

Universidad de la República
Instituto Superior de Educación Física
Licenciatura en Educación Física
Tesina

**Análisis de la eficacia en el disparo de tiro libre directo en jugadores
profesionales del fútbol uruguayo**

AUTORES:

Nicolás Dos Santos

Santiago Hartmann

Ignacio Martínez

Federico Schenck

TUTOR:

Washington Jones

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Biomecánica

Montevideo, Diciembre de 2016.

ÍNDICE

ÍNDICE	2
INTRODUCCIÓN	4
OBJETIVOS	5
Objetivo general	5
Objetivos específicos	5
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	6
MARCO TEÓRICO Y CONCEPTUAL	8
Antecedentes	8
Definición de tiro libre	12
Técnica en el lanzamiento del tiro libre directo	12
Proyectil	14
Aspectos biomecánicos	14
Precisión en el disparo	15
Mecánica del contacto pie-balón	16
Velocidad del balón	17
RESEÑA METODOLÓGICA	19
Tipo de investigación	21
ANÁLISIS Y DISCUSIÓN GENERAL DE LOS RESULTADOS	22
Análisis de la velocidad en función de la talla en los remates de 25 m	22
Análisis de la velocidad en función de la talla en los remates de 35 m	25
Análisis de la precisión en función de la talla en los remates de 25 m	29
Análisis de la precisión en función de la talla en los remates de 35 m	31
Análisis de la precisión y la velocidad en relación a la talla en disparos de 25 y 35 m	32
CONCLUSIONES	35
PERSPECTIVAS	37

BIBLIOGRAFÍA

38

ANEXOS

42

INTRODUCCIÓN

El presente trabajo, pretende abordar la temática del tiro libre directo en fútbol. Siendo ésta, una de las situaciones más importantes de un partido, pudiendo determinar el resultado final de un encuentro.

Existen variados trabajos que orientan su análisis sobre éste objeto de estudio, abordado desde diferentes perspectivas y variables. Se estudia la técnica rotacional del golpeo, la incidencia de los índices de fuerza en el disparo, la velocidad de este, entre otros.

Este trabajo, propone indagar acerca de si existe relación entre tamaño del pie y la eficacia del remate en el tiro libre directo, en jugadores profesionales del fútbol uruguayo. Para este propósito, se filmaron y analizaron los lanzamientos de tiro libre de un total de 24 jugadores de los planteles del Club Juventud de La Piedras (primera división del fútbol uruguayo) y Club Atlético Progreso (segunda división del fútbol uruguayo), ambos integrantes de la Asociación de Fútbol Uruguayo (AUF).

Para el análisis de los disparos, se tomaron en cuenta dos variables: velocidad inicial del remate y precisión. La correlación de estas dos variables, va a determinar la eficacia del remate. Cuanto más preciso y más veloz resulta el remate, será por tanto más eficaz.

A partir de esto, y tal como se presenta, el remate y su eficacia será el tema de esta investigación, la cual será estadística y cuantitativa en general.

El trabajo se fundamenta en la hipótesis previa, de que a menor talla de pie, mayor eficacia en el remate. Y el motivo de selección de dicha temática, radica en la escasez de trabajos similares.

OBJETIVOS

Objetivo general

Conocer si existe relación entre el tamaño del pie y la eficacia en el remate de tiro libre directo en jugadores profesionales de fútbol uruguayo.

Objetivos específicos

- Indagar si existe una relación entre la talla del pie y la velocidad inicial del remate.
- Indagar si existe una relación entre la talla del pie y la precisión del remate.
- Determinar si existe una relación entre las variables velocidad y precisión, en función de la talla del pie.

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

La búsqueda constante del óptimo rendimiento deportivo, incorpora cada vez más disciplinas orientadas a su perfeccionamiento; la psicología, la fisiología y la biomecánica, son entre otras, áreas que han tenido en las últimas décadas, mayor incidencia en los avances deportivos.

El fenómeno de la globalización y cómo éste ha afectado al deporte en general, posibilita el crecimiento económico, creando un aumento en las posibilidades para su desarrollo. Las investigaciones se tornan cada vez más específicas, y los detalles son quienes pueden determinar el resultado final de la eficacia de un gesto, un partido, hasta un récord.

Las áreas de investigación varían dependiendo de las condiciones que van a ser determinantes en cada deporte. En el caso del fútbol, una de las técnicas que ha despertado mayor interés de análisis, debido a su incidencia en el juego, es la de cobro de pelotas detenidas luego que se comete una infracción. Mombaerts (2000) y Greghaigne (2001) manifestaron, respectivamente, que el 30% y 25% de los goles realizados en fútbol, provienen de estas situaciones. En un estudio de similares características, Pérez (2010), analizó la cantidad de goles efectuados de tiro libre directo en la UEFA Champions League 2005-2006, estos corresponden a un 6,1% de la totalidad de los goles realizados en dicho torneo.

La técnica de tiro libre directo, consiste en la ejecución de un disparo directo al arco, luego de haberse cometido una infracción. Las variables que van a determinar la efectividad de un tiro libre directo, comprenden un análisis por demás complejo.

El objetivo de este trabajo, será investigar si existe relación entre la talla del pie y la eficacia en el disparo, teniendo en cuenta que es uno de los aspectos que ha tenido menor abordaje científico y se considera que puede tener relevancia a la hora de la ejecución de un tiro libre. Si bien existe bibliografía vinculada a la ejecución de los disparos al arco en

general, y al cobro de los tiros libres en particular, no se han encontrado abordajes en torno a la temática de la talla del pie y como esta puede influir en el disparo, en cambio son muchas las especulaciones y teorías que se han elaborado sobre dicha temática.

La hipótesis que se abordará en este trabajo, responde a una tendencia generalizada en los actores que circulan en el fútbol. Tiene entonces, raíz en el saber popularizado, y establece que: los jugadores con talla de pie pequeña, ejecutan con mayor eficacia los remates de tiros libres directos.

MARCO TEÓRICO Y CONCEPTUAL

Antecedentes

El disparo de pelota parada, con o sin barrera ha sido a lo largo de la historia del análisis biomecánico, un detallado objeto de estudio. A continuación se mostrará una serie cronológica de estudios biomecánicos aplicados al golpeo del balón.

Asami (1983), se dedicó al estudio de la rigidez del pie durante el remate en el fútbol. Consideraba que dicho objeto de estudio, era un factor importante para conseguir un potente golpeo. El objetivo de su trabajo, fue tratar de cuantificar el fenómeno mecánico que se da en la fase del golpeo y analizar la velocidad y rigidez del pie en relación a la velocidad del balón. Para este propósito, se registró por medio de cámaras de video, el disparo de 4 jugadores; mediante la colocación de una plataforma de fuerza debajo del jugador y del balón en el momento del impacto, se calculó la velocidad máxima del disparo, siendo esta de 34,0 m/s.

Dos Anjos y Adrian (1986) centraron su estudio en las fuerzas de reacción del pie de apoyo con el suelo. Estudiaron a dos grupos que fueron clasificados según edad, peso, altura y longitud del muslo y pierna. La consigna dada a los ejecutantes, era golpear con la máxima potencia posible un balón situado sobre una plataforma de fuerza. Se calculó las velocidades del balón correspondiente a cada ejecución. y los resultados arrojaron que la velocidad media, fue superior en el grupo de jugadores entrenados (25,9 m/s), en comparación con los principiantes (23,4 m/s).

Concluyen que las velocidades superiores obtenidas por los jugadores entrenados, eran en parte, debido a los mayores índices de fuerza generados por estos. Uno de los aspectos más destacados en su estudio, fue que la fuerza generada por la pierna de apoyo de dichos jugadores, constituía un factor de gran importancia en la velocidad final del remate.

Por otro lado, Luhtanen (1988) estudia las velocidades iniciales de los disparos máximos en fútbol juvenil, y las relaciones con los movimientos de cadera, rodilla, tobillo y

la fuerza de reacción en la pierna de apoyo. Se conformaron 3 grupos de 29 sujetos, los cuales tenían diferentes edades. En el primero de ellos, se encontraban niños de entre 9 y 11 años, este grupo obtuvo una velocidad de salida del balón de 14,9 m/s. El segundo grupo, conformado por edades de 12 a 14 años, obtuvo una velocidad de salida del balón, de 18,4 m/s. El tercer y último grupo, estuvo conformado por sujeto de entre 15 y 18 años, que obtuvieron una velocidad de 22,2 m/s. Concluye que éstas velocidades iniciales, se correlacionan con los momentos en los que se produce la máxima flexión de cadera, extensión de la rodilla y estabilización del tobillo de la pierna que realiza el disparo.

Mognoni y colaboradores (1994) Mediante test de fuerza, evaluaron la relación entre los valores isocinéticos máximos y los rendimientos en situaciones reales de juego, en 24 jugadores junior de fútbol. Para este propósito, realizaron medidas en momentos de fuerza máximos isocinéticos en los músculos extensores de la rodilla, en posición sentado, y los flexores de cadera, con los participantes parados. En la evaluación de campo, los jugadores golpearon un balón parado a máxima velocidad por sobre una barrera, y en este, se midió la velocidad lineal media del balón. Concluyeron que los momentos de fuerza isocinética, no parecen ser bueno predictores de la velocidad del balón.

Levanon y Dapena (1998), realizaron una comparación de la mecánica del remate con empeine y el pase de borde interno. En este estudio se filmaron los 3 últimos pasos de la carrera de aproximación, analizando desde el momento que el pie ejecutante pierde contacto con el suelo, en el último paso, y el momento del impacto de este con el balón. Los resultados arrojaron que al momento del impacto con el balón, la extensión de la rodilla fue la que aportó la mayor velocidad en los golpes de empeine e interior del pie. Debido a que la velocidad del pie, se sigue generando a través de la extensión de la rodilla.

Williams y colaboradores (1999) analizaron mediante una filmación a 50Hz a 24 jugadores divididos en dos grupos (con y sin conocimiento de resultados). Su objetivo era apreciar y desarrollar los cambios cinemáticos en el movimiento del remate durante la adquisición de éste. Los resultados arrojaron que el grupo "con" aumentó la velocidad de balón significativamente más que el grupo "sin" y tuvo un menor rango de movimiento.

Concluyeron que es muy importante el conocimiento de resultados en la adquisición de patrones técnicos para su adecuado aprendizaje.

Perdomo (1999), analizó las características biomecánicas en remates de fútbol de salón, anterior y posteriormente a la aplicación de un programa de fuerza, en 11 integrantes del equipo de Fútbol de Salón de la Universidad de los Andes. Esta investigación arrojó que la velocidad del pie del ejecutante, tuvo una velocidad promedio de 18,28 m/seg. Perdomo concluye en su estudio, que realizar una carrera con un componente de mayor fuerza y potencia, permite transmitir mayor velocidad horizontal al balón en el momento de la ejecución.

Lees y Nolan (1999), se centraron en la búsqueda de características en el golpeo, según el énfasis estuviera dado en la velocidad o en la precisión. Para su trabajo, realizaron un estudio cinemático tridimensional del golpeo del balón con el empeine. Efectuaron filmaciones de 2 jugadores, ejecutando 10 lanzamientos cada uno, 5 de ellos en busca de precisión y 5 en busca de velocidad en el disparo. Los datos obtenidos fueron: la velocidad media del golpeo en busca de velocidad fue de 26,6 y 24,3 m/s, mientras que para los golpes en busca de precisión, la velocidad fue de 20,4 y 18,1 m/s. Descubrieron también, que las rotaciones de los hombros con relación a la cadera, así como los ángulos de la pelvis, al momento del impacto, van a variar si el disparo es ejecutado en busca de precisión o de velocidad. De esta manera concluyen que las rotaciones de tronco, son uno de los componentes más importantes en el disparo de fútbol y que estas, aumentan a medida que aumenta la demanda de rendimiento.

Patritti y colaboradores (1999), analizaron cinemáticamente los rendimientos del golpeo con pierna hábil e inhábil a máxima velocidad, con la intención de identificar factores determinantes de rendimiento del gesto. Estudiaron a 10 sujetos que realizaron 5 lanzamientos a máxima velocidad con cada pierna, con una carrera de aproximación de dos pasos. La velocidad que consiguió el balón con la pierna preferida fue de $23,05 \pm 1,23$ m/s y con la pierna no preferida de $21,10 \pm 1,30$ m/s. Los predictores de la velocidad en cada uno de los lanzamientos, fueron las velocidades de los segmentos distales. Se sugirió

además que el rango de movimiento de la pierna de contacto con el balón, constituye un aspecto importante para el rendimiento del golpeo.

Andersen y colaboradores (1999), determinaron que la velocidad del impacto, depende de la velocidad previa de la pierna de golpeo y el coeficiente de restitución. Este coeficiente expresa cuan deformable es un objeto. El mismo depende de las propiedades mecánicas de la bola, el zapato, el tobillo y el pie después del impacto. Los cambios en la masa de la pierna, implican pequeñas variaciones que no son determinantes en la velocidad del golpeo.

Scaglioni (2003), Recopiló datos de estudios anteriores, donde halló que la velocidad inicial del remate varía entre 18 y 28 m/s, y en caso de profesionales puede alcanzar los 35 m/s.

Santos García (2006), estudia las relaciones entre las velocidades de los tiros con y sin intención de precisión en jugadores profesionales de fútbol sala. También relaciona las velocidades con la altura de los saltos verticales (parámetro de medición de la fuerza). La relación demuestra que los jugadores que patean a más velocidad sin busca de precisión, lo hacen de todas formas en busca de precisión. También indican que no hay correlación entre los movimientos explosivos (saltos SJ y CMJ) y las velocidades iniciales del remate.

Definición de tiro libre

Según Inglis (1982), todo deporte existe bajo la puesta en práctica de reglas concretas. Estas abarcan desde las medidas del campo de juego, arbitraje, hasta el juego en sí. Una de las reglas básicas de este deporte, es la que corresponde al tiro libre, ya que este se da en la reanudación del juego luego de haberse cometido una infracción, que el juez sancione.

Técnica en el lanzamiento del tiro libre directo

Durrey (1980), establecía que un futbolista se encuentra técnicamente preparado cuando puede tener un dominio de balón en el menor tiempo posible y utilizarlo con la mayor precisión. De esta forma podrá llevar todo su potencial a ese gesto específico. Analizar las situaciones a balón parado, ya sean lanzamiento de penales, tiros de esquina o tiros libres directos, ha despertado a través de los años, el interés vinculado a la investigación científica, mediante las cuales se busca determinar la eficacia de estos, ya que muchas veces, son estas situaciones concretas las que definen el resultado final en un encuentro. López y cols. (1997), han manifestado que durante las temporadas 91/92, 92/93 y 93/94 en primera división española, el porcentaje de goles desde tiro libre directo se ha ido incrementando desde un 12.5% a un 18.3% en el transcurso de dichas temporadas. Esto puede ser producto de la especialización técnica, del entrenamiento sistemático de dicho gesto. Por tanto, parece interesante analizar cuáles son los factores que van a incidir sobre este gesto, el cual podría determinar el resultado final de un partido.

García (2004), enumera una serie de movimientos que formarían la mecánica de golpeo del balón en una situación como puede ser un tiro libre. Entre ellos están: la colocación del pie de apoyo a la misma altura en la que se encuentra el balón; impulso de la pierna de golpeo desde una posición retrasada respecto al tronco; posición del tronco y superficie de golpeo con el balón; el momento del impacto y el frenado.

Izquierdo (2008), divide el movimiento en dos fases, la primera se produce con la aceleración del muslo (segmento proximal) y el retroceso de la pierna debido a la flexión de rodilla (segmento distal) y la segunda fase, la cual describe como decisiva, es la de aceleración de la pierna y desaceleración del muslo. Afirmo que se trata de un movimiento rotacional, que tiene como objetivo fundamental generar velocidad hacia el pie desde los segmentos más proximales a la articulación de la cadera.

García (2004) realizó un estudio biomecánico de la secuencia del golpeo, en el cual concluye que:

“un patrón general de movimiento consistente en un desplazamiento del sistema más una secuencia de rotaciones segmentarias denominadas cadenas cinéticas y que implican en el golpeo la aceleración y posterior frenado de estos segmentos para favorecer la aceleración del segmento distal, provocando velocidades del pie justo antes del contacto con el balón de aproximadamente 18-24 m/s.” (García, 2004,p1)

A su vez, considera que las articulaciones del tobillo y el pie contribuyen de forma escasa a la velocidad del golpeo, intervienen en el control y la dirección inicial que va a tomar el balón.

Proyectil

Es un objeto sobre el cual la única fuerza que actúa es la gravedad. Existe una gran variedad de ejemplos de proyectiles: un objeto lanzado hacia abajo desde un precipicio es un proyectil; un objeto que se lanza verticalmente hacia arriba es también un proyectil; y un objeto lanzado hacia arriba con un ángulo determinado, también es un proyectil (González y Díaz, 2007).

Los ejemplos anteriormente mencionados, se dan con la condición de que la resistencia del aire se desprecia. Un proyectil es, por tanto, cualquier objeto que, una vez que está en movimiento, es influenciado únicamente por la fuerza de la gravedad. Esto quiere decir, que si hubiera alguna otra fuerza que actuara sobre un objeto, este no sería un proyectil.

De acuerdo a las condiciones anteriormente mencionadas, el análisis del golpeo del balón, será por tanto, el análisis de un desplazamiento de proyectil. (González y Díaz, 2007)

Aspectos biomecánicos

Los aspectos básicos biomecánicos que generan mayor estabilidad, velocidad y fuerza son referentes a la pierna de apoyo y la coordinación de las cadenas cinéticas de movimiento (García, 2004). A su vez, se establece que “ hay dos factores que parecen condicionar principalmente el remate de balón parado; la velocidad del balón y la precisión en el golpeo.”(García,2004).

Precisión en el disparo

El análisis de la precisión en el disparo, ha recibido menos atención en comparación con el análisis biomecánico en relación a la velocidad del remate (Kellis, 2007).

Según Godik y colaboradores (1993), la precisión de la patada, depende de la velocidad con la que el jugador se aproxima al balón. Se ha comprobado que cuando se les indica a los jugadores que realicen un disparo con el empeine, a la velocidad de aproximación que consideren adecuada, los disparos más rápidos resultan ser los más precisos. Por el contrario, si se le indica a un jugador ejecutar el disparo con la mayor velocidad posible, mayor será la velocidad de aproximación y menor la precisión en el disparo. Esto parece indicar que hay una velocidad de aproximación óptima para lograr un disparo preciso (Godik et al., 1993).

En relación a lo anteriormente mencionado, García (2004) establece que la velocidad óptima de ejecución de un tiro libre buscando la mayor precisión posible, debería ser al 80% de la velocidad máxima del jugador. Las variables que intervienen en este factor son:

1. “El área de contacto del pie con el balón. Cuanto mayor es el área de contacto mayor resulta la precisión en el tiro.
2. La coordinación óculo-pédica, la coordinación entre cintura escapular y pélvica y la solidaridad pelvis-tronco,
3. El equilibrio dinámico, la percepción del objetivo, del móvil y el cálculo de la distancia.
4. La rotación del balón (efecto) relacionado con el concepto de espacio.
5. La posición de la rodilla de la pierna de golpeo con respecto al balón, que posiblemente estará condicionada por donde se coloca el pie de apoyo con respecto al balón y la posición del cuerpo y de ellos dependen la trayectoria y la orientación del balón.” (García, 2004,p 1)

Otra observación interesante, es la que sugiere que existe una relación entre el punto de contacto del balón y el pie. Se estableció que las imprecisión a la hora del

disparo puede derivar del error en la aplicación de fuerza (Asai et al., 2002, Carre et al., 2002). Si el balón es golpeado en el centro, este último seguirá una trayectoria casi recta, obteniendo la máxima velocidad posible (Asai et al., 2002, Carre et al., 2002). Por el contrario, si la fuerza aplicada al balón se dirige en un ángulo con respecto a la dirección deseada, el balón demostrará una velocidad más baja, un giro más alto y una trayectoria más larga y más curvada con un posible cambio en la dirección final de la misma (Asai et al., 2002, Carre et al., 2002).

Mecánica del contacto pie-balón

La velocidad del balón, depende de la velocidad del pie (segmento distal) al momento del impacto, así como de la calidad del impacto de la pelota - pie (Asai et al., 2002; Bull - Andersen et al., 1999; Lees y Nolan, 1998; Dapena, 1998). Los coeficientes de correlación entre la velocidad de la pelota y el pie reportados en la literatura, son altos ($r > 0.74$) (Asami y Nolte, 1983; Levanon y Dapena, 1998). Se ha sugerido que cuanto mayor resulte la velocidad del pie antes del impacto con el balón, más corto será el contacto con el mismo, esto se traduce en una mayor velocidad final del balón. Por esta razón, la relación entre la velocidad de la bola y el pie, ha sido considerada como un índice de un golpe exitoso (Asami y Nolte, 1983, Kellis et al., 2004, Lees y Nolan, 1998). Al momento del impacto del pie con el balón, la energía del pie no se transfiere en su totalidad. Esto se debe a que en el momento del impacto, el balón se deforma durante 0,01 y esta energía se pierde en forma de calor. Cuanto mayor sea la deformación provocada en la pelota, menor energía será transferida desde la pierna a la pelota, por lo tanto esta tendrá menor velocidad. Es posible cuantificar la deformación de un objeto a través del coeficiente de restitución (e). Este coeficiente expresa cuan deformable es un objeto, comprendiendo valores en un rango de 0 a 1, donde 0 es la deformación total (la pelota no rebota en el impacto), y 1 es la no deformación (es decir que la pelota rebota idealmente)(Bull-Andersen et al., 1999). El coeficiente depende de las propiedades mecánicas de la bola, el zapato, el tobillo y el pie

después del impacto (Asami y Nolte, 1983; Bull-Andersen et al., 1999).

Velocidad del balón

Parecen ser variados los factores que intervienen en la producción de velocidad al momento de patear el balón; según García (2004):

1. “La consecución de la máxima velocidad en el segmento distal mediante el empleo de la cadena cinética implicada en el golpeo de balón en el fútbol, es decir, cuanta mayor sea la sincronización espacio-temporal de la intervención de los diferentes grupos musculares que son activados y reclutados en el golpeo, y mayor sea la velocidad angular del muslo, de la pierna y se consiga imprimir en el pie o superficie de golpeo en el momento del impacto, mayor velocidad alcanzará el balón.
2. La relación directa con los niveles de fuerza medidos en los flexores de la cadera y extensores de la pierna, lo que nos indica que a mayores niveles de fuerza en los grupos musculares de la pierna y el muslo, mayor velocidad alcanzará el golpeo.
3. La utilización de la energía elástica de los músculos flexores de la cadera y extensores de la rodilla de la pierna que golpea.
4. Un aumento en la tensión muscular en los músculos que rodean el tobillo y el empeine en el momento del golpeo podría conseguir una mayor velocidad del balón.
5. La velocidad previa del balón en el momento del golpeo. Si esta resulta de dirección contraria a la del golpeo, ambas velocidades tienden a sumarse.
6. Para conseguir la máxima velocidad del balón, el golpeo deberá ser precedido de una carrera que provoque grandes velocidades lineales y angulares en la pierna que va a realizar el golpeo.”

Para determinar la velocidad que toma el balón al ser impactado por un jugador, se considera, la siguiente ecuación (Daish, 1972):

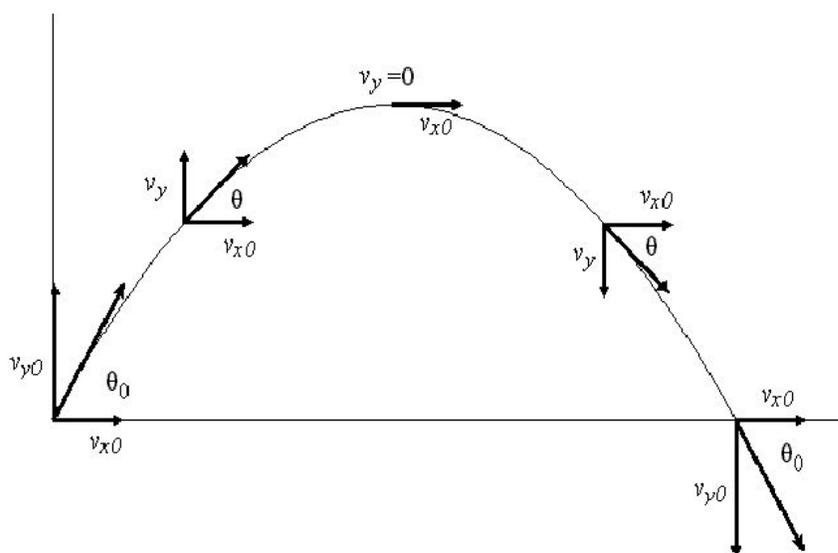
$$\text{Velocidad pelota} = (\text{Velocidad pie} \times M \times (1+e)) / (m+M)$$

Donde M = masa efectiva de impacto de la pierna, m = masa del balón y e = coeficiente de restitución. El término (1+ e) está relacionado con la firmeza del pie en el impacto.

Como las expresiones de la Velocidad pie y sobre todo (1+e) serían difíciles de determinar mediante métodos sencillos, simplificamos este problema midiendo la velocidad inicial con la que parte el balón en el instante inmediato al golpe, algo mucho más práctico y posible gracias a los parámetros arrojados por el programa KINOVEA.

Sabemos que al partir, el balón tomará la velocidad que le imprime el rematador, y su trayectoria a meta describe un movimiento de proyectil.

La velocidad que toma el balón, está dada por dos componentes: una velocidad horizontal que determina el avance del balón y una velocidad vertical que determina la altura que el mismo alcanza.



Como vemos, la componente vertical de la velocidad disminuye hasta alcanzar la altura máxima y luego comienza nuevamente a aumentar en sentido opuesto impulsando la caída del balón. Sin embargo, la componente horizontal de la velocidad es constante en todo el trayecto, y es a partir de esta que podremos determinar la velocidad inicial real del balón. Debido a que la velocidad horizontal es constante, es decir, describe un movimiento rectilíneo uniforme, podemos calcularla como: $V_x = \frac{\Delta x}{\Delta t}$ donde Δx representa el desplazamiento de la pelota en el plano horizontal medido en metros, y Δt el tiempo en segundos transcurrido en dicho desplazamiento (Hibbeler, 2004).

Una vez hallado el valor de V_x podemos obtener la velocidad de remate sabiendo que:

$$V_0 = \frac{V_x}{\cos\theta}$$

siendo θ el ángulo que se forma entre el piso y la pelota en el disparo (Hibbeler,

2004).

RESEÑA METODOLÓGICA

La presente investigación, se encuentra dentro de los lineamientos de la metodología cuantitativa, ya que se pretende brindar un enfoque estadístico y cuantificado acerca de la eficacia de los disparos a balón parado, en jugadores profesionales de fútbol, teniendo en cuenta las variables de velocidad y precisión de los disparos, en función de la talla del pie.

El universo de la investigación, son jugadores de fútbol profesional, integrantes de los planteles del Club Juventud de Las Piedras (perteneciente a la primera división del fútbol uruguayo) y del Club Atlético Progreso (perteneciente a la segunda división del fútbol uruguayo), integrantes de la Asociación de fútbol Uruguayo (AUF).

Se procedió a tomar la longitud total del pie (con calzado) de cada uno de los jugadores, el pie medido era el preferido o pie “hábil” a la hora de ejecutar un disparo. Posteriormente estos realizaron 6 disparos al arco, con el objetivo de ingresar el balón en una zona delimitada, la cual se encontraba en cada vértice superior del arco (ángulo superior izquierdo y ángulo superior derecho), cada objetivo cubría un espacio de 3 m.

Previo a la ejecución de los remates, se le indico a cada uno de los jugadores que la consigna del test era “golpear el balón, buscando la máxima precisión y velocidad”.

En una primera instancia se realizaron 3 disparos desde una marca ubicada a 25 m del arco, y una segunda instancia, desde una marca ubicada a 35 m del arco, en la zona aledaña a la medialuna del área. Los motivos de la selección, tanto de la distancia, como el área de ejecución, responden a que estas son las zonas de mayor frecuencia y eficacia en los remates de tiro libre directo (López, 2007).

Se utilizó una cámara NIKON D3 (50 hz) para grabar cada uno de los remates, las grabaciones fueron analizadas posteriormente en el programa Kinovea versión 8.0., con el

cual se obtuvieron los datos necesarios para calcular la velocidad inicial del remate. Como se mencionó en el capítulo anterior, tanto Δx como Δt y θ son valores que se obtienen fácilmente mediante el programa Kinovea, donde se hacen capturas de imágenes que difieren tan solo 0.02 segundos en el tiempo. A partir de ese intervalo temporal, se mide el desplazamiento en metros que tuvo el balón desde una captura a otra y también el ángulo respecto al piso. Con esto, ya es posible determinar sencillamente la velocidad de disparo a partir de las ecuaciones previamente expuestas.

Es importante destacar, que si bien el balón fue colocado siempre en la misma posición por todos los rematadores, y la cámara se orientó de manera paralela a la trayectoria del disparo, es posible que algunas medidas, en especial desplazamiento y ángulo, estén afectadas de error ya que se está midiendo en una imagen bidimensional (Pantalla de captura) un movimiento dado en un espacio tridimensional.

Se podrá verificar la incidencia de los errores instrumentales u operacionales en base al rango en que se encuentran los valores obtenidos en comparación con valores estadísticos. Un jugador profesional ejecuta un tiro con una velocidad entre 17 y 28 m/s e incluso puede llegar a 35 m/s (Scaglioni 2003)

En cuanto a la precisión, un observador se colocó detrás del arco y registró cada uno de los aciertos. Se relevaron los datos de las ejecuciones, en donde se incluyeron las velocidades de los remates realizados y la efectividad de cada uno de ellos.

Para analizar las diferencias significativas entre medias cuantificadas, se utilizaron diferentes test de correlación (Correlación lineal r , Spearman's D , Spearman's r_s , Kendall's tau, Correlación lineal parcial). Se tomó como referencia la probabilidad el valor $\alpha=0,05$ para determinar el grado de significación comparativa. Los datos menores a esa cifra se consideraron como significativamente diferentes. Para la realización del trabajo y el análisis de los datos estadísticos se utilizó el programa estadístico PAST 2.16 de acceso libre. A su vez, los datos se procesaron en gráficas de dispersión, a través de las cuales se trazaron líneas de tendencia que arrojaban valores de R , éste debe ser igual o superior a 0.5 para que se tome como una relación confiable.

Tipo de investigación

Es un estudio empírico y exploratorio, que según Sabino (1992), son las investigaciones que pretenden dar una visión general y sólo aproximada de los objetos de estudio. Se realiza especialmente cuando el tema elegido ha sido poco explorado, no hay suficientes estudios previos y es difícil formular hipótesis precisas.

El motivo de la selección de esta investigación, se basa en la ausencia de estudios que aborden esta temática específicamente.

ANÁLISIS Y DISCUSIÓN GENERAL DE LOS RESULTADOS

Análisis de la velocidad en función de la talla en los remates de 25 m

Con relación a la totalidad (72) de los remates realizados (acertados y errados), los parámetros de velocidad estuvieron comprendidos entre un mínimo de 10,35 m/s y un máximo de 23,7 m/s. La tabla 1 muestra cada ejecutante discriminando su talla de pie y las velocidades en cada uno de los 3 disparos.

Tabla 1: Análisis de la velocidad en los disparos de 25 m

	Talla del pie (cm)	Remate 1 (m/s)	Remate 2 (m/s)	Remate 3 (m/s)
Jugador 1	25	20,49	19,76	21,32
Jugador 2	26	10,35	13,85	20,09
Jugador 3	26	10,35	19,24	20,61
Jugador 4	26,5	18,63	18,11	13,3
Jugador 5	26,6	22,25	21,84	17,16
Jugador 6	27	19,15	19,45	19,24
Jugador 7	27,5	20,09	18,74	18,20
Jugador 8	27,5	11,04	19,93	12,82
Jugador 9	27,5	17,16	15,6	23,4
Jugador 10	27,5	20,35	17,55	18,4
Jugador 11	27,5	17,59	19,24	13,45
Jugador 12	28	17,26	17,26	16,8
Jugador 13	28	19,06	18,03	19,5
Jugador 14	28	22,33	15,6	20,39
Jugador 15	28	23,6	21,26	22,27
Jugador 16	28	19,83	23,29	16,06
Jugador 17	28,5	17,89	17,16	19,49
Jugador 18	29	23,03	23,7	11,24
Jugador 19	29	12,73	17	19,01
Jugador 20	29,5	20,39	23,43	21,90
Jugador 21	30,5	16,04	21,97	19,40
Jugador 22	32	20,09	17,82	14,80
Jugador 23	32,5	19,45	16,39	11,63
Jugador 24	32,5	17,25	24,81	12,42

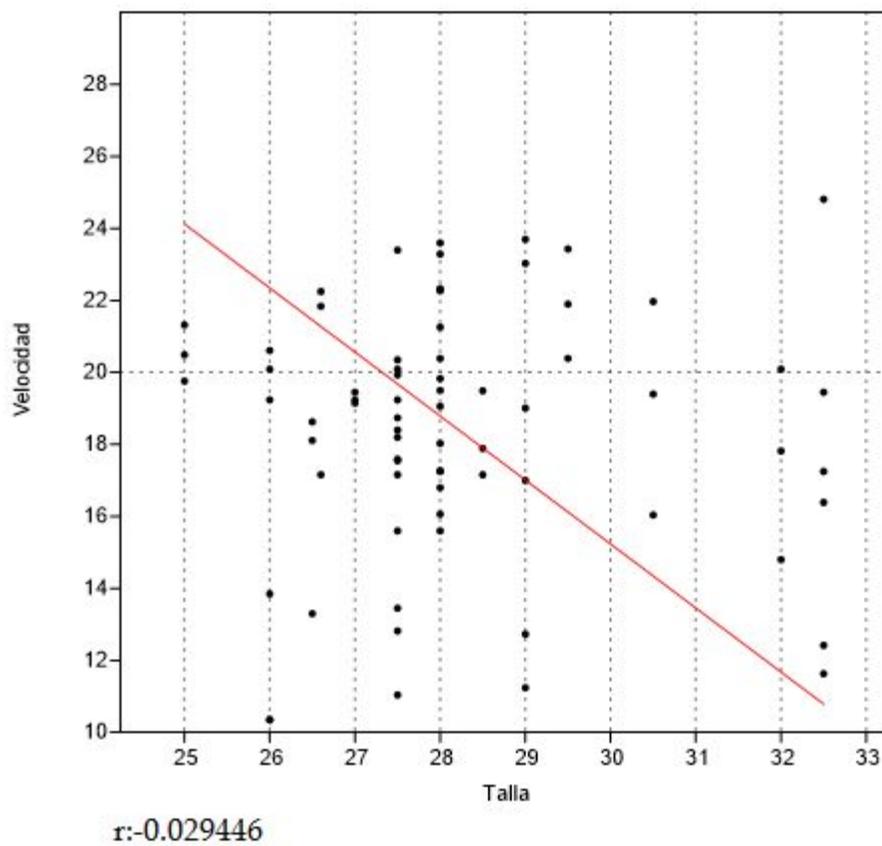
Como muestra la tabla 14 de correlación en disparos de 25 m (ver anexos), en relación al total de los disparos efectuados desde esta distancia, los test de correlación (correlación lineal r , Spearman's D , Spearman's r_s , Kendall's τ , correlación lineal parcial), arrojan que no existe una relación fiable (probabilidad de no correlación menor al valor 0,05).

Las tablas 11, 12, 13 (ver anexos) nos muestran que tampoco existe una correlación significativa al estudiar por separado las tandas de remates (remate 1, remate 2, remate 3). A su vez se estudió la correlación de las variables talla y velocidad máxima, donde tampoco se encontraron correlaciones significativas.

La gráfica de talla en función a la velocidad (Gráfica 1) da una línea de tendencia con $r=-0.029446$, lo que significa que no es de significancia estadística.

Gráfica 1.

Gráfica de talla-velocidad en remates de 25 m.



Para el análisis de la variable velocidad, también se consideró, de los remates de cada jugador, los que tenían valores más altos de velocidad inicial.

Éstos valores pueden contrastarse con estudios anteriormente realizados, que muestran que un jugador profesional ejecuta un tiro libre con una velocidad entre 17 y 28 m/s, e incluso puede llegar a 35 m/s (Scaglioni 2003).

Cabe resaltar, que en los test de correlación y los valores de R para los datos procesados, no se obtuvieron valores que signifiquen que existe correlación entre las variables. El tamaño de la muestra puede ser uno de los factores por los cuales no se pueden generalizar conclusiones.

Por otra parte, el estudio de la velocidad requiere un análisis multifactorial, en el cual entran en juego diferentes condicionantes biomecánicas.

Diversos autores convienen en que la velocidad del balón, estará determinada en gran medida, por la velocidad del pie (segmento distal) al momento del impacto (Kellis, 2007). Luhtanen (1988) investigó las velocidades iniciales de los disparos máximos en fútbol juvenil, y como esta se ve determinada con los movimientos de cadera, rodilla, tobillo y la fuerza de reacción en la pierna de apoyo.

En cuanto a las velocidad de carrera, previo al impacto con el balón, Perdomo (1999) establece que, realizar una carrera de aproximación con más fuerza y potencia, permite conseguir un disparo con mayor velocidad horizontal.

García (2004) realizó un estudio acerca de los diferentes factores que influyen en la velocidad del remate. En este, establece que cuanto mayor sea la sincronización espacio-temporal de los segmentos corporales, que intervienen en el remate, así como la velocidad de balanceo del ángulo del muslo, mayor velocidad alcanzará el balón. A su vez, confirmó en dicho estudio, que a mayores niveles de fuerza de los músculos involucrados en el golpeo (músculos de la pierna y del muslo), y mayor sea la utilización de la energía elástica de lo mismos, mayor velocidad alcanzará el golpeo y en consecuencia el balón. Por otro lado, sugiere que la tensión de los músculos del tobillo y el empeine, tendrán incidencia en la velocidad del balón, provocando un aumento de la misma. Concluyendo en su estudio, y coincidiendo con lo que establece Perdomo (1999), que aquel golpeo que sea

precedido de una carrera con velocidades lineales y angulares elevadas, obtendrá una máxima velocidad en el balón.

Análisis de la velocidad en función de la talla en los remates de 35 m

En el cuadro número 2 se aprecia la segunda tanda de disparos (72) efectuados por los 24 jugadores, desde la distancia de 35 m del arco. En esta segunda instancia, cada jugador ejecutó también tres remates. Con relación a la totalidad de los remates realizados (acertados y errados), los parámetros de velocidad estuvieron comprendidos entre un mínimo de 10,22 m/s y un máximo de 26,00 m/s.

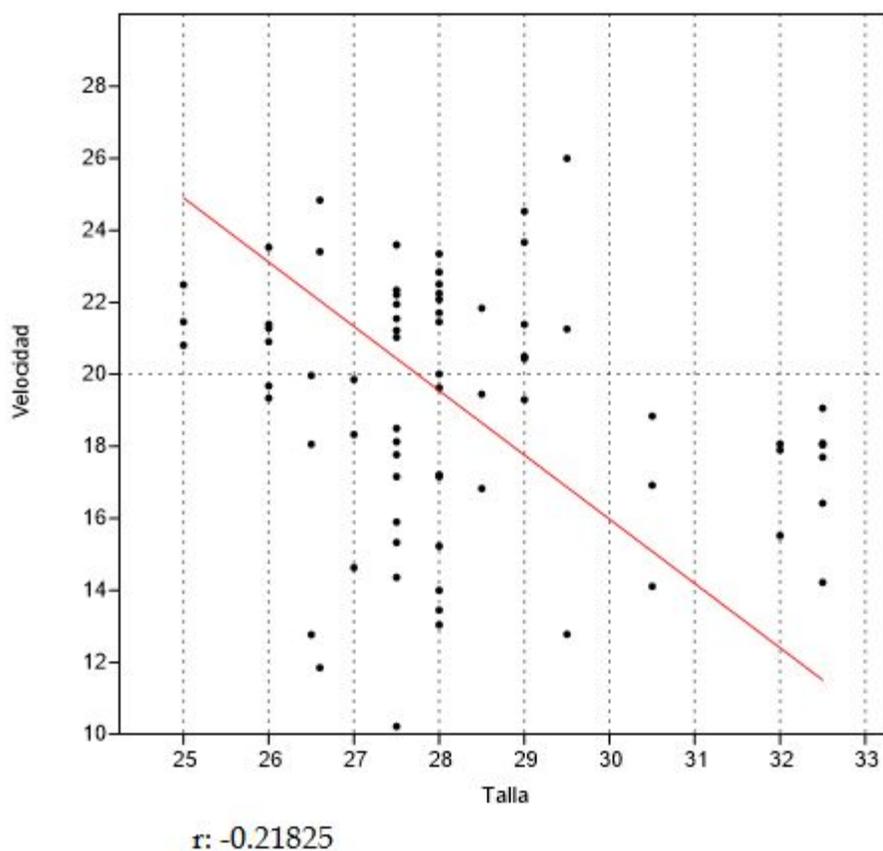
Tabla 2. Análisis de la velocidad en los disparos de 35 m

	Talla del pie (cm)	Remates (m/s)	Remate 2 (m/s)	Remate 3 (m/s)
Jugador 1	25	21,46	22,49	20,81
Jugador 2	26	21,28	19,68	19,34
Jugador 3	26	21,39	20,91	23,53
Jugador 4	26,5	18,06	12,77	19,97
Jugador 5	26,6	24,84	23,41	11,85
Jugador 6	27	14,63	18,33	19,86
Jugador 7	27,5	21,55	14,36	18,5
Jugador 8	27,5	21,03	22,21	21,22
Jugador 9	27,5	23,6	18,13	21,95
Jugador 10	27,5	17,16	22,34	15,9
Jugador 11	27,5	17,77	10,22	15,33
Jugador 12	28	20,01	13,45	22,51
Jugador 13	28	22,84	14	22,08
Jugador 14	28	17,16	21,46	15,23
Jugador 15	28	17,21	13,04	19,63
Jugador 16	28	21,71	22,25	23,35
Jugador 17	28,5	16,83	19,45	21,84
Jugador 18	29	24,53	23,67	20,44
Jugador 19	29	21,39	20,5	19,3
Jugador 20	29,5	12,78	21,26	26
Jugador 21	30,5	16,92	18,84	14,11
Jugador 22	32	15,52	17,90	18,07
Jugador 23	32,5	14,22	18,04	19,06
Jugador 24	32,5	16,42	18,09	17,70

Como muestra la tabla 15 (ver anexos) en relación al total de los disparos efectuados desde la distancia de 35 m, los test de correlación (correlación lineal r , Spearman's D , Spearman's r_s , Kendall's tau, correlación lineal parcial), arrojan que no existe una relación fiable (probabilidad de no correlación menor al valor 0.05), solamente en la primer serie de disparos efectuados (tabla 16, anexos) encontramos un resultado de correlación significativo: Correlación lineal r $n^\circ=-0,51007$ Probabilidad de no correlación= **0,010883**; Spearman's D $n^\circ=3336,5$ Probabilidad de no correlación= **0,025743**; Spearman's r_s $n^\circ=-0,465$ Probabilidad de no correlación= **0,022047**; Kendall's tau $n^\circ=-0,35322$ Probabilidad de no correlación= **0,015599**; Correlación lineal parcial $n^\circ=-0,52527$ Probabilidad de no correlación= **0,010058**.

Grafica 2.

Gráfica de talla-velocidad en remates de 35 m.



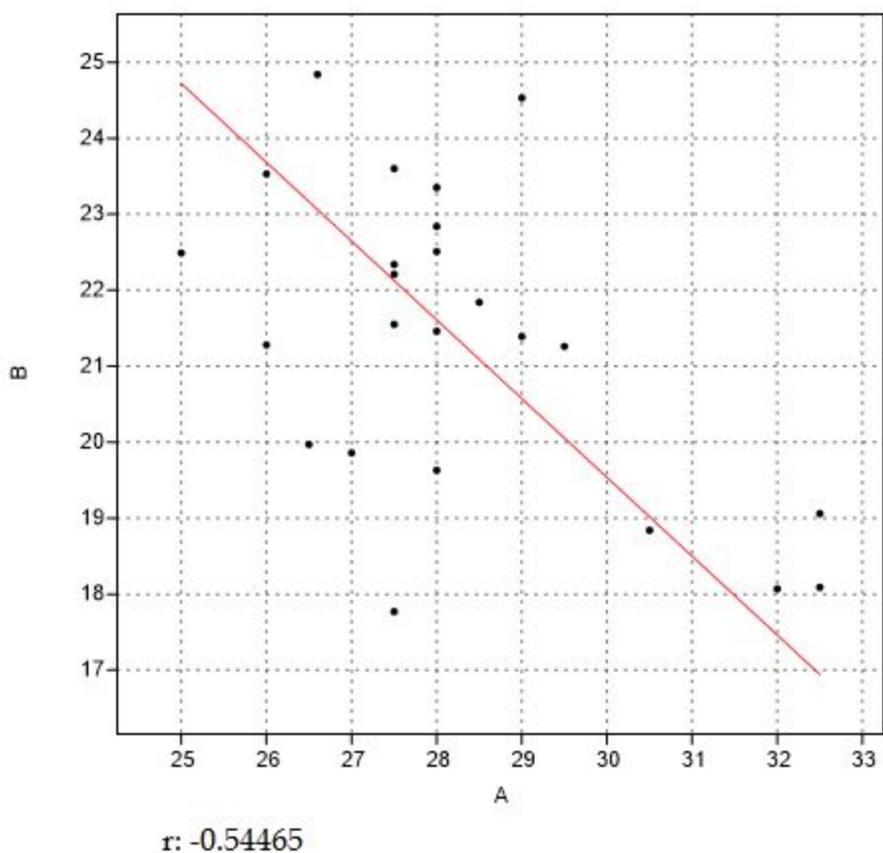
A su vez en la gráfica que describe la relación talla-velocidad de todos los remates efectuados desde 35 m. el valor de r es menor a 0.5.

Sin embargo al analizar las velocidades máximas de cada jugador (velocidades en rojo en la Tabla 2) respecto a la talla, encontramos valores significativos de correlación: correlación lineal $r = -0,54464$ Probabilidad de no correlación= **0,0059265**; Kendall's tau $\tau = -0,29896$ Probabilidad de no correlación= **0,040689**; Correlación lineal parcial $r = -0,54464$ Probabilidad de no correlación= **0,0059265**.

La gráfica de talla-velocidad máxima (Gráfica 3) nos da un valor de r muy por debajo del 0.5.

Gráfica 3.

Gráfica de talla-velocidad máxima en disparos de 35m.



A pesar de tener un índice de correlación mayor al 95%, los datos no pueden generalizarse por encontrarse aislados, no se encuentra relación en los remates generales, ni en las otras dos tandas analizadas por separado (remate 2 y remate 3).

Teniendo en cuenta lo expresado en el párrafo anterior, puede realizarse una lectura de los datos de la tabla específica, donde por ejemplo, la Gráfica 3 las velocidades (B) disminuyen a medida que aumentan los valores de tallas del pie (A). La línea de tendencia es descendente, no obstante se percibe una gran dispersión en los valores respecto a la línea de tendencia. Lo antedicho, en relación a la lectura de los datos obtenidos, puede justificarse a partir de estudios realizados, en relación a los momentos de fuerza de un péndulo, sus ángulos y su masa, que interviene a la hora de ejercer inercia sobre un objeto; en éste caso, la pierna sobre el balón (Blazevich 2007).

Blazevich (2007), establece que: al momento de actuar la magnitud de la fuerza (momento de fuerza), puede aumentar la rotación de la pierna que golpea el balón. Esto, sumado a que ese momento de fuerza, se da con una óptima aceleración angular, puede incrementar la velocidad del útil, en el caso contrario, su velocidad puede ser más baja (Blazevich 2007).

Siguiendo esta línea, Blazevich (2007) establece que mientras menor masa y mayor velocidad de acción (momento de fuerza) tengan los músculos de la sección distal de la cadera (en éste caso, centro de masa donde se produce la inercia y los ángulos de rotación), la velocidad del balón se verá incrementada. Esto puede relacionarse directamente con el tamaño del pie en cuanto a su masa; un pie de menor tamaño debería implicar una masa menor, en consecuencia una velocidad mayor.

Análisis de la precisión en función de la talla en los remates de 25 m

Según muestra la tabla 5, de los 72 disparos efectuados desde la distancia de 25 m, se registraron 18 aciertos correspondientes a un 25% de la totalidad de los remates.

Tabla 3.

	Talla del pie (cm)	Remate 1 (m/s)	Remate 2 (m/s)	Remate 3 (m/s)
Jugador 1	25		19,76	
Jugador 2	26			20,09
Jugador 3	26			20,61
Jugador 4	26,5			
Jugador 5	26,5		21,84	
Jugador 6	27			19,24
Jugador 7	27,5			18,20
Jugador 8	27,5			
Jugador 9	27,5			
Jugador 10	27,5		17,55	18,4
Jugador 11	27,5		19,24	
Jugador 12	28			12,42
Jugador 13	28			
Jugador 14	28	22,33	15,6	
Jugador 15	28			
Jugador 16	28			
Jugador 17	28,5		17,16	19,49
Jugador 18	29			
Jugador 19	29			
Jugador 20	29,5		23,43	21,90
Jugador 21	30,5	16,04		
Jugador 22	32		17,82	
Jugador 23	32,5			
Jugador 24	32,5			

Para el análisis de la tabla 3 en el programa PAST, se tomaron como valor 1, los aciertos y los disparos errados como valor 0. Los datos arrojados por los test mencionados anteriormente, tanto en los remates totales como en las muestras parciales, demostraron que no hay una relevancia estadística en cuanto a correlación.

Al igual que en el análisis de velocidad, para obtener datos que puedan ser generalizados a una muestra mayor, se debería incrementar el universo de análisis.

Según estudios anteriormente realizados, son muchos factores que intervienen en la precisión del disparo.

Así lo confirma el trabajo realizado por García (2004), el cual establece que el área de contacto del pie con el balón va a ser uno de los determinantes a la hora de un disparo preciso. Cuanto mayor sea el área de contacto del pie con el balón, más preciso resulta el disparo. Aspecto que coincide con el estudio realizado por Asai (2002), en el cual se establece también que la imprecisión a la hora del remate, puede derivar de un error en la aplicación de la fuerza.

Por otra parte, García (2004) sugiere que la coordinación óculo-pédica, la coordinación entre cintura escapular y pélvica y la solidaridad pelvis-tronco, son otros de los aspectos influyentes a la hora del remate. También concluye, que el equilibrio dinámico, la percepción del objetivo, del móvil y el cálculo de la distancia, además de la rotación del balón (efecto), son factores por demás influyentes en el resultado final del disparo.

Análisis de la precisión en función de la talla en los remates de 35 m

De los 72 disparos efectuados desde 35 m, fueron acertados 12 (Tabla 4), correspondientes a un 16,6% de la totalidad de los disparos.

Tabla 4.

	Talla del pie (cm)	Remates (m/s)	Remate 2 (m/s)	Remate 3 (m/s)
Jugador 1	25			20,81
Jugador 2	26			19,34
Jugador 3	26			
Jugador 4	26,5			19,97
Jugador 5	26,6		23,41	
Jugador 6	27		18,33	
Jugador 7	27,5	21,55		
Jugador 8	27,5			21,22
Jugador 9	27,5			
Jugador 10	27,5			
Jugador 11	27,5			
Jugador 12	28			
Jugador 13	28			
Jugador 14	28			
Jugador 15	28			19,63
Jugador 16	28			
Jugador 17	28,5			
Jugador 18	29			
Jugador 19	29			19,3
Jugador 20	29,5		21,26	
Jugador 21	30,5			
Jugador 22	32			
Jugador 23	32,5		18,04	
Jugador 24	32,5	16,42		

Para el análisis de la tabla 4 se utilizó el mismo procedimiento que para los disparos de 25 m. Los resultados obtenidos también indican que no puede establecerse una correlación de variables, ya que los valores de probabilidad de no correlación son superiores a 0,05.

Análisis de la precisión y la velocidad en relación a la talla en disparos de 25 y 35 m

Con relación al análisis de la efectividad, se decidió tomar en cuenta únicamente los remates acertados, y someter los datos de talla del pie y velocidad a los test de correlación. Para los remates de 25 m, los resultados obtenidos no fueron significativamente considerables. En cambio, con respecto a la muestra de disparos acertados a 35 m, se obtienen datos de correlación entre las variables (ver tabla 21 anexos): Linear correlation $r = -0,59854$ Probabilidad de no correlación= **0,039768**.

Para la tabla de talla en relación a la velocidad, de los disparos totales acertados (25 m y 35 m.) los test de correlación no indican valores considerables, pero si muy cercanos al 95% de confianza. Test de Kendall's $\tau = -0,27899$ y Probabilidad de no correlación= **0,050614**. (Tabla 22, anexos)

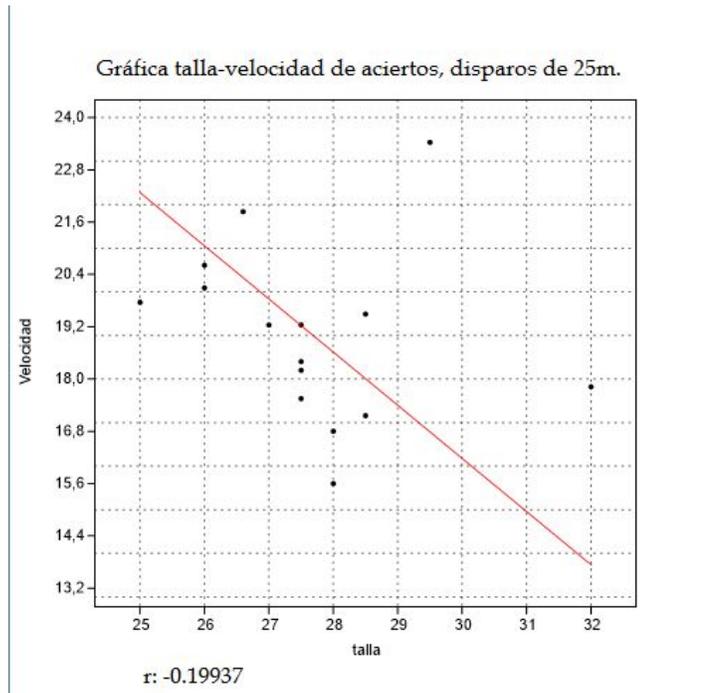
Las gráficas 4,5,6 muestran valores de r inferiores a 0,5; por lo tanto, se puede realizar una lectura de los datos contemplando la muestra específica, pero sin establecer generalidades. Los datos arrojados, muestran lo que podría considerarse como una tendencia al descenso de las velocidades de acierto, de acuerdo al aumento de la talla del pie. Dato que puede conducir a una mayor eficacia (relación entre la precisión y los aciertos).

Los datos expuestos, deberían ser considerados en un estudio de mayor magnitud, que contemple otros factores que intervienen en la precisión del disparo.

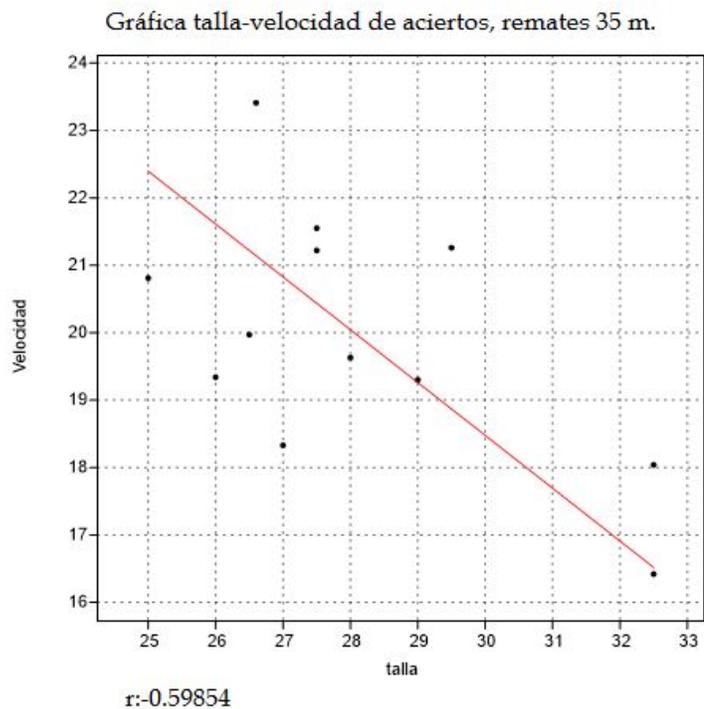
Algunos estudios, determinan que la precisión de la patada, depende de la velocidad con la que el jugador se aproxima al balón (Godik et al., 1993). Se ha comprobado, que cuando un jugador realiza un disparo con una velocidad de aproximación que él considere óptima, el disparo más rápido resulta ser el más preciso. Lo opuesto sucede en el caso que el jugador se aproxima a la máxima velocidad posible, en este caso, el disparo pierde precisión. Esto parece indicar que hay una velocidad de aproximación óptima para lograr un disparo preciso (Godik et al., 1993).

Así lo establece García (2004), quien determina que la velocidad óptima de ejecución de un tiro libre buscando la mayor precisión posible, debería ser al 80% de la velocidad máxima del jugador.

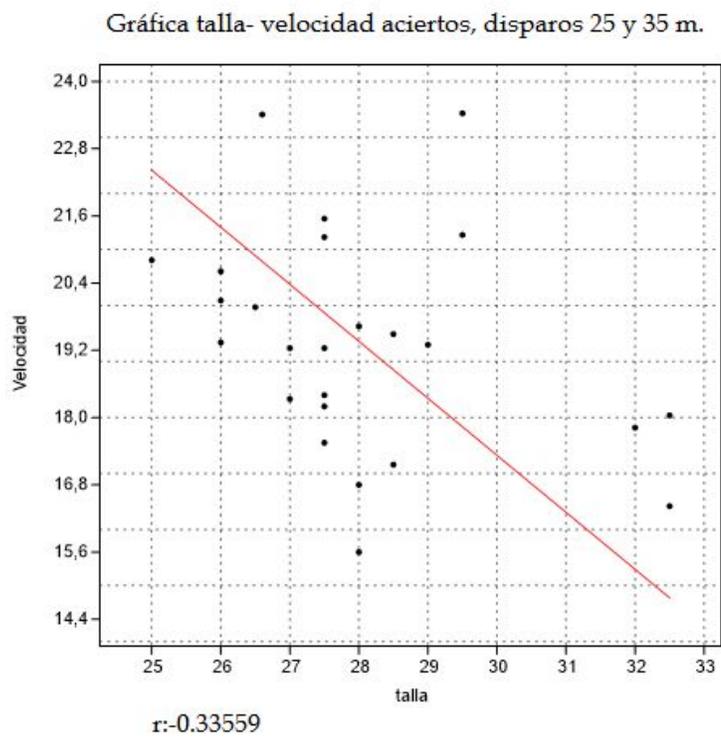
Gráfica 4.



Gráfica 5.



Gráfica 6.



CONCLUSIONES

Se ha mencionado en el análisis de los datos arrojados en este trabajo, que las variables utilizadas en el mismo, no pueden por sí solas, determinar la validez de la hipótesis planteada. Solo pueden constituir un elemento más a tener en consideración, a la hora de realizar una investigación de mayor magnitud y alcance, acerca de la influencia de la talla del pie, en los remates de tiro libre directo en el fútbol.

No obstante, se han detectado algunos datos llamativos que podrían ser tomados en consideración en futuras investigaciones.

Uno de ellos, es la relación entre talla del pie y la velocidad inicial del disparo. Si bien los resultados de este trabajo presentaron cierta correlación, estas se dieron de forma parcial en las muestras (solamente en los primeros disparos de 35m y los disparos acertados).

En los dos casos donde se halló correlación, se detectó cierta tendencia entre el aumento de la talla del pie y el descenso de la velocidad de los disparos. A partir de estas lecturas, se comparó con estudios biomecánicos previos que establecen que la velocidad aumenta, según disminuye la masa de los segmentos distales (Blazevich, 2007).

La mayoría de las velocidades obtenidas, se puede contrastar con trabajos anteriores, los cuales establecen velocidades de entre 17 y 28 m/s para una ejecución de tiro libre en jugadores profesionales de fútbol (Scaglioni 2003).

En cuanto a las velocidades de los aciertos, los indicadores marcan que en la mayoría de los casos, los jugadores no acertaron con el disparo más veloz. Esto se encuentra en estrecha relación con estudios que hablan acerca de la conveniencia de buscar velocidades óptimas en los remates y no velocidades máximas, para favorecer la precisión del mismo (García, 2004).

Para poder realizar estudios más profundos que determinen la influencia de la talla del pie en los remates, se debería tomar en cuenta la máxima cantidad de variables posibles que intervienen en el golpeo del balón, tales como: Velocidad del pie ejecutante en el momento del impacto, movimientos rotacionales de cadera, rodilla y tobillo; fuerza de

reacción de la pierna de apoyo; óptima velocidad de carrera de aproximación al balón; ángulo de balanceo del muslo, entre otras.

También debería contemplarse, la delimitación de una muestra que abarque un número considerable y equitativo de jugadores respecto a la talla del pie. Ya que una de las limitaciones de este trabajo, fue seleccionar en forma aleatoria a cada uno de los jugadores ejecutantes, lo que derivó en muestras poco significativas para determinados rangos de tallas de pie.

PERSPECTIVAS

En el siguiente apartado, se propone establecer una mirada reflexiva en relación ciertos patrones que podrían mejorarse en el desarrollo de estudios similares. El enfoque estará dado en detalles metodológicos, que fueron apreciados en el transcurso del trabajo de campo.

En primera lugar, un nuevo estudio que contemple las mismas o similares posibilidades de recurso con las que contó éste, debería abarcar un mayor número de factores biomecánicos influyentes, como pueden ser los índices de fuerza de cada ejecutante o la relación altura-talla del pie. Estos, ayudarían a evaluar de forma más específica las variables de velocidad y precisión, por ende, contribuiría al objetivo general.

La selección de la muestra, debería abarcar un número mayor de ejecutantes; los cuales serían escogidos específicamente de acuerdo a su talla de pie y en iguales cantidades para cada rango. Dentro de ésta selección, el nivel de los jugadores (profesionales de primera y segunda división) no sería un factor a modificar.

El trabajo de recolección de datos también debería sufrir algunas modificaciones, que posiblemente reducirían los márgenes de error, algunos de los posibles cambios que pueden tomarse en cuenta son: la utilización de una única pelota; establecer una barrera (uno de los datos que surgen del intercambio con los ejecutantes, es que en el golpeo del balón, la precisión se busca en referencia a la barrera); aumentar la cantidad de remates por jugador, y el tamaño de las zonas de acierto.

En cuanto a los instrumentos utilizados, se supone que el uso de fotocélulas disminuye significativamente los márgenes de error.

Durante el trabajo de campo realizado, se detectó que el objetivo de la investigación y su metodología, resultó de gran motivación para los participantes. Lo cual favoreció a un buen desarrollo del mismo.

BIBLIOGRAFÍA

Asami T. (1983). *Analysis of powerful ball kicking*. En: Biomechanics VIII-B. Editorial: S.N.

Asai T., Carre M., Akatsuka T., Haake S (2002) *The curve kick of a football I: impact with the foot*. En: Sports Engineering, n. 5, p. 183-192.

Andersen, T. B.; Dorge, H. C.; Thomsen, F. I. (1999) *Collisions in soccer kicking*. En: Sports Engineering, v. 2, n. 2, p. 121-125.

Blazevich, A. (2007). *Sports Biomechanics: The Basics: Optimising the human movement*. Editorial: Bloomsbury, 2010.

Daish C.B. (1972). *The Physics of Ball Games*. Londres. English Universities Press. Cap.1.2, pag.13.

Dos Anjos, L. A. ; Adrian, M. J. (1986) *Forças de reação do solo na perna de sustentação de jogadores habilitados e não habilitados durante chutes numa bola de futebol*. En: *Revista Brasileira de Ciências do Esporte*, São Paulo, v. 8, n.1, Setembro, p. 129-133.

Durey A, Boeda, A. (1980). *Medicina del fútbol*. España: Toray- Masson.

García, O. (2004). *Análisis de los factores que condicionan la eficacia en el golpeo a balón parado en el fútbol*. EFDeportes.com, Revista Digital. Buenos Aires, Año 10, N°69, Septiembre 2004.

Disponibile en: <http://www.efdeportes.com/efd69/futbol.htm>

Acceso: 14-10-16

Godik M., Fales I., Blashak I, Reilly T., Clarys J., Stibbe A. (1993), *Science and soccer II. Changing the kicking accuracy of soccer players depending on the type, value and aims of training and competitive loads*. Londres: E&FN Spon.

Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3786235/>

Acceso: 2-12-2016

González, S; Díaz, M. (2007). *Física General 1*: Instituto de Física Facultad de Ingeniería – UdelaR, 2007.

Gréhaigne, J. (2001). *Fútbol. La organización del juego en el fútbol*. Zaragoza: IN-DE, 2001.

Hibbeler R.C. (2004). *Mecánica vectorial para Ingenieros: DINÁMICA*. Pearson Educación, México, 2004. Cap. 12.2, p.6-38

INGLIS, S. (1982). *Los deportes, fútbol, habilidades, trucos y tácticas*. Editorial: Plesa, Madrid, 1982.

Izquierdo, M. 2008, *Biomecánica y bases neuromusculares de la actividad física y el deporte*, Editorial: Panamericana. Buenos Aires, 2008..

Kellis E. *Biomechanical Characteristics and Determinants of Instep Soccer Kick*. En: Journal of Sports Science and Medicine (2007), n. 06, p. 154 - 165 Disponible en: <http://www.jssm.org/review.php?id=jssm-06-154.xml#3>

Acceso: 7-8-2016

Lees, A.; Nolan, L. (1999) *Three-dimensional kinematic analysis of the instep kick under speed and accuracy conditions*. En: Journal of Sports Sciences, v.17, p. 836.

Levanon, J. y Dapena, J. 1998. *Comparison of the Kinematics of the full-instep and pass kicks in soccer*. En: Sport Exercise, v.30, p.917-927.

López, M.; Fradua, L. & Gutiérrez, M. (1997): “*Metodología para el análisis biomecánico del golpeo en el fútbol*”. En: Training Fútbol, v.14, p. 30-42.

López R. 2007. *Análisis de la táctica grupal ofensiva, de los equipos participantes en el campeonato mundial de fútbol de Alemania 2006*. En: EFDeportes.com, Revista Digital. Buenos Aires, Año 12, N°114, Noviembre 2007.

Disponible en:

<http://www.efdeportes.com/efd114/tactica-grupal-ofensiva-futbol-alemania-2006.htm>

Acceso: 2-12-16

Luhtanen, P. (1988). *Kinematics and kinetics of maximal instep kicking in junior soccer players*. En: REILLY, T. y otros(Eds.) *Science and football*, E&FN SPON, London, p. 441-448.

Mognoni, P. Narici, M. V. Sirtori, M. D. Lorenzelli, F. (1994) *Isokinetic torques and kicking maximal ball velocity in young soccer players*. En: *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, v.34, p.357-361.

Mombaerts, E. (2000). *Fútbol. Del análisis del juego a la formación del jugador*. Editorial INDE. Barcelona, 2000.

Patritti, B. L. Lees, A. Nevill, A. M. (1999) *Kinematic model of kicking performance for the preferred and non-preferred leg in male soccer players*. En: *Journal of Sports Sciences*, v.17, p. 838.

Pérez J. (2010). *Análisis de los goles marcados en la UEFA Champions League durante la temporada 2005-2006*. En: EFDeportes.com, Revista Digital. Buenos Aires, Año 15, N°150, Setiembre 2010.

Disponible:

<http://www.efdeportes.com/efd150/analisis-de-los-goles-marcados-en-la-champions-league.htm>

Acceso: 9-12-2016

Perdomo, B. (1999) *Variación de las características biomecánicas del remate en el fútbol de salón, por la aplicación de un programa de fuerza isotónica*. En: Trabajo de especialidad pública, Universidad de Los Andes, Mérida, Venezuela.

Sabino, C. (1992) *El proceso de investigación*. Editorial: Lumen. Buenos Aires, 1992.

Santos García, Navarro, F., (2006), *Análisis de la velocidad del balón en el tiro en futbolistas en función de la intención de precisión. Motricidad*. En: European Journal of Human Movement; Vol 16, p12-34..

Santos, G. 2010. *Análisis del golpeo de balón y su relación con el salto vertical en futbolistas juveniles de alto nivel. futbolistas juveniles de alto nivel*. En: Revista internacional de ciencias del deporte. 2010, v. VI, p.29-41.

Scaglioni, P. (2003). *Algunos aspectos biomecánicos en fútbol*. En: Maestrías en ciencias del movimiento. Universidad de Costa Rica. 2003.

Williams, A. M. Alty, P. Lees, A. (1999) Effects of practice and knowledge of performance on kinematics of ball kicking. En: *Journal of Sports Sciences*, v. 17, p.832.

ANEXOS

Tabla 5.

1° REMATE 25 METROS			
JUGADOR	TALLA cm	Velocidad (m/s)	PRECISION
1	25	20,49	x
2	26	10,35	x
3	26	10,35	x
4	26,5	18,63	x
5	26,6	22,25	x
6	27	19,15	x
7	27,5	20,09	x
8	27,5	11,04	x
9	27,5	17,16	x
10	27,5	20,35	x
11	27,5	17,59	x
12	28	17,26	x
13	28	19,06	x
14	28	22,33	o
15	28	23,6	x
16	28	19,83	x
17	28,5	17,89	x
18	29	23,03	x
19	29	12,73	x
20	29,5	20,39	x
21	30,5	16,04	o
22	32	20,09	x
23	32,5	19,45	x
24	32,5	17,25	x

Tabla 6.

2º REMATE 25 METROS				
JUGADOR	TALLA cm	Velocidad (m/s)	PRECISION	
1	25	19,76	o	
2	26	13,85	x	
3	26	19,24	x	
4	26,5	18,11	x	
5	26,6	21,84	o	
6	27	19,45	x	
7	27,5	18,74	x	
8	27,5	19,93	x	
9	27,5	15,6	x	
10	27,5	17,55	o	
11	27,5	19,24	o	
12	28	17,26	x	
13	28	18,03	x	
14	28	15,6	o	
15	28	21,26	x	
16	28	23,29	x	
17	28,5	17,16	o	
18	29	23,7	x	
19	29	17	x	
20	29,5	23,43	o	
21	30,5	21,97	x	
22	32	17,82	o	
23	32,5	16,39	x	
24	32,5	24,81	x	

Tabla 7.

3° REMATE 25 METROS			
JUGADOR	TALLA cm	Velocidad (m/s)	PRECISION
1	25	21,32	x
2	26	20,09	o
3	26	20,61	o
4	26,5	13,3	x
5	26,6	17,16	x
6	27	19,24	o
7	27,5	18,20	o
8	27,5	12,82	x
9	27,5	23,4	x
10	27,5	18,4	o
11	27,5	13,45	x
12	28	16,8	o
13	28	19,5	x
14	28	20,39	x
15	28	22,27	x
16	28	16,06	x
17	28,5	19,49	o
18	29	11,24	x
19	29	19,01	x
20	29,5	21,90	o
21	30,5	19,40	x
22	32	14,80	x
23	32,5	11,63	x
24	32,5	12,42	x

Tabla 8.

1º REMATE 35 METROS			
JUGADOR	TALLA cm	Velocidad (m/s)	PRECISION
1	25	21,46	x
2	26	21,28	x
3	26	21,39	x
4	26,5	18,06	x
5	26,6	24,84	x
6	27	14,63	x
7	27,5	21,55	o
8	27,5	21,03	x
9	27,5	23,6	x
10	27,5	17,16	x
11	27,5	17,77	x
12	28	20,01	x
13	28	22,84	x
14	28	17,16	x
15	28	17,21	x
16	28	21,71	x
17	28,5	16,83	x
18	29	24,53	x
19	29	21,39	x
20	29,5	12,78	x
21	30,5	16,92	x
22	32	15,52	x
23	32,5	14,22	x
24	32,5	16,42	o

Tabla 9.

2° REMATE 35 METROS				
JUGADOR	TALLA cm	Velocidad (m/s)	PRECISION	
1	25	22,49	x	
2	26	19,68	x	
3	26	20,91	x	
4	26,5	12,77	x	
5	26,6	23,41	o	
6	27	18,33	o	
7	27,5	14,36	x	
8	27,5	22,21	x	
9	27,5	18,13	x	
10	27,5	22,34	x	
11	27,5	10,22	x	
12	28	13,45	x	
13	28	14	x	
14	28	21,46	x	
15	28	13,04	x	
16	28	22,25	x	
17	28,5	19,45	x	
18	29	23,67	x	
19	29	20,5	x	
20	29,5	21,26	o	
21	30,5	18,84	x	
22	32	17,90	x	
23	32,5	18,04	o	
24	32,5	18,09	x	

Tabla 10

3° REMATE 35 METROS				
JUGADOR	TALLA cm	Velocidad (m/s)	PRECISION	
1	25	20,81	o	
2	26	19,34	o	
3	26	23,53	x	
4	26,5	19,97	o	
5	26,6	11,85	x	
6	27	19,86	x	
7	27,5	18,5	x	
8	27,5	21,22	o	
9	27,5	21,95	x	
10	27,5	15,9	x	
11	27,5	15,33	x	
12	28	22,51	x	
13	28	22,08	x	
14	28	15,23	x	
15	28	19,63	o	
16	28	23,35	x	
17	28,5	21,84	x	
18	29	20,44	x	
19	29	19,3	o	
20	29,5	26	x	
21	30,5	14,11	x	
22	32	18,07	x	
23	32,5	19,06	x	
24	32,5	17,70	x	

Tabla 11.

TESTS DE CORRELACIÓN 1ER DISPARO 25mts				
	Talla	Velocidad	Presición	
Talla	0	0,48126	0,4673	Linear correlation r
Velocidad	0,15099	0	0,70356	
Presición	0,15578	0,081917	0	
	Talla	Velocidad	Presición	
Talla	0	0,60738	0,29171	Spearman's D
Velocidad	2033,5	0	0,83446	
Presición	1152,5	1365	0	
	Talla	Velocidad	Presición	
Talla	0	0,61828	0,30196	Spearman's rs
Velocidad	0,10714	0	0,83978	
Presición	0,21985	0,043576	0	
	Talla	Velocidad	Presición	
Talla	0	0,60304	0,19438	Kendall's tau
Velocidad	0,075962	0	0,80305	
Presición	0,18956	0,03643	0	
	Talla	Velocidad	Presición	
Talla	0	0,52281	0,50751	Partial linear correlation
Velocidad	0,14041	0	0,78635	
Presición	0,14556	0,059802	0	

Tabla 12.

TESTS DE CORRELACIÓN 2do DISPARO 25mts				
	Talla	Velocidad	Presición	
Talla	0	0,26601	0,76025	Linear correlation r
Velocidad	0,23643	0	0,85191	
Presición	-0,06573	-0,040239	0	
	Talla	Velocidad	Presición	
Talla	0	0,49173	0,85287	Spearman's D
Velocidad	1951	0	0,80641	
Presición	1968,5	2013	0	
	Talla	Velocidad	Presición	
Talla	0	0,50393	0,85763	Spearman's rs
Velocidad	0,14336	0	0,81257	
Presición	-0,03867	-0,051098	0	
	Talla	Velocidad	Presición	
Talla	0	0,58504	0,81945	Kendall's tau
Velocidad	0,07976	0	0,76994	
Presición	-0,033342	-0,042718	0	
	Talla	Velocidad	Presición	
Talla	0	0,28151	0,79299	Partial linear correlation
Velocidad	0,23448	0	0,90815	
Presición	-0,057903	-0,025474	0	

Tabla 13.

TESTS DE CORRELACIÓN 3er DISPARO 25mts				
	Talla	Velocidad	Presición	
Talla	0	0,035486	0,1906	Linear correlation r
Velocidad	-0,43102	0	0,099347	
Presición	-0,27668	0,3444	0	
	Talla	Velocidad	Presición	
Talla	0	0,14581	0,21633	Spearman's D
Velocidad	2969,5	0	0,17791	
Presición	2376,5	1390	0	
	Talla	Velocidad	Presición	
Talla	0	0,14968	0,2239	Spearman's rs
Velocidad	-0,30328	0	0,18362	
Presición	-0,2578	0,28091	0	
	Talla	Velocidad	Presición	
Talla	0	0,11403	0,12808	Kendall's tau
Velocidad	-0,23084	0	0,10902	
Presición	-0,22228	0,2341	0	
	Talla	Velocidad	Presición	
Talla	0	0,080362	0,49053	Partial linear correlation
Velocidad	-0,37213	0	0,23151	
Presición	-0,15137	0,25966	0	

Tabla 14.

TESTS DE CORRELACIÓN TOTAL DISPAROS 25mts				
	Talla	Velocidad	Presición	
Talla		0,70683	0,75683	Linear correlation r
Velocidad	-0,044772		0,27998	
Presición	-0,036865	0,12814		
	Talla	Velocidad	Presición	
Talla		0,89355	0,84894	
Velocidad	65189		0,50918	Spearman's D
Presición	51593	47296		
	Talla	Velocidad	Presición	
Talla		0,89465	0,85049	
Velocidad	-0,01577		0,51298	Spearman's rs
Presición	-0,022447	0,077795		
	Talla	Velocidad	Presición	
Talla		0,81998	0,80865	
Velocidad	-0,018183		0,4223	Kendall's tau
Presición	-0,019349	0,064115		
	Talla	Velocidad	Presición	
Talla		0,73611	0,79333	
Velocidad	-0,040408		0,28889	Partial linear correlation
Presición	-0,031418	0,1267		

Tabla 15.

TESTS DE CORRELACIÓN TOTAL DISPAROS 35mts				
	0 Talla	Velocidad	Presición	
Talla	0	0,065512	0,81516	Linear correlation r
Velocidad	-0,21825	0	0,35747	
Presición	-0,028036	0,11004	0	
	0 Talla	Velocidad	Presición	
Talla	0	0,10221	0,52144	
Velocidad	73506	0	0,56584	Spearman's D
Presición	46454	41321	0	
	0 Talla	Velocidad	Presición	
Talla	0	0,10259	0,52526	
Velocidad	-0,19395	0	0,56952	Spearman's rs
Presición	-0,076088	0,068144	0	
	0 Talla	Velocidad	Presición	
Talla	0	0,099124	0,41498	
Velocidad	-0,13272	0	0,48611	Kendall's tau
Presición	-0,065604	0,056056	0	
	0 Talla	Velocidad	Presición	
Talla	0	0,06968	0,97264	
Velocidad	-0,21656	0	0,37656	Partial linear correlation
Presición	-0,0041444	0,10653	0	

Tabla 16.(las celdas en rojo indican los valores de alta correlación).

TESTS DE CORRELACIÓN 1ER DISPARO 35mts				
	0 Talla	Velocidad	Presición	
Talla	0	0,010883	0,19663	Linear correlation r
Velocidad	-0,51007	0	0,9344	
Presición	0,2731	-0,017747	0	
	0 Talla	Velocidad	Presición	
Talla	0	0,025743	0,42907	Spearman's D
Velocidad	3336,5	0	0,91678	
Presición	1212,5	1437	0	
	0 Talla	Velocidad	Presición	
Talla	0	0,022047	0,44133	Spearman's rs
Velocidad	-0,465	0	0,91951	
Presición	0,16489	-0,021788	0	
	0 Talla	Velocidad	Presición	
Talla	0	0,015599	0,33041	Kendall's tau
Velocidad	-0,35322	0	0,90076	
Presición	0,14217	-0,018215	0	
	0 Talla	Velocidad	Presición	
Talla	0	0,010058	0,15413	Partial linear correlation
Velocidad	-0,52527	0	0,50357	
Presición	0,30704	0,14691	0	

Tabla 17.

TESTS DE CORRELACIÓN 2do DISPARO 35mts				
	0 Talla	Velocidad	Presición	
Talla	0	0,80773	0,48462	Linear correlation r
Velocidad	-0,052441	0	0,35514	
Presición	0,14985	0,19742	0	
	0 Talla	Velocidad	Presición	
Talla	0	0,49259	0,72493	Spearman's D
Velocidad	2604,5	0	0,48572	
Presición	1500,5	1414	0	
	0 Talla	Velocidad	Presición	
Talla	0	0,50478	0,73332	Spearman's rs
Velocidad	-0,14308	0	0,49794	
Presición	0,073371	0,14536	0	
	0 Talla	Velocidad	Presición	
Talla	0	0,4219	0,66495	Kendall's tau
Velocidad	-0,11731	0	0,40694	
Presición	0,063261	0,12114	0	
	0 Talla	Velocidad	Presición	
Talla	0	0,70104	0,45561	Partial linear correlation
Velocidad	-0,084627	0	0,34113	
Presición	0,16364	0,20791	0	

Tabla 18.

TESTS DE CORRELACIÓN 3er DISPARO 35mts				
	0 Talla	Velocidad	Presición	
Talla	0	0,59055	0,070432	Linear correlation r
Velocidad	-0,11563	0	0,63932	
Presición	-0,37568	0,1008	0	
	0 Talla	Velocidad	Presición	
Talla	0	0,54437	0,080159	Spearman's D
Velocidad	2566,5	0	0,73888	
Presición	2400,5	1678	0	
	0 Talla	Velocidad	Presición	
Talla	0	0,55615	0,079604	Spearman's rs
Velocidad	-0,1264	0	0,74691	
Presición	-0,36485	0,069505	0	
	0 Talla	Velocidad	Presición	
Talla	0	0,55126	0,03127	Kendall's tau
Velocidad	-0,087039	0	0,69172	
Presición	-0,31458	0,057921	0	
	0 Talla	Velocidad	Presición	
Talla	0	0,70202	0,083724	Partial linear correlation
Velocidad	-0,084338	0	0,7776	
Presición	-0,36836	0,062311	0	

Tabla 19.

TESTS DE CORRELACIÓN TOTAL DISPAROS 25 y 35mts				
	0 Talla	Velocidad	Presición	
Talla	0	0,14087	0,46447	Linear correlation r
Velocidad	-0,12332	0	0,16845	
Presición	-0,061437	0,11539	0	
	0 Talla	Velocidad	Presición	
Talla	0	0,26338	0,42074	
Velocidad	5,3862E05	0	0,31205	Spearman's D
Presición	3,902E05	3,4233E05	0	
	0 Talla	Velocidad	Presición	
Talla	0	0,26485	0,42266	
Velocidad	-0,093528	0	0,31373	Spearman's rs
Presición	-0,06733	0,084539	0	
	0 Talla	Velocidad	Presición	
Talla	0	0,24063	0,30189	
Velocidad	-0,065983	0	0,21736	Kendall's tau
Presición	-0,058052	0,069366	0	
	0 Talla	Velocidad	Presición	
Talla	0	0,16319	0,57005	
Velocidad	-0,11723	0	0,19564	Partial linear correlation
Presición	-0,04789	0,10885	0	

Tabla 19.

TEST DE CORRELACION ACIERTOS 25M.				
	0 talla	Velocidad		
talla	0	0,77666		Linear correlation r
Velocidad	-0,087324	0		
	0 talla	Velocidad		
talla	0	0,29683		Spearman's D
Velocidad	464,5	0		
	0 talla	Velocidad		
talla	0	0,31735		Spearman'srs
Velocidad	-0,30116	0		
	0 talla	Velocidad		
talla	0	0,19165		Kendall's tau
Velocidad	-0,27438	0		
	0 talla	Velocidad		
talla	0	0,77666		Partial linear correlation
Velocidad	-0,087324	0		

Tabla 20.(las celdas en rojo indican los valores de alta correlación).

TEST DE CORRELACION ACIERTOS 35M.			
	0 talla	Velocidad	
talla	0	0,039768	Linear correlation r
Velocidad	-0,59854	0	
	0 talla	Velocidad	
talla	0	0,1885	Spearman's D
Velocidad	398	0	
	0 talla	Velocidad	
talla	0	0,20194	Spearman'srs
Velocidad	-0,39649	0	
	0 talla	Velocidad	
talla	0	0,16371	Kendall's tau
Velocidad	-0,30773	0	
	0 talla	Velocidad	
talla	0	0,039768	Partial linear correlation
Velocidad	-0,59854	0	

Tabla 21. (las celdas en rojo indican los valores de alta correlación).

TEST DE CORRELACION ACIERTOS 25 Y 35 M.			
	0 talla	Velocidad	
talla	0	0,101	Linear correlation r
Velocidad	-0,33559	0	
	0 talla	Velocidad	
talla	0	0,076307	Spearman's D
Velocidad	3508	0	
	0 talla	Velocidad	
talla	0	0,07553	Spearman'srs
Velocidad	-0,36182	0	
	0 talla	Velocidad	
talla	0	0,050614	Kendall's tau
Velocidad	-0,27899	0	
	0 talla	Velocidad	
talla	0	0,101	Partial linear correlation
Velocidad	-0,33559	0	

