

# Comportament visual i resposta de reacció en tennis segons el tipus i direcció del cop

## *Movement Perception and Reaction Response Time in Tennis According to the Type and Direction of Shot*

**VICENTE LUIS DEL CAMPO**

Facultat de Ciències de l'Esport  
Laboratori d'Aprenentatge i Control Motor  
Universidad de Extremadura

**RAÚL REINA VAÍLLO**

**RAFAEL SABIDO SOLANA**

**FRANCISCO JAVIER MORENO HERNÁNDEZ**

Centre d'Investigació de l'Esport  
Universidad Miguel Hernández (Elx, Alacant)

**Autor per a la correspondència**

**Vicente Luis del Campo**  
viluca@unex.es

### Resum

El treball d'investigació analitza, des d'una perspectiva cognitiva, el comportament visual i motor d'una mostra de tennistes novells durant la percepció de diversos moviments de cop fets per un tennista oponent. Es registren les fixacions visuals (temps i localització) a través del sistema de seguiment de la mirada ASL SE5000, els paràmetres temporals de la resposta motriu (temps de reacció, temps de moviment i resposta de reacció) i la seva eficàcia a través d'un sistema tecnològic creat per a aquest efecte. Els resultats mostren que els tennistes fixen més la seva visió en el membre superior (cap, espatlles i tronc) per als cops de dreta, mentre que la fixen més en el membre executor (braç executor i mà-raqueta) i bola per als cops de revés. A més a més, els tennistes reaccionen i responen abans davant de cops de dreta que de revés, i davant de cops paral·lels que encreuats. No hi ha diferències en l'eficàcia de la resposta segons el tipus o direcció del cop. Es recomana a a entrenadores de tennis ensenyar una estratègia de recerca visual d'índexs de moviment segons el tipus i direcció del cop, especialment per als cops de revés i encreuats, ja que dificulten que es reaccionin i respongui abans.

**Paraules clau:** estratègia recerca visual, tipus i direcció cop, resposta de reacció, tennis

### Abstract

#### *Movement Perception and Reaction Response Time in Tennis According to the Type and Direction of Shot*

*The research uses a cognitive perspective to analyse the visual and motor behaviour of a sample of junior tennis players during their perception of different shot movements made by an opposing player. Visual fixations (time and location) were recorded using the ASL SE5000 eye tracking system and the time parameters of motor response (reaction time, movement time and reaction response time) and their effectiveness using a technological system created for this purpose. The findings show that the players pay more visual attention to the upper limbs (head, shoulders and trunk) for forehand shots while they focus more on the hitting member (hitting arm and racquet hand) and ball for backhand shots. In addition, players react and respond earlier to forehand as opposed to backhand shots, and to parallel as opposed to cross-court shots. There are no differences in the effectiveness of the response according to the type or direction of the shot. It is recommended that tennis coaches should teach a visual strategy aimed at searching for movement cues by type and direction of the shot, especially for backhands and cross-court shots, as they make it more difficult to react and respond earlier.*

**Keywords:** visual search strategy, type and direction of shot, reaction response time, tennis

## Introducció

L'estudi de l'atenció en l'esport i, concretament, de les estratègies de recerca visual, inclou l'anàlisi de les possibles correspondències entre la informació extreta durant el procés de recerca visual i la informació processada per l'esportista (Williams, Davids, & Williams, 1999). El desplaçament del punt de fixació visual d'una a una altra localització espacial és considerat com un indicador fiable d'un canvi d'atenció (Vickers & Williams, 2007). No obstant això, Abernethy (1990) concreta que no és la localització de l'atenció, sinó l'habilitat per establir relacions significatives entre la informació extreta i el posterior comportament, allò que determina el rendiment perceptiu.

Wright i Jackson (2007) suggereixen que per a l'aprenentatge del tennis s'ha de captar la informació rellevant de l'entorn, conèixer els preíndexs rellevants, generar mecanismes de control per a la predicció i reacció davant els moviments dels oponents, així com fomentar l'anticipació mitjançant estratègies adequades de selecció de respostes. Així, un comportament perceptiu reeixit seria aquell capaç de seleccionar aquelles àrees de l'escena de major rellevància informativa (Ávila & Moreno, 2003).

Abernethy i Wollstein (1989) consideren que les dues fonts d'informació principals per a la presa de decisió per tennistes experts són: *a*) la probabilitat subjectiva que atorga l'esportista a un esdeveniment segons la situació tàctica, i *b*) la informació de preíndexs, especialment del braç i de la raqueta en els moments previs al cop amb la pilota. Per la seva banda, Singer, Cau-rough, Chen, Steinberg i Frehlich (1996) van estudiar les diferències entre jugadors experts i novells de tennis respecte a la capacitat de percepció i atenció selectiva als índexs rellevants, la capacitat de reacció davant el cop i la predicció de la trajectòria de la pilota, i van concloure que els esportistes experts només poden manifestar el seu màxim rendiment quan la situació d'investigació inclou en la tasca una dependència entre processos perceptius i motors.

Féry i Crognier (2001) afirmen que l'aparició de comportaments anticipatoris en esports de raqueta com el tennis, que requereix ràpides i precises decisions espaciotemporals, es basa en la utilització de preíndexs detectats en un entorn real de joc, així com l'elaboració de respostes al més semblants al gest fet en competició.

Williams, Ward, Knowles i Smeeton (2002) afirmen que la superior capacitat d'esportistes experts enfront d'inexperts a anticipar la direcció dels cops dels

oponents es deu, en part, a una estratègia de recerca visual més efectiva. Shim, Carlton, Chow i Chae (2005) suggereixen que els tennistes experts, a diferència dels novells, són capaços d'utilitzar la informació del patró de moviment dels seus oponents per determinar el tipus de cop que cal fer, així com per reduir el seu temps de resposta. Crognier i Féry (2005) afirmen que si els tennistes tenen un alt nivell d'iniciativa tàctica, aquests són capaços d'anticipar millor la trajectòria de la pilota i de reduir-ne la resposta, i així poden anticipar esdeveniments i possibles cops. A més a més, aquests autors conclouen que els cops de revés paral·lel són més fàcils d'anticipar que els cops de revés encreuat, afirmació que es relaciona de manera directa amb els objectius d'aquesta investigació.

Goulet, Bard i Fleury (1989) van descriure les estratègies de recerca visual emprades per tennistes de diferent nivell en el servei en tennis, i van concloure que els tennistes experts localitzaven sobre la zona del tronc i espatlles durant la fase inicial, mentre que els novells ho feien al voltant de la regió del cap. Durant la fase d'execució, els experts es van fixar més en la raqueta, mentre que els novells van mostrar patrons visuals més aleatoris. A més a més, els experts van exhibir una presa de decisions més prompta i precisa. Per la seva banda, Shim, Carlton i Kwon (2006) van intentar determinar les fonts d'informació visual utilitzades per tennistes experts per anticipar el cop dels seus oponents. Van concloure que l'anàlisi del moviment de la raqueta i de l'avantbraç va determinar diferències entre cops de fons i globus, però no entre la direcció dels cops. Aquests segments corporals, a partir de tècniques d'oclusió, van resultar determinants per identificar el tipus de cop efectuat.

Gill (1994) va demostrar que els jugadors experts són capaços de fer prediccions precises del cop dels seus oponents 600 mil·lisegons abans del cop, així com recollir informació rellevant de preíndexs per a la presa de decisions del braç i la raqueta (entre 160 a 80 mil·lisegons abans del cop), i de la trajectòria de la pilota (a partir de 80 mil·lisegons després del cop). Segons Grosser, Kraft i Schönborn (2000), el temps de resposta és important, especialment per arribar a un passing shot quan s'està en la xarxa o per a un duel de volees en dobles. Chow et al. (1999) van establir que el temps mitjà de reacció en tennistes de nivell avançat era de 226 mil·lisegons en els cops de dreta, i de 205 mil·lisegons en els cops de revés, i aquesta diferència és estadísticament significativa.

Aquest treball analitza el comportament visual i motor d'una mostra de tennistes novells en pista de tennis

davant una seqüència de cops de dreta i de revés feta per un tennista oponent expert situat en els fons de la pista. Els subjectes, pròxims a xarxa i en una situació d'investigació de temps de reacció d'elecció, havien de respondre ràpidament i precisament just quan coneguessin la direcció d'aquests cops. S'analitza l'estratègia de recerca visual dels subjectes, així com la seva capacitat de resposta quan visualitzaven cops de dreta enfront dels de revés. S'espera trobar diferències en el procés de recerca visual, així com en la resposta de reacció dels subjectes, segons el tipus (dreta o revés) o direcció (paral·lela o encreuada) del cop observat.

## Mètode

### Participants

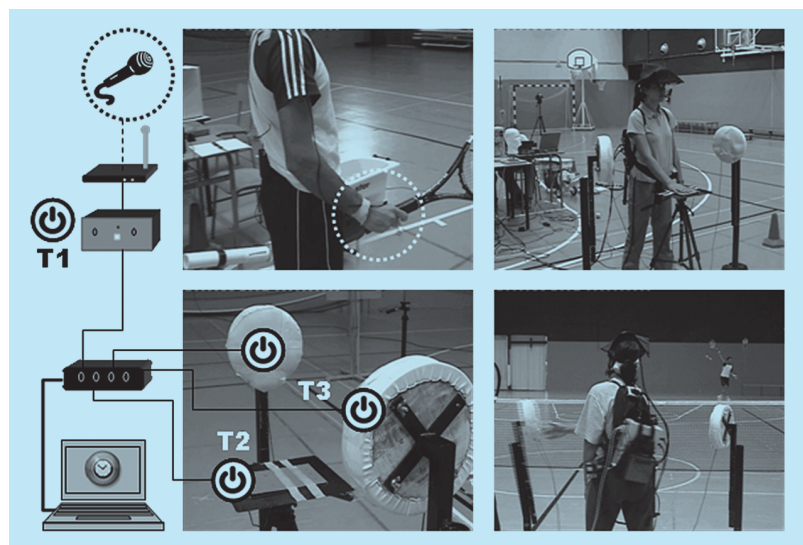
La mostra va estar formada per 40 participants (24 nois i 16 noies) de 20,2 anys ( $DT = 1,71$ ) que havien finalitzat un curs d'iniciació al tennis. Cap dels participants no havia practicat o competit en tennis amb anterioritat a la investigació. La mostra va fer un test inicial per avaluar la seva capacitat de resposta i precisió en la tasca. Tots els subjectes van participar de manera voluntària i es va obtenir, abans del començament de la investigació, un informe de consentiment per part d'ells, aprovat pel Comitè Ètic de la Universitat en què es va fer l'estudi.

### Material

Per a l'anàlisi de les estratègies de recerca visual es va utilitzar un sistema de seguiment de la mirada (ASL

SE5000), que permet registrar i avaluar el conjunt de fixacions visuals: nombre, temps i la seva localització. El concepte de fixació visual s'entén com el temps que transcorre entre dos moviments sacàdics, en el qual el globus ocular es deté per fixar en fòvea la zona de la imatge que més interessa en aquest instant (Moreno, Àvila, & Damas, 2001), i el temps mínim de fixació visual és de 100 mil·lisegons. L'anàlisi del comportament visual es va fer a una freqüència de 50 fotogrames per segon, i es va fer una anàlisi fotograma a fotograma amb un magnetoscopi S-VHS (Panasonic NV-HS1000ECP). Els valors de temps de fixació visual estan expressats en percentatge (%) del temps dedicat a una localització concreta del temps total observat en cada assaig.

Per al registre dels paràmetres temporals de la resposta de reacció i la precisió en la tasca, es va utilitzar una modificació del sistema tecnològic utilitzat per Moreno, Reina, Luis, Damas i Sabido (2003) per a l'entrenament d'habilitats esportives obertes. Aquest sistema inclou un micròfon i un receptor sense fil, així com un interruptor de so (Lafayette 63040\*C) que permetia recollir el moment de cop de la pilota per part del tennista oponent (T1). De la mateixa manera, el sistema detectava el moment en què el subjecte experimental iniciava el seu moviment (T2), a través d'un sensor de contacte ubicat al davant seu, així com el final d'aquest moviment (T3), a través novament de sensors de contacte ubicats a l'interior de dues plataformes circulars situades en els seus laterals. Els perifèrics digitals (I/O) que registraven tots aquests senyals estaven connectats a una caixa de connexions, i aquesta al seu torn a un ordinador portàtil, instrumentat amb un programari específic per al registre de la resposta de reacció. El moviment simulat en aquest cas és la fase d'armat per executar una volea de dreta o revés davant el *passing shot* de l'oponent, un vegada que l'esportista hagués pres la decisió de la seva resposta (fig. 1).



**Figura 1**

Registre dels valors temporals de la resposta de reacció ( $T2-T1$  = temps de reacció,  $T3-T2$  = temps de moviment,  $T3-T1$  = resposta de reacció)

L'acció de cop d'aproximació a xarxa per part del subjecte experimental va ser simulada mitjançant l'ús d'una màquina llançapilotes (Lobster 401 Tournament), que llançava aquestes a 70 quilòmetres per hora. Aquesta màquina estava situada a 9 metres de la xarxa i a 2 metres de la línia central de servei, cap a la dreta o l'esquerra, segons que es tractés d'un cop de dreta o de revés. Amb aquesta situació, el tennista oponent devia fer cops paral·lels i encreuats a unes zones assenyalades a la pista. Les pilotes utilitzades van ser noves i de campionat (marca *Peen, Championship Extra Duty Felt*), aprovades per la International Tennis Federation (ITF).

### Procediment

La tasca que havia de fer el subjecte experimental consistia a observar, a 5 metres de la xarxa, una seqüència aleatòria de 24 cops liftats de dreta i de revés a una mà (6 dretes paral·leles, 6 dretes encreuades, 6 revessos paral·lels i 6 revessos encreuats), en la qual no pot haver-hi més de tres cops seguits iguals i no més de dos iguals amb la mateixa direcció. La situació d'investigació recrea un subjecte experimental que ja ha fet l'aproximació a xarxa i que acaba de finalitzar la seva acció de *split-steep* en tennis. Per tant, el subjecte experimental es troba en una posició d'una certa quietud i semiflexió de cames, percebent l'oponent i preparat per reaccionar, i on únicament ha de respondre ràpidament i amb precisió al *passing shot* de l'oponent mitjançant un armat de volea de dreta o de revés, segons la direcció del *passing*. La seqüència de cops era feta per un tennista expert, situat en els fons de la pista, que enviava la pilota a un dels dos laterals a través de *passings* amb direcció paral·lela o encreuada. Aquest tennista partia des de la intersecció de la línia central amb la línia de fons, i feia un desplaçament de 3 metres cap al lateral, i havia de fer un *passing shot* a la zona de pista indicada per un dels investigadors. La meitat dels subjectes ( $n = 20$ ) tenien incorporats el sistema ASL SE5000 per al registre del seu comportament visual, mentre que la totalitat de la mostra ( $n = 40$ ) van ser mesurats amb la modificació del sistema de Moreno et al. (2003) per a l'anàlisi del seu comportament motor.

Les variables analitzades sobre el comportament visual són la *localització* i la *durada* de les fixacions visuals. Per tenir un coneixement més detallat del comportament visual, s'han diferenciat dues fases: *fase A*, o

temps que transcorre des que la pilota apareix al camp visual del subjecte experimental fins que la pilota bota al sòl; i *fase B*, o temps que transcorre des que la pilota bota al sòl fins que el tennista oponent la copeja amb la seva raqueta. Per a l'anàlisi del comportament visual s'han utilitzat com a referència les localitzacions visuals següents, concretades a partir de determinats segments corporals o zones espacials: *membre executor* (MEX) –braç executor i mà-raqueta–, *bola* (BL) –zona d'impacte i trajectòria de la pilota–, *membre superior* (MSUP) –cap, espatlles i braç auxiliar–, *zona intermèdia* (INTER) –tronc i maluc–, i *membre inferior* (MINF) –cames.

Les variables independents són el *tipus de cop* (dreta i revés) i la *direcció del cop* (paral·lel i encreuat). Les variables dependents de la resposta de reacció mesurades són el *temps de reacció* (TR), o temps que transcorre des que el tennista oponent copeja la pilota i el subjecte experimental aixeca la mà del sensor col·locat enfront d'ell; *temps de moviment* (TM), com per exemple el temps des que el subjecte aixeca la mà del sensor frontal i copeja un dels sensors laterals; *resposta de reacció* (RR), resultant de la suma dels dos temps anteriors; i l'*eficàcia de la resposta* (EF), mesurada com el percentatge d'encerts en la direcció del cop després de fer tota la sèrie d'assajos.

### Anàlisi de resultats

S'ha fet una prova de Kolmogorov-Smirnov abans de l'anàlisi dels resultats per determinar la idoneïtat de l'ocupació d'estadística paramètrica. Segons els resultats obtinguts, s'ha efectuat una anàlisi de variància de mesures repetides per als factors *tipus* i *direcció* del cop, així com de l'efecte d'interacció d'aquests factors. Totes les anàlisis s'han fet amb el paquet estadístic SPSS 15.0.

### Resultats

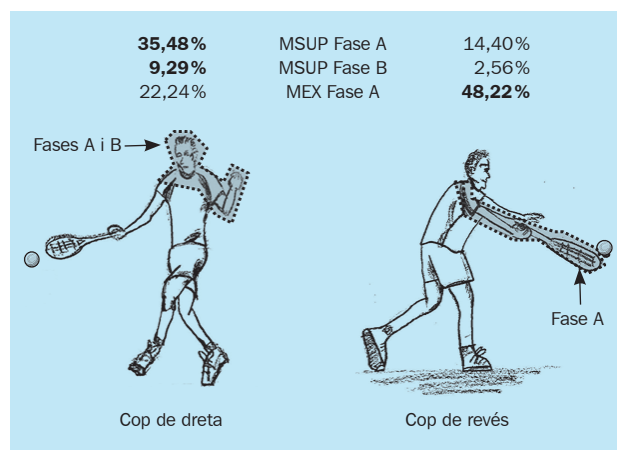
Quant al comportament visual, l'ANOVA fet mostra que els subjectes van fixar la seva visió en MSUP significativament més en el cop de dreta que en el cop de revés, tant en fase A com en fase B. Així, es van trobar diferències en el percentatge de temps de fixació en fase A,  $F(1,19) = 8,63$ ,  $p < ,01$ ,  $\eta_p^2 = ,31$ , amb temps de fixació visual de 35,48 % ( $DT = 25,71$ ) per al cop de dreta i de 14,40 % ( $DT = 19,64$ ) per al cop de revés. Per a la fase B,  $F(1,19) = 7,48$ ,  $p < ,05$ ,  $\eta_p^2 = ,28$ ,

el percentatge de temps de fixació va ser de 9,29 % ( $DT = 9,59$ ) per al cop de dreta i de 2,56 % ( $DT = 7,99$ ) per al cop de revés. En canvi, per a la categoria MEX, en la fase A,  $F(1,19) = 10,41$ ,  $p < ,01$ ,  $\eta_p^2 = ,35$ , els subjectes van fixar més la seva visió en els cops de revés, amb 48,22 % ( $DT = 30,84$ ) enfront de 22,24 % ( $DT = 20,42$ ) en els cops de dreta (fig. 2).

Respecte a la direcció dels cops, els subjectes van fixar la seva visió en MSUP en fase B en els cops significativament més amb direcció encreuada que paral·lela,  $F(1,19) = 6,30$ ,  $p < ,05$ ,  $\eta_p^2 = ,24$ . Així, el percentatge de temps de fixació va ser de 4,07 % ( $DT = 5,78$ ) per als cops amb direcció paral·lela i de 7,78 % ( $DT = 9,15$ ) per als cops amb direcció encreuada. A més a més, en els cops amb direcció encreuada es fixa més a la zona BL,  $F(1,19) = 5,13$ ,  $p < ,05$ ,  $\eta_p^2 = ,21$  amb un percentatge de 33,82 % ( $DT = 28,47$ ), enfront del 25,96 % ( $DT = 20,22$ ) dels cops paral·lels.

També hi ha un efecte d'interacció entre el tipus i direcció del cop per a la categoria MSUP en fase A ( $F(1,19) = 11,49$ ,  $p < ,01$ ,  $\eta_p^2 = ,37$ ) i fase B ( $F(1,19) = 4,60$ ,  $p < ,05$ ,  $\eta_p^2 = ,19$ ). En concret, en fase A, l'anàlisi dels efectes simples mostra que els subjectes van fixar menys la seva visió en els cops de revés encreuat (10,01 %,  $DT = 17,74$ ) respecte als de dreta paral·lela (37,44 %,  $DT = 26,45$ ),  $F(1,19) = 13,38$ ,  $p < ,01$ ,  $\eta_p^2 = ,41$ , els de dreta encreuada (33,52 %,  $DT = 26,92$ ),  $F(1,19) = 8,90$ ,  $p < ,01$ ,  $\eta_p^2 = ,31$ , i els de revés paral·lel (18,79 %,  $DT = 23,86$ ),  $F(1,19) = 6,87$ ,  $p < ,05$ ,  $\eta_p^2 = ,26$ . En fase B, l'anàlisi dels efectes simples mostra que els subjectes van fixar més la seva visió en els cops de dreta encreuada (13,45 %,  $DT = 15,35$ ) respecte als de dreta paral·lela (5,14 %,  $DT = 7,53$ ),  $F(1,19) = 6,38$ ,  $p < ,05$ ,  $\eta_p^2 = ,25$ , els de revés paral·lel (3,00 %,  $DT = 8,21$ ),  $F(1,19) = 9,81$ ,  $p < ,01$ ,  $\eta_p^2 = ,34$ , i els de revés encreuat (2,12 %,  $DT = 7,99$ ),  $F(1,19) = 9,72$ ,  $p < ,01$ ,  $\eta_p^2 = ,33$ .

A l'últim, en la categoria MEX en fase A també hi ha un efecte d'interacció entre el tipus i direcció del cop ( $F(1,19) = 11,00$ ,  $p < ,01$ ,  $\eta_p^2 = ,36$ ). En concret, els subjectes van fixar menys la seva visió en el cop de dreta paral·lela (22,44 %,  $DT = 20,30$ ) respecte al revés paral·lel (44,50 %,  $DT = 31,27$ ), ( $F(1,19) = 5,37$ ,  $p < ,05$ ,  $\eta_p^2 = ,22$ ) i revés encreuat (51,94 %,  $DT = 40,59$ ), ( $F(1,19) = 9,86$ ,  $p < ,01$ ,  $\eta_p^2 = ,34$ ), així com menys temps de fixació en el cop de dreta encreuada (22,05 %,  $DT = 25,74$ ) respecte al revés paral·lel ( $F(1,19) = 5,34$ ,  $p < ,05$ ,  $\eta_p^2 = ,22$ ) i revés encreuat ( $F(1,19) = 10,82$ ,  $p < ,01$ ,  $\eta_p^2 = ,36$ ).



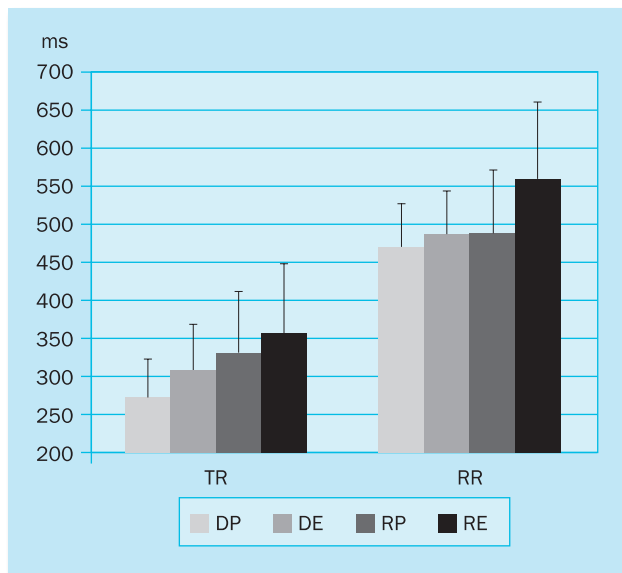
**Figura 2**

Comportament visual sobre les localitzacions que van rebre major percentatge (%) de temps de fixació davant els cops de dreta i de revés

Quant al comportament motor, l'ANOVA fet mostra que els subjectes van mostrar temps de reacció,  $F(1,37) = 40,35$ ;  $p < ,01$ ,  $\eta_p^2 = ,52$ , i resposta de reacció,  $F(1,37) = 29,72$ ,  $p < ,01$ ,  $\eta_p^2 = ,44$ , significativament menors en el cop de dreta que en el cop de revés. El temps de reacció davant els cops de dreta va ser de 296,05 ms ( $DT = 50,46$ ), i de 348,97 ms ( $DT = 81,29$ ) davant el cop de revés. En canvi, en la resposta de reacció, la mitjana de temps per al cop de dreta va ser de 480,58 ms ( $DT = 49,32$ ) i de 524,08 ms ( $DT = 82,52$ ) per al cop de revés.

Respecte a la direcció dels cops, els subjectes van obtenir un menor temps de reacció,  $F(1,37) = 25,22$ ,  $p < ,01$ ,  $\eta_p^2 = ,40$ , i resposta de reacció,  $F(1,37) = 39,24$ ,  $p < ,01$ ,  $\eta_p^2 = ,51$ , en els cops paral·lels respecte als encreuats. Així, el temps de reacció en els cops paral·lels va ser de 306,53 ms ( $DT = 60,65$ ) i de 338,49 ms ( $DT = 70,19$ ) en els cops encreuats. En la resposta de reacció, el valor mitjà en els cops paral·lels va ser de 481,22 ms ( $DT = 64,70$ ) i de 523,36 ms ( $DT = 68,58$ ) en els encreuats.

L'anàlisi va revelar també un efecte d'interacció entre el tipus i direcció del cop per al temps de reacció,  $F(1,35) = 50,56$ ,  $p < ,01$ ,  $\eta_p^2 = ,59$ , i la resposta de reacció,  $F(1,35) = 56,79$ ,  $p < ,01$ ,  $\eta_p^2 = ,61$ . L'anàlisi dels efectes simples mostra que els subjectes van obtenir temps de reacció, per a les quatre combinacions possibles (DP, DE, RP, RE), significativament distints tots amb tots. Així, els temps de reacció van ser 272,85 ms ( $DT = 49,26$ ) per a la dreta



**Figura 3**

Temps de reacció (esq.) i temps de resposta de reacció (dta.) segons les quatre opcions de cop (DP: dreta paral·lela, DE: dreta encreuada, RP: revés paral·lel, RE: revés encreuat)

paral·lela; 309,76 ms ( $DT = 57,82$ ) en dreta encreuada; 331,56 ms ( $DT = 79,92$ ) en revés paral·lel; i 357,42 ms ( $DT = 90,21$ ) per al revés encreuat.

En canvi, per a la resposta de reacció els tennistes van aconseguir una major resposta de reacció en els cops de revés encreuats (559,25 ms,  $DT = 99,45$ ) respecte a les dretes paral·leles (469,20 ms,  $DT = 57,89$ ),  $F(1,35) = 68,84$ ,  $p < ,01$ ,  $\eta_p^2 = ,66$ ; les dretes encreuades (486,96 ms,  $DT = 56,63$ ),  $F(1,35) = 29,79$ ,  $p < ,01$ ,  $\eta_p^2 = ,46$ ; i els revessos paral·lels (488,15 ms,  $DT = 81,41$ ),  $F(1,35) = 42,71$ ,  $p < ,01$ ,  $\eta_p^2 = ,55$  (fig. 3). Cap diferència no es va trobar en l'eficàcia de la resposta segons el tipus de cop, direcció del cop i interacció d'ambdues variables.

## Discussió

Els resultats obtinguts, a diferència dels obtinguts per Shim et al. (2006), aporten informació específica sobre les diferències existents entre el comportament visual entre cops de fons de dreta i de revés, ja que les localitzacions corporals de cap, espatlles i tronc són les que més utilitzen els subjectes per fixar en els cops de dreta, mentre que les zones corporals del braç executor i mà-raqeta són les més usades per fixar en els cops de revés. Per tant, l'elaboració d'una estratègia de re-

cerca visual diferent per al cop de dreta i de revés reforça les conclusions de Moreno, Oña i Martínez (1998), que afirmen que la detecció de preíndexs ha de ser una qüestió específica de cada subjecte i gest motriu a fi de diferenciar-ne la força i direcció.

A més a més, l'estratègia de recerca visual desenvolupada per aquesta mostra de tennistes novells cap a zones centrals del cos del tennista oponent en el cop de dreta, com per exemple el cap, espatlles i tronc, no coincideix amb l'estratègia visual desenvolupada per tennistes experts d'altres treballs (Abernethy & Wollstein, 1989; Gill, 1994; Goulet, Bard, & Fleury, 1989), ja que aquests tennistes van dedicar un major temps de fixació visual sobre el braç executor i la raqueta de l'oponent, comportament que sí que ocorre quan perceben els cops de revés. Aquestes diferències en el comportament visual podrien ser degudes a la falta d'entrenament, ensenyament, pràctica de joc i observació dels tennistes novells enfront dels experts, que els limiten el desenvolupament d'estratègies de recerca visual efectives (Williams et al., 2002), ja que no han estat capaç d'identificar les àrees de major rellevància informativa (Ávila & Moreno, 2003). Una altra explicació a aquestes diferències en el comportament visual podria ser que els tennistes novells no són capaços d'analitzar el context esportiu i identificar patrons de moviment en situacions de dèficit de temps (Williams et al., 1999), perquè no fan ús de la informació del moviment de l'oponent (Shim et al., 2005) o perquè es tracta d'una situació real de joc en pista de tennis que dificulta la selecció de la resposta i el seu procés d'anticipació (Féry & Crognier, 2001).

Destaquem també que els cops encreuats són els que major temps de fixació obtenen a la zona del membre superior i, no obstant això, són els cops amb majors temps de reacció i resposta. Aquest fet podria ser degut al fet que els subjectes durant aquests cops han d'estar més atents per detectar o identificar els preíndexs de moviment (Williams et al., 1999), que comporten un major processament d'informació i retarden així l'inici de la resposta. També perquè es perceben pitjor les invariants del moviment (Scully & Newell, 1985; Ward, Williams, & Bennett, 2002) o bé perquè es perceben amb menor precisió les característiques cinemàtiques pròpies d'aquest patró de moviment (Abernethy, Gill, Parks, & Packer, 2001), o fins i tot per la posició relativa que adopten uns segments corporals respecte a d'altres, impedit una percepció més nítida d'aquests segments durant l'execució dels gestos.

Això explica perquè en els cops de dreta i els cops amb direcció paral·lela és més fàcil predir-ne la direcció, ja que mostren valors temporals inferiors en la seva execució. Aquesta afirmació es complementa amb la que ofereix l'anàlisi d'efectes simples, ja que el cop de dreta paral·lela és el que menors valors de temps de reacció ofereix, i el cop de revés encreuat, el que majors valors de temps de resposta obté enfront dels altres cops. Aquestes dades coincideixen amb les de Crognier i Féry (2005), els quals afirmen que els cops de revés paral·lel són més fàcils d'anticipar que els cops de revés encreuat. No obstant això, Chow et al. (1999) van determinar que el temps de reacció en tennistes de nivell avançat, al contrari que en aquesta mostra de tennistes novells, va ser significativament inferior en els cops de revés.

La capacitat de resposta en els tennistes novells sembla més limitada que en tennistes experts, ja que les seves prediccions respecte al tipus i direcció de cop es produeixen després de copejar la pilota, enfront de la predicció dels experts, que es produeix abans del cop (Gill, 1994). Aquesta capacitat inferior per respondre podria ser deguda al fet que els tennistes novells no són capaços d'establir relacions entre la informació visual percebuda i el moviment associat (Abernethy, 1990), o al fet que la situació d'investigació plantejada presenta fortes dependències entre els processos perceptius i motors (Singer et al., 1996), amb limitacions temporals en l'execució de respostes ràpides i precises (Williams, Davids, Burwitz, & Williams, 1992), i això impossibilita els esportistes novells per captar informació primera del moviment a causa d'un ús insuficient de la visió perifèrica.

## Conclusions

Aquest treball aporta informació sobre el comportament visual que té una mostra de tennistes novells en una tasca específica en pista de tennis amb limitacions temporals en la seva execució, com la d'aproximació a xarxa per guanyar el punt en la volea, així com el temps que necessiten per respondre davant de cops de dreta i de revés, amb direcció paral·lela o encreuada, efectuats per un tennista oponent expert. Aquesta investigació conclou que les estratègies de recerca visual emprades pels tennistes per detectar els preíndexs de moviment en aquests cops són distintes, així com ho és la seva capacitat de reacció i resposta.

Per tant, es recomana a tècnics i entrenadors esportius en tennis ensenyar a orientar l'atenció dels seus alumnes envers els preíndexs específics de cada moviment. La pretensió d'això és millorar l'habilitat del jugador per anticipar el seu moviment respecte al del contrari, o bé per ajudar-lo a respondre ràpidament i precisament, en especial en els cops de revés i en els cops amb direcció encreuada, ja que van ser els que van obtenir un temps i una resposta de reacció major.

## Referències

- Abernethy, B. (1990). Expertise, visual search, and information pick-up in squash. *Perception*, 19(1), 63-77. doi:10.1068/p190063
- Abernethy, B., Gill, D. P., Parks, S. L., & Packer, S. T. (2001). Expertise and the perception of kinematic and situational probability information. *Perception*, 30(2), 233-252. doi:10.1068/p2872
- Abernethy, B., & Wollstein, J. (1989). Improving anticipation in racket sports. *Sports Coach*, 12, 15-18.
- Ávila, F., & Moreno, F. J. (2003). Visual search strategies elaborated by tennis coaches during execution error detection process. *Journal of Human Movement Studies*, 44, 209-224.
- Chow, J. W., Carlton, L. G., Chae, W. S., Shim, J. H., Lim, Y. T., & Kuenster, A. F. (1999). Movement characteristics of the tennis volley. *Medicine and Science in Sport and Exercise*, 31(6), 855-863. doi:10.1097/00005768-199906000-00014
- Crognier, L., & Féry, Y. A. (2005). Effect of tactical initiative on predicting passing shots in tennis. *Applied Cognitive Psychology*, 19(5), 637-649. doi:10.1002/acp.1100
- Féry, Y., & Crognier, L. (2001). On tactical significance of games situations in anticipating ball trajectories in tennis. *Research Quarterly for Exercise and Sport*, 72(2), 143-149.
- Gill, D. (1994). Expert-novice differences in cue utilisation in 'on-court' squash performances - practical. *Australian Squash Coach*, 2(2), 15-19.
- Grosser, M., Kraft, H., & Schönborn, R. (2000). *Speed training for tennis*. Aachen: Meyer & Meyer Sport.
- Goulet, C., Bard, C., & Fleury, M. (1989). Expertise differences in preparing to return a tennis serve: A visual information processing approach. *Journal of Sport and Exercise Psychology*, 11(4), 382-398.
- Moreno, F. J., Ávila, F., & Damas, J. S. (2001). El papel de la motilidad ocular extrínseca en el deporte. Aplicación a los deportes abiertos. *Motricidad. European Journal of Human Movement*, 7, 75-94.
- Moreno, F. J., Oña, A., & Martínez, M. (1998). La anticipación en el deporte y su entrenamiento a través de preíndices. *Revista de Psicología del Deporte*, 7(2), 205-213.
- Moreno, F. J., Reina, R., Luis, V., Damas, J. S., & Sabido, R. (2003). Desarrollo de un sistema tecnológico para el registro del comportamiento de jugadores de tenis y tenis en silla de ruedas en situaciones de respuesta de reacción. *Motricidad. European Journal of Human Movement*, 10, 165-190.
- Scully, D. M., & Newell, K. M. (1985). Observational learning and the acquisition of motor skills: Towards a visual perception perspective. *Journal of Human Movement Studies*, 11, 169-186.
- Shim, J., Carlton, L. G., Chow, J. W., & Chae, W. S. (2005). The use of anticipatory visual cues by highly skilled tennis players. *Journal of Motor Behavior*, 37(2), 164-175. doi:10.3200/JMBR.37.2.164-175
- Shim, J., Carlton, L.G., & Kwon, Y. H. (2006). Perception of kinematic characteristics of tennis strokes for anticipating stroke

- type and direction. *Research Quarterly Exercise Sport*, 77(3), 326-339.
- Singer, R. N., Cauraugh, J. H., Chen, D., Steinberg, G. M., & 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. doi:10.1080/10413209608406305
- Shim, J., Carlton, L. G., & Known, Y. H. (2006). Perception of kinematic characteristics of tennis strokes for anticipating stroke type and direction. *Research Quarterly for Exercise and Sport*, 77(3), 326-339.
- Vickers, J. N., & Williams, A. M. (2007). Performing under pressure: The effects of physiological arousal, cognitive anxiety, and gaze control in biathlon. *Journal of Motor Behavior*, 39(5), 381-394. doi:10.3200/JMBR.39.5.381-394
- Ward, P., Williams, A. M., & Bennett, S. (2002). Visual search and biological perception in tennis. *Research Quarterly for Exercise and Sports*, 73, 107-112.
- Williams, A. M., Davids, K., Burwitz, L., & Williams, J. G. (1992). Perception and action in sport. *Journal of Human Movement Studies*, 22, 147-205.
- Williams, A. M., Davids, K., & Williams, J. G. (1999). *Visual Perception and Action in Sport*. London: E & FN Spon.
- Williams, A. M., Ward, P., Knowles, J. M., & Smeeton, N. J. (2002). Anticipation in a real-world task: Measurement, training, and transfer in tennis. *Journal of Experimental Psychology: Applied*, 8(4), 259-270. doi:10.1037/1076-898X.8.4.259
- Wright, M. J., & Jackson, R. C. (2007). Brain regions concerned with perceptual skills in tennis: An fMRI study. *International Journal of Psychophysiology*, 63(2), 214-220. doi:10.1016/j.ijpsycho.2006.03.018