

# ESTUDIOS DE ANTROPOLOGÍA BIOLÓGICA

VOLUMEN XIII

\*\*

Editoras

Magalí Civera Cerecedo  
Martha Rebeca Herrera Bautista



Instituto Nacional  
de Antropología  
e Historia



Consejo Nacional  
para la  
Cultura y las Artes



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO  
INSTITUTO DE INVESTIGACIONES ANTROPOLÓGICAS  
INSTITUTO NACIONAL DE ANTROPOLOGÍA E HISTORIA  
ASOCIACIÓN MEXICANA DE ANTROPOLOGÍA BIOLÓGICA  
MÉXICO 2007

*Comité editorial*

Xabier Lizarraga Cruchaga  
Abigail Meza Peñaloza  
Florencia Peña Saint Martin  
José Antonio Pompa y Padilla  
Carlos Serrano Sánchez  
Luis Alberto Vargas Guadarrama

Todos los artículos fueron dictaminados

Primera edición: 2007

© 2007, Instituto de Investigaciones Antropológicas  
Universidad Nacional Autónoma de México  
Ciudad Universitaria, 04510, México, D.F.

© 2007, Instituto Nacional de Antropología e Historia  
Córdoba 45, Col. Roma, 06700, México, D.F.  
sub\_fomento.cncpbs@inah.gob.mx

© 2007, Asociación Mexicana de Antropología Biológica

ISSN 1405-5066

Prohibida la reproducción total o parcial por cualquier medio sin la autorización  
escrita del titular de los derechos patrimoniales

D.R. Derechos reservados conforme a la ley  
Impreso y hecho en México  
*Printed in Mexico*

# EL ANÁLISIS DE LA CONDUCCIÓN DEL BALÓN EN EL FUTBOL SOCCER

Magali Carlos Amaya  
Matilde Espinosa Sánchez\*

*Escuela Nacional Antropología e Historia-INAH*

*\*Unidad de Investigación en Computo Aplicado, DGSCA, UNAM*

## RESUMEN

El objetivo de este trabajo es comprobar la existencia de un programa de enseñanza-aprendizaje de la técnica en el fútbol soccer. Se analizaron la conducción del balón, por considerarse uno de los elementos técnicos más comunes y sencillos en este deporte, y la forma de ejecución de 18 jugadores juveniles de fuerzas básicas de Pumas. Se observó que algunos no tuvieron suficiente control sobre el balón, lo que ocasionó que fueran corriendo detrás de él en lugar de ir a su lado. Las grabaciones de video se utilizaron para analizar de manera bidimensional el movimiento de los miembros inferiores durante la ejecución del elemento técnico. Se midieron y calcularon los ángulos de las articulaciones involucradas para caracterizar los movimientos de cada individuo. En las gráficas de resultados se observa la variabilidad de la técnica de la conducción del balón de cada jugador, mostrando que probablemente cada uno de ellos aprendió en distintos momentos, de manera autónoma o con algún instructor. La metodología de análisis discrimina la variabilidad del movimiento entre los individuos de la población estudiada y reconoce las características que indican cómo se mueven cada uno de ellos.

PALABRAS CLAVE: variabilidad, movimiento, futbol, técnica.

## ABSTRACT

The objective of this research was to verify the existence of a teaching program in soccer techniques. It was analyzed how a ball should be conducted since it was

considered the most common and simple technical element in this sport. In order to achieve this research, performance of eighteen young players from Basic Forces of Pumas was analyzed. It was observed that some of the players at the time of kicking the ball did not have enough control upon it, giving as a result that they were running behind the ball instead of running next to it. The methodology for the analysis of the bidimensional movement of both legs during the execution of the technical element, was taken from video tapes. Angles of joint involved with the movements of each player were measured and calculated individually. Graphs results concluded that variability in techniques on the ball conduction from each, player, depended on how and when each player learned, they could have independently or probably under the direction of an instructor. This analysis on the methodology discriminates the variability of the movement among the players involved on this research and recognizes the characteristics that indicates how each one of them move.

KEY WORDS: variability, human movement, soccer, technic.

## INTRODUCCIÓN

Dada la importancia del deporte a nivel mundial, por su carácter lúdico y su impacto social, en las últimas décadas ha recibido un importante apoyo científico que ayuda a los atletas a mejorar sus marcas e innova un sinnúmero de productos. De entre las especialidades deportivas, se considera al football soccer o fútbol el deporte más popular en la actualidad. El fútbol es una actividad que reúne a una gran afición. La FIFA (Federation Internationale de Football Association) agrupa 204 asociaciones o federaciones de fútbol de distintos países. Este deporte se practica en casi todas las naciones del mundo, en todos los niveles sociales, tanto como actividad recreativa como en lo competitivo profesional o de alto rendimiento.

Este trabajo aporta conocimientos biomecánicos para perfeccionar la técnica individual de los deportistas. Por técnica se entiende el modelo ideal de una secuencia de movimientos relacionados con una determinada disciplina deportiva que es aprendida y dominada mediante los entrenamientos (Hay 1985). Las sesiones de entrenamiento tienen como objetivo la educación del comportamiento motor del deportista de acuerdo con las características del modelo ideal (Espinosa 1992).

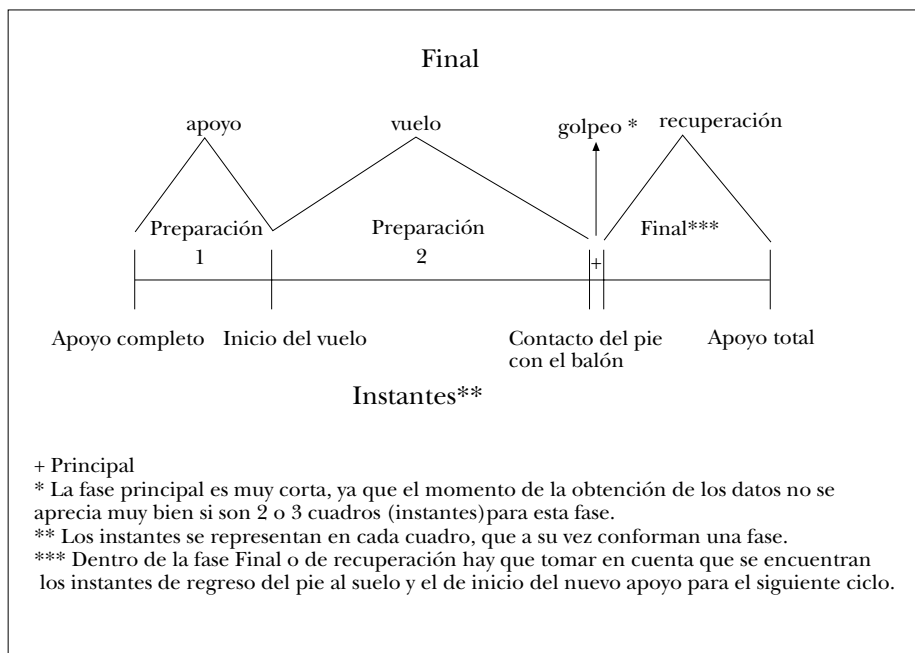
Las secuencias de movimiento seleccionadas para este estudio corresponden al elemento técnico conocido como conducción del balón, que es uno de los más utilizados. Dentro del desarrollo de un partido se presentan diversos momentos como: durante la ofensiva se busca llevar el balón a un lugar de la cancha más apropiado, alejar el balón del adversario, o ganar tiempo (Blagoje 1988, Bauer 1994). Los movimientos consisten en golpear consecutivamente al balón con la parte interna o externa del pie, hacerlo rodar hacia delante manteniendo el control sobre éste y evitando tener que correr tras él (Koch 1998, Gayoso 1991). La descripción de la técnica podría ser la siguiente: la pierna trasera efectúa un impulso, se despega del piso, se desplaza al frente; el pie golpea al balón y rápidamente se apoya en el suelo, el jugador corre con el cuerpo recto y la cabeza levantada de tal manera que pueda observar a sus compañeros y mira al suelo unos 2 o 3 metros delante del balón; los codos están flexionados cerca del cuerpo y hay también una ligera flexión en las rodillas (Blagoje 1988, Bauer 1994, Gayoso 1991).

Como todo elemento técnico, su análisis se puede separar y dividir en partes o fases. Las fases o elementos temporales en que se ha dividido la conducción del balón han sido llamadas de la siguiente manera: apoyo (fase 1 de preparación), vuelo (fase 2 de preparación), golpeo (fase principal) y recuperación (fase final) (véase la figura 1). Esta secuencia de movimientos es cíclica, es decir, se repite hasta lograr su objetivo (Espinosa 1997).

Un ejemplo de las secuencias analizadas se muestra en la figura 2, donde los cuadros (instantes o imágenes) del 1 al 5 corresponden a la fase de apoyo, los cuadros de la figura 5 a la 9 muestran el vuelo, del 9 al 12 la fase del golpeo, y los cuadros 12 al 15 evidencian la fase de recuperación.

## METODOLOGÍA

El estudio consistió en analizar la ejecución de la conducción del balón de 18 jugadores varones de equipos Juveniles de las fuerzas básicas del Club Fútbol Asociación de la Universidad Nacional, A. C. La edad promedio de los jugadores es de 16 años. El método utilizado es video-



*Figura 1.* Fases de la conducción del balón en el fútbol.

gráfico computarizado, que consiste en hacer grabaciones de video y extraer de los cuadros de video los datos fuente, por medio de los cuales se obtienen los resultados calculados vía programas de computadora. Las secuencias de los movimientos que se registraron son la proyección sagital de la conducción del balón. Las grabaciones se realizaron en las instalaciones del Club Universidad y en las canchas de prácticas de Ciudad Universitaria en la ciudad de México. Los jugadores condujeron el balón en línea recta, de izquierda a derecha en relación con la posición de la cámara, trotando a velocidad media. Se utilizó una cámara digital convencional que graba 30 cuadros por segundo; se mantuvo fija en un trípode en la misma posición y mismas distancias de cada uno de los jugadores, con la línea de foco perpendicular al desplazamiento de éstos. Las imágenes que se obtuvieron a partir de los archivos grabados (\*.avi) fueron de 640 x 480 pixeles.

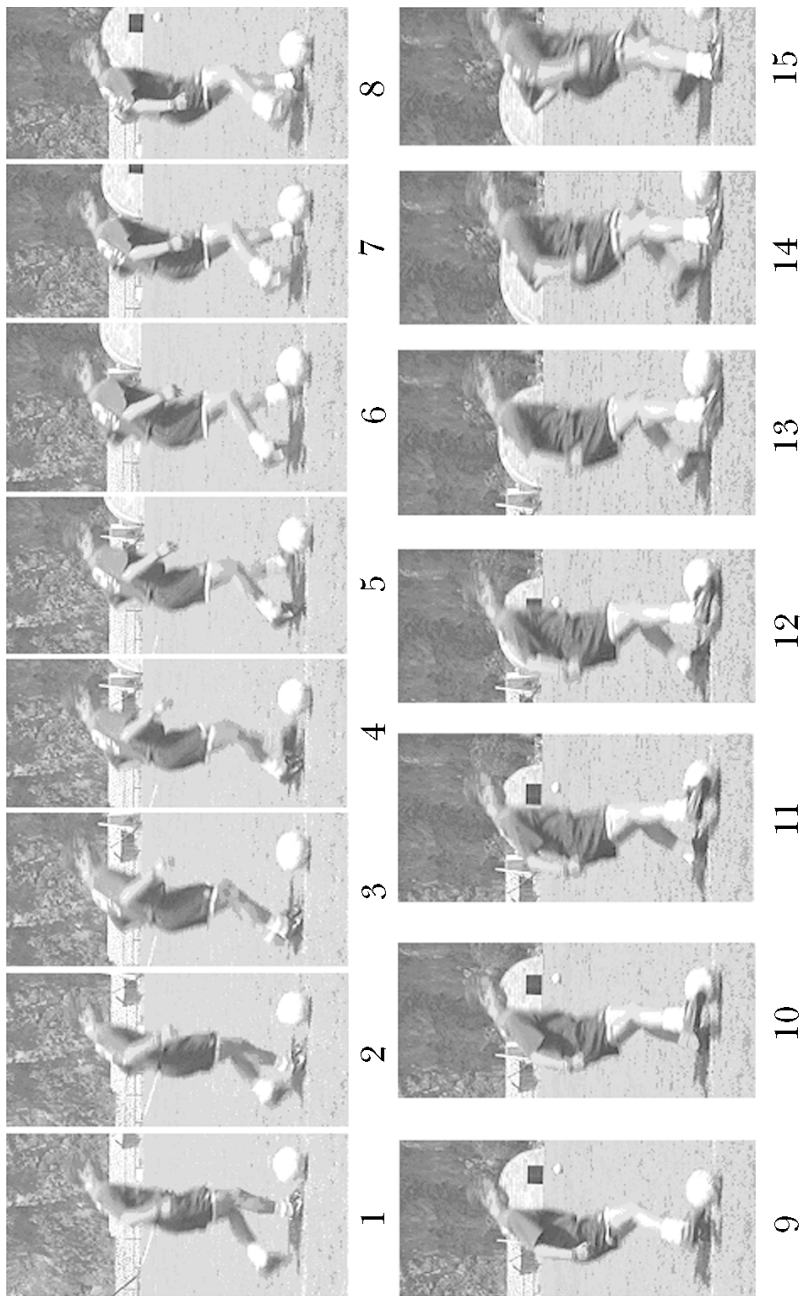


Figura 2. Secuencia de cuadros (instantes) de un ciclo de conducción.

## ANÁLISIS CUALITATIVO

Como primer paso del análisis, se observaron los entrenamientos para elaborar el registro de las actividades que realizan los jugadores. Se elaboró una guía de observación, la cual se hizo juntando la información obtenida de la bibliografía en el sentido de qué características debiera tener la secuencia de los movimientos, de los datos obtenidos en la observación de los entrenamientos y de las secuencias de imágenes capturadas. Se elaboró un formato para cada jugador que se llenó con los datos característicos de su desempeño (Knudson 1997) (véase la guía de observación).

**Guía de observación**

**Elemento técnico:**

Conducción del balón con la parte interna del pie.

**Nombre:** \_\_\_\_\_ ap \_\_\_\_\_

**Fecha:** 11/12/2001 12/12/2001 13/12/2001 \_\_\_\_\_

**Lugar de Observación:** \_\_\_\_\_ cancha número 2 \_\_\_\_\_

Movimiento	Observación 1	Observación 2	Observación 3
Cabeza levantada con mirada al frente	X	X	X
Cuerpo erguido	√	√	√
Flexión de los antebrazos con balanceo	√	√	√
Flexión de la pierna con balanceo ligero al frente	√	√	√
Toque del pie al balón			
Parte interna	√	√	√
Empeine	—	—	—
Parte externa	√	√	√
El balón debe estar cerca del pie	√	√	√
Total	6	6	6

Observaciones: en el toque al balón con el empeine hay unas rayitas (—), ya que no se ejecutó ese movimiento debido a que sólo se les pidió que condujeran el balón con las partes externa e interna.



## ANÁLISIS CUANTITATIVO

En cada imagen de las secuencias grabadas se localizaron los puntos anatómicos de las uniones articulares que interesa medir, como: hombros, codos, rodillas y tobillos (figura 3). Las coordenadas son los datos que alimentaron a un programa de computadora mediante el cual se calcularon los ángulos entre los segmentos. Para cada secuencia de movimiento se identificaron los cuadros iniciales de cada una de las cuatro fases en las que se dividió el elemento técnico.

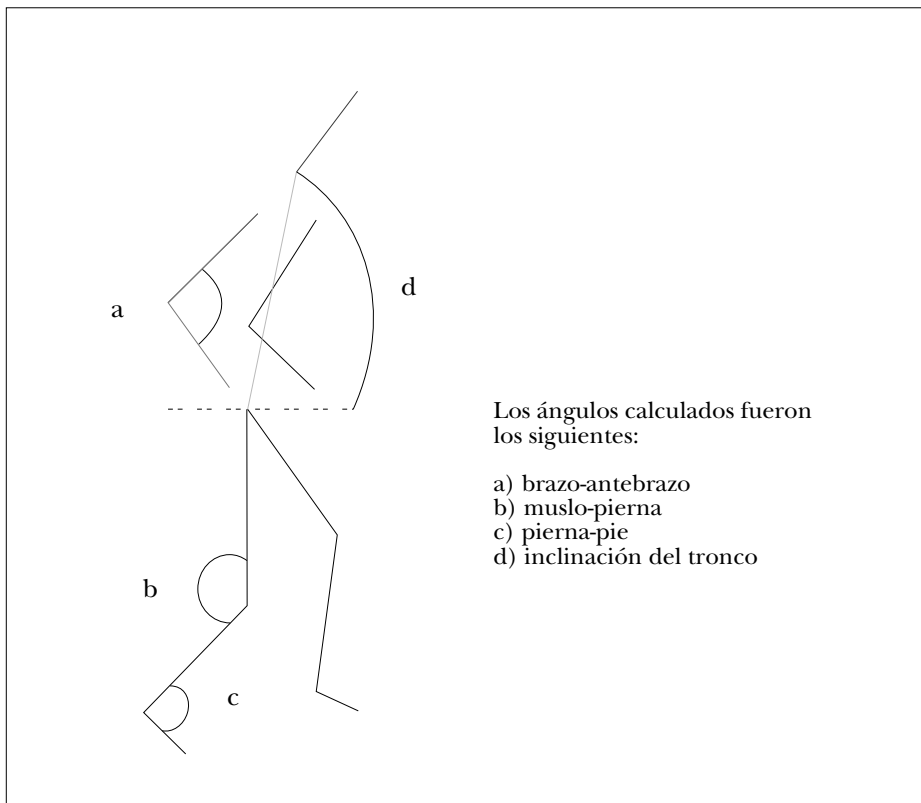


Figura 3. Ángulos calculados: a) brazo-antebrazo, b) muslo-pierna, c) pierna-pie, d) inclinación del tronco.

## RESULTADOS

La proyección sagital del movimiento capturada en video limita la posibilidad de conocer en cada cuadro la localización de los segmentos corporales izquierdos, debido a que son cubiertos por los segmentos derechos. Por esta razón los resultados que se presentan corresponden a los segmentos corporales derechos (véanse los cuadros 1, 2, 3 y 4; en ellos los encabezados de las columnas señalan lo que se expone a continuación). Nc: indica el número de cuadro de la secuencia de la conducción por cada jugador. Ángulo b/a: es la amplitud del ángulo aparente, en grados, formado por los segmentos corporales brazo y antebrazo. Ángulo m/p: es la amplitud del ángulo aparente, en grados, formado por los segmentos corporales muslo y pierna. Ángulo p/pi: es la amplitud del ángulo aparente, en grados, formado por los segmentos corporales pier-

*Cuadro 1*  
Valor de los ángulos en el inicio de la fase de apoyo

Jugador	No. de cuadro	Ángulo b/a	Ángulo m/p	Ángulo p/pi	Ángulo tronco
AP	00	116.19	153.42	98.62	64.00
AT	00	139.12	156.17	162.02	63.00
CA	00	125.69	162.56	114.34	61.00
DS	00	102.85	115.82	118.42	72.00
EC	00	108.94	137.53	99.90	71.00
EO	00	119.73	117.67	121.75	68.00
FC	00	138.99	137.75	98.96	63.00
GM	00	18.64	154.19	121.12	66.00
HV	00	121.29	144.70	107.66	57.00
PB	00	110.84	115.20	105.74	66.00
AG	00	69.46	166.75	116.55	73.00
CR	00	129.08	73.16	128.80	64.00
GA	00	156.45	151.34	106.91	62.00
IM	00	134.23	151.06	109.81	75.00
JA	00	136.81	161.31	104.45	73.00
JC	00	167.95	150.17	117.63	65.00
MC	00	140.06	156.00	117.47	64.00
MM	00	124.01	160.66	121.12	76.00
Media		120.05	140.86	113.07	66.83
Desviación estándar		33.20	24.45	9.36	5.34

*Cuadro 2*  
Valor de los ángulos en el inicio de la fase de vuelo

Jugador	No. de Cuadro	Ángulo b/a	Ángulo m/p	Ángulo p/pi	Ángulo Tronco
AP	05	110.73	107.92	48.12	51.00
AT	05	131.13	118.28	128.34	54.00
CA	05	124.08	118.00	126.90	61.00
DS	04	108.74	145.36	102.31	62.00
EC	05	107.13	128.14	120.56	73.00
EO	04	118.22	134.47	98.69	63.00
FC	04	143.16	120.36	130.46	62.00
GM	05	86.53	108.97	113.57	65.00
HV	04	105.79	114.98	101.17	50.00
PB	04	118.10	88.29	90.40	66.00
AG	06	131.11	126.98	129.09	69.00
CR	06	126.29	115.21	130.02	74.00
GA	05	114.79	116.27	130.96	66.00
IM	04	101.46	147.59	126.45	63.00
JA	04	116.61	128.86	123.96	64.00
JC	05	98.45	139.13	119.51	69.00
MC	05	109.41	127.04	114.50	63.00
MM	05	115.03	140.00	136.77	75.00
Media		114.82	123.66	115.10	63.89
Desviación estándar		13.39	14.80	21.24	7.05

na y pie. Y Ángulo tronco: es la amplitud del ángulo aparente, en grados, formado por la posición del tronco con respecto a la cadera.

Los ángulos calculados se presentan en las gráficas 1: brazo-antebrazo, 2: muslo-pierna, 3: pierna-pie y 4: inclinación del tronco. Como se observa, existe una evidente variabilidad en la ejecución de la conducción del balón. Con los datos obtenidos se sabe que cada uno de los jugadores ocupa un tiempo diferente para realizar el elemento técnico. Si tomamos en cuenta que el tiempo total ocupado por los jugadores representa el 100%, en las graficas podemos observar que el instante del inicio del vuelo se encuentra dentro de la realización del elemento técnico, entre un 27.5% y 47.5% del total del movimiento para el vuelo, y el instante del contacto del pie con el balón, entre un 72.5% y un 90% del total del movimiento para el golpeo.

*Cuadro 3*  
Valor de los ángulos en el inicio de la fase de golpeo

Jugador	No. de Cuadro	Ángulo b/a	Ángulo m/p	Ángulo p/pi	Ángulo tronco
AP	09	134.60	148.17	126.55	62.00
AT	10	132.04	149.92	130.30	59.00
CA	12	136.60	147.62	108.36	66.00
DS	09	95.93	146.47	80.18	70.00
EC	11	102.75	140.71	106.12	74.00
EO	10	114.15	140.46	84.25	79.00
FC	10	157.70	157.73	93.55	65.00
GM	11	102.58	143.98	119.60	65.00
HV	08	148.49	131.90	99.69	45.00
PB	08	130.93	130.03	122.05	70.00
AG	14	146.49	135.30	133.74	57.00
CR	16	103.28	162.71	139.15	68.00
GA	12	162.48	129.63	112.85	42.00
IM	12	93.53	119.31	117.39	71.00
JA	12	120.71	124.20	126.37	69.00
JC	14	180.01	155.79	117.96	74.00
MC	12	138.31	120.10	133.17	67.00
MM	13	121.57	161.07	125.43	82.00
Media		129.06	141.39	115.37	65.83
Desviación estándar		24.52	13.59	17.03	10.26

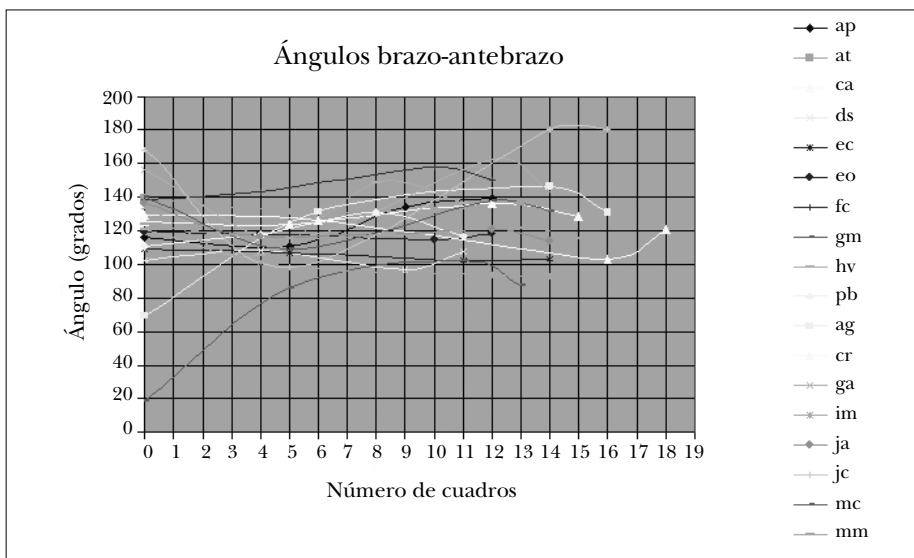
En las gráficas podemos observar cuál fue el desempeño de cada jugador a lo largo de la ejecución de la conducción del balón. En la gráfica 1, brazo-antebrazo, se ve que la mayoría de los jugadores en la fase de apoyo comienzan con un ángulo entre 100 y 140 grados; esto es, tienen una ligera flexión en la articulación del codo a excepción del jugador JC que tiene una extensión de 167 grados, pero el jugador GM flexiona el codo a 20 grados. Para la fase del inicio del vuelo se puede decir que todos muestran una flexión del codo entre 100 y 130 grados. Al iniciar la fase del golpeo del balón, se aprecia que existe una gran variedad entre uno y otro, ya que presentan las ligeras hiperextensiones del hombro con flexiones del codo. En la fase de recuperación, que es la de apoyo después del golpeo, hay casos como el del jugador JC que hiperextiende el hombro con extensión del codo, o como el jugador CR que simplemente flexiona el codo.

*Cuadro 4*  
Valor de los ángulos en el inicio de la fase de recuperación

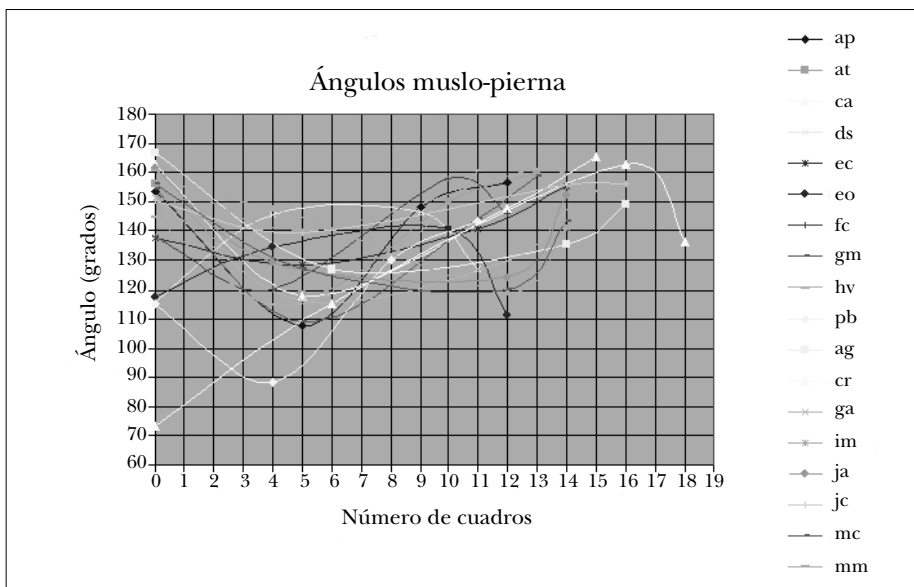
Jugador	No. de Cuadro	Ángulo b/a	Ángulo m/p	Ángulo p/pi	Ángulo tronco
AP	12	139.80	156.43	122.80	64.00
AT	13	137.23	159.48	123.34	67.00
CA	15	128.43	165.24	125.55	75.00
DS	11	107.59	126.95	106.09	73.00
EC	14	103.62	155.28	115.65	74.00
EO	12	118.24	111.25	109.64	79.00
FC	12	150.71	146.01	101.00	65.00
GM	13	88.03	158.85	123.62	65.00
HV	11	136.34	160.62	102.22	53.00
PB	11	116.92	143.07	127.90	74.00
AG	16	130.86	148.99	128.96	56.00
CR	18	120.82	136.34	127.07	69.00
GA	14	143.13	147.33	128.51	68.00
IM	14	92.77	141.15	122.80	72.00
JA	14	113.86	152.23	118.51	67.00
JC	16	179.97	156.02	119.77	76.00
MC	14	131.09	143.21	149.34	71.00
MM	15	114.90	153.44	137.33	83.00
Media		125.24	147.88	121.67	69.50
Desviación estándar		21.84	13.22	11.99	7.46

En la gráfica 2, muslo-pierna, se aprecia que en el inicio de la fase de apoyo, a excepción de CR, EO y PB que flexionan ligeramente la rodilla, los demás flexionan la rodilla entre 150 y 170 grados. En el inicio de la fase de vuelo hay movimientos variados de flexiones de cadera y de la rodilla. En la tercera fase, la de golpeo, se ven ligeras flexiones de cadera con extensiones de la rodilla o simplemente flexiones de rodilla. En el inicio de la fase de recuperación también se presentan movimientos variados en la flexión de cadera con extensión de rodilla.

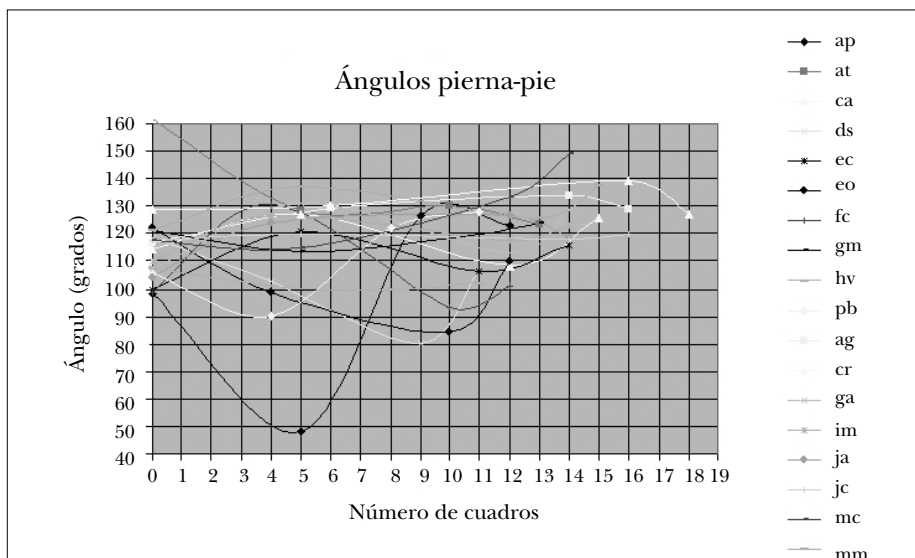
En la gráfica 3, pierna-pie, en el inicio de la fase de vuelo se ve que la mayoría los jugadores hacen un movimiento semejante al realizar flexión plantar. El jugador AP a pesar de que realiza el mismo movimiento, presenta un ángulo de 50 grados, menor al de todos los demás, esto posiblemente se deba a que la velocidad a la que ejecutó el movimiento fue más alta en comparación con la de los demás ju-



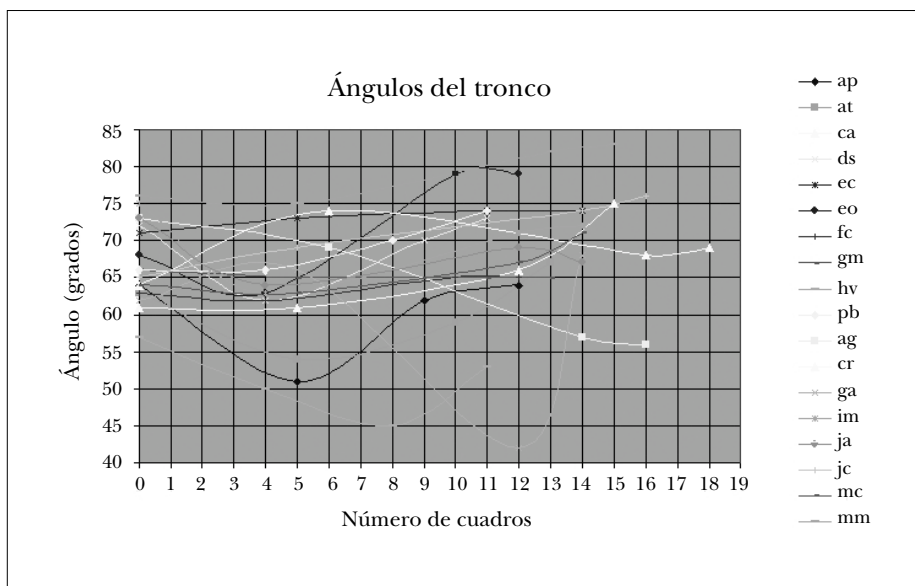
Gráfica 1. Desplazamiento angular de brazo-antebrazo derechos en la conducción del balón.



Gráfica 2. Desplazamiento angular de muslo-pierna derechos en la conducción del balón.



Gráfica 3. Desplazamiento angular de pierna-pie derechos en la conducción del balón.



Gráfica 4. Desplazamiento angular de la inclinación del tronco en la conducción del balón.

gadores. En el inicio de la fase de golpeo es interesante observar que, para ejecutar este movimiento, se hace una ligera flexión de rodilla con abducción y el talón (pie) realiza un movimiento de flexión plantar de manera ligera. La abducción que se realiza en la rodilla posiblemente se deba a la velocidad con la que se debe ejecutar con la finalidad de no perder el control sobre el balón. Se asume que existe una abducción porque en la secuencia de imágenes la longitud del segmento de la pierna se acorta.

En la gráfica 4, el ángulo del tronco, se muestra que la mayoría de los jugadores en todas las fases van lo más erguido posible, a excepción de tres casos. El jugador AP hace una flexión del tronco en la fase de inicio del vuelo, pero esta flexión desaparece conforme ejecuta el movimiento y cuando realiza el golpeo presenta una posición erguida. Los otros dos casos son opuestos y corresponden a los jugadores HV y GA, que conforme realizan el movimiento van flexionándose más, cuando golpean el balón se encuentran muy flexionados y al terminar de golpear vuelven a enderezarse. La ejecución de estos dos últimos jugadores evidencia que no tienen seguridad de golpearlo si no lo están viendo, punto importante de tomar en cuenta ya que la conducción requiere que se tenga un gran control sobre el balón, con el cuerpo erguido y la cabeza levantada viendo al frente para tener un mejor panorama de donde se encuentran tanto sus adversarios como sus compañeros.

Los resultados muestran que cada jugador no solamente ocupa un tiempo diferente para realizar el elemento técnico, sino que también los valores de los ángulos son diferentes. Estos resultados seguramente se deben a que la técnica con la que los jugadores ejecutaron el movimiento no es uniforme, es decir, cada quien lo hizo en forma diferente y, como se dijo anteriormente, probablemente en algunos casos no tuvo control suficiente sobre el balón.

## DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

Algunas desventajas del método utilizado en este trabajo se comentan a continuación. El procedimiento de localización de los puntos anatómicos en las imágenes en el monitor de la computadora resulta impreciso debido a la vestimenta. El uniforme que usan los jugado-



res es holgado y seguramente provocó errores en la localización de algunas uniones articulares. El uso de una cámara de video presenta algunas limitaciones ya que solamente se cuenta con datos de una proyección en 2D (dos dimensiones), en este caso la sagital. Se puede decir que la información que se obtiene es incompleta y se presentan algunos problemas por el ocultamiento de las partes izquierdas del cuerpo.

Sin embargo, para los análisis de movimiento del cuerpo humano en desplazamientos en línea recta y sin rotaciones del tronco, los análisis en 2D son confiables y suficientes. Los programas de computadora que se utilizaron para calcular los ángulos son completamente confiables.

Después de analizar los resultados se pueden hacer las siguientes conclusiones.

1) Cada jugador aprendió a “conducir” el balón de manera distinta. La diferencia en los tiempos en la ejecución de cada una de las fases y el valor de los ángulos entre segmentos indican que no existe homogeneidad en la conducción del balón. Esta situación hace pensar que los jugadores han aprendido este elemento técnico, y seguramente otros, con diferentes instructores o muy probablemente sin instructor, es decir, imitando el movimiento que ven ejecutar a otros jugadores.

2) Los jugadores no tienen sesiones de enseñanza de la técnica. Es posible que los entrenadores asuman que éstos ya conocen la técnica básica de juego y prefieran dar mayor importancia tanto a la táctica de juego como al acondicionamiento físico.

3) La variabilidad también afecta al movimiento. Tanto la estructura corporal como la historia motriz, la capacidad física y otras características de los individuos orientan hacia una percepción individualizada en el aprendizaje de la técnica deportiva, esto es, que cada individuo aprende a moverse en forma diferente.

## REFERENCIAS

BAUER, G.

1994 *Fútbol. Entrenamiento de la técnica, la táctica y la condición física*, Ed. Hispano Europea, Barcelona, España.

BLAGOJE, V.

1988 *El arte del fútbol*, Federación Internacional de Football, Argentina.

ESPINOSA S., M.

1997 *Apuntes del curso modular. Fundamentos de biomecánica*, CECESD, Universidad Nacional Autónoma de México.

HAY, J. G.

1985 *The biomechanics of sport techniques*, Prentice Hall, Inc., Eaglewood Cliffs, New Jersey.

GAYOSO, F.

1991 *Enseñanzas del fútbol*, Ed. Gymnos, Madrid, España.

KNUDSON, D., C. MORRISON

1997 *Qualitative análisis of human movement*, Ed. Human Kinetics.

KOCH, W.

1998 *Diccionario de Fútbol*, Ed. Paidotribo, Barcelona, España.