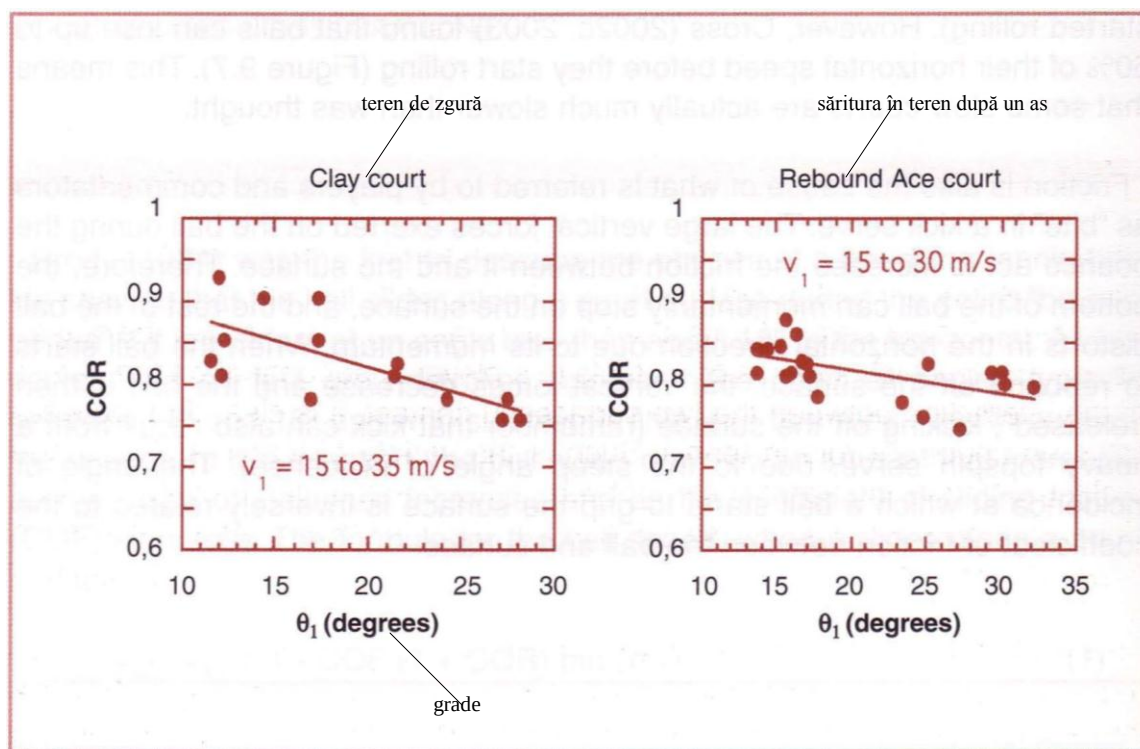


Figura 9.8. Valorile măsurate ale coeficientului de restituire pe un teren de zgură în cazul unui as. Fiecare punct ilustrat reprezintă o săritură.

Un serviciu de mare viteză pe un teren de zgură are nevoie de 0,02 secunde mai mult pentru a ajunge la linia de fund decât în cazul unui teren de iarbă pentru că săritura are o viteză ceva mai mică. Acest lucru generează două întrebări interesante: Poate un jucător să spună în acest caz că există o diferență în ce privește viteza terenului? De ce jucătorii de sex masculin servesc mai lent pe zgură decât pe iarbă? Viteza medie a primului serviciu a bărbaților la Openul Francez este cu aproximativ 25 km/h mai mică decât la Wimbledon. Răspunsul la a doua întrebare este că există un compromis între viteza și rotația la serviciu în virtutea căruia mai multă rotație poate duce la un serviciu mai lent. Un serviciu mai lent cu mai multă rotație pe un teren de zgură face ca mingea să ricoșeze în sus sau în lateral sub un unghi deranjant, făcând returul mai dificil de executat. Rezultatul este că pe un teren de zgură sunt mai puțini ași și schimburile de mingi sunt mai lungi. Se poate uneori să nu merite a fi solicitat un efort suplimentar pentru a servi cu viteze foarte mari și a juca schimburi lungi de mingi.

6 ÎNCĂLȚĂMINTEA

6.1.

TEORIE / APLICAȚIE

Tenisul este neobișnuit la nivelul sportiv de elită deoarece se joacă pe mai multe tipuri diferite de suprafețe (iarbă, zgură, suprafață acrilică, ...), fiecare având caracteristici diferite nu numai în ce privește interacțiunea cu mingea, dar de asemenea și cu jucătorul. Deoarece modul în care un jucător simte terenul este dependent de natura interacțiunii dintre două suprafețe în contact, este clar că încălțăminte joacă un rol important în tenis. Cum există în tenis o varietate de suprafețe, problema achiziționării celei mai potrivite încălțăminte nu este una care poate fi rezolvată cu o singură soluție, astfel că producătorii au fabricat pantofi pentru diferite suprafețe.

Încălțăminte influențează două aspecte distincte în tenis: accidentările și performanța. Din perspectiva proiectării, acești factori nu se exclud mutual, asta înseamnă că sunt interdependenți până la un anumit punct, o interdependență care poate duce la un „conflict” de proiectare. În mod clar caracteristicile frecării între încălțăminte și teren se leagă de nevoia de a găsi un echilibru între a fi prea sus și a fi prea jos, fiecare din acestea având problemele sale. Tipurile de mișcare în tenis sunt relativ complexe, ele includ mișcări înainte, înapoi, în lateral și de rotație, la viteze diferite. De aceea tenisul solicită o anume încălțăminte, iar selectarea acesteia se face după combinația pantofi-suprafață, pentru a satisface nevoia de a găsi un echilibru adecvat între creșterea performanței și minimizarea riscului de accidentări.

Caracteristicile frecării încălțăminte-teren sunt în principal determinate de două materiale în contact, dar trebuie luate în considerare duritatea terenului și tipul tălpii pantofului. O selecție de tipuri de tălpi este ilustrată în Figura 9.9. În vreme ce singurul pantof din dreapta acestui grup poate fi potrivit pentru o suprafață precum mocheta, același pantof s-ar dovedi dezastruos în cazul zgurii, deoarece particulele desprinse de pe suprafață ar acționa ca niște mingiuțe tip cuzineți care ar scădea coeficientul de frecțiune (COF) până la un punct la care abilitatea unui jucător de a accelera și de a încetini ar fi puternic afectată. Un pantof proiectat pentru terenuri de zgură ar trebui să aibă o talpă cu profiluri adânci care să permită particulelor desprinse să pătrundă între riduri astfel încât COF să crească datorită suprafeței în care pătrunde aceste particule.

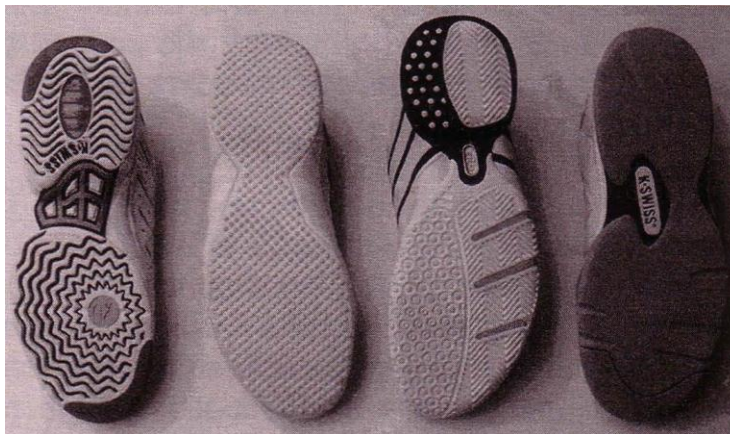


Figura 9.9. O selecție cuprinzând tipuri de tălpi de pantofi

Există un potențial conflict între îmbunătățirea caracteristicilor de frecare ale interfaței pantof-suprafață la mișcarea în linie dreaptă și la întoarceri. În vreme ce pornirea și oprirea rapidă necesită suficientă frecare atunci când mișcarea se face în linie dreaptă, în cazul pivotării este benefică o frecare cât mai mică pentru a permite astfel rotației să se desfășoare cât mai repede posibil. Suprafața tălpilor unor pantofi conține modele circulare sub capul primului metatars (rotundul tălpii) pentru a facilita întoarcerea, dar nu li se recunoaște eficiența pe unele suprafețe de tenis. Prea multă frecare pe parcursul întoarcerii poate transfera forțele de rotație de la interfața pantof-suprafață către menisc și ligamentele colaterale ale genunchiului. Deci, pantofii au o funcție dublă, de a crește performanța și de a reduce riscul de accidentare.

Sunt două tipuri majore de accidentare în tenis (ca la majoritatea sporturilor): acute și cronice. Accidentările acute sunt acelea care se datorează unui incident singular, pe când cele cronice se datorează incidentelor repetate. Exemple de accidentări acute în tenis sunt luxațiile gambei și luxațiile laterale ale gleznei. Luxația gambei este o ruptură a mușchiului gambei în locul unde se unește cu Tendonul lui Ahile (Peterson și Rendström, 2001). Este cauzată de flexia dorsală forțată dintr-o poziție extremă cu genunchiul perfect întins. Acest mecanism este independent de flexia genunchiului și poate rezulta în momentele în care mușchiul gambei lucrează pentru controlul flexiei dorsale. Încurajând jucătorii să aterizeze cu genunchiul măcar ușor flexați, unele momente pot fi absorbite de alți flexori ai genunchiului, cum ar fi tendoanele, reducând astfel solicitarea pe mușchiul gambei.

Solicitățile pe ligamentele laterale ale gleznei apar adesea în timpul schimbării direcției mișcării laterale (dintr-o laterală în alta). De exemplu, un jucător mișcându-se spre stânga va exercita o forță laterală către stânga pentru a încetini. Dacă pantoful „mușcă” suprafața, de obicei este suficient moment (masa $\times$ viteza) pentru a forța articulația subtalară (o parte a complexului gleznei) la o inversare excesivă, rupându-se astfel ligamentele părții laterale ale gleznei.

Pentru a combate neplăcerile ligamentelor laterale care apar în sporturi cum ar fi baschet, care implică schimbări rapide ale direcției asemănătoare cu cele din tenis, se poartă adesea pantofi înalți, ale căror efecte nu sunt cunoscute. Moda în tenis, oricum, este de a purta pantofi mai joși, astfel că o metodă alternativă de prevenire ar putea fi înfășurarea și fixarea gleznei. Cu semn de întrebare este măsura în care aceste sisteme sunt eficace în reducerea accidentărilor. Atât înfășurarea cât și fixarea au menirea să reducă marja de mișcare a gleznei, dar acest lucru poate fi contraproductiv dacă limitează performanța. Miller și Barlow (2001) au arătat de asemenea că, după o scurtă perioadă de activitate, menținerea proprietăților acestor sisteme scade, reducându-se astfel eficacitatea lor pe durata unei activități lungi cum ar fi un meci de tenis.

Pe durata alergării pe toată talpa cu viteza de 3,83 m/s pe o suprafață de tenis, forțele maxime de impact între sol și pantof sunt de 2-2,3 ori mai mari decât greutatea corpului, așa cum au fost ele măsurate de Dixon și Stiles (2002). În timpul unui meci de tenis, corpul unui jucător va suferi mai multe astfel de impacturi, deci pantofii trebuie să fie eficace în reducerea potențialelor efecte asupra tendoanelor. O problemă majoră în selectarea pantofilor este de aceea necesitatea de atenuare a potențialelor conflicte ale forțelor repetitive de impact și menținerea unei stabilități a tălpii piciorului (controlul dinapoi a tălpii

picioarului) fără intensificarea mișcării la articulația subtalară.

S-a argumentat că, din cauză că performanța în tenis este dependentă de mulți factori în afara frecării, construirea pantofilor (și prin implicații și selectarea lor) ar trebui să aibă în vedere în special reducerea frecvenței accidentărilor la extremitatea inferioară (Gerritsen și alții, 2002).

Există adesea o contradicție între ceea ce ar putea fi considerate cele mai importante două (dintre toate) funcții biomecanice ale pantofilor de sport: atenuarea impactului și controlul dinapoi a tălpii picioarului. Asta înseamnă că, pantofii cu talpă mai moale care atenuează eficace forțele de impact permit de asemenea o mișcare relativ mai liberă a tălpii picioarului care cauzează accidentările de genul luxațiilor discutate anterior. Este de asemenea știut că, în general, pantofii pierd 30% din proprietățile de atenuare a impacturilor după o scurtă utilizare (echivalentul a aproximativ 500 mile), astfel că ar trebui să fie înlocuiți la intervale adecvate. Sanderson (1981) a sugerat că simpla asigurare că încălțăminte este durabilă și faptul că vine bine pe talpa picioarului poate minimiza accidentările acesteia. Bătăturile, bășicile, rănirea la călcâi și la degetul mare de la picior (hemoragia sub unghie) care apar în tenis pot fi ușor prevenite dacă pantofii au mărimea corectă.

Este evident că jocul pe suprafețe cum ar fi zgura este asociat cu reducerea riscului accidentărilor la extremitatea inferioară. Pe lângă faptul că este una din cele mai moi suprafețe de joc, zgura permite controlul alunecării și s-a opinat că această ultimă caracteristică joacă un rol mai important în reducerea accidentărilor (Gerritsen și alții, 2002).

DE REȚINUT:

Gerritsen și alții, (2002) au sugerat că pantofii de tenis:

- > Măresc confortul.
- > Oferă stabilitate laterală
- > Ajută la reducerea forțelor de impact.
- > Modifică distribuția presiunii (presupusă a fi concentrată pe suprafața plantară a tălpii picioarului)
- > Asigură frecarea la rotație și translație.

6.2.

CUM SĂ ALEGEM ÎNCĂLȚĂMINTEA DE TENIS

Deși alegerea încălțăminte adecvate nu este chiar simplă, ar trebui ca în mod ideal să se bazeze pe biomecanica individuală a membrului inferior, iar un număr de factori ar putea fi folosiți drept ghid general.

1. Potențialul conflict între necesitățile atenuării impactului și controlul dinapoi a tălpii picioarului poate fi depășit prin selectarea pantofilor cu întăritor la călcâi, o talpă mai puțin maleabilă (mai fermă, mai dură) la mijloc și o bază a călcâiului mai mare la exteriorul tălpii. Toate acestea tind să controleze mișcarea de stabilitate posterioară a tălpii picioarului fără să implice creșterea forțelor de impact sau exagerarea mișcării încheieturii subtalare.
2. Să se schimbe încălțăminte la intervale regulate. Acest lucru va preveni intensificarea forțelor de impact datorită calităților de absorbire a impactului.
3. Să se asigure că încălțăminte are mărimea potrivită. Tălpile au tendința să devină mai mari pe durata unei zile (datorită faptului că suportă greutatea corporală), așa că în general cea mai bună perioadă de probat încălțăminte este după amiaza târziu.
4. Să se aleagă încălțăminte adecvată suprafeței de joc. De exemplu, un pantof cu talpă moale nu este de natură a fi eficace pe zgură, după cum pe anumite suprafețe un pantof cu zonă de contact mare va fi un avantaj.

7 SUMAR

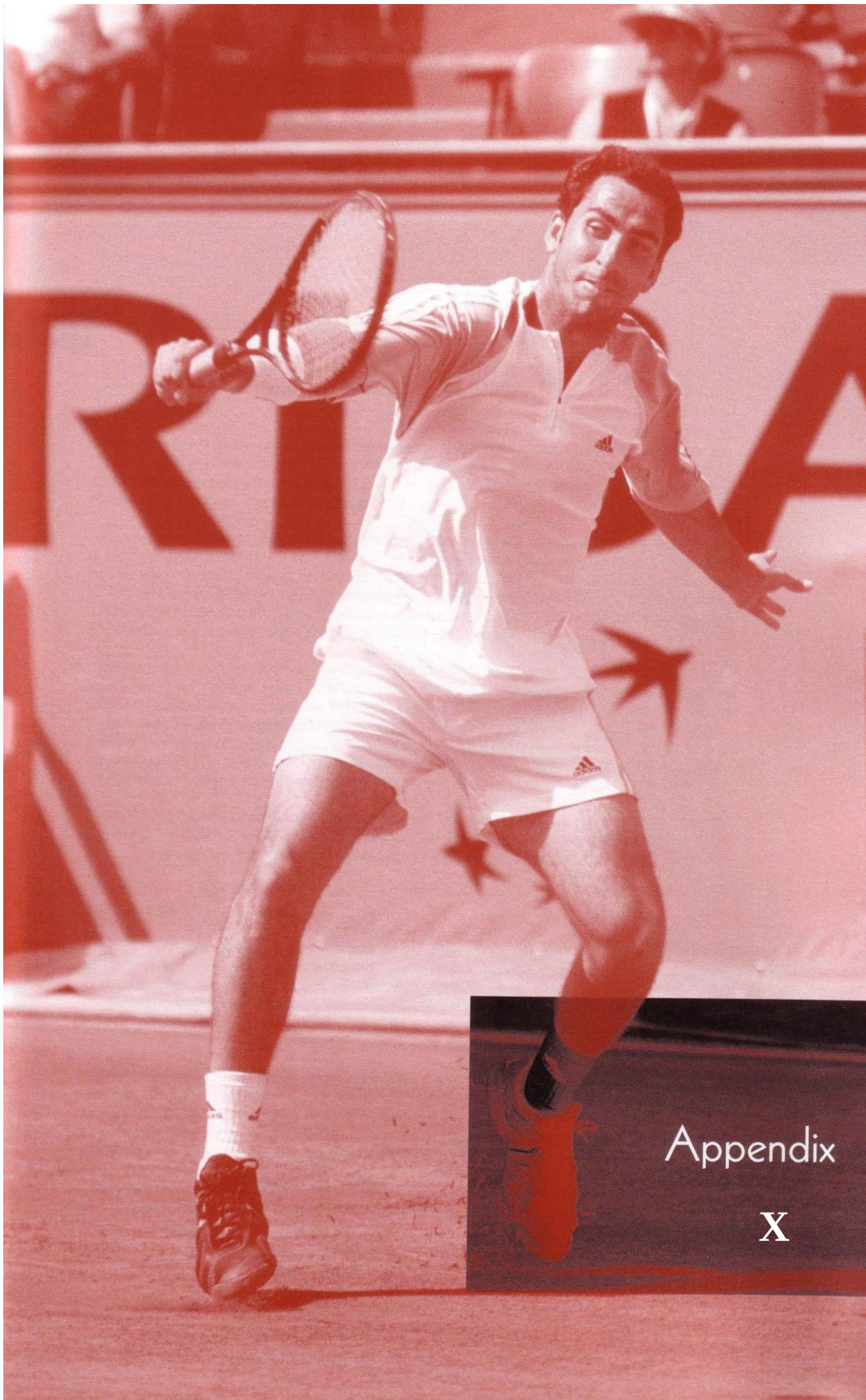
Am arătat cum tehnologia materialelor a facilitat schimbări majore ale caracteristicilor raketelor, făcându-le mai ușoare, dar mai puternice și mai puțin probabil să rateze lovituri. Au fost subliniate și principii care permit jucătorilor să-și modeleze rachetele la caracteristicile proprii de joc.

Caracteristicile mingilor tind să se modifice pe măsura uzurii lor. Mingile noi tind să zboare mai încet prin aer la primele jocuri datorită pufului flanelat al îmbrăcămintei acesteia, după care viteza crește pe măsură ce se îndepărtează puful. Mingile de asemenea influențează „viteza” terenului în virtutea frecării exercitate între aceasta și suprafață.

În fine, interacțiunea dintre pantof și suprafață determină abilitatea jucătorului de a accelera, a încetini și a se întoarce. Prea puțină sau prea multă frecare poate fi riscantă pentru jucători. O suprafață cu o frecare foarte mică va face să alunece jucătorii, în timp ce o suprafață cu o frecare foarte mare va face ca forțele de la nivelul încălțăminte să fie transferate la gleznă și genunchi. Din nou, pot fi aplicate principii în alegerea încălțăminte, atât în sensul maximizării performanței cât și în sensul minimizării riscului de accidentare. Pe cât posibil, încălțăminte ar trebui să se potrivească cu suprafețele pe care va fi utilizată.

Mulțumiri

Autorii doresc să mulțumească lui Bob Haines pentru furnizarea datelor despre caracteristicile raketelor de lemn din Tabelul 9.1.



X. ANEXĂ

BIOGRAFIILE EDITORILOR

BRUCE ELLIOTT

Profesorul Elliott este biomecanic senior la Școala de Științe a Mișcării Umane și a Exercițiului la Universitatea Australiei de Vest. Este antrenor federal de tenis și a publicat mult, fiind autor de bază în peste 200 de cărți internaționale, capitole de carte și lucrări de știință cu aplicație în sport.

Mai mult, profesorul Elliott este un foarte cunoscut conferențiar internațional pe probleme de biomecanica sportului. A fost participantul de seamă la Primul Congres Mondial al Rachetelor de Sport, la Primul Congres Mondial de Cricet și la al 3-lea Congres de Medicină și Știință în Tenis. A fost onorat de Societatea Internațională de Biomecanica Sporturilor fiind primit ca membru în organizația Geoffrey Dyson Lecture. De asemenea este membru al societății Refshauge Lecture for Sports Medicine Australia.

A fost primul președinte al Western Australian Institute of Sport (1984-1994) și primul vicepreședinte (pentru știința sportului) al Australian Association of Exercise and Sport Science (1993-1995). A fost Președintele Științific la al 5-lea Congres Mondial IOC pentru Științele Sportului și a fost organizatorul proiectelor de cercetare la Olimpiada de la Sydney din anul 2000. Este președintele ales (2003-2005) al International Society of Biomechanics in Sports și membru al Coaching Advisory Panel of Tennis Australia și al Research Boards of the Australian Cricket Board and the Australian Football League.

În 2003 Professional Tennis Registry i-a acordat premiul Stanley Plagenhoef Sport Science Award pentru „pentru întreaga contribuție adusă în tenis”, iar guvernul australian l-a premiat cu Centery Medal pentru „politica și dezvoltarea cercetării în slujba sportului”.

MACHAR REID

Machar este Assistant Research Officer la Federația Internațională de Tenis. În trei ani de când este la ITF a îndeplinit și rolul de preparator fizic al lui Greg Rusedski. Atribuțiile de la ITF includ scrierea și editarea materialelor educaționale pentru antrenori, conducerea cursurilor de antrenori, dezvoltarea cercetării și participarea ca antrenor la International Junior A Team.

Înainte de a se muta în Spania pentru a începe lucrul la ITF, Machar a urmat cursurile de antrenori prin programul Australian Institute of Sport Tennis și a absolvit B.App.Sc. in Human Movement (RMIT), Honours Degree in Biomechanics (UWA) și Graduate Diploma in Elite Sports Coaching (ACC). A fost prezentator la stagii de tenis în Asia, Europa și Africa și este coeditor la ITF Coaching & Sport Science Review.

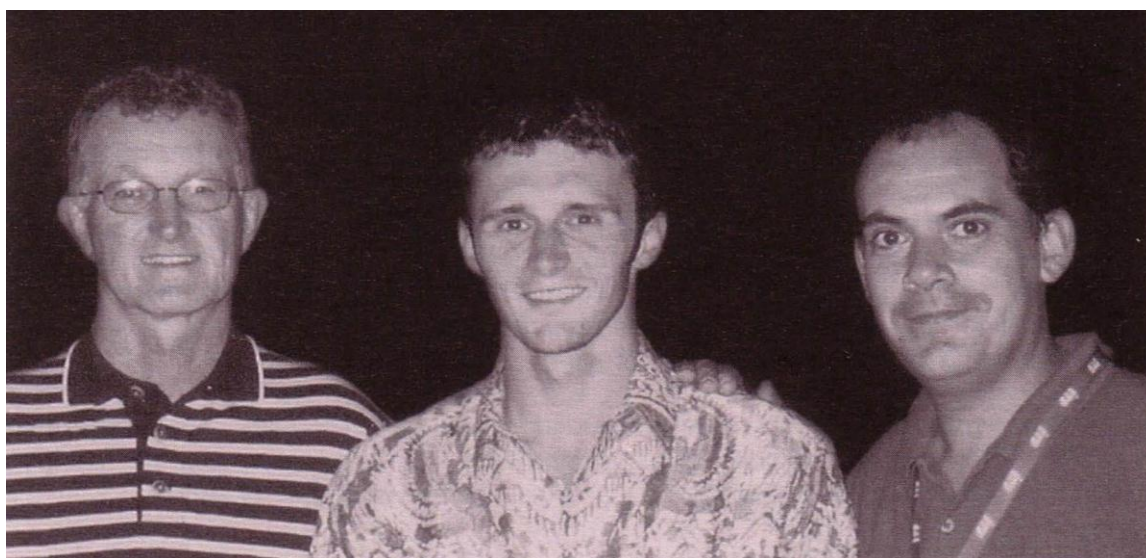
Eforturile de cercetare ale lui Machar au fost publicate în studii de tenis și jurnale de sport și anul 2003 îl găsește începând Ph.D. in Biomechanics la University of Western Australia.

MIGUEL CRESPO

Miguel este Research Officer la Departamentul de Dezvoltare în Tenis la Federația Internațională de Tenis. Format în Spania, Miguel este responsabil pentru Programul ITF de Educație al Antrenorilor și a fost implicat scriind în multe publicații ale ITF despre educația antrenorilor. Unele din aceste cărți au fost publicate în Engleză, Franceză, Spaniolă, Portugheză, Chineză, Japoneză, Rusă, Thai, Arabă, Macedoneană, Farsi și Vietnameză. A călătorit în lumea întreagă conducând stagii de pregătire a antrenorilor și făcând raporturi despre ultimele dezvoltări în domeniul antrenoratului. Este editor la ITF's Coaching & Sports Science Review, antrenor publicist oficial al ITF publicând în Engleză, Franceză și Spaniolă și coordonează diferite cercetări și publicații susținute de ITF.

Miguel a obținut doctoratul în psihologie la Leadership in Tennis and a B.A. in Philology. A fost primul Director al National Coaching School for the Royal Spanish Tennis Federation și a fost antrenor și căpitan al Echipei Naționale Spaniole de Juniori. Miguel a predat antrenorilor de toate nivelele și a scris articole și cărți atât pentru antrenori cât și pentru jucători și oficiali ai jocului.

Miguel este membru al ITF Sports Medical and Coaches Commissions, WTA Age Eligibility Committee, „Children, Adolescents and Sport” Working Group of the Sport Medical Commission of the International Olympic Committee și reprezentantul ITF în Consiliul Editorial al publicației „Medicine and Science in Tennis”.



Bruce Elliott (stânga), Machar Reid (centru) și Miguel Crespo (dreapta).

BIOGRAFIILE CONTRIBUTORILOR

JACQUE ALDERSON

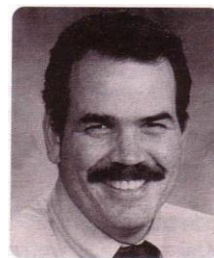
Jacque este Lector Asociat și student doctorand la School of Human Movement and Exercise Science la University of Western Australia. A fost interesată în mod deosebit în înțelegerea mișcării atât din perspectiva sportivă cât și cea clinică. Această înțelegere a fost îmbunătățită de dorința sa de a studia factorii care împreună influențează prin natura interacțiunii lor efectuarea unei mișcări eficiente. Dezvoltarea modelelor de performanță atât în testele sportive cât și cele clinice a jucat un rol important în studiile sale despre complexitatea mișcării. Aceasta este baza contribuției sale la această carte.



RAFAEL BAHAMONDE

Dr. Rafael Bahamonde a obținut titlul Ph.D. în Human Performance pentru îmbogățirea cunoștințelor în Biomecanica Sporturilor și Anatomie la Indiana University. Acum este Profesor Asociat la Physical Education la Indiana University Purdue University Indianapolis și Cercetător Asociat la National Institute for Fitness and Sports.

Cercetările Dr. Bahamonde prezintă interes în biomecanica sportului (tenis) și întocmirea analizelor, cu accent pe tehnicile sportive și prevenirea accidentărilor. În ultimii cinci ani Dr. Bahamonde a susținut mai mult de cincizeci de prezentări regionale, naționale și internaționale ale organizațiilor profesionale. A fost autor sau coautor a numeroase articole în numeroase jurnale ca: Athletic Training, Biomechanics, Biology in Sports, Journal of Applied Biomechanics, Journal of Sport Science, Journal of Strength and Conditioning, Journal of Science and Medicine in Sports și North America Clinics in Physical Therapy.



Dr. Bahamonde a primit premii de la United States Olympic Committee, United States Tennis Association, Puerto Rico Olympic Committee și American Association of Retired People.

JOHN CHOW

Jonhd Chow a obținut titlul de B.Sc. în Physical Education la Springfield College (Massachusetts, USA) și licențele Master's and Ph.D. în Exercise Science de la University of Iowa. Este Profesor Asociat și Directorul Laboratorului Biomecanic de la Exercise and Sport Sciences, University of Florida.

Pe parcursul anilor, John a adus contribuții în domeniul tehnicii videografiilor în biomecanică, modelarea musculaturii scheletice și performarea caracteristicilor anumitor lovituri din tenis și sporturile practicate în căruciorul cu roțile. Majoritatea cercetărilor sale referitoare la tenis au fost susținute în parte de United States Tennis Association (USTA). În mod obișnuit, cercetările sale de bază sunt focalizate asupra efectelor intervențiilor corective / de îmbunătățire a funcțiilor extremității inferioare la populațiile speciale (atleți, vârstnici, pacienți cu scleroză multiplă, etc.). Un interes adițional include biomecanica în loviturile de tenis și în scaunul cu roțile.

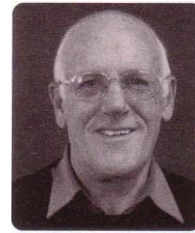


Deține titlul de Certified Strength and Conditioning Specialist (CSCS) și este membru al American College of Sports Medicine (ACSM). John este original din Hong Kong.

ROD CROSS

Rod Cross este Profesor Asociat la Physics la Sydney University unde întreprinde cercetări în fizica sportului, în special în tenis. A scris în jur de 30 de articole de jurnal pe acest subiect și a scris recent o carte „*Fizica și Tehnologia în Tenis*” împreună cu Howard Brody și Crawford Lindsey.

Articolul său despre mănuierea confortabilă a mingii de baschet apărut în ziarul The American Journal of Physics a fost votat pentru primele 75 de articole din SUA în 1988. A testat în mod regulat rachete și corzi în laboratorul său de la USRSA (United States Racquet Stringers Association) și a scris multe articole pentru ziarul său lunar Racquet Tech.



HEINZ KLEINODER

După absolvirea Bachelor in Sport Science în 1990, Heinz a fost numit Lector la catedra de mișcare și antrenament sportiv la Universitatea Germană de Sport, Cologne. În acest timp, Heinz a fost premiat cu Young Investigator's Award al Colegiului European de Știință a Sportului (ECSS, 1996) și și-a luat doctoratul în biomecanica tenisului (1997).

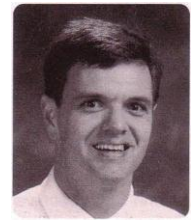
Punând în practică cunoștințele teoretice despre biomecanică, Dr. Kleinoder a lucrat ca preparator fizic la echipa de tenis de primă divizie Bayer Leverkusen's și a răspuns de supervizarea testării fizice a multor jucători de tenis de top și jucători de fotbal. Heinz a lucrat de asemenea intensiv în formarea antrenorilor de tenis atât în Germania cât și în afara ei.



DUANE KNUDSON

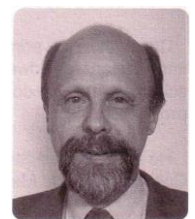
Dr. Duane Knudson este Profesor Asociat la Departamentul Știință a Educației Fizice și Exercițiului de la Universitatea Statului California, Chico. A obținut Ph.D în biomecanică la Universitatea Wisconsin-Madison. Domeniul său principal de cercetare este biomecanica tenisului și a publicat vreo două duzini de studii și anumite capitole despre creșterea performanței și prevenirea accidentărilor în tenis. Dr. Knudson a fost pionierul inovării tehnologiei de măsurare a forței și a tehnicilor de culegere a datelor pentru cercetările din tenis.

Dr. Knudson este cunoscut pe plan internațional ca expert în biomecanică și este membru al United States Tennis Association Sport Science Committee. Este de asemenea autor al „*Qualitative Analysis of Human Movement 2nd Ed.*” și „*Fundamentals of Biomechanics*”.



JOACHIM MESTER

Născut în 1948, Profesorul Mester a fost licențiat ca specialist în Știința Sportului, Engleză, Biologie și Pedagogie la începutul anilor '70. Curând după aceea, a început activitatea ca lector la Institutul de Medicină Sportivă la Universitatea din Bochum, poziție pe care a ocupat-o 11 ani până în 1985. În acest timp, Joachim și-a luat doctoratul în percepția senzorială, învățarea și controlul motor (1978), iar în 1985 a obținut licența în diagnoza performanței umane și tehnica mișcării în sport.



Profesorul Mester este foarte apreciat atât în cercetarea cât și în aplicarea ciclurilor de performanță sportivă și a fost Director la „Human Performance” la Universitatea Germană de Sport din Cologne, Președinte al Universității Germane de Sport din Cologne (1991-1999), Șeful Comitetului Științific al Federației Germane de Tenis (1999-2001) și Președinte al Colegiului European de Știință a Sportului. În 1994, Mester a obținut de asemenea titlul Doctor Honoris Causa al Universității de Sport din Budapesta.

Cercetările sale au vizat analiza teoretică și empirică a adaptării umane la antrenament și dezvoltarea tehnicilor digitale pentru măsurarea și dezvoltarea feed-back-ului în sport. De asemenea Mester a oferit suport pentru sportivii echipelor naționale în ski-ul alpin, tenis, schi-jumping, alergare cu obstacole.

STUART MILLER

Stuart Miller a fost Manager Tehnic la ITF din decembrie 2001, înainte a urmat cursul Leader of B.Sc. (Hons) Sport and Exercise Science și a fost licențiat la Leeds Metropolitan University, England. Era la Leeds când i-a fost acordat titlul Ph.D. în biomecanica neuromusculară. Mai înainte a fost Șeful catedrei de Biomecanică la University of Wales Institute, Cardiff, una din universitățile de sport de renume din Marea Britanie.



Stuart a fost unul din primii biomecanici acreditați pe deplin de British Association of Sport and Exercise Sciences, iar momentan este Vicepreședinte la Societatea Internațională de Biomecanică a Sportului.

Ca cercetător activ, Stuart a făcut expertize în domeniul științei sportului (incluzând biomecanica, anatomia și statistica) și a contribuit regulat cu studii științifice la publicații naționale și internaționale.

Ca sportiv înfocat, Stuart a jucat baschet profesionist pentru echipele de top din baschetul britanic Warrington și Manchester United.

ZENGYUAN YUE

Dr. Yue s-a născut în anul 1942 în Liaoning, China și este Cercetător Științific la Institutul pentru Antrenament și Știință a Mișcării de la Universitatea Germană de Sport din Cologne. Și-a completat studiile la Departamentul de Matematică și Mecanică de la Universitatea din Peking, și-a luat doctoratul la Institutul de Mecanică la Academia Științifică Chineză.



Pe parcursul a peste 35 de ani a ocupat variate posturi de cercetător în cele mai renumite instituții de educație fizică din lume (Cercetător Asistent la Institutul de Mecanică al Academiei Științifice Chineze, 1969-1978; Profesor Asistent la Departamentul de Geofizică la Universitatea din Peking, 1978; Bursier la Institutul de Tehnologie din Massachusetts, 1978-1980 și 1985-1986; Lector la Universitatea din Peking, 1980; Profesor de Astrofizică și Matematici Aplicate la Universitatea din Peking, 1984; Alexander von Humboldt Fellow and Guest Professor la Physics Institute of the University of Cologne, 1992-1997; Cercetător Științific la Radio Astronomy Institute of the University of Bonn, 1997-1999).

În acest timp, Yue a fost un prolific contributor în domeniul dinamicii fluidelor, astrofizicii, și matematicilor aplicate, având scrise mai mult de 50 de articole științifice de ziar pe aceste subiecte. A publicat de asemenea mai mult de 20 de articole din domeniul științei sportului.

- Bahamonde, R. (2000). Changes in angular momentum during the tennis serve. *Journal of Sports Sciences*, 18, 579-592.
- Balyi, I., and Hamilton, A.E. (2003). Long-term athlete development, trainability and physical preparation of tennis players. In M. Reid, A. Quinn and M. Crespo (Eds.) *ITF Strength and Conditioning for Tennis* (pp. 49-57). ITF Ltd: London.
- Berlak, A., and Berlak, H. (1981). *Dilemmas of schooling*. Methuen: London and New York.
- Blanksby, B., Elliott, B., and Ellis, R. (1979). Selecting the right racquet. *Australian J. of Health Physical Education and Recreation*, 86, 21-25.
- Crespo, M. (1999). Teaching methodology for tennis. *ITF Coaching & Sport Science Review*, 19, 3-4.
- Crespo, M., and Miley, D. (1998). *ITF Advanced Coaches Manual*. ITF Ltd: London.
- Crespo, M., and Miley, D. (1998b). *ITF Schools Tennis Initiative Teachers' Manual*. ITF Ltd: London.
- Crespo, M., Reid, M., and Miley, D. (in press). *ITF Manual on Coaching Beginner and Intermediate Tennis Players*. ITF Ltd: London.
- Dent, P. (1994). The power supply. *Coaches and Coaching*, 16, 6-8.
- Dexter, T. (1999). Relationships between sport knowledge, sport performance and academic ability: Empirical evidence from GCSE physical education. *Journal of Sports Sciences*, 17, 283-295.
- Elliott, B. (1981). Tennis racquet selection: A factor in early skill development. *The Australian Journal of Sports Sciences*, 1, 23-25.
- Elliott, B., and Wood, G. (1983). The biomechanics of the foot-up and foot-back tennis serving techniques. *The Australian Journal of Sports Sciences*, 3, 2, 3-6.
- Elliott, B. (2001). Biomechanics of stroke production in tennis: Implications for the tennis coach. *ITF Coaching & Sport Science Review*, 24, 2-3.
- Elliott, B. (2001). The Serve. *ITF Coaching & Sport Science Review*, 24, 4.
- Griffith, L.L., Oslin, J.L., and Mitchell, S.A. (1997). *Teaching sport concepts and skills. A tactical games approach*. Human Kinetics: Champaign.
- Groppel, J.L., Loehr, J.E., Melville, D.S., and Quinn, A.M. (1989). *Science of Coaching Tennis*. Leisure Press: Champaign.
- ITF. (1999). *ITF Coaching & Sport Science Review*, 19.
- Jones, D. (1982). Teaching for understanding in tennis. *Bulletin of Physical Education*, 18, 1, 29-31.
- Knuttgen, H.G. (1959). *The effects of varying tennis racquet dimensions on stroke performance*. Unpublished Ph.D. Thesis. Ohio State University, Columbus.
- Lauder, A.G. (2001). Play Practice. *The Games Approach to Teaching and Coaching Sports*. Human Kinetics: Champaign.
- LTA. (1995). *Technical Analysis Course*. LTA Coaching Department: London.
- LTA. (2001). *Game based practices*. LTA Coaching Department: London.
- McPherson, S.L. (1991b). *Changes in knowledge content and structure in adult beginner tennis: a longitudinal study*. Paper presented at the annual meeting of the NASPSPA, Asilomar, USA.
- McPherson, S.L. (1992). *Instructional differences on longitudinal development of beginners knowledge representation between points in tennis*. Paper presented at the annual meeting of the NASPSPA, Pittsburgh, USA.
- McPherson, S.L., and French, K.E. (1991). Changes in cognitive strategies and motor skill in tennis. *Journal of Sport and Exercise Psychology*, 13, 26-41.
- McPherson, S.L., and Thomas, J.R. (1989). Relation of knowledge and performance in boys' tennis: Age and Expertise. *Journal of Experimental Child Psychology*, 48, 190-211.
- Pankhurst, A. (1999). Game based coaching. *Coach to Coach*, 6, 16-18.
- Poto, C. (1985). *The effect of ball velocity on spatial accuracy of the tennis volley*. Master's Thesis. California State University, Long Beach.
- Quezada, S., Riquelme, N., Rodríguez R., and Godoy, G. (2000). Pre-tennis and the development of motor patterns of children 5 years of age. *ITF Coaching & Sport Science Review*, 20, 10.
- Reynolds, K. (1994). Step by step biomechanics *Coaching Excellence*, 8, 2-3.
- Reynolds, K. (1995a). Step by step biomechanics. *Coaching Excellence*, 9, 4-5.
- Reynolds, K. (1995b). Step by step biomechanics *Coaching Excellence*, 10, 4-5.
- Reynolds, K. (1996a). Biomechanics and the five fundamentals. *Coaches and Coaching*, 24, 6-8.
- Reynolds, K. (1996b). Step by step biomechanics. *Coaching Excellence*, 14, 4-5.
- Rink, J.E. (1996). Tactical and skill approaches to teaching sport and games: Introduction. *Journal of Teaching in Physical Education*, 15, 397-398.
- Rink, J.E., French, K.E., and Tjeerdsma, B.L. (1996). Foundations for the learning and instruction of sport and games. *Journal of Teaching in Physical Education*, 15, 399-417.
- Roetert, E.P., and Groppel, J.L. (2001). *World Class Tennis Technique*. Human Kinetics: Champaign.
- Rovegno, I. (1998). The development of in-service teachers' knowledge of a constructivist approach to physical education: Teaching beyond activities. *Research Quarterly for Exercise and Sport*, 69, 147-162.

- Thorpe, R. (1983). An understanding approach to the teaching of tennis. *Bulletin of Physical Education*, 19, 1.
- Thorpe, R. (1997). We love games, but when do we teach technique? *Sports Coach*, Winter, 4-5.
- Thorpe, R., and Dent, P. (1999). Developing a more player oriented approach to coaching tennis, *ITF Coaching & Sport Science Review*, 19, 5-7.
- Thorpe, R., Bunker, D., and Almond, L. (1986). *Rethinking games teaching*. University of Technology: Loughborough.
- Turner, A. (2003). *A comparative analysis of two approaches for teaching tennis: Games-Based Approach versus the Technique Approach*. Paper presented at the 2nd ITF Tennis Science and Technology Congress, London.
- Turner, A. P., and Martinek, T. J. (1995). Teaching for understanding: A model for improving decision-making during game play. *Quest*, 47, 44-63.
- Turner, A. P., Crespo, M., Reid, M., and Miley, D. (2002). The games for understanding teaching approach in tennis. *ITF Coaching & Sport Science Review*, 26, 2-3.
- Ward, T., and Groppel, J.L. (1980). Sports implement selection: can it be based on anthropometric indicators? *Motor Skill Theory and Practice*, 4, 103.
- Wells, W. (1981). *The effect of the graduated length method on tennis achievement of beginners*. PED Dissertation, Indiana University.
- Wulf, G., and Weigelt, C. (1997). Instructions about physical principles in learning a complex motor skill: To tell or not to tell. *Research Quarterly for Exercise and Sport*, 68, 362-367.

CAPITOLUL 2

DEZVOLTAREA VITEZEI RACHETEI

- Bahamonde, R. (1991). Stroboscopic analysis of the axis of rotation in the tennis serve. In W. Liemohn (Ed.), *Abstracts of Research Papers* (pp. 196). AAHPERD: Reston.
- Bahamonde, R. (2000). Changes in angular momentum during the tennis serve. *Journal of Sports Sciences*, 18, 579-592.
- Cross, R. (2001). Customising a tennis racquet by adding weights. *Sports Engineering*, 4, 1-14.
- Elliott, B.C., Marshall, R.N., and Noffal, G. (1995). Contributions of upper limb segment rotations during the power serve in tennis. *Journal of Applied Biomechanics*, 11, 433-442.
- Elliott, B., Takahashi, K., and Noffal, G. (1997). The influence of grip position on upper limb contributions to racquet-head speed in the tennis forehand. *Journal of Applied Biomechanics*, 13, 2, 182-196.
- Elliott, B., Baxter, K., and Besier, T. (1999). Internal rotation of the upper-arm segment during a stretch-shorten cycle movement. *Journal of Applied Biomechanics*, 15, 381-395.
- Grosser, M., and Schönborn, R. (2001). *Competitive tennis*. Meyer and Meyer Sport: Oxford.
- Izquierdo, M., Hakkinen, K., Gonzalez-Badillo, J. J., Ibanez, J., and Gorostigia, E. M. (2002). Effects of long-term training specificity on maximal strength and power of the upper and lower extremities in athletes from different sports. *European Journal of Applied Physiology*, 87, 3, 264-271.
- Kibler, B. and van der Meer, D. (2001). Mastering the kinetic chain. In P. Roetert and J. Groppel (Eds). *World Class Tennis Technique* (pp. 99-114). Human Kinetics: Champaign.
- Kleinöder, H.K. (1990). *The effect of tennis specific power training towards an increase of service speed and speed of leg movements*. Unpublished PhD thesis, The German Sports University, Cologne.
- Kraemer, W., Ratamess, N., Fry, A., Triplett-McBride, T., Koziris, L., Bauer, J., Lynch, J., and Fleck, S. (2000). Influence of resistance training volume and periodization on physiological and performance adaptations in collegiate women tennis players. *The American Journal of Sports Medicine*, 28, 626-633.
- Macari-Pallis, J. (1998b). *U.S. Open Ball Spin*. (online) <http://wings.avkids.com/Tennis/Project/usspin-01.html> downloaded 3/11/02.
- Pluim, B. (2002). *Personal Communication*.
- Reid, M. and Elliott, B. (2002). The one- and two-handed backhands in tennis. *Sports Biomechanics*, 1, 47-68.
- Richardson, C., Jull, G., Hodges, P., and Hides, J. (1999). *Therapeutic Exercise for Spinal Segmental Stabilization in Low Back Pain*. Churchill Livingstone: Sydney.
- Roetert, E. P., and Ellenbecker, T. S. (2002a) Strength training, flexibility training and physical conditioning. In P. Renstrom (Ed). *Handbook of Sport Medicine and Science: Tennis*. (pp. 103-123). Blackwell Science Ltd: Oxford.
- Roetert, E. P., and Ellenbecker, T. S. (2002b) Pre-participation profiling for tennis. In P. Renstrom (Ed.), *Handbook of Sport Medicine and Science: Tennis*. (pp. 124-138). Blackwell Science Ltd: Oxford.
- Viroux, P., and Bastiaens, K. (2002). *Results and observations from Belgian National Training Centre Screenings*. Unpublished raw data.
- Walshe, A., Wilson, G., and Ettema, G. (1998). Stretch-shorten cycle compared with isometric preload: contributions to enhanced muscular performance. *Journal of Applied Physiology*, 84, 97-106.
- Wilson, G., Elliott, B., and Wood, G. (1991). The effect of imposing a delay during a stretch-shorten cycle movement. *Medicine and Science in Sport and Exercise*, 23, 364-370.
- Yandell, J. (2002). Comparing the serves of Sampras and Rusedski. *Tennis Pro*, May/June, 28-29.

- Bahamonde, R.E. (1997). Joint power production during the flat and slice serves. In *Proceedings of the 15th International Symposium on Biomechanics in Sports* (pp.489-494). International Society of Biomechanics in Sports: Denton.
- Bahamonde, R.E. (2000) Angular Momentum Changes During the Tennis Serve, *Journal of Sports Sciences*, 18, 8, 579-592.
- Bahamonde, R., and Knudson, D. (2000). Ground reaction forces of two types of stances and tennis serves. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 33, 5, s102.
- Bahamonde, R., and Knudson, D. (2003). Kinetics of the upper extremity in the open and square stance forehands. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 6, 1, 88-102.
- Ellenbecker, T.S. (1991). A total arm strength profile of highly skilled tennis players. *Isonkinetics and Exercise Science*, 1, 9-21.
- Ellenbecker, T.S., and Roetert, E.P. (2003) Age-specific isokinetic glenohumeral internal and external rotation strength of elite junior players. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 6, 1, 63-75.
- Elliott, B., and Wood, G. (1983). The biomechanics of the foot-up and foot-back tennis serves techniques. *The Australian Journal of Sports Sciences*, 3, 3-5.
- Elliott, B., Marsh, T., and Blanksby, B. (1986). A three-dimensional analysis of the tennis serve. *International Journal of Sport Biomechanics*, 2, 260-271.
- Elliott, B.C, Marsh, T., and Overheu., P. (1989). The topspin backhand drive in tennis. *Journal of Movement Studies*, 16, 1-16.
- Elliott, B., and Christmass, M. (1995). A comparison of the high and low backspin backhand drives in tennis using different grips. *Journal of Sports Sciences*, 13, 141-151.
- Elliot, B., Takahashi, K., and Noffal, G. (1997). The influence of grip position on the upper limb contributions to racquet head velocity in a tennis forehand, *Journal of Applied Biomechanics*, 13, 182-196.
- Elliott, B. Fleisig, G. Nicholls, R., and Escamilla, R. (2003). Technique effects on upper limb loading in the tennis serve. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 6, 1, 76-87.
- Groppel, J.L. (1995). *Injury prevention through proper biomechanics*. USTA 2nd National Conference on Sports Medicine and Science in Tennis.
- Hall, S (2003). *Basic Biomechanics*. McGraw Hill: New York.
- Hopkins, P.W. (1981). *A comparison of the open and closed stance forehand techniques in collegiate level tennis*. Unpublished master's thesis, California State University, Fresno.
- Iino, Y., and Kojima, T. (2001) Torque acting on the pelvis about its superior-inferior axis through the hip joints during a tennis forehand stroke. *Journal of Human Movement Studies*, 40, 269-290.
- Kibler, B. (1995) Biomechanical analysis of the shoulder during tennis activities. *Clinics in Sports Medicine*, 14, 79-85.
- Knudson, D., and Blackwell, J. (2000) Trunk muscle activation in open stance and square stance tennis forehands. *International Journal of Sports Medicine*, 21, 5, 321-324
- Knudson, D., and Bahamonde, R. (2001) Effect of endpoints conditions on position and velocity near impact in tennis. *Journal of Sports Sciences*, 19, 839-844.
- Knudson, D., and Bahamonde, R. (1999). Trunk and racquet kinematics at impact in the open and square stance tennis forehand. *Biology in Sport*, 16, 1, 3-10.
- Payne, A. H. (1978) Comparison of the ground reaction forces in golf drive and tennis service. *Aggressologie*, 19, 8, 53-54.
- Reid, M., and Elliott, B. (2002). The one and two-handed backhands in tennis. *Sports Biomechanics*, 1, 1, 47-68.
- Van Gheluwe, B., and Hebbelinck, M. (1986). Muscle actions and ground reaction forces in tennis. *International Journal of Sport Biomechanics*, 2, 88-99.

- Aviles, C., Benguigui, N., Beaudoin, E., and Godart, F. (2002). Developing early perception and getting ready for action on the return of serve. *ITF Coaching & Sport Science Review*, 28, 6-8.
- Alvarez, W. (1990). *Sistemas de entrenamiento para jugadores de Copa Davis*. Seminario monographico de la RFET, Barcelona.
- Besier, T., Lloyd, D., Ackland, T., and Cochrane, J. (2001). Anticipatory effects on knee joint loading during running and cutting manœuvres, *Medicine and Science in Sport and Exercise*, 33, 7, 1176-1181.
- Bourquin, O. (2003). Coordination. In M.Reid, A. Quinn and M. Crespo (Eds.). *ITF Strength and Conditioning for Tennis*. (pp. 71-77). ITF Ltd: London.
- Bragg, R. W., and Andriacchi, T. P. (2002). *The lateral reaction step in tennis footwork*. Unpublished manuscript, Stanford University, Los Angeles.
- Cavanagh, P. (1990). *Biomechanics of Distance Running*. Human Kinetics: Champaign.
- Chandler, T. J., and Chandler, W.B. (2003). Training Principles. In M. Reid, A. Quinn and M. Crespo (Eds.). *ITF Strength and Conditioning for Tennis* (pp. 59-65). ITF Ltd: London.
- Coe, A., and Miley, D. (2001). Adjusting to Different Court Surfaces. In P. Roetert, and J. Groppel. (Eds.), *World Class Tennis Technique* (pp.41-59). Human Kinetics: Champaign.
- Ferrauti, A., Weber, K., and Wright, P. (2003). Endurance: Basic, semi-specific and tennis-specific. In M.Reid, A. Quinn and M. Crespo (Eds.). *ITF Strength and Conditioning for Tennis* (pp. 93-111). ITF Ltd: London.

- Ferrauti, A., and Weber, K. (2001). *Stroke situations in clay court tennis*. Unpublished data.
- Groeneveld, S. (2002). Personal communication. April, Valencia.
- Hewett, T. E., Lindenfeld, T. N., Riccobene, J. V., and Noyes, F. R. (1999). The Effect of Neuromuscular Training on the Incidence of Knee Injury in Female Athletes – A Prospective Study. *The American Journal of Sports Medicine*, 27, 6, 699-705.
- Knudson, D. (2001). *Effects of the Type III Tennis Ball*. Paper presented at the United States Tennis Association Annual Meeting, Tucson.
- Kraan, G. A., van Veen, J., Snijders, C.J., and Storm, J. (2001). Starting from standing; why step backwards. *Journal of Biomechanics*, 34, 211-215.
- Lamond, F., Lowdon, B., and Davis, K. (1996). Determination of the quickest footwork for teaching return of the tennis serve, *ACHPERD*, 43, 4, 5-8.
- Maeso, M. (2001). *Movement drills for tennis*. Presentation at the 12th ITF Worldwide Coaches Workshop, Bangkok.
- O'Donoghue, P., and Ingram, B. (2001). A notational analysis of elite tennis strategy. *Journal of Sports Sciences*, 19, 107-115.
- Roetert, P., and Ellenbecker, T. S. (1998). *Complete conditioning for tennis*. Human Kinetics: Champaign.
- Roetert, E.P., Ellenbecker, T., and Chu, D. (2003). Movement in Tennis. In M.Reid, A. Quinn and M. Crespo (Eds.). *ITF Strength and Conditioning for Tennis* (pp. 165-173). ITF Ltd: London.
- Saviano, N. (2000). Dispelling Technical Myths: The Split Step and Racquet Preparation. *High Performance Coaching*, United States Tennis Association.
- Schonborn, R. (1998). *Advanced training techniques for competitive players*. Meyer and Meyer Verlag: Aachen.
- Verstegen, M., and Marcello, B. (2002). Agility and Coordination. In B. Foran (Ed.) *High-Performance Sports Conditioning* (pp. 139-167). Human Kinetics: Champaign.
- Weber, K. (2003). Demand profile and training of running-speed in elite tennis. In: M. Crespo, M. Reid, & D. Miley (Eds.). *Sport science for tennis*. ITF Ltd: London.
- Zecher, S. B., and Leach, R. E. (1995). Lower leg and foot injuries in tennis and other racquet sports. *Clinics in Sports Medicine*, 14, 1, 223-240.

CAPITOLUL 5

PREGĂTIREA ȘI PRODUCEREA LOVITURII

- Bahamonde, R. E. (1989). Kinetic analysis of the serving arm during the performance of the tennis serve. In R. J. Gregor, R. F. Zernicke and W. C. Whiting (Eds.), *XIIth International Society of Biomechanics*. University of California, Los Angeles.
- Bahamonde, R., and Knudson, D. (2003). Kinetics of the upper extremity in the open and square tennis forehand. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 6, 1, 88-101.
- Brody, H., Cross, R. and Crawford, L. (2002). *The Physics and Technology of Tennis*, Racquet Tech Pub: Solana Beach.
- Dillman, C. J., Schultheis, J. M., Hintermeister R. A., and Hawkins, R.J. (1995). What do we know about body mechanics involved in tennis skills? In H. Krah, H. Pieper, B. Kibler and P. Renstrom (Eds.), *Tennis: Sports Medicine and Science* (pp. 6-11). Society for Tennis Medicine and Science, Auglage.
- Elliott, B. C., Marshall, R. N., and Noffal, G. J. (1995). Contributions of upper limb segment rotations during the power serve in tennis. *Journal of Applied Biomechanics*, 11, 4, 433-442.
- Elliott, B. C., Fleisig, G. S., Nicholls, R. L., and Escamilla, R. F. (2003). Technique effects on upper limb loading in the tennis serve. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 6, 1, 76-87.
- Feltner, M., and Dapena, J. (1986). Dynamics of the shoulder and elbow joints of the throwing arm during a baseball pitch. *International Journal of Sport Biomechanics*, 2, 235-259.
- Fleisig, G. S., Andrews, J. R., Dillman, C. J., and Escamilla, R. F. (1995). Kinetics of baseball pitching with implications about injury mechanisms. *The American Journal of Sports Medicine*, 23, 2, 233-239.
- Hennig E. M., Rosenbaum D., and Milani T. L. (1992). Transfer of tennis racquet vibrations onto the human forearm, *Medicine Science Sports and Exercise*, 24, 10, 1134-40.
- Kibler, W. B. (1995a). Current concepts for shoulder biomechanics for tennis. In H. Krah, H. Pieper, B. Kibler and P. Renstrom (Eds.), *Tennis: Sports Medicine and Science* (pp. 59-71). Society for Tennis Medicine and Science, Auglage.
- Kibler, W. B. (1995b). Biomechanical analysis of the shoulder during tennis activities. *Clinics in Sports Medicine*, 14, 1, 79-85.
- Nigg B. M., and Segesser, B. (1988) The influence of playing surfaces on the load on the locomotor system and on football and tennis injuries, *Sports Medicine*, 5, 6, 375-85.
- Renstrom, P., and Johnson, J. (1985). Overuse injuries in sport, *Sports Medicine*, 2, 316-333.
- Roetert, E. P., Brody, H., Dillman, C. J., Groppel, J. L., and Schultheis J. M. (1995). The biomechanics of tennis elbow. An integrated approach. *Clinics in Sports Medicine*, 14, 1, 47-57.
- Whiting, W., and Zernicke, R. (1998). *Biomechanics of Musculoskeletal Injury*. Human Kinetics: Champaign.

CAPITOLUL 6

ACTIVITATEA MUSCULARĂ: UN INDICATOR PENTRU ANTRENAMENT

- Andrew, P. S., Chow, J. W., Knudson, D. V., and Tillman, M. D. (2003). Effect of ball size on player reaction and racquet acceleration during the tennis volley. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 6, 104-114.

- Bauer, J., and Murray, R. (1999). Electromyographic patterns of individuals suffering from lateral tennis elbow. *Journal of Electromyography and Kinesiology*, 9, 245-252.
- Blackwell, J.B., and Knudson, D. (2002). Effect of type 3 (Oversize) tennis ball on serve performance and upper extremity muscle activity. *Sports Biomechanics*, 1, 187-191.
- Buckley, J. P., and Kerwin, D. G. (1988). The role of biceps and triceps brachii during tennis serving. *Ergonomics*, 31, 1621-1629.
- Burkhart, S. S., Morgan, C. D., and Kibler, W. B. (2000). The dead arm in throwing athletes. *Clinics in Sports Medicine*, 19, 125-158.
- Chandler, T. J., and Chandler, W. B. (2003). Training Principles. In M.Reid, A. Quinn and M. Crespo (Eds.). *ITF Strength and Conditioning for Tennis* (pp. 59-70). ITF Ltd: London.
- Chow, J. W., Carlton, L. G., Chae, W. S., Shim, J. H., Lim, Y. T., and Kuenster, A. F. (1999a). Movement characteristics of the tennis volley. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 31, 855-863.
- Chow, J. W., Carlton, L. G., Lim, Y. T., Shim, J. H., Chae, W. S., and Kuenster, A. F. (1999b). Muscle activation during the tennis volley. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 31, 6, 846-854.
- Chow, J. W., Shim, J. H., and Lim, Y. T. (In press) Lower trunk muscle activity during the tennis serve. *Journal of Science and Medicine in Sport*.
- Chu, D. (2003). Increasing Power in Tennis. In M. Reid, A. Quinn and M. Crespo (Eds.). *ITF Strength and Conditioning for Tennis* (pp. 137-148). ITF Ltd: London.
- Ellenbecker, T. S. (1995). Rehabilitation of Shoulder and Elbow Injuries in Tennis Players, *Clinics in Sports Medicine*, 14, 1, 87-109.
- Ellenbecker, T.S., and Roetert, E.P. (2003). Age specific glenohumeral internal and external rotation strength in elite junior tennis players. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 6, 65-72.
- Ellenbecker, T., and Tiley, C. (2001). Training muscles for strenght and speed. In E.P. Roetert and J.L. Groppe. *World Class Tennis Technique* (pp. 61-84). Human Kinetics: Champaign.
- Elliott, B.C., Takahashi, K., and Noffal, G.J. (1997). The influence of grip position on upper limb contributions to racket head velocity in a tennis forehand. *Journal of Applied Biomechanics*, 13, 182-196.
- Elliott, B.C., Baxter, K.G., and Besier, T.F. (1999). Internal rotation of the upper-arm segment during a stretch-shorten cycle movement. *Journal of Applied Biomechanics*, 15, 4, 381-395.
- Ellenbecker, T.S., Davies, G.J., and Rowinski, M.J. (1988). Concentric versus eccentric isokinetic strengthening of the rotator cuff. Objective data versus functional test. *American Journal of Sports Medicine*, 16, 64-69.
- Enoka, R. (1994). *Neuromechanical Basis of Kinesiology* (2nd Ed). Human Kinetics: Champaign.
- Farrow, D., and Abernethy B. (2002). Can anticipatory skills be learned through implicit video-based perceptual training? *Journal of Sports Sciences*, 20, 471-485.
- Ferrauti, A., Weber, K., and Wright, P. (2003). Endurance: Basic, semi-specific and tennis-specific. In M.Reid, A. Quinn, and M. Crespo (Eds.). *ITF Strength and Conditioning for Tennis* (pp. 93-112). ITF Ltd: London.
- Fleck, S.J., and Falkel, J.E. (1986). Value of resistance training for the reduction of sports injuries. *Sports Medicine*, 3, 61-68.
- German Tennis Association. (2000). *Tennis Course Volume 2: Lessons and Training*.
- Giangarra, C. E., Conroy, B., Jobe, F. W., Pink, M., and Perry, J. (1993). Electromyographic and cinematographic analysis of elbow function in tennis players using single- and double-handed backhand strokes. *The American Journal of Sports Medicine*, 21, 3, 394-399.
- Goulet, C, Fleury, M., Bard, Ch., Yerles, M., Michaud, D., and Lemire, L. (1988). Analyses des indices visuels prélevés en réception de service au tennis. *Canadian Journal of Sport Science*, 13, 1, 79-87.
- Goulet, C, Bard, Ch., and Fleury, M. (1989). Expertise differences in preparing to return a tennis serve: a visual information processing approach. *Journal of Sport and Exercise Psychology*, 11, 382-398.
- Havelak, J. (1999). ITF ball rule change aims to change the game. *USTA Magazine*, October, 4.
- Hodges, P.W., and Richardson, C.A. (1997a). *Contraction of the Abdominal Muscles Associated with Movement of the Lower Limb. Physical Therapy*, 77, 132-144.
- Hodges, P.W., and Richardson, C.A. (1997b). Feedforward Contraction of Transversus Abdominis is not influenced by the Direction of Arm Movement. *Experimental Brain Research*, 114, 362-370.
- ITF. (2003). *Rules of Tennis*. ITF Ltd: London.
- Izquierdo, M., Hakkinen, K., Gonzalez-Badillo, J. J., Ibanez, J., and Gorostigia, E. M. (2002). Effects of long-term training specificity on maximal strength and power of the upper and lower extremities in athletes from different sports. *European Journal of Applied Physiology*, 87, 3, 264-271.
- Kelley, J., Lombardo, J., Pink, M., Perry, J., Giangarra, C. (1994). Electromyographic and cinematographic analysis of elbow function in tennis players with lateral epicondylitis. *American Journal of Sports Medicine*, 22, 359-363.
- Kendrick, R. (2003). Injury Prevention and Motor Control. In M.Reid, A. Quinn, and M. Crespo (Eds.). *ITF Strength and Conditioning for tennis* (pp. 175-186). ITF Ltd: London.
- Kibler, W. B. (2003). Scapular dyskinesis and its relation to shoulder pain. *Journal of American Academy of Orthopedic Surgeons*, 11, 142- 152.
- Knudson, D., and Blackwell, J. (2000). Trunk muscle activation in open stance and square stance tennis forehands. *International Journal of Sports Medicine*, 21, 321-324.
- Kraemer, W. J., Hakkinen, K., Triplett-Mcbride, N. T., Fry, A. C., Koziris, L. P., Ratamess, N. A., Bauer, J. E., Volek, J. S., McConnell, T., Newton, R. U., Gordon, S. E., Cummings, D., Hauth, J., Pullo, F., Lynch, J. M., Mazzetti, S. A., and Knuttgen, H. G. (2003). Physiological changes with periodized resistance training in women tennis players. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 35, 157-68.

- Kraemer, W. J., Ratamess, N., Fry, A. C., Triplett-McBride, T., Koziris, L. P., Bauer, J. A., Lynch, J. M., and Fleck, S. J. (2000). Influence of resistance training volume and periodization on physiological and performance adaptations in collegiate women tennis players. *American Journal of Sports Medicine*, 28, 626-33.
- Kulig, K., Andrews, J. G., and Hay, J. G. (1984). Human strength curves. *Exercise and Sport Sciences Reviews*, 12, 417-466.
- Maes, C. (2003). Planning Physical Conditioning with Professional Players. In M.Reid, A. Quinn and M. Crespo (Eds.). *ITF Strength and Conditioning for Tennis* (pp. 217-226). ITF Ltd: London.
- Mont, M.A., Cohen, D.B., Campbell, K.R., Gravare, K., and Mathur, S.K. (1994). Isokinetic concentric versus eccentric training of shoulder rotators with functional evaluation of performance enhancement in elite tennis players. *American Journal of Sports Medicine*, 22, 513-517.
- Morris, M., Jobe, F., Perry, J., Pink, M., and Healy, B. (1989). Electromyographic analysis of elbow function in tennis players. *American Journal of Sports Medicine*, 17, 241-247.
- Reid, M., and Crespo, M. (2002). Core Stability in Tennis. *ISBS Applied Proceedings, Caceres*.
- Reque, J. (2003). Flexibility. In M. Reid, A. Quinn, and M. Crespo (Eds.). *ITF Strength and Conditioning for Tennis* (pp. 79-92). ITF Ltd: London.
- Roetert, E. P. (2001). 3-D Balance and Core Stability. In B. Foran (Ed.). *High-Performance Sports Conditioning* (pp. 119-138). Human Kinetics: Champaign.
- Roetert, E.P., and Ellenbecker, T.S. (1998). Complete conditioning for tennis. Human Kinetics: Champaign.
- Ryu, R. K. N., McCormick, J., Jobe, F. W., Moynes, D. R., and Antonelli, D. J. (1988). An electromyographic analysis of shoulder function in tennis players. *American Journal of Sports Medicine*, 16, 418-485.
- Singer, R., Cauraugh, J., Chen, D., Steinberg, G. M., and Frehlich, S. G. (1996). Visual search, anticipation and reactive comparisons between highly-skilled and beginning tennis players. *Journal of Applied Sport Psychology*, 8, 1, 9-26.
- Treiber, F. A., Lott, J., Duncan, J., Slavens, G., and Davis, H. (1998). Effects of Theraband and lightweight dumbbell training on shoulder rotation torque and serve performance in college tennis players. *American Journal of Sports Medicine*, 26, 510-515.
- Van Aken, I. (2003). Planning Physical Training during Tournament Play. In M.Reid, A. Quinn, and M. Crespo (Eds.). *ITF Strength and Conditioning for Tennis* (pp. 211-216). ITF Ltd: London.
- Van Gheluwe, B., and Hebbelinck, M. (1986). Muscle actions and ground reaction forces in tennis. *International Journal of Sports Biomechanics*, 2, 88-99.
- Verstegen, M. (2003). Developing Strength. In M. Reid, A. Quinn, and M. Crespo (Eds.). *ITF Strength and Conditioning for Tennis* (pp. 113-136). ITF Ltd: London.
- Williams, A. M., Ward, P., Knowles, J. M., and Smeeton, N. J. (2002). Anticipation skill in a real-world task: Measurement, training, and transfer in tennis. *Journal of Experimental Psychology*, 8, 259-270.
- Young W. B., McDowell M. H., and Scarlett B. J. (2001). Specificity of sprint and agility training methods. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 15, 3, 315-319.

CAPITOLUL 5

ANALIZA PRODUCERII LOVITURII AVANSATE

- Bahamonde, R. (2000). Changes in angular momentum during the tennis serve. *Journal of Sports Science*, 18, 579-592.
- Bahamonde, R., and Knudson, D. (2003). Kinetics of the upper extremity in the open and square stance tennis forehand. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 6, 88-101.
- Blackwell, J.R., and Cole, K.J. (1993). Wrist kinematics differ in expert and novice tennis players performing the backhand stroke: implications for tennis elbow. *Journal of Biomechanics*, 27, 509-516.
- Brody, H. (1992). Radar guns and tuning forks. *The Physics Teacher*, 102.
- Brody, H., Cross, R., and Lindsey, C. (2002). *The physics and technology of tennis*. Racquet Tech Publishing: Solano Beach.
- Chandler, T.J., Ellenbecker, T.S., and Roetert, E.P. (1998). Sport-specific muscle strength imbalances in tennis. *Strength Conditioning*, 20, 2, 7-10.
- Chow, J.W., Carlton, L.G., Shim, J., Chae, W., and Kuenster, A.F. (1999). Muscle activation during the tennis volley. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 31, 846-854.
- Crespo, M., and Miley, D. (1998). ITF Advanced Coaching Manual, ITF Ltd: London.
- Ellenbecker, T.S., and Roetert, E.P. (2002). Strength training, flexibility training, and physical conditioning. In P. Renstrom (Ed.) *Tennis: Olympic handbook of sports medicine*, (pp. 124-138). Blackwell: Oxford.
- Ellenbecker, T.S., and Roetert, E.P. (2003). Age specific glenohumeral internal and external rotation strength in elite junior tennis players. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 6, 65-72.
- Elliott, B.C. (1988). Biomechanics of the serve in tennis - a biomedical perspective. *Sports Medicine*, 6, 285-294.
- Elliott, B.C. (1989). Tennis strokes and equipment. In C.L. Vaughan (Ed.). *Biomechanics of sport*, (pp. 263-288). CRC Press: Boca Raton.
- Elliott, B., Fleisig, G., Nicholls, R. and Escamilla, R. (2003). Technique effects on upper limb loading in the tennis serve. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 6, 76-87.
- Hughes, M.D., and Bartlett, R.M. (2002). The use of performance indicators in performance analysis. *Journal of Sports Science*, 20, 739-754.
- Knudson, D. (1991a). The tennis topspin forehand drive: Technique changes and critical elements. *Strategies*, 5, 1, 19-22.

- Knudson, D.V. (1991b). Forces on the hand in the tennis one-handed backhand. *International Journal of Sport Biomechanics*, 7, 282-292.
- Knudson, D. (1999). Using sport science to observe and correct tennis strokes. In B. Elliott, B. Gibson, and D. Knudson (Eds.). *Applied Proceedings of the XVII International Symposium on Biomechanics in Sports* (pp. 7-16). Edith Cowan University, Perth.
- Knudson, D. (2001). Improving stroke technique using biomechanical principles. *ITF Coaching & Sport Science Review*, 24, 11-13.
- Knudson, D., and Bahamonde, R. (2001). Effect of endpoint conditions on position and velocity near impact in tennis. *Journal of Sports Science*, 19, 839-844.
- Knudson, D., and Blackwell, J. (2000). Trunk muscle activation in open stance and square stance tennis forehands. *International Journal of Sports Medicine*, 21, 321-324.
- Knudson, D., and Elliott, B. (in press). Biomechanics of tennis strokes. In G.K. Hung and J. Macari-Pallis (Eds.). *Biomedical Engineering Principles in Sports*. Kluwer Academic Publishers: New York.
- Knudson, D.V., and Morrison, C.S. (2002). *Qualitative analysis of human movement* (2nd Edition). Human Kinetics: Champaign.
- Knudson, D., and Shriver, P. (2001). Self-analysis. In P. Roetert and J. Groppe (Eds.). *World Class Tennis Technique* (pp. 247-262). Human Kinetics: Champaign.
- Knudson, D.V., and White, S.C. (1989). Forces on the hand in the tennis forehand drive: application of force sensing resistors. *International Journal of Sport Biomechanics*, 5, 324-331.
- Legnani, G., and Marshall, R.N. (2002). Evaluation of the joint torques during a tennis serve: analysis of experimental data and simulations. *Proceedings of the IV International Symposium on Computer Simulation in Biomechanics*, Paris.
- Lyons, K. (2002). Performance analysis for coaches: an introduction. *Sports Coach*, 25, 3, 9-11.
- Plagenhoef, S. (1970). *Fundamentals of tennis*. Prentice-Hall: Englewood Cliffs.
- Riek, S., Chapman, A.E., and Milner, T. (1999). A simulation of muscle force and internal kinematics of extensor carpi radialis brevis during backhand tennis stroke: implications for injury. *Clinics in Biomechanics*, 14, 477-483.
- Talbert, W.F., and Old, B.S. (1956). *The game of doubles in tennis*. J.B. Lippincott: Philadelphia.
- Talbert, W.F., and Old, B.S. (1962). *The game of singles in tennis*. J.B. Lippincott: Philadelphia.
- Van Gheluwe, B., and Hebbelinck, M. (1986). Muscle actions and ground reaction forces in tennis. *International Journal of Sport Biomechanics*, 2, 88-99.

CAPITOLUL 8 MODELE BIOMECHANICE DE PERFORMANȚĂ: BAZELE ANALIZEI LOVITURII

- Chow, J., Carlton, L., Chae, W., Shim, Y., and Kuenster, A. (1999). Movement characteristics of the tennis volley. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 31, 6, 855-863.
- Crespo, M., and Higuera, J. (2001). Forehands. In P. Roetert and J. Groppe (Eds.). *World Class Tennis Technique* (pp.147-173). Human Kinetics: Champaign.
- Elliott, B., Marsh, A., and Blanksby, B. (1986). A three dimensional cinematographic analysis of the tennis serve. *International Journal of Sports Biomechanics*, 2, 260-270.
- Elliott, B., Overheu, P., and Marsh, A. (1988). The service line and net volley in tennis: a cinematographic analysis. *The Australian Journal of Science and Medicine in Sport*, 20, 2, 10-18.
- Elliott, B., Marsh, T., and Overheu, P. (1989). A biomechanical comparison of the multisegment and single unit topspin forehand drives in tennis. *International Journal of Sport Biomechanics*, 5, 350-364.
- Elliott, B., Takahashi, K., and Noffal, G. (1997). The influence of grip position on upper limb contributions to racket head velocity in a tennis forehand. *Journal of Applied Biomechanics*, 13, 182-196.
- Fleisig, G., Nicholls, R., Elliott, B., and Escamilla, R. (2003). Kinematics used by world class tennis players to produce high-velocity serves. *Sports Biomechanics*, 2, 1, 51-71.
- Reid, M., and Elliott, B. (2002). The one- and two-handed backhands in tennis. *Sports Biomechanics*, 1, 1, 47-68.

CAPITOLUL 9

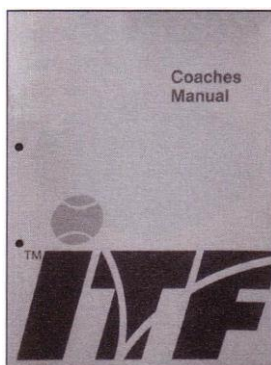
ECHIPAMENTUL ȘI PERFORMANȚA AVANSATĂ

- Bower, R., and Cross, R. (2003). Player sensitivity to changes in string tension in a tennis racquet. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 6, 1, 120-132.
- Bower, R., and Sinclair, P. (1999). Tennis racquet stiffness and string tension effects on rebound velocity and angle for and oblique impact. *Journal of Human Movement Studies*, 37, 271-286.
- Brody, H. (1981). Physics of the tennis racquet II: the "sweet spot". *American Journal of Physics*, 41, 816-819.
- Brody, H. (1984). That's how the ball bounces. *The Physics Teacher*, 494-497.
- Brody, H. (1987). *Tennis Science for Tennis Players*. The University of Pennsylvania Press: Philadelphia.
- Brody, H. (1998). Improving your serve. In S. Haake (Ed.). *The Engineering of Sport: Proceedings of the 2nd International Conference on the Engineering of Sport* (pp. 311-316). Blackwell Science: Oxford.
- Brody, H. (1998). Are the new lightweight racquets for you? *Personal communication*.
- Brody, H. (2000). Player sensitivity to the moments of inertia of a tennis racquet. *Sports Engineering*, 3, 145-148.
- Brody, H. (2002). The Tennis Racquet. In P.A.F.H. Renström (Ed.). *Handbook of Sports Medicine and Science: Tennis* (pp. 29-38). Blackwell Science: Oxford.

- Brody, H. (2002a). The Tennis Racquet. In P.A.F.H. Renström (Ed.). *Handbook of Sports Medicine and Science: Tennis* (pp. 29-38). Blackwell Science: Oxford.
- Brody, H. (2002b). Overview of Strings. In H. Brody, R. Cross and C. Lindsey (Eds.). *The Physics and Technology of Tennis* (pp. 239-249). Racquet Tech Publishing: Solana Beach.
- Brody, H., and Cross, R. (2001). Proposals to slow the serve in tennis. In S. Haake and A. Coe (Eds.). *Tennis Science and Technology: Proceedings of the 1st International Congress on Tennis Science and Technology* (pp. 261-268). Blackwell Science: Oxford.
- Brody, H., Cross R. and Lindsey, C. (2002). Sweetspots. In H. Brody, R. Cross and C. Lindsey (Eds.). *The Physics and Technology of Tennis* (pp. 51-59). Racquet Tech Publishing: Solana Beach.
- Brody, H., Cross R., and Lindsey, C. (2002). *The Physics and Technology of Tennis*. Racquet Tech Publishing: Solana Beach
- Brody, H., and Knudson, D. (2000). A model of tennis stroke accuracy relative to string tension. *International Sports Journal*, 4, 38-45.
- Cross, R. (1999). Impact of a ball with a bat or racquet. *American Journal of Physics*, 67, 692-702.
- Cross, R. (2000). Effects of friction between the ball and strings in tennis. *Sports Engineering*, 3, 85-98.
- Cross, R. (2000). Flexible beam analysis of the effects of string tension and frame stiffness on racquet performance. *Sports Engineering*, 3, 111-122.
- Cross, R. (2001a). Customising a tennis racquet by adding weights. *Sports Engineering*, 4, 1-14.
- Cross, R. (2001b). Why bows get stiffer and racquets get softer when the strings are added. *American Journal of Physics*, 69, 907-910.
- Cross, R. (2002a). Racquet power. In H. Brody, R. Cross and C. Lindsey (Eds.). *The Physics and Technology of Tennis* (pp. 159-167). Racquet Tech Publishing: Solana Beach.
- Cross, R. (2002b). Natural Gut Construction and Play. In H. Brody, R. Cross and C. Lindsey (Eds.), *The Physics and Technology of Tennis* (pp. 266-267). Racquet Tech Publishing: Solana Beach.
- Cross, R. (2002c). Grip-slip behaviour of a bouncing ball. *American Journal of Physics*, 70, 1093-1102.
- Cross, R. (in press). Measurements of the horizontal and vertical speeds of tennis courts. *Sports Engineering*.
- Cross, R., and Lindsey, C. (2002). String Properties. In H. Brody, R. Cross and C. Lindsey (Eds.). *The Physics and Technology of Tennis* (pp. 271-282). Racquet Tech Publishing: Solana Beach.
- Dixon, S.J., and Stiles, V.H. (2002). Impact absorption of shoe-surface combinations in tennis. *Report to the ITF Technical Department*, Biomechanics Research Group: University of Exeter.
- Dowell, L.J., Smith, F., Miller, G., Hope, A., and Krebs, G. (1987). The effect of angle of incidence on rebound deviation of a tennis ball. *Journal of Human Movement Studies*, 13, 69-73.
- Elliott, B.C. (1982). The influence of grip tightness on reaction impulse and rebound velocity. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 14, 348-352.
- Ellis, R., Elliott, B., and Blanksby, B. (1978). The effect of string type and tension in jumbo and regular sized tennis racquets. *Sports Coach*, 2, 32-34.
- Gerritsen, K.G.M., Nigg, B.M., and Wright, I.C. (2002). Shoes and surfaces in tennis: injury and performance aspects. In P.A.F.H. Renström (Ed.). *Handbook of Sports Medicine and Science: Tennis* (pp. 39-45). Blackwell Science: Oxford.
- Goodwill, S.G. (2002). Spin generation – ball impact on a tennis racquet. *Presentation to the ITF Foundation Meeting*.
- Haake, S., and Goodwill, S. (2002). 'Feel' in relation to the dynamic characteristics of tennis balls. In S. Ujihashi and S. Haake (Eds.). *The Engineering of Sport 4* (pp. 168-175). Blackwell Science: Oxford.
- Haake, S., Rose, P., and Kotze, J. (2000). Reaction time testing and grand slam tie-break data. In S.J. Haake and A. Coe (Eds.). *Tennis Science and Technology* (pp. 269-276). Blackwell Science: Oxford.
- Hatze, H. (1998). The centre of percussion of tennis racquets: a concept of limited applicability. *Sports Engineering*, 1, 17-26.
- Mehta, R., and Pallis, J. (2001). The aerodynamics of a tennis ball. *Sports Engineering*, 4, 177-189.
- Miller, S., and Barlow, J. (2001). Effects of ankle brace and tape support on foot and ankle motion on basketball specific performance. In J.R. Blackwell (Ed.). *Proceedings of the XIX International Symposium on Biomechanics in Sports* (pp. 223-226). Exercise and Sport Science Department: University of San Francisco.
- Miller, S., and Messner, S. (2003). On the dynamic coefficient of restitution of tennis balls. In S. Miller (Ed.). *Tennis Science and Technology 2* (pp. 97-105). PK Print: Toronto.
- Mitchell, S.R., Jones, R., and King, M. (2000). Head speed vs. racquet inertia in the tennis serve. *Sports Engineering*, 3, 99-110.
- Moore, B.C.J. (1986). *Frequency selectivity in hearing*. Academic Press: London.
- Peterson, L., and Renström, P. (2001). *Sports Injuries: Their Prevention and Treatment*. Martin Dunitz: London.
- Putnam, C.A., and Baker, J.A.W. (1984). Spin imparted to a tennis ball during impact with conventionally and diagonally strung racquets. *Research Quarterly for Exercise and Sport*, 55, 261-266.

PUBLICAȚII ITF PENTRU ANTRENAMENT ȘI DEZVOLTARE

Departamentul de Dezvoltare al Federației Internaționale de Tenis este bucuroasă să ofere pentru vânzare următoarele publicații ITF. Pentru aceasta rugăm contactați: Development@itftennis.com.

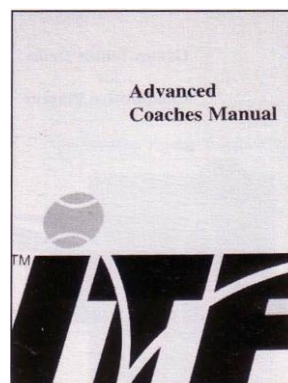


ITF – MANUALUL ANTRENORILOR (engleză, franceză și spaniolă)

Cartea (125 pagini) face parte din programul ITF de antrenament de nivel 1. Este destinată antrenorilor implicați în predarea tenisului la nivel începător în școli și cluburi. Include informații practice despre rolul antrenorului, antrenament mintal pentru începători, strategie și tactică, controlul mingii, prize, loviturile de bază, rotații, organizarea orelor, învățarea progresivă, exerciții și forme de predare, diagnoză și corectarea tehnicii, turnee, echipament și un glosar cu termeni din tenis. De asemenea include o anexă cu informații despre pregătirea fizică de bază și antrenamentul în tenis al copiilor și tinerilor.

ITF – MANUALUL ANTRENORILOR AVANSAȚI (engleză, franceză și spaniolă)

Cartea (334 pagini) face parte din programul ITF de antrenament de nivel 2. Este destinată antrenorilor care lucrează cu jucători de club de nivel național. Include informații practice despre rolul antrenorilor, metodologia de predare a tenisului, strategia și practica pentru jucătorii de turnee, biomecanica tenisului, tehnica loviturilor avansate, diagnoză tehnică și corecție, antrenament mintal pentru jucătorii de turnee, mișcare, condiție fizică pentru jucătorii de turnee, jucătorii de turnee de dublu, cunoașterea standardelor și analiza jucătorilor, stabilirea obiectivului, planificarea antrenamentului de tenis, sesiunea de antrenament, deplasarea în turnee cu jucătorii, antrenarea jucătoarelor de tenis, nutriția pentru competiția de tenis și prevenirea accidentărilor în tenisul competitiv.

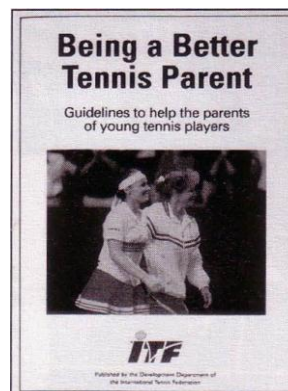


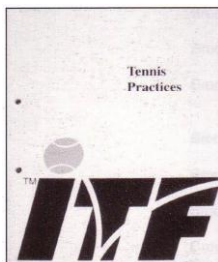
ITF – MANUALUL PENTRU PREDAREA ÎNȚIERII TENISULUI ÎN ȘCOLI (engleză, franceză și spaniolă)

Cartea (146 pagini) face parte din programul ITF de inițiere a tenisului în școli. Este destinată profesorilor de școală și antrenorilor de tenis care doresc să introducă minitenisul în școli sau cluburi. Include informații practice despre filozofia ITF de inițiere a tenisului în școli, cum se dezvoltă coordonarea copiilor, aspectele fundamentale din tenis, 30 de exemple (și diagrame) de lecții de tenis de o oră pentru copiii de 8-10 ani și programele care urmează. Include de asemenea o anexă cu scheme de control din programul ITF de inițiere a tenisului în școli, informații despre adaptarea terenului și formatului competițiilor.

CUM SĂ FII CEL MAI BUN PĂRINTE ÎN TENIS (engleză, franceză și spaniolă)

Este o broșură de 20 de pagini destinată să ajute părinții tinerilor jucători de tenis, abordează probleme ca: relația părinților cu copilul / antrenorul, dezvoltarea pe termen lung a jucătorului, dezvoltarea independenței și atitudinii profesioniste a copilului, structura tenisului în lume și planificarea programului competițional.



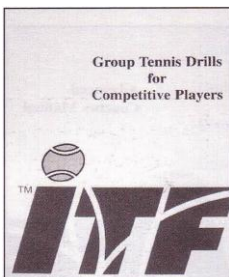


PRACTICA TENISULUI (engleză, franceză și spaniolă)

Cartea (83 pagini) scrisă de Charles Applewhaite este o colecție de peste 500 de exerciții elementare și jocuri care fac practicarea tenisului și învățarea pe grupe mai interesante și mai plăcute. Include exerciții pentru încălzire, simțul mingii, lovituri de bază, serviciu, volee, succesiuni de lovituri, exerciții la perete, tactici și jocuri distractive.

MANUAL ITF DESPRE FORMELE DE COMPETIȚIE (engleză, franceză și spaniolă)

O publicație menită a crește participarea în competițiile de tenis prin încurajarea folosirii de către antrenori/organizatori de turnee a unei varietăți de forme de competiție în concursuri la nivel de club, nivel regional sau național. Include exemple care au avut succes în peste 25 de țări.

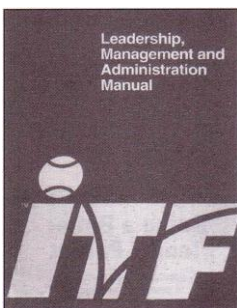


GRUPE DE EXERCIȚII DE TENIS PENTRU JUCĂTORII COMPETITIVI (engleză, nu este pentru vânzare în SUA)

Cartea (164 de pagini) face parte din Cursul ITF pentru Antrenori de nivel 2 și conține o colecție de exerciții pentru jucătorii avansați de tenis, cu accent pe tactică și 5 situații de joc.

REVISTA ITF PENTRU ANTRENORI, PROBLEMATICĂ SUMARĂ (engleză)

O colecție a primelor 15 exemplare a Revistei pentru Antrenori, o publicație științifică în cadrul ramurii de sport specifice a tenisului, publicată de ITF de 3 ori pe an.

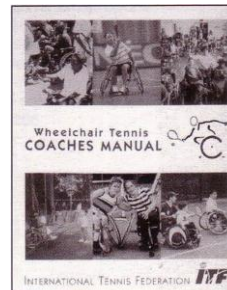


MANUAL ITF PENTRU DIRECTE, MANAGEMENT ȘI ADMINISTRARE (engleză, franceză și spaniolă)

Cartea (aproximativ 240 pagini) face parte din programul ITF privind Cursurile de Administrare. Oferă sfaturi practice și informații pentru a ajuta liderii, managerii și administratorii în contextul rolurilor lor variate. Include informații practice despre cadrul organizațional al tenisului, Asociația Națională de Tenis, abilități personale, planificare, administrație, managementul întâlnirilor, managementul resurselor umane, marketing și comunicarea media și obținerea fondurilor. Include de asemenea o anexă cu note și formulare pentru întâlniri, managementul financiar pentru trezorerii, dezvoltarea jucătorilor, antrenorilor și oficialilor, tenisul în scaunul cu rotile, o formă de evaluare a organizației și o listă de publicații utile.

MANUALUL ITF PENTRU ANTRENORII DE TENIS ÎN SCAUNUL CU ROTILE (engleză)

Acest manual scris de Marco Polic, fost ITF Wheelchair Tennis Development Officer, acoperă toate aspectele esențiale pentru înțelegerea și antrenarea tenisului în scaunul cu rotile, incluzând lovituri, informații despre echipament, prize, mobilitate, tactici de simplu și dublu, la fel ca și alte informații importante despre diferite dizabilități și programe de pornire în cadrul clubului.



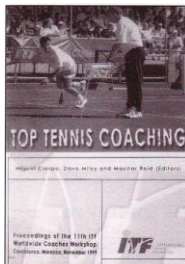
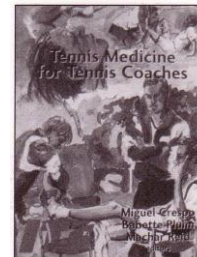


VOLUNTARIII ÎN TENIS (engleză, franceză și spaniolă)

Este o broșură de 40 pagini destinată să ajute organizatorii tenisului să recruteze, să mențină, să recunoască și să recompenseze voluntarii în tenis.

MEDICINA ÎN TENIS PENTRU ANTRENORII DE TENIS (engleză, franceză și spaniolă)

Cartea (184 pagini) include contribuția a celor mai buni medici din tenis și cercetători din sport. Oferă cele mai recente informații asupra tuturor problemelor legate de medicina în tenis, acoperă aspecte ca: psihologia tenisului, prevenirea accidentărilor, accidentările tinerilor jucători de tenis, refacerea după accidentare și nutriția.

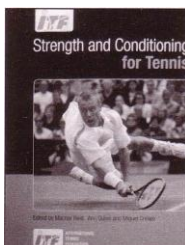
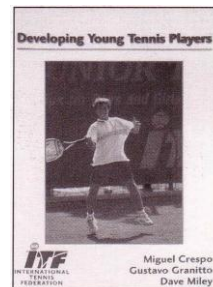


ANTRENAMENTUL TENISULUI DE VÂRF (engleză)

Cartea (76 pagini) este un rezumat al Ședințelor celei de-a 11-a Consfătuiri a Federației Mondiale a Antrenorilor de Tenis care a avut loc în Casablanca, Morocco, în 1999. Include contribuția a 18 conferențieri care au luat cuvântul la eveniment. Între contributori au fost foști jucători de clasă mondială, antrenori de top din circuitul profesionist, foști și actuali căpitani de Cupa Davis sau Cupa Federației, cercetători sportivi de renume din tenis și antrenori naționali. Problemele abordate includ: cum sunt ajutați jucătorii să concureze cu succes, climatul motivațional în tenis, condiția fizică pentru copii și jucători de top, dezvoltarea jucătorului, derutarea la dublu și mult mai multe.

ITF – DEZVOLTAREA TINERILOR JUCĂTORI DE TENIS (engleză, franceză și spaniolă)

Cartea (128 pagini) este un manual pentru lucrul cu jucătorii de tenis cu vârsta cuprinsă între 10 și 14 ani. Prezintă principiile și fundamentele ITF pentru dezvoltarea tenisului de început. Această carte prezintă de asemenea mai mult de 50 de exerciții de tenis și exerciții destinate jucătorilor de tenis juniori. Exercițiile sunt prezentate într-un mod progresiv, folosind criterii metodologice moderne de predare. Include de asemenea informații practice despre fundamentele dezvoltării tinerilor jucători de tenis: cunoașterea standardelor, metodologia de antrenament, păreri competente, programe competiționale și de antrenament, evaluarea și criteriile de selecție a talentelor.

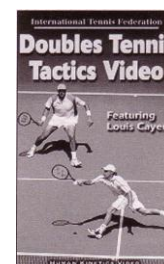


ITF – FORȚĂ ȘI CONDIȚIE FIZICĂ ÎN TENIS (engleză)

Editată de Machar Reid, Ann Quinn și Miquel Crespo, cartea (272 pagini) înglobează contribuția a celor mai de seamă specialiști în forță și condiție fizică, antrenori, preparatori fizici, fizioterapeuți, cercetători și formatori de antrenori. Prin combinarea cercetării științifice din sport cu propria lor experiență în domeniu, acești experți oferă o viziune asupra pregătirii atletice a jucătorilor la toate nivelele de joc.

ITF – TACTICA VIDEO ÎN TENISUL DE DUBLU (engleză)

Oricare jucător de dublu care manifestă o mare dorință de a progresa poate folosi această carte care combină tiparele obișnuite cu cunoștințele Cineticii Umane folosite de unul din cei mai buni antrenori de dublu din lume.



CONTACTE UTILE

FEDERAȚIA INTERNAȚIONALĂ DE TENIS

BANK LANE
ROEHAMPTON
LONDON SW 15 5XZ
ENGLAND

TEL 44 (0) 208 878 6464
FAX 44 (0) 208 878 7799
itf@itftennis.com

DEPARTAMENTUL DE DEZVOLTARE ÎN TENIS AL ITF

Dezvoltare

Tel: 44 (0) 208 392 4703 - 09
Fax: 44 (0) 208 392 4742
E-mail: Development@itftennis.com

Juniori

Fax: 44 (0) 208 392 4735
E-mail: juniors@itftennis.com

Veterani

Fax: 44 (0) 208 392 4737
E-mail: vets@itftennis.com

Tenis în scaunul cu roțile

Fax: 44 (0) 208 392 4741
E-mail: wheelchairtennis@itftennis.com

ITF FAX DE ÎNTOARCERE 44 (0) 208 878 4800

Disponibil 24 de ore pe zi.
Actualizare zilnică cu ultimele informații.
Se poate forma de la telefonul faxului și se urmează instrucțiunile simple.

Acces la număr rapid pentru paginile dorite

- Calendare.
- Liste de acceptare.
- Informații și programe de turneu.
- Formulare de intrare.
- Clasamente de juniori.

Datorită numărului mare de informări disponibile există un catalog separat pentru fiecare secțiune incluzând: Masculin, Juniori, Feminin și Dezvoltare.

PUBLICAȚII

- ITF Coaching & Sport Science Review.
- ITF This Week.
- Take Two.
- Ziare lunare trimise prin e-mail antrenorilor de tenis

**FEDERAȚIA
INTERNAȚIONALĂ
DE TENIS**

Federația Internațională de Tenis este organismul care guvernează tenisul în lume. Are mai mult de 200 de națiuni membre afiliate și răspunde de organizarea Concursului Olimpic de Tenis în numele CIO și este proprietarul și managerul Cupei Davis patronată de BNP Paribas și a Cupei Federației, printre alte turnee de tenis pentru toate vârstele și categoriile.

ITF – BIOMECANICA TENISULUI AVANSAT oferă o analiză detaliată a producerii loviturii și implicațiilor mecanice specifice jucătorului de tenis. Completată cu informații teoretice și exemple practice ale unora din cei mai renumiți biomecanici din lume, această publicație ITF reflectă rolul continuu al ITF în oferirea jucătorilor și antrenorilor din lumea întreagă a celor mai actuale informații despre antrenamentul specific tenisului.

Citind ITF – BIOMECANICA TENISULUI AVANSAT, un antrenor de tenis va fi ajutat să-și facă programul de antrenamente al jucătorului de tenis mai specific, plăcut și eficient.

BIOMECANICA TENISULUI AVANSAT

„Cartea este grozavă, iar coperta este chiar mai bună!”

Juan Carlos Ferrero, numărul 1 mondial, campion al Openului Francez și câștigător al Cupei Davis.

„În eșalonul jocului profesionist, o etalare tehnică poate fi diferită dacă este pe un sfert sau dacă este dusă până la capăt. Informațiile din ITF Biomecanica Tenisului Avansat poate ajuta toți jucătorii să concureze mai mult, și Sâmbăta!”

Paola Soares și Virginia Ruano Pascual, multiple câștigătoare de Grand Slam-uri și numărul 1 în lume la echipe de dublu.

„Unii din cei mai buni experți din biomecanică oferă informații valoroase și practice atât pentru jucători cât și pentru antrenori”.

Jason Stoltenberg, fost semifinalist la Wimbledon și jucător din primii 20, fost antrenor al lui Lleyton Hewitt.

„Tehnica excelentă cuplată cu optimizarea elementelor fizice, tactice și mentale ale jocului unui jucător este de fapt țelul esențial al dezvoltării unui jucător. Informația oferită în cadrul acestei cărți de referință despre biomecanica tenisului poate ajuta jucătorii să atingă acest țel.”

Johan de Beer, fizioterapeut al britanicului numărul 1, Tim Henman.

„Cei mai buni experți din biomecanica tenisului s-au unit pentru a scrie această carte pentru antrenorii tenisului avansat. Este o lucrare prețioasă pentru acei antrenori care doresc mai mult și vor să transmită jucătorilor ceea ce au ei mai bun. Citirea acestei cărți va ajuta la o înțelegere mai profundă a jocului, o înțelegere din interior. Va face ca antrenamentul de nivel ridicat să fie mai ușor.”

Babette Pluim, MD, Ph.D., Președintele Societății pentru Știința și Medicina Tenisului și membru al Comisiei Sportive Medicale din cadrul ITF.

„O înțelegere a biomecanicii relaționată la lovitura și producerea mișcării în tenis este fundamentală pentru antrenorii care doresc să ajute jucătorii să dețină supremația tehnică. Această carte combină teoria specifică tenisului cu informația practică biomecanică tocmai pentru a ajuta antrenorii în acest demers.”

E. Paul Roetert, Ph.D., FACSM, Director de Management al Programului pentru Tenis de Înaltă Performanță din SUA.

Acest manual a fost tipărit de Federația Română de Tenis cu permisiunea ITF în decembrie 2009.

Acest exemplar nu este destinat vânzării.