

Estudi biomecànic sobre la influència del tamany de la pilota en el xut en el futbol infantil*

Estudio biomecánico sobre la influencia del tamaño del balón en el chut en el fútbol infantil*

R. Morgenstern*; Y. Puentes; J.A. Azcona**; D. Ruano Gil*****

* Professor de Biomecànica a l'Escola de Medicina de l'Educació Física i l'Esport. Professor de l'INEF Barcelona.

** Metge especialista en Medicina de l'Esport.

*** Catedràtic d'Anatomia, Director de l'Escola de Medicina de l'Educació Física i l'Esport. Professor de l'INEF Barcelona.

Introducció

El futbol és, en els nostres dies, un autèntic fenomen social. Al nostre país hi ha un nombre elevat de practicants, i d'aquests un nombre important són de categories infantils.

La gran acceptació del futbol en el nostre país pot ser deguda a la facilitat de la seva pràctica, ja que precisa només una pilota i un espai més o menys delimitat. És per tot això que ja des d'edats joves és un dels esports més practicats pels nens, en escoles, barris, etc., i per als quals es creen un gran nombre de torneigs i campionats locals, regionals i nacionals.

El nen no és un home de tamany petit i, per tant, no és lògic pensar que ha d'utilitzar el mateix material i entorn esportiu que el dels adults, ja que tant un com l'altre han estat dissenyats específicament pensat en ells, en les seves característiques antropomètriques i fisiològiques (dimensions del camp, tamany de les porteries, de la pilota,...) i no en les dels nens.

Objectius

El motiu d'aquest estudi és intentar determinar les característiques bàsiques de la pilota més apro-

Introducción

El futbol es en nuestros días un auténtico fenómeno social. Existe en nuestro país un elevado número de practicantes, y de ellos un gran número importante son de categorías infantiles.

La gran aceptación del fútbol en nuestro país podría deberse a la facilidad de su práctica, ya que se precisa solamente un balón y un espacio más o menos delimitado. Es por todo ello que ya desde tempranas edades es uno de los deportes más practicados por los niños, en colegios, barrios, etc... y para los que se crean un gran número de torneos y campeonatos locales, regionales y nacionales.

El niño no es un hombre de pequeño tamaño y por lo tanto no es lógico pensar que debe utilizar el mismo material y entorno deportivo que el de los adultos, puesto que tanto uno como otro han sido diseñados específicamente pensando en ellos, en sus características antropométricas y fisiológicas (dimensiones del campo, tamaño de las porterías, del balón...) y no en las de los niños.

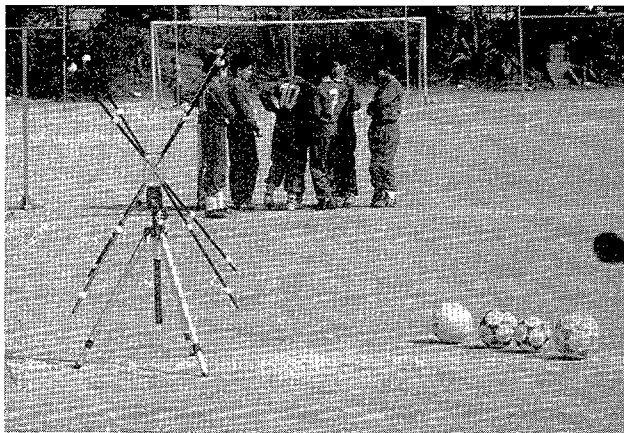
Objetivos

El motivo del presente estudio, es el de intentar

* En aquest treball han col·laborat el Dr. Piqué Vidal i el Dr. Carles Bestit, sense l'ajut dels quals no s'hauria pogut realitzar. El nostre agraïment als membres del Futbol Club Barcelona per la seva amable col·laboració.

* En este trabajo han colaborado el Dr. Piqué Vidal y el Dr. Carlos Bestit, sin cuya ayuda no se hubiera podido realizar. Nuestro agradecimiento a los miembros del Fútbol Club Barcelona por su amable colaboración.

piada per a la pràctica del futbol a nivell de categories infantils.



Material y mètodes

El material humà s'obtingué de la secció infantil del Futbol Club Barcelona seleccionant 10 esportistes alevins atenent a característiques antropomètriques similars (edat, pes, talla, diàmetre del quàdriceps i diàmetre dels bessons).

Les edats estaven compreses entre els 11 i els 12 anys, essent l'edat mitjana d'11,2 anys.

El pes oscil·lava entre els 37 Kg i els 46,507 Kg essent el pes mitjà 40,630 Kg.

La talla variava entre els 143 cm i els 146,8 cm essent la talla mitjana de 144,37 cm.

Els diàmetres quadricipitals es trobaven entre els 33 cm i 43 cm, essent la mitjana de 37,6 cm i els diàmetres dels bessons entre els 17 cm i els 31,5 cm, la mitjana dels quals va ser de 26,65 cm.

Es va calcular l'índex de Sheldon, que mostra la relació entre la talla de l'individu i el seu pes essent el seu càlcul el següent:

talla en cm/arrel cúbica del pes.

El valor d'aquest índex obtingut va ser de 39,7 a 43,2 essent la mitjana de 42,01. D'això es va deduir que 8 d'ells corresponien a característiques de mesomorfia i 2 a endomorfia.

L'estudi comparatiu es va realitzar amb 8 pilotes de tamanys i pesos diferents: futbol reglamentària (massa 446 gr diàmetre 22,1 cm), futbol sala (massa 403 gr diàmetre 21,2 cm), voleibol (massa 268 gr diàmetre 21,2 cm), handbol (massa 394 gr diàmetre 18 cm).

Es va indicar a cada subjecte que xutés diverses vegades cada una de les quatre pilotes de la mateixa manera (màxima potència i direcció cap a un punt aproximat), repetint l'assaig en el cas que no s'ajustés a les característiques sol·licitades. L'espai on es va realitzar l'acció es va delimitar previament mitjançant un marc de calibració. Aquest espai, una vegada calibrat, es va utilitzar per poder parametritzar els moviments que s'hi produïrien. L'acció

determinar las características básicas del balón más apropiado para la práctica del fútbol a nivel de categorías infantiles.

Material y métodos

El material humano se obtuvo de la sección infantil de fútbol del F.C. Barcelona seleccionando 10 deportistas alevines atendiendo a características antropométricas similares (edad, peso, talla, diámetro del cuádriceps, diámetro gemelar).

Las edades estaban comprendidas entre los 11 y los 12 años siendo la edad media de 11,2 años.

El peso oscilaba entre los 37 kg y los 46,507 kg estando el peso medio en 40,630 kg.

La talla variaba entre los 143 cm y los 146,8 cm siendo la talla media de 144,37 cm.

Los diámetros cuadrícipitales se encontraban entre los 33 cm y 43 cm siendo la media de 37,6 cm y los diámetros gemelares entre los 17 cm y los 31,5 cm cuya media fue de 26,65 cm.

Se calculó el índice de Sheldon, que muestra la relación entre la talla del individuo y su peso siendo su cálculo el siguiente:

talla en cm / raíz cúbica del peso

El valor de este índice obtenido fue de 39,7 a 43,2 siendo la media de 42,01. De esto se dedujo que 8 de ellos correspondían a características de mesomorfia y 2 a endomorfia.

FICHA ANTROPOMETRICA

Deporte : FÚTBOL ALEVÍN F.-C.-BARCELONA

Cantidad :	9	Diámetro :	37.6
		cuádriceps :	
Edad :	11.2	Diámetro :	26.6
		gemplar :	
Peso :	40.6	Índice :	42
Talla :	144.3	Sheldon :	

El estudio comparativo se realizó con 4 balones de tamaño y pesos diferentes: fútbol reglamentario (masa 446 gr, diámetro 22,4 cm), fútbol sala (masa 403 gr, diámetro 20,1 cm) balón volea (masa 268 gr, diámetro 21,2 cm), balonmano (masa 394 gr, diámetro 18 cm). Fig. 2.

Se indicó a cada sujeto que procediera a chutar varias veces cada uno de los 4 balones de la misma forma (máxima potencia y dirección hacia un punto aproximado), repitiendo el ensayo en caso de que no se ajustara a las características sol·licitadas. El espacio donde se efectuó la acción se delimitó previamente mediante un marco de calibra-

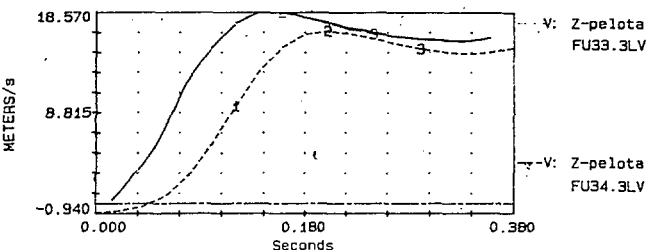
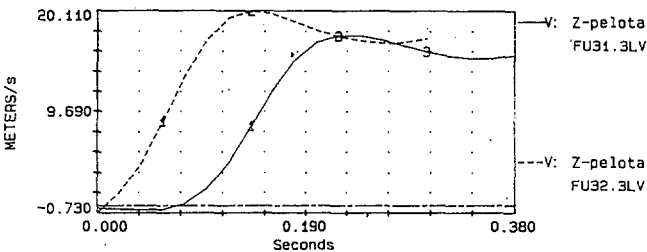
es va filmar simultàniament amb tres càmeres de vídeo d'alta resolució (Panasonic AG 450) situades de manera que cada una abastés un angle de visió diferent, formant 90° la visió lateral amb la frontal.



Al laboratori de Biomecànica del Departament d'Anatomia de l'Escola de Medicina de l'Educació Física i l'Esport de la Facultat de Medicina de Barcelona, es va idear un model biomecànic per estudiar l'acció a analitzar. Les imatges obtingudes de la filmació es van digitalitzar prenent els següents punts: el centre de la pilota, i un model de 19 punts del subjecte que executa el xut. S'analitzaren els paràmetres cinètics del xut, trajectòria, velocitat i acceleració per a cada assaig i per a cada subjecte. Així mateix, es va obtenir el centre de gravetat instantani de cada figura i la seva trajectòria. Es va calcular també la força de l'impacte i la quantitat de moviment en cada cas.

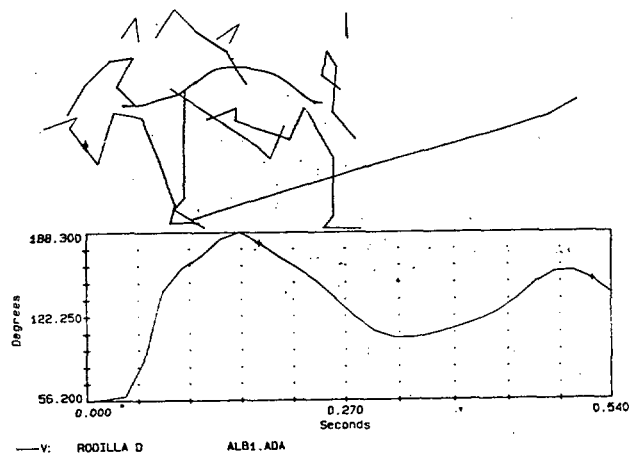
Es van establir dos controls temporals als 40 i als 80 milisegons de l'inici del desplaçament de la pilota.

Es va estudiar la trajectòria tridimensional de la



ció. Dicho espacio una vez calibrado se utilizó para poder parametrizar los movimientos que dentro de él se produjeron. La acción se filmó simultáneamente con 3 cámaras de vídeo de alta resolución (Panasonic AG 450) situadas de forma que cada una abarcara un ángulo de visión diferente, formando 90° la visión lateral de la frontal.

En el laboratorio de Biomecánica del Departamento de Anatomía y de la Escuela de Medicina de la Educación Física y del Deporte de la Facultad de Medicina de Barcelona, se ideó un modelo biomecánico para estudiar la acción a analizar. Las imágenes obtenidas de la filmación se digitalizaron tomando los siguientes puntos: el centro del balón, y un modelo de 19 puntos del sujeto que ejecuta el chut. Se analizaron los parámetros cinéticos del chut, trayectoria, velocidad y aceleración para cada ensayo y para cada sujeto. Así mismo, se obtuvo el centro de gravedad instantáneo de cada figura y la trayectoria del mismo. Se calculó también la fuerza del impacto y la cantidad de movimiento en cada caso.



Se establecieron dos controles temporales a los 40 y a los 80 milisegundos del inicio del desplazamiento del balón.

Se estudió la trayectoria tridimensional del balón, analizando los vectores de velocidad y aceleración instantánea en cada uno de los ejes X, Y, Z, del sistema de referencia.

Resultados

Las medias de los resultados fueron las siguientes

Discusión

El chut más efectivo es aquel que adquiere

pilota, analitzant els vectors de velocitat i acceleració instantània en cada un dels eixos X, Y i Z del sistema de referència.

Resultats

Les mitjanes dels resultats obtinguts van ser les següents:

	VOLEIBOL	FUTBOL SALA	FUTBOL	HANDBOL
PES (gr)	268	403	446	394
DIAMETRE (cm)	21,2	20,1	22,1	18
VELOCITAT (m/s)	22,7	20,1	20,5	18,6
ACCELERACIO (m/s ²)	266	239	236	215
FORÇA (N)	71,3	96,3	105,2	84,7
QUANT. MOVIMENT (kg.m/s)	6,08	8,1	9,14	7,32

Discussió

El xut més efectiu és aquell que adquireix major velocitat linial inicial. En aquest estudi es van orientar els eixos de coordenades tridimensionals de tal manera que l'eix Z apuntés a la direcció del xut. D'aquesta manera es va poder valorar la desviació en els eixos X i Y com una pèrdua d'eficiència en el disparo i se consideró el component del vector velocitat i el del vector acceleració, projectat en la direcció principal del xut.

La major velocitat va ser assolida per la pilota de menor massa (268 gr) que va ser la de voleibol. La major acceleració també va correspondre a la mateixa pilota, com és lògic.

La de futbol sala i la de reglament van assolir una velocitat i acceleració similar.

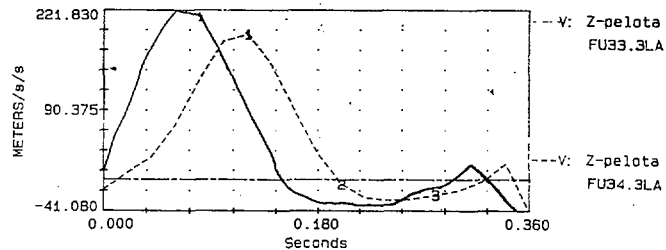
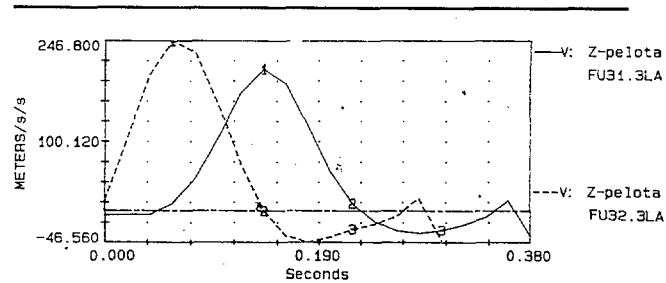
La d'handbol va ser la pitjor, probablement degut al tamany petit (menor superfície de contacte peu bota) i massa elevada.

La força exercida va ser menor amb diferència (71 New) per la pilota de menor massa (voleibol) tot i que va ser la més ràpida, podent-se deduir que els jugadors necessiten menys força per xutar aquesta pilota, conferint-li major velocitat que la de reglament i la de futbol sala.

La quantitat de moviment seria l'expressió de l'impacte exercit sobre la pilota, essent el major la del reglamentari i el menor la de voleibol, la qual cosa apunta a favor d'aquesta pilota, en evitar les sobrecàrregues articulars, reduint l'energia de l'impacte al mínim possible, en xutar la de menys massa.

Conclusions

La pilota reglamentària utilitzada pels adults NO



mayor velocidad lineal inicial. En este estudio se orientaron los ejes de coordenadas tridimensionales de forma tal que el eje Z apuntara en la dirección del disparo. De esta forma se pudo valorar el desvío en los ejes X e Y como una pérdida de eficiencia en el disparo y se consideró el componente del vector velocidad y el del vector aceleración, proyectado en la dirección principal del disparo.

La mayor velocidad fue alcanzada por el balón de menor masa (268 gr) que fue el de balón volea. La mayor aceleración también se correspondió al mismo balón, como es lógico.

El de fútbol sala y el de reglamento alcanzaron una velocidad y aceleración similar.

El de balonmano fue el peor, probablemente debido al pequeño tamaño (menor superficie de contacto pie bota) y elevada masa.

La fuerza ejercida fue menor con diferencia (71 New) para el balón de menor masa (balón volea) y que sin embargo fue el más rápido, pudiéndose deducir que los jugadores precisaron menos fuerza para chutar este balón, confiéndole mayor velocidad y por lo tanto mayor efectividad que el de reglamento y el de fútbol sala.

La cantidad de movimiento sería expresión del impacto ejercido sobre el balón, siendo el mayor el del reglamento y el menor el de balón volea. lo cual apunta a favor de este balón, al evitar las sobrecargas articulares, reduciendo la energía del impacto al mínimo posible, al chutar el de menor masa.

Conclusiones

El balón reglamentario utilizado por los adultos NO es el balón más adecuado para el fútbol infantil.

és la pilota més adequada per al futbol infantil.

El diàmetre no és un criteri decisiu a l'hora d'escollir la pilota, la de menor diàmetre no és necessàriament la més adequada per al futbol infantil.

Una pilota d'un diàmetre UNA MICA INFERIOR a la reglamentària (1 cm o 2 cm menys) i amb MENOR MASSA, uns 100 gr menys potser, és a dir una pilota d'uns 300 gr o 350 gr de pes seria molt més adequada per al futbol infantil que les pilotes habituals.

El diámetro no es un criterio decisivo al elegir el balón, el de menor diámetro no es necesariamente el más adecuado para el fútbol infantil.

Un balón de diámetro ALGO INFERIOR al reglamentario (1 cm ó 2 cm menos) y con MENOR MASA, unos 100 gr menos quizás, ó sea un balón de unos 300 gr ó 350 gr de peso sería mucho más adecuado para el fútbol infantil que los balones habituales.

Bibliografia

1. NIGG, B.M.: Biomechanics of running shoes. Human Kinetics Publishers, Inc. 1986.
2. WILLIAMS, M.; LISSNER, H.R.: Biomecanique du mouvement humaine. Decaire ed. 1986.
3. LELIEVRE, J.: Lelievre, J.F. Patologia del pie. Toray Masson. 4ª ed. 1982.
4. FERRET, J.M.; BRUGE, C.; MATHIEU, R.: Les lésions musculaires récentes. Medicina lab. 1987.
5. ASAMI, T.; TOGARI, H.: Study on kicking in soccer. Jap. J. Phys. Ed., 12-14, 267-272. 1968.
6. ELLIOT, B.C.; BLOOMFIELD, J.; DAVIS, C.M.: Development of the punt kick: A cinematographic analysis. J. of Human Mov't. Stud. 6, 142-150. 1980.