



UNIVERSIDAD DE JAÉN

**FACULTAD DE HUMANIDADES Y CIENCIAS DE
LA EDUCACIÓN
DEPARTAMENTO DE DIDÁCTICA DE LA
EXPRESIÓN MUSICAL, PLÁSTICA Y
CORPORAL**

TESIS DOCTORAL

**EFFECTOS DE LA INCERTIDUMBRE SOBRE
LAS ESTRATEGIAS DE ANTICIPACIÓN EN
PORTEROS Y NO PORTEROS DE
BALONMANO**

**PRESENTADA POR:
MANUEL ALEJANDRO ORTEGA BECERRA**

**DIRIGIDA POR:
DR. D. JUAN PÁRRAGA MONTILLA
DR. D. MARCOS GUTIÉRREZ ÁVILA**

JAÉN, 7 DE MAYO DE 2007

ISBN 978-84-8439-557-7

Nombre y apellidos del autor:

MANUEL ALEJANDRO ORTEGA BECERRA

Título de la Tesis Doctoral:

EFFECTOS DE LA INCERTIDUMBRE SOBRE LAS ESTRATEGIAS DE ANTICIPACIÓN EN
PORTEROS Y NO PORTEROS DE BALONMANO

I.S.B.N.:

978-84-8439-557-7

Fecha de Lectura:

7 DE MAYO DE 2007

Centro y Departamento en que fue realizada la lectura:

FACULTAD DE HUMANIDADES Y CIENCIAS DE LA EDUCACIÓN
Departamento de Didáctica de la Expresión Musical, Plástica y Corporal

Composición del Tribunal/Dirección de la Tesis:

Dirección de la Tesis	Dr. D. Juan Párraga Montilla Dr. D. Marcos Gutiérrez Ávila
Presidente/a del Tribunal	Dr. D. Eduardo Cervelló Gimeno
Vocales	Dr. D. Juan L. Antón García Dr. D. José Campos Granell Dr. D. Francisco Javier Rojas Ruiz
Secretario/a	Dr. D. Juan Martín López Sánchez

Calificación Obtenida:

SOBRESALIENTE CUM LAUDE



UNIVERSIDAD DE JAÉN

tesis doctoral

Resumen

El propósito de este estudio ha sido verificar la posible existencia de una estrategia general e intencionada de anticipación por parte de los porteros expertos de balonmano ante los lanzamientos de distancia, además de comprobar el efecto que tiene el nivel de incertidumbre sobre las estrategias de anticipación.

Han participado 14 sujetos, de los cuales 7 eran porteros con una experiencia de más de ocho años en competición y otros 7 no tenían experiencia como porteros. Como lanzadores han participado cuatro jugadores de campo especialistas en lanzamientos exteriores.

Se ha utilizado una plataforma de fuerza a 500 Hz, sincronizada temporalmente mediante una señal electrónica a dos cámaras de vídeo que registraban a la misma frecuencia. A partir de las fuerzas de reacción procedentes de la plataforma se analizó el movimiento del portero, mientras que el lanzamiento se describió utilizando las técnicas de vídeo 3D utilizando un modelo de cinco marcadores corporales más el correspondiente al centro geométrico del balón. Los resultados ponen de manifiesto que los porteros expertos inician el movimiento hacia el lado de lanzamiento 193 ± 67 ms antes de la suelta del balón, sólo unos instantes después de que el lanzador apoye su pie adelantado plenamente en el suelo. Aunque el tiempo de anticipación de los porteros no expertos es algo mayor, su porcentaje de error es demasiado elevado (41.7%).

El análisis de las componentes de la velocidad y del desplazamiento del CG de los porteros expertos indica que existe una estrategia de movimiento generalizada e intencionada con ciertas modificaciones cuando se incrementa la incertidumbre. En esta estrategia, los porteros realizan un cierto contramovimiento a la vez que desplazan su CG hacia el lado de lanzamiento a una velocidad relativamente lenta, produciéndose el movimiento definitivo para interceptar el balón en altura después de la suelta, sin que afecte el nivel de incertidumbre.

Abstract

This study seeks to discover whether expert handball goalkeepers employ a general anticipatory strategy when facing long distance throws and the effect of uncertainty on these strategies. Fourteen goalkeepers, 7 expert and 7 inexperienced, took part. Four, specialist throwers participated in that capacity. We used a force platform to analyze the goalkeeper's movements on the basis of reaction forces and 2 video cameras synchronized at 500 Hz to film the throw using 3D video techniques. The results showed that expert goalkeepers initiated their movement towards the side of the throw 193 ± 67 ms before the release of the ball and the analysis of the velocity and displacement of their center of mass (CM) indicates that there is a general, deliberate anticipatory strategy of movement with certain modifications when there is greater uncertainty. Inexperienced goalkeepers initiated the movement 209 ± 127 ms beforehand, but with a much higher percentage of error ($42.1\% \pm 11.2$) in saving balls.



UNIVERSIDAD DE JAÉN

EFECTOS DE LA
INCERTIDUMBRE SOBRE
LAS ESTRATEGIAS DE
ANTICIPACIÓN EN PORTEROS Y
NO PORTEROS DE BALONMANO

MANUEL ALEJANDRO ORTEGA BECERRA

tesis doctoral

Agradecimientos

A mis directores de tesis: D. Marcos Gutiérrez Dávila y D. Juan A. Párraga Montilla, por brindarme este proyecto, guiándome en el camino de la investigación, compartiendo conmigo sus conocimientos y experiencia. Ha sido un privilegio poder trabajar a vuestro lado.

A Pepe Campos y Javier Rojas, por su inestimable colaboración en la realización de este proyecto.

A todos los jugadores: lanzadores (José Manuel, Javi Cano, Javi Jiménez y Francisco), porteros (Alfonso, Antonio Jesús, Facundo, Jacob, Javi, Manolo, Paco y René) y a los alumnos de la Facultad de Ciencias de la Actividad Física y el Deporte de la Universidad de Granada que han participado como sujetos experimentales.

A los clubes y entrenadores que amablemente cedieron a sus jugadores para que participaran en la fase experimental de este estudio.

A mi familia, especialmente a mis padres, por todo, pero sobre todas las cosas por enseñarme con su ejemplo el valor del esfuerzo y a mi hermana por alentarme y animarme en todo momento.

A todos los que habéis estado a mi lado durante este duro camino: M^a Paz por entenderme tanto y creer en mí; Miguel por compartir conmigo la ilusión de llegar a ser lo que siempre quisimos; Miguel Ángel por su compañerismo y amistad; Anselmo y Pedro por contribuir con vuestra ayuda e interés a que este proyecto saliera adelante.

A Miguel y Rafi, por su lealtad y su respaldo incondicional.

A los entrenadores, compañeros y jugadores con los que he tenido la suerte de compartir entrenamientos, esfuerzo e ilusiones.

A mi familia, siempre

Índice

Preámbulo	7
Capítulo I. Introducción	12
1.1.- Origen del trabajo	13
1.2.- Planteamiento del problema.....	17
1.3.- Los factores de rendimiento deportivo y su estudio desde una perspectiva interdisciplinar.	19
Capítulo II. Marco conceptual	25
2.1.- Contextualización del comportamiento motor en el estudio de la anticipación del portero de balonmano.....	26
2.2.- Contextualización de la biomecánica en el estudio de la anticipación del portero de balonmano	40
2.3.- Consideraciones generales sobre el objeto de estudio. El portero de balonmano	44
2.3.1.- Consideraciones reglamentarias.	45
2.3.2.- Aspectos generales de las intervenciones del portero de balonmano.	49
2.3.3.- Estudios sobre la importancia de la actuación del portero en relación al rendimiento de su equipo.	55
2.4.- FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICA RELACIONADA CON LA ANTICIPACIÓN DEL PORTERO	61
2.4.1.- Estudios relacionados con los patrones de lanzamiento secuenciados.....	62
2.4.2.- Estudios relacionados con la precisión del lanzamiento.	70

2.4.3.- Estudios relacionados con la anticipación del portero.....	73
2.5.- Objetivos	85
2.6.- Hipótesis	86
Capítulo iIII. Método	88
3.1.- Sujetos	89
3.1.1. Sujetos experimentales.....	89
3.1.2.- Sujetos colaboradores.....	93
3.2.- Diseño experimental	94
3.3.- Material y método	99
3.3.1.- Material e instrumental utilizado.....	100
3.3.2.- Técnicas de registro.....	103
3.3.3.- Procedimiento.....	115
3.3.4.- Variables dependientes registradas.	121
3.3.5.- Tratamiento estadístico.	125
Capítulo IV. Resultados.....	126
4.1.- Resultados.....	127
4.1.1.- Resultados relativos a los patrones de movimiento de los lanzadores.....	128
4.1.2.- Resultados de las variables relativas al estudio entregrupos.	129
4.1.3.- Resultados de las variables relativas al estudio intragrupos.	148
Capítulo V. Discusión.....	170
5.1.- Discusión de los resultados relativos a los patrones de movimiento de los lanzadores	171
5.2.- Discusión de los resultados relativos a las variables referidas al portero.....	180
5.2.1. Discusión de los resultados relativos a las diferencias encontradas entre el grupo de porteros expertos y	

el grupo de porteros no expertos para los dos niveles de incertidumbre propuestos.	183
5.2.2. Discusión de los resultados relativos a las diferencias encontradas en el grupo de porteros expertos para los dos niveles de incertidumbre propuestos.	188
Capítulo VI. Conclusiones y perspectivas futuras de investigación.....	194
6.1.- Conclusiones generales relativas al ámbito metodológico.	195
6.2.- Conclusiones específicas relativas a la interacción portero-lanzador.	196
6.3.- Perspectivas futuras de investigación y transferencia del los resultados	197
Capítulo VII. Referencias Bibliográficas	201
Índice De Figuras	217
Índice De Tablas	224
Anexos	230

Preámbulo

PREÁMBULO

El presente trabajo supone la culminación del proceso de formación en el tercer ciclo universitario. Se trata de la planificación y desarrollo de la tesis doctoral con la que se finaliza el programa de doctorado "Aspectos educativos y socio-culturales de la Actividad Física", iniciado en 2003 en el Departamento de Didáctica de la Expresión Musical, Plástica y Corporal de la Universidad de Jaén.

Durante el primer curso (2003-2004) se recibió una formación teórica. En total se cursaron 20 créditos de formación, con diferentes contenidos, en los que se abordó el proceso de investigación y el método científico desde una perspectiva global y, a su vez, específica, profundizando en los diferentes paradigmas y líneas de investigación existentes en el campo de la actividad física y deportiva.

En el segundo año (curso académico 2004-2005), dedicado a la fase práctica de formación en investigación, se desarrolló y presentó el trabajo de suficiencia investigadora que es reconocido por el Diploma de Estudios Avanzados (D.E.A).

El estudio realizado para superar el D.E.A. supuso una primera aproximación a la propuesta definitiva presentada en este documento. Su pretensión se orientaba a la obtención de un protocolo de investigación que sirviera como base para el análisis de la anticipación en el portero de balonmano, que pudiera ser empleado en el diseño de una posterior tesis doctoral. No obstante, los resultados y conclusiones obtenidas nos sugerían el empleo de una metodología de investigación diferente a la establecida en el origen del proyecto.

Podemos afirmar que, el trabajo y la defensa del mismo para la obtención del D.E.A, ha contribuido decisivamente en mi formación investigadora y

personal. Lo que ha supuesto un importante acicate para afrontar el estudio definitivo de la tesis doctoral que en este documento se presenta.

Con esta investigación pretendemos avanzar y profundizar en el conocimiento del funcionamiento del deporte y especialmente de las exigencias de cuantos factores inciden en la mejora del rendimiento en competición. Estos pretendidos objetivos, se ha realizado siguiendo un modelo ecológico se ha analizado el gesto deportivo simulando la situación de competición real. Sin duda, en el futuro, y gracias a los avances tecnológicos, es muy probable que la orientación de la investigación se centre prioritariamente en la obtención de los datos directamente de las situaciones reales de competición, sin que ello suponga un aspecto de invasión o alteración de la realidad e integridad del juego.

La culminación de esta tesis será la realización de publicaciones científicas de ámbito internacional. Actualmente están en revisión tres publicaciones: *Anticipatory Strategies of Handball Goalkeepers* en *Journal of Sport Sciences & Medicine*; *Influencia de la dirección de lanzamiento sobre los patrones de movimiento en los lanzamientos de balonmano* en *Journal of Sport Sciences* y *Variabilidad de la secuencia temporal de la cadena cinética en el lanzamiento de balonmano* en *Revista Internacional de Medicina y Ciencias de la Actividad Física y el Deporte*.

Para una mejor organización y comprensión de los contenidos, la presente tesis consta de siete capítulos, estructurados y ordenados según los cánones establecidos para todo informe científico, recogiendo las fases más importantes de los que consta el trabajo:

El primer capítulo se dedica a la introducción, que abarca el origen y planteamiento del problema. La justificación teórica del estudio, haciendo especial mención del problema científico propuesto. Tras una exhaustiva revisión documental, se analizan los antecedentes de investigación con

cuerpo de estudio similar al nuestro y que dan origen al problema de investigación.

El capítulo segundo se dedica al marco conceptual del estudio. En él, se contextualiza el mismo atendiendo a las perspectivas de investigación desde donde se focaliza el análisis. Se profundiza en la relación entre el control motor y la biomecánica deportiva con los procesos de anticipación en el deporte, especialmente en aquellos sometidos a contingencias externas y que están dotados de múltiples variantes en su ejecución práctica, con el propósito de comprender el objeto de estudio. También se describe el puesto específico del portero, sus limitaciones y posibilidades según el marco reglamentario que lo define. En un apartado dedicado a la fundamentación científica, se exponen las referencias más significativas relacionadas con el proceso de anticipación del portero de balonmano, así como los antecedentes de investigación que se han realizado con protocolos similares. Por último, se presentan los objetivos o fines que se pretenden obtener con este estudio y las hipótesis de las que se parte.

El método empleado en las diferentes fases de la investigación se explica en el capítulo tercero, detallando el diseño, las variables de estudio, la muestra, el material utilizado y el procedimiento seguido.

En el cuarto se exponen los resultados obtenidos, los cuales son apoyados de manera gráfica por tablas y figuras, al objeto de facilitar la interpretación de los mismos y hacer más fácil su comprensión.

En el quinto capítulo, dedicado a la discusión, se comparan y contrastan los resultados obtenidos con los antecedentes de investigación analizados en los capítulos precedentes, y se interpretan las coincidencias y divergencias respecto a éstos.

A modo de síntesis, en el capítulo sexto, se exponen las conclusiones que dan respuesta a los objetivos propuestos en esta investigación, como

consecuencia de la valoración de los resultados, y se proponen, a modo de prospectivas, las tendencias que sugerimos se deben seguir en futuras investigaciones como continuación al trabajo desarrollado en esta tesis.

En el capítulo séptimo, se recogen las referencias bibliográficas de los documentos citados a lo largo del trabajo. Para ello se han seguido las normas de la A.P.A. (American Psychological Association, 2007). Se han ordenado por orden alfabético y se recogen exclusivamente los trabajos que han sido citados a lo largo del presente documento.

Por último se incluye un apartado de anexos que, ordenados de forma temporal, recoge los documentos más relevantes empleados en la investigación con objeto de aclarar posibles dudas que pudieran surgir sobre algunos detalles de la elaboración de la investigación.

Capítulo I
Introducción

CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN

1.1.- ORIGEN DEL TRABAJO.

La elección del objeto de estudio de este trabajo tiene su justificación en la importante motivación personal que nos une al ámbito de aplicación del mismo. El balonmano y de manera concreta el puesto específico de portero han sido y son una gran pasión personal, que además es compartida con los directores de la tesis. Baste reseñar que soy practicante del deporte de balonmano desde la infancia, que juego de portero desde hace más de 20 años en diferentes categorías deportivas, que soy entrenador y he entrenado a diferentes equipos de distintos niveles y que toda mi vida se ha desarrollado en torno a este apasionante deporte.

Pero esta pasión es compartida, por los doctores que me han dirigido en la realización de este trabajo. De hecho uno de los directores, en su etapa de jugador, ocupó la demarcación de portero de balonmano y el otro ha sido jugador de balonmano y entrenador durante un importante periodo de tiempo.

Con estos perfiles no es de extrañar que el origen inicial del trabajo se centrara en el análisis de factores que determinan el rendimiento de juego en balonmano y de manera más particular en el puesto específico de portero. En un intento de conocer de forma más precisa, y sometida al método científico, como se produce la intervención del portero ante determinadas circunstancias. Verificar la existencia de *puntos de información relevantes, preíndices o referencias clave, indicadores* que el portero pueda emplear para mejorar la eficacia de sus intervenciones y como consecuencia elevar su rendimiento. Contribuyendo de esta manera a conocer con mayor profundidad y objetividad aspectos claves del juego, que pueden y deben ser usados en el entrenamiento para que el jugador los emplee adecuadamente en la competición.

Precisamente como jugador y entrenador he detectado y experimentado la falta de conocimiento de aquellos factores que contribuyen a obtener el máximo rendimiento en el juego. En el mejor de los casos, el conocimiento está basado en la intuición, en la interpretación subjetiva del juego y en la experiencia práctica. Siendo frecuente, por desgracia, la inexistencia de un análisis objetivo y reflexivo en busca de la mejora de los sistemas de entrenamiento y mucho más acentuado en el caso del portero. A pesar de la relevancia que se ha otorgado a su figura, como pieza determinante del rendimiento de su equipo, ha sido el gran olvidado por parte de los investigadores. Tradicionalmente, en más casos de los deseados, no se ha prestado la atención suficiente al entrenamiento del portero. No se le ha dado la información necesaria para mejorar sus prestaciones y podemos decir que ha tenido que ser autosuficiente y autodidacta en su aprendizaje y entrenamiento.

En los últimos años, afortunadamente, esta tendencia ha cambiado y mejorado con la aparición de una corriente dispuesta al estudio y la mejora de los factores de rendimiento que afectan al portero. Dato que puede ser comprobado por las numerosas aportaciones que en la literatura divulgativa se pueden encontrar y que hacen referencia a todos los aspectos implicados en los procesos de entrenamiento del portero de balonmano. En esta línea se encuentran numerosas publicaciones de carácter divulgativo con especial incidencia en aspectos técnicos, tácticos, metodológicos y/o físicos.

Podemos destacar las aportaciones realizadas en los aspectos técnicos: Popescu, 1969; Torres, 1975; Falkowski y Enríquez, 1979; Díaz, 1984; Latieskevits, 1991; sobre los aspectos tácticos: Antón, 1992 y 2000; Pascual, 2004; sobre ciertos aspectos metodológicos: Díaz, 1984; Bayer, 1987; Bárcenas y Román, 1991; Ibero, 1992; Antón, 1990 y 2000; Bulligan, 2003; Pascual, 2006 y 2008, y sobre aspectos relacionados con la preparación física : Restorff, 1985; Pokrajac, 1985; Rosal, 2004, entre otros.

Pero también hay un creciente interés por el conocimiento científico aplicado al juego de balonmano. Debemos resaltar que, hasta la fecha, se han defendido 32 tesis doctorales con cuerpo de investigación específico en balonmano. Aunque de ellas son cuatro las que se centran en diferentes factores del lanzamiento a portería y tan solo dos tienen como objeto de estudio el portero de balonmano, una focaliza su análisis en la portera y otra centrada en la actividad competitiva del portero en el alto rendimiento.

Otra cuestión que ha motivado la realización de este estudio, ha sido la preocupación como entrenador, labor que he venido realizando en diferentes categorías durante los diez últimos años. En este sentido he experimentado durante este periodo de tiempo el desarrollo de sistemas de entrenamiento para la mejora del rendimiento del portero. Con la realización de esta tesis espero poder contribuir al desarrollo del campo del rendimiento deportivo; especialmente en la metodología y sistemas de entrenamiento aplicados al portero de balonmano, devolviéndole así a este deporte parte de lo que este ha contribuido en mi formación tanto humana como profesional.

Este trabajo se enmarca en una línea de investigación, iniciada hace más de veinte años en el laboratorio de Biomecánica Deportiva de la Facultad de Ciencias de la Actividad Física y el Deporte de la Universidad de Granada, centrada en el análisis biomecánico de diferentes gestos deportivos, tanto en deportes individuales y de adversario, como colectivos. De hecho merecen destacarse las aportaciones de las tesis de Gutiérrez (1990); Soto (1995); López (1995); Cárdenas (1995); Sánchez (1997); Gómez Píriz (2000); Gómez (2002); Ramón (2002); López Contreras (2002); Maureira (2003); Montes (2003), y especialmente, los trabajos de Rojas (1997), referidos al baloncesto; Hernández (2005) sobre preíndices para la mejora del bloqueo en voleibol y Núñez (2006) sobre preíndices para la mejora del lanzamiento de penalti en fútbol.

Como se puede comprobar, por las características de la línea desarrollada y de muchos de los trabajos realizados, se emplea un tratamiento interdisciplinar centrándose en la biomecánica deportiva y el control motor aplicados a diferentes deportes. Los antecedentes más directos en relación al trabajo que presentamos los encontramos en los trabajos de Párraga (1999), donde el objeto de estudio trata de valorar los distintos factores biomecánicos y de control motor que intervienen en un lanzamiento en salto vertical a distancia y López (2005) que continúa la investigación iniciada del anterior, añadiendo factores de oposición a su estudio (defensores y portero).

Ya en estos estudios, en el apartado de perspectivas futuras, se apuntaba la conveniencia de profundizar en el análisis del puesto específico del portero. Además de la necesidad de incluir, en futuros trabajos, la mejora del factor tecnológico utilizando dos o más cámaras para la filmación de los sujetos, realizándose de esta forma estudios tridimensionales y la posibilidad de realizar el estudio sobre otros parámetros de eficacia en otros gestos técnicos del balonmano. Lo que nos permite confirmar que con este trabajo venimos a completar sugerencias realizadas en los trabajos de Párraga (1999) y López (2005) dando sentido a la esencia del conocimiento científico.

En este sentido, en el plano internacional, es abundante el número de investigaciones que han tenido como objetivo de estudio la identificación de los indicadores relacionados con la anticipación en diversos deportes, donde es necesario interceptar un móvil que se desplaza a velocidades altas, tales como el tenis: Huys, Cañal-Bruland, Hagemann, Beek, Smeeton and Williams, (2009); el béisbol: Ranganathan and Carlton, (2007) o el bádminton: Abernethy and Zawi, (2007), entre otros.

1.2.- PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.

La anticipación en el deporte, o la capacidad de predecir los acontecimientos futuros a partir de una información procedente de los movimientos previos de otros deportistas, constituye una de las habilidades perceptivas más relevantes para el rendimiento de ciertas actividades deportivas que requieren una respuesta rápida y precisa (Abernethy, Wood and Parks, 1999; Abernethy and Zawi, 2007). Esta capacidad perceptiva se hace especialmente importante en los deportes donde se requiere interceptar una pelota que se desplaza a gran velocidad.

El presente estudio se ha llevado a cabo a partir de una situación experimental (modelo ecológico) en la que se pretende recrear un contexto semejante a una acción real de juego, en la que el portero debe intervenir ante lanzamientos realizados en apoyo por un jugador que ejecuta el lanzamiento a una distancia de 9 metros respecto a la posición del portero y 10 metros respecto a la portería.

El estudio se ubica en el análisis de un deporte de equipo o colectivo, como es el balonmano. Más concretamente, se trata de conocer como se produce la respuesta motora del portero y qué estrategias utilizan en su intervención para elevar la eficacia de su respuesta. La anticipación y/o reducción del tiempo de respuesta tiene una gran repercusión en el rendimiento del portero ya que le permite actuar con mayor eficacia ante los lanzamientos de los oponentes. Es posible que, en determinadas circunstancias, anticiparse a la acción del lanzador sea un compromiso para el portero, al aconsejar el juego retrasar la intervención. La clave está en poder disponer la información relevante lo antes posible para decidir el momento y la forma de intervención con el máximo nivel de precisión en la ejecución.

Para delimitar el estudio, debido a la existencia de una gran variedad de tipos de lanzamiento en balonmano, nos hemos centrado en medir la respuesta del portero ante lanzamientos directos, realizados con armado de

brazo clásico y cuando el jugador tiene un pie en apoyo con el suelo en el momento de soltar el balón. Realizándose a una distancia de 9 metros del portero y 10 metros de la portería.

A nivel general nos planteamos un doble objetivo: Por un lado, verificar la posible existencia de una estrategia general e intencionada de los porteros expertos de balonmano y comprobar si dichas estrategias están o no relacionadas con la experiencia deportivo-competitiva y su nivel de juego. Para ello, se observan y describen los procesos generados en la respuesta entre porteros expertos y no expertos. Por otro lado, a partir del estudio biomecánico de los indicadores que los lanzadores ofrecen a los porteros durante la ejecución del lanzamiento, se pretende verificar el efecto que produce el nivel de incertidumbre sobre el esquema táctico de anticipación utilizado por los porteros de balonmano.

El estudio del gesto deportivo, y especialmente el de aquellos donde existen referencias continuas en el juego, como pretende ser el caso que nos ocupa, requiere un análisis desde una perspectiva multidisciplinar e interdisciplinar que posibilite el estudio del gesto desde diferentes ópticas, bajo el conocimiento básico de la motricidad. De esta forma, es necesario que para el análisis de la anticipación del portero de balonmano se parta de una doble perspectiva de estudio. Por una parte desde el Control Motor, que analiza el movimiento humano con una perspectiva psicológica y más concretamente a partir del estudio de los procesos básicos del comportamiento motor, comenzando con la recepción de la información y finalizando con la programación y ejecución de la respuesta motora. Y, por otra parte, desde la perspectiva de la Biomecánica Deportiva, a través de la cual se valorarán los factores que intervienen en los procesos anticipatorios del portero de balonmano en el transcurso de la acción de interceptación de la trayectoria del lanzamiento a portería.

1.3.- LOS FACTORES DE RENDIMIENTO DEPORTIVO Y SU ESTUDIO DESDE UNA PERSPECTIVA INTERDISCIPLINAR.

Este estudio se enmarca en el análisis de las acciones motrices aplicadas al rendimiento deportivo, concretamente, a los denominados deportes de equipo y, específicamente al balonmano. En función de la manifestación deportiva y, por tanto, de sus características estructurales, existen una serie de factores que determinan la consecución de los máximos niveles de respuesta, ajustados a los parámetros de eficacia de cada modalidad. Estos deben ser los contenidos referentes en el proceso de aprendizaje y formación del deportista, en la búsqueda de los máximos niveles de rendimiento deportivo, siendo necesaria la perfecta integración y sincronía de todos ellos. La interconexión y dependencia de los distintos factores, en función de las exigencias de la modalidad deportiva elegida, es clave en la obtención de un nivel de respuesta acertado y adecuado a cada situación motriz.

La dificultad del análisis del rendimiento en la competición se verifica por el complejo sistema de interrelaciones que se establecen entre los distintos factores que lo determinan. Todos estos factores son imprescindibles, pero según la modalidad deportiva, puede haber más o menos incidencia en una u otra parte (Grosser y Neumaier, 1986). Por eso, el grado de perfeccionamiento de las acciones especializadas del deportista y su correspondencia con la situación competitiva son las que determinan, en gran parte, el éxito en la competición deportiva (Keler y Tishler, 1984). En este sentido según Cercel (1990), para alcanzar los máximos niveles de rendimiento deportivo, es necesaria la perfecta integración y sincronía de todos los factores que inciden en el juego y de los que depende la consecución de los índices más altos de eficacia.

Siguiendo a Párraga y Delgado (2000), entre los factores que determinan el rendimiento deportivo podemos encontrar tres grandes grupos: A) los que dependen de las características de la modalidad deportiva, B) los que

dependen de las características del deportista y C) los que dependen del contexto de aplicación.

A) *Factores que determinan el rendimiento deportivo según la modalidad deportiva.*

Son numerosos los factores que determinan el rendimiento si atendemos a la modalidad deportiva. Así, el reglamento condicionará la mayor influencia de unos u otros. En los denominados deportes colectivos, como es el balonmano, influyen todos y cada uno de los factores que se relacionan a continuación. Todos los jugadores, en todos los puestos específicos, para conseguir el máximo rendimiento, deben elevar su nivel de capacidades en todos los factores. El dominio y las competencias del jugador, en cada uno de ellos, determinará su perfil de juego respecto a la modalidad deportiva practicada. En la figura 1.1, se exponen de forma esquemática los factores que determinan la capacidad de rendimiento.



Figura 1.1.- Factores que determinan la capacidad de rendimiento.

De esta forma, en términos relativos, debemos precisar que en el grupo de los denominados deportes individuales por regla general, prevalece la

preparación física, la preparación técnica, la preparación biológica y la preparación psicológica por encima de los demás tipos, mientras que en los denominados deportes colectivos, como es el balonmano, es determinante el desarrollo en sus máximas posibilidades y el equilibrio entre todos los tipos de preparación aludidos. No obstante el perfil de cada modalidad determinará la incidencia de uno u otro tipo de preparación.

Álvaro (1996), en relación con los deportes colectivos, entiende que el rendimiento es el producto final de la interacción de numerosos factores que configuran el sistema competición y, desde una perspectiva muy peculiar. Los concreta en los siguientes factores: informacionales, motrices, antropométricos, condicionales, psicológicos, grupales y los relacionados con el entorno del grupo. En la figura 1.2, se presenta de forma esquemática los factores de rendimiento en los deportes colectivos y su interrelación.



Figura 1.2.- Esquema de los factores de rendimiento en los deportes de equipo (Álvaro, 1996).

B.- Factores que determinan el rendimiento deportivo desde la perspectiva del deportista.

Las capacidades del deportista condicionan las posibilidades de rendimiento respecto a una modalidad deportiva concreta. La dotación genética, el entrenamiento y/o el estado de salud (lesiones, etc.) determinarán el nivel de rendimiento que pueda alcanzar. En la figura 1.3, se exponen los factores que determinan el rendimiento deportivo (McDougall, Wenger and Green, 2000), hay factores entrenables y factores no entrenables pero todos ellos contribuyen decisivamente, de manera interaccionada, a la elevación de las capacidades de respuesta del deportista en las diferentes situaciones de competición.

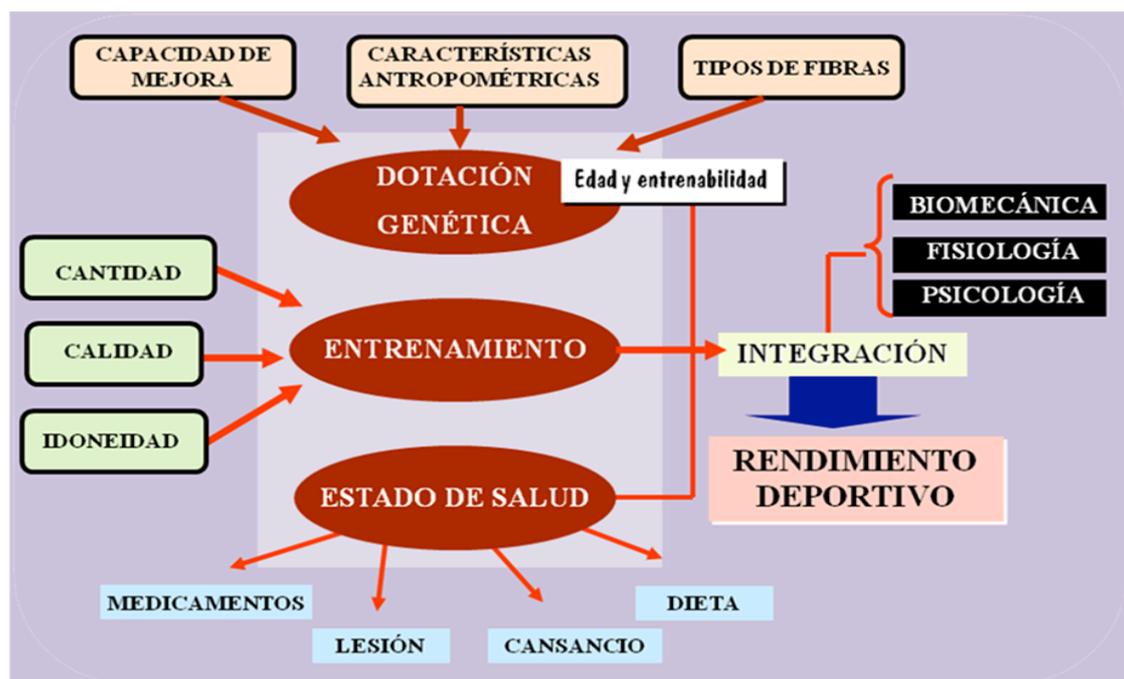


Figura 1.3.- Esquema de factores que determinan el rendimiento deportivo desde la perspectiva del deportista (McDougall, Wenger and Green, 2000)

C) Factores que determinan el rendimiento deportivo según el contexto de aplicación.

Es lógico pensar que el ámbito contextual donde se desarrolle el deporte condiciona las posibilidades de rendimiento del mismo. No son las mismas

las exigencias en iniciación al rendimiento que en alto rendimiento o en alto nivel. También, las características de la competición hacen que los matices de la misma condicionen el rendimiento. No es lo mismo competir en un Campeonato del Mundo, con la repercusión que tiene, que competir en un torneo amistoso o en otra competición con otras connotaciones.

En función de la manifestación deportiva y de sus características estructurales, existen una serie de factores que determinan la consecución de los máximos niveles de respuesta, ajustados a los parámetros de eficacia de cada modalidad. Estos deben ser los contenidos referentes en el proceso de aprendizaje y formación del deportista, en la búsqueda de los máximos niveles de rendimiento deportivo, es necesaria la perfecta integración y sincronía de todos ellos.

Por esto, no se puede hablar de una preparación que no se entienda desde un tratamiento holístico. De hecho la preparación en condiciones similares a la competición sigue siendo, cada vez más, el referente de una adecuada planificación. Por ello, cada vez es mayor la producción científica que utiliza una metodología ecológica, con simulaciones que respetan al máximo las características originales de la modalidad y que realiza el tratamiento científico de cualquier actividad física o deportiva desde una perspectiva en la que confluyen distintos campos de conocimiento con el fin de aportar una perspectiva interdisciplinar que englobe a cada uno de los factores de rendimiento determinantes para el conocimiento de los mecanismos básicos sobre los que se asienta una determinada acción y que posibilite el análisis del gesto desde diferentes ópticas bajo el conocimiento básico de la motricidad.

Gutiérrez-Dávila y Oña (2005) presentan la estructura formal de las ciencias de la motricidad organizándolas de la más general, perspectivas básicas, a la más concreta, técnicas aplicadas. De esta forma todo queda conectado, los conocimientos básicos constituyen el marco de los más específicos y estos a su vez de las técnicas. En la figura 1.4, se presenta de forma

esquemática la estructura de las Ciencias de la Motricidad, desde las perspectivas básicas hasta la técnicas aplicadas (Gutiérrez-Dávila y Oña, 2005).

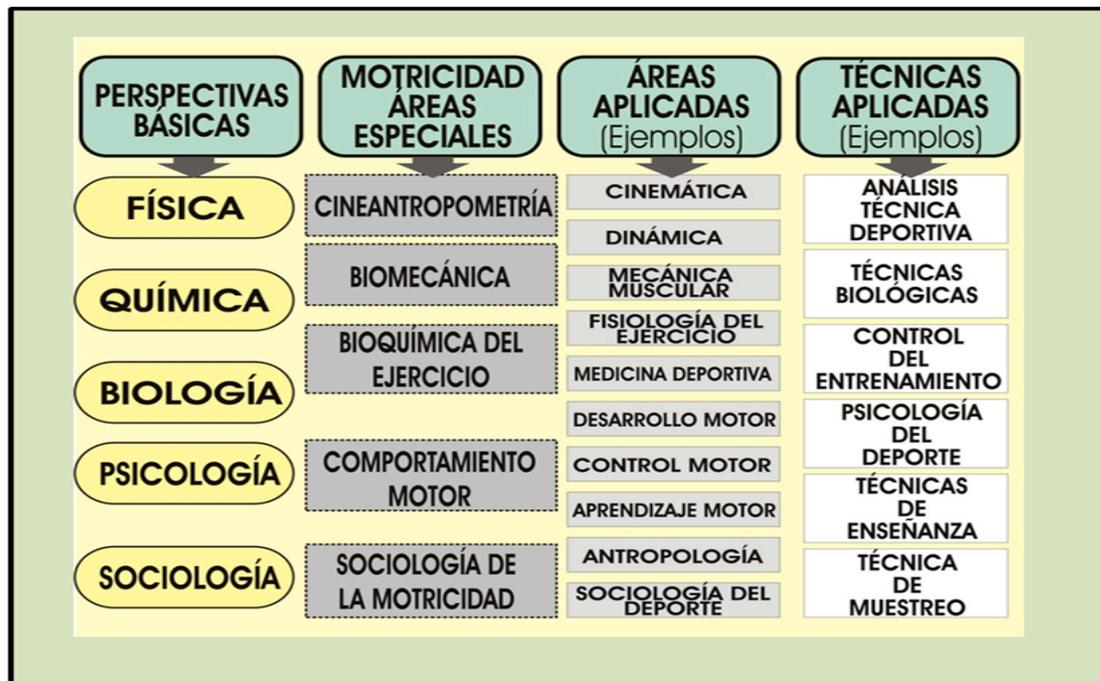


Figura 1.4.- Estructura de las Ciencias de la Motricidad (Gutiérrez-Dávila y Oña, 2005).

A partir de dicha estructura, Gutiérrez-Dávila y Oña (2005) organizan las perspectivas científicas relacionadas con el rendimiento deportivo en cinco grupos dependiendo de las disciplinas científicas que lo estudian y del desarrollo científico y tecnológico propio: Fisiología del ejercicio, Comportamiento Motor (Control, Aprendizaje y Desarrollo motor), Biomecánica, Sociología del Deporte.

Capítulo II

Marco conceptual

CAPÍTULO II.- MARCO CONCEPTUAL

2.1.- CONTEXTUALIZACIÓN DEL COMPORTAMIENTO MOTOR EN EL ESTUDIO DE LA ANTICIPACIÓN DEL PORTERO DE BALONMANO.

El estudio de la percepción del movimiento y su relación con acciones motrices de carácter abierto de interceptación y/o recepción de trayectorias de móviles y percepción de trayectorias, están relacionadas en el ámbito del Comportamiento Motor y especialmente del Control Motor con el estudio de procesos perceptivo motores entre los que se encuentra la anticipación.

El comportamiento, según Thorndike (1931) y Hull (1943), se define como la interacción de un organismo y el medio donde se desarrolla dicha interacción. Oña, Martínez, Moreno y Ruiz (1999), a partir de esta definición, destacan que el comportamiento lo constituyen tres elementos básicos: un organismo, como ente viviente autónomo; un medio donde se desarrolla dicho organismo, compuesto por un conjunto de estímulos potencialmente susceptibles de actuar sobre el organismo, y las interacciones entre el organismo y su medio, que constituyen la conducta. Estas interacciones tienen un doble sentido, por un lado, los cambios que produce el organismo para responder y así adaptarse al medio y, por otro, los cambios que produce el organismo sobre el medio; así ninguno de los dos elementos, medio y organismo, son inmutables sino dinámicos en un proceso de adaptación continua.

La estructura del comportamiento viene determinada por la interacción entre medio y organismo. Siguiendo a Oña et al. (1999) esta interacción se entiende a partir del esquema comportamental enunciado por Tolman (1932), donde la estimulación representa el medio como entradas de información (input) y el organismo es un procesador a través de sus distintas estructuras específicas de esa estimulación, tratadas en unidades de procesamiento. Estas unidades, una vez procesadas, hacen que se emita una respuesta (output) que después de su confrontación con el medio

pueden regresar al organismo como nuevas unidades de estimulación (feedback), para modificarlo y adaptarlo mejor (figura 2.1). Por lo que el comportamiento puede ser entendido como un sistema autorregulado a través de la información que recibe el organismo tras la respuesta emitida.

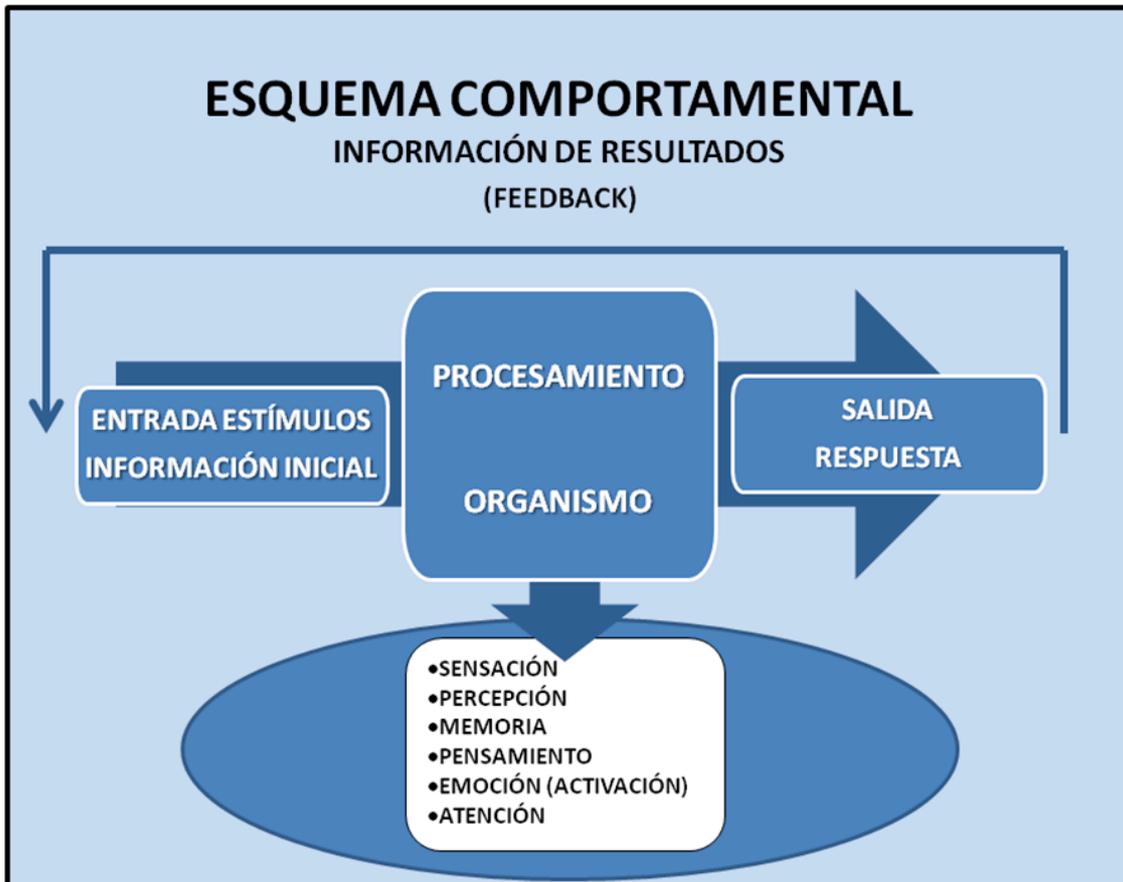


Figura 2.1. Esquema comportamental (adaptado de Oña et al., 1999).

El esquema comportamental se ha ido concretando a partir de una serie de elementos que lo matizan y ha llevado al desarrollo de nuevos modelos conceptuales más completos. Destacando el modelo de Bucle cerrado o servosistemas (figura 2.2), donde se incluyen diferentes niveles de procesamiento y fuentes de información (Oña et al., 1999)

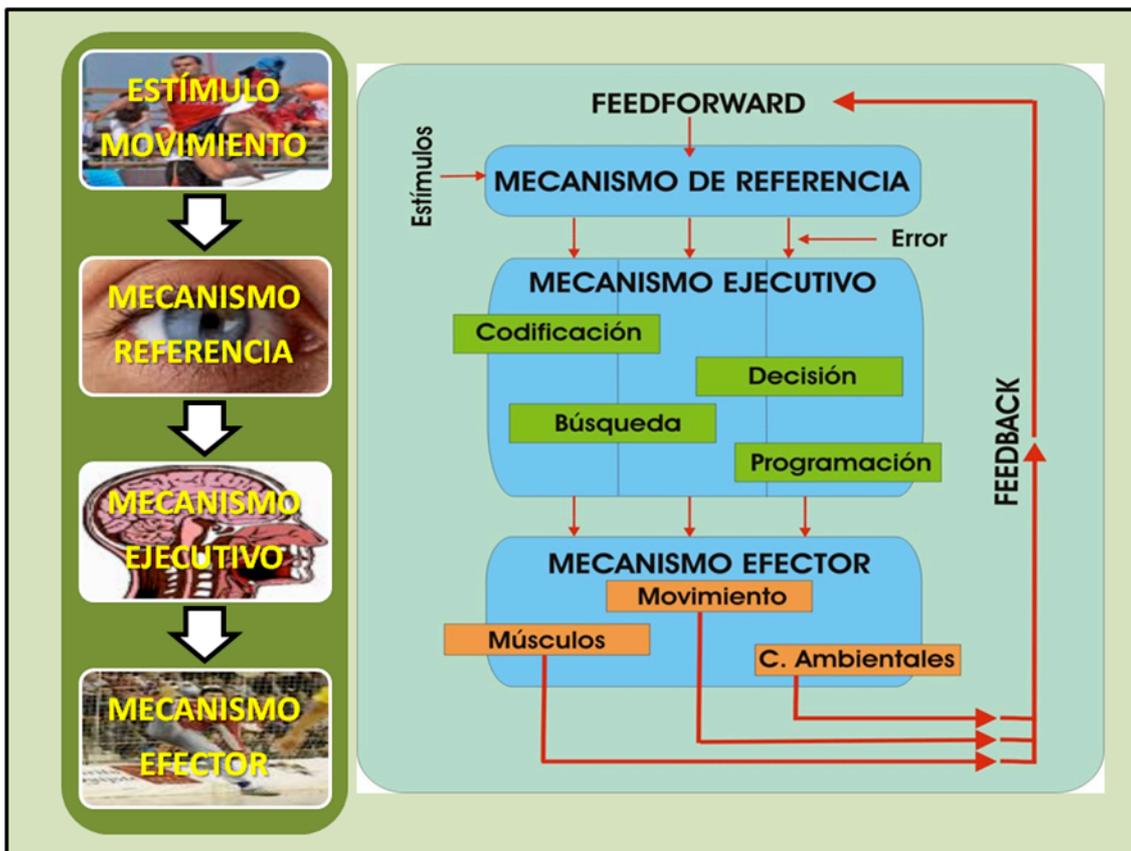


Figura 2.2.- Modelo de Servosistema adaptado a la ejecución de la intervención del portero de balonmano (adaptado de Núñez, 2006).

El primer nivel lo representa el mecanismo de referencia donde, a través de la información previa (feedforward), estarían colocados los objetivos para la ejecución correcta del movimiento. En este estudio hace referencia a toda la información acerca de los preíndices de movimiento que deberá percibir el portero durante las distintas fases del lanzamiento que realiza el oponente: orientación corporal, orientación segmentaria, posición del lanzador, posible altura de salida del balón, estructura temporal del lanzamiento, entre otros.

El nivel ejecutivo constituye el segundo nivel y lo compondrían los niveles de procesamiento de la información (identificación del estímulo, selección de la respuesta y programación de la respuesta). Corresponde a la identificación del preíndice que determina la anticipación del portero, que hará que este se desplace a un lado u otro con el fin de interceptar la trayectoria del balón.

El nivel efector lo conformarían las estructuras físico-biológicas del organismo que producen el movimiento (sistema nervioso, músculos y articulaciones), lo que hace referencia a cada uno de los aspectos que permiten coordinar una cadena cinética de actuación muscular que posibilite desplazar el cuerpo o al menos algún segmento hacia la trayectoria del balón.

La retroalimentación puede proceder de dos vías diferentes, una de la información propioceptiva del funcionamiento de esos componentes y otra de los resultados de la acción en el ambiente. Este modelo explicativo de la conducta motora es el ideal para ser aplicado a movimientos largos, continuos y abiertos, donde el jugador debe adaptarse continuamente a un entorno variable del que necesita y extrae información, como los que ocurren en el balonmano, donde el sujeto ha de adaptarse a los cambios que constantemente se producen en el juego. Es decir, que durante el proceso de entrenamiento se debe dotar al sujeto de las experiencias adecuadas que le permitan reducir sus niveles de incertidumbre y en el caso del portero de balonmano ser capaz de anticiparse elevando así las posibilidades de eficacia en la intervención, ya que la capacidad de interpretar las acciones de los contrarios, identificando rasgos significativos de los patrones de ejecución de los oponentes permite anticiparse en la respuesta.

Dentro del esquema comportamental, la anticipación del portero de balonmano como objeto de este estudio, está relacionada principalmente con los procesos de recepción de la información asociada al movimiento (sensación y percepción), el área del Comportamiento Motor encargada del estudio de estos procesos es el Control Motor que tiene como objeto el estudio de los procesos de recepción y procesamiento de la información, así como el control de la ejecución como determinantes de los mecanismos de control del movimiento.

Siguiendo el esquema comportamental, el procesamiento de la información que el organismo recibe del medio en el que se desenvuelve, comienza con el proceso de recepción de información mediante la codificación del estímulo, que viene determinado por dos procesos íntimamente relacionados y que mantienen una gran interacción entre ellos, estos procesos son la sensación y la percepción.

La sensación dentro del proceso de codificación del estímulos no se puede entender como un simple proceso físico precomportamental, sino que el organismo funciona de forma activa modulando y seleccionando información en lugar de ser un receptor pasivo. La sensación consiste en un cambio de energía externa por energía nerviosa, procesable como información por el organismo, su transmisión a los niveles de memoria y su organización primaria para ser identificada. La sensación comprende tres fases (Oña et al., 1999):

- a. Transducción: consiste en la transformación de la energía física que llega al receptor en energía nerviosa.
- b. Transmisión: así comienza la siguiente fase en la que se conduce la energía nerviosa generada hasta las áreas de proyección primaria del cerebro.
- c. Elaboración: en esta última fase los impulsos nerviosos que llegaron a las áreas primarias pasan a las áreas asociativas donde se elabora y produce la experiencia sensorial.

La recepción de información proveniente del exterior, se produce a través de los órganos de los sentidos, los cuales se encargan de descifrar diferentes tipos de información permitiendo cubrir cualquier necesidad perceptiva, con lo que la percepción se puede considerar como un proceso inferencial, en el que los objetos percibidos no dependen sólo de los objetos externos, sino también de cómo organiza nuestro sistema cognitivo la estimulación que impresiona los órganos sensoriales (Oña et al., 1999). Es decir, que el sujeto no recibe de forma pasiva los estímulos del medio sino

que decide cuál de ellos selecciona y organiza en interacción con los procesos de memoria, atención o programación.

Por lo tanto, en deportes de carácter abierto con situaciones de gran variabilidad contextual, la conducta motriz se explica a través de procesos perceptivo-motores en los cuales al mecanismo perceptivo le correspondería la identificación de estímulos o el reconocimiento de patrones para así poder ajustar las respuestas emitidas a los distintos tiempos que demanda el juego.

La programación de la respuesta consiste en un conjunto integrado de órdenes que se enviarán al sistema efector, para que las unidades neuromusculares actúen en un juego sincrónico tensión-relajación, a lo largo de un patrón temporal (patrón neuromuscular) produciendo el movimiento. A este conjunto integrado de órdenes se le denomina programa motor (Oña, 1994).

Llegados a este punto, concurren dos modelos explicativos de la relación que se produce entre cómo se elabora, se almacena y se recupera el programa motor y el funcionamiento de la memoria motora. Henry and Rogers (1960) exponen el concepto de esquema motor restringido, que considera que el aprendizaje de habilidades motoras concretas establece en la memoria neuromotora una serie de comandos neuromusculares organizados y que estas permanecen inmutables para su uso futuro. Este modelo se apoya en modelos de procesamiento serial de la información, en los cuales desde la llegada del estímulo hasta la producción de la respuesta ocurre serial y automáticamente a través de estadios diferentes e independientes entre sí. Este modelo de programa presenta dos problemas: el primero hace referencia a la capacidad de almacenamiento en la memoria del sujeto, considerando que si cada gesto genera un programa motor sería enorme la memoria necesaria y el segundo está relacionado con la novedad en la respuesta motora, ya que con la explicación que ofrece este modelo una vez almacenado cada programa motor es independiente y se repite

siempre de la misma forma, de tal manera que cualquier variación constituiría un nuevo programa.

En contraposición a este modelo se han enunciado modelos explicativos más flexibles, Schimdt and Lee (2005) exponen el concepto de programa motor generalizado o esquema motor, y Greene, (1972) propone el control multiniveles. Según estos autores, el programa motor no es una copia mental de un gesto físico que permanece inmutable durante todo el procesamiento, sino que debe definirse cada vez según las condiciones ambientales, entre las que la información dada (feedforward) y la información sobre el resultado (feedback).

En el control multiniveles, los niveles más altos de procesamiento representan aspectos globales o invariantes del programa motor y si se producen variaciones ambientales pequeñas el programa motor generalizado se adapta a los nuevos parámetros.

Siguiendo a Schimdt and Lee (2005) los aspectos invariantes más relevantes en el programa motor son la estructura temporal del gesto, el orden de los elementos y la fuerza relativa. Otros aspectos como la aparición del estímulo, el momento, la intensidad, la magnitud, tipo, etc., también influyen de forma significativa en el sujeto, condicionada por la mayor o menor posibilidad de ajustes internos que modifiquen la coordinación de movimientos en el gesto, por lo que la eficacia de las acciones motrices, depende de la rapidez con que se efectúan las mismas (Keler y Tishler, 1984).

Uno de los criterios básicos para medir la habilidad motriz de un sujeto en una acción es el tiempo invertido para su realización (Párraga, 1999), por lo que a menor tiempo transcurrido entre la aparición del estímulo y la respuesta motora, mayores son las posibilidades de eficacia del gesto, siempre que no esté condicionado a factores tácticos, donde el concepto "*momento*" será el determinante (Román, 1997). Aunque es necesario tener

en cuenta que una vez tomada la decisión, la respuesta ha de ser lo más rápida posible para reducir el tiempo de respuesta del adversario.

Otro criterio a tener en cuenta para establecer el grado de adquisición de una habilidad motriz es la automatización y la consistencia con la que se repite la ejecución de ese gesto técnico. Así, la automatización del lanzamiento en deportistas de nivel ha sido comprobada en diferentes estudios (Bartlett, Bussey, and Flyger, 2006; Schorer, Baker, Fath, and Jaitner, 2007 entre otros), comprobando que las variables velocidad y precisión adquieren un elevado nivel de automatización entre cada uno los intentos analizados.

En la anticipación, la relación entre el organismo y el medio está mediatizada por la información que llega al individuo a través de los canales sensoriales exteroceptivos, que informan de la estimulación externa al organismo. De los receptores exteroceptivos, la visión es el canal determinante (Magill, 1989), al administrar la mayor cantidad de información acerca del movimiento de los objetos.

La percepción de objetos en movimiento y sus trayectorias supone una predicción del comportamiento, así como la sincronización con el movimiento de los segmentos corporales para coincidir en un momento temporal y a esto se le denomina anticipación. La anticipación es definida, dentro del contexto de los deportes colectivos como: *la acción que permite realizar un movimiento de interposición a una trayectoria de un sujeto o un móvil, teniendo en consideración la situación de juego, las propias capacidades y las de los demás participantes, así como de las acciones derivadas de la lógica interna y del deporte en cuestión.* (Guzmán y García, 2002).

Según lo expuesto es correcto proponer que la anticipación constituye un proceso con múltiples facetas que puede facilitar el rendimiento deportivo de muchas maneras, ya que permite la integración de la respuesta técnica y

reduce de forma clara el número de elecciones y decisiones que deben ser realizadas (Ruiz y Sánchez, 1997).

Poulton (1957), clasifica la anticipación en tres tipos

- a. Anticipación efectora, relacionada con la predicción del tiempo que se empleará en la producción de una respuesta motriz. Un ejemplo, se produce cuando el portero determina con antelación cuando va a cubrir un determinado espacio de la portería que le ha ofrecido al lanzador, produciéndose de esta manera un juego de intenciones en el que el portero ofrece espacios para provocar la respuesta esperada por él en el lanzador. Un proceso donde se reduce la incertidumbre e incrementando las posibilidades de éxito en la intervención.
- b. Anticipación receptora, está relacionada con la anterior y con ella se trata de predecir el tiempo que empleará un acontecimiento en suceder. Siguiendo con el ejemplo anterior, el portero inicia el movimiento en el momento oportuno para ser eficaz, ya que si lo hace con mucha antelación descubre su intención al lanzador y si retrasa demasiado el comienzo de la acción con toda probabilidad le restaría eficacia a su intervención. Por lo que el portero iniciará el movimiento en función de cuándo cree que el lanzador no va a poder cambiar la trayectoria del lanzamiento que está realizando.
- c. Anticipación perceptiva, el deportista debe predecir las características de los estímulos cuando éstos no están presentes, el portero detecta a qué lugar se va a dirigir un lanzamiento aunque no perciba al lanzador o el balón, total o parcialmente. Se trata de identificar puntos de información relevantes que le posibiliten localizar las características del lanzamiento.

Magill (1989) destaca cinco factores que pueden influir en los procesos de anticipación:

- Probabilidad de predicción del estímulo. La predicción es considerada como la consistencia de un patrón espacio-temporal sobre la aparición de un estímulo, es decir va a depender de las

regularidades que presenta la acción motriz precedida bajo un mismo estímulo.

- Velocidad del estímulo. En este factor se considera la relación con la velocidad del estímulo como un continuum, donde será mayor la dificultad en los puntos extremos, representándose como una "U" invertida la relación entre la precisión anticipatoria y la velocidad del estímulo.
- Tiempo de presencia del estímulo. Es conveniente que el deportista obtenga un alto conocimiento de las características de los estímulos, para no tener la necesidad de seguirlos durante toda la trayectoria, sino anticiparlos.
- Cantidad de entrenamiento. La práctica es un elemento muy importante para educar las conductas anticipatorias, por lo que se debe dotar al deportista de experiencias variadas en anticipación ajustadas a las características específicas de su deporte.
- Complejidad de la respuesta. Cuanto más compleja es la respuesta mayor es la disminución de la conducta anticipatoria.
- Otra clasificación sobre la anticipación la agrupa en dos categorías (Ruiz y Sánchez, 1997; Oña et al. 1999):
- Anticipación motora temporal. Supone que el deportista conoce la respuesta que puede ser realizada, disminuyendo el tiempo empleado en responder. Implica el ajuste por parte del sujeto de la respuesta respecto al momento de aparición del estímulo.
- Anticipación motora espacial. Supone la anticipación por parte del sujeto de la respuesta que será requerida porque éste conoce el tipo de estímulo que será presentado.

Según Núñez (2006), en la anticipación espacio-temporal, el sujeto predice la localización futura del estímulo y su clase en función de una serie de índices, que cuando están referidos a movimientos corporales son denominados preíndices de movimiento. Los preíndices, junto a la información global relacionada con la probabilidad global de que ocurra un

evento, son las fuentes principales de información que contribuyen a la anticipación en situaciones deportivas (Reina 2004).

Por tanto, en la situación específica que se analiza en este trabajo, los preíndices hacen referencia a la información sobre las tendencias de lanzamiento que los oponentes poseen y la información global sobre la probabilidad de que ocurra un evento hace referencia a la cinemática propia del gesto que el deportista ha aprendido a asignarle un significado fruto de su experiencia.

Para el estudio de la anticipación, el parámetro más utilizado es el tiempo de reacción (TR), que se define como el tiempo que transcurre desde que se produce la estimulación hasta que se produce el inicio del movimiento, por lo que se convierte en un factor determinante en el inicio de la respuesta motora y se constituye como un elemento que establece de manera definitiva la eficacia en la ejecución.

El tiempo de reacción se clasifica en función del número de estímulos que se presenten y el número de respuestas posibles asociadas a dichos estímulos (Párraga, Sánchez y Oña, 2001). El tiempo de reacción se presenta como:

- a. Tiempo de reacción simple. Cuando existe un solo estímulo y una sola respuesta válida.
- b. Tiempo de reacción de elección. Cuando existen varios estímulos y una respuesta válida para cada uno de ellos.
- c. Tiempo de reacción de selección. Cuando existen varios estímulos y cada uno tiene asociadas varias respuestas posibles.

En el estudio de un gesto deportivo a partir del análisis temporal aparece el parámetro tiempo de movimiento (TM), entendido como el tiempo transcurrido desde el comienzo hasta la finalización de la respuesta motora, y que unido al parámetro tiempo de reacción van a determinar el tiempo en

la respuesta de reacción (RR) del sujeto, en respuesta a la situación de juego que se le presente en un determinado momento.

En procesos de comportamiento motor se acepta que el tiempo de reacción (TR) se divide en a) tiempo de reacción premotor (TRP), que representa mecanismos centrales (desde la aparición del estímulo hasta el comienzo de la línea base en el registro electromiográfico) y b) el tiempo de reacción motor (TRM), que representa procesos periféricos (desde que el estímulo de transmisión químico llega al músculo hasta el comienzo del movimiento). La finalización del tiempo de reacción motor, señala el comienzo del tiempo de movimiento (Oña, 1994; Párraga, 1999).

Otra parte del proceso comportamental, relacionado con la anticipación, es la capacidad de atención, que en relación con la optimización de la respuesta motora va a permitir al sujeto seleccionar las señales necesarias para ejecutar una acción economizando esfuerzos. Según Oña et al. (1999), la capacidad de atención mantiene una función general de control y concentración sobre el concepto de procesamiento de la información motora, que facilita e incrementa el rendimiento de los distintos comportamientos implicados: sensación, percepción, memoria, programación y/o activación. Su actuación consiste en seleccionar los estímulos relevantes, ayudar a organizar el conocimiento de esos estímulos en la percepción, facilitar los procesos de almacenamiento y búsqueda en la memoria, mejorar la lectura del programa motor por el sistema efector e incrementar o disminuir los niveles de activación del sistema.

Por lo tanto, en el portero de balonmano como jugador que basa su participación en el juego en tareas de regulación externa, en la que la relación entre el medio y el deportista está cargada de situaciones que aportan una tasa muy elevada de información y teniendo en cuenta que el deportista tiene una capacidad para procesar información limitada, éste debe ajustarse a seleccionar las señales más relevantes. Por lo que los procesos atencionales juegan un papel esencial para el portero en la

necesidad que éste presenta de filtrar la información recibida (Antúnez, 2003).

Según Ruiz y Sánchez (1997) la atención se manifiesta en diferentes dimensiones, por un lado una dimensión interna-externa y por otro lado la dimensión amplia-reducida (figura 2.3). En todas las dimensiones el portero se ve influido por algún factor del juego que debe tener en cuenta. Según Antúnez (2003), en la dimensión externa-interna el portero centra su atención en los aspectos de la tarea y del contexto donde se realiza, alternando su atención interior (reflexión sobre el último lanzamiento recibido) al exterior (atención centrada en el jugador que porta el balón como potencial lanzador) o viceversa. En la dimensión amplia-reducida, el portero centra su atención de una forma abierta (elegir una solución de varias posibles en función de los preíndices del lanzador) o bien focaliza en un aspecto concreto (atención centrada en la muñeca del lanzador en el momento de lanzar).

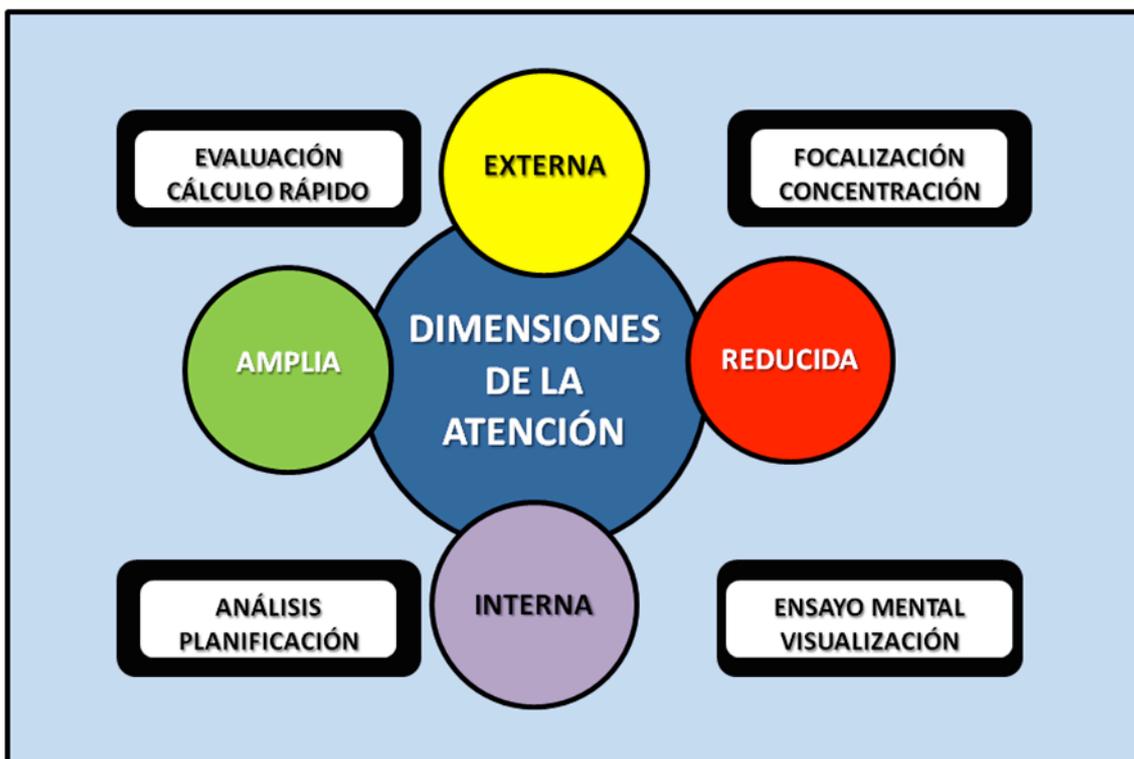


Figura 2.3. Dimensiones de la atención (Ruiz y Sánchez, 1997).

En cuanto a la funcionalidad de la atención, existen dos dimensiones:

- a. Atención dividida: como consecuencia de la necesidad que el deportista tiene de detectar y seleccionar la información relevante que proporcionan varios estímulos de forma simultánea (Cárdenas 1994). Así el portero de balonmano debe no perder la referencia de la portería mientras el equipo contrario circula el balón, al mismo tiempo que mantiene su atención en el jugador que posee el balón y por tanto es un lanzador potencial (Antúnez, 2003).
- b. Atención selectiva: permite al deportista centrarse sobre los aspectos más relevantes que ofrece el entorno de juego (Schmidt 1998). Siguiendo el ejemplo anterior del portero, éste debe no perder la referencia de la portería sin necesidad de centrar su atención en ella, pudiendo así focalizar su atención en las acciones de sus oponentes.

En el presente estudio, nos situaremos en una demanda de tiempo de reacción de elección y tiempo de movimiento, como medio para medir los factores que determinan los procesos de anticipación del portero. Las características del juego a las que se enfrenta el jugador de balonmano, y más concretamente el portero, están determinadas por los tiempos de reacción y de movimiento, por lo que el portero debe adquirir un alto grado de experiencia competitiva. Para poder resolver eficazmente cada una de las situaciones a las que expone en el transcurso del juego, el portero debe tener acceso a la aparición de contenidos de juego en diferentes formas de exposición y en diferentes contextos, enriqueciéndose así su experiencia para que se dé un adecuado y eficaz proceso de anticipación en cada situación de juego.

2.2.- CONTEXTUALIZACIÓN DE LA BIOMECÁNICA EN EL ESTUDIO DE LA ANTICIPACIÓN DEL PORTERO DE BALONMANO.

La habilidad motriz, como elemento observable de forma directa de la respuesta del sujeto, tiene su propia área de estudio, la cual está orientada a la mejora de la respuesta motora desde la perspectiva básica de la física. Esta área es la Biomecánica Deportiva.

La Biomecánica Deportiva, como perspectiva científica que busca la mejora de los resultados deportivos sobre la base del aumento de la eficacia biomecánica del gesto, permite profundizar en el conocimiento de las variables biofísicas que intervienen en el resultado patente de la técnica deportiva, como base de funcionamiento del engranaje de las fuerzas mecánicas internas, su soporte autónomo, la implicación neurológica y su control integrado, para intentar dar respuestas científicas a las causas que determinan el gesto deportivo (Gutiérrez, 1998).

Teniendo en cuenta el sentido práctico de la Biomecánica, Gutiérrez (1998) la define como una perspectiva científica orientada a establecer los principios y métodos de aplicación mecánica al estudio de las estructuras y fundamentos de los sistemas biológicos. Por tanto, la Biomecánica Deportiva es una rama de la ciencia que estudia las relaciones mecánicas de los seres vivos.

La Biomecánica Deportiva, además de hacer referencia a un campo de conocimiento que intenta describir, explicar y controlar las variables intervinientes en las acciones motoras desde una perspectiva científica, basada en la utilización de un lenguaje matemático, también desarrolla unas herramientas, técnicas instrumentales y metodologías de análisis diferenciados. Entre sus objetivos se encuentra el de servir como herramienta de evaluación de la técnica (García-Fojeda, Biosca y Vàlios, 1997) y determinar criterios de eficacia aplicando las leyes de la mecánica clásica a la ejecución de los movimientos. La utilización correcta de la

biomecánica implica que sea considerada como un elemento de comprensión y apoyo, para que, junto con las ciencias relacionadas con el deporte, suministre datos útiles y fiables (Rojas, Oña y Gutiérrez, 1998).

A partir de la Biomecánica Deportiva, como perspectiva de estudio del movimiento en el ámbito de la Actividad Física y el Deporte, se han sentado las bases para el desarrollo del entrenamiento técnico. Bober (1995) propone considerar la técnica deportiva como un conjunto de tareas de movimiento basadas tanto en principios biomecánicos, que sirvan para la utilización de la fuerza, la velocidad, potencia y resistencia, como en factores somáticos y psicológicos, para lograr los mejores resultados deportivos.

Para llevar a cabo las mediciones de estos principios y factores mecánicos de las técnicas deportivas resulta imprescindible la utilización de equipamientos con cierto grado de sofisticación. Los parámetros mecánicos pueden ser medidos a través de dos formas, (García-Fojeda, et al., 1997):

- a. Mediciones indirectas. Estudian los cambios en las posiciones espaciales a lo largo del tiempo de los diferentes segmentos corporales durante la realización del gesto deportivo. Se denominan indirectas debido a que para la obtención de los datos es necesario el tratamiento informático de estos. Lo que lleva implícito la falta de inmediatez en la obtención de resultados.
- b. Mediciones directas. Son las que se efectúan directamente del individuo cuando realiza una determinada acción. Tienen un alto grado de fiabilidad e inmediatez porque en el proceso no media ningún tipo de tratamiento, ya que el aparato de registro muestra el valor obtenido sin mediación humana. Pero presentan el inconveniente, por un lado, de que el sujeto tiene que ser implementado con un sistema que puede alterar la ejecución del gesto y, por otro, se hace necesario realizar la

medición fuera de un contexto real competitivo, porque los reglamentos de las competiciones no permiten la instalación de equipamientos durante las mismas.

Las mediciones pueden atender tanto a parámetros cinemáticos como a parámetros dinámicos, con lo que cada una de las técnicas de medida existentes presenta unos sistemas de registro y unos instrumentos diferenciados para el análisis biomecánico.

Según Gutiérrez-Dávila y Oña (2005), los registros cinemáticos no permiten la formulación de teorías sobre el origen del movimiento, sólo describen movimientos utilizando la medida del espacio y el tiempo, describiendo movimientos tales como, desplazamientos, giros, velocidades y aceleraciones lineales y angulares con respecto a un sistema de referencia.

El análisis dinámico, al contrario que el cinemático, no sólo describe movimientos sino que trata de identificar las sollicitaciones mecánicas que los generan (Gutiérrez-Dávila y Oña, 2005). A estas sollicitaciones mecánicas que actúan sobre un sistema y hacen que cambie su estado de movimiento se le denominan fuerzas. Las técnicas utilizadas para la obtención de parámetros cinéticos del movimiento humano son de carácter directo y se basan en la medida de la actuación muscular, aprovechando los registros obtenidos por las fuerzas ejercidas sobre el suelo o cualquier otro elemento, considerándolas como externas (fuerzas ejercidas desde el exterior del sistema) y teniendo en cuenta que éstas son el resultado de las fuerzas que actúan a través de las superficies que están en contacto con dicho sistema.

Con respecto a las técnicas de medida también es necesario resaltar la importancia que, gracias al desarrollo de las tecnologías a nivel general, están teniendo los sistemas automatizados integrados como exponentes del mayor grado de automatización. Se caracterizan por la escasa intervención humana en el proceso de medida, a la vez que integran diferentes sistemas

de registro controlados por el ordenador. Estos sistemas basan su funcionamiento en la utilización de elementos tecnológicos para reducir la intervención de agentes externos, permitiendo de esta manera reducir el error de medida e integrando diferentes herramientas de recogida de datos. Siendo el análisis de estos, su manipulación, su presentación y su almacenamiento en unidades de rápido acceso, una herramienta que facilita la labor de investigación.

En relación con la presente tesis doctoral, la Biomecánica Deportiva, como perspectiva científica aplicada al estudio de la anticipación en el portero de balonmano y atendiendo al carácter multidisciplinar que las investigaciones sobre acciones o gestos deportivos que realizan sujetos sometidos a reafuerzos externos propias de los deportes de equipo, pone al servicio del estudio las herramientas, métodos y técnicas instrumentales que les son propias de su ámbito.

Así pues, en este caso concreto, para el estudio se utilizan dos tipos de registros diferenciados. Por un lado el registro de la anticipación del portero se realiza mediante una plataforma de fuerza, que permite el registro de las fuerzas de reacción del suelo en sus tres ejes, y por otro lado el registro de la velocidad, de salida del balón y tiempo de lanzamiento a través de técnicas fotogramétricas tridimensionales, mediante un proceso de digitalización de fotogramas de los lanzamientos efectuados, además de un sistema de registro integrado encargado de sincronizar todos los procesos de medida obtenidos de los registros de las cámaras de alta velocidad y la plataforma de fuerza.

En la revisión sobre el estado del arte realizada para el desarrollo de la fundamentación teórica del presente estudio, no se ha encontrado ninguna investigación en la que se combinen estas dos técnicas de registro para la obtención de resultados, por lo que creemos que se introduce una nueva línea metodológica en la que se debe seguir avanzando con el fin de

profundizar en la investigación sobre situaciones de juego, con el mayor grado de similitud a las que aparecen en el juego real.

2.3.- CONSIDERACIONES GENERALES SOBRE EL OBJETO DE ESTUDIO. EL PORTERO DE BALONMANO.

Hernández Melián (1998) define el balonmano como *un deporte sociomotriz de cooperación-oposición, desarrollado en un espacio estandarizado y de utilización común para los participantes, los cuales intervienen simultáneamente sobre el móvil y cuyo objeto es introducir el balón en la portería contraria, utilizando para ello los medios permitidos por el reglamento*. Así el reglamento de juego define las posibilidades y limitaciones del mismo. Las diferentes normas, en forma de reglas, condicionan las acciones de los jugadores y sus posibilidades de expresión de cara a conseguir los objetivos que lo caracterizan. Por ello, es clave el conocimiento reglamentario de esta modalidad deportiva al objeto de conocer su funcionamiento y los factores que determinan el máximo rendimiento en la misma.

Las reglas condicionan que todos los espacios de juego, excepto las áreas de portería, pueden ser ocupados por todos los jugadores en todo momento (salvo en la ejecución del golpe franco que los jugadores atacantes no podrán sobrepasar la línea de golpe franco situada a 9 metros de la portería más cercana). El portero, por tanto, es el único jugador que puede ocupar el área de portería, delimitada por la línea de área de portería a una distancia de 6 metros, y podrá realizar sus intervenciones, de defensa o de ataque, sin oponentes ocupando ese espacio. Este aspecto supone un elemento diferenciador respecto al resto de los jugadores del equipo.

El portero, en sus intervenciones ante lanzamientos, tendrá plena libertad de movimientos (puede usar todas las partes de su cuerpo de manera defensiva para detener, desviar y/o interceptar el balón) y la oposición con

los contrarios estará condicionada por la posición en la que se produce el lanzamiento y por el tipo y características del mismo. De hecho, se pueden producir situaciones de juego en las que el portero se enfrenta directamente a un lanzador (1 x 1) o situaciones en las que el portero y otros defensores se enfrentan a un lanzador (1x2, 1x3, 1x4,...). En muchos de estos casos, además de la propia oposición que debe ofrecer al lanzador, se encuentra con limitaciones provocadas por la propia colaboración de sus compañeros. Nos estamos refiriendo a las situaciones en las que el portero tiene una visión restringida o parcial del punto clave de observación, al interponerse uno o más jugadores (compañeros y/o oponentes) entre el lanzador y él.

No cabe duda que, el balonmano como deporte de equipo, se caracteriza por la confluencia de acciones individuales y colectivas, teniendo repercusión unas sobre otras y viceversa. En este sentido la eficacia y éxito de las acciones estarán condicionadas por múltiples factores, que son cambiantes y que dependerán de cada situación contextual del juego, como consecuencia de la definición reglamentaria anteriormente aludida.

Por ello, no es extraño, que un amplio número de especialistas en balonmano resalten la importancia que adquiere el portero de balonmano en el rendimiento (resultado) de su equipo (Bayer, 1987; Faludi, 1987; Zeier 1987; Bárcenas y Román, 1991; Latiskevits 1991; Íbero, 1992; Czerwinski, 1993; Bulligan, 2003 y Pascual 2008, entre otros). En todos ellos se ha ensalzado la trascendencia de la eficacia en sus intervenciones al ser el último defensor.

2.3.1.- Consideraciones reglamentarias.

El deporte del balonmano, al igual que el resto de los deportes, está supeditado a un *sistema de reglas* o *reglamento* de juego que, definido institucionalmente, condiciona y delimita las posibilidades de respuesta motriz de los jugadores.

A nivel mundial es la I.H.F. (International Handball Association) la encargada de definir los aspectos reglamentarios que rigen este deporte y en España es la R.F.E.BM. (Real Federación Española de Balonmano).

Para analizar y comprender las posibilidades de actuación del portero de balonmano como último defensor, es necesario conocer con precisión qué es lo que permite el reglamento respecto al resto de jugadores. A continuación se describen y consideran algunas de las reglas, publicadas por la R.F.E.BM. (2005), más importantes que caracterizan a este deporte y que determinan las acciones que realiza el portero para evitar el gol.

1.- **El espacio:** el terreno de juego tiene un perímetro de 40x20 metros, y sus líneas interiores limitan y distribuyen el espacio en zonas permitidas, semiprohibidas y prohibidas. En la figura 2.4, se representa un campo reglamentario de balonmano.

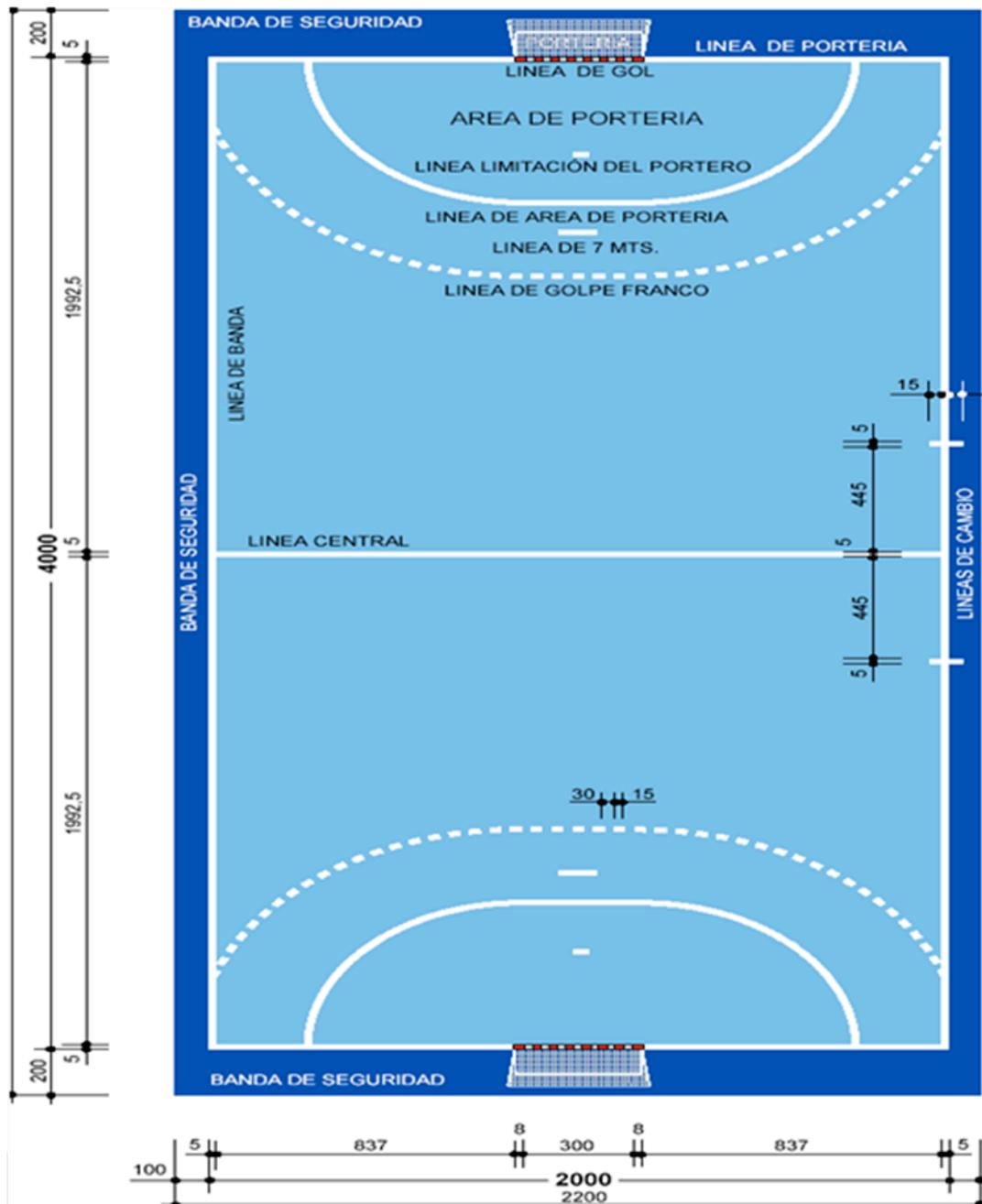


Figura 2.4.- El terreno de juego (Reglamento Real Federación Española de Balonmano, 2005).

2.- **Las metas:** las porterías miden 3x2 metros. Sus características pormenorizadas se presentan en la figura 2.5.

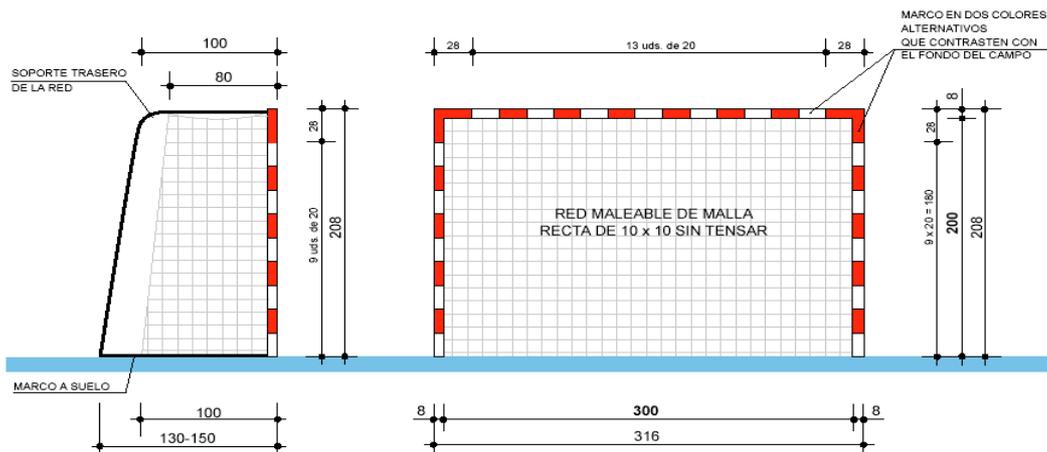


Figura 2.5.- La portería (Reglamento Real Federación Española de Balonmano, 2005).

3.- **El móvil:** el balón debe ser esférico y que bote: Sus dimensiones y peso varían en función de la categoría. En la tabla 2.1 se presenta sus aspectos más relevantes según las categorías de los participantes.

Tabla 2.1.- Tabla del peso y tamaño del balón en diferentes categorías (Reglamento Federación Española de Balonmano, 2005).

	TALLA 3 HOMBRES (mayores 16 años)	TALLA 2 MUJERES CHICOS de 12 a 16 años CHICAS a partir de 14 años	TALLA 1 NIÑOS de 8 a 12 años NIÑAS de 8 a 14 años
Circunferencia (cm)	58 a 60 cm	54 a 56 cm	50 a 52 cm
Masa (g)	425 a 475 g	325 a 400 g	315 g mínimo

4.- **Acciones específicas del portero:** según el Reglamento de Juego de la Real Federación Española de Balonmano (2005), en su regla nº 5, artículo 1, se *permite* al portero:

5:1 "Tocar el balón con cualquier parte de su cuerpo, siempre que lo haga con intención defensiva sobre el área de portería".

Esta regla define y diferencia las tareas propias de actuación del portero con respecto al resto de jugadores y a su vez son las que mayor frecuencia de aparición tienen, ya que es el único jugador que puede hacer uso del área

de portería y tocar el balón con cualquier parte de su cuerpo. (Pascual, 2008)

2.3.2.- Aspectos generales de las intervenciones del portero de balonmano.

Para un correcto análisis de la actividad anticipatoria del portero de balonmano, es necesario conocer el contexto en el que se desarrollan sus acciones y la lógica interna de las habilidades técnico-tácticas que éste manifiesta, así como los factores que condicionan su rendimiento.

La intervención del portero de balonmano presenta un alto grado de similitud a la acción de un portero de fútbol ante un lanzamiento de penalti que, según Núñez (2006), es una acción eminentemente perceptiva que presenta una regulación mixta. La acción del portero es una habilidad de interceptación de un móvil que trata de evitarle, en la que aparece un proceso de regulación externa correspondiente a los parámetros perceptivo espaciales (dirección y altura del balón) y temporales (velocidad del balón) y una regulación interna, correspondiente a la ejecución de la habilidad, en cuanto al tiempo que se necesita para interceptar el balón.

Así, a los patrones de movimiento propios del portero de balonmano, según Davis and Burton (1991), que clasifican las habilidades según su objetivo funcional, les correspondería un objetivo relacionado con el atrape de objetos que tienen como habilidades motoras asociadas la acción de parar, asegurar o interceptar un objeto en movimiento con el cuerpo, con una de sus partes o con un instrumento. Las habilidades que incluye son atrapar, desviar, bloquear o interceptar. Según Antúnez (2003) estas habilidades básicas sirven como fundamento para la adquisición de habilidades más complejas y de nivel superior más especializadas y propias de un deporte determinado y que se denominan habilidades específicas.

La realización del gesto técnico depende en última instancia del mecanismo de ejecución y de él depende que el resultado del proceso motriz esté de acuerdo con el propósito de la acción deportiva. Por esto, siendo el objetivo principal del portero de balonmano el no encajar goles, se debe considerar que las acciones que éste realiza para conseguirlo son acciones que se ajustan a unos aspectos globales o invariantes de un programa motor y que se identifica como técnica básica (Gutiérrez, Soto y Santos, 1992).

Esta técnica básica se entiende como la combinación de movimientos automatizados y organizados según una disposición espacio-temporal concreta, por tanto el portero de balonmano presenta una serie de movimientos que le son propios y que se pueden considerar como habilidades específicas o técnica básica del portero de balonmano y que evolucionan desde un patrón motor básico. En la figura 2.6, se presenta esquemáticamente la evolución motriz de la interceptación desde sus patrones motores básicos.



Figura 2.6.- Esquema de la evolución de motriz de la interceptación (Antúnez 2003).

En este sentido, Keler y Tishler (1984) exponen que la actividad del jugador, en este caso el portero, se desarrolla en un ambiente de incertidumbre, donde el individuo se ve obligado a ajustar su respuesta motora constantemente, condicionándose así las acciones técnicas y dotándolas al mismo tiempo de un alto componente táctico. Esto hace que el sujeto, además de dominar una serie de movimientos automatizados, deba contar con unos *recursos de la técnica básica* que representan los parámetros del programa motor que están relacionados con las modificaciones que se producen en las acciones técnicas como consecuencia de las rereferencias externas o la influencia de los parámetros tácticos (López, Gutiérrez y Párraga, 2006).

La habilidad específica o técnica básica del portero de balonmano a la hora de interceptar la trayectoria del balón lanzado hacia la portería se denomina *intervención* y se puede definir como *los movimientos que realiza el portero encaminados a la detención del balón con cualquier parte de su cuerpo tratando de evitar que el balón se introduzca en su portería* (Antón, 1993).

La intervención puede presentar tres formas en función del resultado de la interceptación:

- a. Parada: el portero intercepta la trayectoria del balón consiguiendo agarrarlo con las manos.
- b. Control: el portero al interceptar la trayectoria del balón amortiguando con alguna parte del cuerpo y dejando el balón en una situación que le permita cogerlo para una acción posterior.
- c. Despeje: el portero intercepta la trayectoria del balón desviándola sin conseguir el control posterior sobre el balón.

Para la clasificación de las intervenciones del portero de balonmano, existen en la bibliografía de carácter divulgativo algunos modelos de intervención que los porteros han venido ajustándose como base de éxito en la detención los lanzamientos. Por su relación con este estudio, se cita la clasificación

realizada por Íbero (1992), que cataloga las intervenciones del portero en función de la distancia de lanzamiento agrupándolas en dos grandes categorías:

1. Intervenciones o paradas en bloque o ante lanzamientos de primera línea atacante.

El portero busca interceptar el balón en su trayectoria, yendo a su encuentro. Dentro de esta clasificación se tiene en cuenta el criterio desde la zona donde se produce el lanzamiento, zonas centrales o laterales (mayor ángulo de lanzamiento), el criterio de la zona de portería donde se recibe el lanzamiento, altura alta, media o baja y el criterio del tipo de lanzamiento directo o indirecto (con o sin bote previo a traspasar la línea de portería entre postes). El lanzamiento se realiza a medio o larga distancia, siendo éstos efectuados a más de ocho metros (Falkowski y Enríquez, 1979). En este tipo de intervención, es un parámetro de eficacia anteponer la mayor superficie corporal posible como elemento de detención del balón. Para ello, se requerirán movimientos corporales globales, lo que implica que el portero debe anticipar el inicio del movimiento si quiere llegar al lugar de localización de lanzamiento a tiempo para su parada, despeje o desvío.

2. Intervenciones o paradas ante lanzamientos de segunda línea atacante o cercanos a portería.

El portero las realiza ofreciendo la máxima superficie corporal para cubrir la portería y utiliza los segmentos corporales como elementos de detención del balón. Ante este tipo de lanzamientos, debido a la escasa distancia entre el lugar de salida del balón y la posición del portero, cuenta con un periodo de tiempo menor que en la categoría anterior para su intervención, con lo que el tiempo de reacción y el tiempo de movimiento juegan un papel fundamental en el éxito de la intervención. Debido a esto, aunque la idea fundamental es ofrecer la mayor superficie corporal en el momento de detener el balón, el portero utiliza los segmentos corporales como recurso, ya que su

puesta en acción y desplazamiento es más rápido que si se implica el movimiento de todo el cuerpo.

La intervención del portero destinada a la interceptación del balón está mediatizada por un aspecto del juego relevante, al producirse una clara desventaja por parte del portero respecto al lanzador. Ya que es este último el que posee la iniciativa al ser el poseedor del balón. El objetivo principal del portero, por tanto, debe ser obtener ventaja ante su oponente o al menos una situación equilibrada, con lo que surge la necesidad de que el portero ponga en juego una serie de recursos que le ayuden a minimizar la incertidumbre en la localización del lanzamiento y le permitan realizar una intervención equilibrada. Siguiendo a Bayer (1987) las intenciones tácticas son este recurso y se clasifican en:

1. Control a distancia del portador del balón.

Para Espar (2001) el portero mantiene una disposición preventiva ante la posibilidad de recibir un lanzamiento. Esto implica que a cada pase del equipo atacante el portero deba desplazarse a una posición que le permita estar preparado ante un lanzamiento del nuevo poseedor del balón. Supone adoptar una actitud que le permita mantener un nivel de intervención en función de los requerimientos del juego.

2. Interceptación.

Es la actividad más destacada del portero, ya que a partir de esta intención el portero trata de detener el balón que ha sido lanzado a su portería. La interceptación está íntimamente relacionada con la técnica específica, gracias a la cual el portero puede llegar a las diferentes zonas de la portería hacia la que el balón se dirija.

3. Disuasión.

Mediante esta intención táctica el portero trata de reducir la incertidumbre de localización del lanzamiento, utilizando posiciones o desplazamientos que le hacen tomar la iniciativa en su duelo con el lanzador. El ofrecimiento y ocupación de

espacios de forma consecutiva es el mecanismo utilizado, así el portero induce al lanzador el lugar al que debe realizar su lanzamiento, con lo que el portero puede intuir la posible localización del lanzamiento y anticiparse en su intervención, reduciendo su tiempo de reacción. No obstante, es importante resaltar que el inicio del movimiento debe ajustarse al momento en el que el lanzador no pueda modificar su lanzamiento.

Las intenciones tácticas se manifiestan durante el juego con la utilización de las técnicas específicas del portero de balonmano asociadas a la defensa de la portería ante lanzamientos y éstas se apoyan en el cumplimiento de los siguientes principios fundamentales (Bárcenas y Román, 1991): a) La posición en el espacio y la posición de base del portero están supeditadas a la posición del balón, b) la atención del portero debe centrarse, prioritariamente, en la posición espacial del jugador atacante en posesión del balón, c) el cambio súbito de posición del portero debe producirse en el momento que el balón se ha desprendido de la mano del jugador atacante, d) para intuir la dirección del lanzamiento, el campo visual debe centrarse en el movimiento articular de la muñeca del poseedor de balón, debido a que dentro de la cadena cinética del lanzamiento la muñeca es el último elemento que puede hacer variar de forma significativa la dirección del lanzamiento efectuado.

Este estudio siguiendo la clasificación de las intervenciones del portero expuesta anteriormente, se centra en las intervenciones o paradas en bloque o ante lanzamientos a distancia.

2.3.3.- Estudios sobre la importancia de la actuación del portero en relación al rendimiento de su equipo.

A pesar de la importancia que al portero se le concede en el rendimiento de su equipo y en el resultado final de éste en la competición; no hay muchos estudios que traten sobre este tema y la mayoría de los que se encuentran en la literatura no se han sometido al método científico, presentando escasa validez científica. Muchos de estos trabajos no son más que publicaciones meramente descriptivas de las experiencias o impresiones de sus autores, que fundamentan su importancia en la transmisión de vivencias de práctica útiles para todo entrenador. Así, Pascual (2008) realiza una revisión donde se observa que los estudios se centran, entre otros, en la eficacia del portero como factor que determina la clasificación final del equipo. En la tabla 2.2, se presenta un resumen de los diferentes estudios referidos a estos autores.

Tabla 2.2.- Estudios sobre la eficacia del portero como factor en la clasificación de su equipo (Pascual, 2008).

Nombre	Muestra/Competición	Temporada	Objeto de estudio
Magalhaes (1999)	Campeonato Primera División Portuguesa	1997/1998	Clasificación final y porcentaje de paradas del portero ataques organizados y contraataques.
Silva (1999)	Equipos femeninos		Clasificación final y eficacia del portero
Silva (2000)	Campeonato de Europa Senior Masculino	1999/2000	Clasificación final y eficacia del portero
Volossovich et al. (2002)	Campeonato Primera División Portuguesa	2001/2002	Clasificación final y eficacia del portero

En esta misma línea, Pascual (2008) describe los resultados obtenidos por Volossovich, Barbosa & Reinaldo (2002) que presentan la eficacia de los porteros según el resultado de su equipo. Así, cuando la diferencia de goles entre los dos equipos fue igual o mayor de 5 goles (victoria desequilibrada), los porteros alcanzaron valores de eficacia muy altos, superior al 30% en un 86% de los casos. Por otra parte, cuando el porcentaje de eficacia del portero fue muy bajo, los equipos sufren derrotas por más de 5 goles. El mismo patrón de comportamiento se manifiesta en las victorias y derrotas

por menos de 5 goles, por lo que concluye que para que un equipo se desarrolle de forma equilibrada en cuanto a su resultado el porcentaje de eficacia del portero debe ser alto.

Otra línea de trabajos es la que analiza la localización de los lanzamientos como elemento determinante en la intervención del portero. Así, Román (2001), tomando como muestra los goles de los 12 primeros equipos clasificados en el Campeonato de Europa Juvenil de 2001, encontró una clara tendencia a localizar los lanzamientos en los ángulos inferiores de la portería (59.5%), seguido de la localización a altura intermedia (22.5%) y finalmente a los ángulos superiores (18%).

López (2005), siguiendo esta línea de estudios sobre el análisis de las zonas de lanzamiento en balonmano, hace una revisión exhaustiva en la que destacan los trabajos de Antón (1991), López, Párraga y Gutiérrez (2003) y Román (1989, 1993, 1997, 2001a, 2001b, 2001c).

Antón (1991) realiza un análisis de las estadísticas del XII Campeonato del Mundo de Balonmano celebrado en Checoslovaquia en 1990. A la vista de los resultados se observa que el 44% de los lanzamientos se realizan desde primera línea atacante. Este dato nos indica el gran peso específico que tienen estos jugadores en un equipo. En cuanto a la relación goles/lanzamientos, es decir, el estudio de la rentabilidad que tienen los lanzamientos desde los distintos puestos específicos, se observa que la mínima eficacia se produce desde esta primera línea, el 34.4% del total de lanzamientos concluye en gol. En la tabla 2.3, se presenta un resumen donde se recogen las diferentes aportaciones realizadas por los autores expuestos sobre los porcentajes de eficacia de los lanzamientos, a nivel global, y en puestos específicos.

Tabla 2.3.- Comparativa entre los Campeonatos del Mundo celebrados en Checoslovaquia en 1990 (Antón, 1991) y los Campeonatos del Mundo de Balonmano celebrados en Portugal en 2003 (López, Párraga and Gutiérrez, 2003) y Túnez 2005, en cuanto a los porcentajes de eficacia de los lanzamientos de los equipos, a nivel global, y en puestos específicos.

	Totales	7 metros	1ª Línea	Pivote	Extremo	Contrata.
	2443/4779	313/416	725/2109	602/962	354/670	446/612
Checoslov.	51% (gol)	75.2%(gol)	34.4% (gol)	62.5% (gol)	52.8% (gol)	72.9% (gol)
1990	Porcentaje del Total de los Lanzamientos	9%	44%	20%	14%	13%
	5051/8159	465/652	1421/3645	941/1468	742/1349	734/1036
Portugal	61.9% (gol)	71.3%(gol)	38.9% (gol)	64.1% (gol)	55% (gol)	70.8% (gol)
2003	Porcentaje del Total de los Lanzamientos	7.9%	44.67%	17.9%	16.5%	12.7%
	4825/8741	564/773	1508/3414	1282/2273	614/1144	857/1137
Túnez	55.19%(gol)	72.9%(gol)	44.1% (gol)	56.4% (gol)	53.6% (gol)	75.3% (gol)
2005	Porcentaje del Total de los Lanzamientos	8.8%	39.05%	26%	13.08%	13%

Román (1997) efectúa otro análisis similar, aunque profundizando más en los realizados desde la primera línea atacante (desde los puestos específicos de lateral izquierdo, lateral derecho y central). Para ello, utiliza como metodología la comparación estadística de los datos obtenidos en tres competiciones de máximo nivel, como son los Campeonatos del Mundo Masculinos de 1993, 1995 y los Juegos Olímpicos de Atlanta de 1996. Concluye que, del total de lanzamientos que consiguen su objetivo, un 75% fueron lanzamientos realizados a distancias comprendidas entre 9 y 11 metros (1ª línea). En los Juegos Olímpicos de 1996 se produce un relativo descenso en los lanzamientos de primera línea a un 71.5% en datos obtenidos de los seis primeros clasificados.

En los Campeonatos del Mundo de Balonmano de Portugal 2003 y Túnez 2005, utilizando las estadísticas oficiales del Comité Organizador, se constataron un mayor número de lanzamientos desde la primera línea (tabla 2.3), concretamente el 44.67% y el 39.05%, aunque la efectividad desde esta posición era de las más bajas, el 38.9% y el 44.1%, respectivamente. Coincidiendo estos resultados con lo deducido anteriormente por Antón (1991).

Utilizando como metodología el análisis de las estadísticas oficiales del Comité organizador del Campeonato de Europa Juvenil Masculino 2001, celebrado en Luxemburgo, Román (2001b) nos ofrece los datos referidos a la eficacia de los lanzamientos desde diferentes espacios, así como el porcentaje de goles sobre el total obtenido desde los citados espacios. De todos los lanzamientos observados en el campeonato, el lanzamiento exterior (1ª línea) ocupa el segundo puesto de los más efectivos, es decir, que el 77.3 % de los lanzamientos desde 1ª línea acaban en gol, debido posiblemente a la velocidad que alcanza el balón durante al lanzamiento, lo que deja un periodo de tiempo muy reducido para que el portero en colaboración con sus compañeros defensores pueda intervenir con éxito.

El número uno del ranking de mayor efectividad es el lanzamiento en penetración (cercano a portería) con un 92.3% de éxito. Las dos zonas con menor porcentaje de efectividad corresponden a la zona de 9 m y a los extremos, 44.5% y 52% respectivamente. El mayor porcentaje de goles en penetración se explica por la menor distancia de lanzamiento y mayor ángulo y, por tanto, mayores posibilidades de localización del balón a portería. Además la perpendicular respecto a la portería garantiza una acción mecánica más eficaz. En el caso de los extremos, la dificultad para conseguir gol es grande debido a la reducción del ángulo de lanzamiento. En la figura 2.7, se presentan estos datos de forma gráfica.

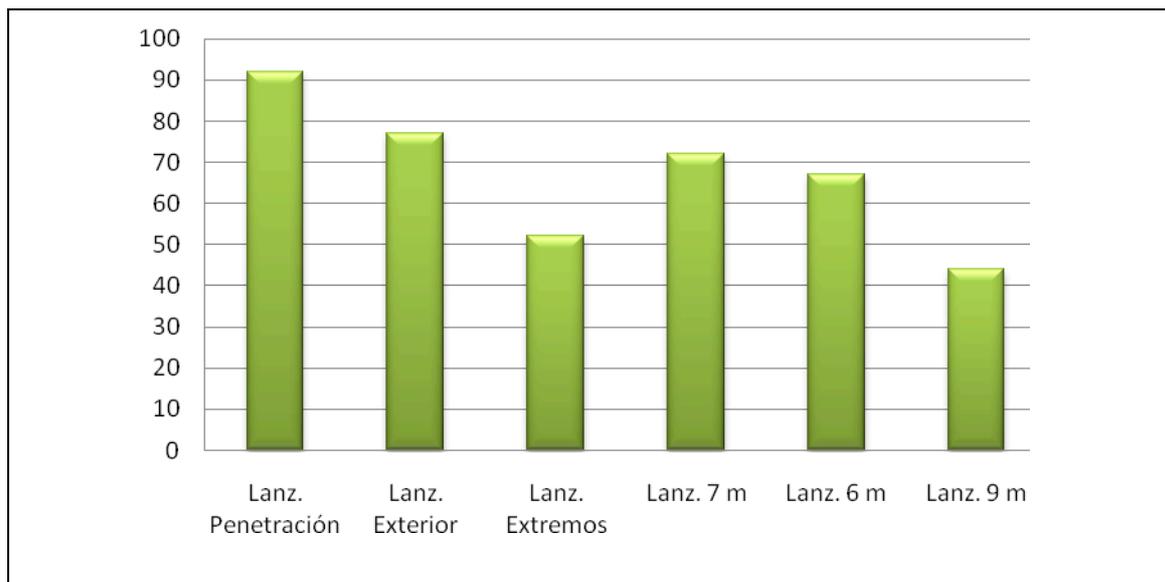


Figura 2.7.- Media efectividad áreas / lanzamientos (adaptado de Román, 2001b).

Román (1989) en un análisis estadístico de los VII Campeonatos del Mundo Junior celebrados en Galicia en 1989, obtiene resultados que denotan un ligero descenso del número y eficacia de los lanzamientos a distancia (9-11m), posiblemente por estar los jugadores aún en fase de formación y suponer estos lanzamientos un mayor riesgo y mayor dificultad de ejecución. Por el contrario, sí se observa un alto protagonismo de los lanzamientos en salto sobre el total de los lanzamientos, y más en concreto, de los realizados a distancia. El mismo autor en un estudio realizado en los Juegos Olímpicos de 1988 celebrados en Seúl, ya pone de manifiesto un descenso de la eficacia de los lanzamientos en salto vertical respecto a otros tipos de lanzamientos, aunque los porcentajes de utilización son igualmente significativos respecto a los analizados en campeonatos anteriores.

De todo lo anterior podemos deducir que el lanzamiento a distancia es uno de los más utilizados en balonmano, y dentro de este tipo de lanzamientos, el realizado en salto es el más utilizado. Aunque no se constituye como uno de los más eficaces, especialmente porque entrañan un mayor riesgo al ejecutarse a distancia y ofrecen de esta forma al portero más tiempo para realizar su intervención (Antúnez, 2003). Además, para este tipo de

lanzamientos, el número de oponentes que intervienen sobre el lanzador se incrementa respecto a otros.

Los cambios expuestos quizás se puedan explicar también por la aparición, en los últimos años, de una defensa más especializada y experta, con altura y envergadura impensables hace años. Este hecho ha provocado en algunos equipos que los puestos específicos de primera línea atacante, ocupados al menos por uno o dos jugadores con un alto grado de especialización en lanzamientos a distancia, se hayan modificado por la mayor tendencia a utilizar jugadores con mayor polivalencia, con un dominio rico de las acciones técnico-tácticas a emplear en el juego de ataque, en detrimento de una gran altura y envergadura, aunque con mayor capacidad de penetración y juego colectivo.

También Greco (2002) estudió la localización de los 3471 goles que hubo en el Campeonato del Mundo Masculino de Japón de 1997, con una media de goles por partido de 46.76 goles/partido. Los porcentajes de localización de los lanzamientos fueron los siguientes: el 57.6% se localiza en los ángulos inferiores, mientras que en los ángulos superiores se consiguieron el 28.36%, y el 14.03% restante se localiza en la zona media de la portería. En este mismo estudio el autor hace referencia a la localización del lanzamiento dividiendo la portería en 9 zonas. No se aprecia una diferencia considerable entre el lado derecho y el lado izquierdo de la portería y si parece más relevante la altura de la localización.

Por último, Pascual (2008) hace referencia a un estudio de Veloso & Silva (2004) que centran su investigación en el análisis de la oposición de porteros ante lanzamientos de primera línea. Las conclusiones que obtienen son que: la mayoría de los lanzamientos se ejecutan en salto, hay predominancia en los lanzamientos de primera línea desde la zona central y lateral derecho, la localización principal de estos lanzamientos se centra en los ángulos inferiores y superiores, los porteros portugueses tienen una eficacia de un 36.7% ante lanzamientos de primera línea y la técnica de

parada utilizada por los porteros está relacionada con el tipo de oposición efectuada por los defensores y la localización del lanzamiento.

2.4.- FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICA RELACIONADA CON LA ANTICIPACIÓN DEL PORTERO.

Diversos autores estiman que a las velocidades a las que se mueve el móvil, para el portero es muy importante tener la capacidad de prever la trayectoria de un lanzamiento, de ahí la necesidad de percibir señales o preíndices que ayuden a utilizar conductas de anticipación de la respuesta motriz, que permitan analizar información relevante y reducir la información redundante (Abernethy and Russell 1987; Moreno, Oña y Martínez, 1998).

Así, el portero de balonmano, ante la defensa de determinados lanzamientos, necesita utilizar estrategias de anticipación en sus intervenciones, debido principalmente a las altas velocidades que alcanza un balón en un lanzamiento (Párraga et al., 2001). En caso de retrasar su intervención, esperando que el balón salga de la mano, limitaría sus probabilidades de éxito, ya que el tiempo de vuelo del balón, en muchos casos, es menor a la suma del tiempo de reacción del portero más su tiempo de movimiento. Dato que puede verificarse al conocer la distancia de vuelo del balón, la velocidad de salida del móvil, el tiempo de reacción del portero y el tiempo de movimiento en función de la localización del balón en la portería.

Parece razonable pensar que, a menor distancia de lanzamiento y a mayor velocidad de salida del balón, la intervención del portero estará condicionada a otros factores que no son consecuencia de una técnica correcta de ejecución. Por el contrario, a mayor distancia y mayor tiempo de vuelo del balón, mayor disposición técnica podrá emplear el portero para conseguir su objetivo.

En este sentido es importante conocer el momento en el que el portero debe iniciar su intervención para tener opciones de conseguir su propósito. Pero también lo es la necesidad de conocer la dificultad que suponen la acción motriz propia de cada intervención, que dependerá de cada patrón de movimiento, de las articulaciones y segmentos empleados, etc.

Para organizar este apartado dedicado a la fundamentación científica del problema, hemos creído oportuno abordarlo desde tres aspectos que están estrechamente relacionados con el problema propuesto. Comenzando con el apartado sobre las investigaciones más relevantes relacionadas con los patrones de lanzamiento secuenciados, a continuación se expondrán todas aquellas aportaciones relacionadas con la precisión como factor relevante en el éxito de lanzamiento. Finalmente, se fundamentan los aspectos concretos relacionados con la anticipación del portero.

2.4.1.- Estudios relacionados con los patrones de lanzamiento secuenciados.

La mayoría de las investigaciones relacionadas con la detección de indicadores de dirección de lanzamiento se han orientado hacia el estudio de gestos que utilizan patrones de movimientos que tienen un comienzo y un final previsible. Estos patrones de movimiento están asociados a las cadenas cinéticas secuenciales, las cuales comienzan con la movilización del segmento más proximal hasta el más distal (secuencia P-D). Para conseguir que el segmento más distal alcance una alta velocidad final, este modelo aprovecha la transferencia de impulsos angulares de un segmento a otro, así como una mayor contribución de los momentos de contracción de la musculatura implicada (Herring and Chapman, 1992; Putnam, 1993). La necesaria transferencia de energía desde el segmento más proximal hasta el más distal, requiere de una secuencia temporal segmentaria que condiciona una cierta estabilidad individual en el patrón de lanzamiento, por lo que han podido ser considerados por las teorías cognitivas del control motor como un

invariante del esquema motor (Schmidt and Lee, 2005). Esta teoría, apoyada por la idea de que los patrones de movimiento son más estables cuando se incrementa la práctica (Müller & Sternad, 2004; Newel, Deutsch, Sosnoff and Mayer-Kress, 2006; Chow, Davids, Button and Koh, 2008), ha sido utilizada por la biomecánica para justificar que, para los lanzadores de élite, el análisis de un sólo ensayo puede representar la técnica individual. Un aspecto que está siendo cuestionado al comprobarse que, hasta los lanzadores muy experimentados, son incapaces de reproducir el mismo patrón de movimiento durante varias sesiones consecutivas (Morris, Bartlett and Fowler, 1997; Bartlett, Wheat and Robins, 2007; Kudo and Ohtsuki, 2008).

Incluso para el lanzamiento de jabalina, donde el único objetivo es obtener la máxima distancia, se ha descrito una mayor variabilidad intraindividual para los lanzadores de élite que la obtenida por lanzadores jóvenes de menor experiencia (Bartlett, Müller, Lindinger, Brunner and Morris, 1996). Estos cambios en el patrón de movimiento de lanzadores de jabalina muy experimentados, han sido considerados como una variabilidad funcional que les permite adaptarse a los cambios ambientales o estar relacionados con la prevención de lesiones (Bartlett, Wheat and Robins, 2007). Siendo así, parece evidente que esta variabilidad funcional adquiere especial relevancia cuando el lanzamiento se realiza en el transcurso de tareas que están influenciadas por la acción de un oponente, como es el caso del tenis, béisbol, bádminton, balonmano, etc., donde podrían constituir un mecanismo de compensación o estrategia muy eficaz para conseguir los objetivos del lanzamiento o golpeo. Así, en estas situaciones de uno contra uno, la interacción entre el lanzador y el oponente debe tener una influencia importante en la variabilidad de los patrones de movimiento utilizados por el lanzador. En este sentido, Ilmane and LaRue (2008) han puesto de manifiesto que la presión temporal a la que se ven sometidos los jugadores de balonmano podría alterar su patrón de lanzamiento.

Ante una situación de interacción portero-lanzador, el primero debería anticiparse a la dirección de lanzamiento a partir de los indicadores que

obtiene del patrón de movimiento utilizado por el lanzador, mientras que el lanzador debería ocultar dicha información para engañar al portero. Por ejemplo, en los lanzamientos de siete metros, cuando la velocidad de despegue del balón es de 25 ms^{-1} , éste tarda en alcanzar la portería 280 ms después del despegue de la mano del lanzador (Schorer, et al., 2007), mientras que el mejor tiempo de reacción de elección para deportistas expertos es de $358.22 \pm 25.87 \text{ ms}$ (Mouelhi Guizani, Bouzaouach, Tenenbaum, Ben Kheder, Feki and Bouaziz, 2006). Estos datos ponen de manifiesto que los porteros necesitarían obtener información acerca de la dirección de lanzamiento antes de que el balón inicie su trayectoria aérea, es decir, necesitan recoger la información del patrón de movimiento utilizado por el lanzador, mientras que, como se ha dicho, el lanzador debería ocultar dicha información. Concretamente, para los lanzamientos a portería en balonmano, Schorer et al. (2007) han distinguido entre una variabilidad producida por el azar, la cual se reduce con la práctica y una variabilidad funcional que estaría relacionada con los cambios que se producen en el patrón de movimiento con el propósito de engañar al oponente, la cual se ha registrado especialmente en lanzadores muy expertos.

El hecho de que exista la anticipación del portero, pone de manifiesto que también debería existir una cierta estabilidad en el patrón de movimiento utilizado por el lanzador para cada una de las direcciones de lanzamiento. Schorer et al. (2007) han considerado la existencia de un conjunto de patrones de lanzamiento que estarían condicionados por la dirección de lanzamiento y donde el lanzador podría utilizar dos tipos de estrategias para engañar al portero: a) utilizar diferentes patrones de movimiento para lanzar a una determinada dirección y b) utilizar el mismo patrón de movimiento para lanzar a diferentes direcciones, aunque esta opción requiere modificar en algún momento el patrón de movimiento para dirigir el balón hacia la dirección deseada. Considerando la eficiencia del modelo P-D utilizado en los lanzamientos que tienen como objetivo conseguir una alta velocidad tangencial del segmento más distal y considerando la interacción portero-lanzador, parece probable que el lanzador debería retrasar los

cambios o ajustes necesarios en el patrón de movimiento hasta instantes próximos al despegue del balón y en función de los movimientos del portero. Una estrategia compleja que podría modificar la secuencia temporal del modelo P-D y, consecuentemente, la velocidad de salida del balón (Herring and Chapman, 1992).

Las aportaciones de Fradet, Botcazou, Durocher, Cretual, Multon, Prioux and Delamarche (2004) y van den Tillaar and Ettema (2007) podrían justificar estos ajustes del patrón de movimiento al poner de manifiesto que el lanzamiento a portería en balonmano no se comporta como una estructura típica de secuencia temporal segmentaria (secuencia P-D), como ocurre con otros lanzamientos que tienen como único objetivo conseguir una alta velocidad tangencial del móvil. Aunque las razones expuestas para dar una explicación a este hallazgo son poco claras, consideran que es probable que se deba a un intento de engañar al portero y/o proteger el hombro de ciertas lesiones. Estas conclusiones pueden fundamentarse al considerar que la mayoría de los lanzamientos de balonmano se producen ante oposición (jugadores de campo y portero), donde la velocidad de despegue del balón no debe ser el único criterio de eficacia. Así, ante estas situaciones, un jugador de balonmano experto y eficaz, además de conseguir una alta velocidad de despegue del balón, debería ser capaz de lanzar con rapidez y precisión, mientras engaña al oponente. Una habilidad compleja que se adquiere con la experiencia y distinguiría a los buenos de los excelentes lanzadores.

A pesar de la importancia que adquiere la interacción portero-lanzador sobre la variabilidad funcional de los patrones de lanzamiento en balonmano, la mayoría de las investigaciones se han realizado sin considerar dicha interacción, lo que nos permite considerar que al establecer en esta investigación una estrategia de investigación más próxima a la realidad, se podrían relacionar los posibles cambios en el patrón de lanzamiento con el desplazamiento del portero, además de esperar un incremento en la variabilidad del patrón de movimiento utilizado

para cada dirección de lanzamiento, como consecuencia de la incertidumbre que proporciona la presencia del portero.

De esta forma asociada al estudio de la cadena cinética que se produce durante el lanzamiento, aparece el estudio de la velocidad de lanzamiento como uno de los factores determinantes en el rendimiento final en los diferentes deportes. Existe una producción bibliográfica bastante extensa relacionada con el estudio de la velocidad de lanzamiento, así como diferentes metodologías propuestas para su estudio. Especial relevancia han tenido los estudios en deportes que no están sometidos a referencias externas como los lanzamientos en atletismo.

Según lo expuesto y siguiendo a Goluch (1982a) la velocidad de salida del balón en el lanzamiento en balonmano depende, esencialmente, de los siguientes factores relacionados con la cadena cinética desarrollada durante la acción de lanzamiento:

- a. Del ángulo que forman mano-balón durante el lanzamiento respecto a la línea de dirección del lanzamiento, aumentándose la velocidad de balón cuanto más alta se encuentre la mano ejecutora sobre el hombro, aunque existe por este motivo, una disminución de la precisión.
- b. De la fuerza de impulso de aceleración en la componente horizontal, incrementándose la velocidad del balón cuanto mayor sea la fuerza de Impulso de aceleración horizontal.
- c. Del ángulo del tronco con la vertical (del paso de extensión a flexión -plano sagital), aumentándose la velocidad con la mayor actuación del tronco, incrementándose el nivel de precisión por tal motivo. Aspecto que también resaltan Fleck, Smith, Craib, Denaham, Snow and Mitchell (1992).

Según este mismo autor, en los lanzamientos en salto vertical, la velocidad de salida del balón tiene dependencia, aunque muy poca, de la velocidad de

carrera. Es decir, que a mayor velocidad en la carrera previa habrá un incremento (aunque en pequeña medida) de la velocidad del balón.

En un estudio más reciente, en el que se analizaron lanzamientos sin oposición realizados desde la línea de siete metros con un pie en contacto con el suelo durante todo el lanzamiento, se concluye que lo que produce unos mejores parámetros de velocidad en el lanzamiento de balonmano es el nivel de velocidad de rotación interna del hombro en el momento de la suelta del balón (van den Tillaar and Ettema, 2007).

Otra de las variables analizadas en los estudios sobre el lanzamiento, son las que determinan la velocidad de salida del balón. Son muchos los autores que han profundizado sobre este tema, así Pokrajac (1980) utilizando el radar como instrumento de medida realiza estudios sobre lanzamientos en apoyo con desplazamiento previo, que revelan una velocidad aproximada de salida del balón de 23.19 ms^{-1} , 20.80 ms^{-1} y 25.00 ms^{-1} para los equipos polacos, austriacos y rumanos respectivamente y hace un análisis del tiempo empleado por el balón para llegar a portería, dependiendo éste de la velocidad del balón y de la distancia a la que se encuentre de ella en ese momento, oscilando los datos en valores de 0.32 s y 0.51 s en lanzamientos a 9 y 10 metros de distancia de la portería respectivamente.

Bretagne (1980) por el mismo procedimiento, obtiene resultados de entre aproximadamente 17.50 a 25.55 m/s para los lanzamientos realizados en apoyo y de entre 18.61 a 26.38 m/s en lanzamientos realizados en salto.

Filliard (1989) valora la utilización del radar de funcionamiento por efecto Doppler en la obtención de medidas de velocidad del balón en Balonmano. Este aparato es capaz de medir la velocidad de objetos móviles en una situación deportiva, con la utilización por medio de un radar de manejo simple y fácil, que permite calcular las velocidades del balón durante el transcurso de un partido obteniendo datos directos de exposición real del juego (la señal se registra por osciloscopio y es leída directamente en el

aparato), sin necesidad de utilizar medidas en laboratorio o fuera del contexto real del juego.

Kotzamanidis, Papadopoulos and Giavroglou (1987), analizan las fuerzas actuantes en las distintas extremidades durante la fase de vuelo, los tiempos de movimiento y las velocidades de salida del balón. El estudio se hace con 15 jugadores de Balonmano de los equipos nacionales de Yugoslavia, Bulgaria, Rumania y Turquía con edades entre 18 y 23 años y utilizan técnicas cinematográficas con cámaras de alta velocidad (100 imag/s). El análisis se centra en los lanzamientos a distancia (9m) en cuatro tipos de lanzamientos: (a) lanzamiento en apoyo sin carrera previa, (b) lanzamiento en apoyo con carrera previa, (c) lanzamiento en salto vertical y (d) lanzamiento en salto horizontal. Obteniendo unas velocidades de salida del balón de $24.20 \pm 1.65 \text{ ms}^{-1}$, $24.75 \pm 1.80 \text{ ms}^{-1}$, $23.44 \pm 2.05 \text{ ms}^{-1}$ y $25.00 \pm 1.99 \text{ ms}^{-1}$, para cada tipo de lanzamiento respectivamente.

Bayer (1987) describe los resultados obtenidos, en investigaciones realizadas en lanzamientos a portería, en función de la distancia y velocidad del balón, determinando el tiempo que éste tarda en llegar a la portería (tabla 2.4). Dato que nos parece relevante para valorar el tiempo del que dispone el portero desde que el balón se desprende de la mano del lanzador hasta que llega a la portería y por tanto tiempo disponible de intervención.

Tabla 2.4.- Velocidades duración del vuelo del balón en lanzamientos a portería en balonmano desde diferentes situaciones (Bayer, 1987).

Distancia de lanzamiento	Velocidad del balón	Duración del vuelo
10 m.	27.77 ms^{-1}	0.40 s.
	20.00 ms^{-1}	0.50 s.
	16.66 ms^{-1}	0.60 s.
	13.88 ms^{-1}	0.75 s.
9 m.	27.77 ms^{-1}	0.36 s.
	19.44 ms^{-1}	0.45 s.
	16.66 ms^{-1}	0.54 s.
	13.88 ms^{-1}	0.68 s.
7 m.	27.77 ms^{-1}	0.28 s.
	19.44 ms^{-1}	0.35 s.
	16.66 ms^{-1}	0.42 s.

Bayios and Boudolos (1998), analizaron la velocidad de lanzamiento de jugadores de la Primera División Griega y obtuvieron unos registros de 23.51 ms^{-1} para lanzamientos en apoyo sin carrera y de 26.27 ms^{-1} para lanzamientos realizados en apoyo con carrera.

Van den Tillaar and Ettema (2003a, 2003b y 2007), analizan la velocidad de lanzamiento de jugadores de balonmano noruegos de segunda y primera división mediante técnicas fotogramétricas tridimensionales (3D). Los lanzamientos se realizaban con un pie en permanente contacto con el suelo a siete metros de la portería y sin oposición, obteniendo unos valores medios para cada una de las situaciones experimentales propuestas de 20.1 ms^{-1} para los jugadores de segunda división y de 21.55 ms^{-1} para los de jugadores de primera división.

Fradet et al. (2004), estudian la velocidad de lanzamiento en jugadores de segunda división y jugadores en formación de máxima categoría. Los lanzadores realizaron los lanzamientos con los dos pies apoyados en el suelo a nueve metros de la portería, con el objetivo de darle a un blanco situado en el centro de la portería, obteniendo unos registros medios de velocidad de salida del balón de $23.4 \pm 2.5 \text{ ms}^{-1}$.

Gorostiaga, Granados, Ibáñez, and Izquierdo (2005), analizaron la velocidad que alcanzaban los lanzamientos realizados por jugadores pertenecientes a un equipo de balonmano de máximo nivel y por los realizados por jugadores de balonmano de un equipo amateur, la velocidad del lanzamiento fue determinada utilizando células fotoeléctricas. Midieron la velocidad de lanzamiento de ambos grupos en lanzamientos realizados sin oposición, desde la línea de siete metros con al menos un pie apoyado en el suelo y lanzamientos realizados sin sobrepasar la línea de nueve metros con un desplazamiento previo de tres pasos, obteniendo unas velocidades de lanzamiento medias de $23.8 \pm 1.9 \text{ ms}^{-1}$ (lanzamientos siete metros) y $25.3 \pm 2.2 \text{ ms}^{-1}$ (lanzamientos de nueve metros) para el grupo de jugadores de máximo nivel. En el grupo de lanzadores amateur se alcanzó

una velocidad media de $21.8 \pm 1.6 \text{ ms}^{-1}$ y $22.9 \pm 1.4 \text{ ms}^{-1}$ para cada una de las situaciones de lanzamiento estudiadas.

Marques, Tillaar, Vescovi and González-Badillo (2007), utilizando un radar, midieron la velocidad de lanzamiento de jugadores de elite de balonmano, que efectuaban los lanzamientos sin oposición, sin superar la línea reglamentaria de nueve metros y tras realizar un desplazamiento previo de tres pasos. En su estudio registraron una media de velocidad de salida del balón de $23.98 \pm 1.70 \text{ ms}^{-1}$.

Rivilla (2009), estudió la influencia de la oposición provocada por la acción del portero en la velocidad de lanzamiento en jugadores de balonmano de elite, amateur y formación, comparando las velocidades obtenidas en los lanzamientos realizados a portería sin la presencia de portero y los efectuados con la presencia de este. Los jugadores realizaron los lanzamientos sin sobrepasar la línea reglamentaria de nueve metros, con al menos un pie apoyado en el suelo. Se estimó la velocidad de lanzamiento registrándola con células fotoeléctricas. Se obtuvieron los siguientes resultados: a) los lanzadores en formación obtuvieron unas velocidades medias de $21.3 \pm 1.68 \text{ ms}^{-1}$ en los lanzamientos sin oposición y de $19.99 \pm 2.2 \text{ ms}^{-1}$ en los lanzamientos con oposición; b) los jugadores amateur obtuvieron unas velocidades medias de $24.66 \pm 1.5 \text{ ms}^{-1}$ en los lanzamientos sin oposición y de $23.75 \pm 2.36 \text{ ms}^{-1}$ en los lanzamientos con oposición; c) los jugadores de élite obtuvieron unas velocidades medias de $27.23 \pm 1.25 \text{ ms}^{-1}$ en los lanzamientos sin oposición y de $26.02 \pm 2.2 \text{ ms}^{-1}$ en los lanzamientos con oposición.

2.4.2.- Estudios relacionados con la precisión del lanzamiento.

Otro factor determinante para el análisis de la anticipación de los porteros, es la precisión en la localización del balón en la portería en zonas eficaces, que vendrán determinadas por la situación y posición del portero en el

momento del lanzamiento, así como la situación y posición del lanzador. El objetivo del lanzamiento será la elección adecuada de las zonas de localización del balón y la propia localización de éste en la portería, que unidos a una adecuada velocidad del balón supondrá el aumento de los niveles de dificultad de las intervenciones del portero. Ante lanzamientos con poca precisión y localizaciones en la portería óptimas para el portero, la velocidad del lanzamiento debería aumentarse y/o reducirse la distancia del mismo, para que el portero no pueda detener el balón sin utilizar estrategias de anticipación o inicio de movimiento antes del que el balón se desprenda de la mano ejecutora del lanzador.

La mayoría de los estudios encontrados relacionados con la precisión del lanzamiento a portería en balonmano utilizan blancos estáticos (Pauwels, 1976; Jöris, Edwards van Muyen, van Ingen Schenau and Kemper, 1985; Rouard & Carré, 1987; Carreras, 1992; Pokrajac, 1980; van den Tillaar and Ettema, 2003a, 2003b, 2004, 2007; Bayios and Boudolos, 1998). Párraga et al. (2001), sin embargo, realizan un estudio sobre la precisión en la localización del balón en la portería, pero utilizando un blanco variable (en tamaño, forma, localización, etc.). Van den Tillaar and Ettema (2003a) evalúan la precisión del lanzamiento con la ayuda de una cámara de vídeo dirigida sobre una zona a alcanzar (blanco). Bayios and Boudolos (1998) idearon un sistema específico compuesto de paneles, este sistema permitía medir por medio de detectores eléctricos, el lugar de impacto de la pelota en la portería.

Siguiendo a Goluch (1982b), la precisión depende de la estabilidad corporal, de la superficie de contacto y de la coordinación neuromuscular. La distancia del lanzamiento también tendrá influencia en la precisión del lanzamiento, ya que a mayor distancia a recorrer por el balón menor precisión en la localización, ya que las variaciones que se producen en el ángulo de salida del balón determinan niveles de error superiores provocadas por la mayor trayectoria a recorrer por el balón. La precisión depende del ángulo del codo (brazo-antebrazo), aumentándose ésta cuando

mayor es el ángulo, existiendo una correlación negativa con respecto a la velocidad, aunque de manera muy baja, que está provocada por estar el balón más atrás y tardar más tiempo en la realización del lanzamiento, pero del mismo modo hay más tiempo para calcular la precisión (Goluch, 1982b). Los estudios realizados por Párraga (1999, pp. 204) confirman estos resultados al poner de manifiesto que *una vez iniciado el gesto motor las variaciones en los tiempos de decisión no afectan a la precisión en la localización del lanzamiento en la portería y, sin embargo, si afecta a la velocidad de salida del balón.*

En este sentido, habrá que analizar las zonas y ángulos de la portería que suponen mayor dificultad para las intervenciones del portero (sin valorar la posición de éste) y que están determinados fundamentalmente por tres factores: (a) *parámetros antropométricos del portero*, (b) *aspectos energéticos-capacidad de movimiento del portero* y (c) *situación del balón en el momento del lanzamiento respecto a la portería*. Los primeros determinarán las distancias de los distintos espacios en la portería, los segundos, las posibilidades de movimiento fundamentalmente determinadas en tiempo de reacción y por la eficacia de las implicaciones de las articulaciones en la intervención y, los terceros, los espacios de la portería de mayor dificultad en función de la situación del balón y los dos parámetros referidos anteriormente.

Zeier (1987) realizó un estudio en el que valoraba la relación entre el portero y la portería, aportando datos significativos a tener en cuenta. Si tomamos como referencia un portero de 1.85 m de altura y 1.90 m de envergadura (considerada desde la punta del dedo de una mano hasta la punta del dedo de la otra mano, estando en posición de pie con los brazos en cruz) y situado el portero en el centro de la portería. Las distancias que se originan desde los puntos más distales del cuerpo hasta los postes y larguero de la portería, nos indicarán las zonas de mayor dificultad (en distancia) para detener el balón. La capacidad de movimiento del portero se

verá dificultada por las articulaciones que deban participar en la acción y los ángulos que formen los distintos segmentos afectados en el movimiento.

Diferentes trabajos (Mikkelsen & Olesen, 1976; Párraga et al., 2001; van den Tillaar and Ettema, 2000, 2003a y 2003b) han puesto en evidencia resultados interesantes, en cuanto a la relación velocidad/precisión de los lanzamientos. Según estos trabajos, la velocidad del balón puede ser modificada por instrucciones dadas previamente al lanzamiento (exigencia de precisión, de velocidad o de los dos aspectos), pero no se modifica la precisión dando esas mismas instrucciones. Los autores sugieren que, a un nivel elevado de práctica, los jugadores automatizan la realización de su lanzamiento de tal forma que la precisión no varía en función de la instrucción. La velocidad del balón sería la única variable que disminuye cuando se le exige a los lanzadores una gran precisión en el lanzamiento.

Una vez analizados estos estudios sobre diferentes aspectos del lanzamiento en balonmano (zonas de realización del lanzamiento, zonas de localización del lanzamiento en portería, eficacia y efectividad, velocidad, tiempo de vuelo, entre otros) se ha establecido un protocolo de lanzamiento para la realización del experimento acorde con los datos observados en las investigaciones sobre lanzamientos en competición. Estableciéndose que los lanzadores ejecutarían la acción de lanzamiento a 9 metros del portero y 10 metros de la portería en apoyo, a pesar de ser el lanzamiento en salto el más observado en competición; ya que, al no existir oposición se ha estimado que este tipo de lanzamiento permitiría obtener mayores velocidades de lanzamiento como también ponen de manifiesto los estudios previos.

2.4.3.- Estudios relacionados con la anticipación del portero.

Para el estudio de la anticipación del portero de balonmano además de conocer las velocidades y los tiempos que tarda en llegar el balón a la

portería y la precisión con la que llega, expuestos anteriormente, es necesario conocer los tiempos de reacción y de movimiento del portero, al objeto de analizar las posibilidades de intervención de este o las necesidades de anticipación para conseguir detener los lanzamientos con una adecuada localización y velocidad del balón. Los estudios más significativos sobre los parámetros temporales en la respuesta de los porteros de balonmano se exponen a continuación.

Zeier (1987) basándose en estudios previos, estima que el tiempo de reacción (tiempo que transcurre entre el momento de la percepción del estímulo y el inicio de la acción motora) más el tiempo de movimiento (periodo de tiempo en el que se realiza la acción), fluctúa entre los siguientes valores: 0.57 s, 0.49 s, y 0.39 s. De igual forma, Pokrajac (1980) realiza estudios sobre tiempos de reacción y tiempos de movimiento en porteros de Balonmano, que indican que el tiempo de reacción de un portero es 0.20 s inferior al tiempo de reacción normal en sedentarios y que el total de la suma del tiempo de reacción más el tiempo de movimiento en porteros está entre 0.63 y 0.69 s, siendo superior a todos los tiempos expuestos con anterioridad, lo que quiere decir que ante lanzamientos, a distancias de 9-10 m, con la velocidad de salida del balón por encima de 20 ms^{-1} , si el lanzamiento está bien localizado, no dará tiempo al portero a detenerlo, a no ser que utilice técnicas de anticipación iniciando el movimiento antes de que el balón pierda el contacto con la mano ejecutora, lo que comporta un nivel de riesgo superior al dar la posibilidad de modificación al lanzador. O bien, que conociendo puntos clave de observación del movimiento del lanzador el portero pueda intuir las características del lanzamiento.

Kornext, citado por Bayer (1987), confirma los resultados de Pokrajac (1980) al exponer que el tiempo de reacción del portero está alrededor de 0.21 s a 0.34 s y habría que sumar el tiempo de movimiento. Vainsthtein (1969) (citado por Navarro, 1994) se aproxima con una cifra de 0.20 s en

una primera fase de tiempo de reacción, reforzándose las afirmaciones anteriores.

Tworzydło y Zarek (1975), en referencia a los porteros de balonmano, expone que la suma del tiempo de reacción simple y el tiempo de movimiento constituye el tiempo necesario para que la mano llegue al balón, obteniendo valores entre 0.444 s y 0.347 s en función de ángulos de localización del lanzamiento, realizados estos a nueve metros de la portería. El tiempo de reacción fue medido con un aparato numérico de medición y el tiempo de movimiento se obtuvo utilizando un cronómetro eléctrico colocado sobre las extremidades de los sujetos, que era puesto en marcha con cualquier movimiento entre uno y cinco milímetros y se paraba al detener el balón.

Según lo expuesto el portero de balonmano recibe estímulos cuya duración temporal es tan corta que debe buscar estrategias, con el fin de optimizar el rendimiento, y que le permitan obtener información previa al lanzamiento. Debe ser capaz de procesar y predecir los estímulos que va a recibir, es decir, debe anticiparse a los eventos que van a acontecer para tener más posibilidades de realizar con éxito la tarea correspondiente a partir de la información visual recibida de los patrones de movimiento del oponente (Ranganathan and Carlton, 2007). Pero no solo debe procesar y predecir, sino que debe detectar los estímulos lo antes posible, siendo capaz de seleccionar aquellos que están dotados de información relevante para la tarea de intervenir. La identificación adecuada de los estímulos, el momento en el que se produce la respuesta y el acierto en la misma precisión de la respuesta, son aspectos clave en el éxito del portero en sus intervenciones. Todos estos aspectos se convierten en objeto de interés prioritario para la detección de aquellos parámetros que nos ofrezcan información relevante para reducir los tiempos de respuesta e incrementar las posibilidades de eficacia de la misma. Para poder detectar estos indicadores que permiten la anticipación, la mayoría de los investigadores han empleado dos metodologías: a) *las que utilizan técnicas que permiten verificar los*

movimientos oculares y b) las metodologías basadas en una oclusión temporal o espacial.

a) Las primeras se basan en el uso de unos sistemas de grabación del movimiento de los ojos que permiten detectar la focalización de la atención visual (Savelsbergh, van der Kamp, Williams and Ward, 2005; McRobert, Williams, Ward and Eccles, 2009). Para esto se parte de la detección de dos puntos en el ojo: la pupila y la reflexión corneal. Estos dos puntos constituyen un vector que determina la localización de la visión de la fovea (parte de la retina especializada para la inspección con detalle de los objetos del entorno), que será sincronizada con la imagen que el sujeto experimental está visualizando en cada momento temporal.

Con esta técnica, una vez filmada la realización de un gesto técnico, se manipula la duración del movimiento que se presenta al sujeto y a partir de esto, debe predecir la trayectoria o movimiento del objeto ocluido

b) En la segunda, basada en la oclusión temporal o especial, los participantes deben identificar la trayectoria de la pelota a partir de videos que ofrecen una información parcial en el tiempo o en el campo de visión, antes de que el artefacto adquiera su trayectoria aérea (Farrow and Abernethy, 2003; Ranganathan and Carlton, 2007; Jackson and Mogan, 2007).

Con esta técnica, de oclusión espacial, se suprimen determinadas fuentes de información, permitiendo que el individuo sólo vea los movimientos iniciales del oponente hasta un determinado punto de la secuencia completa de la acción. De esta forma es posible determinar cuáles son las fuentes de información que inciden en la estrategia perceptiva del sujeto.

El uso de estas dos técnicas, en sus diferentes modalidades, ha permitido obtener hallazgos muy importantes. Por ejemplo, se ha podido verificar como los jugadores expertos de bádminton, tenis o squash son capaces de

recoger información, al menos en un periodo comprendido entre 167-83 ms⁻¹ antes del contacto del móvil con la raqueta, siendo la raqueta y el brazo del jugador (segmentos distales), las zonas más sensibles para extraer la información necesaria (Abernethy and Russell, 1987; Goulllet, Bard and Fleury, 1989; Abernethy, 1990). Además de los hallazgos mencionados, estas metodologías han permitido identificar ciertos factores que están relacionados con la anticipación como el nivel de competencia, el tipo de información presentada, la habilidad o el grado de activación, entre otros (Farrow and Abernethy, 2003; Vickers and Williams, 2007). A pesar de ello, se han descrito ciertas limitaciones en sus usos entre las que se encuentran las condiciones de simulación en las que se desarrollan y las diferencias existentes respecto a situaciones reales de competición.

Así, Huys et al. (2009) han hecho referencia al cuidado que deberíamos tener al interpretar los resultados procedentes de las técnicas de grabación del movimiento de los ojos, al considerar que también se obtiene información relevante a partir de la visión periférica, pudiendo obtener información simultáneamente de otras zonas diferentes y cercanas a la que se encuentra dirigida la mirada. Con respecto a las técnicas de oclusión, estos mismos autores, consideran que se debería tener en cuenta el efecto que produce la oclusión espacial de una zona corporal sobre la dinámica del movimiento global que se presenta en la pantalla. Así, el alcance del efecto de la oclusión depende del tamaño de la zona ocluida, además los patrones cinemáticos de las zonas no ocluidas no se ven afectados, por lo que esto puede influir en el proceso de anticipación ya que omitir información de un área concreta no implica necesariamente que la información de la zona ocluida sea importante por sí misma. Debido a que el sujeto puede confiar en la información extraída de las áreas no ocluidas o por que la información que aporta el área ocluida no es usada en todas las circunstancias. La posibilidad de que esta situación suceda durante el transcurso del juego es muy alta, ya que el portero ve constantemente mermado su campo visual por la barrera defensiva que forman sus compañeros, con lo que la ayuda que estos pretenden realizar se puede volver en contra si ocluyen zonas del

lanzador que son relevantes para la extracción de información, como es por ejemplo el brazo ejecutor del lanzamiento.

Además, las condiciones cambiantes del juego provocan que la zona ocluida varíe, debido a la posibilidad de que sea más de un defensor el que se interponga entre el lanzador y el portero, por la distancia a la que se produce la acción, por la posición variable de los defensores, por la posición de portero, del lanzador, etc.

Ranganathan and Carlton (2007) han descrito ciertas limitaciones en el uso de la metodología de oclusión al predecir el resultado del movimiento utilizando la información verbal, escrita, pulsando un botón o manipulando un joystick, en lugar de hacerlo a partir de la respuesta que se requiere en cada caso, debido a que existe una dependencia mutua entre la percepción y la acción. El estudio de uno solo de estos aspectos descuidando el otro puede llevar a no poder revelar aspectos importantes a tener en cuenta a la hora de explicar la respuesta emitida por un sujeto, ya que el control de la acción en base a una información visual está regido por la relación existente entre el estímulo y el movimiento que se produce.

Por lo tanto, en las respuestas carentes de acción motriz, éstas aparecen desajustadas con respecto a la información proveniente del medio, en cambio las respuestas basadas en una acción motriz se ajustan a la información ambiental, al ser la propia respuesta un factor que permite ajustar la acción a los diferentes estímulos que ella misma provoca. Milner and Goodale (1996) usando pruebas neuropsicológicas han puesto de manifiesto que existen dos corrientes implicadas en la respuesta visomotora; por un lado una corriente ventral que es la responsable de la identificación y clasificación de los estímulos visuales y por otro una corriente dorsal que es responsable del control de las acciones motoras provocadas por los estímulos visuales. De aquí, que las respuestas a estímulos visuales que no sean de carácter motriz presenten desajustes a la

hora de predecir el resultado de un movimiento y/o una trayectoria al utilizar únicamente la corriente ventral.

Otro de los aspectos críticos a esta metodología es el hecho de no considerar la posibilidad real que tiene el lanzador de ofrecer indicadores falsos o engañar al oponente durante la ejecución del lanzamiento limitando la información que proporciona al portero escondiendo la dirección del lanzamiento (Schorer et al., 2007). Para esto, los lanzadores presentan dos patrones de lanzamiento diferenciados. En el primero de ellos realizan un mismo patrón de movimiento alargando la acción cuanto les es posible en el tiempo, intentado "disfrazar" la acción final del brazo a la hora del lanzamiento con el fin de limitar la información visual que se da al portero. En el segundo tipo los lanzadores varían el patrón de movimiento en el principio de la ejecución buscando diferentes direcciones de lanzamiento con respecto a las que el portero podía anticipar al iniciarse la ejecución del lanzamiento.

Esto implica que los lanzadores en balonmano no necesitan realizar lanzamientos que rocen la perfección técnica, desde un punto de vista biomecánico, sino que usando lanzamientos no tan precisos y que tampoco alcancen grandes velocidades pueden conseguir superar la oposición del portero y marcar gol. Un claro ejemplo de esto son los lanzamientos de habilidad, en los que el lanzador apoyado en el engaño que supone la ruptura de la cadena cinética iniciada cambia las características del lanzamiento con lo que el balón no alcanza gran velocidad, pero la trayectoria del lanzamiento confunde al portero. Esta variabilidad que presentan los lanzamientos hace que la acción de los porteros para anticipar el lugar al que el lanzador dirige el balón sea más difícil de reconocer usando únicamente información de carácter visual.

Además de las consideraciones hechas, cuando se utilizan estas metodologías para el estudio de la anticipación de los porteros en los deportes de equipo, como el fútbol o el balonmano, no suele tenerse en

cuenta el uso de ciertas estrategias posicionales que utilizan los porteros para reducir la incertidumbre de la dirección del balón, identificadas con la táctica individual del portero basadas en la experiencia, en el conocimiento de las tendencias del oponente, en las propias características del jugador o incluso apoyándose en las acciones defensivas que realizan los jugadores de campo y, en otras, tratando de cubrir con su propio cuerpo una zona de la portería para forzar el lanzamiento hacia la zona libre, falseando así el portero la verdadera intención de su intervención tratando de aumentar los niveles de incertidumbre del lanzador (Rogulj, Papic and Srhoj, 2005).

El uso de estas estrategias para reducir la incertidumbre permite a los porteros iniciar el procesamiento de información con antelación y, por consiguiente, responder con mayor rapidez y eficacia (Ranganathan and Carlton, 2007). Pero la estrategia utilizada por los porteros no sólo consiste en reducir la incertidumbre, aun conociendo muy anticipadamente la dirección de lanzamiento, los porteros deben retrasar el inicio de su movimiento hasta unos niveles temporales donde el lanzador tenga dificultades para modificar la trayectoria del balón durante el lanzamiento, (Williams, Davids, Burwitz, and Williams, 1994; Schorer et al. 2007; Savelsbergh, et al., 2005). Por tanto el portero debe descubrir la localización del lanzamiento y no dar conocimiento de tal dato al lanzador, para evitar que cambie la opción elegida o al menos, si muestra tal dato, retrasarlo hasta el momento en que sea imposible modificar el lanzamiento. Es decir en la parte final del mismo.

La importancia que tiene en el rendimiento de los jugadores de balonmano la posibilidad de cambiar la dirección del balón en los últimos instantes del lanzamiento, se pone de manifiesto con las aportaciones de Fradet, et al., (2004), lo cuales han comprobado que el lanzamiento de balonmano no se comporta como una estructura típica de secuencia temporal segmentaria, desde el proximal al distal (P-D), como ocurre con otros lanzamientos que tienen como objetivo conseguir una alta velocidad tangencial del artefacto. Uno de los argumentos utilizados por estos autores para dar explicación a

este hallazgo, es la posibilidad que le permite al lanzador de engañar al portero, lo que confirma la importancia que tienen las estrategias utilizadas, tanto por los porteros como por los lanzadores.

La incertidumbre que impregna el juego de balonmano, como consecuencia de sus determinantes reglamentarios, provoca que el objetivo del lanzamiento no sea siempre obtener la máxima velocidad del balón, pudiendo ser eficaces lanzamientos con diferente velocidad de salida en función de las circunstancias de juego de cada momento. De ahí, que la secuencia temporal segmentaria no se cumpla de manera similar a lo que ocurre, por ejemplo, en un lanzamiento de jabalina, en el que la incertidumbre en el mismo si existe es netamente menor y hay una cierta consistencia entre el inicio y fin de la acción motriz.

Además de las consideraciones expuestas anteriormente, parece necesaria la utilización de una estrategia premeditada de los porteros para interceptar el balón, que también puede ser fundamentada por el uso selectivo que suele hacerse de los indicadores percibidos. Así, Savelsbergh, Williams, van der Kamp and Ward (2002) han puesto de manifiesto que, durante la ejecución de un penalti en fútbol, los indicadores de altura son más sutiles y difíciles de identificar que los indicadores encargados de transmitir el lado correcto y sugieren que las estrategias utilizadas por los porteros expertos implican una estructura deliberada en el tratamiento de la información recogida a partir de los indicadores ofrecidos por los jugadores durante el golpeo. En su investigación, los citados autores, encontraron que los porteros expertos tardan más que los porteros novatos en iniciar el movimiento destinado a interceptar el balón durante su trayectoria, aumentando así la incertidumbre en el lanzador intentando que éste no obtenga información que le permita variar su patrón de golpeo con el fin de engañar al portero enviando su lanzamiento a un lugar diferente del que tenía previsto previamente. Además, con respecto al comportamiento visual, los porteros expertos son capaces de poner en práctica estrategias de búsqueda visual basadas en realizar un menor número de "fijaciones

visuales" pero de mayor duración que los porteros novatos. Este hecho hace que los expertos tengan que centrar su atención sobre un reducido abanico de preíndices con lo que necesitan procesar menos información durante el lanzamiento.

Parece evidente que la experiencia competitiva, y el nivel de competición en el que se adquiere la misma, es un elemento determinante en la formación del portero y en la determinación de su capacidad para obtener mayor éxito en sus intervenciones. De hecho, no solo pueden responder antes, si no que pueden elegir con mayor eficacia el momento de intervención. Se trata de ser más eficaz valorando el contexto en el que se da cada situación de lanzamiento. Lo que coloquialmente conocemos como interpretación del juego, lectura de la acción, etc. Es decir, con los conocimientos previos necesarios, el portero adopta estrategias de intervención ajustadas a cada demanda de juego que posiblemente, sean cambiantes, en función del oponente y de determinados factores (nivel de incertidumbre, distancia de lanzamiento, características de la defensa y defensores, etc.).

Tratando de comprender mejor las estrategias utilizadas por los porteros de balonmano, Bideau, Multon, Kulpa, Fradet, Arnaldi and Delamarche (2004) han utilizado técnicas de realidad virtual, para registrar los efectos que producen pequeños cambios en los movimientos del lanzador, así como la importancia que tiene la ejecución técnica, especialmente del movimiento de los brazos. Estas investigaciones sugieren que, además de la existencia de una estrategia deliberada, la técnica de ejecución constituye otro factor relevante en la eficacia de los porteros.

Estos autores estudian la influencia que tienen sobre el tiempo de reacción del portero, los elementos observados por éste, que componen el gesto técnico del lanzamiento, intentando conocer si cada elemento aislado del lanzamiento tiene influencia sobre la acción final del portero. El uso de la realidad virtual tenía una doble función metodológica: conseguir que las condiciones estimulares a las que eran sometidos los porteros estuvieran

totalmente controladas y evitar de esta manera las dificultad que conlleva que los lanzadores tuvieran que repetir patrones de movimiento idénticos en cada lanzamiento. Además, con esta técnica es posible modificar un solo elemento de la simulación y medir las posibles diferencias que estos cambios provocan en el portero. En el estudio examinaron la influencia que tenía en el momento en el que balón sale de la mano de lanzador proponiendo tres condiciones estimulares diferenciadas: a) *condición estimular 1*, una translación de la muñeca de 15 cm, causando un incremento del ángulo del codo de 0.3 rad; b) *condición estimular 2*, un aumento de 0.4 rad en la rotación del tronco en el plano frontal; c) *condición estimular 3*, un retraso en el momento de la suelta del balón en el lanzamiento, haciendo que el lanzador tardara más en efectuarlo.

Los citados autores llegaron a la conclusión en la que los porteros repetían los mismos movimientos ante el mismo tipo de lanzamientos en la condición control (lanzamiento sin modificar) y que el sujeto respondía de diferente forma en función de las modificaciones bajo las que se presentaba el lanzamiento. Lo que confirma el hecho del empleo de diferentes estrategias de intervención como consecuencia de la incertidumbre que se produce en la situación de juego del lanzamiento. Es decir, a menor incertidumbre menor estrategia y a más incertidumbre mayor estrategia de intervención. Es lógico pensar que es conveniente entrenar en ambas situaciones contextuales, con y sin incertidumbre, para desarrollar en el portero la capacidad de intervención adecuada a cada momento y situación, siendo capaz de identificar puntos clave de información eficaces para elevar las posibilidades de éxito en la respuesta.

También concluyen que, al comparar los sujetos entre ellos, no todos responden de igual manera a las condiciones experimentales, siendo algunos más sensibles que otros a detectar las modificaciones en el patrón de lanzamiento. Lo que confirma que debe existir un ajuste entre la adecuación de la respuesta a cada jugador, siendo cada uno particular en la resolución de su intervención. Resolución que vendrá determinada por sus

características individuales, su entrenamiento y su capacidad de adecuación a cada situación de competición. Existiendo un perfil de intervención para cada jugador. Por último, resaltan que la *condición estimular 1* es la que más influye en la en la respuesta del portero, seguida de la *condición estimular 3* y de la *condición estimular 2*.

Siguiendo esta línea de investigación, Vignais, Bideau, Craig, Brault, Multon, Delamarche, and Kulpa (2009), utilizando la realidad virtual, han estudiado como el nivel de detalle de un lanzamiento virtual puede influir en la respuesta motora del portero de balonmano. Para ello, sometieron a diez porteros de balonmano de máximo nivel, a través de unas gafas estereoscópicas, a la proyección de lanzamientos que ofrecían diferente nivel de estimulación visual: el nivel 0 proyectaba un alto nivel de resolución de imagen; el nivel 1 ofrecía un nivel degradado de resolución, proyectando sólo la silueta del lanzador; el nivel 2 proyectaba la representación alámbrica del lanzador; en el nivel 3 eran proyectados solamente algunos puntos del lanzador y el balón completo y en el nivel 4 sólo aparecían algunos puntos corporales del lanzador, estando el balón ocluido. Los porteros se situaron en una portería reglamentaria y tenían que realizar sus intervenciones tal y como la desarrollarían en un situación real.

Los autores han determinado que, en función de los diferentes niveles de detalle gráfico, el tiempo de respuesta es más lento para el nivel 0 y el más rápido se produce para el nivel 3. Sin embargo se ha hallado que, en cuanto al porcentaje de aciertos en las intervenciones, el mejor de ellos se produce para el nivel 2 de resolución de la imagen, mientras que el peor porcentaje se da en el nivel 4. Finalmente concluyen que no existen diferencias significativas entre las situaciones propuestas, excepto entre los niveles 3 y 4 que si aparecen ciertas diferencias.

2.5.- OBJETIVOS

En este apartado exponemos los objetivos que pretendemos conseguir a la conclusión del estudio. Teniendo en cuenta que se trata de un trabajo de investigación orientado a obtener el título de Doctor, hemos considerado oportuno exponer unos objetivos generales y otros específicos.

Objetivos generales:

- a. Desarrollar una metodología y unas técnicas instrumentales adecuadas para el análisis de los factores que determinan la anticipación en el portero de balonmano.
- b. Establecer las estrategias oportunas que permitan transferir los resultados al entrenamiento y/o competición, evaluando su desarrollo mediante la comprobación científica.
- c. Aplicar la metodología científica a partir de un diseño experimental y utilizando el método hipotético-deductivo.
- d. Obtener la experiencia adecuada en el uso de las técnicas de fotogrametría en tres dimensiones.

Objetivos específicos:

Expuestos los objetivos generales, pasaremos a desarrollar los específicos, teniendo en cuenta las características de las técnicas de registro del propio gesto y la fundamentación utilizada para la exposición del problema, que será tratado en esta investigación. Distinguiamos los siguientes objetivos específicos:

- a. Verificar la existencia de una estrategia anticipatoria general e intencionada de los porteros expertos de balonmano ante lanzamientos a distancia.
- b. Cuantificar el tiempo de reacción de los porteros durante su acción para interceptar el lanzamiento en balonmano en

- apoyo desde nueve metros, utilizando registros de fuerza de reacción, sincronizados temporalmente con técnicas de vídeo de alta velocidad.
- c. Comprobar si las estrategias anticipatorias están relacionadas con la experiencia de los porteros.
 - d. Comprobar el efecto que produce el nivel de incertidumbre sobre el esquema táctico de anticipación utilizado por los porteros de balonmano.
 - e. Deducir el comportamiento motor del portero de balonmano en situación real, analizando la importancia de la variabilidad contextual, determinada por la presencia de dos niveles de incertidumbre en función de la posibilidad de intervenir ante lanzamientos dirigidos sólo a un lado del portero, variando la altura (TR2) o a los dos lados variando también la altura (TR4).
 - f. Analizar las variables cinemáticas de los lanzamientos realizados en cada ensayo y que afectan al análisis de la anticipación del portero (precisión, velocidad de salida del balón, y tiempo de lanzamiento).
 - g. Aportar datos para que entrenadores y especialistas en balonmano, deduzcan posibles transferencias al ámbito del entrenamiento deportivo.

2.6.- HIPÓTESIS

Según lo expuesto, el problema de investigación que se plantea en este trabajo consiste en la identificación de los indicadores que permiten al portero anticiparse y/o reducir los tiempos de intervención ante lanzamientos a distancia. Para ello se parte de las siguientes hipótesis:

HIPÓTESIS 1.

Los porteros de balonmano expertos presentarán una estrategia anticipatoria general e intencionada ante lanzamientos a distancia, reduciendo los tiempos de respuesta y de inicio de movimiento hacia la dirección del lanzamiento e interceptando el móvil (balón) con éxito, basándose en la información que proporciona el lanzador momentos previos al despegue del balón de la mano del lanzador.

HIPÓTESIS 2.

Si, como demuestran investigaciones precedentes, los lanzadores pueden modificar la trayectoria del lanzamiento durante su ejecución hasta instantes antes de la salida del balón de la mano, entonces los porteros deben retrasar el inicio de su movimiento hasta unos niveles temporales donde el lanzador tenga dificultades para modificar la trayectoria del balón durante el lanzamiento, aun conociendo muy anticipadamente la dirección de éste.

HIPÓTESIS 3.

La importancia de la variabilidad contextual, determinada por la presencia de dos niveles de incertidumbre, en función de la posibilidad de intervenir ante lanzamientos dirigidos sólo a un lado o a los dos lados, hará necesaria la utilización de estrategias premeditadas de los porteros para interceptar el balón, fundamentadas en el uso selectivo que suele hacerse de los indicadores percibidos.

Capítulo III

Método

CAPÍTULO III. MÉTODO

En el capítulo que se desarrolla a continuación, se exponen de manera ordenada todos los elementos utilizados para la obtención de los resultados de esta investigación. Para su organización formal se ha estructurado en los siguientes apartados: sujetos, diseño, material y método y procedimiento.

3.1.- SUJETOS.

3.1.1. Sujetos experimentales.

En esta investigación han participado dieciséis sujetos, ocho porteros expertos y ocho no expertos, más cuatro jugadores de campo que actuaron como lanzadores.

El grupo de porteros expertos estuvo compuesto por jugadores de balonmano pertenecientes a equipos de la primera división de la liga española, con una experiencia de más de ocho años (edad 26 ± 6 años; talla 1.86 ± 0.03 m; masa 90.93 ± 9.93 Kg). Los sujetos 5, 6, 7, 8 (S5, S6, S7 y S8) han jugado en la máxima categoría de sus respectivos países y además tres de ellos (S5, S7 y S8) han sido internacionales con las Selecciones Nacionales en diferentes categorías incluida la Selección Absoluta en el caso del S8. Actualmente los sujetos S5 y S7 juegan en Primera División Nacional, mientras que los S6 y S8 lo hacen en Segunda División Nacional. Los sujetos S1 y S4 han participado en Primera División Nacional, aunque el S4 ha jugado en División de Honor "B" durante dos temporadas. Actualmente los sujetos S2 y S3 juegan en Segunda División Nacional, aunque es reseñable que el S2, en las dos temporadas precedentes, ha participado en la Primera División, llegando a proclamarse campeón de España en categoría juvenil. En la tabla 3.1 se exponen las características básicas de los porteros expertos.

Tabla 3.1.- Características de los sujetos pertenecientes al grupo porteros.

SUJETOS	TALLA (M)	MASA (Kg)	EDAD (Años)
S1	1.85	78.3	26
S2	1.83	83.7	30
S3	1.88	110	20
S4	1.86	80.5	31
S5	1.90	91	19
S6	1.81	85	34
S7	1.84	93	28
S8	1.96	106	22
Media	1.86	90.93	26
SD	0.03	9.93	6

Para su selección se han tenido en cuenta los siguientes criterios: a) estar en el momento del experimento en activo (competición oficial de balonmano), b) tener una experiencia mínima en competición 5 años (últimos 5 años), c) aceptar participar en el experimento de forma voluntaria, d) firmar consentimiento informado para participar en el experimento, e) tener ficha federativa en equipos de la Comunidad Autónoma Andaluza, f) no haber sufrido una lesión desde el momento del experimento hasta cuatro meses antes y siempre que la recuperación haya supuesto un tiempo superior a un mes.

En el grupo de no expertos participaron estudiantes de la Facultad de Ciencias de la Actividad Física y del Deporte de la Universidad de Granada, que nunca habían participado como porteros de balonmano ni como porteros en otros deportes, aunque sí tenían experiencia deportiva general (edad 24 ± 5 años; talla 1.79 ± 0.04 m; masa 76.5 ± 7.12 Kg). En la tabla 3.2 se presentan las características básicas de los ocho sujetos que han participado como porteros no expertos.

Tabla 3.2.- Características de los sujetos pertenecientes al grupo no porteros.

SUJETOS	TALLA (M)	MASA (Kg)	EDAD (Años)
S9	1.74	74	25
S10	1.74	70	29
S11	1.85	80	21
S12	1.78	68	18
S13	1.82	87	31
S14	1.83	75	18
S15	1.84	88	29
S16	1.74	70	18
Media	1.79	76.5	24
SD	0.04	7.12	5

Para su selección se tuvieron en cuenta los siguientes criterios de inclusión: a) no haber participado nunca como porteros de balonmano ni como porteros en otros deportes, b) participación voluntaria en el experimento, c) firmar consentimiento informado de participación.

Como lanzadores han participado cuatro jugadores de campo de balonmano, pertenecientes a equipos de la primera división de la liga española (edad 24 ± 1 años; talla 1.86 ± 0.05 m; masa 86.36 ± 6.13 Kg). Uno de ellos (L1), ha jugado en el puesto específico de pivote. Otros dos (L2 y L3), han jugado en los puestos específicos de primera línea (lateral izquierdo), siendo especialistas en lanzamientos exteriores. El cuarto jugador (L4), aunque su puesto específico ha sido también de primera línea (lateral derecho), su especialidad no ha sido el lanzamiento clásico desde el exterior. Para su elección se ha tenido en cuenta que sus características físicas y antropométricas fuesen similares, así como que su lado dominante fuese el derecho. Así todos los lanzadores presentan lateralidad diestra, con el fin de que las cámaras, que se sitúan a la derecha de los lanzadores, puedan captar todo el movimiento del brazo ejecutor del lanzamiento, sin que el cuerpo del propio lanzador se interponga en la filmación, convirtiéndose por tanto en un obstáculo para la misma. De esta manera los datos obtenidos cumplen los requisitos de fiabilidad necesarios para su tratamiento. En la tabla 3.3 se presentan las características individuales de los cuatro jugadores de campo que participaron como lanzadores.

Tabla 3.3.- Características de los sujetos pertenecientes al grupo lanzadores.

SUJETOS	TALLA (M)	MASA (Kg)	EDAD (Años)
L1	1.98	96	26
L2	1.81	85.3	23
L3	1.91	85	22
L4	1.80	79	21
Media	1.86	86.36	24
SD	0.05	6.13	1

A todos ellos se les informó y solicitó su consentimiento para participar en este estudio siguiendo las directrices de la Comisión Ética de la Universidad de Granada y de la Universidad de Jaén.

Las características de la muestra de este estudio es incidental y sesgada (Gutiérrez-Dávila y Oña, 2005), ya que todos son voluntarios y estuvieron a disposición del investigador sólo en el momento de la realización del experimento. Debiéndose destacar que la población analizada es pequeña a nivel Nacional, ya que son 2-3 jugadores por equipo los que ocupan la demarcación de portero y que son pocos los equipos que compiten a este nivel o superior en Andalucía. Por ello, además de por los antecedentes de investigación similares y el control experimental que se ha propuesto, pensamos que la muestra elegida puede ser representativa y garantiza la validez experimental del estudio. Como podíamos pensar, posiblemente un incremento del número de porteros podría fundamentar aún más nuestros resultados a partir de una estadística más sólida, pero también podríamos perder la variabilidad individual que tanta relevancia tiene en este tipo de estudios.

Así, dadas las características del estudio y al focalizarse en alto rendimiento deportivo, la cantidad de porteros de balonmano de alto nivel competitivo en la Comunidad Autónoma Andaluza es limitada. No obstante atendiendo al tipo de estudio y a su diseño, para la selección de la muestra y el tamaño de la misma se siguen las directrices de otros trabajos con objeto de estudio similar (Park, 2003; Shim, Miller, and Lutz, 2005 y Schorer, et al.,

2007). Entendiendo que el tamaño muestral es adecuado según el tipo de estudio, la metodología empleada, el ámbito de aplicación y los antecedentes de investigación con objeto similar.

Además en la selección de sujetos, se atendió a criterios de similitud en el nivel de formación deportiva en balonmano, siendo todos jugadores de 1ª y 2ª División Nacional lo que ha condicionado el tamaño de la muestra para que ésta no fuera mayor y esto a su vez ha condicionado también la muestra del grupo de sujetos de porteros no expertos.

Finalmente, en la muestra seleccionada para la realización del estudio, han participado siete sujetos de los ochos seleccionados pertenecientes al grupo de porteros expertos, debido a que uno de ellos fue excluido después de la fase experimental al no cumplir con los requisitos técnicos establecidos y necesarios para la obtención de los registros por parte de la plataforma de fuerza. También ha sido necesario excluir a un sujeto perteneciente al grupo de los no porteros, debido a un fallo en los sistemas de registro que no permitió que los lanzamientos que se le estaban realizando fueran registrados por las cámaras de alta velocidad, por lo que el grupo de no porteros quedó finalmente constituido por un total de siete sujetos.

3.1.2.- Sujetos colaboradores.

Para el proceso de experimentación y recogida de datos fue necesaria la participación de seis colaboradores, a los que se les asignaron diferentes responsabilidades en el proceso de recogida de datos:

- **Sujeto colaborador 1** (Coordinador): su función era supervisar todo el proceso y controlar que el inicio del movimiento del portero era registrado por la plataforma de fuerza con la misma nomenclatura que las cámaras de alta velocidad, verificando que todo el proceso de registro cumplía el protocolo establecido.

- **Sujeto colaborador 2** (Control de las cámaras de alta velocidad): su función fue controlar y poner en marcha funcionamiento de todo el sistema de obtención de registros (cámaras y plataforma de fuerza), así como grabar los ficheros obtenidos de la filmación, con una nomenclatura que pudiera ser reconocida posteriormente para su análisis.
- **Sujeto colaborador 3** (Control de los registros procedentes de la plataforma de fuerza): su función era la de controlar el funcionamiento de la plataforma de fuerza y grabar los datos registrados en ficheros con la misma nomenclatura que los registros obtenidos por las cámaras de alta velocidad.
- **Sujeto colaborador 4** (Cámara de vídeo): su misión era la de registrar la precisión de los lanzamientos con una cámara de vídeo, registrando el fichero al que corresponde el lanzamiento grabado y la actuación del portero ante el lanzamiento para posteriormente analizar la precisión de los lanzamientos efectuados.
- **Sujeto colaborador 5** (Protocolo y horarios): encargado del protocolo de calentamiento de los sujetos, tanto del grupo de expertos como de no expertos y de los lanzadores, coordinando los horarios de realización del experimento de cada sujeto.
- **Sujeto colaborador 6** (Digitalización e informatización de registros): su cometido fue el de realizar todo el proceso de digitalización de los datos y proceder a la digitalización de registros.

3.2.- DISEÑO EXPERIMENTAL.

Según Gutiérrez-Dávila y Oña (2005), se pueden considerar a los diseños experimentales como las estrategias de investigación más completas que existen para la consecución de los principios del conocimiento científico y para la ejecución del método hipotético-deductivo, éstos se pueden considerar técnicas de control y manipulación de variables presentes en un experimento mediante el control de las relaciones funcionales entre las variables. Por lo tanto, cualquier diseño experimental trata de establecer la

forma de manipular la variable independiente, medir la variable dependiente asociada y controlar las potenciales variables contaminadoras (Pereda, 1987). En la figura 3.1, se presentan los niveles en los que la ciencia se estructura, partiendo de un mayor nivel de generalidad hasta llegar a concretarse en los diseños experimentales que permiten el control de variables y de referencia fundamental para nuestro estudio.

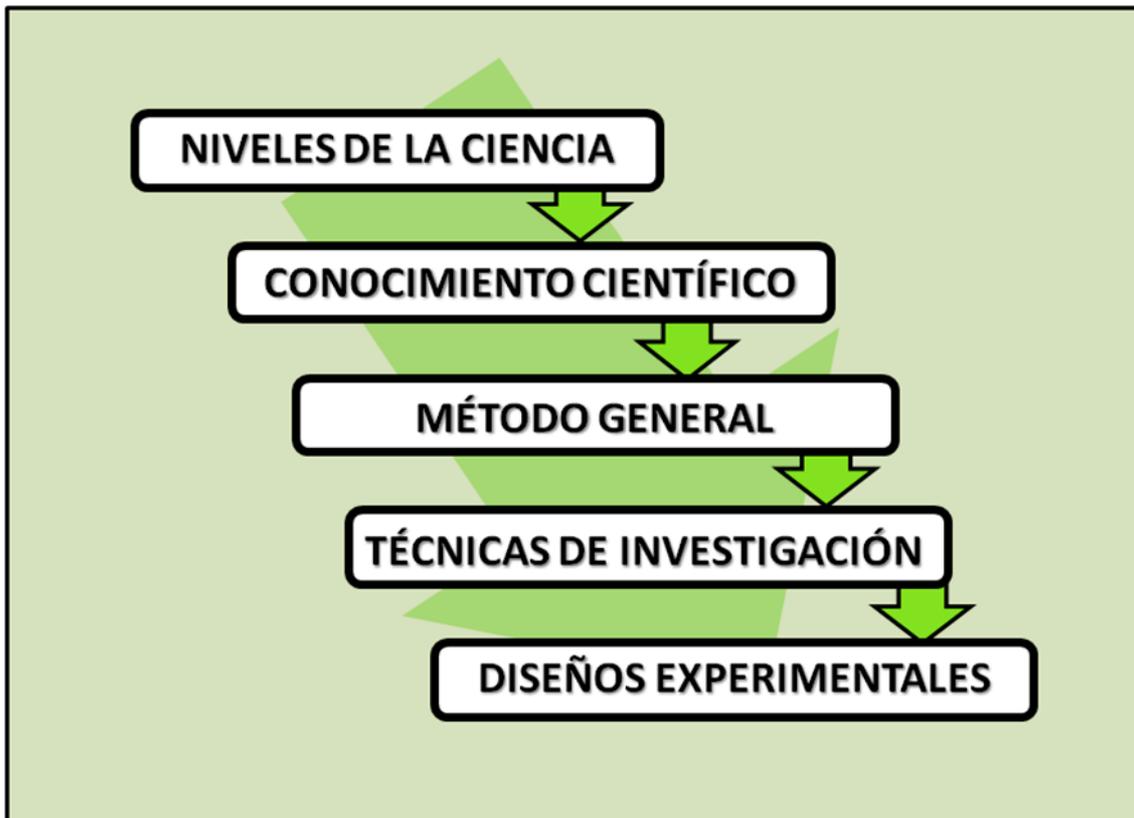


Figura 3.1- Lugar de los diseños experimentales en la estructura formal de las ciencias (Gutiérrez-Dávila y Oña, 2005).

Cada problema de investigación genera un modelo distinto de diseño experimental y por lo tanto habrá que gestionar adecuadamente las estrategias y técnicas, diferenciadas en función del nivel de manipulación y el control que nos permita el objeto de estudio en cuestión. El diseño planteado dependerá de las decisiones previas tomadas por el investigador, en cuanto a la selección de los grupos experimentales, la aplicación de los respectivos tratamientos y la utilización de determinadas pruebas estadísticas, las cuales estarán en función de los propósitos de la

investigación. Una investigación experimental se identifica con el empleo de un diseño adecuado, siendo la clave de éste planear, el experimento de tal modo que los efectos de la variable independiente sobre la dependiente se puedan evaluar de forma inequívoca (Underwood, 1957).

En definitiva, el diseño constituye un aspecto importante dentro de la dinámica del trabajo científico, marcando la estrategia a seguir por el investigador para la adecuada solución del problema que tiene planteado, teniendo como finalidad primordial, permitir al investigador obtener respuestas inequívocas para los objetivos que han dado lugar a la investigación (Gutiérrez-Dávila y Oña, 2005).

Para nuestra investigación y en función de los objetivos propuestos, se han utilizado dos estudios diferenciados, por una parte un estudio con el que se han analizado los patrones de movimiento de los lanzadores, el cual responde a un diseño intrasujeto y por otra parte un estudio experimental con dos diseños experimentales diferenciados para el estudio de las variables dependientes referidas al portero.

Así, en la primera parte de la investigación se ha utilizado un diseño intrasujeto a través de los sujetos (cuatro lanzadores). Los estudios intrasujeto se caracterizan por ser una variante de los diseños de la categoría general intragrupo. En estos diseños, se sustituye el número de sujetos empleados en otros diseños por la aplicación de un número importante de medidas en las distintas fases del experimento, con el fin de que el análisis longitudinal del sujeto tenga un valor singular (Gutiérrez-Dávila y Oña, 2005).

En la segunda actuación se ha empleado un diseño experimental entregrupos. Se ha utilizado con la intención de conocer cuál es el efecto que tiene la experiencia (porteros expertos, no porteros) sobre las variables independientes estudiadas.

Los diseños experimentales entregrupos se caracterizan por la manipulación de la variable independiente en varios niveles de aplicación, existiendo tantos grupos como número de niveles se manipulen. De ahí, que en nuestra investigación atendiendo al nivel de experiencia (variable independiente) aparezcan dos grupos diferenciados. En la figura 3.2 se presenta un esquema del diseño experimental entregrupos, haciendo referencia a las variables dependientes y a las variables independientes utilizadas.

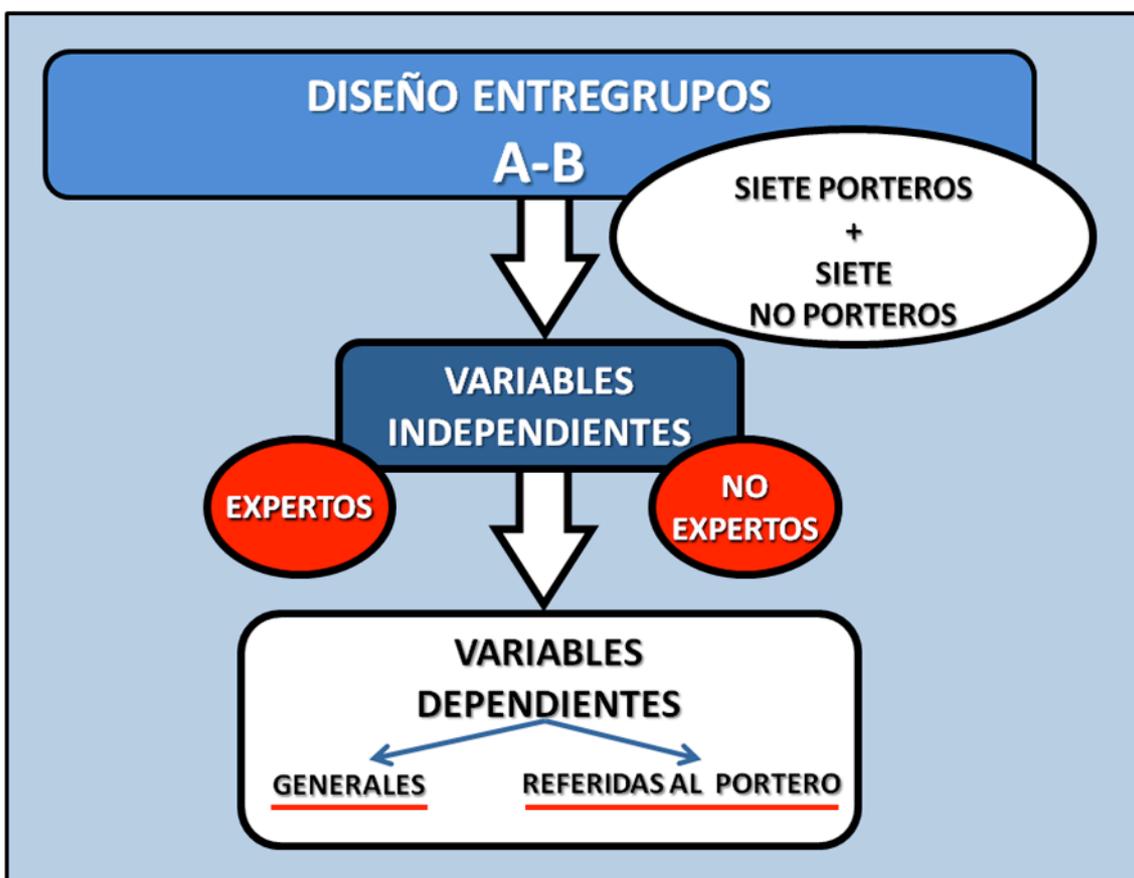


Figura 3.2.- Representación esquemática del diseño experimental entregrupos desarrollado.

Finalmente, también se ha empleado un diseño experimental intragrupo de medidas repetidas. Se ha utilizado con el propósito de comprobar el efecto que producen dos situaciones diferenciadas, según el grado de incertidumbre, sobre los factores que determinan las acciones que realizan los porteros de balonmano ante lanzamientos de nueve o más metros. La

variable independiente es, por tanto, el grado de incertidumbre del lanzamiento y se presenta con dos niveles:

- **Nivel A (TR2):** se reproduce una acción de lanzamiento perpendicular a la portería donde, supuestamente, la dirección de lanzamiento hacia el lado contrario al brazo de lanzamiento (no dominante) estaría cubierta por la acción de otros jugadores de campo. En este caso, el lanzador sólo tenía dos posibilidades de dirección del lanzamiento: el ángulo superior (A_1) e inferior (A_2) del poste perpendicular al brazo de lanzamiento (dominante).
- **Nivel B (TR4):** se reproduce una acción de lanzamiento perpendicular a la portería donde el lanzador tiene la posibilidad de lanzar a los dos lados del portero que está situada en el centro de la portería, pudiendo orientar así su lanzamiento hacia cuatro objetivos: el ángulo superior (B_1) e inferior (B_2) del poste perpendicular al brazo de lanzamiento y el ángulo superior (B_3) e inferior (B_4) del poste contrario al anterior.

La característica que define a los diseños experimentales intragrupo es que la variable independiente se manipula aplicando sus niveles en distintas fases dentro del mismo grupo. Por esto, en esta investigación los grupos de porteros, expertos y no expertos, deben responder a dos niveles de incertidumbre en el lanzamiento (variable independiente), para así verificar las diferencias entre los sujetos dentro del mismo grupo. En la figura 3.3 se recoge la representación esquemática del diseño experimental intragrupo utilizado, haciendo referencia a los niveles de la variable independiente y a las variables dependientes.

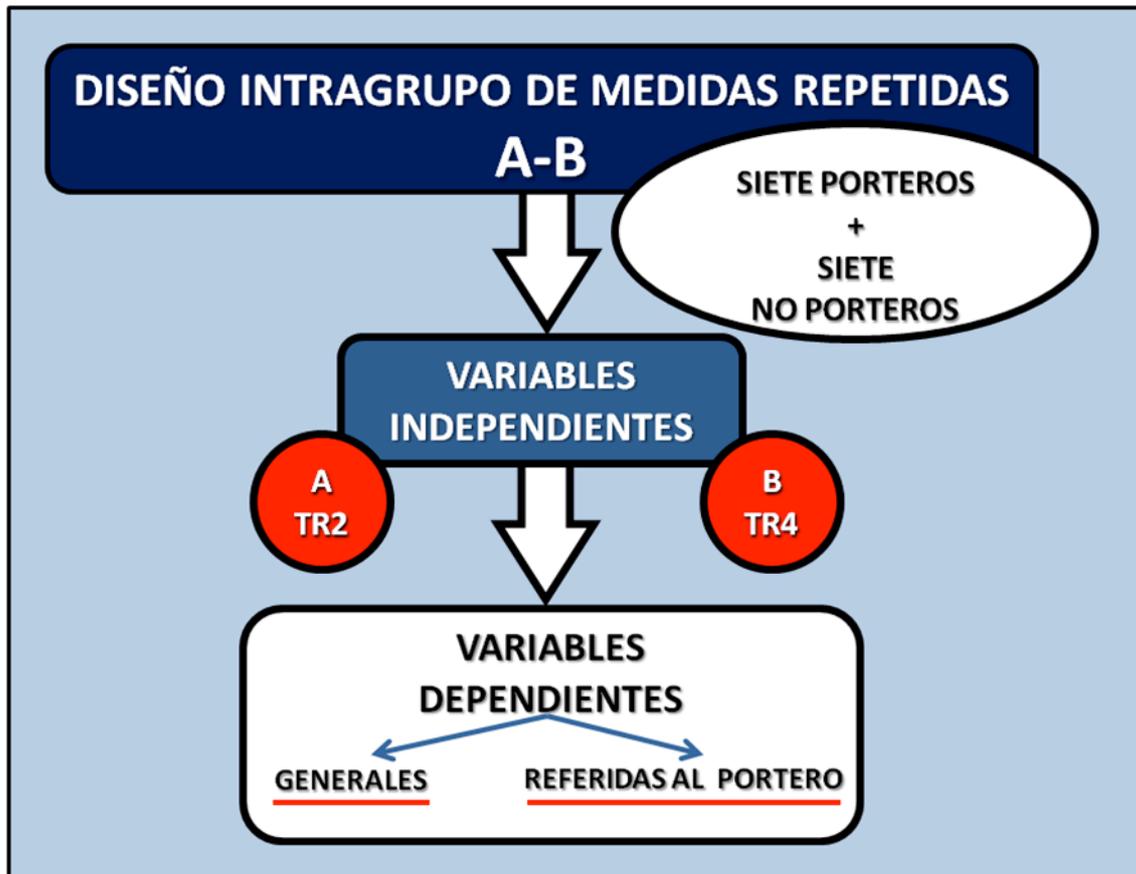


Figura 3.3.- Representación esquemática del diseño experimental intragrupo desarrollado.

Las variables que se medirán (variables dependientes) son temporales, cinemáticas y cinéticas relacionadas con el lanzamiento y el movimiento del portero, las cuales han sido medidas mediante técnicas fotogramétricas tridimensionales y las estrategias de acción o movimientos previos del portero durante la realización del lanzamiento, medidos mediante los registros directos obtenidos por una plataforma dinamométrica.

3.3.- MATERIAL Y MÉTODO.

Para el análisis de las habilidades deportivas, desde la perspectiva de la Biomecánica, se utilizan múltiples y variadas técnicas. La mayoría de ellas se basan en la obtención de los parámetros que definen la localización espacial del cuerpo humano, considerado como el sistema objeto de estudio. Estos parámetros se pueden obtener de manera directa, mediante

la utilización de tecnologías inteligentes de detección de marcadores, o de forma indirecta, mediante la utilización de técnicas cinematográficas o videográficas (Soto, 1995).

En nuestro estudio hemos utilizado tanto registros directos (plataforma de fuerza) como registros indirectos (fotogrametría 3D) con el propósito de obtener las variables cinemáticas y cinéticas. Estos son sistemas de registro de gran aplicación en Biomecánica Deportiva, pues posibilitan el análisis del movimiento en condiciones competitivas sin que el deportista se vea afectado (Plagenhoef, 1971), controlando la invasión que supondría el uso de instrumentos ajenos a la propia competición. A pesar de que el proceso de digitalización de imágenes pueda conllevar un posible error aleatorio por hacerse mediante un tratamiento manual y no someterse a un proceso automatizado de toda la digitalización. Como expondremos a continuación, se aplicarán a estos registros los procedimientos matemáticos necesarios para disminuir el error aleatorio introducido por el sujeto colaborador 6, encargado de la digitalización.

Este apartado ha sido estructurado en tres subapartados, en primer lugar se especifican los equipos y material empleado, en segundo lugar se exponen las técnicas de registro utilizadas para la obtención de datos y por último se recoge el procedimiento en el que quedan reflejadas todas las acciones que han dado lugar a los resultados obtenidos en esta investigación.

3.3.1.- Material e instrumental utilizado.

Tanto para la obtención de datos como para su tratamiento posterior se ha empleado el siguiente equipamiento e instrumental:

a) Equipamiento de obtención de datos.

- Dos cámaras de video digital de alta velocidad, Redlake Motion Scope PCI 1000S (Redlake Corporation, San Diego, CA), a una

frecuencia de 500 Hz. En la figura 3.4, se muestran diferentes visiones de las cámaras utilizadas para la filmación de los lanzamientos.



Figura 3.4.- Cámara de video digital de alta velocidad, Redlake Motion Scope PCI 1000S empleada en el estudio.

- Una plataforma dinamométrica Dinascan/IBV (Instituto Biomecánico de Valencia). Las características técnicas de la plataforma utilizada son: tamaño de 600x370 mm de área activa y 100 mm de altura en el modelo estándar peso de 25 kg; rango de medida configurable por programa en cuatro rangos desde 2000 N hasta 15000 N en fuerzas verticales y desde ± 1000 N hasta ± 7500 N en fuerzas horizontales; precisión mejor o igual que la mayor del 2% de la medida, ó un 0,15% del rango; frecuencia natural de vibración mayor de 400 Hz en dirección vertical; sensibilidad cruzada despreciable por desacoplamiento mecánico; frecuencia de muestreo 500 Hz.; hasta 8 canales analógicos adicionales configurables en rango de entrada y 3

canales de entrada digital; inicio de la medición por inicio de carga; posibilidad de sincronización con otros equipos de medida (que dispongan de esta posibilidad); programas de ordenador en castellano desarrollados en entorno Windows y programa de biofeedback para la re-educación interactiva del equilibrio. En la figura 3.5, se muestra la imagen de la Plataforma dinamométrica Dinascan/IBV empleada en el estudio.



Figura 3.5.- Plataforma dinamométrica Dinascan/IBV empleada en el estudio.

- Cámara de vídeo digital Canon *mv730 i*, a una frecuencia de 25 Hz.
 - Un ordenador Pentium IV a 2.8 Ghz, con 512 Mb de memoria Ram DDR y 80 Gb de disco duro y una pantalla de 17" SVGA.
- b) Equipamiento de tratamiento de datos.**
- Programa informático CIBORG v.3.0.
 - Programa estadístico Statgraphics 5.1 de Statistical Graphics Corporation (STCS, Inc. 2115 East Jefferson Street, Rockville, Maryland , 20852. USA).

3.3.2.- Técnicas de registro.

Para el registro y obtención de los datos necesarios para la realización de este estudio, se ha utilizado, por un lado, una técnica básica de registro conocida como técnica fotogramétrica tridimensional (3D), que nos permite registrar los factores cinemáticos procedentes del patrón de movimiento de los cuatro lanzadores. El empleo de esta técnica instrumental conlleva la secuenciación de obtención de información en dos fases: una de registro fotogramétrico mediante filmación en vídeo y a continuación el empleo de procesos de tratamiento de datos por medio de programas informáticos específicos a partir de la información recogida anteriormente.

Además de esto y sincronizados temporalmente a los registros anteriores, también se han obtenido datos a través de la utilización de registros dinamométricos, para obtener la información dinámica de la actividad de los porteros. Para la sincronización de todos los sistemas, se utilizó una señal electrónica que activaba la puesta en marcha de los dos sistemas de registro mencionados.

3.3.2.1.- Características Generales de las técnicas fotogramétricas 3D.

Según Gutiérrez-Dávila y Oña (2005), la fotogrametría tanto bidimensional (2D) como tridimensional (3D), es una técnica que permite cuantificar de forma fiable el movimiento humano sin interferir en su ejecución, permitiendo pasar de una mera formulación verbal de los hechos a un lenguaje matemático, mediante la utilización de mediciones precisas a partir de fotografías, cinematografía, vídeo y otros sistemas para localizar puntos y sus análisis sistemático.

Para estos mismos autores, la fotogrametría está referida a un conjunto de técnicas a través de las cuales es posible obtener información fiable sobre

posiciones, dimensiones y actitudes de las personas por medio de la filmación, la medida y los correspondientes cálculos matemáticos sobre las medidas obtenidas. Destacando la fotogrametría tridimensional (3D) computarizada, que permite obtener la información referida al espacio y no al plano, como lo hace la fotogrametría bidimensional (2D).

En las técnicas fotogramétricas tridimensionales aplicadas a los sistemas biológicos, se considera al sujeto como una estructura de sólidos rígidos, compuesta por un número de segmentos variables, de los que se conocen algunos de sus parámetros inerciales, como la masa y la localización de su centro de gravedad, y es a partir de este sistema coordinado como se describe y se da explicación de las causas que determinan su eficacia, partiendo del registro de las posiciones espaciales que adoptan los puntos que determinan los segmentos del sistema. Esta técnica requiere un proceso secuencial que se inicia con: a) definir el modelo coordinado de análisis, b) la filmación del gesto y sistema de referencia, c) obtención y tratamiento de datos y d) generación de resultados y representación gráfica de las variables o datos.

a) Definición del modelo coordinado de análisis.

Para este estudio, la estructura alámbrica del jugador más balón, la determinaron las coordenadas tridimensionales de cinco puntos corporales (punta del pie izquierdo; centro articular de la cadera derecha, el hombro derecho, el codo derecho y la muñeca derecha) más el punto correspondiente al centro geométrico del balón, que se han considerado suficientes para la obtención de los datos necesarios para llevar a cabo este estudio. En la figura 3.6, se presenta el modelo coordinado utilizado para esta investigación.

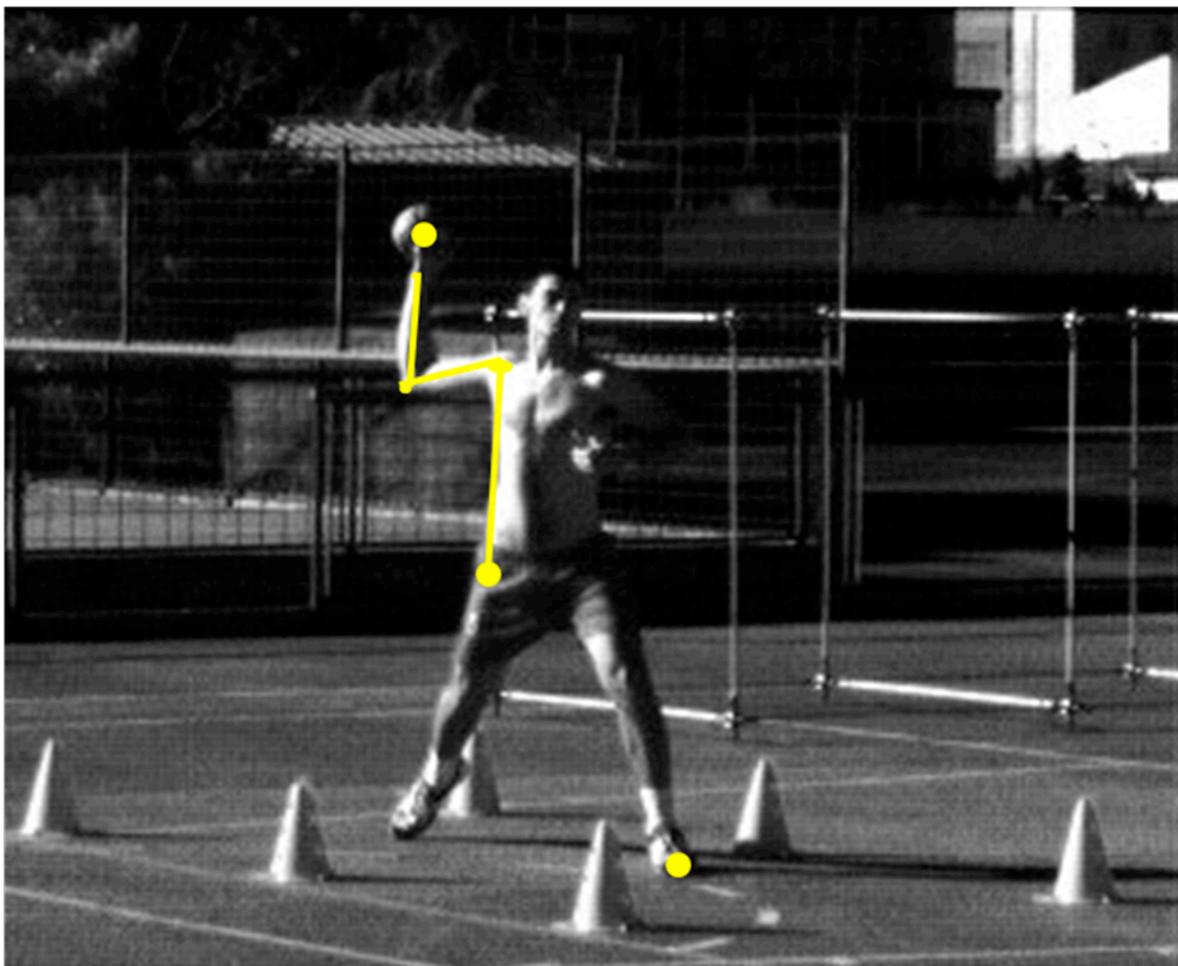


Figura 3.6.- Modelo coordinado de análisis utilizado en el estudio.

b) Filmación del gesto.

El análisis fotogramétrico se inicia con la filmación del gesto deportivo y del objeto de referencia. Las cámaras registran los lanzamientos sin modificar su posición, manteniéndose su campo de visión inmóvil y poder así aplicar posteriormente la reconstrucción espacial (3D) a partir de las coordenadas planas obtenidas en cada visión.

Según la clasificación de Yeadon (1990), el sistema utilizado requiere medidas de campo, pudiendo colocarse las cámaras libremente en cualquier posición, teniendo en cuenta que se debe realizar la filmación de un objeto de referencia formado por puntos espaciales conocidos con antelación o en fase posterior a la ejecución del evento deportivo. Aunque, efectivamente, cualquier posición

de las cámaras, con respecto al sistema de referencia, nos permitiría obtener las coordenadas 3D, es recomendable colocarlas formando un ángulo de 60°-130° entre las bisectrices de sus respectivos ángulos de visión, además de tener en cuenta la posición de los puntos a digitalizar con respecto a cada una de las cámaras, especialmente los puntos del balón y del brazo de lanzamiento. En la figura 3.7, se presentan las posiciones de las cámaras con respecto al sistema de referencia y la posición de la portería.

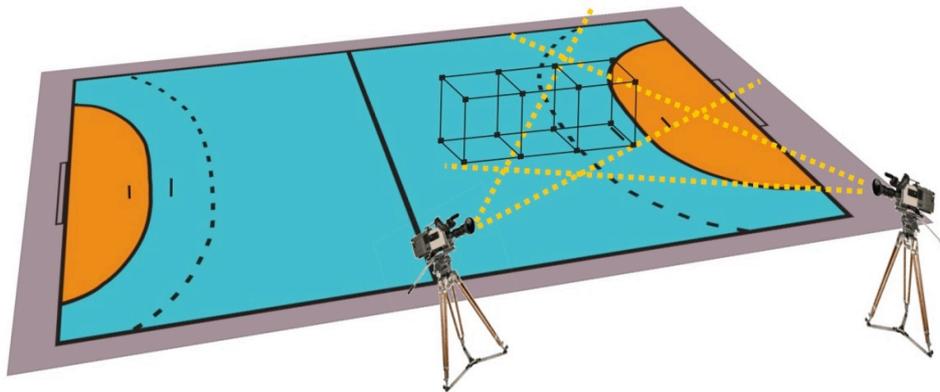


Figura 3.7.- Ubicación de las cámaras y el sistema de referencia durante la filmación.

Los lanzamientos se filmaron utilizando dos cámaras de video digital de alta velocidad (500 Hz.), situadas en el lado dominante del lanzador (derecha) y a 25 m del centro geométrico de la zona de lanzamientos y a 30 m entre ellas. Estas estaban sincronizadas temporalmente con la plataforma dinamométrica, a la misma frecuencia con la que se obtuvieron los registros de la fuerza de reacción del portero, de manera que al activar la filmación se ponía en funcionamiento el sistema de registro de la plataforma. Todos los lanzamientos fueron grabados con luz natural, garantizando la máxima resolución de las imágenes obtenidas. Otra cuestión que se tuvo en cuenta en la filmación del lanzamiento fue la existencia de una limitación temporal para el almacenamiento de las imágenes de 2 segundos para cada uno de ellos.

Para la ubicación de las cámaras se consideraron los siguientes factores: a) posibilitar el visionado del máximo número de puntos del sistema jugador con balón durante la ejecución; b) evitar posiciones que puedan verse interferidas por el desplazamiento de móviles que cruzan el eje óptico (jugadores, entrenadores, etc.); c) la posición de cada una de las cámaras

debería ser lo más lejana posible con respecto al sujeto, de esta forma se trataba de impedir el efecto de deformación producido por el incremento de tamaño de los elementos más cercanos a la cámara; d) centrar el eje óptico de las cámaras en el centro del volumen espacial en donde se ejecuta el gesto técnico y e) situar las cámaras a la derecha de los lanzadores, ya que todos ellos emplean el brazo derecho como ejecutor del lanzamiento.

Como se ha comentado, para la obtención de las coordenadas espaciales tridimensionales, es imprescindible la utilización de un objeto o sistema de referencia, siendo este la base sobre la que se construye el algoritmo de la transformación lineal directa (DLT). Gran parte de los errores sistemáticos producidos en la reconstrucción 3D son consecuencia de una incorrecta construcción, calibración y/o digitalización del sistema de referencia.

El sistema de referencia utilizado para está compuesto por dos cubos con 12 vértices, con unas dimensiones de 1.58 m de profundidad, 2.32 m. de largo y 2 m. de altura. La estructura posee las siguientes características: es indeformable, desmontable, ligera, rígida, modular y de fácil manejo. Está formada por 20 barras cilíndricas huecas, de aluminio de 2 cm de diámetro, y de 1.5 m de longitud. Estas barras se enroscan a 12 crucetas o puntos de unión de acero por sus extremos, los cuales son cubos de $3,375 \text{ cm}^3$ provistos de entradas en sus 6 caras, permitiendo el acoplamiento de hasta 6 barras. Además para conseguir la altura deseada, de manera que durante la ejecución del lanzamiento todos los segmentos del lanzador y el balón estuvieran dentro del espacio delimitado por el sistema de referencia, dicha estructura se apoyó sobre 6 conos de 50 cm. de alto con una base que dotaba de gran estabilidad al sistema.

La orientación del sistema queda reflejada en la figura 3.8 y figura 3.9, donde el eje horizontal X coincide con la dirección de desplazamiento del jugador hacia portería, el eje Z es vertical y el eje Y es perpendicular a los dos anteriores.



Figura 3.8- Representación del objeto de referencia utilizado para la reconstrucción tridimensional del movimiento.



Figura 3.9.- Representación del sistema de referencia en el espacio de lanzamiento.

c) Obtención y tratamiento de datos.

La tercera fase en las técnicas fotogramétricas 3D es la obtención y tratamiento de los datos, a partir de los cuales se obtienen las variables cinemáticas o factores de eficacia del lanzamiento. Una vez concluidas las filmaciones, se seleccionan los lanzamientos que se van a analizar. Una vez seleccionados los lanzamientos y con el fin de obtener los datos correspondientes a las posiciones espaciales de los puntos que definen el sistema coordinado definido para este estudio y comentado con anterioridad, se hace necesaria la transformación de los fotogramas obtenidos por las cámaras de alta velocidad en imágenes JPGE.

El posterior tratamiento de las imágenes JPGE, obtenidas tras el proceso de captura, lo realizan, por su complejidad y monotonía, los sistemas informáticos especializados y diseñados por el grupo de investigación de Análisis del Movimiento Humano, del Departamento de Educación Física de la Universidad de Granada. Dicho tratamiento de las imágenes se realizó en tres fases: 1) *digitalización*, 2) *interpolación* y 3) *sincronizado*.

1.- La *digitalización* consiste en almacenar las coordenadas planas de los puntos que componen la estructura de segmentos seleccionados, así como del sistema de referencia utilizado en las filmaciones obtenidas de las dos cámaras (cámara 1 y cámara 2). Este proceso de digitalización se ha llevado a cabo mediante el programa informático CIBORG v.3.0., desarrollado en la Facultad de Ciencias de la Actividad Física y del Deporte de Granada en el Laboratorio de Biomecánica (Gutiérrez, Soto y Martínez, 1990 y Soto, 1995).

La digitalización se ha desarrollado de forma manual partiendo de unos marcadores articulares de referencia a una frecuencia de 125 Hz. (la reducción de la frecuencia en la digitalización reduce el esfuerzo de la misma), mediante un dispositivo interno que ha permitido gestionar la imagen dentro de una pantalla de 17" SVGA, de un ordenador Pentium IV a

2.8 Ghz, con 512 Mb de memoria Ram DDR y 80 Gb de disco duro. Se ha utilizado el ratón como marcador de los puntos a digitalizar. Para una correcta ejecución del proceso de digitalización, es fundamental el entrenamiento de la persona que lo realiza, con el fin de minimizar los posibles errores en los distintos puntos de digitalización.

Al objeto de minimizar al máximo los errores de digitalización, todo el proceso se ha desarrollado por la misma persona, estableciendo un criterio y manteniéndolo a lo largo de todo el proceso (Vera, 1988). El proceso de entrenamiento/aprendizaje de observación de los puntos, para lograr la fiabilidad necesaria, se ha llevado a cabo mediante el sistema propuesto por Soto (1995).

El proceso de marcado de los puntos se ha repetido en cada una de las imágenes de los lanzamientos seleccionados obtenidos por ambas cámaras (cámara 1 y 2), almacenándose las coordenadas planas correspondientes a cada punto durante toda su trayectoria en ficheros secuenciales para poder ser tratados posteriormente. En la figura 3.10 se presenta el menú principal del software utilizado para realizar la digitalización.

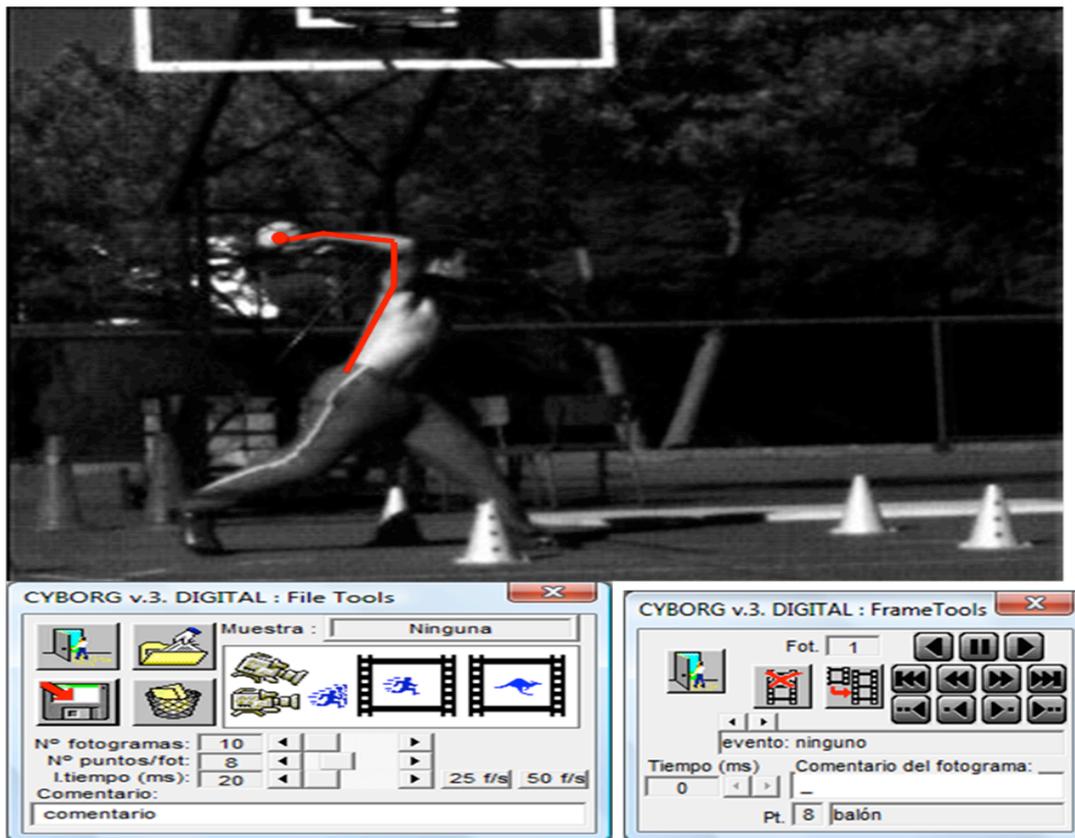


Figura 3.10.- Representación de la pantalla de digitalización en el programa informático CYBORG v.3.0. Estructura alámbrica del sistema jugador y balón.

2.- *Interpolación y suavizado de los datos.* Una vez obtenidas las coordenadas planas, procedentes de las dos cámaras, éstas se interpolaron a 500 Hz (la misma frecuencia de la filmación) mediante la aplicación de splines de quinto grado. Interpolados los puntos que determinan el modelo coordinado de estudio, el siguiente paso fue la sincronización temporal de las imágenes procedentes de las dos cámaras.

3.- La *sincronización* entre ambas cámaras se ha realizado a partir de una señal externa DTL que iniciaba la puesta en marcha de las dos cámaras de forma simultánea. En la figura 3.11, se presenta la pantalla principal del programa que realiza el sincronismo matemático y su conformación por eventos, los cuales sólo fueron utilizados para verificar la precisión del sistema automático de sincronización (señal DTL).

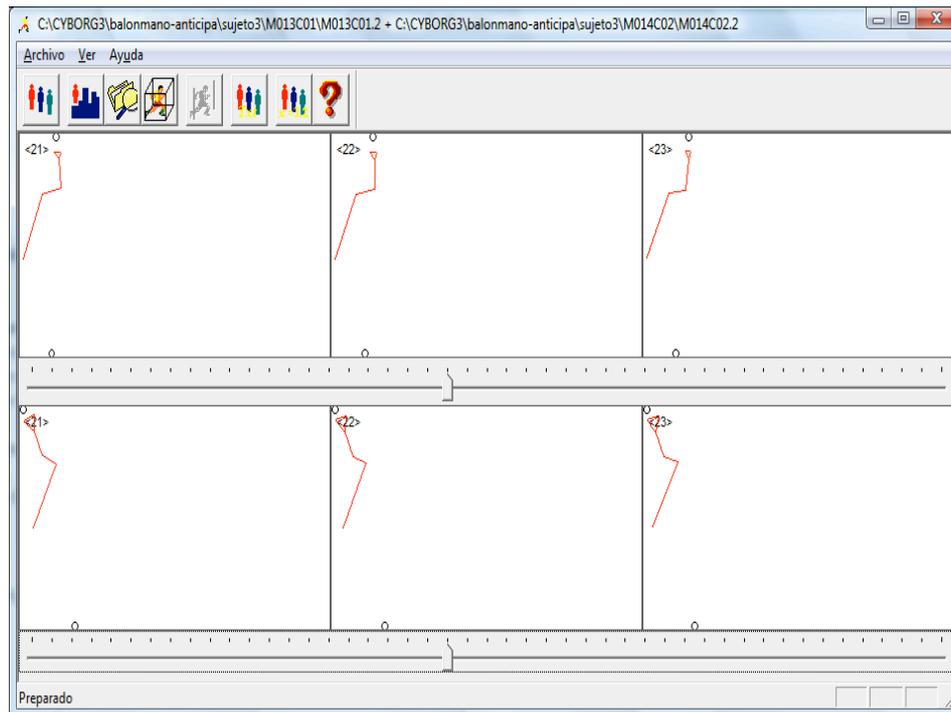


Figura 3.11.- Representación de la pantalla principal del programa informático DLT para el sincronizado de las imágenes planas y para el proceso de transformación lineal directa (DLT).

Interpoladas las coordenadas planas, el siguiente paso, dentro de este proceso de computarización, fue obtener las coordenadas espaciales de los 6 puntos digitalizados con respecto al sistema de referencia inercial definido previamente, utilizando para ello las técnicas de transformación lineal directa (DLT) descritas por Abdel-Aziz and Karara (1971), adaptadas por Tortosa (1987) y Gutiérrez, et al. (1990). A este proceso se le denomina reconstrucción tridimensional de las coordenadas planas.

d) Generación de resultados y representación gráfica de las variables o datos.

Siguiendo el proceso secuencial anteriormente descrito, tras la reconstrucción espacial (3D) se llevó a cabo la generación de resultados, tanto de los parámetros numéricos (variables cinemáticas) como de los parámetros gráficos. Para poder comparar las posiciones de las coordenadas tridimensionales de los puntos, para cada lanzador, se realizó una transformación con respecto a un sistema de referencias, cuyo origen

estaba situado en las coordenadas de la punta del pie cuando éste estaba plenamente apoyado en el suelo.

3.3.2.2.- Características generales de los registros procedentes de la plataforma dinamométrica.

En la figura 3.12, se expone la imagen de la plataforma dinamométrica Dinascan/IBV (Instituto Biomecánico de Valencia, Valencia) empleada para la obtención de los registros directos (componentes de la fuerza de reacción) sobre las variables biomecánicas del portero, situada en el centro de la portería y adelantada un metro hacia la zona de lanzamientos.

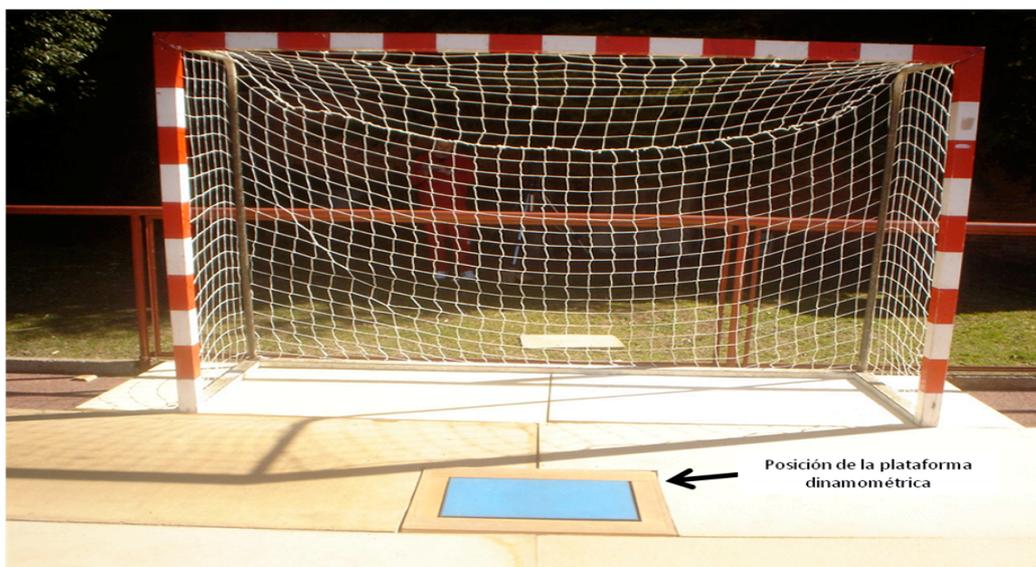


Figura 3.12 Imagen de la plataforma dinamométrica y ubicación.

Esta plataforma está instrumentada mediante cuatro captadores extensométricos articulados, cada captador dispone de ocho galgas extensométricas, siendo cuatro de ellas sensibles a cargas verticales y las otras cuatro a esfuerzos en una dirección horizontal. La disposición de las galgas en el captador obedece a estudios realizados mediante modelado por elementos finitos y anula la sensibilidad cruzada teórica entre ambas direcciones de medida. Dos de los cuatro captadores de la plataforma son sensibles a fuerzas longitudinales (además de las verticales) y los otros dos

absorben cargas transversales además de las verticales. De este modo es posible medir fuerzas en las tres direcciones del espacio.

Cada plataforma incorpora un módulo interno de amplificación que proporciona señales analógicas de alto nivel lo que la hace más inmune a las perturbaciones electromagnéticas.

Cuando se incide sobre una plataforma dinamométrica, la fuerza ejercida sobre la misma se reparte entre los cuatro captadores, que generan las correspondientes señales electrónicas en función de la carga asumida por cada uno de ellos. A partir de las ecuaciones de equilibrio estático de la placa superior de la plataforma se realiza el cálculo de las tres componentes de la fuerza de reacción, las coordenadas del punto de aplicación de la fuerza vertical resultante y el momento torsor en cada instante de tiempo.

La señal de las tres componentes de la fuerza de reacción emitida por la plataforma atiende a la convención de la mano derecha para sistemas de referencia tridimensionales donde el eje horizontal X coincide con la dirección de desplazamiento del portero hacia la trayectoria del balón, el eje Z es vertical y el eje Y es perpendicular a los dos anteriores. En la figura 3.13, se expone la representación del sistema de referencia asociado a la plataforma dinamométrica.

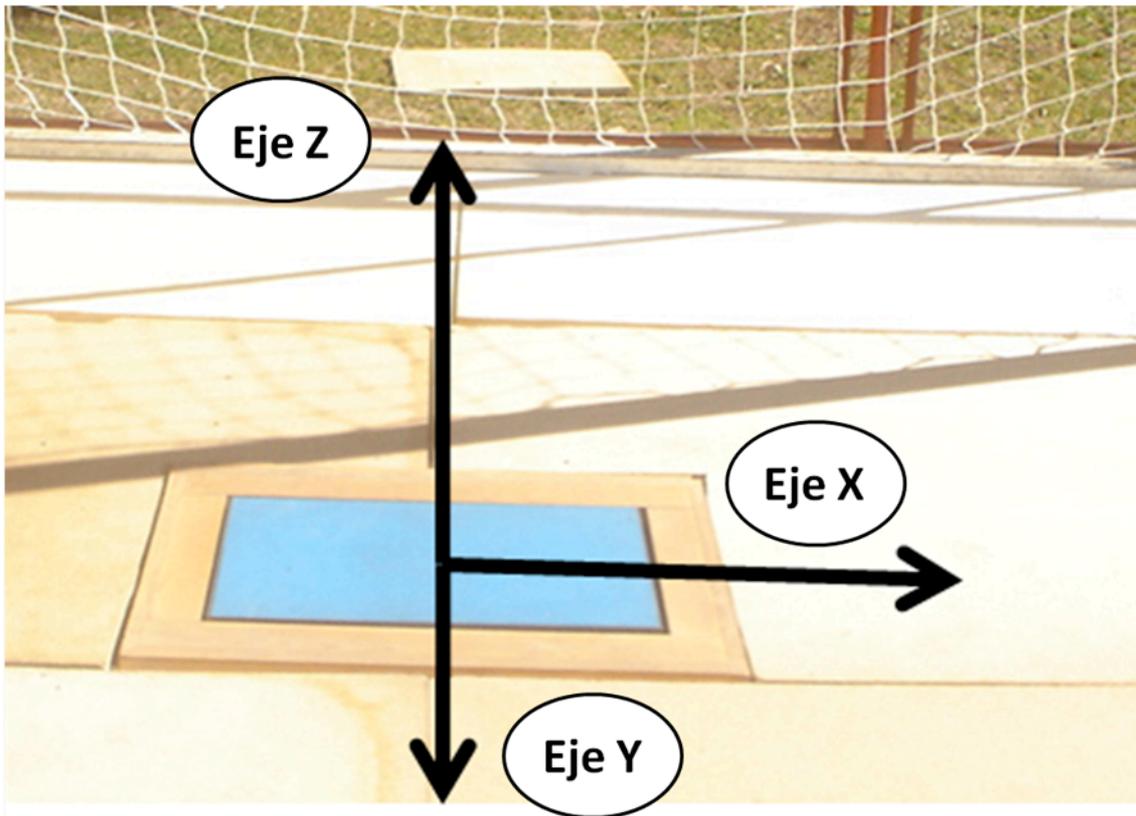


Figura 3.13.- Representación del sistema de referencia asociado a la plataforma dinamométrica

3.3.3.- Procedimiento.

La toma de datos se llevó a cabo durante los días 12 y 13 de Febrero de 2009, en un horario que permitió que los niveles de luz natural, durante todo el proceso, fueran adecuados para garantizar que la filmación de las dos cámaras de alta velocidad era óptima. El lugar de realización fue la pista polideportiva exterior de la Facultad de Ciencias de la Actividad Física y del Deporte de la Universidad de Granada. La pista cuenta con un campo de balonmano que ha servido de referencia y con porterías reglamentarias de balonmano.

Previo a la puesta en marcha del protocolo general, se estableció el orden en el que se debían desarrollar las intervenciones de los sujetos

experimentales (porteros), así como el orden de intervención de los cuatro lanzadores. Se organizaron los lanzamientos en bloques de cinco y se fue alternando el orden de los lanzadores para cada portero y cada situación. Cada portero recibió 20 lanzamientos de sólo dos lanzadores que fueron alternándose cada cinco lanzamientos. Es decir, cada lanzador efectuó sus lanzamientos al 50% de los porteros expertos y al 50% de los porteros no expertos. Se estableció un descanso de 2 minutos entre cada lanzamiento, siendo el descanso para cada lanzador de 10 minutos cuando se pasaba de bloque a bloque de lanzamientos (mientras el otro lanzador realizaba su intervención). De esta forma se bloqueó el error progresivo debido a la posible fatiga acumulada.

Para evitar el enfriamiento muscular, durante los periodos de descanso entre bloques (10 minutos), los lanzadores tuvieron a su disposición unas gomas elásticas que podían utilizar para mantener la temperatura muscular (sobre todo del hombro del brazo ejecutor). En la tabla 3.4, se expone de forma resumida el orden de los lanzadores y de los lanzamientos que fueron realizados a cada portero. En ella se observa que cada lanzador realizó un total de 10 lanzamientos a cada portero, 5 en situación TR2 y 5 en situación TR4, variando el orden de la situación en función de que el sujeto fuese par o impar. De esta forma, los dos lanzadores que intervenían con un portero realizaban 5 lanzamientos en cada situación experimental, garantizando el mismo procedimiento en todos los casos.

Tabla 3.4. Esquema general seguido para la ordenación de las situaciones de lanzamiento.

Porteros	Situación	Lanzador	Lanzamiento
Nº impar	TR2	1	1,2,3,4,5
		2	6,7,8,9,10
	TR4	1	11,12,13,14,15
		2	16,17,18,19,20
Nº par	TR4	3	1,2,3,4,5
		4	6,7,8,9,10
	TR2	3	11,12,13,14,15
		4	16,17,18,19,20

Antes del inicio del experimento propiamente dicho se establecieron dos protocolos de calentamiento específico, uno para los lanzadores (igual para todos los lanzadores) y otro para los porteros expertos y porteros no expertos (igual para los dos grupos y para todos los porteros) (ANEXO I). Todos debían realizarlo justo antes de su intervención en el experimento y en función de las instrucciones que el sujeto colaborador 5 les indicase. En cualquier caso, se perseguía un nivel de activación similar al alcanzado en la competición, tanto en el calentamiento como el experimento. Para ello se reprodujo una situación similar al juego real que, aunque no pueda considerarse de competición propiamente dicha, sí puede catalogarse como suficiente, estable y no contaminante.

Con suficiente antelación a la toma de datos de cada sujeto experimental, el sujeto colaborador 5, encargado de los protocolos de calentamiento, iniciaba el proceso con el sujeto que le correspondía actuar a continuación del que ya lo estaba haciendo, y antes de empezar la toma de datos dirigía el calentamiento protocolizado del sujeto portero al que le tocaba intervenir.

Posterior al calentamiento y previamente a la realización del experimento propiamente dicho, se llevó a cabo con todos los sujetos un protocolo de información diferenciado en los que se les facilitaba a cada sujeto una explicación rigurosa del funcionamiento del experimento, con el propósito de que todos los sujetos dispusieran de la misma información y conocieran de forma precisa y sistemática la ejecución específica que debían realizar posteriormente. Con los lanzadores, el protocolo de información se realizó al principio del experimento y se comprobó que, tanto lanzadores como porteros, comprendían las exigencias del mismo.

De esta forma, los cuatro lanzadores recibieron las instrucciones de realizar los lanzamientos en apoyo, intentando obtener la máxima velocidad de salida del balón ajustando el lanzamiento a los ángulos superiores o inferiores de la portería y a la opción que correspondiera en el orden del protocolo definido. Se les informó que podían realizar el desplazamiento

previo que quisieran y que eran libres de elegir la dirección de lanzamiento que creyeran más adecuada en cada caso (en función de la situación experimental, TR2 o TR4), así como cambiarla durante el lanzamiento si lo estimaban oportuno. En la ejecución del lanzamiento no podían pisar ni sobrepasar la distancia de 10 m respecto a la portería (9 respecto a la posición del portero), que estaba delimitada por una línea en el suelo, que no podía ser pisada ni sobrepasada por el pie de apoyo en el momento de la suelta del balón.

Por otra parte, todos los porteros recibieron las instrucciones de situarse en su posición técnica habitual sobre la plataforma dinamométrica, con ambos pies apoyados sobre ella y sin realizar movimientos hasta el momento de inicio del lanzamiento, evitando posibles lecturas erróneas en la recogida de datos de la plataforma. El portero estaba informado, en todos los casos, de la situación experimental correspondiente a cada lanzamiento (TR2 o TR4). No se le indicaba si el lanzamiento se haría al ángulo superior o inferior, al ser una decisión que tomaría cada lanzador en cada lanzamiento.

Una vez aclaradas las dudas y con la seguridad de que el sujeto había entendido perfectamente cual era su misión, se iniciaba el proceso de registro propiamente dicho.

El procedimiento de registro comenzaba cuando el sujeto colaborador 4 (responsable de la cámara de video tras la portería) nombraba la situación experimental que correspondía a cada lanzamiento y cuando el sujeto colaborador 3 (responsable del control de registro de la plataforma dinamométrica) se aseguraba de que ésta se correspondía con el nombre de la entrada asignada en el programa informático. Después de esto, el lanzador, a la señal del sujeto colaborador 2 (responsable del control de las cámaras de alta velocidad), iniciaba el desplazamiento previo al lanzamiento, activando el colaborador 2 el interruptor que arrancaba el proceso de grabación del lanzamiento. Al mismo tiempo, el sujeto colaborador 4 procedía a grabar en vídeo con la cámara 3 y a registrar el

lanzamiento efectuado mediante unas hojas de registro (ANEXO II), con el fin de controlar y evitar confusiones en el posterior análisis y selección de los lanzamientos.

En las hojas de registro se anotaba la situación experimental que iba a ser filmada previamente al lanzamiento y posteriormente la precisión del lanzamiento y el resultado de la actuación del portero. También se debía anotar si el lanzamiento se consideraba válido o no. Para ello se tenía el criterio de que el portero debía realizar el movimiento hacia la dirección correcta para interceptar el balón, anotándose *error* cuando el portero se desplazaba en sentido opuesto o se quedaba quieto, con lo que el resultado de la actuación del portero quedó categorizado de la siguiente forma:

- a. La opción A es cuando el portero se desplaza correctamente y detiene el balón.
- b. La opción B es cuando se desplaza correctamente pero no es capaz de detener el balón y se produce gol.
- c. La opción C cuando el portero se desplaza incorrectamente hacía el lugar al que se dirige el balón y se produce gol.

Finalmente, tras el lanzamiento, el sujeto colaborador 1 (coordinador) controlaba que los registros obtenidos tanto de la grabación del lanzamiento como los provenientes de la plataforma dinamométrica eran correctos.

Al final del procedimiento se contabilizó que cada lanzador había realizado diez lanzamientos a cada portero, con lo que cada uno de los lanzadores debía haber efectuado un total de 80 lanzamientos válidos, realizándose en total 320 lanzamientos por todos los lanzadores.

Uno de los sujetos porteros no cumplía las condiciones necesarias para garantizar registros fiables, al realizar movimientos previos a la intervención. Decidiéndose no tener en cuenta los datos obtenidos de este sujeto. Finalmente la muestra de porteros fue de siete sujetos, por lo que el

total de lanzamientos empleados para la selección final fue de 70 por jugador y 280 en total.

Para cada portero, se contabilizaron diez intentos de interceptación de lanzamientos válidos para cada una de las situaciones propuestas, realizados por dos lanzadores en bloques de cinco lanzamientos de manera alternativa, con lo que cada portero recibió un total de veinte lanzamientos válidos. De los 20 lanzamientos válidos para cada portero (diez para cada situación propuesta), se seleccionaron un total de cinco (los más precisos) para su análisis en cada situación experimental.

La precisión se cuantificó a partir de la proximidad de la dirección de la trayectoria del balón a los ángulos externos, inferiores o superiores de la portería, para ello se tomaron como referencia los vértices superiores e inferiores de los postes de la portería y se representaron zonas semejantes a las dimensiones del balón que tenían una puntuación asignada en orden descendente en función de que el balón se alejara más o menos de dicho vértice. En la figura 3.14, se presenta de forma esquemática la portería con las líneas de referencia que determinan la puntuación asignada a cada lanzamiento.

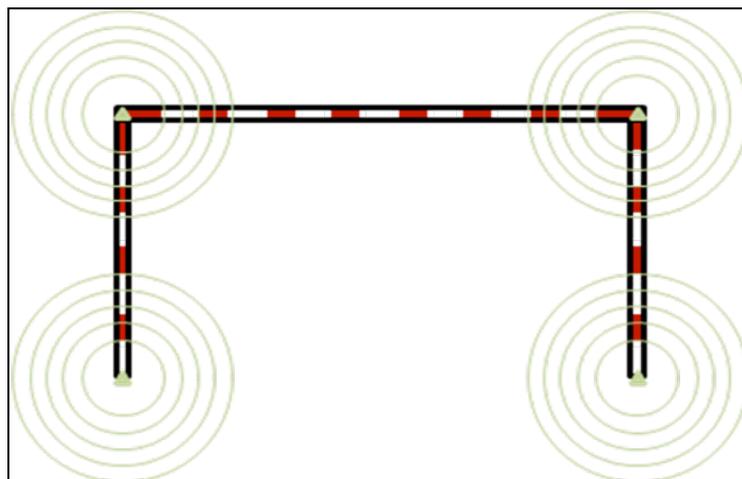


Figura 3.14.- Representación de la portería con las líneas de referencia que determinan la puntuación asignada a cada lanzamiento según la localización del impacto.

La posición de los aparatos de registro quedó configurada como se representa en la figura 3.15. De esta manera, una vez colocados todos estos aparatos, y previamente a la filmación de los lanzamientos, se procedió a la filmación del objeto de referencia para el posterior análisis fotogramétrico de cada lanzamiento.

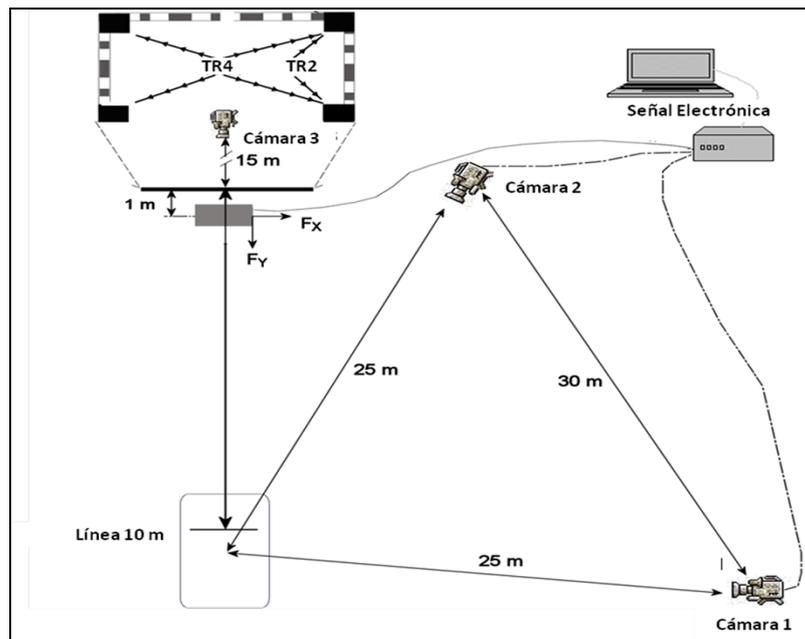


Figura 3.15.- Representación esquemática de la disposición de los aparatos utilizados para el registro de los datos.

3.3.4.- Variables dependientes registradas.

Las variables dependientes se han seleccionado teniendo en cuenta los criterios de eficacia que definen la intervención del portero de balonmano. Para el criterio de agrupamiento y exposición de las mismas se han organizado en dos tipos de variables: *variables generales* y *variables referidas a la intervención del portero*, consideradas como las causas más significativas que determinan la eficacia del gesto durante su ejecución.

1.- Variables dependientes generales:

A.1. Velocidad tangencial del balón en el instante del despegue de la mano del lanzador ($V_{t(SAL)}$).

Para el cálculo de la velocidad tangencial de salida del balón en el instante del despegue de la mano del lanzador $V_{t(SAL)}$, lo que se produce entre dos imágenes consecutivas (un intervalo de tiempo de 0.002 s), se ha realizado mediante la primera derivada de la función correspondiente a las posiciones espaciales del balón respecto al tiempo, en el instante de despegue de la mano. Las funciones correspondientes se han obtenido mediante las técnicas de splines elevados a la quinta potencia sin incorporar el proceso de suavizado.

A.2. Precisión del lanzamiento ($PRECISIÓN$).

Esta variable se ha calculado a partir de la imagen donde el portero interceptaba el balón o éste alcanzaba, aproximadamente, su posición, se determinó la distancia comprendida entre el centro del balón y el ángulo de la portería o base del poste, utilizando para su cálculo un sistema de referencias 2D asociado a la portería. La distancia calculada se relacionó inversamente con la precisión del lanzamiento ($PRECISIÓN$), siendo ésta mayor cuanto menor era la distancia.

A.3. Tiempo de lanzamiento ($T_{(LANZAMIENTO)}$).

El tiempo de lanzamiento ($T_{(LANZAMIENTO)}$) se ha definido como el periodo comprendido entre el final del desplazamiento previo, considerado como el instante en que el pie más adelantado del lanzador toma contacto plenamente con el suelo, y el instante del despegue del balón de la mano del lanzador. Este instante se ha considerado como el tiempo de referencia para todas las variables temporales. Así, cuando

se muestran los tiempos con signo negativo se deben interpretar como antes del despegue del balón de la mano del lanzador.

2.- Variables dependientes referidas al portero:

B.1. Inicio del movimiento lateral del portero ($T_{(ANTICIPACIÓN-X)}$).

El inicio del movimiento lateral del portero ($T_{(ANTICIPACIÓN-X)}$) se determinó utilizando el registro de la componente transversal de la fuerza de reacción (F_x). Éste fue estimado a 0.001 s (mitad del intervalo) antes del instante en que la fuerza neta alcanzó un valor mayor o igual al 1% del peso del cuerpo. Para evitar los posibles errores sistemáticos, se determinó el error a partir de la media de los 100 primeros datos de cada registro procedente de la plataforma, donde el portero estaba quieto antes de iniciar el lanzador su desplazamiento previo (Gutiérrez-Dávila, Dapena and Campos, 2006).

B.2. Tiempo donde la componente vertical de la fuerza es cero antes del movimiento final ($T_{(ANTICIPACIÓN-Z)}$).

Esta variable se define como el instante de inicio del movimiento final de la componente vertical del centro de gravedad (CG) (impulso de aceleración), para ello se ha considerado como el tiempo medio del intervalo donde la velocidad vertical del CG se hace cero ($T_{(ANTICIPACIÓN-Z)}$). Cuando este registro no llega a conseguir un valor igual a cero, se ha considerado el punto de inflexión del registro, considerado como el tiempo medio del intervalo anterior donde la componente vertical de la velocidad tangencial del CG obtiene el valor más cercano a cero.

B.3. Velocidad de desplazamiento del portero.

La velocidad de desplazamiento del portero ha sido calculada a partir de la función respectiva de aceleración-tiempo de la ecuación

fundamental de la dinámica, dividiendo el valor de las componentes rectangulares de la fuerza entre la masa del jugador. De esta forma se obtiene la aceleración del centro de gravedad (CG) del portero. Finalmente, a partir de la función aceleración tiempo se determinó la velocidad del CG del portero, utilizando la *integración trapezoidal*. Para esta variable se han realizado las siguientes mediciones:

- B.3.1. Velocidad de desplazamiento lateral 100 milisegundos antes de la suelta del balón (V_{X-100}).
- B.3.2. Velocidad de desplazamiento vertical 100 milisegundos antes de la suelta del balón (V_{Z-100}).
- B.3.3. Velocidad de desplazamiento lateral en el instante de la suelta del balón (V_{X-SAL}).
- B.3.4. Velocidad de desplazamiento vertical en el instante de la suelta del balón (V_{Z-SAL}).

B.4. Espacio recorrido.

Se ha determinado en base al cálculo de la velocidad con respecto al tiempo.

Para esta variable se han realizado las siguientes mediciones:

- B.4.1. Espacio lateral recorrido 100 milisegundos antes de la suelta del balón (e_{X-100}).
- B.4.2. Espacio vertical recorrido 100 milisegundos antes de la suelta del balón (e_{Z-100}).
- B.4.3. Espacio lateral recorrido en el instante de la suelta del balón (e_{X-SAL}).
- B.4.4. Espacio vertical recorrido en el instante de la suelta del balón (e_{Z-SAL}).

B.5. Máxima velocidad de la componente vertical durante el periodo de anticipación (V_{Z-MAX}).

La variable máxima velocidad de componente vertical se ha calculado por idéntico procedimiento que el resto de variables relativas a velocidades.

B.6. Porcentaje de lanzamientos interceptados y porcentaje de errores cometidos por el grupo de porteros expertos ($E_{EXPERTOS}$) y no expertos ($E_{NOEXPERTOS}$) en la intervención.

La efectividad viene determinada por la relación entre los lanzamientos detenidos por los porteros y los lanzamientos totales a los que han sido sometidos.

3.3.5.- Tratamiento estadístico.

Para el tratamiento estadístico de los datos se ha utilizado el software Statgraphics 5.1 de Statistical Graphics Corporation (STCS, Inc. 2115 East Jefferson Street, Rockville, Maryland , 20852. USA).

Se ha utilizado una estadística descriptiva, basada en la media (m) y la desviación típica (SD). Para cuantificar las diferencias entre las medias de los registros en el diseño experimental entregrupos, para los dos niveles experimentales, se ha aplicado un análisis de varianza factorial (ANOVA FACTORIAL). Mientras que en los diseños intragrupo e intrasujeto, las diferencias entre las medias de los registros obtenidos en las dos situaciones experimentales, se ha aplicado un análisis de varianza para medidas repetidas (ANOVA FACTORIAL DE MEDIDAS REPETIDAS).

Capítulo IV

Resultados

CAPÍTULO IV. RESULTADOS

4.1.- RESULTADOS.

En este apartado se van a presentar, apoyados por tablas y figuras al objeto de facilitar la interpretación de los mismos, los resultados obtenidos en la investigación, referentes a las variables dependientes o factores de análisis descritos en el apartado correspondiente al método.

La presentación de resultados, siguiendo el protocolo de los tres análisis diferenciados, se ha organizado con la misma estructura adoptada en el capítulo anterior.

Para el estudio de las variables relacionadas con el lanzamiento se ha utilizado un diseño experimental intrasujeto para que, a partir del estudio del patrón de ejecución del lanzamiento de cada uno de los lanzadores, se puedan conocer qué elementos de éste precipitan la respuesta motora del portero. Las variables estudiadas han sido: velocidad tangencial del balón en el instante del despegue de la mano del lanzador ($V_{t(SALIDA)}$), la precisión (PRECISIÓN) y el tiempo de lanzamiento, comprendido entre el instante en que el pie más adelantado toma pleno contacto con el suelo, hasta el despegue del balón de la mano del lanzador ($T_{(LANZAMIENTO)}$).

Por otra parte, para el estudio de las variables dependientes relacionadas con la actuación del portero, se ha empleado un diseño experimental entregupo con el fin de determinar cómo influye sobre los parámetros relacionados con la respuesta motora del portero su nivel de experiencia. Finalmente, se ha realizado un diseño experimental intragupo de medidas repetidas, para determinar el efecto que produce el nivel de incertidumbre en el lanzamiento sobre ciertos parámetros relacionados con la respuesta motora del portero para detener un lanzamiento.

4.1.1.- Resultados relativos a los patrones de movimiento de los lanzadores.

En la tabla 4.1 y figura 4.1 se presenta la estadística descriptiva y el nivel de significación entre los lanzadores para la velocidad tangencial del balón en el instante del despegue de la mano del lanzador ($V_{t(SALIDA)}$), la precisión (PRECISIÓN) y el tiempo de lanzamiento ($T_{(LANZAMIENTO)}$), comprendido entre el instante en que el pie más adelantado toma pleno contacto con el suelo, hasta el despegue del balón de la mano del lanzador.

Los resultados ponen de manifiesto que, con respecto a $V_{t(SALIDA)}$, existen diferencias significativas entre los lanzadores ($p < 0.01$), siendo el lanzador 3 el que consigue una velocidad media más alta ($25.43 \pm 1.44 \text{ ms}^{-1}$) y el lanzador 2 la más baja ($23.88 \pm 2.12 \text{ ms}^{-1}$). En general, la velocidad media obtenida en todos los lanzamientos analizados ($N=129$) ha sido de $24.57 \pm 1.76 \text{ ms}^{-1}$. Como era de esperar, al ser un criterio de selección de los registros, no se han encontrado diferencias estadísticamente significativas entre los lanzadores para el factor precisión, siendo la tendencia central para todos los lanzadores de $0.23 \pm 0.12 \text{ m}$, lo que se interpreta como, que en el peor de los casos, la distancia entre el centro del balón y el ángulo exterior de la portería no superó los 0.39 m y correspondió al lanzador cuatro.

Para la variable tiempo de lanzamiento $T_{(LANZAMIENTO)}$ han existido claras diferencias entre los lanzadores ($p < 0.001$), variando el tiempo entre $183 \pm 16 \text{ ms}$, para el lanzador 2, y $237 \pm 23 \text{ ms}$, obtenidos por el lanzador 3, siendo la media de todos los lanzamientos de $206 \pm 30.3 \text{ ms}$.

Tabla 4.1.- Estadística descriptiva y nivel de significación de la velocidad tangencial del balón en el instante del despegue de la mano del lanzador ($V_{t(SALIDA)}$), precisión ($PRECISIÓN$), el tiempo de lanzamiento ($T_{(LANZAMIENTO)}$).

	LANZADOR 1 (N=35)	LANZADOR 2 (N=33)	LANZADOR 3 (N=30)	LANZADOR 4 (N=31)	p
$V_{t(SALIDA)}$ (ms^{-1})	24.39 ± 1.39	23.88 ± 2.12	25.43 ± 1.44	24.71 ± 1.70	**
Precisión (m)	0.24 ± 0.11	0.225 ± 0.12	0.23 ± 0.12	0.25 ± 0.13	
$T_{(LANZAMIENTO)}$ (ms)	219 ± 22	183 ± 16	237 ± 23	184 ± 17	***

*** $p < 0.001$; ** $p < 0.01$; * $p < 0.05$

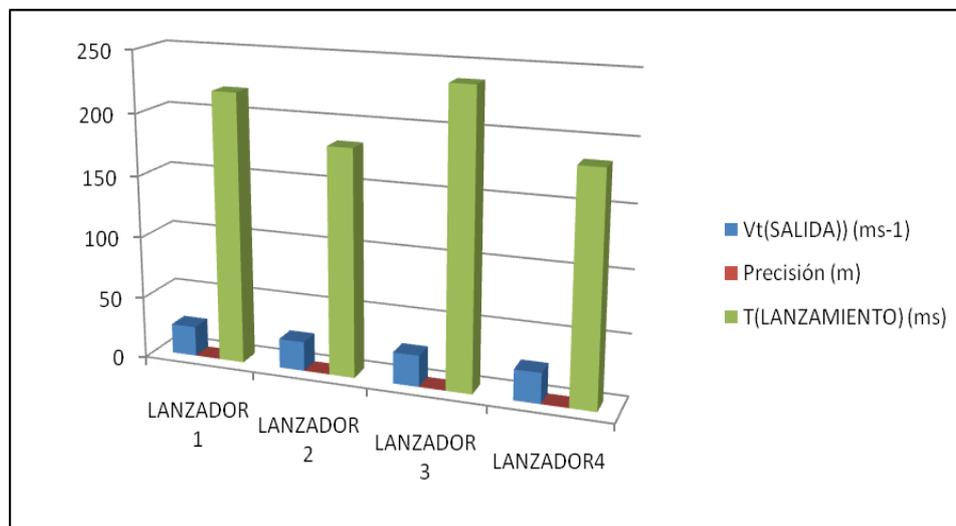


Figura 4.1.- Representación gráfica de las medias de los registros obtenidos para las variables velocidad tangencial del balón en el instante del despegue de la mano del lanzador ($V_{t(SALIDA)}$), precisión ($PRECISIÓN$), el tiempo de lanzamiento ($T_{(LANZAMIENTO)}$).

4.1.2.- Resultados de las variables relativas al estudio entregrupos.

En esta parte de la investigación se ha utilizado un diseño experimental entregrupos (porteros expertos y no expertos), en el que los sujetos fueron sometidos a un procedimiento en el que debían responder a lanzamientos realizados en dos condiciones experimentales diferentes (TR2 y TR4), ya descritas en el capítulo correspondiente al método. Por lo tanto, se

expondrán en primer lugar los resultados relativos a las diferencias entre los porteros expertos y no expertos para la condición TR2 y a continuación, los correspondientes a la situación TR4.

En la tabla 4.2. y figura 4.2 se presentan datos relevantes que están relacionados con la actuación de los porteros durante sus intervenciones. Así, considerando todos los lanzamientos válidos realizados (se incluyen los registros válidos más los rechazados por error), para la situación TR2, los porteros expertos se desplazaron hacia la dirección adecuada de lanzamientos en todos los casos y consiguieron interceptar el balón en un porcentaje del 91%, mientras que los porteros no expertos obtuvieron un 12.5% de error (N=80), desplazándose erróneamente hacia el lado superior o inferior de la portería y sólo consiguieron interceptar el balón en el 54% de los casos. En el caso de la situación TR4, los porteros expertos obtuvieron un 17.6 % de error (N=95) y consiguieron interceptar el balón en un 67% de las ocasiones, mientras que los porteros no expertos alcanzaron un 41.7% de errores (N=120) y sólo en un 24% de los casos consiguieron interceptar el balón.

Tabla 4.2.- *Análisis descriptivo de los lanzamientos interceptados y de los errores cometidos por el grupo porteros expertos y el grupo porteros no expertos.*

	Porteros Expertos		Porteros no expertos	
	TR2 N=70	TR4 N=95	TR2 N=80	TR4 N=120
Lanzamientos interceptados	91%	67%	54%	24%
Errores	0%	17.6%	12.5%	41.7%

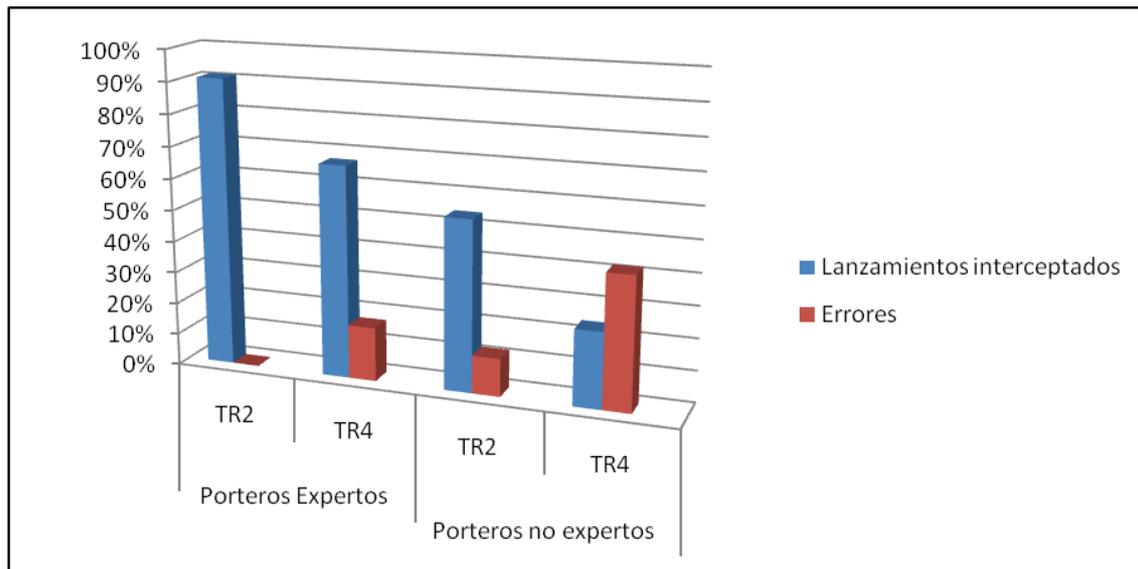


Figura 4.2.- Representación gráfica de los porcentajes de lanzamientos interceptados y de errores cometidos por los dos grupos de porteros en cada una de las condiciones experimentales propuestas.

4.1.2.1.- Diseño Entregrupos I: Situación TR2.

a) Variable inicio del movimiento lateral del portero ($T_{ANTICIPACIÓN-X}$)

En la tabla 4.3. y en la figura 4.3., se presenta el nivel de significación, la media y la desviación típica de los registros obtenidos por el grupo de los porteros expertos y el grupo de los porteros no expertos en la condición propuesta TR2, para la variable inicio del movimiento lateral del portero ($T_{ANTICIPACIÓN-X}$). Para los porteros expertos, los datos ponen de manifiesto que el tiempo de anticipación comienza una media de -349 ± 71 ms antes de la suelta del balón. Mientras que para los porteros no expertos, el tiempo medio de anticipación para la situación TR2 es de -262 ± 124 ms antes de la suelta del balón. Cuando se comparan los tiempos de anticipación, entre los porteros expertos y no expertos, se encuentran claras diferencias significativas ($p < 0.001$). Siguiendo con el análisis de esta variable, se observa que la diferencia entre las medias obtenidas es de 77 ms, poniéndose de manifiesto que los porteros no expertos inician el movimiento más tarde que los porteros expertos. Además, los datos

expuestos, correspondientes a las desviaciones típicas representadas en la figura 4.3, evidencian la existencia de una mayor variabilidad en el grupo de porteros no expertos. Por el contrario, no se han obtenido diferencias entre los sujetos que componen los grupos (intragrupo), lo que refuerza aún más la significación encontrada entre los grupos.

Tabla 4.3.- Estadística inferencial, para el factor experimental situación TR2, de la variable inicio del movimiento lateral del portero ($T_{ANTICIPACIÓN-X}$).

Tabla ANOVA para T-anticipaX según TR2					
Análisis de la Varianza					
Fuente	Sumas de cuad.	Gl	Cuadrado Medio	Cociente-F	P-Valor
Entre grupos	128232,0	1	128232,0	12,40	0,0008
Intra grupos	672423,0	65	10345,0		
Total (Corr.)	800654,0	66			

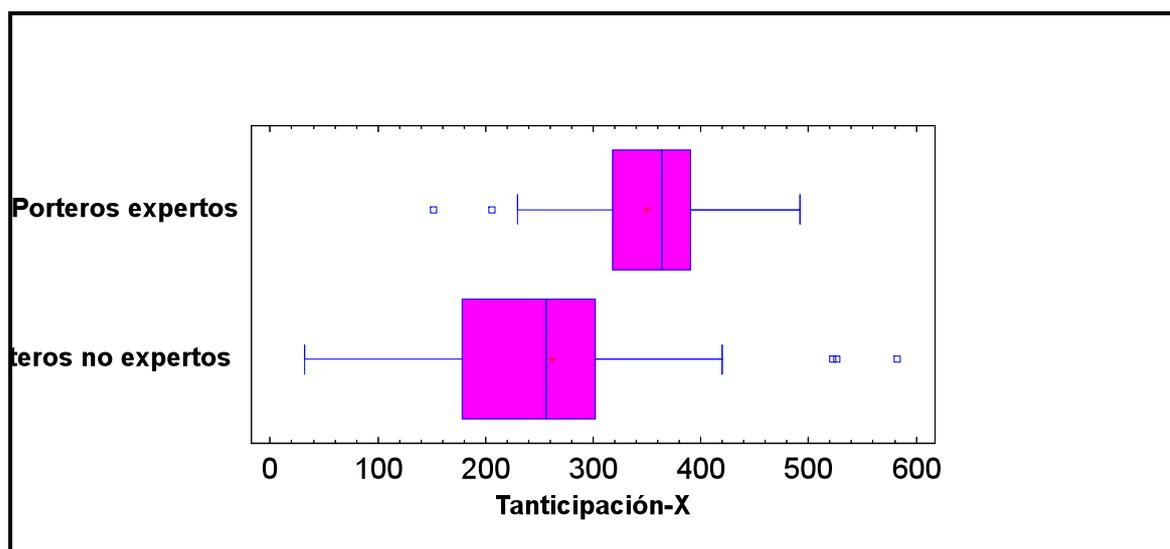


Figura 4.3.- Representación gráfica de la media y la desviación típica para el grupo porteros expertos y para el grupo porteros no expertos de la variable inicio del movimiento lateral del portero ($T_{ANTICIPACIÓN-X}$) en la situación TR2.

b) Variable tiempo donde la componente vertical de la fuerza es cero antes del movimiento final ($T_{\text{ANTICIPACIÓN-Z}}$)

La variable tiempo donde la componente vertical de la fuerza es cero antes del movimiento final ($T_{\text{ANTICIPACIÓN-Z}}$), se ha considerado como el inicio del movimiento vertical del portero. En este caso, la estadística inferencial indica que existen ciertas diferencias estadísticamente significativas entre los dos grupos analizados con un valor $p < 0.005$, sin que existan diferencias intragrupo como se recoge en la tabla 4.4. En la figura 4.4, se representa la estadística descriptiva, se observa que la media es inferior para el grupo de porteros expertos, respecto al grupo de porteros no expertos, 68 ± 73 y 114 ± 73 respectivamente. Esto indica que los porteros expertos inician su respuesta con mayor antelación que los porteros no expertos, aunque en los dos casos inician su respuesta vertical después del despegue del balón de la mano del lanzador. Además, en los dos grupos se obtienen unos registros para la desviación típica relativamente altos, siendo, no obstante, más acentuado en el grupo de porteros expertos, lo que indica que existe poca estabilidad para esta variable en los sujetos analizados, tanto en el grupo de expertos como en el de no expertos.

Tabla 4.4.- Estadística inferencial, para el factor experimental situación TR2, de la variable tiempo donde la componente vertical de la fuerza es cero antes del movimiento final ($T_{ANTICIPACIÓN-Z}$).

Tabla ANOVA para Tanticipación-Z según TR2					
Análisis de la Varianza					
Fuente	Sumas de cuad.	Gl	Cuadrado Medio	Cociente-F	P-Valor
Entre grupos	33979,7	1	33979,7	6,34	0,0143
Intra grupos	348543,0	65	5362,2		
Total (Corr.)	382522,0	66			

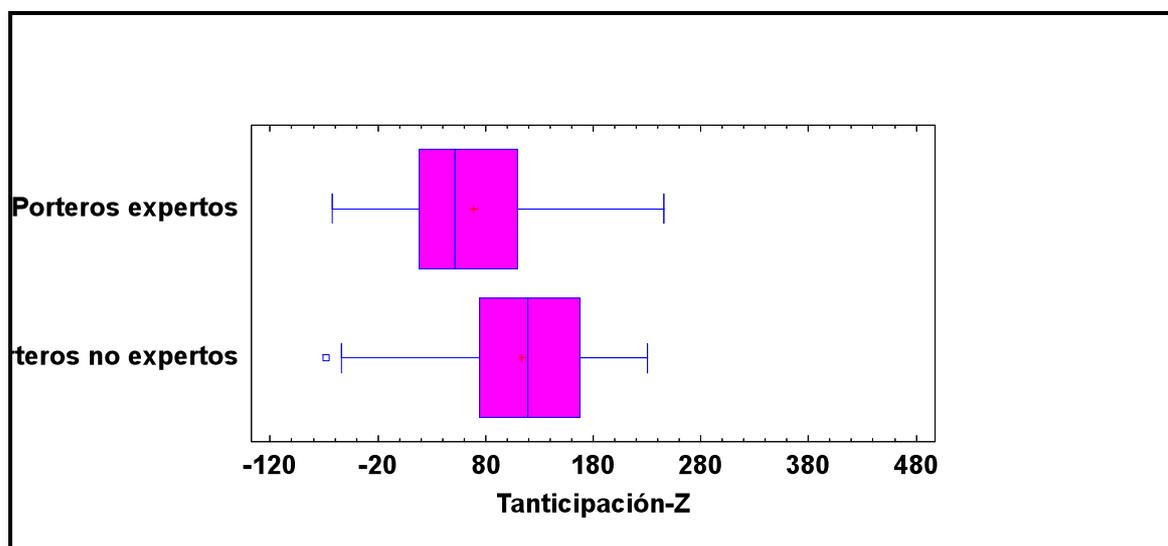


Figura 4.4.- Representación gráfica de la media y la desviación típica para el grupo porteros expertos y para el grupo porteros no expertos de la variable tiempo donde la componente vertical de la fuerza es cero antes del movimiento final ($T_{ANTICIPACIÓN-Z}$) en la situación TR2.

b) Variable velocidad de desplazamiento lateral 100 ms antes de la suelta del balón (V_{X-100})

En la tabla 4.5, se muestra la estadística inferencial relativa a la variable velocidad de desplazamiento lateral 100 ms antes de la suelta del balón (V_{X-100}), que permite establecer diferencias claramente significativas con un valor $p < 0.001$, mientras que no han existido diferencias intragrupo. En cuanto a la estadística descriptiva, representada en la figura 4.5, evidencia que la media de los registros obtenidos es claramente inferior para los porteros no expertos, alcanzando los sujetos un valor medio de 0.21 ± 0.18

ms^{-1} , mientras que en porteros expertos la media de los registros es de $0.37 \pm 0.17 \text{ ms}^{-1}$, lo que indica que los porteros expertos se desplazan a mayor velocidad que los porteros no expertos en la situación propuesta.

Tabla 4.5.- Estadística inferencial, para el factor experimental situación TR2, de la variable velocidad de desplazamiento lateral 100 ms antes de la suelta del balón (V_{x-100}).

Tabla ANOVA para V_{x-100} según TR2					
Análisis de la Varianza					
Fuente	Sumas de cuad.	Gl	Cuadrado Medio	Cociente-F	P-Valor
Entre grupos	0,433446	1	0,433446	13,55	0,0005
Intra grupos	2,07928	65	0,0319889		
Total (Corr.)	2,51273	66			

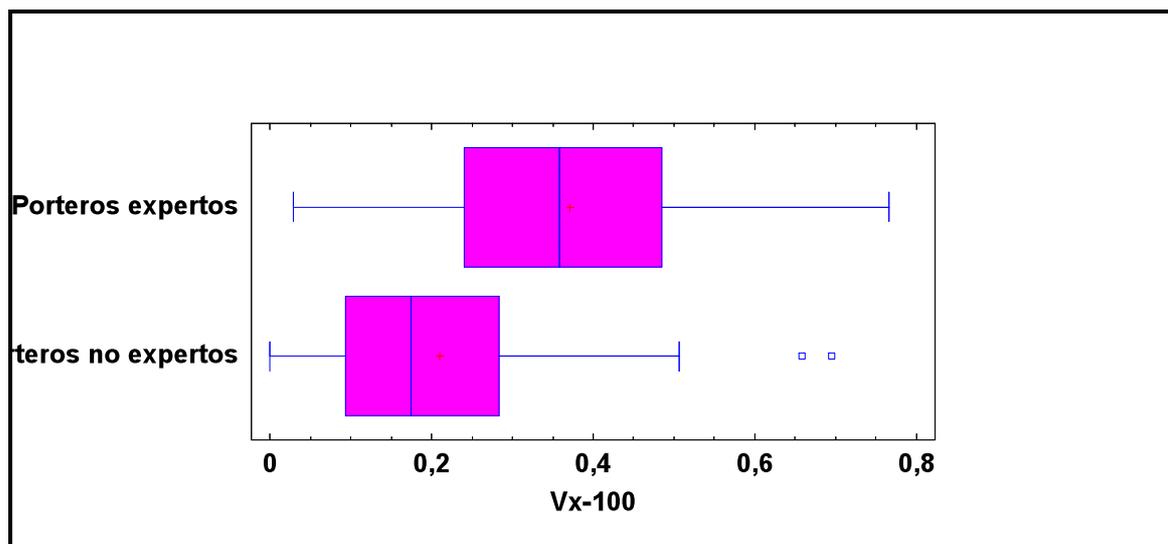


Figura 4.5.- Representación gráfica de la media y la desviación típica para el grupo porteros expertos y para el grupo porteros no expertos de la variable velocidad de desplazamiento lateral 100 ms antes de la suelta del balón (V_{x-100}) en la situación TR2.

d) Variable espacio lateral recorrido 100 ms antes de la suelta del balón (e_{x-100})

La variable espacio lateral recorrido, 100 ms antes de la suelta del balón (e_{x-100}), en relación a la estadística inferencial, como se muestra en la tabla 4.6, permite establecer ciertas diferencias significativas entre los grupos experimentales con un valor $p < 0.05$, sin que existan diferencias intragrupo.

En la figura 4.6 se expone la representación gráfica de la estadística descriptiva, mostrando unos registros medios superiores para los porteros expertos, con unos valores de 0.035 ± 0.021 m, mientras que para los porteros no expertos se registran unos valores medios de 0.021 ± 0.032 m. Estos datos se relacionan claramente con los de la variable anterior, ya que los porteros expertos recorren más espacio que los porteros no expertos, posiblemente la causa se deba a que se desplazan a una mayor velocidad, como muestran los datos expuestos anteriormente.

Tabla 4.6.- Estadística inferencial, para el factor experimental situación TR2, de la variable espacio lateral recorrido 100 ms antes de la suelta del balón (ex-100).

Tabla ANOVA para ex-100 según TR2					
Análisis de la Varianza					
Fuente	Sumas de cuad.	Gl	Cuadrado Medio	Cociente-F	P-Valor
Entre grupos	0,00333219	1	0,00333219	4,64	0,0349
Intra grupos	0,0466544	65	0,00071776		
Total (Corr.)	0,0499866	66			

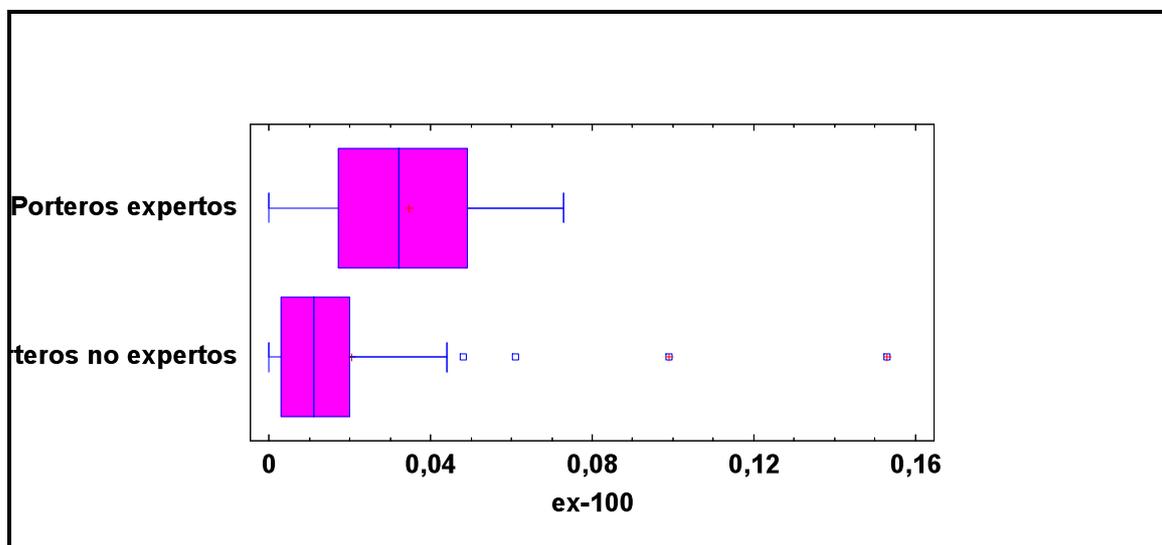


Figura 4.6.- Representación gráfica de la media y la desviación típica para el grupo porteros expertos y para el grupo porteros no expertos de la variable espacio lateral recorrido 100 ms antes de la suelta del balón (ex-100) en la situación TR2.

e) *Variable velocidad de desplazamiento lateral en el instante de la suelta del balón (V_{X-SAL})*

En la tabla 4.7, se presenta la estadística inferencial relativa a la variable velocidad de desplazamiento lateral, en el instante de la suelta del balón (V_{X-SAL}), los resultados obtenidos permiten establecer claras diferencias significativas con un valor $p < 0.001$, mientras que no se encuentran diferencias intragrupo.

La estadística descriptiva, como se puede observar en la figura 4.7, revela que la media de los registros obtenidos es inferior para el grupo de porteros no expertos, alcanzando estos sujetos un valor medio de $0.46 \pm 0.28 \text{ ms}^{-1}$, mientras que en los porteros expertos la media de los registros es de $0.77 \pm 0.29 \text{ ms}^{-1}$. Lo que indica que la velocidad desplazamiento lateral es claramente mayor para el grupo de porteros expertos, al igual que sucedía en la variable velocidad de desplazamiento lateral 100 ms antes de la suelta del balón (V_{X-100}). Además, los registros obtenidos por los dos grupos experimentales muestran que la velocidad aumenta con respecto a la que tenían 100 ms antes de la suelta del balón.

Tabla 4.7.- *Estadística inferencial, para el factor experimental situación TR2, de la variable velocidad del desplazamiento lateral en el instante de la suelta del balón (V_{X-SAL}).*

Tabla ANOVA para V_{X-SAL} según TR2					
Análisis de la Varianza					
Fuente	Sumas de cuad.	Gl	Cuadrado Medio	Cociente-F	P-Valor
Entre grupos	1,57789	1	1,57789	19,19	0,0000
Intra grupos	5,34388	65	0,0822136		
Total (Corr.)	6,92177	66			

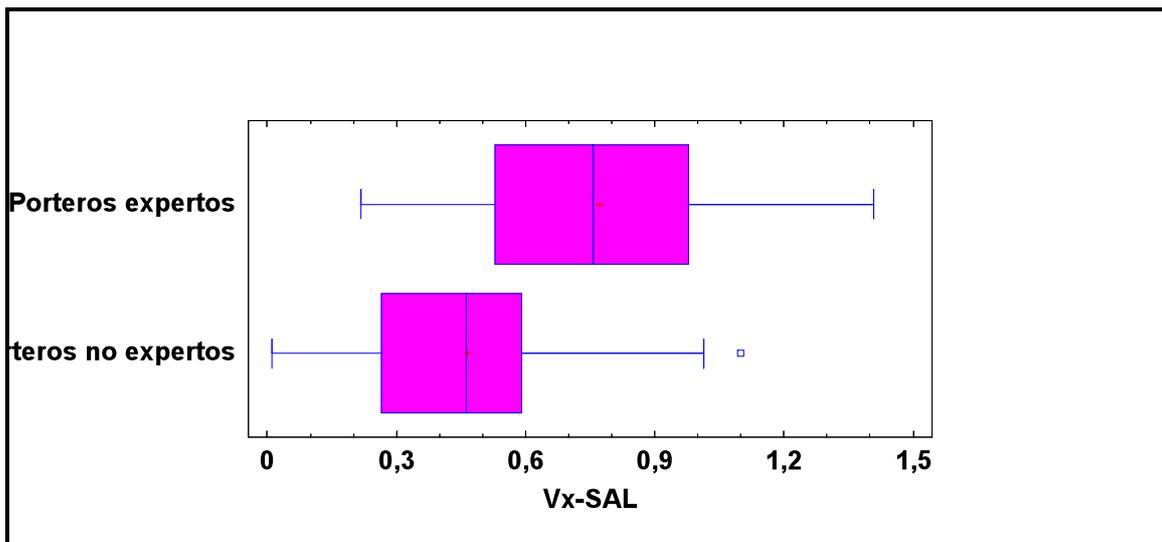


Figura 4.7.- Representación gráfica de la media y la desviación típica para el grupo porteros expertos y para el grupo porteros no expertos de la variable velocidad de desplazamiento lateral en el instante de la suelta del balón (V_{x-SAL}) en la situación TR2.

f) Variable espacio lateral recorrido en el instante de la suelta del balón (e_{X-SAL})

En cuanto a la variable espacio lateral recorrido en el instante de la suelta del balón (e_{X-SAL}), en relación a la estadística inferencial, permite establecer diferencias estadísticamente significativas entre los dos grupos experimentales con un valor $p < 0.01$, mientras que no se encuentran diferencias intragrupo, como queda recogido en la tabla 4.8. La estadística descriptiva, representada en la figura 4.8, muestra unos registros medios claramente superiores en el grupo de porteros expertos, con unos valores de 0.090 ± 0.041 m, mientras que en el grupo de porteros no expertos se registran unos valores medios de 0.054 ± 0.053 m. Estos datos continúan en consonancia con los datos obtenidos en las variables anteriores, ya que se observa como los porteros expertos recorren un espacio mayor que los porteros no expertos, como consecuencia de alcanzar una mayor velocidad de desplazamiento y también que en ambos grupos el espacio recorrido es mayor en el instante de la suelta del balón que 100 ms antes de la suelta de este.

Tabla 4.8.- Estadística inferencial, para el factor experimental situación TR2, de la variable espacio lateral recorrido en el instante de la suelta del balón (ex-SAL).

Tabla ANOVA para ex-SAL según TR2					
Análisis de la Varianza					
Fuente	Sumas de cuad.	Gl	Cuadrado Medio	Cociente-F	P-Valor
Entre grupos	0,0221797	1	0,0221797	9,98	0,0024
Intra grupos	0,144443	65	0,00222219		
Total (Corr.)	0,166622	66			

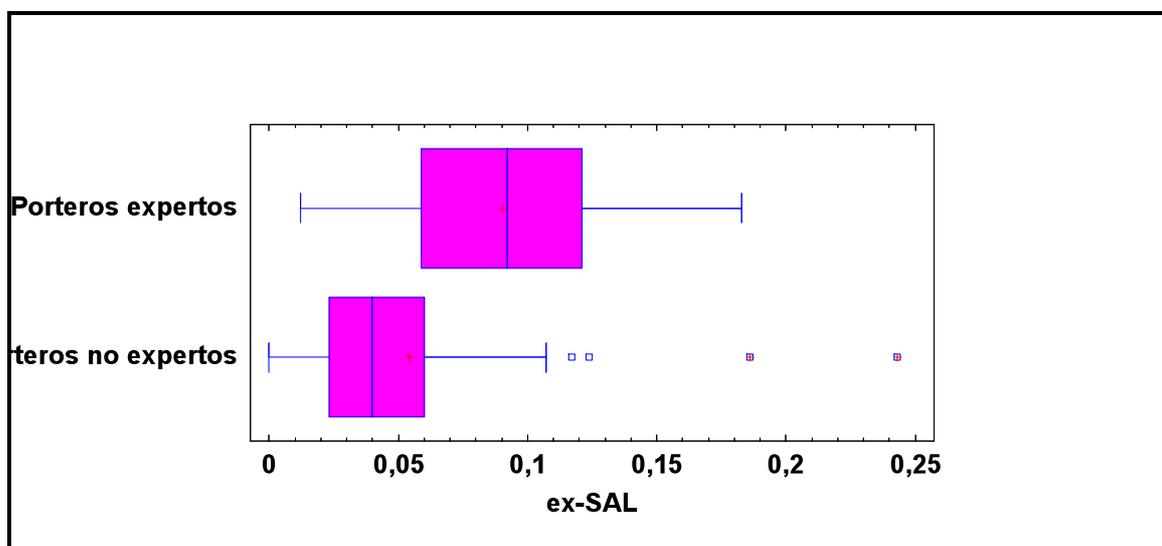


Figura 4.8.- Representación gráfica de la media y la desviación típica para el grupo porteros expertos y para el grupo porteros no expertos de la variable espacio lateral recorrido en el instante de la suelta del balón (ex-SAL) en la situación TR2.

En cuanto a las variables estudiadas en relación con el eje vertical (Z), velocidad de desplazamiento vertical y espacio vertical recorrido 100 ms antes de la suelta del balón (V_{Z-100} y e_{Z-100} , respectivamente); velocidad de desplazamiento vertical y espacio vertical recorrido en el instante de la suelta del balón (V_{Z-SAL} y e_{Z-SAL} , respectivamente) y máxima velocidad de componente vertical durante el periodo de anticipación (V_{Z-MAX}), sólo se han encontrado diferencias estadísticamente significativas en la variable espacio vertical recorrido en el instante de la suelta del balón (e_{Z-SAL}). En la tabla 4.9, se hace un resumen de la estadística descriptiva y nivel de significación para las variables expuestas y relacionadas con la cinemática de la

componente vertical. Como se puede observar, los dos grupos registran valores medios muy similares, lo que ha provocado que no se produzcan diferencias entre ellos, además se han obtenido registros medios negativos en todos los casos, lo que indica que existe una tendencia de los sujetos, tanto de un grupo como del otro, a desplazar su centro de gravedad (CG) hacia abajo durante el periodo de anticipación, una cuestión que se ha considerado de especial relevancia para el análisis del movimiento de los porteros.

Tabla 4.9.- Estadística descriptiva del diseño entregrupos y nivel de significación (V_{Z-100} y e_{Z-100} , respectivamente); velocidad de desplazamiento vertical y espacio vertical recorrido en el instante de la suelta del balón (V_{Z-SAL} y e_{Z-SAL} , respectivamente); máxima velocidad de componente vertical durante el periodo de anticipación (V_{Z-MAX}).

	TR2		p
	Porteros expertos	Porteros no expertos	
V_{Z-100} (ms^{-1})	-0.30 ± 0.21	-0.20 ± 0.34	
e_{Z-100} (m)	-0.040 ± 0.035	-0.013 ± 0.067	*
V_{Z-SAL} (ms^{-1})	-0.23 ± 0.32	-0.25 ± 0.28	
e_{Z-SAL} (m)	-0.068 ± 0.045	-0.035 ± 0.089	
V_{Z-MAX} (ms^{-1})	-0.38 ± 0.19	-0.29 ± 0.49	

*** $p < 0.001$; ** $p < 0.01$; * $p < 0.05$

g) Variable espacio vertical recorrido 100 ms antes de la suelta del balón (e_{Z-100})

En la tabla 4.10, se presenta la estadística inferencial referida a los datos medios obtenidos para la variable espacio vertical recorrido, 100 ms antes de la suelta del balón (e_{Z-100}). Los resultados indican que existen ciertas diferencias significativas con un $p < 0.05$, mientras que no se han encontrado diferencias intragrupo.

La estadística descriptiva, representada en la figura 4.9, indica que los datos medios obtenidos son más reducidos para los porteros no expertos con una media de registros de -0.013 ± 0.035 m, que para los porteros expertos con unos registros de -0.040 ± 0.035 m, por lo que los porteros expertos tienen un mayor desplazamiento vertical del CG hacia abajo que los porteros no expertos. Podría considerarse que este dato se produce debido a que los porteros expertos realizan el movimiento con una mayor velocidad media de desplazamiento, como se refleja en los datos medios obtenidos para la variable velocidad de desplazamiento vertical 100 ms antes de la suelta del balón, aunque no se puede confirmar esta causa al no existir diferencias estadísticamente significativas entre los grupos (tabla 4.9).

Tabla 4.10.- Estadística inferencial, para el factor experimental situación TR2, de la variable espacio vertical recorrido 100 ms antes de la suelta del balón (ez-100).

Tabla ANOVA para ez-100 según TR2					
Análisis de la Varianza					
Fuente	Sumas de cuad.	GL	Cuadrado Medio	Cociente-F	P-Valor
Entre grupos	0,0122823	1	0,0122823	4,26	0,0431
Intra grupos	0,187485	65	0,00288438		
Total (Corr.)	0,199767	66			

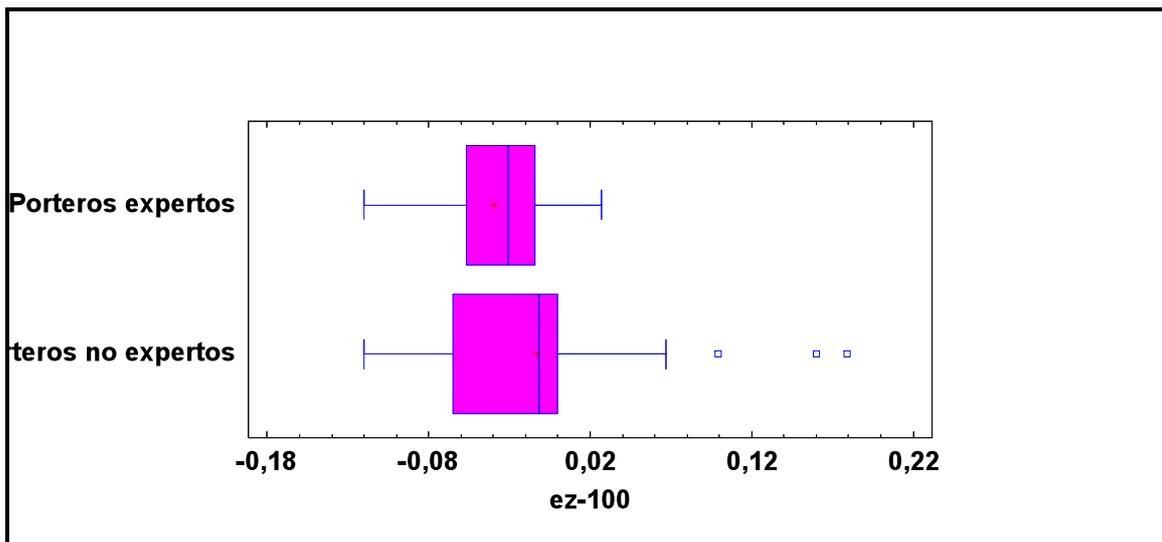


Figura 4.9.- Representación gráfica de la media y la desviación típica para el grupo porteros expertos y para el grupo porteros no expertos de la variable espacio vertical recorrido 100 ms antes de la suelta del balón (e_{z-100}) en la situación TR2.

4.1.2.2.- Diseño Entregrupos II: Situación TR4.

Para las variables estudiadas en la situación experimental TR4, inicio del movimiento lateral del portero ($T_{\text{ANTICIPACIÓN-X}}$), tiempo donde la componente vertical de la fuerza es cero antes del movimiento final ($T_{\text{ANTICIPACIÓN-Z}}$); velocidad de desplazamiento lateral y espacio lateral recorrido 100 ms antes de la suelta del balón (V_{X-100} y e_{X-100} , respectivamente); velocidad de desplazamiento lateral y espacio lateral recorrido en el instante de la suelta del balón (V_{X-SAL} y e_{X-SAL} , respectivamente); velocidad de desplazamiento vertical y espacio vertical recorrido 100 ms antes de la suelta del balón (V_{Z-100} y e_{Z-100} , respectivamente); velocidad de desplazamiento vertical y espacio vertical recorrido en el instante de la suelta del balón (V_{Z-SAL} y e_{Z-SAL} , respectivamente) y máxima velocidad de componente vertical durante el periodo de anticipación (V_{Z-MAX}), sólo se han encontrado diferencias estadísticamente significativas en las variables: tiempo donde la componente vertical de la fuerza es cero antes del movimiento final ($T_{\text{ANTICIPACIÓN-Z}}$) y máxima velocidad de componente vertical durante el periodo de anticipación (V_{Z-MAX}). En la tabla 4.11, se hace un resumen de la estadística descriptiva y nivel de significación para las variables expuestas.

Tabla 4.11.- Estadística descriptiva del diseño entregrupos y nivel de significación de las variables: inicio del movimiento lateral del portero ($T_{\text{ANTICIPACIÓN-X}}$), tiempo donde la componente vertical de la fuerza es cero antes del movimiento final ($T_{\text{ANTICIPACIÓN-Z}}$); velocidad de desplazamiento lateral y espacio lateral recorrido 100 ms antes de la suelta del balón (V_{X-100} y e_{X-100} , respectivamente); velocidad de desplazamiento lateral y espacio lateral recorrido en el instante de la suelta del balón (V_{X-SAL} y e_{X-SAL} , respectivamente); velocidad de desplazamiento vertical y espacio vertical recorrido 100 ms antes de la suelta del balón (V_{Z-100} y e_{Z-100} , respectivamente); velocidad de desplazamiento vertical y espacio vertical recorrido en el instante de la suelta del balón (V_{Z-SAL} y e_{Z-SAL} , respectivamente) y máxima velocidad de componente vertical durante el periodo de anticipación (V_{Z-MAX}).

	TR4		p
	Porteros expertos	Porteros no expertos	
$T_{\text{ANTICIPACIÓN-X}}$ (ms)	-193 ± 67	-209 ± 127	
$T_{\text{ANTICIPACIÓN-Z}}$ (ms)	77 ± 70	141 ± 108	**
V_{X-100} (ms ⁻¹)	0.09 ± 0.119	0.15 ± 0.19	
e_{X-100} (m)	0.005 ± 0.011	0.016 ± 0.029	
V_{X-SAL} (ms ⁻¹)	0.31 ± 0.20	0.32 ± 0.26	
e_{X-SAL} (m)	0.024 ± 0.026	0.036 ± 0.049	
V_{Z-100} (ms ⁻¹)	-0.16 ± 0.16	-0.21 ± 0.27	
e_{Z-100} (m)	-0.012 ± 0.033	-0.028 ± 0.065	
V_{Z-SAL} (ms ⁻¹)	-0.160 ± 0.21	-0.32 ± 0.33	
e_{Z-SAL} (m)	-0.030 ± 0.045	-0.055 ± 0.085	
V_{Z-MAX} (ms ⁻¹)	-0.16 ± 0.22	-0.24 ± 0.42	*

*** $p < 0.001$; ** $p < 0.01$; * $p < 0.05$

Según lo expuesto, en este apartado sólo se reflejan los resultados de las variables en las que se ha encontrado significatividad estadística, además de los correspondientes a la variable inicio del movimiento lateral del portero ($T_{\text{ANTICIPACIÓN-X}}$), por relevancia que tiene en el cuerpo principal de este estudio.

a) Variable inicio del movimiento lateral del portero ($T_{\text{ANTICIPACIÓN-X}}$)

En el análisis de la estadística inferencial de la variable inicio del movimiento lateral del portero ($T_{\text{ANTICIPACIÓN-X}}$), cuando se comparan los tiempos de anticipación entre los porteros expertos y no expertos, no se

encuentran diferencias estadísticamente significativas, como se observa en la tabla 4.12.

En la figura 4.10, se presenta la estadística descriptiva, poniendo de manifiesto que en los resultados se observa que el tiempo de anticipación comienza una media de -193 ± 67 ms antes de la suelta del balón en los porteros expertos, mientras que para los porteros no expertos, el tiempo medio de anticipación es de -209 ± 127 ms antes de la suelta del balón. Siguiendo con el análisis de esta variable, se observa al contrario de lo que sucedía en la situación TR2, que los porteros expertos tienden a iniciar el movimiento más tarde que los porteros no expertos pero, en esta condición experimental, con una menor diferencia entre ellos. Además los datos correspondientes a las desviaciones típicas indican que, los tiempos obtenidos en cada uno de los intentos realizados por los porteros expertos muestran menores diferencias entre ellos que los realizados por los porteros no expertos.

Tabla 4.12.- Estadística inferencial, para el factor experimental situación TR4, de la variable inicio del movimiento lateral del portero ($T_{ANTICIPACIÓN-X}$).

Tabla ANOVA para Tanticipación-X según TR4					
Análisis de la Varianza					
Fuente	Sumas de cuad.	Gl	Cuadrado Medio	Cociente-F	P-Valor
Entre grupos	3851,23	1	3851,23	0,38	0,5416
Intra grupos	582151,0	57	10213,2		
Total (Corr.)	586002,0	58			

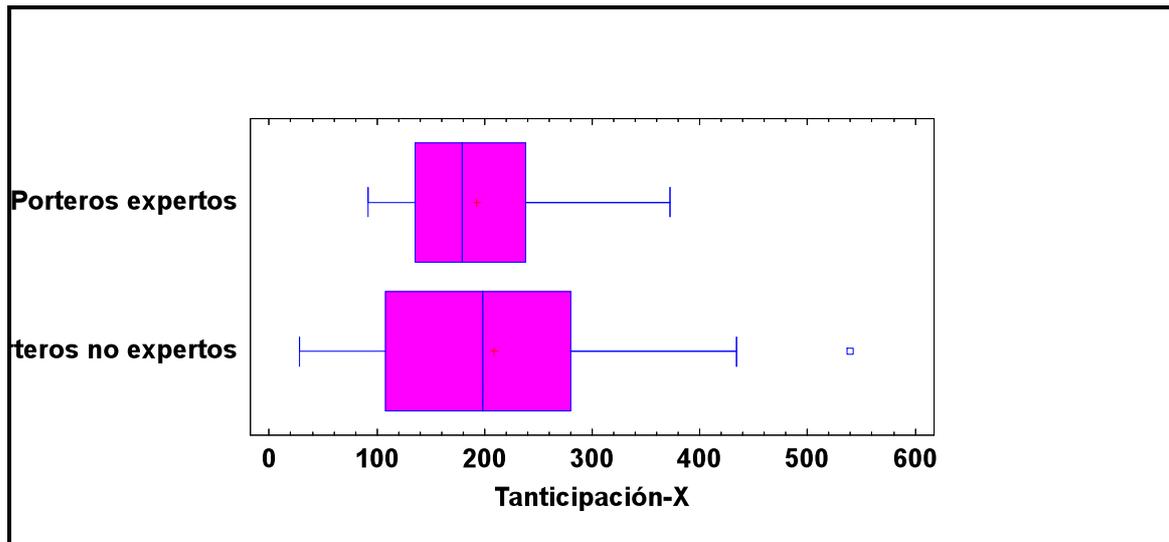


Figura 4.10.- Representación gráfica de la media y la desviación típica para el grupo porteros expertos y para el grupo porteros no expertos de la variable inicio del movimiento lateral del portero ($T_{ANTICIPACIÓN-X}$), en la situación TR4.

b) Variable tiempo donde la componente vertical de la fuerza es cero antes del movimiento final ($T_{ANTICIPACIÓN-Z}$)

En la tabla 4.13, se presenta la estadística inferencial en cuanto al factor experimental nivel de experiencia, para la variable tiempo donde la componente vertical de la fuerza es cero antes del movimiento final ($T_{ANTICIPACIÓN-Z}$) o inicio del movimiento vertical del portero, mostrando la existencia de claras diferencias estadísticamente significativas entre los dos grupos analizados, con un valor $p < 0.01$.

La estadística descriptiva, representada en la figura 4.11, indica que la media obtenida es inferior para el grupo de porteros expertos que para el grupo de porteros no expertos, 70 ± 77 ms y 141 ± 108 ms, respectivamente. Esto indica que los porteros expertos inician su movimiento vertical antes que los porteros no expertos, siendo el tiempo de movimiento de los porteros expertos aproximadamente la mitad que el de los porteros no expertos. En los dos grupos se obtienen unos registros para la desviación típica relativamente altos, acentuándose en mayor medida en el grupo de porteros no expertos, lo que indica que existe poca estabilidad para esta

variable en los sujetos analizados, tanto en un grupo experimental como en el otro.

Tabla 4.13.- Estadística inferencial, para el factor experimental situación TR4, de la variable tiempo donde la componente vertical de la fuerza es cero antes del movimiento final ($T_{ANTICIPACIÓN-Z}$).

Tabla ANOVA para Tanticipación-Z según TR4					
Análisis de la Varianza					
Fuente	Sumas de cuad.	Gl	Cuadrado Medio	Cociente-F	P-Valor
Entre grupos	60080,1	1	60080,1	7,24	0,0093
Intra grupos	472849,0	57	8295,59		
Total (Corr.)	532929,0	58			

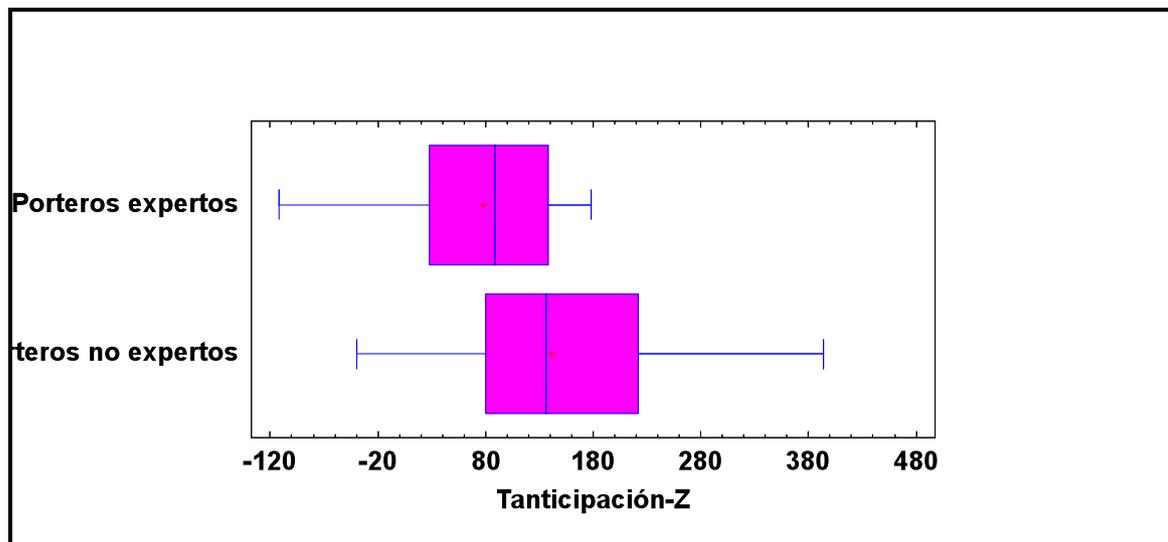


Figura 4.11.- Representación gráfica de la media y la desviación típica para el grupo porteros expertos y para el grupo porteros no expertos de la variable tiempo donde la componente vertical de la fuerza es cero antes del movimiento final ($T_{ANTICIPACIÓN-Z}$), en la situación TR4.

c) Variable velocidad de desplazamiento vertical en el instante de la suelta del balón (V_{Z-SAL})

La estadística inferencial para la variable de desplazamiento vertical de la velocidad en el instante de la salida del balón (V_{Z-SAL}), mostrada en la tabla 4.14, evidencia que existen ciertas diferencias significativas entre los dos grupos analizados, con un valor de $p < 0.05$, en cuanto al factor

experimental nivel de experiencia. Por otra parte, la estadística descriptiva indica que la media es superior en la situación TR4 en el grupo de porteros no expertos, con unos valores medios de $-0.32 \pm 0.33 \text{ ms}^{-1}$, mientras que el grupo de porteros expertos registran unos datos medios de $-0.160 \pm 0.21 \text{ ms}^{-1}$ (figura 4.12). Lo que pone de manifiesto que los porteros no expertos desplazan verticalmente su CG a mayor velocidad que los porteros expertos.

Otro aspecto que se pone de manifiesto es la diferencia estimable de los valores medios obtenidos para los dos grupos experimentales propuestos, siendo el valor medio obtenido por los porteros no expertos el doble del valor medio alcanzado por los porteros expertos, aunque la desviación típica del grupo de porteros no expertos es demasiado grande, lo que disminuye la significatividad.

Tabla 4.14.- Estadística inferencial, para el factor experimental situación TR4, de la variable velocidad del desplazamiento vertical en el instante de la suelta del balón (Vz-SAL).

Tabla ANOVA para Vz-SAL según TR4					
Análisis de la Varianza					
Fuente	Sumas de cuad.	Gl	Cuadrado Medio	Cociente-F	P-Valor
Entre grupos	0,371221	1	0,371221	4,96	0,0298
Intra grupos	4,26253	57	0,0747812		
Total (Corr.)	4,63375	58			

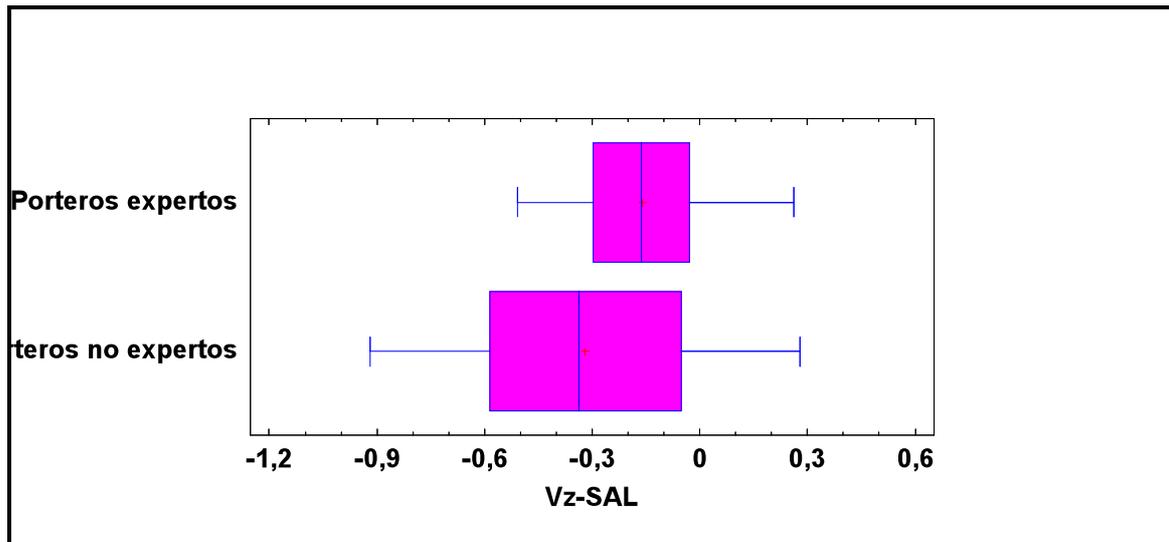


Figura 4.12.- Representación gráfica de la media y la desviación típica para el grupo porteros expertos y para el grupo porteros no expertos de la variable velocidad de desplazamiento vertical en el instante de la suelta del balón (Vz-SAL) en la situación TR4.

4.1.3.- Resultados de las variables relativas al estudio intragrupos.

En esta parte de la investigación se ha utilizado un diseño experimental intragrupo de medidas repetidas, tanto para los porteros expertos como para los no expertos, en el que los sujetos fueron sometidos a un procedimiento en el que debían responder a lanzamientos realizados en dos condiciones experimentales diferentes (TR2 y TR4), ya descritas en el capítulo correspondiente al método.

Los resultados se han organizado en su exposición atendiendo por separado al grupo de porteros expertos y al grupo de porteros no porteros.

4.1.3.1.- Diseño Intragrupo I: Grupo Porteros Expertos.

a) Variable inicio del movimiento lateral del portero ($T_{ANTICIPACIÓN-X}$)

La estadística inferencial permite establecer diferencias estadísticamente significativas entre las situaciones experimentales propuestas para la

variable inicio del movimiento lateral del portero ($T_{\text{ANTICIPACIÓN-X}}$), ya que el tiempo de anticipación presenta claras diferencias significativas, $p < 0.001$, cuando se reduce la incertidumbre del portero (situación TR2). En la tabla 4.15, se presenta el resumen de la estadística inferencial (ANOVA para medidas repetidas), para la variable tiempo de anticipación ($T_{\text{ANTICIPACIÓN-X}}$). En dicha tabla se observa que, como se ha expuesto en el párrafo anterior, existen claras diferencias significativas en relación con la situación experimental, y que refleja la existencia de ciertas diferencias estadísticamente significativas con respecto al factor sujetos, $p < 0.05$. Lo que nos permite afirmar que existen diferencias en cuanto a la anticipación entre los sujetos analizados, cada sujeto presenta tiempos de anticipación diferenciados.

Los datos representados en la figura 4.13, media y la desviación típica, indican que para la variable tiempo de anticipación ($T_{\text{ANTICIPACIÓN-X}}$), los sujetos comienzan su movimiento una media de -349 ± 71 ms antes de la suelta del balón en la situación TR2, mientras que al incrementar la incertidumbre (situación TR4), el tiempo de anticipación medio se reduce considerablemente, comenzando el movimiento una media de -193 ± 67 ms antes de la suelta del balón.

Tabla 4.15.- Estadística inferencial (ANOVA de medidas repetidas), para el factor sujetos y para el factor experimental situación, de la variable inicio del movimiento lateral del portero ($T_{\text{ANTICIPACIÓN-X}}$).

Análisis de la Varianza Tanticipación-X - Sumas de Cuadrados de Tipo III					
Fuente	Suma de cuadrados	GL	Cuadrado Medio	Cociente-F	P-Valor
EFFECTOS PRINCIPALES					
A:sujetos	73293,1	6	12215,5	3,05	0,0120
B:situacion	356514,0	1	356514,0	89,03	0,0000
RESIDUOS	220243,0	55	4004,42		
TOTAL (CORREGIDO)	678638,0	62			

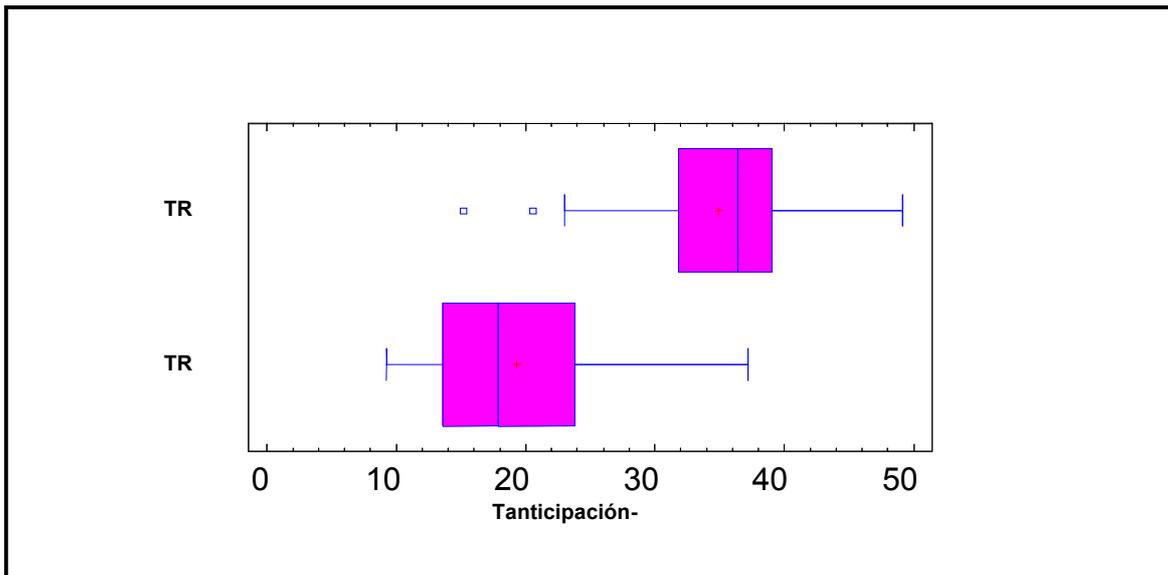


Figura 4.13.- Representación gráfica de la media y la desviación típica en las situación TR2 y situación TR4 de la variable inicio del movimiento lateral del portero ($T_{ANTICIPACIÓN-X}$).

b) Variable tiempo donde la componente vertical de la fuerza es cero antes del movimiento final ($T_{ANTICIPACIÓN-Z}$)

En la tabla 4.16 se presenta la estadística inferencial relativa a la variable tiempo donde la componente vertical de la fuerza es cero antes del movimiento final ($T_{ANTICIPACIÓN-Z}$) o inicio del movimiento vertical. Los resultados obtenidos no permiten establecer diferencias estadísticamente significativas entre las situaciones experimentales propuestas, aunque si la existencia de diferencias claramente significativas con respecto al factor sujetos, $p < 0.001$, lo que pone de manifiesto que cada sujeto inicia el movimiento vertical en tiempos claramente diferentes. Como se puede observar en la figura 4.14, las medias resultantes de las dos condiciones propuestas son similares, este hecho y que la desviación típica resultante para ambas situaciones es muy amplia respaldan los datos obtenidos en la estadística inferencial.

Tabla 4.16.- Estadística inferencial (ANOVA de medidas repetidas), para el factor sujetos y para el factor experimental situación, de la variable tiempo donde la componente vertical de la fuerza es cero antes del movimiento final ($T_{ANTICIPACIÓN-Z}$).

Análisis de la Varianza Tanticipación-Z - Sumas de Cuadrados de Tipo III					
Fuente	Suma de cuadrados	GL	Cuadrado Medio	Cociente-F	P-Valor
EFFECTOS PRINCIPALES					
A:sujetos	149344,0	6	24890,7	8,17	0,0000
B:situacion	2485,83	1	2485,83	0,82	0,3703
RESIDUOS	167591,0	55	3047,1		
TOTAL (CORREGIDO)	318109,0	62			

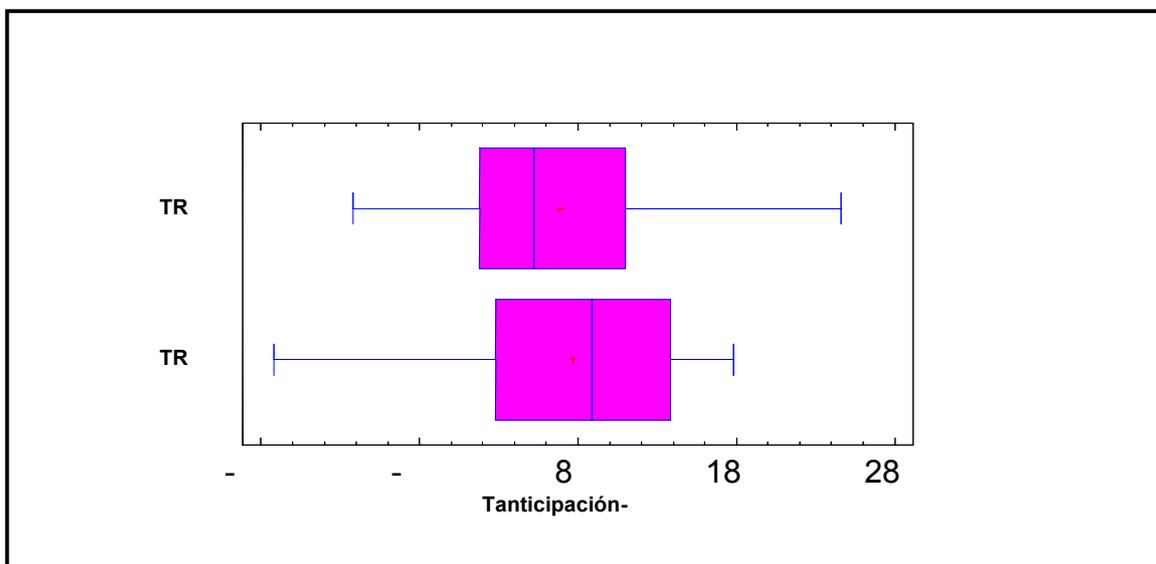


Figura 4.14.- Representación gráfica de la media y la desviación típica en las situación TR2 y situación TR4 de la variable tiempo donde la componente vertical de la fuerza es cero antes del movimiento final ($T_{ANTICIPACIÓN-Z}$).

c) Variable velocidad de desplazamiento lateral 100 ms antes de la suelta del balón (V_{X-100})

En la tabla 4.17 se muestra la estadística inferencial relativa a la variable velocidad de desplazamiento lateral, 100 ms antes de la suelta del balón (V_{X-100}). Los resultados permiten establecer que, en cuanto al factor sujetos y al factor experimental situación, existen diferencias claramente significativas con un valor $p < 0.001$ para ambos factores, a pesar de la

desviación típica obtenida en los datos de tendencia central para la situación TR2, la cual se puede considerar excesivamente alta, como podemos observar en la figura 4.15; donde se presentan los datos obtenidos para la estadística descriptiva en esta variable. En estos, se puede apreciar como la media de los registros obtenidos es claramente inferior para la situación TR4, alcanzando los sujetos un valor medio de $0.09 \pm 0.119 \text{ ms}^{-1}$, mientras que en la situación TR2 la media de los registros es de $0.37 \pm 0.17 \text{ ms}^{-1}$, lo que indica que los porteros ralentizan su velocidad de desplazamiento cuando aumenta la incertidumbre en el lanzamiento.

Tabla 4.17.- Estadística inferencial (ANOVA de medidas repetidas), para el factor sujetos y para el factor experimental situación, de la variable velocidad de desplazamiento lateral 100 ms antes de la suelta del balón (V_{x-100}).

Análisis de la Varianza V_{x-100} - Sumas de Cuadrados de Tipo III					
Fuente	Suma de cuadrados	GL	Cuadrado Medio	Cociente-F	P-Valor
EFEKTOS PRINCIPALES					
A:sujetos	0,628931	6	0,104822	7,69	0,0000
B:situacion	1,11966	1	1,11966	82,12	0,0000
RESIDUOS	0,74988	55	0,0136342		
TOTAL (CORREGIDO)	2,6158	62			

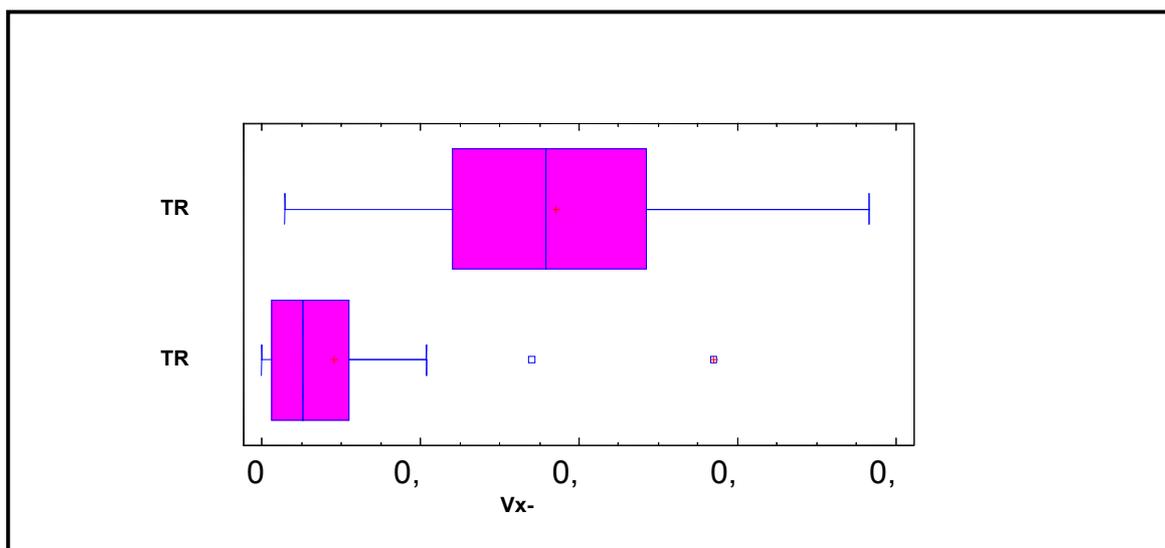


Figura 4.15.- Representación gráfica de la media y la desviación típica en las situaciones TR2 y situación TR4 de la variable velocidad de desplazamiento lateral 100 ms antes de la suelta

del balón (V_{x-100}).d) Variable espacio lateral recorrido 100 ms antes de la suelta del balón (e_{x-100})

En la tabla 4.18 se presenta la estadística inferencial relativa a la variable espacio lateral recorrido 100 ms antes de la suelta del balón (e_{x-100}). Los resultados obtenidos permiten establecer diferencias claramente significativas entre las situaciones experimentales con un valor $p < 0.001$, a pesar de la desviación típica obtenida en los datos de tendencia central para la situación TR2, los cuales se consideran excesivamente altos (figura 4.16). También aparecen diferencias significativas con respecto al factor sujetos, $p < 0.01$.

La estadística descriptiva, muestra unos registros medios superiores para la situación TR2, con unos valores de 0.035 ± 0.021 m, mientras que para la situación TR4 se registran unos valores medios de 0.005 ± 0.011 m. Esta variable está relacionada con la anterior y pone de manifiesto que, cuando los porteros se ven sometidos a una mayor incertidumbre y como consecuencia de su menor velocidad de desplazamiento lateral, recorren un espacio menor que cuando la incertidumbre es menor y su velocidad de desplazamiento es mayor.

Tabla 4.18.- Estadística inferencial (ANOVA de medidas repetidas), para el factor sujetos y para el factor experimental situación, de la variable espacio lateral recorrido 100 ms antes de la suelta del balón (e_{x-100}).

Análisis de la Varianza ex-100 - Sumas de Cuadrados de Tipo III					
Fuente	Suma de cuadrados	GL	Cuadrado Medio	Cociente-F	P-Valor
EFFECTOS PRINCIPALES					
A:sujetos	0,00482537	6	0,000804228	3,57	0,0047
B:situacion	0,0122755	1	0,0122755	54,45	0,0000
RESIDUOS	0,0124	55	0,000225454		
TOTAL (CORREGIDO)	0,0305684	62			

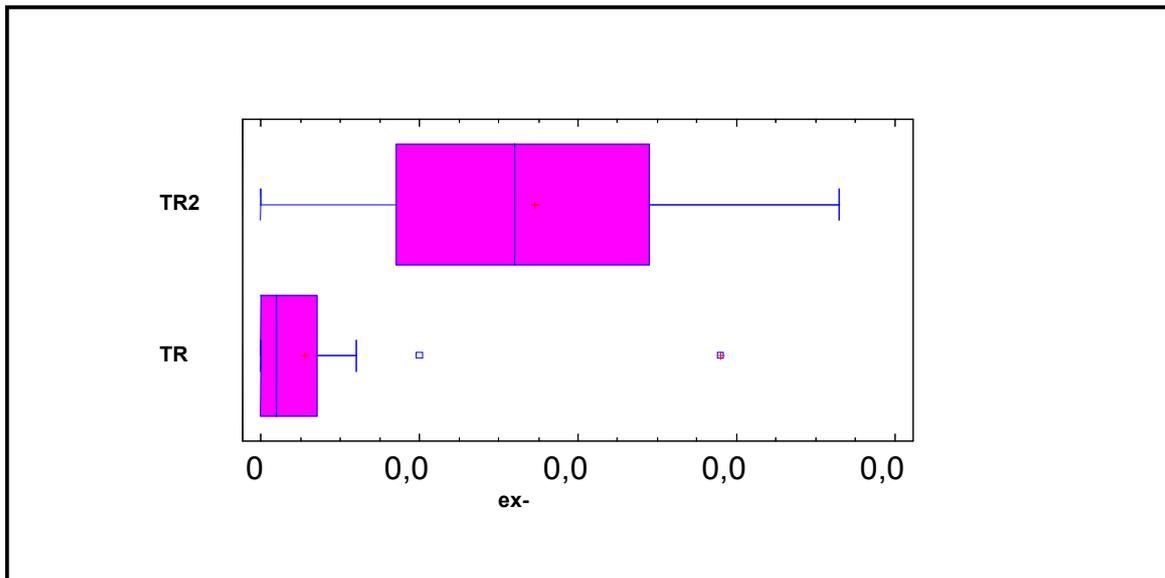


Figura 4.16.- Representación gráfica de la media y la desviación típica en las situación TR2 y situación TR4 de la variable espacio lateral recorrido 100 ms antes de la suelta del balón (e_{X-100}).

e) Variable velocidad de desplazamiento lateral en el instante de la suelta del balón (V_{X-SAL})

En cuanto a la variable velocidad de desplazamiento lateral en el instante de la suelta del balón (V_{X-SAL}), la estadística inferencial para el factor sujetos y el factor situación, permite establecer diferencias claramente significativas con un valor $p < 0.001$ en ambos casos, como se observa en la tabla 4.19.

En la figura 4.17 se presenta la estadística descriptiva para esta variable, donde se observa que la media de los registros obtenidos es inferior para la situación TR4, alcanzando los sujetos un valor medio de $0.31 \pm 0.20 \text{ ms}^{-1}$, mientras que en la situación TR2 la media de los registros es de $0.77 \pm 0.29 \text{ ms}^{-1}$. Por lo que se mantiene lo expuesto anteriormente en cuanto a la variable velocidad de desplazamiento lateral 100 ms antes de la suelta del balón, desplazándose los sujetos más velozmente cuando la incertidumbre a la que se ven sometidos es menor.

Tabla 4.19.- Estadística inferencial (ANOVA de medidas repetidas), para el factor sujetos y para el factor experimental situación, de la variable velocidad de desplazamiento lateral en el instante de la suelta del balón (V_{X-SAL}).

Análisis de la Varianza V_{X-SAL} - Sumas de Cuadrados de Tipo III					
Fuente	Suma de cuadrados	GL	Cuadrado Medio	Cociente-F	P-Valor
EFFECTOS PRINCIPALES					
A:sujetos	1,93537	6	0,322562	8,83	0,0000
B:situacion	3,30324	1	3,30324	90,43	0,0000
RESIDUOS	2,00902	55	0,0365275		
TOTAL (CORREGIDO)	7,29525	62			

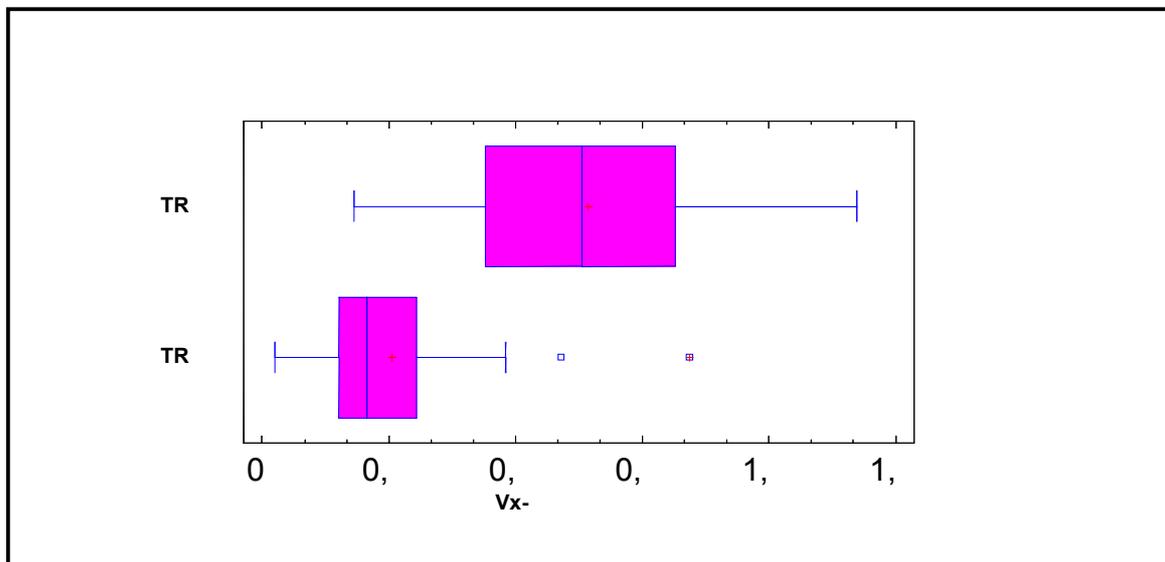


Figura 4.17.- Representación gráfica de la media y la desviación típica en las situación TR2 y situación TR4 de la variable velocidad de desplazamiento lateral en el instante de la suelta del balón (V_{X-SAL}).

f) Variable espacio lateral recorrido en el instante de la suelta del balón (e_{X-SAL})

En la tabla 4.20 se presenta la estadística inferencial para la variable espacio lateral recorrido en el instante de la suelta del balón (e_{X-SAL}). Los resultados obtenidos permiten establecer diferencias claramente significativas entre las situaciones experimentales con un valor $p < 0.001$,

mientras que también aparecen diferencias estadísticamente significativas con respecto al factor sujetos, $p < 0.001$.

En la figura 4.18 se muestra la estadística descriptiva para esta variable, se observan unos registros medios superiores para la situación TR2, con unos valores de 0.090 ± 0.041 m, mientras que para la situación TR4 se registran unos valores medios de 0.024 ± 0.026 m, lo que coincide con los datos obtenidos en las variables anteriores, ya que a mayor velocidad de desplazamiento mayor espacio recorrido y a menor incertidumbre mayor desplazamiento derivado de una mayor velocidad.

Tabla 4.20.- Estadística inferencial (ANOVA de medidas repetidas), para el factor sujetos y para el factor experimental situación, de la variable espacio lateral recorrido en el instante de la suelta del balón (e_{X-SAL}).

Análisis de la Varianza ex-SAL - Sumas de Cuadrados de Tipo III					
Fuente	Suma de cuadrados	GL	Cuadrado Medio	Cociente-F	P-Valor
EFFECTOS PRINCIPALES					
A:sujetos	0,031384	6	0,00523066	6,83	0,0000
B:situacion	0,0631916	1	0,0631916	82,51	0,0000
RESIDUOS	0,0421211	55	0,000765838		
TOTAL (CORREGIDO)	0,141743	62			

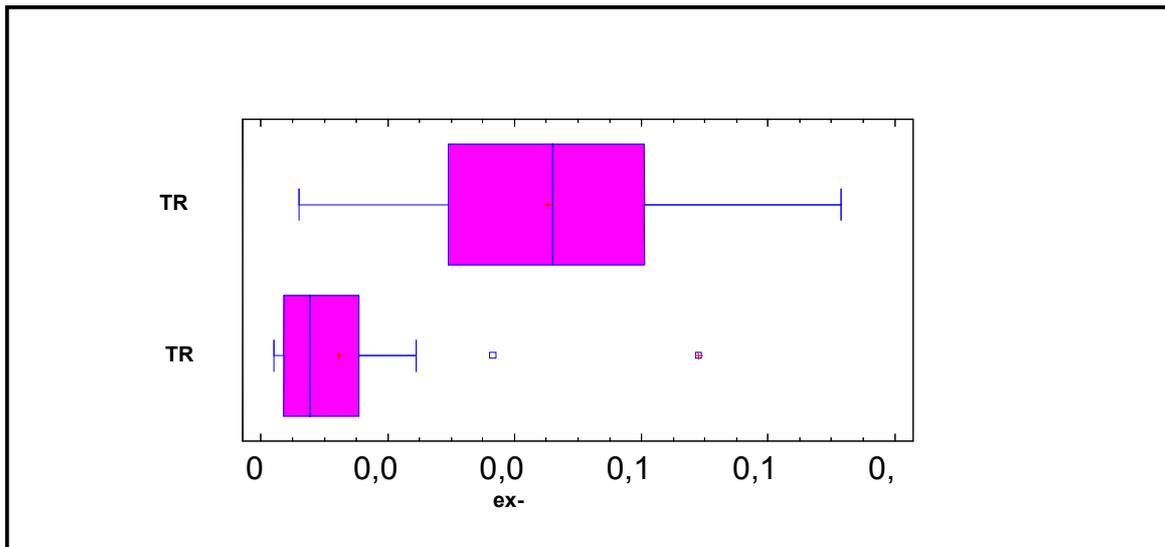


Figura 4.18.- Representación gráfica de la media y la desviación típica en las situación TR2 y situación 2 TR4 de la variable espacio lateral recorrido en el instante de la suelta del balón (e_{X-SAL}).

g) Variable velocidad de desplazamiento vertical 100 ms antes de la suelta del balón (V_{Z-100})

En la tabla 4.21 se presenta la estadística inferencial para la variable velocidad de desplazamiento vertical 100 ms antes de la suelta del balón (V_{Z-100}). Los resultados obtenidos indican que existen diferencias claramente significativas en relación con el factor situación para cada una de las situaciones propuestas con un $p < 0.001$, mientras que no se encuentran diferencias significativas entre los sujetos analizados.

En la figura 4.19 se muestra la representación gráfica de la estadística descriptiva para esta variable, se observa que los valores de la velocidad son más reducidos para la situación TR4, con unos datos medios de $-0.16 \pm 0.16 \text{ ms}^{-1}$, mientras que para la situación TR2 se han obtenido unos datos medios de $-0.30 \pm 0.21 \text{ ms}^{-1}$, lo que indica que los porteros se desplazan verticalmente a mayor velocidad cuando la incertidumbre es menor.

Tabla 4.21.- Estadística inferencial (ANOVA de medidas repetidas), para el factor sujetos y para el factor experimental situación, de la variable velocidad de desplazamiento vertical 100 ms antes de la suelta del balón (V_{z-100}).

Análisis de la Varianza Vz-100 - Sumas de Cuadrados de Tipo III					
Fuente	Suma de cuadrados	GL	Cuadrado Medio	Cociente-F	P-Valor
EFFECTOS PRINCIPALES					
A:sujetos	0,395455	6	0,0659092	1,95	0,0892
B:situacion	0,442641	1	0,442641	13,08	0,0006
RESIDUOS	1,86087	55	0,033834		
TOTAL (CORREGIDO)	2,58399	62			

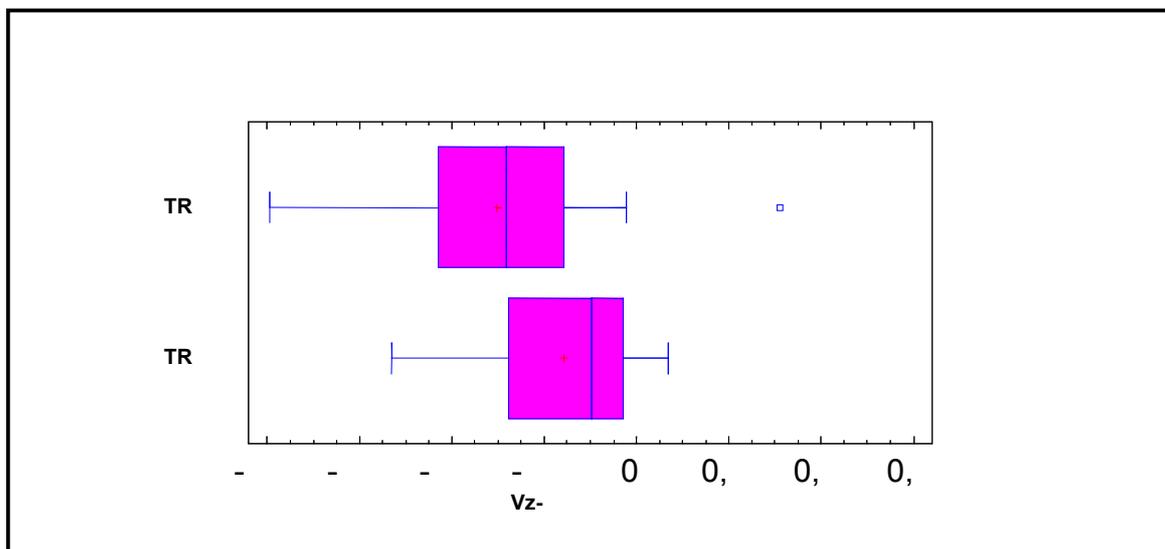


Figura 4.19.- Representación gráfica de la media y la desviación típica en las situación TR2 y situación TR4 de la variable velocidad de desplazamiento vertical 100 ms antes de la suelta del balón (V_{z-100}).

h) Variable espacio vertical recorrido 100 ms antes de la suelta del balón (e_{z-100})

En la tabla 4.22 y figura 4.20 se muestra la estadística inferencial y descriptiva referida a la variable desplazamiento vertical recorrido 100 ms antes de la suelta del balón (e_{z-100}). En cuanto a la estadística inferencial, los resultados obtenidos indican que existen diferencias significativas en relación con el factor situación para cada una de las situaciones propuestas

con un $p < 0.01$, mientras que no se encuentran diferencias significativas entre los sujetos analizados.

La estadística descriptiva referida a los datos medios obtenidos indica que el espacio vertical recorrido es más reducido para la situación TR4, con unos datos medios de -0.012 ± 0.033 m, mientras que para la situación TR2 se han obtenido unos datos medios de -0.040 ± 0.035 m, respectivamente. Relacionando estos datos con los de la variable anterior, se puede afirmar que al ser la velocidad de desplazamiento mayor cuando se reduce la incertidumbre, el espacio recorrido también es mayor.

Tabla 4.22.- Estadística inferencial (ANOVA de medidas repetidas), para el factor sujetos y para el factor experimental (situación), de la variable espacio vertical recorrido 100 ms antes de la suelta del balón (e_{Z-100}).

Análisis de la Varianza e_{Z-100} - Sumas de Cuadrados de Tipo III					
Fuente	Suma de cuadrados	GL	Cuadrado Medio	Cociente-F	P-Valor
EFFECTOS PRINCIPALES					
A:sujetos	0,0053322	6	0,000888701	0,73	0,6281
B:situacion	0,0126107	1	0,0126107	10,35	0,0022
RESIDUOS	0,0670303	55	0,00121873		
TOTAL (CORREGIDO)	0,0839497	62			

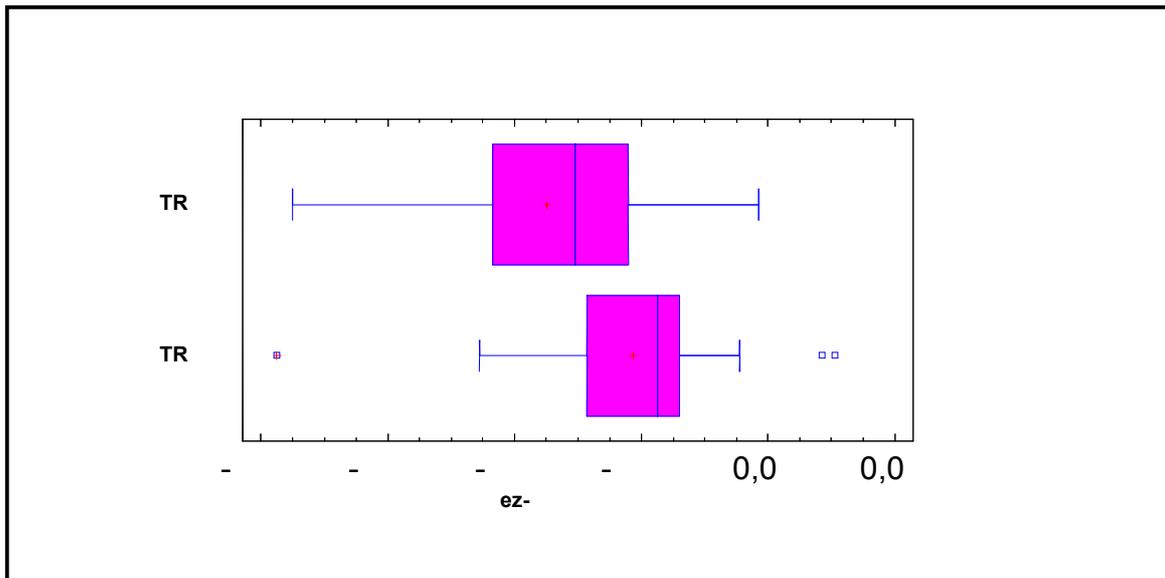


Figura 4.20.- Representación gráfica de la media y la desviación típica en las situación TR2 y situación TR4 de la variable espacio vertical recorrido 100 ms antes de la suelta del balón (e_{z-100}).

i) Variable velocidad de desplazamiento vertical en el instante de la salida del balón (V_{Z-SAL})

En cuanto a la componente vertical de la velocidad en el instante de la salida del balón (V_{Z-SAL}), presentada en la tabla 4.23 y la figura 4.21, referidas a la estadística inferencial y a la estadística descriptiva respectivamente, se observa que los datos resultantes no permiten afirmar que existan diferencias estadísticamente significativas entre las situaciones experimentales ni entre los sujetos y que la media de los registros es ligeramente superior en la situación TR2, $-0.23 \pm 0.32 \text{ ms}^{-1}$, mientras que en la situación TR4 los datos medios de los registros obtenidos es de $-0.160 \pm 0.21 \text{ ms}^{-1}$.

Tabla 4.23.- Estadística inferencial (ANOVA de medidas repetidas), para el factor sujetos y para el factor experimental (situación), de la variable velocidad de desplazamiento vertical en el instante de la suelta del balón (V_{Z-SAL}).

Análisis de la Varianza Vz-SAL - Sumas de Cuadrados de Tipo III					
Fuente	Suma de cuadrados	GL	Cuadrado Medio	Cociente-F	P-Valor
EFFECTOS PRINCIPALES					
A:sujetos	0,790441	6	0,13174	1,88	0,1001
B:situacion	0,0666206	1	0,0666206	0,95	0,3334
RESIDUOS	3,84727	55	0,0699503		
TOTAL (CORREGIDO)	4,71233	62			

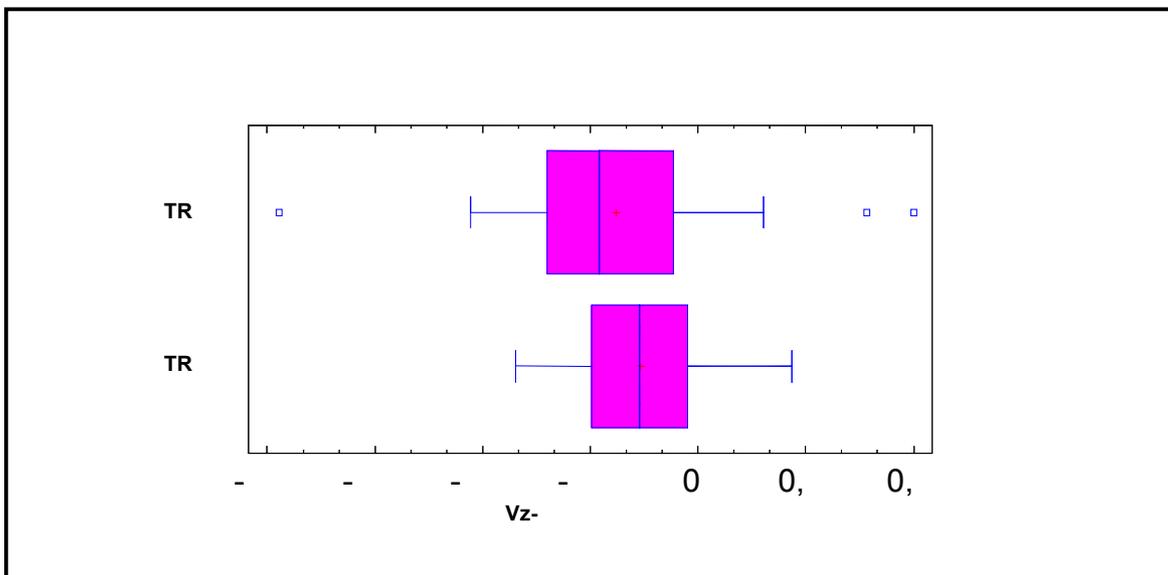


Figura 4.21.- Representación gráfica de la media y la desviación típica en las situación TR2 y situación TR4 de la variable velocidad de desplazamiento vertical en el instante de la suelta del balón (V_{Z-SAL}).

j) Variable espacio vertical recorrido en el instante de la suelta del balón (e_{Z-SAL})

En la tabla 4.24 se presenta la estadística inferencial relativa a la variable espacio vertical recorrido en el instante de la suelta del balón (e_{Z-SAL}). Los resultados obtenidos en cuanto al factor experimental situación, permiten establecer claras diferencias significativas con un valor de $p < 0.001$,

mientras que no se encuentran diferencias significativas entre los sujetos analizados.

En la figura 4.22, se muestran los datos referidos a la estadística descriptiva, estos indican que la media de los registros obtenidos es inferior para la situación TR4, alcanzando los sujetos un valor medio de 0.029 ± 0.045 m, mientras que en la situación TR2 la media de los registros es de 0.069 ± 0.045 m, con lo que se mantiene la tendencia observada en el resto de variables de que a mayor velocidad de desplazamiento, provocada por una menor incertidumbre, mayor espacio recorrido.

Tabla 4.24.- Estadística inferencial (ANOVA de medidas repetidas), para el factor sujetos y para el factor experimental situación, de la variable espacio vertical recorrido en el instante de la suelta del balón (e_{Z-SAL}).

Análisis de la Varianza e_{Z-SAL} - Sumas de Cuadrados de Tipo III					
Fuente	Suma de cuadrados	GL	Cuadrado Medio	Cociente-F	P-Valor
EFFECTOS PRINCIPALES					
A:sujetos	0,0152938	6	0,00254896	1,28	0,2828
B:situacion	0,0251769	1	0,0251769	12,62	0,0008
RESIDUOS	0,109729	55	0,00199507		
TOTAL (CORREGIDO)	0,147192	62			

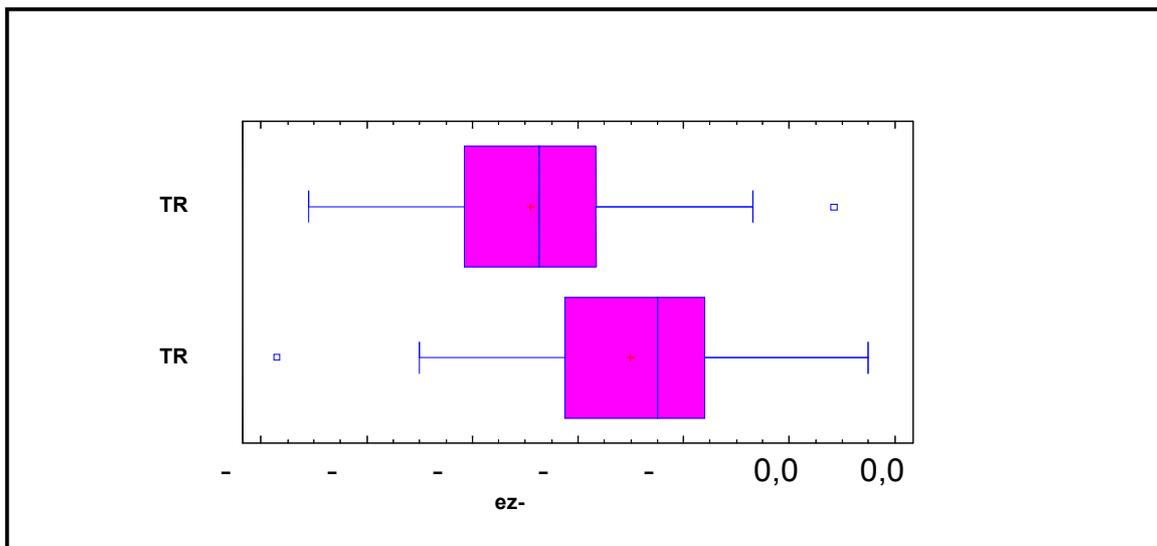


Figura 4.22.- Representación gráfica de la media y la desviación típica en las situación TR2 y situación TR4 de la variable espacio vertical recorrido en el instante de la suelta del balón (e_{z-SAL}).

Como se muestra en los datos expuestos anteriormente, para las variables relacionadas con la componente vertical (V_{Z-SAL} ; e_{Z-SAL} ; V_{Z-100} y e_{Z-100}), los registros medios obtenidos en las dos situaciones experimentales propuestas evidencian que existe una clara tendencia por parte de los sujetos a desplazar su CG hacia abajo durante el periodo de anticipación.

k) Variable máxima velocidad de la componente vertical durante el periodo de anticipación (V_{Z-MAX}).

En la tabla 4.25 y en la figura 4.23, se presentan los resultados obtenidos para la variable máxima velocidad de la componente vertical durante el periodo de anticipación (V_{Z-MAX}), referidos a la estadística inferencial y descriptiva, respectivamente. En cuanto a la significación de los datos, la estadística inferencial indica que existen claras diferencias entre las dos situaciones experimentales propuestas, con un valor de $p < 0.001$, mientras que no existen diferencias entre los sujetos analizados. La tendencia de los porteros expertos a desplazar su CG hacia abajo, durante el periodo de anticipación, se confirma con el dato obtenido en la máxima velocidad de componente vertical durante ese periodo (V_{Z-MAX}). En las dos situaciones

propuestas, la estadística descriptiva indica que V_{Z-MAX} alcanza valores medios negativos, siendo estos valores más bajos para TR4 ($-0.16 \pm 0.22 \text{ ms}^{-1}$) que para TR2 ($-0.38 \pm 0.19 \text{ ms}^{-1}$).

Tabla 4.25.- Estadística inferencial (ANOVA de medidas repetidas), para el factor sujetos y para el factor experimental situación, de la variable máxima velocidad de la componente vertical durante el periodo de anticipación (V_{Z-MAX}).

Análisis de la Varianza Vz-MAX - Sumas de Cuadrados de Tipo III					
Fuente	Suma de cuadrados	GL	Cuadrado Medio	Cociente-F	P-Valor
EFFECTOS PRINCIPALES					
A:sujetos	0,472414	6	0,0787357	2,01	0,0792
B:situacion	0,901774	1	0,901774	23,08	0,0000
RESIDUOS	2,14933	55	0,0390787		
TOTAL (CORREGIDO)	3,39542	62			

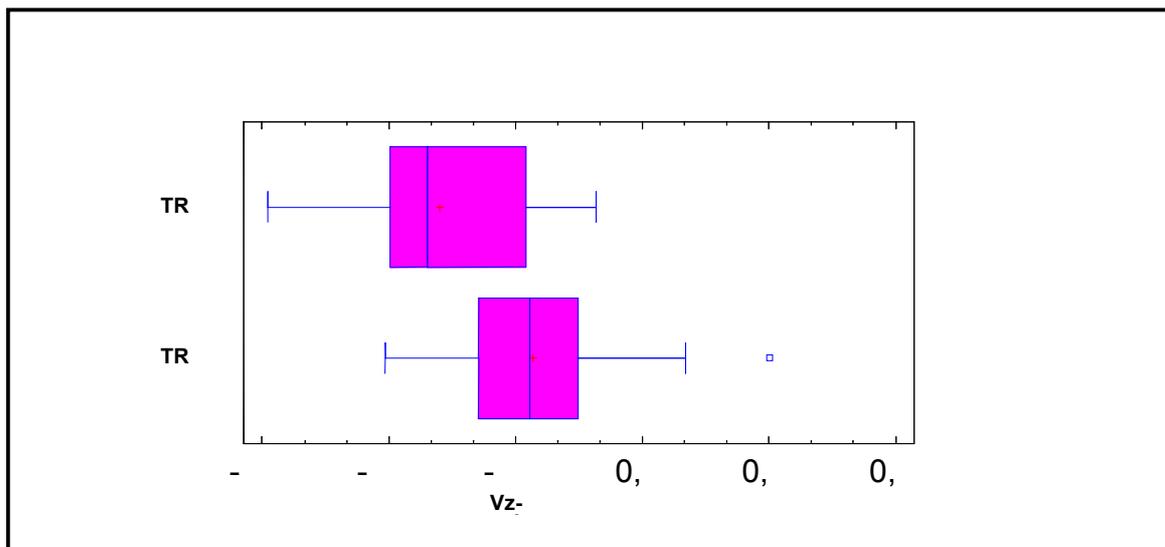


Figura 4.23.- Representación gráfica de la media y la desviación típica en las situaciones TR2 y situación TR4 de la variable máxima velocidad de la componente vertical durante el periodo de anticipación (V_{Z-MAX}).

4.1.3.2.- Diseño Intragrupo II: Grupo Porteros No Expertos.

En la tabla 4.26, se presentan los resultados de la estadística inferencial y descriptiva referente a las variables dependientes relacionadas con las dos condiciones propuestas (TR2 y TR4), para el grupo de porteros no expertos. El tiempo de anticipación ($T_{\text{ANTICIPACIÓN-X}}$), tiempo donde la componente vertical de la fuerza es cero antes del movimiento final ($T_{\text{ANTICIPACIÓN-Z}}$); velocidad de desplazamiento lateral y espacio recorrido 100 ms antes de la suelta del balón (V_{X-100} y e_{X-100} , respectivamente); velocidad de desplazamiento lateral y espacio recorrido en el instante de la suelta del balón (V_{X-SAL} y e_{X-SAL} , respectivamente); velocidad de desplazamiento vertical y espacio recorrido 100 ms antes de la suelta del balón (V_{Z-100} y e_{Z-100} , respectivamente); velocidad de desplazamiento vertical y espacio recorrido en el instante de la suelta del balón (V_{Z-SAL} y e_{Z-SAL} , respectivamente); máxima velocidad de componente vertical durante el periodo de anticipación (V_{Z-MAX}).

De los datos mostrados en la tabla 4.26, sólo se han encontrado diferencias significativas para las situaciones experimentales propuestas en dos de las variables, inicio del movimiento lateral del portero ($T_{\text{ANTICIPACIÓN-X}}$) y velocidad de desplazamiento lateral en el instante de la suelta del balón (V_{X-SAL}).

Tabla 4.26.- Estadística descriptiva y nivel de significación del inicio del movimiento lateral del portero ($T_{\text{ANTICIPACIÓN-X}}$), tiempo donde la componente vertical de la fuerza es cero antes del movimiento final ($T_{\text{ANTICIPACIÓN-Z}}$); velocidad de desplazamiento lateral y espacio recorrido 100 ms antes de la suelta del balón (V_{X-100} y e_{X-100} , respectivamente); velocidad de desplazamiento lateral y espacio recorrido en el instante de la suelta del balón (V_{X-SAL} y e_{X-SAL} , respectivamente); velocidad de desplazamiento vertical y espacio recorrido 100 ms antes de la suelta del balón (V_{Z-100} y e_{Z-100} , respectivamente); velocidad de desplazamiento vertical y espacio recorrido en el instante de la suelta del balón (V_{Z-SAL} y e_{Z-SAL} , respectivamente); máxima velocidad de componente vertical durante el periodo de anticipación (V_{Z-MAX}) en las dos condiciones propuestas para el grupo no porteros.

	Porteros no expertos		p
	TR2	TR4	
$T_{\text{ANTICIPACIÓN-X}}$ (ms)	-262 ± 124	-209 ± 127	*
$T_{\text{ANTICIPACIÓN-Z}}$ (ms)	114 ± 73	141 ± 108	
V_{X-100} (ms^{-1})	0.21 ± 0.18	0.15 ± 0.19	
e_{X-100} (m)	0.021 ± 0.032	0.016 ± 0.029	
V_{X-SAL} (ms^{-1})	0.46 ± 0.28	0.32 ± 0.26	**
e_{X-SAL} (m)	0.054 ± 0.053	0.036 ± 0.049	
V_{Z-100} (ms^{-1})	-0.20 ± 0.34	-0.21 ± 0.27	
e_{Z-100} (m)	-0.013 ± 0.067	-0.028 ± 0.065	
V_{Z-SAL} (ms^{-1})	-0.25 ± 0.28	-0.32 ± 0.33	
e_{Z-SAL} (m)	-0.035 ± 0.089	-0.055 ± 0.085	
V_{Z-MAX} (ms^{-1})	-0.29 ± 0.49	-0.24 ± 0.42	

*** $p < 0.001$; ** $p < 0.01$; * $p < 0.05$

a) Variable inicio del movimiento lateral del portero ($T_{\text{ANTICIPACIÓN-X}}$)

En la tabla 4.27, se presenta la estadística inferencial para la variable inicio del movimiento lateral del portero ($T_{\text{ANTICIPACIÓN-X}}$). Los datos obtenidos permiten establecer ciertas diferencias significativas entre las situaciones experimentales propuestas con un nivel de significación $p < 0.05$, debido a la variabilidad entre los registros.

En cuanto a la estadística descriptiva, representada en la figura 4.24, se observa que los porteros no expertos comienzan su movimiento una media de -262 ± 124 ms antes de la suelta del balón para TR2, mientras que al incrementar la incertidumbre, situación TR4, el tiempo de anticipación medio se reduce, comenzando el movimiento una media de -209 ± 127 ms

antes de la suelta del balón. En este caso, el tiempo de anticipación, al igual que sucedía con los porteros expertos, es mayor para la situación TR2.

Tabla 4.27.- Estadística inferencial (ANOVA de medidas repetidas), para el factor sujetos y para el factor experimental situación, de la variable inicio del movimiento lateral del portero ($T_{ANTICIPACIÓN-X}$).

Análisis de la Varianza Tanticipación-X - Sumas de Cuadrados de Tipo III					
Fuente	Suma de cuadrados	GL	Cuadrado Medio	Cociente-F	P-Valor
EFFECTOS PRINCIPALES					
A:sujetos	543146,0	6	90524,3	11,91	0,0000
B:situacion	43097,4	1	43097,4	5,67	0,0207
RESIDUOS	417892,0	55	7598,03		
TOTAL (CORREGIDO)	1,0048E6	62			

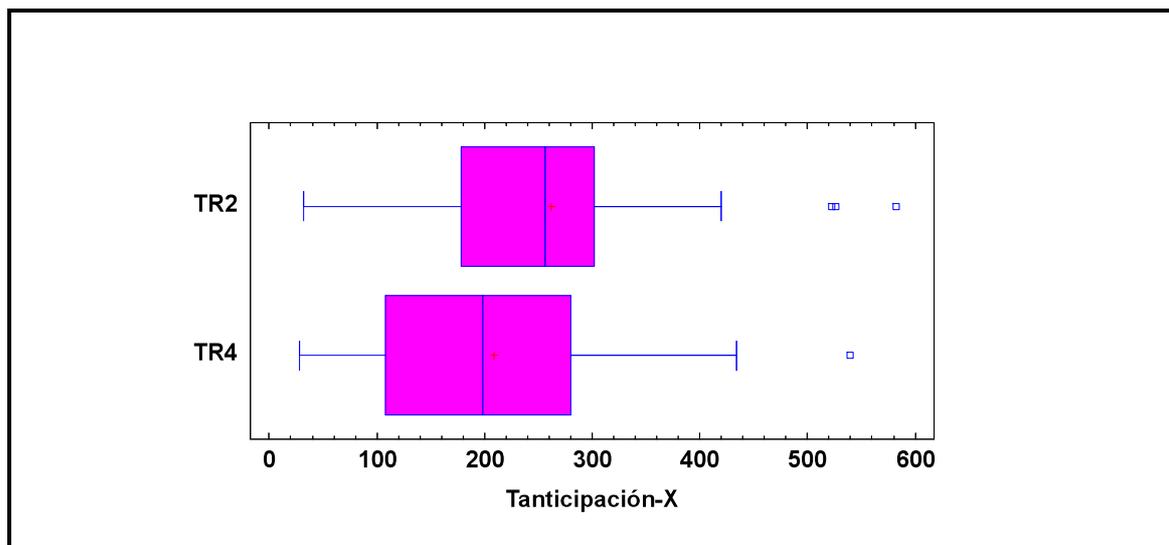


Figura 4.24.- Representación gráfica de la media y la desviación típica en las situación TR2 y situación TR4 de la variable inicio del movimiento lateral del portero ($T_{ANTICIPACIÓN-X}$).

b) Variable velocidad de desplazamiento lateral en el instante de la salida del balón (V_{X-SAL})

La segunda variable en la que se han encontrado diferencias estadísticamente significativas es la velocidad de desplazamiento lateral en el instante de la suelta del balón (V_{X-SAL}). En la tabla 4.28 y en la figura 4.25, se presentan los resultados obtenidos referidos a la estadística

inferencial y descriptiva respectivamente. Así, la estadística inferencial, muestra que las diferencias encontradas son estadísticamente significativas con un nivel de significación $p < 0.01$ entre las dos situaciones experimentales propuestas y que las diferencias existentes entre los sujetos analizados son claramente significativas con un valor de $p < 0.001$.

En cuanto a la estadística descriptiva, se han registrado unos valores medios de $0.46 \pm 0.28 \text{ ms}^{-1}$ para la situación TR2, mientras que para la situación TR4 han sido inferiores con una media de $0.32 \pm 0.26 \text{ ms}^{-1}$, siendo por tanto, la velocidad media de desplazamiento menor cuando se incrementa la incertidumbre (TR4), al igual que sucedía con el grupo de porteros expertos.

Tabla 4.28.- Estadística inferencial (ANOVA de medidas repetidas), para el factor sujetos y para el factor experimental (situación), de la variable velocidad de desplazamiento lateral en el instante de la suelta del balón (V_{x-SAL}).

Análisis de la Varianza V_{x-SAL} - Sumas de Cuadrados de Tipo III					
Fuente	Suma de cuadrados	GL	Cuadrado Medio	Cociente-F	P-Valor
EFFECTOS PRINCIPALES					
A:sujetos	2,90004	6	0,483339	16,47	0,0000
B:situacion	0,293441	1	0,293441	10,00	0,0025
RESIDUOS	1,61368	55	0,0293397		
TOTAL (CORREGIDO)	4,83483	62			

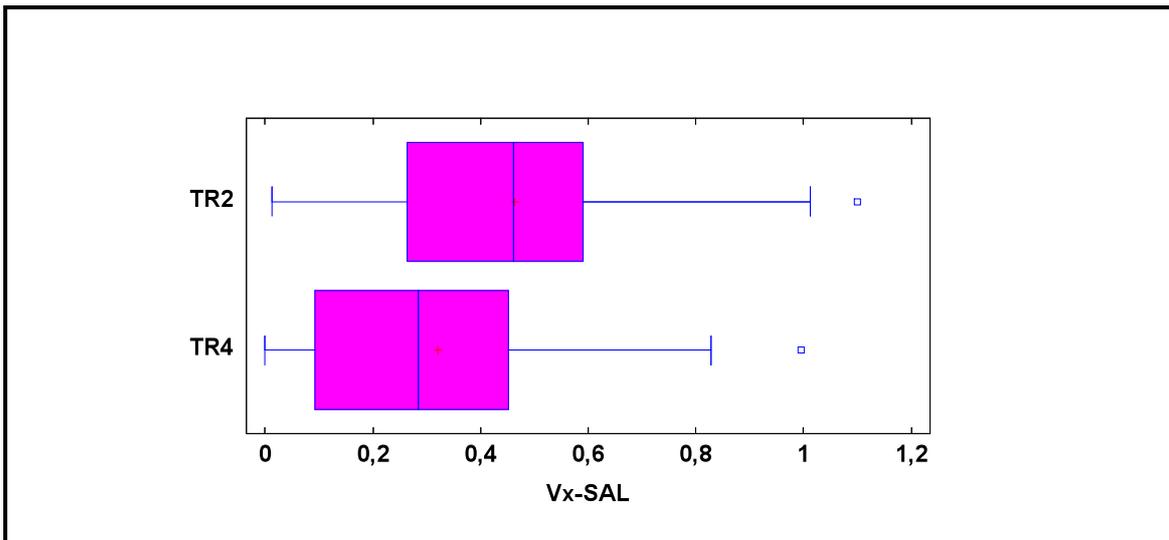


Figura 4.25.- Representación gráfica de la media y la desviación típica en la situación TR2 y situación TR4 de la variable velocidad de desplazamiento lateral en el instante de la suelta del balón (V_{x-SAL}).

Capítulo V

Discusión

5.- CAPÍTULO V. DISCUSIÓN

En este capítulo, dedicado a la discusión, se reflexiona sobre los resultados obtenidos en las variables a partir de las teorías y datos derivados de otras investigaciones y considerando las peculiaridades previstas en las diferentes actuaciones del presente estudio, comparándolos con los obtenidos en otros trabajos de investigación análogos a este, significando las coincidencias y justificando las discrepancias existentes. Se trata de discutir lo expuesto en los capítulos que analizan los antecedentes de investigación con los resultados obtenidos en nuestro trabajo y llegar a unas conclusiones que den respuesta a nuestro problema de investigación.

Su organización sigue una estructura formal similar a la expuesta en los capítulos relativos al método y a los resultados. El primer apartado se dedica a la exposición de la discusión de los resultados relativos a los patrones de movimiento de los lanzadores, donde se han analizado las variables generales referidas al lanzamiento: a) velocidad del balón en el instante del despegue de la mano del lanzador $V_{t(SALIDA)}$; b) precisión (PRECISIÓN) y c) el tiempo de lanzamiento $T_{(LANZAMIENTO)}$.

En un segundo apartado, se discutirán los resultados obtenidos para las variables referidas al portero, considerando los dos factores que se han tenido en cuenta en el estudio: por un lado el nivel de experiencia de los porteros (expertos y no expertos) y sus respuestas en función del nivel de incertidumbre al que estuvieron expuestos los porteros (TR2 y TR4). Por otro lado, se considera como afecta el nivel de incertidumbre (TR2 y TR4) a las respuestas de los porteros expertos.

5.1.- DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS RELATIVOS A LOS PATRONES DE MOVIMIENTO DE LOS LANZADORES.

Los datos obtenidos ponen de manifiesto que la velocidad tangencial media, obtenida en todos los lanzamientos analizados ($N=129$), ha sido de $24.57 \pm 1.76 \text{ ms}^{-1}$, lo que confirma una tendencia similar a la obtenida en

estudios con similar metodología. Fradet, et al. (2004), en su estudio, obtienen una velocidad media de $23.4 \pm 2.5 \text{ ms}^{-1}$; por su parte Gorostiaga et al. (2005) obtienen $22.9 \pm 1.4 \text{ ms}^{-1}$; Marques et al. (2007) de $23.98 \pm 1.7 \text{ ms}^{-1}$; Pardo et al. (2007) de $26.09 \pm 0.012 \text{ ms}^{-1}$ y Rivilla (2009) de $23.75 \pm 2.36 \text{ ms}^{-1}$. Consideramos importante reseñar que en estos estudios se emplean protocolos de lanzamiento similares al nuestro, usando la misma distancia, el mismo tipo de lanzamiento y un nivel de ejecución de los sujetos similar. De hecho las diferencias de velocidad de salida del móvil, encontradas respecto a otros estudios, pueden ser achacadas precisamente a la diferente metodología empleada. Un ejemplo lo tenemos en los registros de $26.27 \pm 2.16 \text{ ms}^{-1}$, obtenidos por Bayios and Boudolos (1998), en los que se emplean lanzamientos en los que no existe oposición, o los $21.55 \pm 1.6 \text{ ms}^{-1}$ obtenidos por van den Tillar and Ettema (2003a, 2003b, 2007) donde se determina la velocidad del balón en función del CG del lanzador, además de realizarse el lanzamiento sin carrera previa.

Tras un análisis global de los resultados obtenidos en los diferentes estudios, respecto a esta variable, podemos confirmar que son precisamente los lanzamientos realizados en apoyo con carrera previa los que alcanzan una mayor velocidad de salida del balón (Pokrajac, 1980; Bayios and Boudolos, 1998; Gorostiaga, et al., 2005; Pardo et al., 2007). Además los valores son menores cuando se introduce el factor incertidumbre en cuanto a la precisión de la localización del balón en la portería.

Se puede afirmar que los datos obtenidos, tanto en la muestra de lanzadores como en el protocolo empleado, cumplen las exigencias metodológicas necesarias para garantizar la validez del estudio ya que, como ponen de manifiesto las velocidades alcanzadas, existe un alto nivel de activación, que podríamos considerar similar al empleado en una situación contextual de juego, aunque sin llegar a ser la misma que para las competiciones y situaciones especialmente relevantes para el lanzador.

Los datos medios referidos a la precisión_(PRECISIÓN) son similares para todos los lanzamientos, lo que era de esperar al haber sido un criterio para la selección de los registros (inferiores a 0.40 m de cualquiera de los ángulos externos de la portería), por lo que no se han encontrado diferencias estadísticamente significativas entre los lanzadores. Algo lógico, al ser un objetivo el bloqueo de la variable precisión como control experimental en el diseño utilizado.

En la mayoría de las investigaciones donde se analiza la precisión del lanzamiento, se emplean metodologías diferentes a las usadas en esta investigación. Algunos trabajos utilizan en sus protocolos *blancos estáticos*, teniendo el lanzador como objetivo que el balón impacte en un espacio determinado de la portería. Pauwels (1976) emplea círculos de 0,5 m de diámetro; Jöris et al. (1985) emplea un espacio de 40 x 40 cm, donde el balón debía impactar. Rouard & Carré (1987) utilizan cinco círculos concéntricos de medida progresiva de 18,5 en 18,5 cm (medida del balón). Carreras (1992) usa un test de precisión marcando en la portería de balonmano cuatro cuadrados de 55 x 55 cm de lado. Otros autores como Bayios, Anastasopoulou, Sioudris and Boudolos (2001) idearon un sistema específico compuesto de paneles, que permitía medir por medio de detectores eléctricos el lugar de impacto de la pelota en la portería. Van den Tillaar and Ettema (2003a) evalúan la precisión del lanzamiento con la ayuda de una cámara de vídeo dirigida sobre una zona estática a alcanzar (blanco).

Otras metodologías han empleado situaciones reales o simulaciones de la realidad. Así, Párraga et al. (2001), realizan un estudio sobre la precisión en la localización del balón en la portería, en el que simulan la intervención de un portero mediante la proyección de imágenes con diferentes posiciones respecto a la portería. López (2005), en su estudio, emplea un portero en situación real, sin limitaciones en la oposición, con diferentes niveles de oposición. Una situación lanzador portero (1 contra 1) y otra oposición con lanzador, portero y varios defensores.

En la figura 5.1, se muestra la metodología empleada en este estudio que recrea una situación de oposición real de uno contra uno, lanzador contra portero, debiendo el lanzador precisar su lanzamiento para que el balón se introduzca en la portería o al menos impacte en los espacios asignados como preferentes. Los espacios son variables (tamaño, forma, posición...) en función de la posición del portero y de sus movimientos durante el lanzamiento. Esto implica una necesidad de ajuste del lanzador en función de la posible intervención del portero y de sus acciones previas, a diferencia de cuando se trata de un lanzamiento en el que no hay incertidumbre y, por tanto, no hay necesidad de adecuación del mismo. Lo que podemos interpretar que la precisión del lanzamiento y la velocidad del mismo están condicionadas por la existencia o no de incertidumbre y por el nivel de la misma en cada situación, así como por la interacción existente en la respuesta del portero.



Figura 5.1.- Metodología empleada en este estudio que recrea una situación de oposición real de uno contra uno (lanzador contra portero).

El bloqueo de la variable precisión ha permitido seleccionar lanzamientos que con unos altos niveles de velocidad mantenían unos altos niveles de precisión. Aunque el grado de automatización del lanzamiento en jugadores de este nivel es muy alto, incrementándose las posibilidades del lanzador de modificar el lanzamiento sin que afecte al nivel de precisión, podríamos considerar que la exigencia de la oposición restaría velocidad al lanzamiento para mantener el nivel de precisión requerida. Aspecto que es confirmado por van den Tillaar and Ettema (2003a) al poner de manifiesto que la velocidad de salida del balón se reduce en un 15%, cuando la única premisa sobre el lanzamiento es la precisión. Si bien, como hemos comprobado en nuestro trabajo, se siguen manteniendo altos índices de velocidad de salida del balón, que pueden deberse al nivel de experiencia de los jugadores y a su capacidad de adaptación a cada situación contextual lanzador-portero. Aspecto que debe ser interpretado como una consecuencia de la adquisición de las capacidades, necesarias para resolver estas situaciones adquiridas por la experiencia competitiva.

En un principio podríamos considerar que para el lanzador, uno de los objetivos a conseguir sería disponer del mayor tiempo de lanzamiento posible. De esta forma podría asumir los parámetros de eficacia para el lanzamiento y obtener una mayor velocidad y mayor precisión. No obstante, cuando existe oposición y por tanto incertidumbre, esto no tiene por qué ser así, ajustándose el tiempo de lanzamiento a las necesidades del lanzador y a la oposición del portero. Considerándose en este caso que, aunque interese disponer del mayor tiempo posible, será la capacidad de ajuste del lanzamiento, en función de la respuesta del portero, un condicionante claro de la eficacia del mismo. De hecho, se produce un juego de intenciones lanzador-portero y viceversa, que condiciona el patrón de movimiento elegido o el ajuste del mismo por parte del lanzador, en un intento de reducir el tiempo de respuesta del portero al ocultar la intención del lanzamiento y el momento de ejecución.

En esta situación, el lanzador debe ocultar y/o falsear la información sobre la dirección de su lanzamiento, ofreciendo al portero indicadores falsos sobre la misma, de manera que le impidan anticiparse y de esta forma detener o desviar la trayectoria del balón.

Hemos considerado el tiempo de lanzamiento ($T_{(\text{LANZAMIENTO})}$) como el periodo comprendido entre el instante en que se produce el pleno apoyo del pie más adelantado en el suelo y la suelta del balón. En general, el lanzador 3 es el que utiliza más tiempo para realizar sus lanzamientos (237 ± 23 ms) y el lanzador 2 es el que utiliza menos tiempo (183 ± 16 ms).

Las claras diferencias halladas entre los lanzadores para el tiempo de lanzamiento ($p < 0.001$), variando este entre 183 ± 16 ms para el lanzador 2 y 237 ± 23 ms, obtenidos por el lanzador 3, responderían a la utilización de diferentes modelos de ejecución para cada uno de ellos, confirmando así el uso de una técnica individual pudiéndose constatar también, aparentemente una cierta estabilidad del patrón intraindividual de movimiento para cada lanzador ya que las diferencias entre los ensayos para esta variable ha sido escasa.

Aunque también podríamos pensar que los jugadores especialistas en determinados puestos específicos de ataque, en los que se emplean este tipo de lanzamientos, necesitan menos tiempo para la realización del lanzamiento y, posiblemente, escondan más eficazmente sus intenciones, dificultando la identificación de indicadores al portero. Ese mayor dominio técnico puede ir acompañado de un retardo en la ejecución como consecuencia de descubrir sus intenciones (localización del lanzamiento) lo más tarde posible y reducir de esta forma las posibilidades de éxito del portero. En este sentido es importante resaltar la relevancia del concepto "momento" (timing) de lanzamiento, que parece ser un factor determinante en el dominio del lanzamiento eficaz en su ajuste a la oposición respecto al portero y que parece que es dominado en mayor medida por jugadores con mayor nivel de juego y que además son especialistas en este tipo de

lanzamientos, por la posición o puesto específico que ocupan en el desarrollo de los sistemas de juego de ataque.

Reforzando este planteamiento, es necesario indicar que el juego de intenciones lanzador-portero está supeditado a la iniciativa que en principio tiene el lanzador, como consecuencia de ser el poseedor del balón, y que obliga al portero a adoptar estrategias que eliminen o reduzcan esa ventaja, provocando una respuesta del lanzador que le permita adivinar la trayectoria y el momento en el que se produce el lanzamiento, garantizando el tiempo necesario para poder intervenir con éxito. Se trata de una relación de oposición directa en la que el lanzador trata de esconder sus intenciones y el portero de conocerlas y viceversa, retrasando ambos su respuesta hasta que la misma no pueda ser neutralizada por el oponente (tiempo de no retorno). Estos ajustes pueden provocar que el lanzamiento no siga el mismo patrón si se hace con oposición, respecto al que se hace sin oposición. De igual manera, podríamos pensar, respecto al portero, que su intervención variará en función del nivel de incertidumbre que ofrezca cada lanzamiento, como ponen de manifiesto Bayer, (1987) y Antón, (1992), entre otros, representándose un duelo, lanzador-portero, que posiblemente condicione el patrón de lanzamiento, su secuencia y el ajuste de tiempos empleado en el mismo.

En esta línea se encuentran los trabajos de Schorer et al. (2007), que han considerado la existencia de un conjunto de patrones de lanzamiento que estarían condicionados por la dirección de lanzamiento y en los que el lanzador podría utilizar dos tipos de estrategias para engañar al portero: a) utilizar diferentes patrones de movimiento para lanzar a una determinada dirección y b) utilizar el mismo patrón de movimiento para lanzar a diferentes direcciones, aunque esta opción requiere modificar en algún momento el patrón de movimiento, para dirigir el balón hacia la dirección deseada. Considerando la eficiencia del modelo de cadena cinética secuencial P-D, utilizado en los lanzamientos que tienen como objetivo conseguir una alta velocidad tangencial del segmento más distal, y

considerando la interacción lanzador-portero, parece probable que el lanzador debería retrasar los cambios o ajustes necesarios en el patrón de movimiento hasta instantes próximos al despegue del balón y en función de los movimientos del portero. Una estrategia compleja que podría modificar la secuencia temporal del modelo P-D y, consecuentemente, la velocidad de salida del balón (Herring and Chapman, 1992).

Las aportaciones de Fradet et al. (2004) y van den Tillaar and Ettema (2007) podrían justificar estos ajustes del patrón de movimiento. Estos autores obtienen datos que evidencian que el lanzamiento a portería en balonmano no se comporta como una estructura típica de secuencia temporal segmentaria (P-D), como ocurre con otros lanzamientos que tienen como único objetivo conseguir una alta velocidad tangencial del móvil. Aunque las razones expuestas para dar una explicación a este hallazgo son poco claras, consideran que es probable que se deba a un intento de engañar al portero y/o proteger el hombro de ciertas lesiones. Estas conclusiones pueden fundamentarse al considerar que la mayoría de los lanzamientos de balonmano se producen ante oposición (jugadores de campo y portero), donde la velocidad de despegue del balón no debe ser el único criterio de eficacia. Así, ante estas situaciones, un jugador de balonmano experto y eficaz, además de conseguir una alta velocidad de despegue del balón, debería ser capaz de lanzar con rapidez y precisión, mientras engaña al oponente. Una habilidad compleja que se adquiere con la experiencia y distinguiría a los buenos de los excelentes lanzadores, como se ha detallado anteriormente.

A pesar de la importancia que adquiere la interacción lanzador-portero sobre la variabilidad funcional de los patrones de lanzamiento en balonmano, la mayoría de las investigaciones se han realizado sin considerar dicha interacción. Lo que nos permite considerar que, al establecer en nuestro estudio una estrategia de investigación más próxima a la realidad, se podrían relacionar los posibles cambios en el patrón de lanzamiento con el desplazamiento del portero, además de esperar un

incremento en la variabilidad del patrón de movimiento utilizado para cada dirección de lanzamiento, como consecuencia de la incertidumbre que proporciona la presencia del portero.

Según las consideraciones expuestas, los resultados obtenidos en nuestro trabajo nos sugieren algunas perspectivas de futuro sobre el estudio de los patrones de lanzamiento y que creemos que es importante resaltar las siguientes conclusiones:

- a) La primera consistiría en la necesidad de detectar la variabilidad intraindividual del patrón de movimiento utilizado para los lanzamientos realizados desde nueve metros, en función de cuatro direcciones de lanzamiento y en presencia del portero.
- b) La segunda sería analizar los patrones de movimiento utilizados por cada lanzador, al objeto de detectar los periodos temporales donde se producen los cambios o ajustes condicionados por la dirección de lanzamiento o el movimiento del portero.
- c) Una tercera, podría centrarse en detectar las posibles diferencias en los patrones de movimiento entre jugadores con la misma experiencia en balonmano, aunque actuando habitualmente en diferentes puestos específicos. Es decir, comparar especialistas y no especialistas.
- d) Una cuarta, podría dirigirse a conocer cómo afectarían, además de la oposición del portero, diferentes niveles de oposición de defensores y valorar los cambios o no provocados por la misma en los patrones de lanzamiento de los lanzadores.

5.2.- DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS RELATIVOS A LAS VARIABLES REFERIDAS AL PORTERO.

El principal objetivo defensivo del portero de balonmano es evitar que el balón se introduzca en su portería y para ello debe neutralizar los lanzamientos producidos por un jugador del equipo contrario. Debe contactar con el balón para detenerlo, desviarlo o despejarlo evitando en cualquier caso que traspase la línea de portería entre postes y encajar un gol.

La variabilidad contextual, determinada por el reglamento, hace que las posibilidades de lanzamiento y sus tipos sean numerosas. De ahí que la respuesta del portero deba ajustarse a cada situación, en busca de encontrar en cada caso la mejor solución para cumplir con su objetivo.

Si anteriormente aludíamos a la intención del lanzador, ahora lo hacemos referidos al portero y, como veremos, se produce una relación inversa de objetivos, si bien la estructura de intenciones tiene cierta analogía. Así, en la acción de juego en la que se realiza un lanzamiento se produce una relación de fuerzas en una situación de uno contra uno, portero-lanzador. Cada uno con objetivos contrapuestos, el lanzador con la intención de que el balón entre en la portería y portero con la intención de evitarlo. Esta lucha, lanzador-portero, sujeta a variabilidad contextual, se caracteriza por el ajuste de las acciones de uno y otro en función de los movimientos o intenciones del oponente. Buscando información que les permita actuar obteniendo una ventaja sobre el adversario. En unos casos, la estrategia será obtener información de determinadas variables del lanzamiento para decidir el momento y la forma de intervenir. En otros, se establecerá un duelo de intenciones en las que uno y otro provocan respuestas del contrario conocidas por ellos, para que se reduzca la incertidumbre y aumenten las posibilidades de éxito. Se falsean intenciones, ocupando espacios y ofreciendo otros, realizando movimientos, ofreciendo

posibilidades al rival para que actúe de la manera que interese, es decir, realizando *conductas de enmascaramiento* (Antón, 1992; 2000).

Es objetivo del portero poder anticiparse a la dirección del lanzamiento, o al menos reducir su tiempo de intervención, y para ello debe conocer los indicadores obtenidos de aspectos relacionados con la posición que este ocupa en el campo, la trayectoria del desplazamiento y el patrón de movimiento utilizado por el lanzador para la ejecución del lanzamiento (Bayer, 1987). Estos le aportarán la información necesaria para, en primera instancia, acertar en la dirección de su desplazamiento en función de la dirección del balón. Cuanto antes conozca hacia donde se dirigirá el balón antes podrá establecer su estrategia de intervención. En este sentido es importante que, antes de que el balón pierda contacto con la mano ejecutora, identifique los indicadores de dirección, para posibilitar que su tiempo de reacción y de movimiento sea inferior al tiempo utilizado por el lanzador desde el instante de identificación de los indicadores, por parte del portero. Aspecto que estará estrechamente ligado a la distancia a la que se produce el lanzamiento y a la velocidad de salida del balón. De ahí que las estrategias del portero estarán sujetas a esta variable y su intervención podrá retrasarse más o menos en función de la distancia a la que se produzca el lanzamiento y a la velocidad que alcance el balón en su trayectoria aérea.

No obstante, basándonos en las consideraciones anteriores, debemos resaltar que el lanzador, en determinadas acciones de juego, debido al tipo de oposición a la que se enfrenta, realiza lanzamientos que no cumplen los parámetros de eficacia atribuidos al lanzamiento y no obstante obtienen éxito, como consecuencia de sorprender al portero que centra su atención en determinados indicadores esperados. Nos referimos a determinados lanzamientos que, motivados por la posición del portero, hacen que el lanzador modifique sustancialmente su patrón de lanzamiento, realizando lanzamientos con poca velocidad que, al objeto de superar al portero, necesitan una trayectoria del balón que se aleje de las posibilidades de

intervención de este, y que podríamos considerar como no habituales (Sánchez, 1991). Por tanto, su éxito está fundamentado precisamente en el factor *sorpres*a. En cualquier caso, este tipo de lanzamientos es más eficaz en distancias menores y cuando el tiempo de intervención del portero se reduce sensiblemente y siempre y cuando logren engañar al portero y este no disponga del tiempo necesario para reaccionar. Aspecto que se incrementa con la presencia de defensores, ya que estos al dificultar las trayectorias de lanzamiento de los atacantes, hacen que el portero pueda discriminar con antelación a la suelta del balón la trayectoria más lógica de este, con lo que el tiempo de reacción se verá reducido y el portero tendrá una determinada predisposición a intervenir hacia un determinado ángulo de la portería (Antón, 2002).

Desde la perspectiva del lanzador, como se ha señalado, el objetivo es el contrario, ocultar la dirección del lanzamiento y procurar que el balón, durante su vuelo, tarde en superar la línea de portería entre postes menos tiempo del que necesita el portero para detenerlo. De ahí la importancia, de que en la mayoría de los casos de que el tiempo de lanzamiento se reduzca, la velocidad de salida de balón sea alta y la precisión ajustada a espacios eficaces de éxito (Sánchez, 1991).

Ambos, portero y lanzador, ante lanzamientos dotados de incertidumbre, buscan retrasar al máximo sus intervenciones, descubriendo lo más tarde posible los indicadores de eficacia que posibilitarían a su rival la posibilidad de realizar ajustes en sus acciones. En este sentido, la incertidumbre para el lanzador está asociada a la situación ambiental, especialmente a la cantidad de oposición (defensores y portero) y para el portero está asociada a la distancia; posición desde la que se realiza el lanzamiento; dirección del lanzamiento; momento de ejecución; etc. Por esta razón y en función de los antecedentes esgrimidos, podemos pensar que los porteros expertos identifican antes los indicadores, obteniendo más información y siendo esta más precisa que la obtenida por porteros no expertos, como indican los resultados obtenidos por Savelberg et al. (2002; 2005).

Las investigaciones de Abernethy and Russell (1987), utilizando técnicas de oclusión en golpes de bádminton, han constatado un periodo de anticipación inferior al obtenido en el nuestro (-83 ms), aunque estas diferencias deben analizarse teniendo en cuenta que la metodología utilizada en nuestro estudio nos ha permitido aumentar la sensibilidad en el registro para detectar el inicio del movimiento de los porteros. Sin embargo, nuestros datos son inferiores a los que aportan Savelsbergh et al. (2002), cuando analizan la anticipación de los porteros de fútbol, mediante el empleo de técnicas de grabación del movimiento de los ojos, sincronizados temporalmente con la manipulación de un joystick. En ellos, obtienen un tiempo de anticipación de 258 ± 33.1 ms para los porteros expertos y de 237 ± 46.4 ms para los porteros no expertos. Lo que confirma que los porteros no expertos reaccionan 21 ms antes que los porteros expertos, coincidiendo con nuestros datos al verificarse que los porteros no expertos inician su respuesta -16 ms antes que los porteros expertos; aspecto que coincide con los datos obtenidos por Núñez, Bilbao, Raya y Oña (2004), que analizan el comportamiento del portero de fútbol durante un lanzamiento de penalti, empleando técnicas fotogramétricas bidimensionales (2D), y que obtienen registros de tiempo medio de anticipación de 237.33 ± 116.5 ms⁻¹. Por otra parte, podemos considerar que las diferencias encontradas entre los tiempos de anticipación pueden responder a las diferentes estructuras de los movimientos analizados.

5.2.1. Discusión de los resultados relativos a las diferencias encontradas entre el grupo de porteros expertos y el grupo de porteros no expertos para los dos niveles de incertidumbre propuestos.

Las consideraciones expuestas, se ponen de manifiesto en los resultados obtenidos en nuestro estudio, los cuales evidencian que, cuando se incrementa la incertidumbre (TR4), los porteros no expertos obtienen un porcentaje muy elevado de errores (41.7%) y su acierto para interceptar el

balón fue muy reducido (24%), lo que nos permite considerar que han tenido dificultades para identificar con suficiente antelación la trayectoria del balón y que su estructura de movimiento no parece ser demasiado precisa para interceptarlo. Por el contrario, los porteros expertos sólo obtuvieron un 17.6% de errores e interceptaron el balón en el 67% de las ocasiones, lo que podría considerarse como un rendimiento aceptable, siendo capaces de desplazarse hacia el lado correcto y realizar unos movimientos precisos para interceptar el balón. Aunque en la situación TR2, los porteros podían conocer con antelación el lado de lanzamiento, los no expertos sólo consiguieron interceptar el balón en un 54% de las ocasiones, lo que parece confirmar el hecho de haber ejecutado una inapropiada estructura de movimiento para interceptar el balón. Con respecto a los porteros no expertos, en la condición experimental TR4, se ha constatado una elevada variabilidad en el registro, así como en los errores cometidos, lo que no nos permite afirmar que pueda existir una estrategia premeditada de anticipación hacia el lado de lanzamiento, aunque los datos medios sean similares a los obtenidos por los expertos.

A tenor de los resultados obtenidos, podemos pensar que los porteros no expertos, ante situaciones de incertidumbre, se anticipan por norma, sin que su respuesta esté sujeta a estímulos del lanzador, no adecuando el momento de intervención a cada situación contextual, lo que provoca que el incremento de la incertidumbre suponga un mayor número de errores. Además, el no dominio del patrón de movimiento, propio de la intervención del portero, provoca que el número de errores en la interceptación del balón sea más alto. Por el contrario, los datos referidos nos permiten sugerir que los porteros expertos mantienen una cierta estrategia de anticipación y una estructura de movimiento eficaz para interceptar el balón, lo que intentaremos confirmar a continuación basándonos en los resultados obtenidos y las teorías que los avalan.

En la situación TR2, el tiempo de inicio del movimiento lateral del portero ($T_{\text{ANTICIPACIÓN-X}}$) se produce -349 ± 71 ms antes del despegue del balón de la

mano del lanzador. Considerando que el tiempo de lanzamiento medio para los cuatro lanzadores analizados ($T_{\text{LANZAMIENTO}}$) es de -206 ± 30 ms, en todos los casos, el inicio del movimiento se produce al final del desplazamiento previo del lanzador, antes de iniciar la fase de lanzamiento. Este hecho se produce al conocerse previamente el lado de lanzamiento, por lo tanto, no podríamos considerar que ese tiempo de anticipación se produzca a partir de la información procedente del movimiento del lanzador. Esa excesiva anticipación en el movimiento del portero podría provocar que el lanzador cambie fácilmente la dirección del lanzamiento, pero esta situación es poco probable, ya que el CG del portero se desplaza a una velocidad relativamente reducida (al menos hasta -100 ms antes de la suelta del balón), lo que le permitiría cambiar el sentido de su desplazamiento en caso de necesitarlo. Este comportamiento es similar en los porteros expertos y no expertos. Existiendo un desplazamiento lateral del portero posiblemente inapreciable para el lanzador, lo que se constata por el reducido desplazamiento lateral del CG hasta e_{x-100} (0.035 ± 0.021 m y 0.021 ± 0.032 m, para porteros expertos y no expertos, respectivamente). A partir de este instante, los porteros expertos tienden a incrementar progresivamente la velocidad media de desplazamiento lateral del CG hasta la suelta del balón. El incremento de la velocidad de desplazamiento lateral del CG, durante los -100 ms antes de la suelta que, se produce en plena fase de ejecución del lanzamiento, que según Fradet et al. (2004), comienza -230 ms antes de la suelta del balón. Este incremento de la velocidad durante los -100 ms antes de la suelta del balón, nos hace pensar que se trata del momento de confirmación, por parte del portero, en el que identifica que el lanzamiento se producirá a la dirección a la que se desplaza y que podríamos interpretar como un intento de incrementar la dificultad para que el lanzador pueda realizar un posible cambio de trayectoria del balón sin que se vea afectada la velocidad de despegue del mismo.

Los resultados obtenidos en este estudio en TR2, para V_{x-100} (0.37 ± 0.17 ms^{-1} para los porteros expertos y 0.21 ± 0.18 ms^{-1} para los porteros no expertos) y $V_{x\text{-SAL}}$ (0.77 ± 0.29 ms^{-1} para los porteros expertos y 0.46 ± 0.28

ms^{-1} para los porteros no expertos) confirman que cuando no existe incertidumbre los porteros expertos y los no expertos adoptan una estrategia que les permita reducir el tiempo de intervención para poder interceptar el balón, esto se produce mediante un incremento de la velocidad de desplazamiento del CG con respecto a cuándo si existe incertidumbre. Por ejemplo, en TR2, la V_{x-100} es de $0.37 \pm 0.17 \text{ ms}^{-1}$ y de $0.21 \pm 0.18 \text{ ms}^{-1}$, mientras que en TR4 es $0.09 \pm 0.119 \text{ ms}^{-1}$ y de $0.15 \pm 0.19 \text{ ms}^{-1}$, para porteros expertos y no expertos respectivamente. Para ello, conociendo el lado de la portería a donde se dirige el balón, el factor determinante parece estar en el momento en el que se produce el cambio de velocidad en el desplazamiento, de manera que le permita llegar a ocupar un espacio antes que el balón y a su vez evitar que el lanzador modifique la dirección del lanzamiento. En la figura 5.2, se representa esquemáticamente las diferentes posiciones que ocupa el CG del portero en diferentes momentos de la ejecución del lanzamiento, en esta figura se puede apreciar lo expuesto anteriormente, viendo como el incremento de velocidad de desplazamiento lateral del CG que se produce próximo a t_2 (momento de la suelta del balón) provoca un mayor desplazamiento lateral del CG del portero.

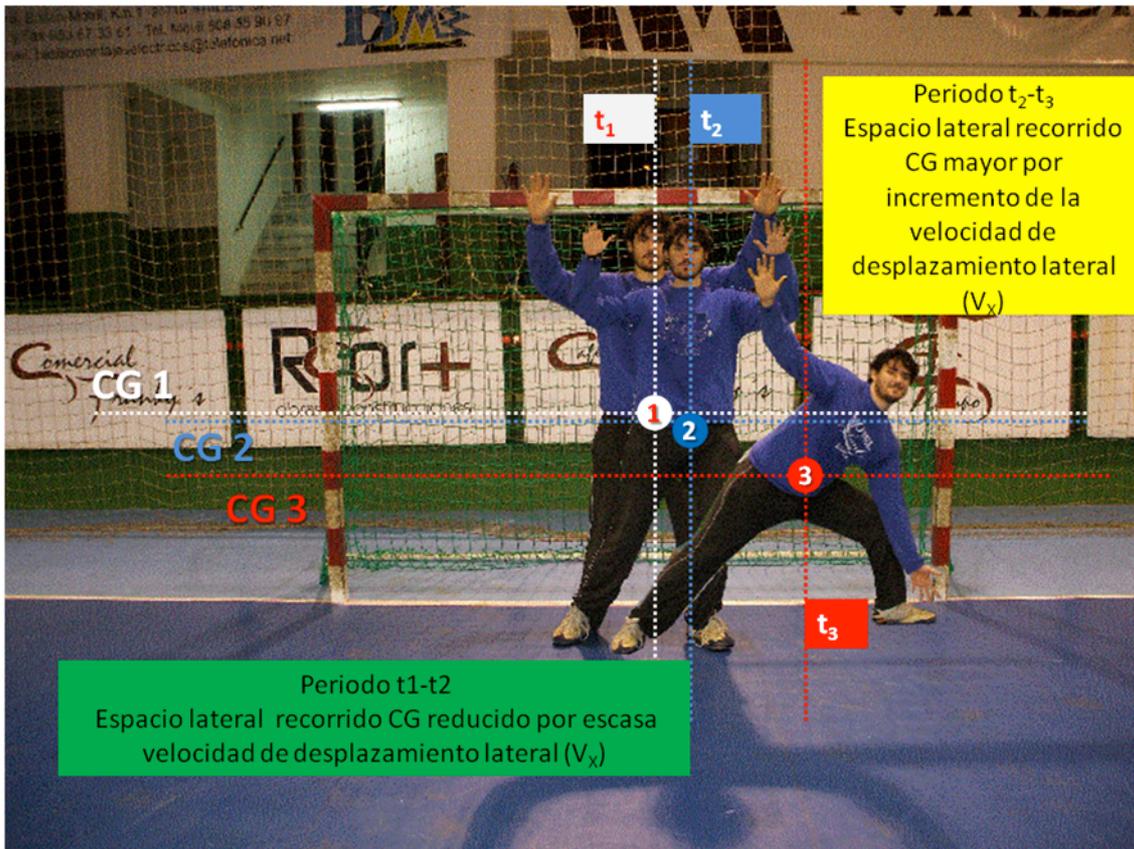


Figura 5.2.- Representación esquemática de las diferentes posiciones que ocupa el CG del portero en diferentes momentos de la ejecución del lanzamiento.

Como era de esperar, los resultados indican que cuando se incrementa la incertidumbre (TR4), el inicio del movimiento lateral de los porteros expertos se retrasa, con respecto a los no expertos, hasta -193 ± 67 ms, lo que pone de manifiesto que se produce sólo unos instantes después del inicio del lanzamiento. Este hecho pone de manifiesto que los porteros expertos son capaces de identificar el lado de lanzamiento a partir de indicadores procedentes del desplazamiento previo del lanzador. Este retraso en la respuesta se ha justificado por el hecho de que el portero no ofrece indicadores de desplazamiento al lanzador, pero también para poder rectificar su desplazamiento en caso de error, debido a la ausencia de suficientes indicadores de dirección, lo que constituye una estrategia muy eficaz de los porteros expertos en esa interacción de estrategias entre el lanzador y el portero. En conclusión, ante situaciones de incertidumbre reducida, los porteros expertos emplean una estrategia en la que se retrasa el momento de cambio de velocidad en su desplazamiento, respecto a la

actuación de los no expertos, lo que podría estar asociado a un ajuste en la localización del balón en los ángulos superiores o inferiores de la portería y en una mayor predisposición para ejecutar su patrón de movimiento con mayor precisión. Respecto a las situaciones de mayor incertidumbre (TR4), los expertos identifican la dirección del lanzamiento con mayor acierto y además interceptan el balón con altos porcentajes de eficacia, por el contrario los no expertos no son estables en sus respuestas obteniendo un mayor número de errores en la identificación del lado de la portería a la que se dirige el balón y en la precisión de su intervención.

5.2.2. Discusión de los resultados relativos a las diferencias encontradas en el grupo de porteros expertos para los dos niveles de incertidumbre propuestos.

La reducida velocidad de desplazamiento lateral y el escaso desplazamiento medio del CG de los porteros 100 ms antes de la suelta ($V_{(X-100)}$ y $e_{(X-100)}$), respectivamente; ponen de manifiesto que, al menos, hasta ese instante, se han podido detectar ciertos indicadores de lanzamiento, aunque no se manifiesta como con un movimiento lateral definitivo, lo que coincide con las aportaciones de Savelsbergh et al. (2005), donde se pone de manifiesto que los porteros de fútbol expertos esperan más que los no expertos para decidir la respuesta. Este comportamiento puede tener dos explicaciones:

- a) Que los indicadores percibidos pueden no haber sido demasiado claros hasta ese instante, por lo que un desplazamiento lateral lento le permitiría modificar el sentido de su desplazamiento ante un posible error en la percepción de los pre-indicadores.
- b) Que los indicadores ya sean claros cuando inicia el movimiento, pero trata de evitar dar información de movimiento al lanzador antes de que la secuencia temporal segmentaria del lanzador esté en fase de ejecución.

Incluso podríamos pensar en una tercera opción, que se fundamentaría en la combinación de las dos opciones anteriores, reduciendo la velocidad del desplazamiento y simultáneamente escondiendo la intencionalidad del lanzador.

Los resultados obtenidos conducen a tener que cuestionar esta segunda explicación (b). Básicamente debido a que, cuando se reduce la incertidumbre (TR2), todos los registros medios referidos a la velocidad y el desplazamiento lateral del CG de los porteros, son significativamente mayores que los registrados para TR4 ($p < 0.001$).

Cuando se analizan los datos referidos a la componente vertical de la velocidad del CG, para porteros expertos, podríamos afirmar que durante su desplazamiento lateral, existe una tendencia clara a desplazar el CG hacia abajo, al menos hasta el instante en que se produce la suelta del balón. Los valores positivos o cambio de tendencia se producen unos instantes después de suelta del balón (68 ± 73 ms y 77 ± 70 ms, para TR2 y TR4, respectivamente). El hecho de que la máxima velocidad vertical alcanzada durante el periodo de anticipación sea significativamente menor cuando se incrementa la incertidumbre, sugiere que los porteros expertos toman ciertas precauciones ante la posibilidad de tener que modificar su desplazamiento o dar indicaciones claras de su movimiento al lanzador, al menos hasta la suelta del balón. En la figura 5.3, se presenta de forma esquemática como se combina el desplazamiento lateral de CG del portero, junto al desplazamiento vertical del CG ante lanzamientos dirigidos hacia una localización alta de la portería y ante lanzamientos dirigidos hacia una localización baja en la portería en los diferentes momentos de la ejecución del lanzamiento.

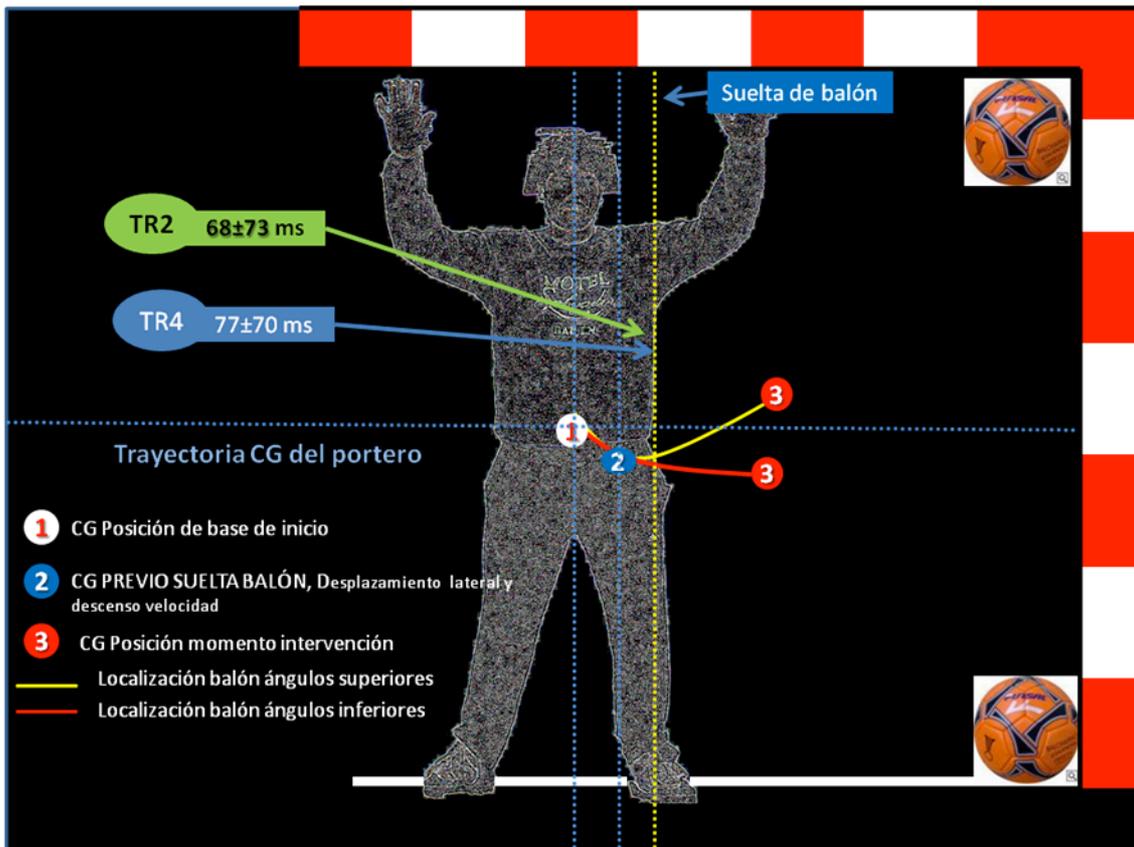


Figura 5.3.- Representación esquemática del movimiento del CG de los porteros ante lanzamientos cuya trayectoria se localiza en la parte superior de la portería y lanzamientos localizados en la parte inferior de la portería.

Por otra parte, en la figura 5.4, se representa de manera gráfica el promedio de los registros de la velocidad de desplazamiento vertical, cuando el movimiento final se dirige hacia los ángulos superiores (a) y cuando el movimiento final se dirige a hacia los ángulos inferiores (b), teniendo en cuenta el momento de la suelta de balón. En los dos casos se obtienen valores negativos en la velocidad de desplazamiento vertical, que cambia su comportamiento antes de la suelta de balón ante lanzamientos localizados en las zonas superiores, siendo más pronunciado el descenso en este caso. Sin embargo, ante lanzamientos localizados a ángulos bajos, se tarda un poco más en bajar y el cambio de comportamiento también se produce más tarde, muy próximo o coincidente con la suelta del balón.

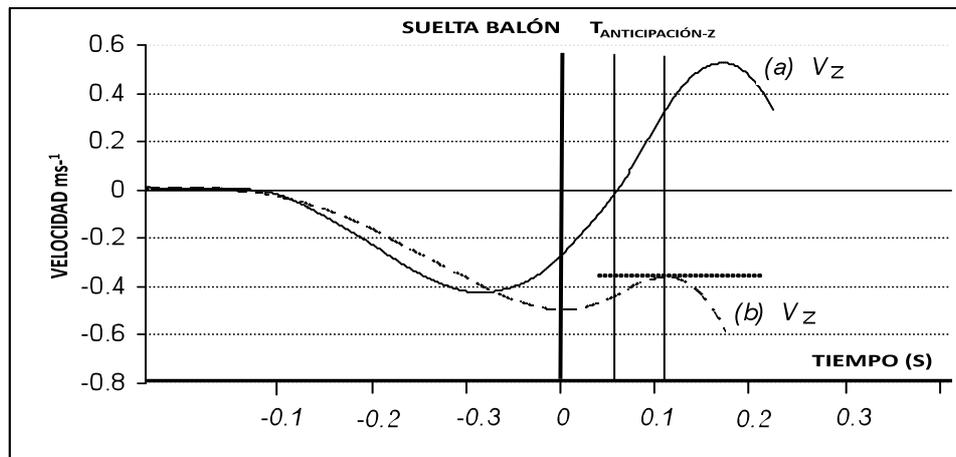


Figura 5.4.- Representación gráfica del promedio de los registros de la velocidad de desplazamiento vertical cuando el movimiento final se dirige hacia los ángulos superiores (a) y cuando el movimiento final se dirige a hacia los ángulos inferiores (b).

Según lo expuesto, podemos sugerir que los porteros expertos son capaces de identificar anticipadamente los indicadores del lado de lanzamiento, aunque parecen tener cierta dificultad para identificar anticipadamente la altura de lanzamiento, produciéndose el inicio del movimiento vertical, instantes después de iniciar el balón su trayectoria aérea. Estos datos confirman las aportaciones de Savelsbergh et al. (2002), en los que se constata que la mayoría de los errores que cometen los porteros de fútbol están asociados a la incorrecta percepción de los indicadores de altura. A pesar de ello, también podríamos considerar que el portero experto es capaz de ajustar su tiempo de movimiento a la distancia de lanzamiento. En este sentido, debemos considerar que la distancia de lanzamiento propuesta en este estudio es tres metros mayor a la distancia analizada por Schorer et al. (2007), donde se pone de manifiesto que, a velocidades de desplazamiento lateral similares a las obtenidas en este estudio, el balón tardaría unos 297 ms en recorrer siete metros.

Posiblemente las estrategias utilizadas por los porteros sean diferentes dependiendo de la distancia de lanzamiento, ya que a mayor distancia de

lanzamiento el portero contará con mayor tiempo para responder, debido a que el tiempo de vuelo del balón también será más amplio. Esto implica que a mayor distancia de lanzamiento el portero debe de esperar más para intervenir con el objetivo de no dar indicaciones al lanzador sobre el movimiento que va a realizar para que este no altere la dirección de lanzamiento prevista al iniciar el mismo.

En este punto nos permitimos señalar que posiblemente un factor importante, a considerar en futuros trabajos, sea verificar la capacidad de respuesta, tanto de porteros como de lanzadores, una vez identificado el momento de lanzamiento. Parece claro que a mayor nivel (porteros y lanzadores) mayor capacidad para retrasar el momento de la intervención (lanzamiento y parada) o elegir el mejor momento para realizarla en función del *duelo* lanzador-portero. Por eso, en máximo nivel, el acierto o error, conocidos los indicadores, pueda estar relacionado con determinados parámetros perceptivos y la capacidad de identificar el momento exacto de inicio de la acción definitiva.

Como consecuencia de no existir defensores en nuestra metodología, se incrementa la incertidumbre y el portero debe ajustar su intervención a una menos habitual y posiblemente no consolidada por la experiencia de juego. Lo que podría considerarse, en este caso, como una situación no habitual y en la que posiblemente se adopten ciertas precauciones.

Como se ha dicho, en las dos condiciones experimentales, todos los registros medios de la componente vertical de la velocidad del CG de los porteros, como el referido a la máxima velocidad vertical del CG, indican una tendencia a bajar el CG hasta instantes después de la suelta del balón, donde de nuevo alcanza valores positivos o un cambio de tendencia para interceptar los balones que se dirigen a la parte inferior de la portería. Este comportamiento les permite activar ciertos mecanismos de pretensión de la musculatura (Cavagna, 1970) o de impulso de frenado (Hochmuth, 1973) que les predispone para realizar con mayor velocidad el último movimiento

para interceptar el balón, siendo especialmente positivo cuando el lanzamiento se dirige hacia los ángulos superiores y se requiere un rápido desplazamiento vertical del CG. Cuando el lanzamiento se dirige hacia los ángulos inferiores y es necesario desplazar rápidamente el CG hacia abajo, la pretensión alcanzada podría perjudicarlo, al tener que desactivar la tensión creada. Una desactivación que no se produce de forma instantánea y que acabaría retrasando el desplazamiento hacia abajo del CG del portero (Neptune and Kautz, 2001; Gutiérrez-Dávila, Dapena and Campos, 2006). Sin embargo, cuando el portero identifica con suficiente antelación la altura de lanzamiento, puede aprovechar su desplazamiento inicial hacia abajo e incrementar la velocidad vertical del CG hacia el ángulo inferior a partir de una escasa o nula pretensión inicial.

Capítulo VI
*Conclusiones y perspectivas
futuras de investigación*

CAPÍTULO VI. CONCLUSIONES Y PERSPECTIVAS FUTURAS DE INVESTIGACIÓN

En este capítulo se exponen las conclusiones más relevantes a las que se han llegado a partir de los resultados obtenidos y a la discusión de los mismos y las perspectivas futuras de investigación que se han ido señalando a lo largo de la de este trabajo.

6.1.- CONCLUSIONES GENERALES RELATIVAS AL ÁMBITO METODOLÓGICO.

Conclusión primera:

El empleo de una metodología específica en la que se sincronizan registros directos, procedentes de una plataforma de fuerza, con registros indirectos, obtenidos a partir de técnicas fotogramétricas tridimensionales de alta velocidad, nos ha permitido resolver ciertas carencias metodológicas encontradas en estudios sobre la respuesta anticipatoria.

Conclusión segunda:

La metodología empleada supone un importante avance en el análisis biomecánico de una situación de juego (metodología ecológica) en la que existe interacción de oposición entre dos jugadores, lanzador-portero. Lo que permite transferir los resultados obtenidos al entrenamiento del lanzador y del portero, al objeto de mejorar su rendimiento en competición.

6.2.- CONCLUSIONES ESPECÍFICAS RELATIVAS A LA INTERACCIÓN PORTERO-LANZADOR.

Conclusión primera:

Existe una estrategia anticipatoria general e intencionada de los porteros expertos de balonmano ante lanzamientos a distancia, que se ha puesto de manifiesto por un inicio de la intervención del portero antes de que el balón salga de la mano del lanzador.

Conclusión segunda:

Las estrategias anticipatorias de los porteros están relacionadas con su nivel de experiencia. Los porteros expertos obtienen mejores porcentajes de éxito en la localización e interceptación del lanzamiento respecto a los porteros no expertos.

Conclusión tercera:

En la intervención ante lanzamientos en apoyo a distancia, el nivel de incertidumbre influye sobre el esquema táctico de anticipación utilizado por los porteros expertos, afectando al tiempo de anticipación. Siendo este más reducido cuando la incertidumbre a la que se exponen los sujetos es mayor, además las velocidades de desplazamiento y el espacio recorrido por el CG en los ejes lateral y transversal son menores cuando se produce un incremento de dicha incertidumbre.

Conclusión cuarta:

Los porteros de balonmano ralentizan su desplazamiento en los primeros momentos de la intervención, al objeto de no desvelar al lanzador hacia que lado de la portería se dirige. Se adoptan ciertas precauciones que les permite ser más eficaces en la localización del lanzamiento, evitando que el

lanzador la modifique y en su caso poder cambiar la dirección de su desplazamiento.

Conclusión quinta:

Los porteros no reconocen los indicadores de altura del lanzamiento hasta que el balón no ha iniciado su fase de vuelo hacia la portería, después de salir de la mano del lanzador. Mientras que los indicadores del lado de localización del lanzamiento son detectados previamente a la salida del balón de la mano.

Conclusión sexta:

En la enseñanza y entrenamiento del portero es conveniente automatizar patrones de movimiento en la intervención y ajustarlos a estrategias anticipatorias en función de la interacción lanzador y portero. De ahí, que la experiencia y el entrenamiento en situaciones de competición o similares sea de especial interés para que el portero perciba puntos de información relevantes durante el patrón de lanzamiento empleado por el lanzador. La mayor experiencia competitiva incrementará las competencias del portero en relación a la detección y empleo de información relevante que le permita una intervención eficaz.

6.3.- PERSPECTIVAS FUTURAS DE INVESTIGACIÓN Y TRANSFERENCIA DEL LOS RESULTADOS.

Las perspectivas futuras de investigación que se proponen a continuación surgen de la propia investigación, como aspectos mejorables en futuros estudios que se planteen. Las mismas, deben servir para seguir progresando en el proceso de investigación y para aportar más luz en el estudio de las acciones que se producen en los deportes colectivos estudiados desde una perspectiva interdisciplinar y multidisciplinar.

- a) A nivel de procedimiento, sería beneficioso la utilización de técnicas instrumentales que incrementen el nivel de automatización del proceso de obtención y recogida de datos, con especial incidencia en proceso de digitalización manual.
- b) En relación al estudio de los patrones de lanzamiento, esta tesis ha servido como punto de partida de una línea de investigación que trata de profundizar en el conocimiento de la variabilidad intraindividual del patrón de movimiento utilizado para los lanzamientos. Estudiando el lanzamiento, en función de cuatro direcciones del mismo y en presencia del portero. Analizando también los patrones de movimiento utilizados por los lanzadores para detectar los periodos temporales donde se producen los cambios o ajustes condicionados por la dirección de lanzamiento o el movimiento del portero y detectar las posibles diferencias en los patrones de movimiento entre jugadores con la misma experiencia en balonmano, aunque actuando habitualmente en diferentes puestos específicos. Y por último, examinando la variabilidad intraindividual de la secuencia temporal de participación segmentaria utilizada durante los lanzamientos en apoyo.
- c) Sería conveniente aumentar el número de grupos experimentales, analizando la respuesta de los porteros con diferentes niveles de experiencia competitiva (categorías deportivas). Se podrían analizar las similitudes o diferencias que pueden existir en los procesos de anticipación que se producen ante lanzamientos y que puedan ser consecuencia del nivel de experiencia de porteros.
- d) Sería interesante definir una metodología que permita ampliar las posibilidades del factor oposición, fundamentalmente con la inclusión de defensores. Variando el número, tipo de participación, posición, etc. al objeto de analizar aspectos de oclusión visual, como consecuencia de la interposición del o los defensores entre el lanzador y el portero. Además, se podrían valorar aspectos propios del juego colectivo relacionados con los procesos de colaboración

defensa portero con la intención compartida de evitar que el balón se introduzca en la portería.

- e) Sería conveniente el análisis de los tiempos de movimiento del portero, que junto a los tiempos de reacción nos permitirían conocer la duración total de la respuesta del portero ante el lanzamiento. Como sugerencia, nos planteamos la posibilidad de evaluar el tiempo de movimiento del portero desde el instante que comienza el registro de la plataforma de fuerza, tal como se ha planteado en este trabajo, hasta que se obtiene el valor máximo de la velocidad tangencial del segmento más distal que intenta interceptar el balón.

Transferencia de resultados al entrenamiento del portero:

- a) El entrenamiento de la respuesta del portero ante lanzamientos a distancia, que impliquen una mejora de los procesos de anticipación, debe estar basado en la mejora de aspectos temporales, referidos a los tiempos de lanzamiento y al tiempo de reacción más el tiempo de movimiento del portero. Para ello, sería conveniente proponer tareas en la que los porteros se vean expuestos secuencialmente a un incremento de la incertidumbre. Lo que les permitirá, por un lado, afianzar patrones de movimiento al poder concentrar su atención en factores de ejecución cuando la incertidumbre sea reducida y, por otro, mejorar su percepción e interpretación de los indicadores del lanzamiento, así como factores tácticos cuando se aumenta la incertidumbre. Por eso es especialmente relevante que a mayor nivel del portero mayor nivel de ejecución del lanzamiento, aspecto que se encuentra en su máxima expresión en situaciones de competición del más alto nivel.
- b) Otro aspecto a considerar en el entrenamiento del portero de balonmano es la necesidad de reducir sus niveles de incertidumbre, aumentando los niveles de incertidumbre del lanzador, lo que conlleva a una reducción de los procesos anticipatorios en el momento en el que el portero realiza su intervención, desarrollando

para esto, tareas que permitan al portero utilizar estrategias premeditadas de ocupación o cesión de espacios en la portería para que el lanzador se vea "tentado" a lanzar a las zonas no ocupadas o cedidas de forma consciente por el portero con lo que este al conocer/intuir la zona de lanzamiento podrá desplazarse o desplazar un segmento hacia esta con antelación y poder así interceptar el lanzamiento.

- c) Las tareas de entrenamiento propuestas deberían recrear situaciones reales de juego en las que la interacción portero-lanzador y viceversa, sirvan para dotar a ambos protagonistas de experiencias sobre las posibilidades reales de acción, en función de los indicadores de movimiento enviados al oponente por cada uno de ellos.
- d) En esta necesidad de incremento de capacidades del portero y ajuste a las necesidades del juego, el factor oposición defensiva y colaboración defensa-portero debe suponer un elemento de ajuste a la situación contextual real. Así, con el dominio de las intervenciones con bajos y altos niveles de incertidumbre, en el continuo juego de ocultar o provocar reacciones entre lanzador y portero, para reducir las posibilidades de intervención o provocar errores en el contrario, la aportación defensiva, en el engranaje lanzamiento y defensa de interceptación de este, supondría un punto de transferencia real a la demandada en el juego.

Capítulo VII
Referencias Bibliográficas

CAPÍTULO VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abdel-Aziz, Y.J. and Karara, H.M. (1971). Directer linear transformation from comparator coordinates into object space coordinates in close-range photogrammetry. *A.S.P. Symposium on close-range photogrammetry*. American Society of Photogrammetry: Falls Church, 1-18.
- Abernethy, B. (1990). Anticipation in squash: Differences in advance cue utilization between expert and novice players. *Journal of Sports Sciences*, 8, 17-34.
- Abernethy, B. and Russell, D. G. (1987). The relationship between expertise and visual search strategy in a racquet sport. *Human Movement Science*, 6, 283-319.
- Abernethy, B., Wood, JM., and Parks, S. (1999) Can the anticipatory skills of experts be learned by novices? *Research Quarterly for Exercise and Sport*, 70, 3, 313-318
- Abernethy, B. and Zawi, K. (2007) Pickup of Essential Kinematics Underpins Expert Perception of Movement Patterns. *Journal of Motor Behavior*, 2007, Vol. 39, No. 5, 353-367
- Álvaro, J. (1996). *Estructuración, planificación y programación de los deportes de equipo*. Máster en Alto Rendimiento Deportivo. Guía Didáctica. Módulo 2.1.7. Madrid. Comité Olímpico Español.
- American Psychological Association (2007). *Publicación Manual (5ª Edición)*. New York: American Psychological Association.
- Antón, J. (1990). *Balonmano: Fundamentos y etapa de aprendizaje*. Madrid. Gymnos.
- Antón, J. (1991). *Análisis de los XII Campeonatos del Mundo de Balonmano Checoslovaquia 90*. Madrid: F.E.BM.
- Antón, J. (1992). *Los efectos de un aprendizaje táctico-estratégico individual sobre la optimización del lanzamiento de siete metros en balonmano en función del análisis de las conductas de interacción en*

- competición*. Tesis Doctoral. Facultad de Ciencias de la Actividad Física y el Deporte. Universidad de Granada.
- Antón, J. (1993). *Hacia una lógica conceptual en Balonmano*. Ponencia presentada en el Congreso Internacional de Especialistas en Balonmano. Madrid.
- Antón, J (2000). *Balonmano: Perfeccionamiento e investigación*. Barcelona: Inde.
- Antón, J. (2002). *Balonmano: Táctica grupal defensiva. Concepto, estructura y metodología*. Granada. GEU.
- Antúnez, A. (2003). *La interceptación en la portera de balonmano: efectos de un programa de entrenamiento perceptivo-motriz*. Tesis Doctoral. Universidad de Murcia.
- Bárceñas, D. y Román, J. (1991). *Balonmano. Técnica y Metodología*. Madrid: Gymnos.
- Bartlett, R., Bussey, M. and Flyger, N. (2006). Movement variability cannot be determined reliably from no-marker conditions. *Journal of Biomechanics*, 39, 3076-3079.
- Bartlett, R., Müller, E., Lindinger, S. Brunner F. and Morris, C. (1996). Three-dimensional evaluation of the kinematic release parameters for javelin throwers of different skill levels. *Journal of Applied Biomechanics*, 12, 58-71.
- Bartlett, R., Wheat, J. and Robins, M. (2007). Is movement variability important for sports biomechanics. *Sports Biomechanics*, 6(2), 224-243.
- Bayer, C. (1987). *Técnica del Balonmano, la formación del jugador*. Madrid: Hispano Europea.
- Bayios, I. and Boudolos, K. (1998). Accuracy and throwing velocity in handball. *XVI International Symposium on Biomechanics in Sports*, Proceedings I, Rielhe H.J., Vieten M.M. (eds), 55-58.
- Bayios, I.A., Anastasopoulou, E.M., Sioudris, D.S. and Boudolos, K.D. (2001). Relationship between isokinetic strength of the internal and

- external shoulder rotators and ball velocity in team handball. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 41(2), 229-235.
- Bideau, Multon, Kulpa, Fradet, Arnaldi and Delamarche (2004) Using virtual reality to analyze links between handball thrower kinematics and goalkeeper's reactions. *Neuroscience Letters*, 372 , 119-122
- Bober, T. (1995). *Investigación aplicada en biomecánica del deporte*. I.A.D. Junta de Andalucía, Málaga, 19, 355-360.
- Bretagne, T. (1980). Lance missiles du sport. *Equipe magazine*, 15, 10, 4-7.
- Bulligan, A. (2003). El portero: formación y aprendizaje. *Comunicación Técnica de la RFEBM*, nº 222, 16 - 23.
- Cárdenas, D. (1994). *Desarrollo y aplicación de un sistema automatizado para la mejora de las variables comportamentales del pase de baloncesto*. Tesis Doctoral. Servicio de publicaciones. Universidad de Granada.
- Carreras, J. (1992). Propuesta de metodología para el perfeccionamiento del lanzamiento en balonmano en la etapa de iniciación. *Apunts: Educació Física i Esports*, 30, 38-44.
- Cavagna, G.A. (1970). The series elastic component of the frog gastrocnemius. *Journal Physiology*, 206, 257-262.
- Cercel, P. (1990). *Andebol: O Treino de Equipas Masculinas*. Portugal: Bidesporto.
- Czerwisnki, J. (1993). *El Balonmano: técnica, táctica y entrenamiento*. Barcelona: Paidotribo.
- Chow, J. Y., Davids, K., Button, C. and Koh, M. (2008). Coordination changes in a discrete multi-articular action as a function of practice. *Acta Psychologica*, 127, 163-176.
- Davis, W.E. and Burton, A.W. (1991). Ecological task analysis: translating movement behavior theory into practice. *Adapted Physical Activity Quarterly*, 8(2), 154-177.
- Díaz, J. (1984). *Metodología de la técnica "El portero"*. Ponencia presentada en el Primer Clinic de Actualización del Deporte de Base. Burgos.

- Espar,X. (2001). *Balonmano*. Ed. Martínez Roca. Barcelona
- Falkowski, M. y Enríquez, E. (1979). *Estudio monográfico del portero*. Madrid: Esteban Sanz.
- Faludi, M. (1987). A aprendizagem perceptiva e as possibilidades do desenvolvimento de capacidades de anticipação de treino do guarda-redes. *Revista Sete Metros*, 22, 29-32.
- Farrow, D., and Abernethy, B. (2003). Do expertise and the degree of perception–action coupling affect natural anticipatory performance. *Perception*, 32, 1127–1139
- Filliard, J.R. (1989). L'effet Doppler: application a mesure de la vitesse de balle en handball. *Science et Motricité (Paris)*, 7, 42-44.
- Fleck, S.J., Smith, S.L., Craib, M.W., Denaham, T., Snow, R.E. and Mitchell, M.L. (1992). Upper extremity isokinetic torque and throwing velocity in team handball. *Journal of Applied Sport Science Research*, 6, 120-124.
- Fradet, L., Botcazou, M., Durocher, C., Cretual, A., Multon, F., Prioux, J., and Delamarche, P. (2004). Do handball throws always exhibit a proximal-to-distal segmental sequence?. *Journal of Sports Sciences*, 22, 439-447.
- García-Fojeda, A., Biosca, F. y Vàlois, J.C. (1997). La biomecánica: una herramienta para la evaluación de la técnica deportiva. *Apunts: Educación Física y Deportes*, v47, pp 15-20.
- Goluch, A. (1982). Biomecánica aplicada al balonmano: fuerza desarrollada e condiciones estáticas. Influencia de la velocidad de movimiento y del balón en el lanzamiento. *F.E.B.M.*, nº 70.
- Goluch, A. (1982). Biomecánica aplicada al balonmano: cambios de la energía cinética durante los lanzamientos en balonmano. *F.E.B.M.*, nº 71.
- Gómez, P.J. (2002). *Análisis biomecánico de la técnica del viraje del slalom en el esquí alpino*. Tesis Doctoral. Servicio de publicaciones. Universidad de Granada.
- Gómez Píriz, P (2000). *Efecto de tres modelos de ejecución del golpeo con el pie del portero de fútbol sobre la precisión y los factores*

- biomecánicos de eficacia*. Tesis Doctoral. Servicio de publicaciones. Universidad de Granada.
- Gorostiaga, E.M., Granados, C., Ibáñez, J. and Izquierdo, M. (2005). Differences in physical fitness and throwing velocity among elite and amateur male handball players. *International Journal of Sports Medicine*, 26(3), 225-232.
- Goullert, C., Bard, C. and Fleury, M. (1989). Expertise differences in preparing to return a tennis serve: A visual information processing approach. *Journal of Sports and Exercise Psychology*, 11, 382-398.
- Greco, P. (2002). *Caderno do goleiro de Handebol*. Belo Horizonte.
- Greene, P.H. (1972). *Problems of organization of motor systems*. (Rosen, R. Y Snell, F.M. Eds), Progress in theoretical biology. New York: Academic Press.
- Grosser, M. y Neumaier, A. (1986). *Entrenamiento de la técnica*. Ediciones Martínez Roca. Barcelona.
- Gutiérrez, M. (1990). *Desarrollo de un sistema computerizado de análisis cinematográfico y su sincronización con los registros directos para el análisis del movimiento humano*. Tesis Doctoral. Servicio de publicaciones. Universidad de Granada.
- Gutiérrez, M. (1998). *Biomecánica deportiva. Bases para el análisis*. Madrid: Síntesis.
- Gutiérrez, M; Soto, V.M. y Martínez, M. (1990). *Sistema de análisis computerizado para el movimiento humano*. Málaga: UNISPORT.
- Gutiérrez, M.; Soto, V.M. y Santos, J.A. (1992). *Análisis Biomecánico del Remate de Voleibol*. Granada: Departamento de Educación Física y Deportiva.
- Gutiérrez-Dávila, M. y Oña, A. (2005). *Metodología de las Ciencias del Deporte*. Madrid: Síntesis.
- Gutiérrez-Dávila, M., Dapena, J. and Campos, J. (2006) The effect of muscular pre-tensing on the sprint start. *Journal of applied biomechanics*. 22, 3, 194-201.

- Guzmán, J.F. y García, A. (2002). La anticipación defensiva en los deportes de equipo: Un estudio de la importancia otorgada a sus variables. *Apunts*, 69, 37 – 42.
- Hernández Melián, L.M. (1998). Análisis praxiológico de la estructura funcional del Balonmano. *Revista de Entrenamiento Deportivo*, 1, 18 – 27.
- Hernández, M.E., (2005). *Efectos de la aplicación de un sistema automatizado de proyección de preíndices en la mejora de la efectividad de la acción de bloqueo en voleibol*. Tesis Doctoral. Universidad de Granada.
- Herring, R.M. and Chapman, A.E. (1992). Effects of changes in segmental values and timing of both torque and torque reversal in simulated throws. *Journal of Biomechanics*, 25, 1173-1184.
- Henry, F.M. and Rogers, D.E. (1960). Increased response latency for complicated movements and memory-drum theory of neuromotor reaction. *Research Quarterly*, v31, pp 440-447.
- Hochmuth, G. (1973). *Biomecánica de los movimientos deportivos*. Madrid: Doncel.
- Hull, C.L. (1943). *Principles of behaviour*. New York. Appleton-Century.
- Huys, R., Cañal-Bruland, R., Hagemann, N., Beek, P., Smeeton, N., and Williams, M., (2009). Global Information Pickup Underpins Anticipation of Tennis Shot Direction. *Journal of Motor Behavior*, Vol. 41, No. 2, 158–170
- Íbero, C.M. (1992). El portero. En J. García (Ed.), *Balonmano* (pp. 79 – 87). Madrid: RFEBM.
- Ilmane, N. and LaRue, J. (2008). Modulation of anticipatory postural adjustments in a complex task under different temporal constraints. *Motor Control*, 12, 330-347.
- Jackson, R. and Mogan, P. (2007) Advance Visual Information, Awareness, and Anticipation Skill *Journal of Motor Behavior*, 2007, Vol. 39, No. 5, 341–351

- Jöris, H.J.J., Edwards van Muyen, A.J., van Ingen Schenau, G.J. and Kemper, H.C.G. (1985). Force, velocity and energy flow during the overarm throw in female handball players. *Journal of Biomechanics*, 18(6), 409-414.
- Keler, V. y Tishler, D (1984). *El entrenamiento de los esgrimistas*. Ciudad de la Habana: Científico-técnica.
- Kotzamanidis, C., Papadopoulos, C. and Giavroglou, A. (1987). Kinematic-dynamic analysis of the support phase in different throws of handball. In Tsarouchas, L. (ed.), *Hellenic Sports Research Institute, Biomechanics in sports V: proceedings of the Fifth International Symposium of Biomechanics in Sports*, held in 1987 at Athens, Greece, Athens, Hellenic Sports Research Institute, Olympic Sports Center of Athens, 212-226.
- Kudo, K. and Ohtsuki, T. (2008). Adaptive variability in skilled human movements. *Information and Media Technologies*, 3 (2) 409-420.
- Latieskevits, L.A. (1991). *Balonmano*. Barcelona: Paidotribo.
- López Contreras, G. (2002). *Influencia de las modificaciones producidas por la ejecución de variaciones técnicas sobre los factores biomecánicos del estilo crol en natación*. Tesis Doctoral. Servicio de publicaciones. Universidad de Granada.
- López, M. (1995). *Análisis biomecánico del golpeo en faltas directas ante barrera en fútbol*. Tesis doctoral Facultad de Ciencias de la Actividad Física y el Deporte. Universidad de Granada.
- López, P. (2005). *Efecto de la oposición sobre los factores biomecánicos del lanzamiento en salto en balonmano*. Tesis Doctoral. Universidad de Jaén.
- López, P.; Gutiérrez, M. y Párraga, J. (2006). Factores de variabilidad del lanzamiento en salto en balonmano por efecto de la oposición. *Biomecánica*, 14 (2) 23-27.
- López, P.; Párraga, J. y Gutiérrez, M. (2003). Estudio de las zonas de lanzamiento en el XVIII Campeonato del Mundo de Balonmano de Portugal 2003: especial incidencia en los lanzamientos en salto con y

- sin oposición desde la primera línea atacante. *II Congreso Mundial de Ciencias de la Actividad Física y el Deporte* (116-121). Granada: Universidad de Granada.
- Magill, R.A. (1989). *Motor Learnig: Concepts and applications*. Dubuque, Iowa. Brown.
- Maureira, H.A. (2003). *Efecto de la acción de brazos y contramovimiento sobre los factores biomecánicos que determinan el salto vertical*. Tesis Doctoral. Servicio de publicaciones. Universidad de Granada.
- Marques, M.C., Tillaar, R., Vescovi, J.D. and González-Badillo, J.J. (2007). Relationship between throwing velocity, muscle power and bar velocity during bench press in elite handball players. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 2(4), 414-422.
- McDougall, J. Wenger, A.H. and Green, J.H. (2000). *Evaluación fisiológica de deportista*. Barcelona. Paidotribo.
- McRobert, A. P., Williams, A. M., Ward, P. and Eccles, D. W. (2009). Tracing the process of expertise in a simulated anticipation task. *Ergonomics*: 52, 474-483.
- Milner, A.D. and Goodale, M.A. (1996). *The visual brain in action*. Oxford. Oxford University Press.
- Mikkelsen, F.D. & Olesen, M.N. (1976). *Étude physiologique du handball*. Traduction Lacour J.R., INSEP, Paris, 1976.
- Montes, M.A. (2003). *Análisis biomecánico de corredores de medio fondo en condiciones de fatiga*. Tesis Doctoral. Servicio de publicaciones. Universidad de Granada.
- Moreno, F.J., Oña, A. y Martínez, M. (1998). La anticipación en el deporte y su entrenamiento a través de preíndices. *Revista de psicología del deporte*, 2, 205 – 213.
- Morris, C., Bartlett, R.M. and Fowler, N. (1997). Biomechanical analysis of the men's javelin throw at the 1995. World Championships in Athletics. *New Studies in Athletics*, 12, 31-45.
- Mouelhi Guizani, S., Bouzaouach, I., Tenenbaum, G., Ben Kheder, A., Feki, Y. and Bouaziz, M. (2006). Simple and choice reaction times under

- varying levels of physical load in high skilled fencers. *Journal of Sports Medicine and physical fitness*, 46, 2, 344-351.
- Müller, H & Sternad, D. (2004). Decomposition of variability in the execution of goal-oriented tasks-Three components in skill improvement. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 30, 212-233.
- Navarro, E. (1994). *Análisis biomecánico de la técnica individual del lanzamiento de jabalina*. Tesis Doctoral. Instituto Biomecánico de Valencia. Universidad Politécnica de Valencia.
- Neptune, R.R., and Kautz, S.A. (2001). Muscle activation and deactivation dynamics: The governing properties in fast cyclical human movement performance? *Exercise and Sport Science Reviews*, 29, 76-81
- Newel, K.M., Deutsch, K.M., Sosnoff, J.J. and Mayer-Kress, G. (2006). Variability in motor output as noise: A default and erroneous proposition? In K. Davids, S. Bennett and K.M. Newell (Eds.), *Movements system variability*. Champaign, IL: Human Kinetics.
- Núñez, F.J., (2006). *Efectos de la aplicación de un sistema automatizado de proyección de preíndices en la mejora del lanzamiento de penalti en fútbol*. Tesis Doctoral. Universidad de Granada.
- Núñez, F.J., Bilbao, A., Raya, A. y Oña, A. (2004). Valoración del comportamiento motor y preíndices de movimiento del portero de fútbol durante el lanzamiento de penalti. *European Journal of Human Movement (Motricidad)*, 12, 21 – 38.
- Oña, A. (1994). *Comportamiento Motor. Bases psicológicas del movimiento humano*. Granada: Servicio de publicaciones. Universidad de Granada.
- Oña, A., Martínez, M., Moreno, F. y Ruiz, L.M. (1999). *Control y aprendizaje motor*. Madrid: Síntesis.
- Pardo, A., González, L.M. y Mayo, C. (2007). Estudio de la cadena cinética del lanzamiento en salto en balonmano femenino ante situaciones de colaboración entre las defensoras y la portera. *Selección: Revista Española de Medicina de la Educación Física y el Deporte*, 16 (2), 71-77.

- Park, S. (2003). Anticipation and acquiring processes of visual cues on a Spiker's attack patterns and directions as a function of expertise in volleyball players. *International Journal of Applied Sports Sciences*. Vol 15, 2, 51-63.
- Párraga, J.A. (1999). *Efectos de la variación del tiempo de aparición de estímulos visuales sobre la precisión y los parámetros biomecánicos en el lanzamiento en balonmano*. Tesis Doctoral. Universidad de Granada.
- Párraga, J.A. y Delgado, M. (2000). *El entrenamiento deportivo: análisis conceptual y ámbitos de aplicación*. En Párraga, J.A. y Zagalaz, M.L. (Ed.) Reflexiones sobre Educación Física y Deporte en Edad Escolar. Ed. Universidad de Jaén. Jaén.
- Párraga, J.A., Sánchez, A. y Oña, A. (2001). Importancia de la velocidad de salida del balón y de la precisión como parámetros de eficacia en el lanzamiento en salto a distancia en balonmano. *Apunts: Educación Física y Deportes*, 66, 44-51.
- Pascual, X. (2004). El lanzamiento a portería: claves para el portero. *Área de Balonmano nº 31*, 9 – 23.
- Pascual, X. (2006). El entrenamiento del portero: una propuesta metodológica basada en el tiempo. *Área de Balonmano*, 38, Comunicación técnica 252, 16-20.
- Pascual, X. (2008). *La actividad competitiva del portero de balonmano en el alto rendimiento*. Tesis Doctoral. Universidad de Vigo.
- Pauwels, J. (1976). Relationship between somatic development and motor ability, and the throwing velocity in handball for secondary school students. In Proceedings, *International Congress on Physical Activity Sciences*, Quebec City, Jul. 11-16, 1976, Volume 6, 357-369.
- Pereda, S. (1987). *Psicología Experimental I*. Metodología. Madrid: Pirámide.
- Plagenhoeff, S. (1971). *Patterns of human motion*. Toronto: Prentice-Hall.
- Pokrajac, B. (1980). Difference between initial ball velocities when using a sidearm throw in fieldball. *Fizicka kultura*, 34(4), 1980, 333-337.

- Pokrajac, B. (1985). El entrenamiento de aplicación de los porteros. *Comunicaciones técnicas de la RFEBM*, 96 (II), 186 – 192.
- Popescu, C. (1969). El juego del portero de balonmano. *Comunicaciones técnicas de la RFEBM*, 18 (II), 121 – 157.
- Poulton, E.C. (1957). On prediction in skilled movements. *Psychological Bulletin*, 54, 467-478.
- Putnam, C. (1993). Sequential motion of body segments in striking and throwing skills: description and explanation. *Journal of Biomechanics*, 26, 125-135.
- Ramón, G. (2002). *Análisis de factores biomecánicos y comportamentales relacionados con la efectividad del uchi mata, ejecutado por judokas de alto rendimiento*. Tesis Doctoral. Servicio de publicaciones. Universidad de Granada.
- Ranganathan, R. and Carlton, L. (2007) Perception–Action Coupling and Anticipatory Performance in Baseball Batting Department of Kinesiology. *Journal of Motor Behavior*: 39, 5, 369–380.
- Reina, R. (2004). *Análisis del comportamiento visual y motor de reacción de jugadores de tenis y tenis en silla de ruedas en el resto al servicio*. Tesis Doctoral. Universidad de Extremadura.
- R.F.E.BM., (2005). *Reglas de juego*. Madrid: Consejo Superior de Deportes.
- Restorff, J. (1985). Entrenamiento de la condición física para guardametas. *Poligrafía Técnica nº 5 de la RFEBM*, 6 – 24.
- Rivilla, J. (2009). *Estudios del lanzamiento en balonmano en función del grado de especificidad de implicación cognitiva*. Tesis Doctoral. Universidad Politécnica de Madrid.
- Rogulj, N., Papic, V. and Srhoj, V. (2005) Optimization of the positioning of the goalkeeper in team handball. *Leistungssport*, 35, 4.3, 50-55.
- Rojas, J. (1997), *Efectos de la oposición sobre los factores biomecánicos del lanzamiento en salto tras carrera previa en baloncesto*. Tesis Doctoral. Universidad de Granada.
- Rojas, F.J.; Oña, A. y Gutiérrez, M. (1998). *Valoración de la variabilidad inter e intraindividual en el lanzamiento en salto en baloncesto a*

- través del análisis biomecánico*. Biomecánica. Edición Ibérica, VI, 11, 88-97
- Román, J.D. (1989). *Análisis de los VII Campeonatos del Mundo Junior de Balonmano, Galicia 1989*. Galicia: Xunta de Galicia. Presidencia. Secretaría Xeral para o Deporte.
- Román, J.D. (1993). Documentos en Balonmano. *Congreso Internacional de Especialistas en Balonmano*. INEF. Madrid. 1-4, julio.
- Román, J.D. (1997). Estudio de las zonas de lanzamiento en los JJ.OO. de Atlanta '96: especial incidencia de los lanzamientos desde la primera línea. *VI Jornadas para entrenadores de balonmano, IAD*. Andalucía.
- Román, J.D. (2001a). *2001 Men's youth european championship*. Comunicación técnica nº 208. Revista Asociación de Entrenadores de Balonmano nº 18.
- Román, J.D. (2001b). *Campeonato de Europa Juvenil masculino 2001 (1ª parte)*. R.F.E.B.M. Comunicación técnica Nº 209.
- Román, J.D. (2001c). *Campeonato de Europa Juvenil masculino 2001 (2ª parte)*. R.F.E.B.M. Comunicación técnica Nº 209.
- Rosal, T. (2004). Entrenamiento de fuerza para porteros de balonmano. *Comunicación Técnica, 231, 2 - 11*.
- Rouard, A. & Carré, P. (1987). Etude Biomécanique du tir en suspension en Hand Ball. *Revue des Sciences et Techniques des Activités Phisiques et Sportives* v8, 16, 57-71.
- Ruiz, L.M. y Sánchez, F. (1997). *Rendimiento deportivo. Claves para la optimización de los aprendizajes*. Madrid: Gymnos.
- Sánchez, F. (1991). *Análisis del Contenido del Juego*. En J. García, (Coord.), C. Salinas, Mª C. Ibero, L.C. Torrescusa, J. Álvaro, J.A. Gutiérrez y J.J. Muñoz (Eds.), *Balonmano (30-63)*. Madrid: Comité Olímpico Español.
- Sánchez, A. (1997). *Influencia de los factores biomecánicos que determinan la eficacia del lanzamiento sobre el nivel de rendimiento deportivo en baloncesto*. Tesis Doctoral. Facultad de Ciencias de la Actividad Física y el Deporte. Universidad de Granada.

- Savelsberg, G.J.P., Williams, A.M., van der Kamp, J. and Ward, P. (2002). Visual search, anticipation and expertise in soccer goalkeepers. *Journal of Sport Sciences*, 20, 279-287.
- Savelsbergh, G. J. P., van der Kamp, A. M., Williams A.M. and Ward, P. (2009). Anticipation and visual search behaviour in expert soccer goalkeepers. *Ergonomics*, 48, 1586-1697.
- Schmidt, R. (1998). *Motor Control and Learning (Third Edition)*. Illinois (USA): Human Kinetics Publishers, Inc
- Schmidt, R.A. and Lee, T.D. (2005). *Motor Control and Learning*. Champaign, Illinois. Human Kinetics.
- Schorer, J., Baker, J., Fath, F. and Jaitner, T. (2007). Identification of interindividual and intraindividual movement patterns in handball players of varying expertise levels. *Journal of Motor Behavior*, 39, 5, 409-421.
- Shim, J., Miller, G. and Lutz, R. (2005). Visual Cues and information used to anticipate tennis ball shot and placement. *Journal of Sport Behavior*, Vol 28, 2.
- Soto, V.M. (1995). *Desarrollo de un sistema para el análisis biomecánico tridimensional del deporte y la representación gráfica realista del cuerpo humano*. Tesis Doctoral. Facultad de Ciencias de la Actividad Física y el Deporte. Universidad de Granada.
- Thorndike, E.L (1931). *Human Learning*. New York. Appletton-Century.
- Tolman, E.C. (1932). *Purposive behavioral of animals and men*. New York. Century.
- Torres, G. (1975). Consideraciones sobre el portero. *Comunicación Técnica nº 108 de la RFEBM*.
- Tortosa, B. (1987). Análisis cinemático tridimensional de imágenes captadas por dos cámaras cinematográficas. Técnicas de transformación lineal directa. Proyecto fin de carrera. Valencia: Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales.

- Tworzydło, M. y Zares, J. (1975). Duración del movimiento y tiempo de reacción en relación con la postura del guardameta en balonmano. *Revista Wyezynowy*, 12, 23 – 28.
- Underwood, B.J. (1957). Interference and forgetting. *Psychological Review*, 64, 49-60.
- Van den Tillaar R. and Ettemaa, G. (2000). Influence of instruction on velocity and coordination of overarm throwing in handball. *Current research in motor control*.
- Van den Tillaar R. and Ettemaa, G. (2003a). Influence of instruction on velocity and accuracy of overarm throwing. *Perceptual and Motor Skills*, 96, 423-434.
- Van den Tillaar, R. and Ettema, G. (2003b). Instructions emphasizing velocity, accuracy, or both in performance and kinematics of overarm throwing by experienced team handball players. *Perceptual and Motor Skills* (Missoula, Mont.) 97(3 Part 1), 731-742.
- Van den Tillaar, R. and Ettema, G. (2004). Effect of different training programs on the velocity of overarm throwing: a brief review. *Journal of Strength and Conditioning Research* (Lawrence, Kan.) 18(2), 388-396.
- Van den Tillaar, R. and Ettema, G. (2007). A three-dimensional analysis of overarm throwing in experienced handball players. *Journal of Applied Biomechanics*, 23, 12-19.
- Veloso, M. & Silva, J. (2004). *A oposição do guarda-redes de andebol a remates de primeira linha*. Resumos das comunicações do Congresso. "Perspectivas do treino do futuro". Rio Maior. (CD-Rom).
- Vera, P. (1988). Técnicas biomecánicas para el análisis de los movimientos deportivos: estado actual y perspectivas. Humanismo y Nuevas Tecnologías en la Educación Física y el Deporte. Actas del Congreso. Madrid, 305-308.
- Vickers, J.A. and Williams, M. (2007) Performing Under Pressure: The Effects of Physiological Arousal, Cognitive Anxiety, and Gaze Control in Biathlon. *Journal of Motor Behavior*, 2007, Vol. 39, No. 5, 381–394.

- Vignais, N., Bideau, B., Craig, C., Brault, S., Multon, F., Delamarche, P. and Kulpa, R. (2009) Does the level of graphical detail of a virtual handball thrower influence a goalkeeper's motor response? *Journal of Sport Sciences and Medicine*
- Volossivitch, A., Barbosa, D. & Reinaldo, M. (2002). A influencia da prestação do guarda-redes no rendimento da equipa. *Andebol Top*, 11, 12-16.
- Williams, A. M.; Davids, K.; Burwitz, L. and Williams, J. G. (1994). Visual search strategies in experienced and inexperienced soccer players. *Research Quarterly for Exercise and Sport*, 73, 396-407.
- Yeadon, M.R. (1990). The simulation of aerial movement - I. The determination of orientation angles from film data. *Journal of Biomechanics*, 23, 1, 59-66.
- Zeier, U. (1987a). As exigencias mínimas para a técnica do guarda-redes. *Setemetros*, 24, 29-33.
- Zeier, U. (1987b). O guarda redes de Andebol. *Revista Sete Metros nº3*, 3-51

Indice de figuras

CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN

Figura 1.1.- Factores que determinan la capacidad de rendimiento	20
Figura 1.2.- Esquema de los factores de rendimiento en los deportes de equipo (Álvaro, 1996.....)	21
Figura 1.3.- Esquema de factores que determinan el rendimiento deportivo desde la perspectiva del deportista (McDougall, Wenger and Green, 2000	22
Figura 1.4.- Estructura de las Ciencias de la Motricidad (Gutiérrez-Dávila y Oña, 2005)	24

CAPÍTULO II. MARCO CONCEPTUAL

Figura 2.1. Esquema comportamental (adaptado de Oña et al., 1999)	27
Figura 2.2.- Modelo de Servosistema adaptado a la ejecución de la intervención del portero de balonmano (adaptado de Núñez, 2006)	28
Figura 2.3. Dimensiones de la atención (tomado de Ruiz y Sánchez, 1997).....	38
Figura 2.4.- El terreno de juego (Reglamento Real Federación Española de Balonmano, 2005)	47
Figura 2.5.- La portería (Reglamento Real Federación Española de Balonmano, 2005)	48
Figura 2.6.- Esquema de la evolución de motriz de la interceptación (Antúnez 2003)	50
Figura 2.7.- Media efectividad áreas / lanzamientos (adaptado de Román, 2001)	59

CAPÍTULO III. MÉTODO

Figura 3.1.- Lugar de los diseños experimentales en la estructura formal de las ciencias (Gutiérrez-Dávila y Oña, 2005)	95
Figura 3.2.- Representación esquemática del diseño experimental entregupos desarrollado	97

Figura 3.3.- Representación esquemática del diseño experimental intragrupo desarrollado	99
Figura 3.4.- Cámara de video digital de alta velocidad, Redlake Motion Scope PCI 1000S empleada en el estudio	101
Figura 3.5.- Plataforma dinamométrica Dinascan/IBV empleada en el estudio... ..	102
Figura 3.6.- Modelo coordinado de análisis utilizado en el estudio	105
Figura 3.7.- Ubicación de las cámaras y el sistema de referencia durante la filmación.....	106
Figura 3.8.- Representación del objeto de referencia utilizado para la reconstrucción tridimensional del movimiento.....	108
Figura 3.9.- Representación del sistema de referencia en el espacio de lanzamiento.....	108
Figura 3.10.- Representación de la pantalla de digitalización en el programa informático CYBORG v.3.0. Estructura alámbrica del sistema jugador y balón.....	111
Figura 3.11.- Representación de la pantalla principal del programa informático DLT para el sincronizado de las imágenes planas y para el proceso de transformación lineal directa (DLT)	112
Figura 3.12.- Imagen de la plataforma de fuerza y ubicación	113
Figura 3.13.- Representación del sistema de referencia asociado a la plataforma de fuerza	115
Figura 3.14.- Representación de la portería con las líneas de referencia que determinan la puntuación asignada a cada lanzamiento según la localización del impacto	120
Figura 3.15.- Representación esquemática de la disposición de los aparatos utilizados para el registro de los datos.....	121

CAPÍTULO IV. RESULTADOS

Figura 4.1.- Representación gráfica de las medias de los registros obtenidos para las variables velocidad tangencial del balón	
---	--

- en el instante del despegue de la mano del lanzador
($V_t(\text{SALIDA})$), precisión (PRECISIÓN), el tiempo de
lanzamiento ($T(\text{LANZAMIENTO})$) 129
- Figura 4.2.- Representación gráfica de los porcentajes de
lanzamientos interceptados y de errores cometidos por
los dos grupos de porteros en cada una de las condiciones
experimentales propuestas..... 131
- Figura 4.3.- Representación gráfica de la media y la desviación típica
para el grupo porteros expertos y para el grupo porteros no
expertos de la variable inicio del movimiento lateral
del portero ($T(\text{ANTICIPACIÓN-X})$) en la situación TR2 132
- Figura 4.4.- Representación gráfica de la media y la desviación
típica para el grupo porteros expertos y para el grupo
porteros no expertos de la variable tiempo donde la
componente vertical de la fuerza es cero antes del
movimiento final ($T(\text{ANTICIPACIÓN-Z})$) en la. situación TR2 .. 134
- Figura 4.5.- Representación gráfica de la media y la desviación
típica para el grupo porteros expertos y para el grupo
porteros no expertos de la variable velocidad de
desplazamiento lateral 100 ms antes de la suelta del
balón (V_x-100) en la situación TR2 135
- Figura 4.6.- Representación gráfica de la media y la desviación típica
para el grupo porteros expertos y para el grupo porteros
no expertos de la variable espacio lateral recorrido 100 ms
antes de la suelta del balón ($ex-100$) en la situación TR2... 136
- Figura 4.7.- Representación gráfica de la media y la desviación típica
para el grupo porteros expertos y para el grupo porteros no
expertos de la variable velocidad de desplazamiento lateral
en el instante de la suelta del balón ($V_x\text{-SAL}$) en la
situación TR2..... 138
- Figura 4.8.- Representación gráfica de la media y la desviación típica
para el grupo porteros expertos y para el grupo porteros

- no expertos de la variable espacio lateral recorrido en el instante de la suelta del balón (ex-SAL) en la situación TR2..... 139
- Figura 4.9.- Representación gráfica de la media y la desviación típica para el grupo porteros expertos y para el grupo porteros no expertos de la variable espacio vertical recorrido 100 ms antes de la suelta del balón (ez-100) en la situación TR2... 142
- Figura 4.10.- Representación gráfica de la media y la desviación típica para el grupo porteros expertos y para el grupo porteros no expertos de la variable inicio del movimiento lateral del portero (TANTICIPACIÓN-X).en la situación TR4 145
- Figura 4.11.- Representación gráfica de la media y la desviación típica para el grupo porteros expertos y para el grupo porteros no expertos de la variable tiempo donde la componente vertical de la fuerza es cero antes del movimiento final (TANTICIPACIÓN-Z).en la situación TR4 146
- Figura 4.12.- Representación gráfica de la media y la desviación típica para el grupo porteros expertos y para el grupo porteros no expertos de la variable velocidad de desplazamiento vertical en el instante de la suelta del balón (Vz-SAL) en las situación TR4..... 148
- Figura 4.13.- Representación gráfica de la media y la desviación típica en las situación TR2 y situación TR4 de la variable inicio del movimiento lateral del portero (TANTICIPACIÓN-X)..... 150
- Figura 4.14.- Representación gráfica de la media y la desviación típica en las situación TR2 y situación TR4 de la variable tiempo donde la componente vertical de la fuerza es cero antes del movimiento final (TANTICIPACIÓN-Z56) 151
- Figura 4.15.- Representación gráfica de la media y la desviación típica en las situación TR2 y situación TR4 de la variable velocidad de desplazamiento lateral 100 ms antes de la suelta del balón (VX-100)..... 152

- Figura 4.16.- Representación gráfica de la media y la desviación típica en las situación TR2 y situación TR4 de la variable espacio lateral recorrido 100 ms antes de la suelta del balón (eX-100) 154
- Figura 4.17.- Representación gráfica de la media y la desviación típica en las situación TR2 y situación TR4 de la variable velocidad de desplazamiento lateral en el instante de la suelta del balón (VX-SAL..... 155
- Figura 4.18.- Representación gráfica de la media y la desviación típica en las situación TR2 y situación 2 TR4 de la variable espacio lateral recorrido en el instante de la suelta del balón (eX-SAL) 157
- Figura 4.19.- Representación gráfica de la media y la desviación típica en las situación TR2 y situación TR4 de la variable velocidad de desplazamiento vertical 100 ms antes de la suelta del balón (Vz-100 158
- Figura 4.20.- Representación gráfica de la media y la desviación típica en las situación TR2 y situación TR4 de la variable espacio vertical recorrido 100 ms antes de la suelta del balón (eZ-100 160
- Figura 4.21.- Representación gráfica de la media y la desviación típica en las situación TR2 y situación TR4 de la variable velocidad de desplazamiento vertical en el instante de la suelta del balón (VZ-SAL 161
- Figura 4.22.- Representación gráfica de la media y la desviación típica en las situación TR2 situación TR4 de la variable espacio vertical recorrido en el instante de la suelta del balón (eZ-SAL) 163
- Figura 4.23.- Representación gráfica de la media y la desviación típica en las situación TR2 y situación TR4 de la variable máxima velocidad de la componente vertical durante el periodo de anticipación (VZ-MÁX) 164

Figura 4.24.- Representación gráfica de la media y la desviación típica en las situación TR2 y situación TR4 de la variable inicio del movimiento lateral del portero (TANTICIPACIÓN-X 167

Figura 4.25.- Representación gráfica de la media y la desviación típica en la situación TR2 y situación TR4 de la variable velocidad de desplazamiento lateral en el instante de la suelta del balón (VX-SAL..... 169

CAPÍTULO V. DISCUSIÓN

Figura 5.1.- Metodología empleada en este estudio que recrea una situación de oposición real de uno contra uno (lanzador contra portero 174

Figura 5.2.- Representación esquemática de las diferentes posiciones que ocupa el CG del portero en diferentes momentos de la ejecución del lanzamiento..... 187

Figura 5.3.- Representación esquemática del movimiento del CG de los porteros ante lanzamientos cuya trayectoria se localiza en la parte superior de la portería y lanzamientos localizados en la parte inferior de la portería 190

Figura 5.4.- Representación gráfica del promedio de los registros de la velocidad de desplazamiento vertical cuando el movimiento final se dirige hacia los ángulos superiores (a) y cuando el movimiento final se dirige a hacia los ángulos inferiores (b) 191

Índice de tablas

CAPÍTULO II. MARCO CONCEPTUAL

Tabla 2.1.- Tabla del peso y tamaño del balón en diferentes categorías (Reglamento Real Federación Española de Balonmano, 2005).....	48
Tabla 2.2.- Estudios sobre la eficacia del portero como factor en la clasificación de su equipo (Pascual, 2008)	55
Tabla 2.3.- Comparativa entre los Campeonatos del Mundo celebrados en Checoslovaquia en 1990 (Antón, 1991) y los Campeonatos del Mundo de Balonmano celebrados en Portugal en 2003 (López, Párraga and Gutiérrez, 2003) y Túnez 2005, en cuanto a los porcentajes de eficacia de los lanzamientos de los equipos, a nivel global, y en puestos específicos.....	57
Tabla 2.4.- Velocidades duración del vuelo del balón en lanzamientos a portería en balonmano desde diferentes situaciones. (Bayer, 1987)	68

CAPÍTULO III. MÉTODO

Tabla 3.1.- Características de los sujetos pertenecientes al grupo porteros	90
Tabla 3.2.- Características de los sujetos pertenecientes al grupo no porteros.....	91
Tabla 3.3.- Características de los sujetos pertenecientes al grupo lanzadores	92
Tabla 3.4. Esquema general seguido para la ordenación de las situaciones de lanzamiento.....	116

CAPÍTULO IV. RESULTADOS

Tabla 4.1.- Estadística descriptiva y nivel de significación de la velocidad tangencial del balón en el instante del despegue de la mano del lanzador ($V_t(\text{SALIDA})$), precisión (PRECISIÓN), el tiempo de lanzamiento ($T(\text{LANZAMIENTO})$).....	129
--	-----

Tabla 4.2.- Análisis descriptivo de los lanzamientos interceptados y de los errores cometidos por el grupo porteros expertos y el grupo porteros no expertos	130
Tabla 4.3.- Estadística inferencial, para el factor experimental situación TR2, de la variable inicio del movimiento lateral del portero (TANTICIPACIÓN-X)	132
Tabla 4.4.- Estadística inferencial, para el factor experimental situación TR2, de la variable tiempo donde la componente vertical de la fuerza es cero antes del movimiento final (TANTICIPACIÓN-Z)	134
Tabla 4.5.- Estadística inferencial, para el factor experimental situación TR2, de la variable velocidad de desplazamiento lateral 100 ms antes de la suelta del balón (Vx-100).....	135
Tabla 4.6.- Estadística inferencial, para el factor experimental situación TR2, de la variable espacio lateral recorrido 100 ms antes de la suelta del balón (ex-100).....	136
Tabla 4.7.- Estadística inferencial, para el factor experimental situación TR2, de la variable velocidad del desplazamiento lateral en el instante de la suelta del balón (Vx-SAL).....	137
Tabla 4.8.- Estadística inferencial, para el factor experimental situación TR2, de la variable espacio lateral recorrido en el instante de la suelta del balón (ex-SAL).....	139
Tabla 4.9.- Estadística descriptiva del diseño entregrupos y nivel de significación (VZ-100 y eZ-100, respectivamente); velocidad de desplazamiento vertical y espacio vertical recorrido en el instante de la suelta del balón (VZ-SAL y eZ-SAL, respectivamente); máxima velocidad de componente vertical durante el periodo de anticipación (VZ-MAX)	140
Tabla 4.10.- Estadística inferencial, para el factor experimental situación TR2, de la variable espacio vertical recorrido 100 ms antes de la suelta del balón (ez-100)	141

Tabla 4.11.- Estadística descriptiva del diseño entregupos y nivel de significación de las variables: inicio del movimiento lateral del portero (TANTICIPACIÓN-X), tiempo donde la componente vertical de la fuerza es cero antes del movimiento final (TANTICIPACIÓN-z); velocidad de desplazamiento lateral y espacio lateral recorrido 100 ms antes de la suelta del balón (VX-100 y eX-100, respectivamente); velocidad de desplazamiento lateral y espacio lateral recorrido en el instante de la suelta del balón (VX-SAL y eX-SAL, respectivamente); velocidad de desplazamiento vertical y espacio vertical recorrido 100 ms antes de la suelta del balón (VZ-100 y eZ-100, respectivamente); velocidad de desplazamiento vertical y espacio vertical recorrido en el instante de la suelta del balón (VZ-SAL y eZ-SAL, respectivamente) y máxima velocidad de componente vertical durante el periodo de anticipación (VZ-MAX)	143
Tabla 4.12.- Estadística inferencial, para el factor experimental situación TR4, de la variable inicio del movimiento lateral del portero (TANTICIPACIÓN-X)	144
Tabla 4.13.- Estadística inferencial, para el factor experimental situación TR4, de la variable tiempo donde la componente vertical de la fuerza es cero antes del movimiento final (TANTICIPACIÓN-Z)	146
Tabla 4.14.- Estadística inferencial, para el factor experimental situación TR4, de la variable velocidad del desplazamiento vertical en el instante de la suelta del balón (Vz-SAL)	147
Tabla 4.15.- Estadística inferencial (ANOVA de medidas repetidas), para el factor sujetos y para el factor experimental situación, de la variable inicio del movimiento lateral del portero (TANTICIPACIÓN-X)	149

Tabla 4.16.- Estadística inferencial (ANOVA de medidas repetidas), para el factor sujetos y para el factor experimental situación, de la variable tiempo donde la componente vertical de la fuerza es cero antes del movimiento final (TANTICIPACIÓN-Z)	151
Tabla 4.17.- Estadística inferencial (ANOVA de medidas repetidas), para el factor sujetos y para el factor experimental situación, de la variable velocidad de desplazamiento lateral 100 ms antes de la suelta del balón (VX-100)	152
Tabla 4.18.- Estadística inferencial (ANOVA de medidas repetidas), para el factor sujetos y para el factor experimental situación, de la variable espacio lateral recorrido 100 ms antes de la suelta del balón (eX-100).....	153
Tabla 4.19.- Estadística inferencial (ANOVA de medidas repetidas), para el factor sujetos y para el factor experimental situación, de la variable velocidad de desplazamiento lateral en el instante de la suelta del balón (VX-SAL).....	155
Tabla 4.20.- Estadística inferencial (ANOVA de medidas repetidas), para el factor sujetos y para el factor experimental situación, de la variable espacio lateral recorrido en el instante de la suelta del balón (eX-SAL).....	156
Tabla 4.21.- Estadística inferencial (ANOVA de medidas repetidas), para el factor sujetos y para el factor experimental situación, de la variable velocidad de desplazamiento vertical 100 ms antes de la suelta del balón (Vz-100).....	158
Tabla 4.22.- Estadística inferencial (ANOVA de medidas repetidas), para el factor sujetos y para el factor experimental (situación), de la variable espacio vertical recorrido 100 ms antes de la suelta del balón (eZ-100)	159
Tabla 4.23.- Estadística inferencial (ANOVA de medidas repetidas), para el factor sujetos y para el factor experimental (situación), de la variable velocidad de desplazamiento vertical en el instante de la suelta del balón (VZ-SAL).....	161

- Tabla 4.24.- Estadística inferencial (ANOVA de medidas repetidas), para el factor sujetos y para el factor experimental situación, de la variable espacio vertical recorrido en el instante de la suelta del balón (eZ-SAL)..... 162
- Tabla 4.25.- Estadística inferencial (ANOVA de medidas repetidas), para el factor sujetos y para el factor experimental situación, de la variable máxima velocidad de la componente vertical durante el periodo de anticipación (VZ-MÁX) 164
- Tabla 4.26.- Estadística descriptiva y nivel de significación del inicio del movimiento lateral del portero (TANTICIPACIÓN-X), tiempo donde la componente vertical de la fuerza es cero antes del movimiento final (TANTICIPACIÓN-Z); velocidad de desplazamiento lateral y espacio recorrido 100 ms antes de la suelta del balón (VX-100 y eX-100, respectivamente); velocidad de desplazamiento lateral y espacio recorrido en el instante de la suelta del balón (VX-SAL y eX-SAL, respectivamente); velocidad de desplazamiento vertical y espacio recorrido 100 ms antes de la suelta del balón (VZ-100 y eZ-100, respectivamente); velocidad de desplazamiento vertical y espacio recorrido en el instante de la suelta del balón (VZ-SAL y eZ-SAL, respectivamente); máxima velocidad de componente vertical durante el periodo de anticipación (VZ-MAX) en las dos condiciones propuestas para el grupo no porteros 166
- Tabla 4.27.- Estadística inferencial (ANOVA de medidas repetidas), para el factor sujetos y para el factor experimental situación, de la variable inicio del movimiento lateral del portero (TANTICIPACIÓN-X) 167
- Tabla 4.28.- Estadística inferencial (ANOVA de medidas repetidas), para el factor sujetos y para el factor experimental (situación), de la variable velocidad de desplazamiento lateral en el instante de la suelta del balón (VX-SAL) 168

Anexos

PROTOCOLO DE CALENTAMIENTO

Calentamiento General (porteros y lanzadores)
--

Tareas	T
Movilidad Articular (1) y estiramientos (2)	10'
Movilidad Articular (tobillos, rodillas, caderas, cintura, hombros, codos)	3'
Estiramientos (libres)	7'
Desplazamientos variados (3)	10'
Desplazamiento frontal	3'
Desplazamiento lateral	1'
Desplazamiento lateral cruzando piernas	1'
Desplazamiento lateral cambiando la dirección en zig-zag	1'
Combinar desplazamientos y movilidad articular	4'

Se puede alterar el orden en el que se llevan a cabo cada uno de los bloques de tareas en función de las preferencias de cada sujeto, calentando de manera formal o informal.

- Formal: 3-1-2
- Informal: 1-2-3

Calentamiento Específico (porteros)
--

Tareas	T
Desplazamientos específicos en portería	3'
10 intervenciones lanzamientos ángulos bajos izq/dch (alternos)	7'
10 intervenciones lanzamientos media altura izq/dch (alternos)	
10 intervenciones lanzamientos ángulos altos izq/dch (alternos)	
Distancia de lanzamiento 7-8 metros	

Calentamiento Específico (lanzadores)
--

Tareas	T
Pase de balón variado (2 manos)	2'
Pase de balón variado (1 mano) variar distancia de pase	3'
Lanzamiento a portería para completar el propio calentamiento y el de los portero	5'

