



Rendiment i entrenament

Paraules clau

percepció visual, percepció de trajectòries, visió esportiva

La percepció de les trajectòries de pilotes entre els 9 i els 18 anys

Manuel Sillero Quintana*Llicenciat en Ciències de l'Activitat Física i l'Esport.**Professor de l'Instituto Nacional de Educación Física de Madrid.**Departament d'Estructures i Anàlisi del Moviment Humà***Jesús Javier Rojo González***Doctor en Medicina i Cirurgia.**Professor de l'Instituto Nacional de Educación Física de Madrid.**Departament d'Estructures i Anàlisi del Moviment Humà***Abstract**

This work studies the capacity to trace trajectories from infancy to adult age and how some variables can influence this capacity of perception as well as the type of sport practised, the ability and experience in playing football, the sex of the subject or the state of the visual function. The sample was made up of 98 boys and girls volunteers, with different sporting experience. The perception of trajectories was judged on a combination of Precision and Anticipation in making a decision, tossing footballs into a landing area. The subject had to decide where the ball was going to land with the best anticipation and precision possible. The study revealed significant differences in the perception of trajectories in respect to the age, the type of sport practised and the sex of the subject. The perception of trajectories improved with age, is best in sports people with ball and players of football and indoor football, and is better in boys than girls. Other variables such as total sporting practice, and football ability appear to be directly connected to the efficiency in the perception of the trajectories of footballs.

Key words*visual perception, perception of trajectories, sporting vision.***Resum**

El treball estudia la capacitat de percebre les trajectòries des de la infància fins a l'edat adulta. I de quina manera poden influir en la capacitat de percepció algunes variables com ara el tipus d'esport practicat, l'habilitat i l'experiència en la pràctica del futbol, el sexe del subjecte o l'estat de la funció visual. La mostra estava composta per 98 nois i noies voluntaris, d'entre 9 i 18 anys, amb experiència diversa en la pràctica esportiva. Es va avaluar la Percepció de les Trajectòries, com a combinació de la Precisió i l'Anticipació de la presa de la decisió, llançant pilotes de futbol en una zona de caiguda. El subjecte havia de decidir on cauria la pilota amb el màxim d'anticipació i precisió possible.

L'estudi de la mostra revela diferències significatives en la percepció de les trajectòries d'acord amb l'edat, el tipus d'esport practicat i el sexe del subjecte.

La percepció de les trajectòries millora amb l'edat, és millor en esportistes amb pilota i jugadors de futbol i futbol sala, i és millor en nois que no pas en noies. D'altres variables, com ara la pràctica esportiva total i l'habilitat futbolística, semblen estar relacionades directament amb l'eficiència en la percepció de les trajectòries de pilotes de futbol.



Introducció

La percepció de les trajectòries de pilotes entre els 9 i els 18 anys

La percepció de les trajectòries de pilotes és una tasca visual molt complexa, que implica la major part de les habilitats visuals de l'individu. Per estimar el punt on caurà una pilota, el subjecte ha d'utilitzar els seus moviments oculars (seguiments, moviments sacàdics, reflexos oculo vestibulars i vergències), la percepció de la profunditat (estereòpsia), la percepció del contrast, l'agudes visual estàtica i dinàmica, l'acomodació, l'amplitud del camp visual i la visualització (Loran, 1997).

S'han dut a terme nombrosos estudis sobre la capacitat de l'ésser humà de percebre trajectòries, mitjançant protocols analítics en situacions de laboratori com, per exemple, columnes de LED que simulaven la caiguda de pilotes (von Hofsten i cols., 1992), carrils per on es deixava caure una pilota que s'havia d'interceptar (Dunham, 1977), o bé ombres que es dilataven o expandien per simular objectes que s'allunyaven del subjecte o s'hi aproximaven (Bootsma, 1991). Un altre grup d'estudis s'ha realitzat utilitzant vídeos o filmacions en lloc de trajectòries reals (Olave, 1990 i Williams, 1968) i en altres s'han utilitzat pilotes, però seleccionant un cert tipus de trajectòries poc freqüents en situacions reals (Lee i cols., 1983), i limitant els temps d'observació de la trajectòria (Montagne i cols., 1993), o bé s'ha modificat el volum de la pilota durant les trajectòries per analitzar-ne aspectes concrets (Savelsbergh i Bootsma, 1994).

Bard (1974) va definir la precisió i l'anticipació de la presa de decisió com les variables principals d'eficiència en la percepció de les trajectòries.

Sillero i Rojo (2000), van validar un test que avalua les variables esmentades de forma aïllada, basant-se en experiències prèvies de Bard (1974) i Olave (1990). Amb el protocol esmentat també es podia avaluar, en una situació molt pròxima a les condicions reals de joc, la percepció de les trajectòries com a combinació de la precisió i l'anticipació de la presa de decisió. Aquest test és el que s'utilitzarà en el present treball per estudiar l'evolució de la capacitat de percebre les trajectòries des de la infància fins a l'edat adulta i com poden influir en la capacitat de percepció algunes variables com ara el tipus d'esport practicat, l'habilitat i l'experiència en la pràctica del futbol, el

sexe del subjecte o l'estat de la funció visual.

Material i mètodes

La mostra estava composta per 98 subjectes voluntaris (82 nois i 16 noies), d'entre 9 i 18 anys ($M = 13,9$; $DT = 2,56$). Els pares van ser informats prèviament dels propòsits i els protocols dels tests i van autoritzar que els seus fills participessin en l'experiment i que les dades fossin utilitzades amb finalitats d'investigació.

Es va determinar una zona de caigudes amb nou quadrats de 3 metres de costat cada un (Figura 1), marcats a terra amb cinta adhesiva de color groc fluorescent. La màquina llançapilotes (JUGS Pitching Machine, JUGS Company. Tualatin, OREGON) es va col·locar a una distància 25 metres de la vora més pròxima de la quadrícula.

En començar la seva trajectòria, la pilota activava un dispositiu amb dos cronòmetres, el primer dels quals era aturat pel subjecte quan creia saber la zona on cauria la pilota (Temps de Presa de Decisió), i el segon era aturat per l'investigador en el moment en què la pilota tocava a terra (Temps Total de la Trajectòria). El polsador que activava el subjecte disposava de nou tecles disposades de forma semblant a la quadrícula de caiguda de la pilota (3 x 3). Quan el subjecte premia un botó, la decisió quedava enregistrada i era anotada per l'investigador (Caiguda Decidida). S'anotava també la zona de Caiguda Real de la pilota. Si la pilota queia sobre una línia es consideraven correctes totes les quadrícules contigües a la línia.

Les pilotes utilitzades van ser 10 Adidas Questra (de mida # 4) que eren inflades diàriament a una pressió de 0,9 atmosferes. Es va fer un senzill qüestionari als subjectes per tal de conèixer-ne l'edat, sexe, activitat esportiva que practicaven i dedicació a aquesta abans d'ésser avaluada la capacitat de percebre les trajectòries de pilotes de futbol.

Es van realitzar tres assaigs, com a pràctica, abans de registrar 5 llançaments amb el subjecte col·locat primer en posició lateral dreta (A), després frontal (B), i, finalment, lateral esquerra (C) en relació amb la trajectòria de la pilota. (Vegeu Figura 1).

El nivell d'experiència del subjecte en la pràctica del futbol es va determinar mitjançant el test "Juggling-1" (Van Rossum i Wijbenga, 1993) en el qual el subjecte havia de

donar el major nombre de tocs sense que la pilota caigués a terra, sense límit de temps; la puntuació màxima era 100.

Finalment, es va registrar l'Agudes Visual (AV) monocular i binocular mitjançant el Test d'Acostament Progressiu (TAP) (Sillero, 1999 i Sillero i Bennett, 2000) en què s'acostava al subjecte una "E" situada en el centre d'una targeta blanca fins que s'encertava la direcció cap on apuntaven les barres de la "E".

La totalitat de les proves es van fer en un pavelló cobert amb il·luminació central natural. Les condicions d'il·luminació ambient durant cada una de les sessions de presa de dades van ser mesurades amb un luxímetre corregit al sinus, model Lunasix (Gossen, Alemanya). Totes les preses es van realitzar sota condicions lluminoses dintre del rang fotòpic baix (Newman, 1975) entre 100 i 3.600 lux ($M = 1.634$ lux; $DT = 1.041$ lux).

Anàlisi de les dades

Es va estimar el Coeficient d'Agudes Visual (AV) de Snellen, monocular i binocular, a partir dels resultats en el TAP, tenint en compte la il·luminació ambient en el moment de realitzar el test (Sillero i Bennett, 2000). Es va considerar la visió com "Correcta" quan el Coeficient d'AV de Snellen estava entre 0,66 i 1,30; "Excel·lent" quan era superior a 1,30 i "Ambliop" quan era inferior a 0,66 o l'AV monocular de tots dos ulls diferia en 0,4 (Ciuffreda i cols., 1991). Per obtenir el Coeficient de Percepció de Trajectòries (CPT) es va multiplicar el Coeficient d'Anticipació (CA_n) pel Coeficient d'Encerts (CA_c) (Sillero i Rojo, 2000). El CA_n en cada llançament es va obtenir restant a la unitat el quocient del Temps de Presa de Decisió dividit pel Temps Total de la Trajectòria (Vegeu Fórmula 1). Cal fer no-

Figura 1. Disposició dels diferents elements del test.

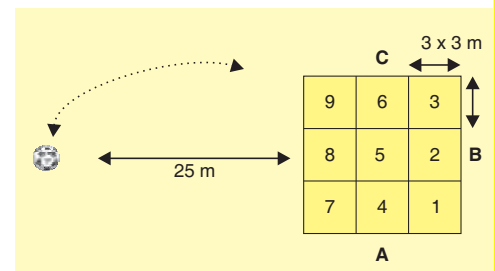
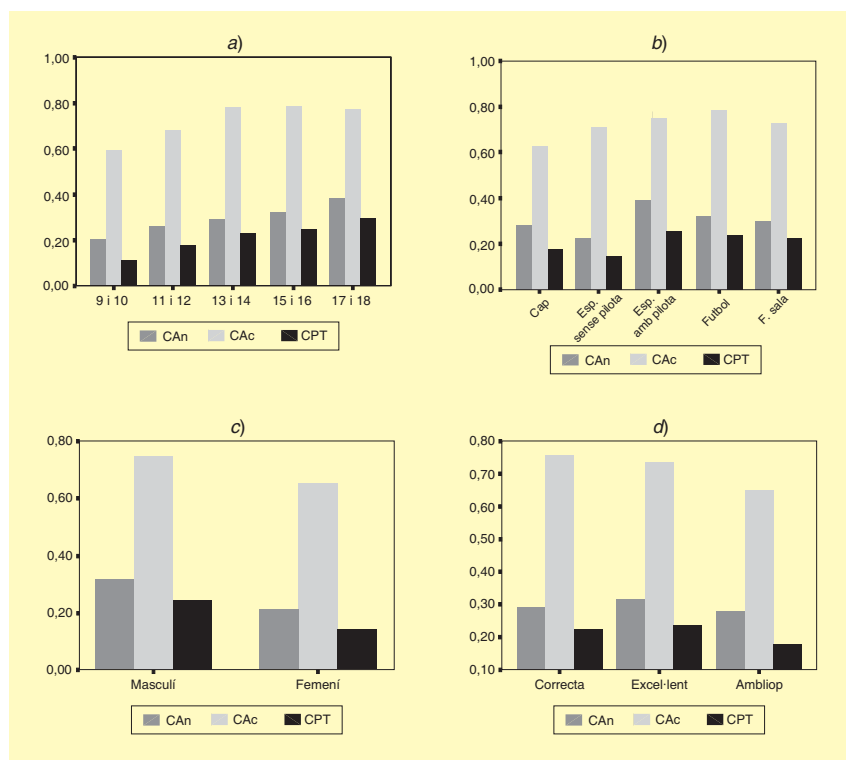


Figura 2.

a) CPT, CAn i CAc en funció de l'edat. b) CPT, CAn y CAc segons tipus d'esport. c) CPT, CAn i CAc en funció del sexe. d) CPT, CAn i CAc en funció de la visió.



tar que la relació entre el CAn i el Temps de Presa de Decisió és inversa; d'aquesta forma, els subjectes amb temps de presa de decisió menors tindran millors CAn. El CAc de cada intent es va basar en un sis-

$$CAn = 1 - \frac{\text{Temps de Presa de Decisió}}{\text{Temps Total de la Trajectòria}} \quad (1)$$

tema de puntuacions que atorgava 1 punt per encert, "0,5" si la quadrícula de "caiguda decidida" era adjacent a la de "caiguda real", "0,25" si s'errava de 2 quadrícules, i "0" si l'error era de 3 quadrícules o més. Després d'obtenir els CPT, CAn i CAc de cada llançament es van obtenir les mitjanes en les diferents posicions i la mitjana general.

Es va considerar la pràctica esportiva total del subjecte com el producte de les hores de pràctica setmanals per l'antiguitat de la pràctica per les 52 setmanes de l'any.

Després d'obtenir els valors de CPT, CAn i CAc de cada subjecte, es va realitzar un ANOVA unilaterial segons l'edat, el tipus d'esport, l'estat de visió i el sexe i, en els casos en què es van obtenir diferències significatives, es van realitzar tests de compara-

cions múltiples amb el test *post hoc* HSD Tukey per determinar entre quines categories es trobaven les diferències esmentades. Es van calcular els coeficients de correlació de producte-moment de Pearson entre els valors de CPT, CAn i CAc dels diferents subjectes i variables contínues, com ara la Pràctica Total Esportiva, l'Habilitat Futbolística en el test Juggling-1 i l'Edat del subjecte.

Resultats

A les figures 2a-2d es mostren els valors mitjans del CPT, CAn i CAc segons el bloc edat (cada dos anys), tipus d'esport, sexe i l'estat de la visió. Els valors mitjans i els resultats de l'ANOVA es poden veure a la taula 1.

Les comparacions múltiples realitzades mitjançant Test *post hoc* HSD Tukey donen diferències significatives: Per a l'Edat, en el CAn entre 9-10 anys i 15-16 i 17-18 anys; entre 11-12 anys i 17-18; i entre 13-14 anys i 17-18; en el CAc entre 9-10 anys i 13-14, 15-16 i 17 i 18; i en el CPT entre 9-10 anys i 13-14, 15-16 i 17 i 18; entre 11-12 anys i 17-18 anys; i entre 13-14 i

17-18 anys. Per a l'Esport, en el CAc entre futbol i esport sense pilota i sedentaris; i en el CAn entre esport amb pilota i esport sense pilota. Per a l'Estat de Visió, únicament en el CAc entre els subjectes amb visió Correcta i Ambliops.

Apareixen Coeficients de Correlació de Pearson moderats, però significatius ($p < 0,05$), entre la Pràctica Total Esportiva i el CAn ($r = 0,302$), CAc ($r = 0,270$) i CPT ($r = 0,386$), entre l'Habilitat Futbolística (Test Juggling-1) i el CAc ($r = 0,368$) i CPT ($r = 0,274$); i entre l'edat i el CAn ($r = 0,451$), CAc ($r = 0,419$) i el CPT ($r = 0,577$).

Discussió

L'estudi fa palès que existeix una millora marcada i progressiva en la percepció de les trajectòries amb l'edat entre els 9 anys i els 18. De la mateixa manera que en qualsevol altra tasca de caràcter perceptiu, l'experiència prèvia acumulada amb els anys sembla determinar l'efectivitat del subjecte en la percepció de les trajectòries de pilotes. Això concorda amb altres estudis que revelaven la millora en la destresa per a entomar pilotes amb l'edat (Dunhan, 1977).

En haver-se limitat la mostra als 18 anys, no es pot determinar si en aquesta edat es troba el màxim rendiment en la percepció de les trajectòries. Tanmateix, és possible que continuï millorant amb l'edat i l'experiència fins que, a causa principalment de la degeneració del sistema visual, les capacitats perceptives de l'individu comencin a decaure.

Encara que les anàlisis "*post hoc*" no revelin diferències significatives des del punt de vista estadístic en aquest punt, sembla que el grup dels esportistes amb pilota i els jugadors de Futbol i Futbol Sala van obtenir millors resultats en la Percepció de les Trajectòries que no pas els subjectes sedentaris i els esportistes sense pilota. L'explicació podria ser que els subjectes amb millors condicions visuals per percebre la bola s'orientessin de manera natural vers la pràctica d'esports amb pilota; tanmateix, és més possible pensar que, com defensaven Bard i cols. (1994), l'experiència en esports amb pilota milloraria l'organització dels patrons de recerca, la velocitat, la idoneïtat i precisió dels processos de decisió, la qualitat de l'anticipació perceptiva, la capacitat d'utilitzar la informació perifèrica i el cost de les operacions de presa de decisió.



El que sembla quedar demostrat és que els esportistes amb pilota anticipen més la decisió que no pas els esportistes sense pilota i que els futbolistes tenen major nombre d'encerts que no pas els esportistes sense pilota i els sedentaris.

S'ha trobat que els resultats de les persones amb visió deficient (Ambliops) són pitjors en el CAn, CAC i CPT comparats amb les de visió Correcta i Excel·lent; tanmateix, les diferències esmentades només són significatives en la precisió de la Presa de Decisió (CAC) del subjecte. L'explicació d'aquest punt podria estar en el fet que el sistema visual disposa de diferents mecanismes per a obtenir informació (von Hofsten, 1992). En el cas que un d'ells es vegi afectat, el subjecte perfecciona els altres amb la pràctica per aconseguir de ser eficient en la tasca. D'altra banda, cal considerar que molts dels individus de la mostra són nens que no tenen desenvolupada la capacitat de percebre la capacitat de les trajectòries. Aquests nens cometen errors per inseguretats pròpies de l'edat, independentment de l'estat de la seva funció visual, i això podria desvirtuar els resultats obtinguts en aquesta categoria.

Les diferències en el CAn, CAC i CPT d'acord amb el sexe dels subjectes podrien ser degudes al fet que existien diferències significatives ($F = 7,44$; $p < 0,05$) entre l'edat de les noies ($M = 12,38$; $DT = 2,58$) i la dels nois ($M = 14,22$; $DT = 2,45$). Tanmateix, concorden amb els resultats d'alguns treballs en què es va obtenir una major eficiència per entomar pilotes en nens que no pas en nenes (Dunham, 1977). La diferència sexual esmentada en la capacitat de percebre les trajectòries podria ser deguda a una menor experiència de les noies en esports de pilota. Seria interessant realitzar un estudi amb mostres d'edats semblants i amb experiència similar en la pràctica esportiva.

Finalment, la quantitat de Pràctica Esportiva (a causa de la millora perceptiva general i de presa de decisió que genera) i l'Habilitat Futbolística (com a indicatiu de l'experiència en la pràctica del futbol) semblen influir lleument però directament en l'eficiència del subjecte en la Percepció de les Trajectòries de Pilotes.

Conclusions

Com qualsevol altra tasca perceptiva, la precisió de la trajectòria del vol d'una pilota, millora amb l'experiència. L'experiència es-

Taula 1.

Valors mitjans i resultats de l'ANOVA per a diferents variables.

		CPT			CAC			CAn		
		M	F	P	M	F	P	M	F	P
Grup d'edat	9 a 10	0,199			0,588			0,109		
	11 a 12	0,256			0,674			0,174		
	13 a 14	0,291	6,834	0,000	0,778	8,464	0,000	0,226	12,78	0,000
	15 a 16	0,317			0,781			0,247		
	17 a 18	0,379			0,765			0,292		
Esport	Cap	0,180			0,634			0,285		
	E. sense pilota	0,187			0,714			0,258		
	E. amb pelota	0,277	3,589	0,009	0,750	5,607	0,000	0,381	2,517	0,047
	Futbol	0,249			0,815			0,306		
	F. sala	0,236			0,745			0,312		
Sexe	Fem.	0,142	16,62	0,000	0,660	7,428	0,008	0,213	11,774	0,001
	Mas.	0,238			0,754			0,324		
Visió	Correcta	0,225			0,763			0,209		
	Excel·lent	0,235	1,989	0,143	0,741	3,703	0,028	0,313	0,552	0,577
	Ambliop	0,178			0,657			0,283		

mentada sembla produïda principalment per l'edat del subjecte i per la pràctica d'esports amb pilota, i fa que es millori, sobretot, l'anticipació de la presa de la decisió i, en menor mesura, la precisió de la presa de decisió.

La percepció de les trajectòries podria també estar influïda per la salut del sistema visual; tanmateix, l'adaptabilitat del sistema visual fa que el subjecte rendibilitzi al màxim les seves habilitats visuals. Seria convenient realitzar, en el futur, estudis amb subjectes adults, amb la capacitat de percebre les trajectòries consolidades, per tal de valorar la incidència que té la qualitat de la funció visual en la percepció de les trajectòries.

Les diferències sexuals obtingudes en la percepció de les trajectòries haurien de ser estudiades més àmpliament.

Agraïments

Les despeses d'aquest estudi han estat sufragades parcialment per una beca concedida pel CSD. La presa de dades s'ha realitzat en un Pavelló cedit pel SDM de Parla.

Bibliografia

Bard, C.: "Rapidité et précision des jugements spatiaux i en fonction des variations de trajectoires de balle", *Mouvement*, vol. 4, 9 (1974), pàg. 257-265.

Bootsma, R. J.: "Predictive information and the control of action: What you see is what you get", *International Journal of Sport Psychology*, 22 (1991), pàg. 271-278.

Ciuffreda, K. J.; Levi, D. M. i Selenow, A.: *Amblyopia. Basic and clinical aspects*, Boston: Butterworth-Heinemann, 1991.

Dunham, P.: "Age, sex, speed and practice in coincidence-anticipation performance of children", *Perceptual and Motor Skills*, 45 (1977), pàg. 187-193.

Lee, D. N.; Young, D. S.; Reddish, P. E.; Loung, S. i Clayton, T. M. H.: "Visual timing in hitting an accelerating ball", *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 35 (1983), pàg. 333-346.

Loran, D. F. C. y Macewen, C. J.: *Sports Vision*, Oxford: Butterworth-Heinemann, 1997.

Montagne, G.; Laurent, M. i Ripoll, H.: "Visual information pick-up in ball catching", *Human Movement Science*, 12 (1993), pàg. 273-297.

Olave, J. M.: *Propuesta de test encaminado a evaluar la percepción de trayectorias aéreas de objetos*, Tesis Doctoral, INEFC Barcelona, Barcelona, 1990.

Sillero, M.: "Comparación de técnicas para evaluación de la agudeza visual y los extremos del campo visual horizontal", *Archivos Optométricos*, vol. 2, 2 (1999), pàg. 86-96.

Sillero, M. i Bennett, S.: "Proceso de validación del test de Acercamiento Progresivo bajo cuatro condiciones de iluminación ambiente", a *Actas del I Congreso de la Asociación Española de Ciencias del Deporte*, Cáceres, 2000 (vol. I).

Sillero, M. i Rojo, J. J.: "Proceso de validación de un test de campo para evaluar la percepción de las trayectorias de balones de fútbol", a *Actas del I Congreso de la Asociación Española de Ciencias del Deporte*, Cáceres, 2000 (vol. I).

Van Rossum, J. H. A. i Wijbenga, D.: "Soccer skills technique tests for young players: construction and implications", a J. Reilly, J. Clarys i A. Strible, *Science and Football II*, London: E & FN Spon, 1993.

Von Hofsten, C.; Rosengren, K.; Pick, H. L. i Neely, G.: "The role of binocular information in ball catching", *Journal of Motor Behavior*, vol. 24, 4 (1992), pàg. 329-338.

Williams, H.: *Effects of systematic variation of speed and direction of object flight and of skill and age classifications upon visuo-perceptual judgements of moving objects in three-dimensional space*, a Tesis Doctoral, Universitat de Wisconsin, 1968.