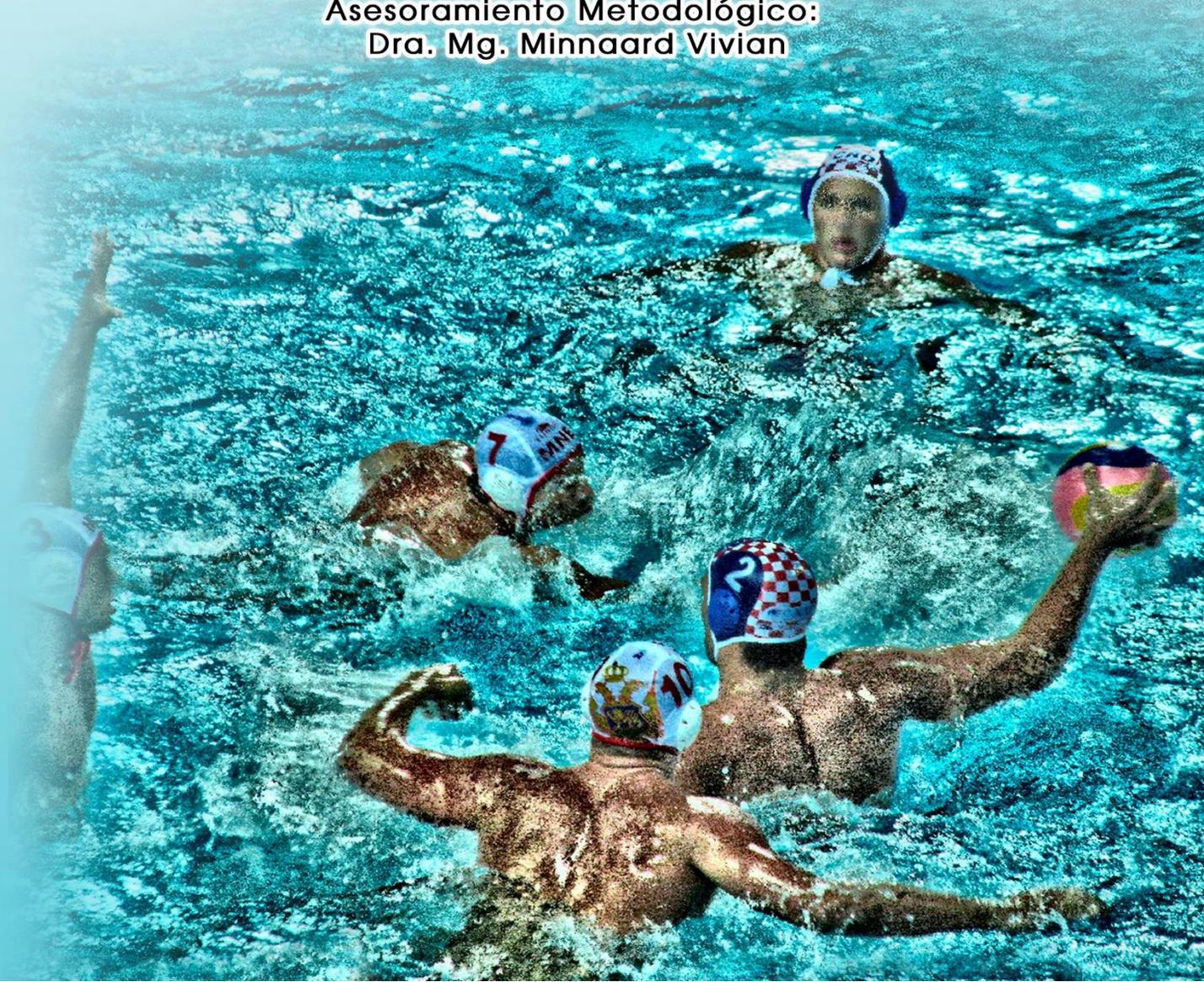




Velocidad de Lanzamiento, Parámetros Antropométricos y Componentes de la Biomecánica del Gesto Motor en Jugadores de Waterpolo

Desquerre Sylvain

Tutor: Lic. Escalante Romina
Co-tutor: Mg. Córdoba Sergio G.
Asesoramiento Metodológico:
Dra. Mg. Minnaard Vivian





UNIVERSIDAD
FASTA

DE LA FRATERNIDAD DE AGRUPACIONES SANTO TOMAS DE AQUINO



BU

BIBLIOTECA UNIVERSITARIA
UFASTA

ESTE DOCUMENTO HA SIDO DESCARGADO DE:

THIS DOCUMENT WAS DOWNLOADED FROM:

CE DOCUMENT A ÉTÉ TÉLÉCHARGÉ À PARTIR DE:



REDI

REPOSITORIO DIGITAL
UFASTA

ACCESO: <http://redi.ufasta.edu.ar>

CONTACTO: redi@ufasta.edu.ar

“El jugador ideal de waterpolo debe tener un brazo de la precisión del lanzador de baseball, el salto del jugador de voleibol, la rudeza de un jugador de rugby o de hockey, la resistencia de un esquiador de fondo, y la estrategia de un jugador de ajedrez. Obviamente encontrar un jugador con esas habilidades es difícil.”

Igor Milanovic

A mi familia, quienes siempre me apoyaron para hacer esta experiencia posible.

A mis amigos argentinos quienes me brindaron una segunda familia en este país.

A mis amigos franceses quienes estarán siempre sin importar donde vivo.

A los waterpolistas del mundo, esperando que se pueda profundizar el conocimiento sobre este hermoso deporte.

Gracias a los waterpolistas del Club por participar en la investigación, su buen humor y buena predisposición han sido un motor en el trabajo.

Gracias a la Dra. Vivian Minnaard, por su gran trabajo de asesoramiento metodológico, su trato cordial y las correcciones rápidas a cualquier hora del día, leer y contestar los emails los fines de semana, y por estar siempre a la escucha de sus alumnos para un avance ligero en el desarrollo del trabajo.

Agradezco a mis tutores la Lic. Romina Escalante y el Mg. Sergio G. Córdoba, por su ayuda, y disponibilidad, a pesar de mis ausencias repetidas al extranjero.

Gracias a Javier Trama por su ayuda en el aspecto técnico del presente trabajo, sin él no hubiese sido posible.

Un agradecimiento especial para el Dr. Britto Florian, quien, desde Francia, colaboró con el desarrollo de este trabajo, sin dudar un segundo a dedicar su precioso tiempo libre para prestarme su ayuda. Sin él, no hubiese podido llevar a cabo el mismo y la parte más fastidiosa del presente trabajo.

Agradezco a mis amigos, quienes en más de un momento tuve que renunciar a acompañar por tener que estudiar, y que siempre me incentivaron para terminar mi carrera.

Gracias a mi familia, Ma, Flo, Audrey, quienes siempre estuvieron y siempre van a estar, sin importar cual camino he tomado y tomaré en el futuro.

Gracias a la gente que participó de mi vida para que alcance el lugar donde estoy y construir la persona que soy ahora. Sería imposible nombrarlos a todos, sin embargo, no puedo evitar de mencionar a Romain, John Do, Car, Estre, Franco, Esteban, Euge, Maxuu, Fede, Male, Lina.

La práctica del waterpolo trae aparejado la producción de lesiones, mayoritariamente a nivel del hombro por microtraumatismos repetidos durante las fases de natación y de lanzamiento por encima de la cabeza. El propósito de esta investigación es ampliar el conocimiento sobre los mecanismos de desarrollo de la velocidad máxima de lanzamiento, y la influencia de las lesiones sobre el rendimiento. Se buscó que variables se correlaciona con la velocidad de lanzamiento.

Objetivo: Analizar la relación que existe entre componentes de la biomecánica del gesto motor del lanzamiento y la velocidad transmitida a la pelota, en waterpolistas del equipo de un club donde compiten en la liga nacional en Mar del Plata en el año 2015.

Materiales y métodos: Se desarrolló una investigación de tipo descriptiva observacional y transversal. Los sujetos estudiados fueron 13, se ha realizado una selección de muestra no probabilística, por conveniencia, ya que se seleccionó la totalidad del plantel de un club de la ciudad de Mar del Plata, todos compitiendo en la liga nacional. Los instrumentos de recolección de datos fueron encuestas personales, y capturas de videos. El análisis de los videos se realizó mediante un software gratuito. La base de datos se construyó y analizó mediante una planilla de cálculo empleada en kinesiología.

Resultados: Se ha encontrado que la velocidad de lanzamiento esta positivamente correlacionada, con la experiencia ($r=0.61$), con la altura ($r=0.52$), con la envergadura ($r=0.64$) y, con el perímetro del antebrazo ($r=0.52$). En los aspectos técnicos del lanzamiento, se ha evidenciado que la velocidad de lanzamiento tiene una correlación positiva con la posición final de la línea interacromial ($r=0.47$), con el desplazamiento angular de la línea interacromial con pelota en la mano ($r=0.56$), y con el desplazamiento total de la misma ($r=0.64$). Finalmente, para un nivel de significancia igual a 90%, se encontró una relación entre la presencia de lesiones y la velocidad de lanzamiento ($p=0.07$).

Conclusiones: Los caracteres antropométricos, la experiencia y la técnica de realización del gesto motor, están relacionados con la velocidad del lanzamiento. El waterpolista convive con las lesiones y esas pueden tener repercusiones en la vida diaria. El kinesiólogo cumple una función indispensable, debería ser presente en los clubes. Más investigaciones son necesarias.

Palabras claves: waterpolo, antropometría, lesión, análisis biomecánica, velocidad de lanzamiento.

Playing waterpolo imply a risk of injury, mainly in the shoulder complex for repetitive microtraumas during the swimming and the overhead throwing activity. The purpose of this research is to increase the knowledge about the mechanism of production of the maximum throwing velocity, and the influence of injuries in the performance. In this study, the author tried to identify the variable that correlate with the throwing velocity.

Objective: Analyze the relationship between components of the biomechanical motion of the throwing activity and the velocity transmitted to the ball, in waterpolo players of a team that compete in the national league, in Mar del Plata, in 2015.

Material and methods: The methodologic design is descriptive, observational and transversal. The studied subjects were thirteen, and the process of selection was no probabilistic by convenience. The data recollection's instruments were personals interviews, videos. The video analyses were realized by the free software. The data base was made and analyzed with calculator worksheet used in physiotherapy.

Results: The experience ($r=0.61$), the high ($r=0.52$), the arm span ($r=0.64$), and the forearm girth ($r=0.52$), show positive correlation with the throwing velocity. About the execution technique, final position of the interacromial line($r=0.47$), positively correlate with the throwing velocity. Both angular rotation of the interacromial line, while grabbing the ball ($r=0.56$), and the total angular rotation of the interacromial line ($r=0.64$), have a positive correlation with the throwing velocity. Finally, for a significant level of 90%, it was found that the presence of injury and the throwing velocity are related ($p=0.07$)

Conclusions: Some anthropometrics parameters, the experience and the execution technique of the throwing motion are related to the throwing velocity. The waterpolo players coexist with injuries, and those can have consequences in their daily life. The physiotherapist accomplishes an essential function in a sport team and should be present in every club. More investigations about waterpolo are necessary.

Keywords: Waterpolo, anthropometric, injury, biomechanics analyses, throwing velocity.

Introducción.....1

Capítulo 1: Referencias anatómicas y gestos motores básicos del waterpolo.....5

Capítulo 2: Lesiones, tratamiento y prevención en Waterpolo.....16

Materiales y métodos.....31

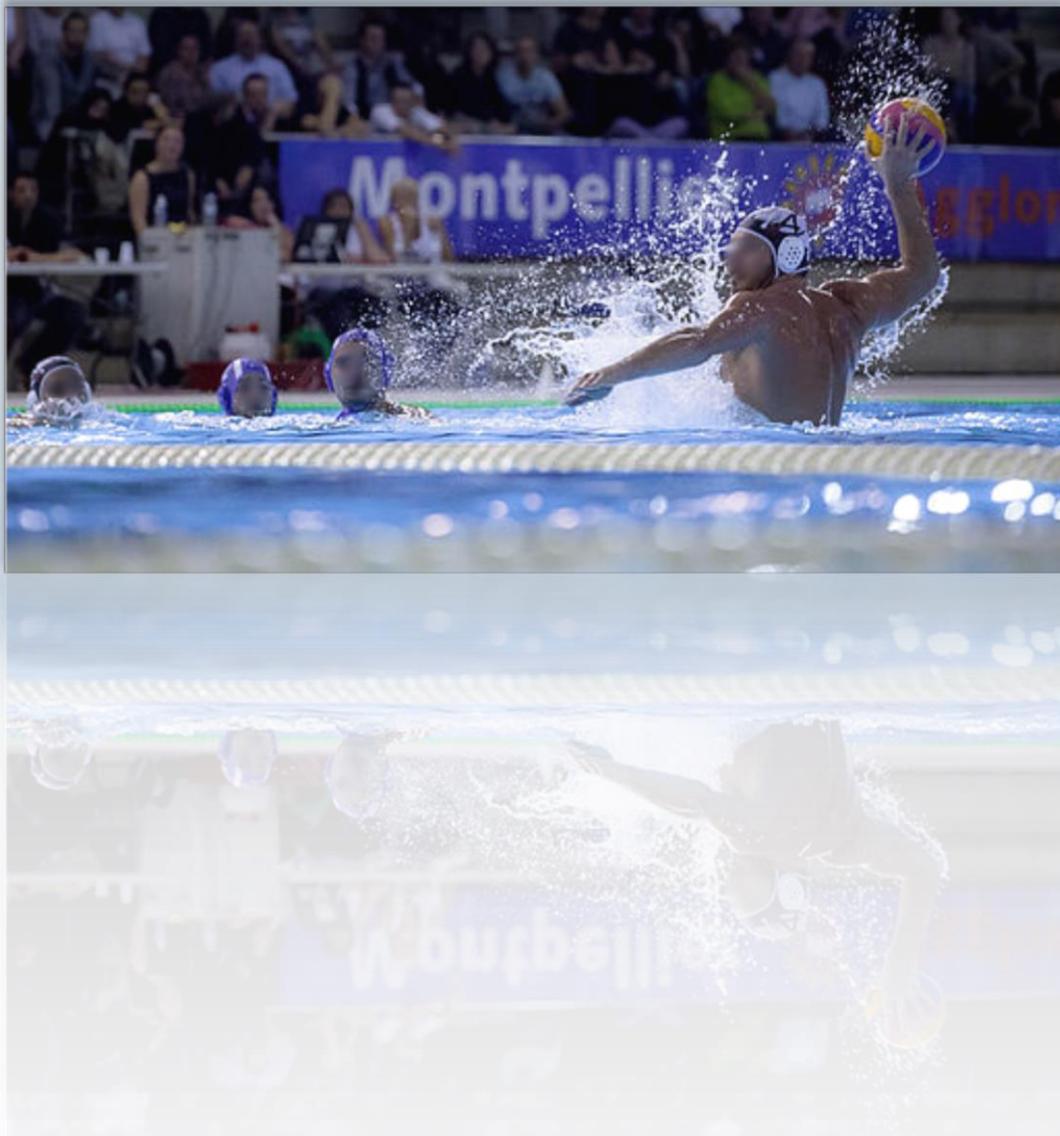
Análisis de datos.....39

Conclusiones.....63

Bibliografía.....67

Anexos:72

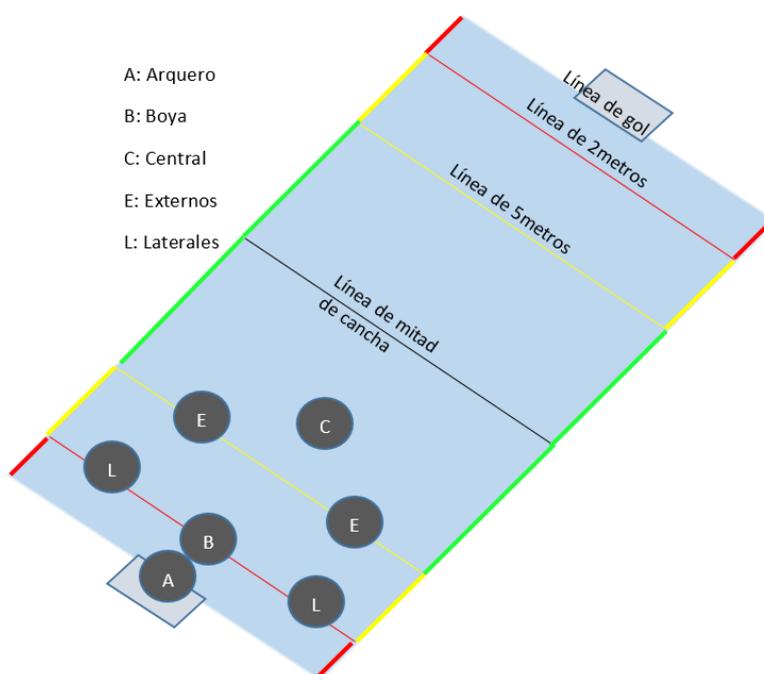
INTRODUCCIÓN



El waterpolo es un deporte centenario, apareció en la mitad del siglo XIX, en Inglaterra. En sus principios el waterpolo se jugaba en ríos y lagos, era muy rudo, los jugadores podían hundir la pelota y luchar muy fuertemente (Codaro, 2015)¹. Las reglas evolucionaron considerablemente, cambiaron la duración de juego, cantidad de jugadores, tiempo de ataque, cantidad de árbitros, entre otras (Donev & Aleksandrović, 2008)². El waterpolo moderno se difundió en todo el mundo y es jugado en muchos países, incluyendo aquellos más jóvenes. Un equipo está compuesto de trece jugadores: un arquero, seis jugadores de campo, y otros seis en el banco de reemplazantes. Los jugadores de campo se reparten de la siguiente

Imagen N° 1: Composición del campo de juego y posiciones.

manera (Véase Imagen N°1); un "boya" que sería el equivalente al "pívot" de básquet, un "central" o defensor de boya" cuyo rol es defender sobre el atacante de boya del equipo adversario, dos "externos" situados de cada lado del central en ataque, y dos "laterales" ubicados por fuera de los externos. Según el país, estos puestos llevan un nombre diferente pero sus funciones en el juego son



Fuente: Elaboración propia.

las mismas. Cada puesto tiene un rol distinto, aun así, el juego se desarrolla de manera muy dinámica, todos los jugadores atacan y defienden. Esta disciplina requiere de los deportistas esfuerzos extremos de duración corta con intervalos de intensidad menor, a lo largo de un partido que dura aproximadamente una hora. Es importante enseñar desde lo más temprano posible buena técnica y hábitos a los principiantes para evitar movimientos viciosos desencadenantes de lesiones. Para poder lograr siempre mejores resultados y cuidar nuestras poblaciones de lesiones, la investigación de la biomecánica de los gestos

¹ Codaro (2015) en su recopilación bibliográfica sobre la historia del waterpolo comenta que, en muchas de las disputas bajo el agua, los hombres soltaban al otro cuando este ya no podía aguantar más la respiración. Los jugadores a menudo flotaban en la superficie o eran sacados del agua necesitando ser reanimados

² Las reglas cambiaron en función de la mediatización que adquirió el deporte para que se vea mejor por televisión, y además para adecuar el deporte cada vez mejor a situaciones reales de juego.

motores es indispensable. Estudios de Feltner & Taylor (1997), describen la biomecánica del gesto motor a nivel del hombro, codo y muñeca, a través de un análisis tridimensional del lanzamiento durante un penal. Sin embargo, no toman en cuenta el desplazamiento de la línea interacromial durante el lanzamiento y su influencia sobre la velocidad transmitida a la pelota. En consecuencia, esta investigación se propone analizar componentes de la biomecánica del gesto motor del lanzamiento en relación a la velocidad transmitida a la pelota, en waterpolistas del equipo de un club donde compiten en la liga nacional. En particular se propone observar la rotación de la línea interacromial, en tres momentos: el primero, la posición más "negativa"³, el segundo, la posición en la cual el deportista suelta la pelota, y el tercer el momento, la posición más "positiva"⁴.

El problema de investigación es:

¿Qué relación existe entre componentes de la biomecánica del gesto motor de lanzamiento y la velocidad transmitida a la pelota durante un lanzamiento, de los waterpolistas del equipo de un club donde compiten en la liga nacional en Mar del Plata en el año 2015?

El objetivo general es

Analizar la relación que existe entre componentes de la biomecánica del gesto motor del lanzamiento y la velocidad transmitida a la pelota, en waterpolistas del equipo de un club donde compiten en la liga nacional en Mar del Plata en el año 2015.

Los objetivos específicos son

- Evaluar la rotación de la línea interacromial en el momento del lanzamiento, y determinar su relación con velocidad transmitida a la pelota durante el acto motor del lanzamiento, en waterpolistas del equipo de un club donde compiten en la liga nacional, usando como método un software de análisis biomecánica.
- Establecer si la velocidad transmitida a la pelota durante el acto motor del lanzamiento se relaciona con la posición según la lateralidad de los waterpolistas del equipo de un club donde compiten en la liga nacional.
- Determinar si la velocidad transmitida a la pelota en el acto motor del lanzamiento se relaciona con la experiencia según la edad de los waterpolistas del equipo de un club donde compiten en la liga nacional.

³ Tomando como referencia el plano coronal o frontal, en el cual la línea interacromial es paralela a la línea de gol. Corresponde a la rotación 0°. Todo movimiento que se aleje de esa línea hacia atrás tiene un valor "negativo".

⁴ Posición en el cual la línea interacromial se aleje lo máximo de su posición de partida.

- Establecer si la velocidad transmitida a la pelota en el acto motor del lanzamiento se relaciona con la carga de entrenamientos semanal (en pileta, de sobrecarga en gimnasio, de trabajo de campo y total) en waterpolistas del equipo de un club donde compiten en la liga nacional.
- Establecer si la velocidad transmitida a la pelota durante el acto motor del lanzamiento se relaciona con las lesiones sufridas a nivel del miembro superior según los parámetros antropométricos en waterpolistas del equipo de un club donde compiten en la liga nacional.

Las hipótesis propuestas son:

- A mayor rotación de la línea interacromial, mayor velocidad transmitida a la pelota.
- Los jugadores que ocupan los puestos de "defensor de boya" o "central" y "externos" tienen un lanzamiento más veloz que los jugadores de "wing" y "boya"
- A mayor carga de entrenamiento, mayor velocidad transmitida a la pelota.
- A mayores parámetros antropométricos, mayor velocidad transmitida a la pelota.
- A mayor lesión, menor velocidad transmitida a la pelota.

CAPITULO I

REFERENCIAS ANATÓMICAS Y GESTOS MOTORES BÁSICOS DEL WATERPOLO



Como todo deporte de lanzamiento, la articulación más solicitada es la del hombro. La articulación glenohumeral es la más móvil de todo el cuerpo (Suárez & Osorio, 2013)⁵. Posee tres grados de libertad que le permite orientar el miembro superior en los tres planos del espacio. En el plano Sagital de eje transversal se realizan los movimientos de flexión y extensión. En el plano Frontal de eje anteroposterior se realizan los movimientos de abducción y aducción. En el plano Horizontal de eje vertical se realizan a partir de una abducción de 90° la flexión y extensión horizontal. Las rotaciones internas y externas se realizan alrededor del eje longitudinal del humero, y comprenden rotación voluntaria o adjunta y rotación automática o conjunta que se observa en las articulaciones de tres ejes cuando funcionan en dos ejes⁶. En la práctica, como se usan los tres grados de libertad, la rotación adjunta compensa en permanencia la rotación conjunta. La amplitud de los movimientos de extensión y de flexión son respectivamente 45 a 50 ° y 180°. La aducción viene acompañada de una leve flexión o extensión por la presencia del cuerpo, y alcanza 30 a 45°. La abducción que alcanza 180° se acompaña de un movimiento de báscula del omoplato a partir de los 60°, y de la inclinación contralateral del tronco a partir de 120°. La rotación interna tiene una amplitud de 100 a 110°⁷ y la rotación externa alcanza los 80° (Kapanji, 1998)⁸. La posición anatómica fisiológica estando en 30° de rotación interna por equilibrio de los músculos rotadores, la rotación externa más usada es entre los 30° de rotación y la posición anatómica⁹. Además, en el hombro observamos anteposición y retroposición del muñón del hombro, en las cuales interviene la articulación escapulotorácica. Para esta investigación es muy importante conocer los grados normales de las articulaciones ya que se medirá en el momento de realización del gesto motor la amplitud de los movimientos. Es importante nombrar la flexoextensión horizontal, es un movimiento que se observa en el gesto motor del lanzamiento. La flexión horizontal alcanza los 140 ° y la extensión horizontal 30 a 40°. Todas las estructuras de una articulación son importantes, sin embargo, en la práctica de los deportes de lanzamiento los deportistas suelen lesionarse a nivel del hombro. Entre estas estructuras con lesiones frecuentes, se destacan lesiones del rodete glenoideo¹⁰ y de diferentes ligamentos. Los ligamentos Glenohumerales con sus haces superior, medio e inferior y la capsula anterior son

⁵ La articulación glenohumeral es una enartrosis, realiza los movimientos de flexo extensión, abducción y aducción, y de rotaciones interna y externa alrededor de tres ejes.

⁶ Suárez, S. N., & Osorio, P. A. en su artículo señalan que: Después de una flexión de 180° y aducción de 180° se observa que el miembro superior ha rotado de 180°.

⁷ La rotación interna tiene una amplitud de 100 a 110° pasando el brazo atrás del cuerpo

⁸Kapanji es la referencia en término de biomecánica, ha publicado varios tomos, sobre columna, miembro inferior y miembro superior, su trabajo sobre el miembro superior se encuentra en el siguiente libro. Kapanji, I. (1998). *Fisiología articular* (éd. 5a, Vol. tomo 1 Miembro superior). Madrid: Panamericana.

⁹ rotación nula

¹⁰ Anillo fibrocartilaginosa que, aumentando la superficie y la concavidad de la glenoide, le permite mejor congruencia

estabilizadores pasivos anteriores de la articulación y limitan la rotación externa y antepulsión. El ligamento coracohumeral limita la flexoextensión con sus dos haces troquiniano y troquiteriano. Otro ligamento no puede dejar de ser nombrado, según Neer (1972) el ligamento acromiotoracoideo que tiene un rol muy importante en el síndrome del impingement¹¹ subacromial. La coaptación es asegurada por la masa muscular que rodea el hombro (Calvo, 2014)¹². La coaptación transversal¹³ es garantizada por los músculos Supraespinoso, Infraespinoso, y Redondo Menor en la parte posterior, y por los músculos Subescapular y la porción larga del Bíceps Braquial en la parte anterior. La coaptación longitudinal¹⁴, es proporcionada por el Deltoides, el Tríceps, el Pectoral Mayor, el Subescapular, el Coracobraquial y las dos porciones del Bíceps Braquial. El predominio de los músculos coaptadores longitudinales a largo plazo puede desgastar el manguito rotador hasta provocar la ruptura del supraespinoso en los casos más comunes (Kapanji, 1998). En la práctica del waterpolo el gesto motor del lanzamiento es una combinación entre varios de movimientos, como la flexión horizontal, la rotación interna y extensión del codo. En la flexión horizontal actúan el Deltoides, el Subescapular, el Pectoral Mayor y Menor, y el Serrato Anterior. En extensión horizontal actúan el Deltoides, Supraespinoso, Infraespinoso, Redondo Mayor y Menor, Romboideos, Trapecio y Dorsal Ancho. Los rotadores internos son el Dorsal Ancho, el Redondo Mayor, el Subescapular, el Pectoral Mayor. Los rotadores externos son el Infraespinoso y el Redondo Menor (Kendall, McCreary, & Provance, 2000)¹⁵ (ver tabla 1). En el waterpolo, los deportistas están sometidos a grandes esfuerzos, los sistemas energéticos que usan se reparten de tal manera: 30% de la combinación anaeróbico-aláctico, un 40% anaeróbico-láctico y un 30% aeróbico (Bompa, 2007)¹⁶. Y además, según Bompa, requiere como tipos de fuerza, Resistencia muscular media¹⁷, potencia de aceleración¹⁸ y, potencia de lanzamiento¹⁹. La mayor fuerza es generada por los

¹¹ Neer en 1972 introdujo por primera vez el concepto de "impingement" o (pinzamiento, choque o roce) del manguito de los rotadores en la literatura, indicando que resulta del pinzamiento mecánico del tendón del manguito rotador debajo de la parte anteroinferior del acromion, por uno o más de los diferentes componentes del arco acromial: acromion, articulación acromioclavicular, ligamento acromiotoracoideo y apófisis coracoides.

¹² Calvo, M. M. (2014) afirma que los músculos periarticulares (Supraespinoso, Infraespinoso, Subescapular, Redondo Menor y porción larga del Bíceps) son los verdaderos ligamentos activos de la articulación, asegurando la coaptación de las superficies articulares y encajando la cabeza humeral en la cavidad glenoidea

¹³ La coaptación transversal es la fuerza que introduce la cabeza humeral en la cavidad glenoidea

¹⁴ La coaptación longitudinal es la fuerza que impide que se luxa la cabeza humeral por debajo de la glenoide.

¹⁵ Los rotadores externos son pocos y débiles comparado a los rotadores internos, se crea un desbalance de fuerza que puede causar lesiones.

¹⁶ La demanda energética del waterpolo es altamente intermitente, desde actividad de intensidad relativamente baja hasta esfuerzos explosivos supramaximales en competencias y entrenamientos.

¹⁷ La resistencia muscular media es combinación entre fuerza y resistencia

¹⁸ La potencia de aceleración depende de la potencia y la rapidez de contracción para llevar los miembros a máxima frecuencia de brazadas de crol, por ejemplo.

músculos del hombro porque la producción de fuerza del músculo está directamente relacionada con el área de sección transversal, y los músculos responsables de poner en movimiento el hombro tienen sección más grande que los del resto del miembro superior (Jiménez & Alvar, 2007). En el waterpolo no solo se trata de nadar y tirar la pelota, sino que es una mezcla de natación y balón mano. Sino que tiene gestos motores específicos y muchos cambios de planos. Un jugador debe ser capaz de alternar las fases de desplazamiento horizontal, y las fases de contacto y manejo de pelota como lo son los pases y lanzamientos que precisan verticalidad para un mejor rendimiento. Horizontalmente el agua opone menos resistencia al cuerpo para un desplazamiento más rápido y eficiente; también es lógico que el jugador tenga que elevar su cuerpo sobre el agua para alcanzar la menor resistencia posible para la realización del lanzamiento y poder evitar los brazos de los defensores intentando bloquear el tiro. A continuación, se presentan los músculos del complejo articular del hombro y sus funciones.

Tabla 1: Clasificación de los músculos del hombro según su función.

Músculos del Hombro		
Flexores	Abductores	Rotadores externos
Bíceps Braquial Deltoides anterior Coracobraquial Pectoral Mayor (sup)	Supraespinoso Deltoides Bíceps porción larga	Infraespinoso Redondo menor Deltoides posterior
Extensores	Aductores	Rotadores internos
Deltoides posterior Redondo mayor Dorsal ancho Tríceps porción larga	Bíceps porción corta Pectoral mayor (sup) Redondo mayor Coracobraquial Pectoral mayor inf Dorsal ancho Tríceps porción larga	Deltoides anterior Pectoral mayor sup Subescapular Redondo mayor Dorsal ancho
Flexión horizontal		Extensión horizontal
Deltoides Subescapular Pectorales mayor Pectorales menor Serrato anterior		Deltoides Supraespinoso Infraespinoso Redondo mayor Redondo menor Romboides Trapezio Dorsal ancho

Fuente: Adaptado de Kendall, McCreary, & Provance (2000) y de Kapanji (1998)

¹⁹ La potencia de lanzamiento depende de la fuerza y la velocidad de contracción aplicada en contra del implemento

Para elevar su cuerpo el deportista tiene una técnica específica, un gesto motor observado en solo dos deportes, el nado sincronizado y el waterpolo. Se trata de la comúnmente denominada en Argentina “patada alternada” o “forzada”, en inglés “eggbeater kick”²⁰. El deportista realiza un estilo de patada de pecho, pero en posición vertical, alternando miembro inferior izquierdo y derecho, en un movimiento continuo, lo cual le permite quedarse a flote y le aporta mucha más estabilidad que si fuera a patear estilo pecho verticalmente. La fase de propulsión de la patada de pecho clásica se termina con los dos pies juntos con flexión plantar y las rodillas en extensión completa, en este momento el nadador realiza una pausa para la fase de desliz. En cambio, la “patada alternada”, no tiene pausa, es vertical, no tiene desliz, antes de llegar a la extensión completa de rodilla, se arranca otro ciclo, de esta manera el atleta se mantiene a flote y estable, aumentando la frecuencia de las patadas eleva su cuerpo sobre el agua (Sanders, 1999). Sin embargo se observan patadas de pecho en el waterpolo cuando el jugador necesita un impulso fuerte, por ejemplo cuando tiene que cambiar de dirección, de posición, para arrancar una fase de desplazamiento (Imagen N°2)²¹.

Imagen N° 2: Cambio de posición vertical a horizontal



Fuente: Video disponible en: <https://www.youtube.com/watch?v=jy6l84L2CLU>. Visitado el 05 de noviembre 2014.

La patada alternada, es un movimiento cíclico ininterrumpido. Tal gesto motor se puede describir como la alternancia de movimientos circulares de las extremidades inferiores, el miembro inferior derecho realiza movimientos circulares en sentido contra horario mientras que el izquierdo en sentido horario; de tal modo que se crea una fuerza hacia arriba, manteniendo el cuerpo a flote verticalmente (Yanagi, 1995)²², y en varias ocasiones en estos deportes, elevarse sobre el nivel del agua. La cadera parece realizar conos de circunducción con flexoextensión y rotación medial a lateral de rodilla. Cuando un miembro inferior está produciendo fuerza de propulsión, el miembro contralateral se encuentra en fase de

²⁰ "eggbeater" significa batidora de huevos y "kick" patada

²¹ El jugador necesita sacar la inercia en un cambio de posición vertical a horizontal o en el lanzamiento para dar un último impulso. En el caso de la Imagen 1, se observa un cambio de posición vertical a horizontal, y la propulsión por la patada de pecho. Fotos tomadas del video del partido para el tercer puesto de los juegos olímpicos de Londres 2012, oponiendo Montenegro y Serbia.

²² 10 a 20% de la fuerza necesaria para mantener a flote el cuerpo es realizada por la patada alternada, corresponde al 60 a 112N de fuerza para un atleta de 600N de peso.

descanso o de vuelta a la posición inicial de ciclo. Las articulaciones del miembro inferior se desplazan a velocidad creciente a medida que son más distales. Estudios de Sanders (1999) destacan que la velocidad con la cual se mueven los pies durante la patada alternada es altamente relacionada con la altura sobre el nivel del agua, para lograr mayor altura los jugadores deben disminuir el movimiento vertical y aumentar el desplazamiento anteroposteriormente del pie.²³ La manera en la cual se mueven los miembros inferiores hace que se sostenga el cuerpo en el agua. Ese fenómeno es explicado por la física. Al moverse en el agua, el cuerpo genera movimiento de este fluido. La forma del pie hace que, al mover, el fluido vaya más rápido por encima que por debajo; se crea una depresión. En la patada alternada se trata de aumentar al máximo esa cantidad de depresiones que tiende a elevar el resto del cuerpo. Sanders & Cowan (1998) concluyen que, en el waterpolo, estas depresiones que crean una fuerza hacia arriba, tienen un rol muy importante para mantener el cuerpo elevado sobre el nivel del agua. También es importante la técnica de los deportistas, comparando waterpolistas de nivel internacional y principiantes²⁴, demostró que los deportistas con mejores resultados alargan el periodo de propulsión haciendo una flexión dorsal del pie durante el desplazamiento anterior y haciendo una flexión plantar durante el desplazamiento posterior, además realizan eversión durante el desplazamiento lateral. Según Kreighbaum & Barthels (1996), fuerzas de arrastres actúan también en la patada alternada,²⁵ si los miembros al proporcionar una fuerza hacia abajo, el agua a través de las fuerzas de arrastre hace una fuerza hacia arriba²⁶. En conclusión, la patada alternada depende de las fuerzas de elevación²⁷, de las fuerzas de arrastre, y de la técnica de cada deportista para orientar los miembros inferiores para tener, mayor superficie de contacto con el agua que realiza el empuje, y para alargar los periodo de propulsión y acortar los periodos de descanso²⁸. La Tabla N°2 recapitula los músculos responsables del movimiento del miembro inferior, se clasificaron por funciones.

²³ Sanders fue un pionero en analizar tridimensionalmente la patada alternada en waterpolo, sus estudios permiten entender la biomecánica de tal gesto motor y que componente es el más importante a la hora de elevarse sobre el nivel del agua (Sanders R. H., 1997).

²⁴ Menos de un año de práctica.

²⁵ Kreighbaum, E., & Barthels, K. M. (1996). *Biomechanics: A Qualitative Approach to Studying Human Movement* (éd. 4). Boston, USA: Ally and Bacon.

²⁶ a la imagen de un remo de kayak, el remo aplica una fuerza hacia atrás, la reacción es una fuerza hacia adelante que hace avanzar el kayak.

²⁷ (Sanders & Cowan, 1998) en su artículo sostiene que las fuerzas de elevación son creadas por las zonas de depresión.

²⁸ Retorno del pie hacia la posición inicial preparándolo para arrancar un nuevo ciclo.

Tabla N°2: Clasificación de los músculos del miembro inferior según su función

Músculos de la cadera			
Flexores	Abductores		Rotadores externos
Psoas iliaco	Glúteo mediano		Piramidal de la pelvis
Sartorio	Glúteo menor		Obturador interno
Pectíneo	Tensor de la fascia lata		Géminos pélvicos
Aductor largo	Glúteo mayor (haces sup)		Obturador externo
Aductor corto	Piramidal de la pelvis		Cuadrado crural
Recto anterior			Pectíneo
Aductor mayor			Aductor mayor (haces post)
Tensor de la fascia lata			Glúteo mayor
Glúteo menor (haces ant)			Glúteo mediano (h. post)
Recto interno			Glúteo menor (h. post)
Glúteo mediano (haces ant)			
Extensores	Aductores		Rotadores internos
Glúteo mayor	Aductor mayor	Pectíneo	Tensor de la fascia lata
Glúteo mediano (haces post)	Recto interno	Obturador interno	Glúteo menor
Glúteo menor (haces post)	Semimembranoso	Géminos pélvicos	Glúteo mediano (h. ant)
Semimembranoso	Semitendinoso	Obturador externo	Obturador externo
Semitendinoso	Bíceps femoral (P.larga)	Aductor mediano	Pectíneo
Bíceps femoral (P.larga)	Glúteo mayor	Aductor menor	
Aductor mayor (haces inf)	Cuadrado crural		
Músculos de la rodilla			
Flexores	Extensores	Rotadores internos	Rotadores externos
Isquiotibiales:	Cuádriceps:	Bíceps crural	Sartorio
Bíceps crural	Crural	Tensor de la fascia lata	Semitendinoso
Semitendinoso	Recto anterior		Semimembranoso
Semimembranoso	Vasto interno		Recto interno
Recto interno	Vasto externo		Poplíteo
Sartorio	Tensor de la fascia lata		
Poplíteo			
Gemelos			
Músculos del tobillo y pie			
Flexores de tobillo	Extensores de tobillo	Inversores (adu+sup+ext)	Eversores (abd+pro+flex)
Extensor propio del dedo gordo	Tibial posterior	Tibial posterior	Peroneo lateral corto
Tibial anterior	Flexor propio del dedo gordo	Flexor propio del dedo gordo	Peroneo lateral largo
Extensor común de los dedos	Flexor común de los dedos	Flexor común de los dedos	Peroneo Anterior
Peroneo anterior	Tríceps sural	Tríceps sural	Extensor común de los dedos
	Peroneo lateral corto	Extensor propio del dedo gordo	
	Peroneo lateral largo	Tibial anterior	

Fuente: Adaptado de Kendall, McCreary, & Provance (2000) y de Kapanji (1998)

El lanzamiento en waterpolo es una de las bases del juego. En un partido, sin lanzamientos, no habrá goles, por lo tanto, no habrá victoria sobre el oponente. El lanzamiento se vuelve un aspecto indispensable del juego para meter goles (Alcaraz, et al., 2010)²⁹. Conseguir lanzamientos de gran velocidad de pelota es un objetivo primordial. A mayor velocidad, menor es el tiempo de traslado de la pelota desde la mano del jugador hasta la línea de gol del arco³⁰. Por consecuencia el arquero tiene menos tiempo para reaccionar y bloquear la pelota. Entonces, con un tiro más veloz, se eleva la probabilidad de meter un gol. Además con suficiente velocidad de lanzamiento el lanzador puede hacer rebotar la pelota sobre el agua, dificultando aún más la lectura de la trayectoria de la pelota por el portero, incrementando la posibilidad de gol (Bloomfield, Blanksby, Ackland, & Allison, 1990). Las diferentes situaciones de juego obligan a los jugadores a experimentar varias técnicas de lanzamiento como desde los laterales, de espalda al arco entre otras; pero se describe la más comúnmente usada para los lanzamientos al arco desde una posición de tiro libre o penal³¹. En su análisis tridimensional del lanzamiento, Feltner & Taylor (1997), refieren que, en su preparación al lanzamiento, el jugador de waterpolo, al mismo tiempo que despega la pelota del agua, eleva su tronco y parte superior del cuerpo por encima del nivel del agua y los ubica en una posición perpendicular al plano del arco. Luego el tronco comienza a rotar en sentido anti horario hasta el instante en el cual el sujeto suelta la pelota. Clarys, Cabri, & Teirlinck (1992), reportan gran actividad de los músculos Recto Femoral y Bíceps Femoral durante la elevación del cuerpo sobre el nivel del agua en el principio del lanzamiento³²(véase Tabla2). En este tipo de lanzamiento, "overhand" (Imagen N°3)³³ que significa "por arriba de la cabeza" el miembro superior se encuentra en posición de abducción horizontal, y permanece en abducción horizontal por la rotación en sentido anti horario del tronco, hasta un instante antes de liberar la pelota; en este momento se invierte la abducción para convertirse en aducción horizontal. Durante la abducción horizontal se ejerce una fuerza de los aductores de hombro para controlar el grado de abducción. Esta fuerza, produce la velocidad angular en aducción horizontal (Feltner & Taylor, 1997). Al mismo momento que ocurre la abducción y aducción horizontal, en el hombro se observa una rotación externa hasta un instante previo a la liberación de la pelota luego se convierte

²⁹ Alcaraz, et al. (2010) en su artículo, afirman que, en waterpolo, una alta velocidad de lanzamiento parece ser un factor determinante para garantizar el éxito en competición

³⁰ $v = d/t$ Si "v"(velocidad) aumenta, obligatoriamente "t" (el tiempo de trayecto de la pelota) disminuye.

³¹ Se sugiere ver el Video disponible en: <https://www.youtube.com/watch?v=jy6I84L2CLU>. Visitado el 05 de noviembre 2014. En el mismo se puede ver Aleksandar Ivović, jugador montenegrino, realizando un lanzamiento de penalti.

³² La actividad electromiografía relevada por Clarys, Cabri y Teirlinck, al nivel del Recto Femoral y del Bíceps Femoral evidencian la contracción de tales músculos para la propulsión del cuerpo hacia arriba para realizar el lanzamiento.

³³ En la Imagen N° 3, el jugador efectúa un lanzamiento con técnica "overhand" o "por encima de la cabeza". El sujeto dio su consentimiento para el uso de esta foto.

en rotación interna. Del mismo modo que para la abducción horizontal, durante la rotación externa existe una fuerza de los rotadores internos para limitar la rotación externa, tal fuerza ayuda a producir la gran velocidad angular generada en rotación interna (Feltner & Taylor, 1997). El movimiento anterior del miembro superior está puesto en evidencia por las fuertes actividades electromiográficas del Pectoral Mayor y Bíceps Braquial (Clarys, Cabri, & Teirlinck, 1992). El movimiento vertical del tronco ayuda también a la producción de velocidad angular en rotación interna, Feltner y Taylor (1997), observaron que el tronco alcanzaba su movimiento vertical máximo aproximativamente en el mismo momento en el cual la rotación externa y la abducción horizontal eran máximas y se convertían en rotación interna y aducción horizontal. Al disminuir la altura del cuerpo sobre el nivel del agua la pelota tendría que bajar de altura y facilitar el bloqueo de un posible defensor. Para contrarrestar esta caída, los

Imagen N° 3: Lanzamiento con técnica "overhand" o "encima de la cabeza".



Fuente: Elaboración propia.

jugadores realizan una inclinación lateral del tronco hacia el lado opuesto al brazo hábil y mantienen el codo flexionado. El codo se mantiene flexionado para alejar la pelota del eje longitudinal del brazo, incrementando el potencial de velocidad angular³⁴. La extensión del codo es debida a la rotación del tronco y a las fuerzas de abducción y aducción horizontal aplicadas al hombro (Feltner & Taylor, 1997). Según Hirashima (2011), cuando el codo tiene cierto grado de flexión, la flexión horizontal produce una rotación externa en el hombro. Hirashima expone en sus investigaciones que la velocidad angular de una articulación es la mayor responsable de la velocidad transmitida a la pelota. Cuando las articulaciones no están alineadas, una fuerza que pone en movimiento el hombro, crea automáticamente una aceleración angular en las articulaciones distales, y que esa aceleración está inducida por la propia capacidad del músculo a generar fuerza y la gravedad (aceleración instantánea) y también se le suman todas las contracciones de los músculos de las otras articulaciones y la gravedad hasta el instante de la contracción, llamado un efecto acumulativo (cumulative effect). El análisis de la aceleración inducida sugiere que la aceleración angular en un instante dado es la suma del efecto instantáneo y del efecto acumulativo. Entender la diferencia entre estos dos mecanismos permite saber cómo aplicarlo en el deporte para transmitir más velocidad a la pelota durante un lanzamiento. Previamente a liberar la pelota y hasta la extensión completa del codo, se registró una contracción dinámica del Tríceps

³⁴ Alrededor del eje longitudinal se produce la rotación, al mantener el codo flexionado se consigue mayor velocidad angular de rotación en el hombro.

Braquial (Clarys, Cabri, & Teirlinck, 1992)³⁵, pero también se relevó actividad en el Bíceps cerca del momento de liberar la pelota³⁶, entonces la cocontracción de dos músculos antagonistas sugiere un control de la extensión (véase Tabla 3).

Tabla N°3 Clasificación de los músculos del codo y antebrazo según su función

Músculos del codo		Músculos del antebrazo	
Flexores	Extensores	Supinación	Pronación
Bíceps Braquial anterior Supinador largo 1ro y 2do radial ext Pronador redondo Palmar mayor Palmar menor Cubital anterior	Tríceps Anconeo	Bíceps Supinador largo Supinador corto	Supinador largo Pronador redondo Palmar mayor Pronador cuadrado

Fuente: Adaptado de Kendall, McCreary, & Provance (2000) y de Kapanji (1998)

La Tabla n° 3 recapitula los músculos responsables del movimiento del codo y antebrazo, se clasificaron por funciones. Luego de describir cuales son los mecanismos que ponen en movimiento y las fuerzas aplicadas al hombro y codo, se explicara qué movimiento realiza la parte más proximal, la muñeca. La muñeca tiende a extenderse por la resultante de las rotaciones de los segmentos proximales a ella. A medida que las estructuras proximales del brazo realizan sus movimientos hasta la liberación de la pelota, el antebrazo somete a la mano una gran fuerza de flexión para contrarrestar esta extensión y así liberar la pelota con máxima velocidad. (Tabla 4)

Tabla N°4: Clasificación de los músculos de la muñeca según su función

Músculos de la muñeca			
Extensión	Flexión	Abducción	Aducción
1ro y 2do radial ext Extensor de los dedos Cubital posterior Extensor largo del pulgar	Palmar mayor y menor Abductor largo del pulgar Flexor largo del pulgar Cubital anterior Flexor superficial y profundo de los dedos	1ro y 2do radial ext Extensor de los dedos Palmar mayor Abductor largo del pulgar Extensor corto del pulgar Extensor largo del pulgar	Cubital posterior Cubital anterior

Fuente: Adaptado de Kendall, McCreary, & Provance (2000) y de Kapanji (1998)

³⁵ En su investigación, Clarys, Cabri, & Teirlinck ubicaron electrodos en varios músculos para determinar sus actividades eléctricas durante el lanzamiento. De este modo pudieron identificar que músculos se contraen en las diferentes etapas del lanzamiento.

³⁶ La actividad del bíceps indica que limita la extensión del codo debida a las fuerzas de rotación del tronco y brazo.

La Tabla 4 presenta los músculos responsables del movimiento de la muñeca, se clasificaron por funciones. Otra técnica de lanzamiento existe (Imagen N°4)³⁷, estudios de Feltner y Nelson (1996) describen el lanzamiento "overhand" previamente explicado y la técnica de lanzamiento "SWEEP" que significa "barrer". En este caso, la velocidad de la pelota es generada por poca rotación interna del hombro pero por una gran contribución de la aducción horizontal en el momento previo al soltar la pelota; de tal modo que tienden a tener una velocidad angular de aducción horizontal superior a los sujetos que usan la técnica "Overhand". También se observó mayor grado de pronación. De manera general, los lanzamientos con técnica "Sweep" tienen menos desplazamiento vertical del tronco, sin embargo, la elevación máxima ocurre



Fuente: Elaboración propia.

en el momento de liberación de la pelota. El lanzamiento más utilizado en waterpolo es el "overhand", porque genera una mayor velocidad de pelota, Feltner y Nelson (1997) descubren que los deportistas con mayor fuerza usan los lanzamientos "overhand" o "por encima de la cabeza" y los más débiles los tiros "sweep" o "de barrido". Sin embargo, a pesar de generar más velocidad en los lanzamientos, la técnica "overhand" requiere mayor fuerza y gran contribución de los complejos ligamentosos de las articulaciones del hombro y codo. Estas fuerzas de tensión extrema aumentan el riesgo de lesión³⁸. La carrera a la performance en deportes competitivos puede exceder la potencial de lesión asociados a la técnica "overhand".

³⁷ En la imagen N°4 se puede observar un lanzamiento con técnica "Sweep" o "de barrido". El sujeto dio su consentimiento para el uso de esta foto.

³⁸ Rollins et al. (1985) afirma que la lesión predominante en waterpolo es el pinzamiento subacromial, resultante de un movimiento combinado de aducción horizontal, abducción, y rotación interna del brazo del lanzador durante el lanzamiento con técnica "overhand".

CAPITULO II

LESIONES, TRATAMIENTO Y PREVENCIÓN EN EL WATERPOLO



La actividad física es el mejor medio para mantener un estado de salud bueno, para luchar contra los efectos del sedentarismo que aumentan el riesgo de enfermedades cardiovasculares, hipertensión arterial, diabetes tipo II entre otras. La puesta en movimiento del cuerpo lo somete a unas potenciales lesiones, sin embargo, el beneficio del ejercicio sobre la salud sobrepasa considerablemente los problemas debido a las lesiones. Estas se pueden clasificar en agudas, crónicas o por uso excesivo, y lesiones que agudizan una lesión preexistente (Osorio Ciro, Clavijo Rodríguez, Arango V, Patiño Giraldo, & Gallego Ching, 2007)³⁹. Las afecciones agudas son las que ocurren por un acontecimiento brusco, o un comienzo definido. Los daños por uso excesivo son las que aparecen en forma progresiva. Estos últimos son muy frecuentes en deportistas por estar acostumbrado a empujar los límites del cuerpo, no prestan atención a dolores, siguen esforzando el cuerpo, y cuando impiden la práctica deportiva, en general ya el proceso degenerativo es muy avanzado. A pesar de esos parámetros simples para clasificarlas, puede ocurrir que una afección a carácter crónico se haga sintomática en un momento preciso, y según lo recién dicho se clasificaría como aguda, sin embargo, el proceso crónico por uso excesivo viene desarrollándose por un tiempo extenso, entonces en realidad es un caso de dolencia por uso excesivo. Por ejemplo, en el hombro del nadador, microtraumatismos⁴⁰ repetidos en la articulación glenohumeral no llegan a crear un proceso agudo, pero la acumulación de trabajo a ese nivel puede despertar un dolor en un momento preciso del entrenamiento. Se podría pensar que es una lesión aguda sin embargo la evolución degenerativa por los microtraumatismos empezó mucho antes que los síntomas. El diagnóstico diferencial es muy importante porque el tratamiento será distinto. El hombro y las extremidades superiores se dañan con mayor frecuencia en natación, deportes de raqueta y en los que requieren lanzamiento (Osorio Ciro, Clavijo Rodríguez, Arango V, Patiño Giraldo, & Gallego Ching, 2007). El waterpolo es un deporte que acumula natación y lanzamientos, entonces es muy propenso a lesiones a nivel del hombro. Los tejidos blandos⁴¹ y los huesos tienen propiedades biomecánicas que les permiten adaptarse a la carga de entrenamiento. Cuando la carga de entrenamiento sobrepasa las capacidades tisulares de adaptación, se produce la lesión (Bahr, Mæhlum, & Bolic, 2007)⁴². Los hombros se ven afectados en personas de

³⁹ Osorio Ciro, Clavijo Rodríguez, Arango V, Patiño Giraldo, & Gallego Ching (2007), en su estudio presentan diferentes clasificaciones de lesiones deportivas y sus factores de riesgo, tanto intrínsecos como extrínsecos.

⁴⁰ Un microtraumatismo es un traumatismo tan leve que no llega a crear una lesión en el momento, sin embargo, crea estrés en una estructura, a mediano o largo plazo puede producir una lesión por sobreuso.

⁴¹ cartílagos, músculos, tendones, ligamentos.

⁴² Bahr, Mæhlum, & Bolic (2007) en su libro, "Lesiones deportivas: diagnóstico, tratamiento y rehabilitación" presentan las lesiones deportivas, según la región del cuerpo afectada, en cada caso las divide en lesiones agudas o crónicas, y describen brevemente un tratamiento para volver a la alta deportiva.

todas edades. Pero según la edad, observamos cierta prevalencia de unas sobre otras. En niños se observen con mayor frecuencia fracturas de clavículas. Esas tienen como mecanismo de lesión principal la caída con traumatismo. Se explica por la fortaleza de los tendones y ligamentos comparado a la placa epifisaria en edades tempranas. En los adultos jóvenes, que presentan la población con mayor práctica de deportes, se registra una mayor incidencia de trastornos de la articulación acromioclavicular y luxaciones. En la mediana edad, patologías subacromial y del manguito rotador predominan. Por fin en las mujeres de edad avanzada se incrementan las fracturas osteoporóticas de la parte proximal del humero (Bahr, Mæhlum, & Bolic, 2007). Existen diferencias según el género. En general, las mujeres presentan mayor número de esguinces y dislocaciones, y los desgarros y fracturas son más comunes en los hombres. En un estudio de Chandy & Grana (1985)⁴³, las mujeres presentaron mayor incidencia de lesiones de la rodilla y en los hombres predominaron las del hombro. Sin embargo estudios de Sallis, Jones, Sunshine, Smith, & Simon (2001)⁴⁴, evidencian que mujeres nadadoras y waterpolistas, sufren más dolores a nivel del hombro que sus equivalentes masculinos. Además, estudios de Klein, et al. (2014)⁴⁵, muestran que la resonancia magnética del hombro de jugadores de waterpolo de elite no tienen los hallazgos típicos de hombro de nadador o de lanzador sino un patrón de alteración mecánica específico al waterpolo comprometiendo con mayor frecuencia los tendones del Subescapular y del Infraespinoso. Entonces se puede concluir que las lesiones son muy características de un deporte, y de una determinada población o grupo de estudio⁴⁶. Existen factores de riesgo que predisponen a lesiones deportivas, los cuales se dividen en dos categorías principales: internos (o intrínsecos), relacionados con el atleta, y externos (o extrínsecos), relacionados con el ambiente. Sólo se han identificado unos pocos de los factores de riesgo. Emery y Meeuwisse (2005), clasifican los factores internos de riesgo como predisponentes, que actúan desde el interior, y que pueden ser necesarios, pero no

⁴³ Chandy y Grana (1985) explican las diferencias de lesiones que ocurren entre géneros.

⁴⁴ Sallis, Jones, Sunshine, Smith, & Simon (2001) hicieron un estudio que abarca siete deportes diferentes con el objetivo de encontrar factores de lesiones específicos a cada deporte y cada género.

⁴⁵ Klein, et al. (2014), compararon los hallazgos de las resonancias magnéticas en jugadores semiprofesionales de waterpolo con las lesiones esperadas con un deporte que combina lanzamiento y natación para encontrar un patrón común de lesiones en los waterpolistas.

⁴⁶ Aquí se entiende por población o grupo de estudio, deportistas de elite, mujeres/hombres, juveniles etc.

suficientes para producir un daño. Los Factores intrínsecos son la edad, el género, la composición corporal, el estado de salud, el acondicionamiento físico, factores hormonales, factores nutricionales, tóxicos⁴⁷, enfermedades metabólicas, farmacológicos, la técnica deportiva, el alineamiento corporal⁴⁸, la coordinación y el estado mental. Los factores extrínsecos son: el régimen de entrenamiento, los equipamientos para la práctica deportiva y para la protección, las características del campo de práctica o de competición, los factores humanos⁴⁹, y los factores ambientales. Cada deporte tiene sus lesiones específicas, López

Sánchez & López Sánchez (2014)⁵⁰, afirman que las lesiones más comunes en el waterpolo se localizan en la parte superior del cuerpo, a nivel de la cabeza⁵¹ y de la extremidad superior⁵². Entre las causas más frecuentes⁵³ se observan: deporte de mucho contacto, mala higiene individual y de la piscina, factores constitucionales, mal sistema de entrenamiento, centros de infección, transgresiones de los reglamentos del waterpolo, sobreuso⁵⁴, supinación muy forzada que el waterpolista da al antebrazo al recoger la pelota del agua para tirar a gol o

Imagen N° 5: Situación de juego con potencial de lesión de cara.



Fuente: Elaboración propia.

hacer un pase largo, y factores imprevistos. Las lesiones a nivel de la cabeza son de origen traumáticas, en general por contacto con el jugador contrario. Según Franić, Ivković, & Rudić (2007)⁵⁵, la lesión más común es un corte facial, y especialmente en la zona supraorbital (Imagen N°5)⁵⁶. Un golpe directo de un oponente tiene suficiente fuerza para fracturar los huesos de la cara⁵⁷. Las fracturas de los huesos de la cara representan fracturas serias que

⁴⁷ Tabaco o alcohol disminuyen la capacidad de concentración y altera la mineralización ósea.

⁴⁸ Alguna condición congénita como un pie plano puede predisponer a una lesión.

⁴⁹ Presiones de los padres, entrenadores y sociedad.

⁵⁰ López Sánchez & López Sánchez (2014), hicieron en una revisión de la literatura científica relacionada con las lesiones en waterpolo y presentaron las regiones del cuerpo más afectadas, sus causas y el tratamiento a seguir.

⁵¹ Lesiones orofaciales, dentales y oculares.

⁵² Hombro, codo, mano y dedos.

⁵³ Varias causas de lesión expuestas por López Sánchez & López Sánchez (2014), se repiten en los factores intrínsecos y extrínsecos mencionados por Osorio Ciro, Clavijo Rodríguez, Arango V, Patiño Giraldo, & Gallego Ching (2007).

⁵⁴ Por microtraumatismos debidos a los movimientos de la natación y del mecanismo del lanzamiento.

⁵⁵ Franić, Ivković, & Rudić (2007) presentaron las lesiones más comunes en el waterpolo, cabe destacar que Ratko Rudić fue un gran jugador de la selección yugoslava ganando varias medallas tanto en los juegos olímpicos como en campeonatos mundiales, y como entrenador de las selecciones de Yugoslavia y luego de Italia logró varios títulos de campeón olímpico y del mundo.

⁵⁶ Los sujetos dieron su consentimiento para el uso de esta foto.

⁵⁷ Huesos de la mandíbula, nariz u orbita.

necesitan atención médica inmediata. Existen tres lesiones más comunes a nivel del ojo en el waterpolo: Lesión de la córnea⁵⁸, hifema⁵⁹ y más graves, fracturas de la órbita (Franić, Ivković, & Rudić, 2007). Un golpe de puño o un pelotazo comprimen el globo ocular y el contenido orbital, ese aumento de presión fractura el piso de la órbita por ser la parte más débil (Imagen N°6)⁶⁰. Un tratamiento adecuado es necesario, la consecuencia de tal fractura puede ser que el contenido de la órbita se hernie hacia abajo, o a través de la fractura. Según Bahr, Mæhlum, & Bolic (2007), la cirugía inmediata es la mejor opción cuando encontramos retracción del globo ocular llamado enoftalmo, globo ocular hacia abajo, denominado hipofthalmos, alteración de los movimientos oculares y visión doble. Se observan con mucha frecuencia fracturas dentales, Hersberger, Krastl, Kühl, & Filippi (2012)⁶¹, en su estudio relevaron una gran cantidad de lesiones dentales⁶² y presenta el waterpolo como un deporte de relativo gran riesgo para fracturas dentales⁶³. Otros daños a nivel de la cabeza son las que afectan el oído. Se diagnostican a menudo las otitis externas⁶⁴ típicas del nadador, y los traumas de tímpano por compresión (Imagen N°7)⁶⁵. Un golpe al nivel del oído, o una bofetada con la palma de la mano abierta produce un aumento

Imagen N° 6: Un golpe de codo en el rostro tiene suficiente fuerza para generar fractura.



Fuente: Elaboración propia.

Imagen N° 7: Un golpe en el oído puede causar lesión del tímpano.



Fuente: Elaboración propia.

⁵⁸ En general es causada por un rasguño de un oponente.

⁵⁹ Es la presencia de sangre en el área frontal (cámara anterior) del ojo. La sangre se acumula por detrás de la córnea y frente al iris. **Invalid source specified.**

⁶⁰ Los sujetos dieron su consentimiento para el uso de esta foto.

⁶¹ Hersberger, Krastl, Kühl, & Filippi (2012) presentan las principales lesiones a nivel de los dientes en waterpolistas de Suiza, los datos que relevados contradicen otros estudios sobre el porcentaje de deportistas habiendo sufrido lesiones dentales, esto se puede explicar porque la edad promedio de los entrevistados era casi de treinta años y el más viejo tenía sesenta y tres años. La mayor exposición a este deporte de contacto puede explicar las diferencias por grupos de edad y comparados o los otros estudios.

⁶² 87 jugadores en un total de 415 entrevistados (21%), han sufrido algún tipo de lesión dental.

⁶³ La "International Dental Federation" clasifica el waterpolo como un deporte de nivel de riesgo medio sin embargo los resultados de Hersberger, Krastl, Kühl, & Filippi (2012), sugieren que el waterpolo comporta un riesgo alto para fracturas dentales.

⁶⁴ No es una lesión, pero más una enfermedad pudiéndose evitar con buena higiene.

⁶⁵ Los sujetos dieron su consentimiento para el uso de esta foto.

peligroso de la presión en el conducto que puede perforar la membrana del tímpano dejando al deportista fuera del agua durante la fase de curación (Franić, Ivković, & Rudić, 2007). Entre las lesiones agudas a nivel del hombro más frecuentes por práctica del deporte, se encuentran fracturas de clavícula, las afecciones de la articulación acromioclavicular y las luxaciones anteriores de hombro (Bahr, Mæhlum, & Bolic, 2007). Las fracturas de clavícula se producen en general por caídas directas sobre el hombro o con el brazo extendido. La articulación acromioclavicular suele dañarse por caídas y se puede comprometer el disco interarticular, las superficies articulares o el ligamento coracoacromial. Pero ninguna de esas dos lesiones suele ocurrir en el waterpolo ya que las caídas en el agua no son posibles. En cambio, las luxaciones de hombro ocurren más a menudo, son por la mayoría anteriores (95%). La causa más común de luxación anterior es la caída sobre el brazo en extensión o la rotación externa forzada del brazo en abducción. En waterpolo, se observan luxaciones cuando el hombro del jugador es empujado hacia atrás en el momento del lanzamiento (Imagen N°8)⁶⁶, además,

Imagen N° 8: Situación de juego en la cual un jugador puede lesionarse el hombro.



Fuente: Elaboración propia.

los ligamentos glenohumerales anteriores están sometidos a un gran estrés en el momento del lanzamiento⁶⁷, en particular cuando los jugadores usan la técnica de lanzamiento “por encima de la cabeza” (Véase capítulo 1). Se observa una deformación del hombro, y el compromiso del plexo braquial puede tener consecuencias funcionales graves. Para el diagnóstico es necesario un control radiológico para observar la dirección del desplazamiento y para descartar fracturas debidas al traumatismo. Durante la luxación se pueden desprender el ligamento glenohumeral inferior y el rodete glenoideo con la capsula, esta lesión tiene como nombre lesión de Bankart. La luxación se puede acompañar de una fractura de la cavidad glenoidea anterior, un fragmento importante puede requerir una fijación quirúrgica. Al luxarse, la parte posterior de la cabeza humeral queda en contacto con el borde glenoideo, en todos los primeros episodios de luxación, esa posición provoca una fractura por compresión de la cabeza humeral. Tal fenómeno toma el nombre de lesión de Hill-Sachs. Según Franić, Ivković, & Rudić (2007), las alteraciones en el hombro en

⁶⁶ Los sujetos dieron su consentimiento para el uso de esta foto.

⁶⁷ Cuando el hombro se encuentra en rotación externa máxima y abducción horizontal se ejerce mucha fuerza sobre los ligamentos glenohumerales anteriores, esta fuerza puede sobrepasar las capacidades físicas de resistencia y elasticidad de los ligamentos provocando una luxación o subluxación.

waterpolistas son las siguientes: luxaciones⁶⁸ previamente descritas, hombro del nadador, lesión del manguito rotador, y SLAP⁶⁹. Según Mosler & Whiteley (2015)⁷⁰, las afecciones más comunes del waterpolistas son: las tendinopatías del tendón de la porción larga del Bíceps, Impingement posterosuperior⁷¹, inestabilidad multidireccional⁷², defectos osteocondrales. Salvando las luxaciones agudas, todas las anteriores son de índole crónico, o por uso excesivo. Aunque las luxaciones en waterpolo, pueden tener un componente de uso excesivo, los ligamentos glenohumerales están sometidos a un gran estrés de manera repetitiva pueden distenderse y facilitar una luxación o subluxación de la cabeza humeral en un momento de contacto durante el juego. Según Pérez, Sanfilippo, & Jivelekian (2015)⁷³, la patología del hombro representa más del 60 % de todas, y el 80% está relacionada por la práctica del estilo libre. En waterpolo los desplazamientos se realizan con el estilo libre por ser la forma de nado más rápida, su técnica es ligeramente modificada, la cabeza está afuera del agua para poder observar el juego y evitar golpes al rostro. En consecuencia es normal encontrar el trastorno del "hombro de nadador", tal termino refiere una triada: tendinitis del bíceps, bursitis subacromial, y tendinitis⁷⁴ del manguito rotador (Pérez, Sanfilippo, & Jivelekian, 2015). La afección aparece con una de las tres o todas juntas. Al realizar la brazada de crol, el atleta realiza una abducción mayor a 90° y una rotación interna del hombro, en esta posición se presiona el tendón del supraespinoso en el espacio subacromial. Realizar ese movimiento de manera repetida causa microtraumatismos, puede generar cambios degenerativos y causar bursitis subacromial, calcificaciones del tendón y microrroturas fibrilares (Pérez, Sanfilippo, & Jivelekian, 2015). Según Mosler & Whiteley (2015), la inestabilidad multidireccional comúnmente asociada al "hombro del nadador" puede complicar las lesiones típicas relacionadas a los deportes de lanzamiento. Cuando la capsula y los ligamentos están distendidos y que aparece fatiga del complejo muscular del manguito de los rotadores cuya función es mantener la cabeza humeral en la cavidad glenoidea, ya ni los músculos, ni los ligamentos impiden la cabeza humeral de comprimir las estructuras suprayacentes por acción del musculo deltoides, se inflama entonces el espacio

⁶⁸ Las luxaciones son lesiones agudas, pero predisponen a lesiones crónicas ya que la inestabilidad traumática del hombro es muy común en deportistas jóvenes activos que han sufrido un primer episodio de luxación.

⁶⁹ Superior Labrum Anterior and Posterior

⁷⁰ Mosler & Whiteley (2015), en su artículo, presentan la biomecánica específica de los gestos motores propios del waterpolo, y sus patrones de lesión según la parte del cuerpo afectada.

⁷¹ Giombini, Rossi, Petrone, & Dragoni, (1997), en su artículo exponen lesiones de impingement posterosuperior como causa de dolor en el hombro del jugador de waterpolo.

⁷² La inestabilidad multidireccional es asociada con el hombro del nadador y se caracteriza por un rango de movimiento de rotación externa aumentado en el brazo lanzador y aumento de rotación interna por el gesto motor requerido en natación.

⁷³ Pérez, Sanfilippo, & Jivelekian (2015) presentan las lesiones específicas de la natación, en particular el "hombro de nadador".

⁷⁴ En realidad, es un caso de tendinosis, por ser un proceso crónico de microtraumatismos repetidos.

subacromial y aparecen los síntomas de dolor por compresión secundaria. Así también puede producirse la denominada compresión o “impingement” interno cuando la articulación glenohumeral se encuentra en abducción y rotación externa máxima, la cabeza humeral se desliza hacia adelante e irrita la porción medial del tendón del supraespinoso contra la parte posterosuperior del rodete glenoideo; pudiendo originar lesiones del tendón o del rodete glenoideo. La lesión típica del hombro del nadador necesita un tratamiento largo con un plan de rehabilitación de veinte semanas mínimo, tras el cual si fallo el tratamiento el deportista será derivado para una resolución quirúrgica para retensar la capsula articular (Bahr, Mæhlum, & Bolic, 2007). El hombro hábil⁷⁵ del jugador de waterpolo tiene rangos de movimiento de rotación externa e interna aumentados, sin embargo, Witwer & Sauers (2006)⁷⁶ encontraron aumento de la rotación externa pero los valores goniométricos de la rotación interna eran iguales en el brazo lanzador como en el otro. McMaster, Long, & Caiozzo (1991)⁷⁷ observaron un desbalance de fuerza entre rotadores externos/internos y aductores/abductores en el brazo hábil, resultando en un aumento de la fuerza de rotación interna y en aducción. Ese cambio en la fuerza rotadora y aductora según McMaster, Long, & Caiozzo (1992) es debido a la actividad específica de la natación que enfatiza los movimientos de rotación interna y aducción. Es muy importante que se mantenga el equilibrio de fuerza entre rotadores internos y externos, un desbalance crea inestabilidad y posibles lesiones. Sin determinar si la debilidad muscular es la causa o el efecto de la inestabilidad, Edouard, et al. (2011)⁷⁸ afirman que la debilidad de la rotación externa e interna es asociada a la inestabilidad anterior del hombro y que la diferencia de fuerza entre los dos brazos depende de la lateralidad de la persona. En la lesión SLAP⁷⁹, el tendón del bíceps desgarrar el rodete glenoideo. El mecanismo típico de la lesión es una caída sobre el brazo extendido, en este caso, identificamos el mecanismo de lesión como una tensión repetida en movimientos de lanzamiento por encima de la cabeza en el caso de los jugadores de campo o por el caso de los arqueros con la contracción excéntrica del bíceps, en el momento de bloquear una pelota. Se confirma mediante una resonancia magnética o con una artroscopia para más certeza (Bahr, Mæhlum, & Bolic, 2007). Si no se desgarrar el rodete glenoideo la estructura que se daña es el tendón del bíceps, provocando

⁷⁵ Comparado al brazo débil, el que no lanza la pelota.

⁷⁶ Witwer & Sauers (2006) estudiaron dos grupos de waterpolistas de edad joven (19.9 ±1.1 años) recolectando datos de rotación del omoplato, movimientos pasivos aislados de rotación interna y externa de la articulación glenohumeral, y rigidez posterior del hombro.

⁷⁷ McMaster, Long, & Caiozzo (1991) estudiaron la fuerza isokinética en los rotadores internos y externos y aductores y abductores de hombro en una población de waterpolistas y un grupo control para evidenciar cambios inducidos por la práctica del waterpolo.

⁷⁸ Edouard, et al. (2011) analizaron la asociación entre la fuerza isokinética de los rotadores internos y externos y la inestabilidad de la articulación glenohumeral en pacientes con inestabilidad anterior crónica.

⁷⁹ SLAP: lesión superior del labrum en sentido antero posterior.

tendinopatías de diferentes grados. Tainha & Pascoal (2005)⁸⁰ afirman que el gesto motor en waterpolo combina aducción y rotación interna del hombro en una posición elevada del brazo, este patrón causa retracción de la capsula y ligamentos anteriores del hombro; los resultados de los test clínicos activos de hombro, comparado a una población de control ponen en evidencia una reducción de la rotación externa y de la abducción horizontal, y un aumento de la protracción de la escapula. Se explican estos resultados por la falta de apoyo en el suelo, al tener una cadena cinemática casi abierta⁸¹, el tórax y la escapula no presentan una base sólida para los movimientos del humero, sino que son elementos móviles de la cadena cinemática que conecta el brazo al tronco. Tainha & Pascoal (2005) señalan que el aumento de movimiento de la rotación del omoplato durante la rotación externa máxima y abducción horizontal máxima del hombro puede ser una causa del impingement en el hombro. Según Giombini, Rossi, Pettrone, & Dragoni (1997)⁸², aunque el dolor en el hombro de los deportistas lanzadores puede ser multifactoriales, su estudio demuestra que el "impingement" posterosuperior del rodete glenoideo puede ser la principal causa de dolor en los waterpolistas. El impingement o pinzamiento de las fibras internas de los músculos del manguito rotador y del rodete glenoideo en su parte posterosuperior entre el troquíter y el borde posterosuperior de la cavidad glenoidea ocurre durante la fase de elevación del lanzamiento⁸³; la posición de máximo dolor fue referida alrededor de 130° de abducción y rotación externa y reproduciendo el gesto de lanzamiento. La investigación de las resonancias demostró en todos los casos cambios estructurales de la articulación, daños posterosuperior de labrum, y en cinco casos, observaron defectos osteocondrales en la parte posterior de la cabeza del humero. Las resonancias en abducción completa y rotación externa evidenciaron un pinzamiento del labrum entre el tendón del supraespinoso y el borde glenoideo posterosuperior. Estos hallazgos fueron confirmados por la artroscopia. El manguito rotador era parcialmente desgarrado a nivel del supraespinoso en todos los casos y en algunos casos asociado a un daño profundo del Infraespinoso. Durante los test clínicos, el dolor disminuía de manera significativa cuando se le aplicaban una fuerza posterior, tal fuerza permite al tendón del supraespinoso pasar por encima del rodete glenoideo sin realizar presión sobre él. La causa del dolor es entonces el pinzamiento posterosuperior de rodete glenoideo. A pesar de no ser el padecimiento más común en el waterpolo, se

⁸⁰ Tainha & Pascoal (2005) analizaron los movimientos de rotación externa y abducción horizontal del hombro en posición elevada, en cinco mujeres waterpolistas y cinco mujeres no jugadoras, pidiéndoles realizar el movimiento de manera activa, llevando el brazo a la posición máxima.

⁸¹ El agua no proporciona una base firme para realizar los movimientos.

⁸² Giombini, Rossi, Pettrone, & Dragoni (1997) en un estudio a once jugadores de la selección nacional italiana (7 hombres y 4 mujeres) refiriendo dolor en el momento del lanzamiento en la fase de elevación. Se les realizó una resonancia magnética y una artroscopia pidiéndoles llevar el hombro en el momento de máximo dolor.

⁸³ La fase de elevación ocurre entre la preparación y cuando el brazo empieza a generar aceleración angular en rotación interna. Véase Capítulo 1.

observan alteraciones en codos, muñeca y manos, columna, y miembros inferiores. Los arqueros son más sujetos a sufrir de los codos, Rod, et al. (2013)⁸⁴ defiende la hipótesis que las lesiones por impacto en el codo de los arqueros no son dadas solamente por el golpe de la pelota al bloquearla con el codo en hiperextensión como descrito en hándbol sino que se

asocia con el valgo repetitivo del codo que hace impactar la cabeza proximal del radio contra el capitulum del humero, provocando osteocondritis disecantes del capitulum (Imagen N°9)⁸⁵. Según Karantanas (2011)⁸⁶, el codo, en lanzadores, se ve afectado por: lesiones del ligamento colateral cubital, síndrome de sobrecarga en valgo y extensión en atletas con osteofitos o pinzamiento posteromedial y osteocondritis disecante⁸⁷. La capsula anterior y el ligamento colateral cubital suelen dañarse de manera aguda, por

Imagen N° 9: Extensión completa y valgo repetitivo de codo producen lesiones en los arqueros.



Fuente: Elaboración propia.

bloquear la pelota, tanto en arqueros como en jugadores de campo (Mosler & Whiteley, 2015). Cain, Dugas, Wolf, & Andrews (2003)⁸⁸, refieren las mismas afecciones y les agregan neuritis del nervio cubital, tendinitis, esguinces y desgarros de los flexores y pronadores, apofisitis medial epicondilar, fracturas por estrés del olecranon, y cuerpos libres. Los dolores de codo en lanzadores son el resultado de las fuerzas aplicadas al codo durante el lanzamiento. Se generan fuerzas de, tensión en las estructuras mediales, compresiones laterales y cizallamiento posterior. El haz anterior del ligamento colateral cubital es el primer límite para las fuerzas valguizantes y muchas de las lesiones del codo nacen de la insuficiencia de este ligamento. Las alteraciones muñeca y mano también son comunes, según Franić, Ivković, & Rudić (2007), se identifican dos anomalías por sobreuso con mayor prevalencia, síndrome de “de Quervain” y la tendinitis del extensor cubital del carpo, y de origen traumáticas se observan a menudo luxaciones⁸⁹, esguinces de las articulaciones

⁸⁴ Rod, et al. (2013) reportaron dos casos de lesión aguda por hiperextensión y valgo de codo, no pudieron asociarlos con la osteocondritis disecante, sin embargo, el caso que tuvo que seguir con la actividad, a pesar de los síntomas, derivó en osteocondritis disecante.

⁸⁵ El sujeto dio su consentimiento para el uso de esta foto.

⁸⁶ Karantanas (2011) en su libro presenta las lesiones comunes en niños y adolescentes, dedicando un capítulo completo a las lesiones en los deportes de agua.

⁸⁷ Karantanas (2011) clasifica las lesiones de codo de esa manera, sin embargo, Rod, et al. (2013) presenta la osteocondritis disecante como secuela de impingement posteromedial no curado.

⁸⁸ Cain, Dugas, Wolf, & Andrews (2003) hicieron una revisión bibliográfica sobre las lesiones de codo en lanzadores describiendo en cada lesión, su diagnóstico y los tratamientos posibles.

⁸⁹ Las luxaciones ocurren en general cuando el jugador recibe un pase, trata de bloquear un lanzamiento o directamente por contacto con el adversario; el mecanismo de lesión es por hipertensión de la articulación interfalángica proximal.

interfalángicas y metacarpofalángicas (Imagen N°10)⁹⁰, así también fracturas de las falanges y metacarpos. Según Mosler & Whiteley (2015), las muñecas pueden sufrir de lesión aguda del fibrocartílago triangular⁹¹, o de los ligamentos carpianos; los dedos y pulgar suelen padecer esguinces cuando quedan atrapados en la malla de un adversario. Según el estudio de Mutoh, Takamoto, & Miyashi (1988)⁹², la región del cuerpo más comprometida por procesos crónicos en waterpolo es la zona lumbar, luego las rodillas, sigue el hombro, y por fin cuello, tobillo, codo, oído, muñeca y dedos en una incidencia similar. Franić, Ivković, & Rudić (2007), afirman que es muy difícil determinar la causa exacta de trastornos a nivel de la columna, la rotación repetitiva de la columna cervical puede causar torticolis agudos, una aceleración o desaceleración brusca o un golpe directo puede causar radiculopatía cervical, pero el dolor más común es el dolor lumbar, dado por la cantidad de rotaciones del tronco que implica ese deporte, tanto cuando el deportista pasa la pelota o en los lanzamientos, como durante las fases de desplazamiento y contacto. Las cargas repetidas en deportes de contacto, las contracciones musculares repentinas e intensas, y las hiperextensiones y torsiones son mecanismos muy comunes de lesión de la espalda (Bahr, Mæhlum, & Bolic, 2007). Los miembros inferiores producen un trabajo muy fuerte para mantener el cuerpo a flote (Imagen N°11)⁹³, generar una base más estable posible para los lanzamientos, y desplazamientos verticales. Según Franić, Ivković, & Rudić (2007), las dolencias más comunes de miembros inferiores son: la

Imagen N° 10: Un bloqueo de un pase o tiro puede generar luxaciones de las articulaciones de los dedos



Fuente: Elaboración propia

Imagen N° 11: La patada alternada del waterpolo genera estrés sobre el compartimiento interno de la rodilla.



Fuente: Elaboración propia.

⁹⁰ Los sujetos dieron su consentimiento para el uso de esta foto.

⁹¹ El fibrocartílago triangular de la muñeca es el principal componente estabilizador de la articulación radio cubital distal.

⁹² Mutoh, Takamoto, & Miyashi (1988) en un análisis estadística, presentaron las lesiones crónicas más frecuentes en deportistas de elite en las cuatro disciplinas de piletas, el waterpolo, el nado sincronizado, la natación deportiva, y el salto ornamental

⁹³ El sujeto dio su consentimiento para el uso de esta foto.

pubalgia⁹⁴, distensiones, contracturas o desgarros de aductores, y las lesiones de rodillas en su compartimiento medial por uso excesivo de la patada alternada. Según Mosler & Whiteley (2015), una disminución del rango de movimiento en la cadera en abducción y rotación interna y una debilidad de los abductores de cadera genera un exceso de valgo en la rodilla provocando dolor interno en esa. Karantanas (2011) apoya este pensamiento afirmando que la rotación de la rodilla con compresión de la parte medial de la articulación causa cambios degenerativos. El dolor a lo largo, en el origen o la inserción del ligamento colateral medial es típicamente una lesión por sobreuso de la patada alternada. Frente a un deporte tal como el waterpolo, con grandes componentes de movimientos repetitivos por encima de la cabeza, de lanzamiento, y de contacto, se debe actuar de dos formas: tratar y prevenir. Muchas lesiones pueden ser evitadas aplicando medidas de prevención y el tratamiento basado en un buen diagnóstico es imprescindible para un retorno rápido del deportista a la actividad, y competencia. En la carrera a los resultados, muchas veces, la integridad de los deportistas es menospreciada. El deporte es salud, pero en exceso y mal practicado es causante de lesiones, sin embargo, los bienes conseguidos por el deporte, en nuestra sociedad donde el sedentarismo y la obesidad son preocupantemente prevalentes, superan ampliamente las lesiones que puedan ocurrir. Según Bahr, Mæhlum, & Bolic (2007), ante el daño de un tejido, el organismo responde con una secuencia previsible, y el proceso de curación consta con tres fases: Primero la “fase de respuesta inflamatoria”, donde arranca una cadena inflamatoria, la cual es necesaria para la curación de los tejidos, sin embargo, se tiene que controlar para reducir los daños al nivel tisular y poder rehabilitar la lesión de manera óptima. En la fase de respuesta inflamatoria las células que han sufrido la lesión liberan mediadores químicos, histamina y bradiquinina, que alteran la permeabilidad capilar y el tono vascular. Se produce una vasoconstricción 10 a 15 minutos luego de la lesión, y luego vasodilatación por 24 a 48 horas. Paralelamente se produce un tapón fibroso, producto de la agregación plaquetaria y conversión de fibrinógeno en fibrina, que obstruye el suministro de sangre a la zona lesionada. Este proceso dura aproximadamente 48 horas (Prentice, 2001). Luego aparece la “fase de reparación fibroblástica”, donde comienza la reparación del tejido dañado por tejido cicatrizal Zachazewski, Magee, & Quillen (1996). Se invade la lesión por fibroblastos produciendo colágeno que se ubica de manera desordenada. La reparación es el remplazo del tejido dañado por tejido cicatrizal y la regeneración es el remplazo por nuevo tejido con las mismas funciones que el tejido original. La rehabilitación tiene como objetivo promover la regeneración a lo máximo frente a la

⁹⁴ Las pubalgias involucran los músculos aductores, psoas iliaco y los abdominales. Existe un desbalance en la fuerza de estos músculos (en general debilidad de los abdominales) que se repercute en sus inserciones al nivel de la sínfisis pubiana, se producen fuerzas de cizallamiento y producen entesitis de los tendones involucrados

reparación para conseguir un tejido lo más funcional posible. En todos los tejidos se produce una carrera entre la reparación y la regeneración; esta carrera es invariablemente ganada por la reparación, aunque realizando los tratamientos adecuados (movilización vs. reposos, modalidades fisioterápicas, etc.), podemos aumentar la calidad del proceso de regeneración y a veces hacer que este gane la carrera, siempre teniendo presente que ambos tejidos, cicatrizal y original, están presentes en la cicatriz formada (Rodríguez García, 2009). Se termina el proceso de curación con la “fase de Maduración/Remodelación”, cuando la cicatriz del tejido lesionado completa la fase proliferativa, el tejido resultante se provee de una gran cantidad de colágeno orientado azarosamente sobre la cicatriz, se produce entonces una reorganización de las fibras de colágeno orientándose según las líneas de tracción y fuerza a las que ese tejido es sometido, produciéndose así una cicatriz más funcional (Prentice, 2001). En principio esta cicatriz es más fuerte que el tejido original, aunque luego irá acomodándose a las características funcionales del tejido lesionado (Quillen y col., 1996). La rehabilitación funcional tiene entonces todo su interés en este momento para conseguir reorganizar el tejido hacia un tejido lo más funcional posible y evitar problemas lesión recidivante debido a una cicatriz hipertrófica y adherencias. Considerando estos pasos clásicos del proceso de curación, se debe aplicar, inmediatamente y por las 48 a 72 horas siguientes al daño tisular, el tratamiento PRICE (Protección, Reposo deportivo, hielo en inglés: “Ice”, Compresión, Elevación) (Prentice, 2001). Tal tratamiento tiene por objetivo controlar la inflamación, limitando el edema, el dolor y el daño mayor sobre unos tejidos ya lesionados. Luego de controlar la fase de inflamación, arranca la fase de rehabilitación, cual fase debe ser planificada en objetivos⁹⁵ para poder evaluar de forma periódica el avance del paciente y poder tener herramientas para dar de alta el deportista. Tendremos objetivos a corto y largo plazos según Prentice (2001), los objetivos a corto plazo empiezan ni bien se produce la lesión y consisten en evitar agravar la lesión y luego del diagnóstico en general consiste en aplicar las medidas PRICE, y a medida que transcurre el proceso de curación plantearemos objetivos a corto plazo realistas como recuperar y mantener los arcos articulares y la fuerza sin agravar la lesión. Los objetivos a largo plazos también se plantean ni bien el diagnóstico es establecido y se basan en las demandas específicas del deporte (Prentice, 2001), o de un trabajo para los no deportistas. Son necesarios para saber si el deportista puede volver a la práctica del deporte de competencia, y se evalúan al final de la rehabilitación. La mayoría de las lesiones de tipo agudas serán por traumatismo directo con otro jugador o con la pelota, o pueden ocurrir cuando la fuerza de contracción de un músculo durante un esfuerzo sobrepasa las capacidades mecánicas de los tejidos (músculos,

⁹⁵ No se habla de tiempo, carece de sentido pautar una rehabilitación por semana, por ejemplo, si la recuperación de los tejidos no se llevó a cabo, no se puede pasar a otro objetivo, ya que el tejido no estará preparado por mayores exigencias.

tendones) a absorber tal fuerza (Zachazewski, Magee, & Quillen, 1996). En este caso en el campo de juego mismo se hace una evaluación rápida de la gravedad de la lesión para descartar luxaciones o fracturas mayores, y si el deportista no precisa atención inmediata, se aplica el tratamiento PRICE inmediatamente y en general durante 48 a 72 horas porque el sangrado y el edema continuaran durante 48 horas siguiente a la lesión (Bahr, Mæhlum, & Bolic, 2007). Una vez el diagnóstico confirmado y pasada la fase de inflamación, comienzan las primeras medidas fisiokinesioterapéuticas. En las lesiones crónicas o por uso excesivo, el tratamiento es distinto, se basa en determinar los factores desencadenantes de la lesión, y se dividen en intrínsecos y extrínsecos. La eliminación de estos factores resulta en la mejoría y además el deportista tendrá que bajar la intensidad y carga que le impone a la estructura lesionada para una curación exitosa, la curación suele ser mucho más lenta que en las lesiones agudas. Los plazos a seguir para una rehabilitación exitosa varían según la gravedad de la lesión⁹⁶. Sin embargo, los pasos siguientes son comunes: Estado agudo, dura de pocos días a semanas, Estado de rehabilitación, dura de semanas a meses, Estado de entrenamiento, dura de semanas a meses. En el estado agudo, la prioridad es no empeorar la lesión, por lo tanto, se aplica el tratamiento PRICE y se disminuye la carga hasta por completo en las lesiones agudas, pero rara vez en las lesiones por uso excesivo. Todo dependerá de la lesión, su gravedad, y el deporte. Un waterpolista con lesión traumática de cara no podrá ni entrenar ni competir por las situaciones de contacto permanente, sin embargo, nada le impide mantener su estado físico haciendo entrenamientos de fuerza o aeróbico de manera individual con las medidas de protección necesaria. Para el control de la inflamación se puede acompañar el tratamiento kinesiológico con un tratamiento farmacológico con antiinflamatorios no esteroideos, según el criterio del médico (Bahr, Mæhlum, & Bolic, 2007). En la fase de rehabilitación, se prepara el deportista para que pueda arrancar la fase de entrenamiento de manera normal, hay que asegurarle: Amplitud de movimiento normal, Fuerza normal, Función neuromuscular normal, Capacidad aeróbica normal. El criterio del dolor acompañara el tratamiento sobre todo en el principio del tratamiento, si el deportista refiere un dolor y tumefacción, la carga de entrenamiento debe ser reducida y volver a niveles de dolor tolerable. Una vez completados estos cuatro objetivos, se puede pensar que el paciente se rehabilitó, sin embargo, en el caso de los deportistas, las exigencias del deporte de competencia son muy altas (Bahr, Mæhlum, & Bolic, 2007). En la fase de entrenamiento, el deportista está en transición entre la rehabilitación y la competencia, una etapa crítica en la cual el riesgo de nueva lesión es muy alto (Bahr, Mæhlum, & Bolic, 2007), un plan de entrenamiento con intensidades crecientes que lo llevan lo más cerca posibles de las condiciones de competencia es entonces

⁹⁶ Un desgarro de tipo 1 o de tipo 3 no se tratan de la misma manera y los plazos cambian considerablemente.

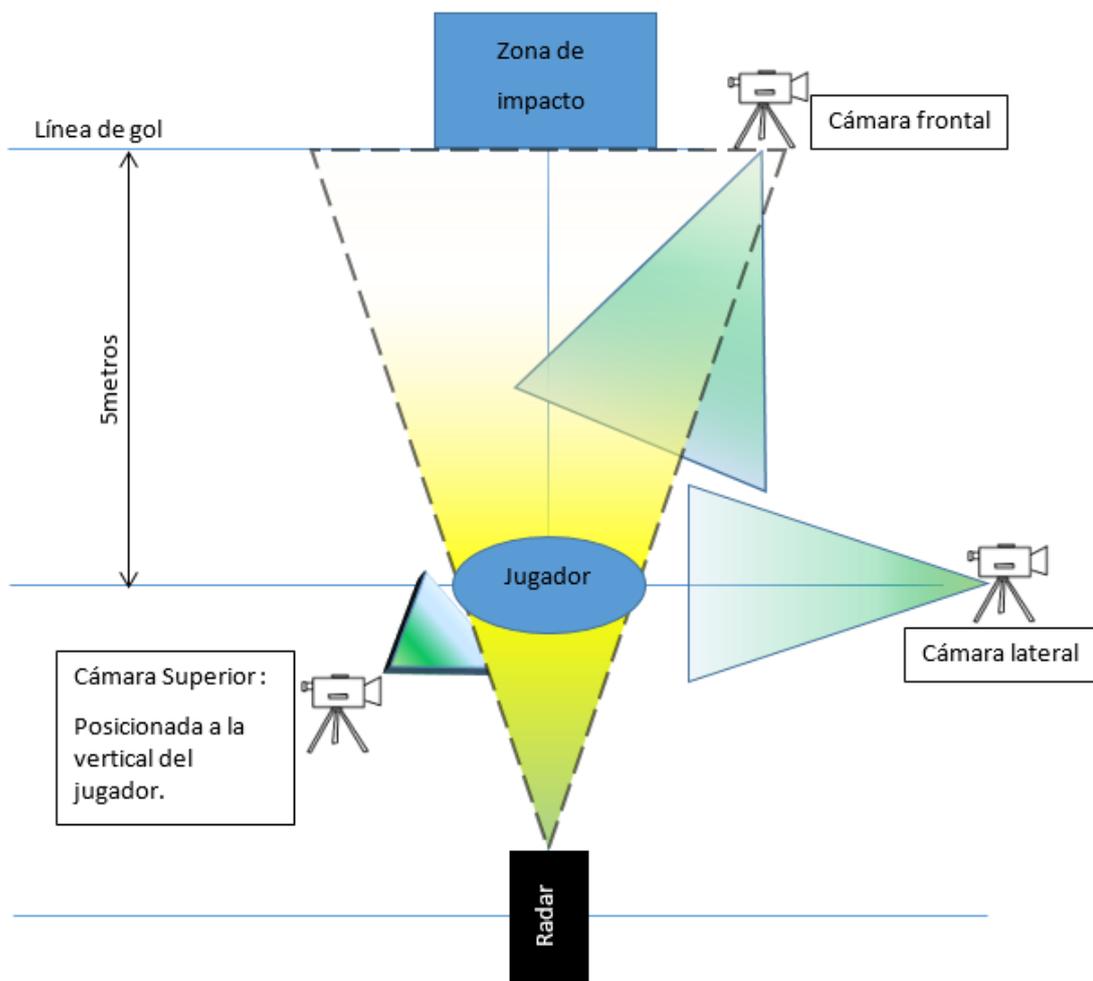
adecuado. Actividades funcionales específicas del deporte y a veces de un gesto motor particular deben ser planeadas para que el deportista vuelva a la competencia con cada estructura de su cuerpo como los músculos, tendones, huesos o ligamentos, preparadas para aguantar y absorber las fuerzas y estrés que generan la competencia. Luego de rehabilitarse por completo el deportista volverá a la competencia y a su actividad normal, con pautas preventivas, para evitar futuras lesiones. Dicha prevención debería existir anteriormente a la lesión y ser integrada desde la edad más joven para que se convierte en un hábito. La prevención de las lesiones, frecuentemente obviadas, debería ser una prioridad para los entrenadores para evitar futuras lesiones, y lesiones recidivantes. Desgraciadamente, muchos agentes del deporte no conocen suficientemente la biomecánica normal del cuerpo y el rango máximo de movilidad de una articulación para asegurar su estabilidad, y en algunas ocasiones tampoco tienen en cuenta las adaptaciones generadas por los gestos motores específicos de cada deporte. La comunicación entre los kinesiólogos y el entrenador es entonces una gran ventaja a la hora de prevenir lesiones en los deportistas. Cada deporte es específico pero algunos principios generales se aplican a todos (Bahr, Mæhlum, & Bolic, 2007): Entrada en calor y elongación, Progresión adecuada del entrenamiento, Equipo protector (vendajes, Protectores bucales), Juego limpio, Exámenes físicos periódicos. A esos principios enunciados por Bahr y Maehlum podemos agregar algunos como: Planificación de los entrenamientos y del descanso, teniendo en cuenta que muchas lesiones aparecen por sobreentrenamiento, conocer el desarrollo y crecimiento normal de los cartílagos en los niños según su edad para evitar lesiones o deformaciones, entrenamiento de fuerza específico para cada deporte para fortalecer las estructuras articulares que pueden sufrir inestabilidad, como es el caso del hombro en deportes de lanzamiento, corrección de aquellos factores que pudieran favorecer a una determinada patología, teniendo el entrenador o médico un gran papel en esta profilaxis; el árbitro y los jugadores contrarios pueden resolver otro porcentaje y las medidas epidemiológicas el resto (López Sánchez & López Sánchez, 2014). El objetivo de la prevención es poder practicar el deporte sin lesiones y evitar que un jugador quede sin competencia, o en el peor de los casos tener que abandonar la práctica de ese deporte, asimismo reducir los costos para la sociedad de futuros tratamientos costosos.

Materiales y método



Se desarrolló una investigación de tipo descriptiva, observacional, transversal. Los sujetos estudiados fueron 13, se ha realizado una selección de muestra no probabilística, por conveniencia, ya que se seleccionó la totalidad del plantel de un club de la ciudad de Mar del Plata, todos compitiendo en la liga nacional. Todos los deportistas y el cuerpo técnico fueron informados de las pruebas, y el riesgo posible de las mismas mediante un consentimiento informado. Las medidas antropométricas fueron tomadas según el protocolo de la sociedad internacional de antropometría (ISAK) y repetidas dos veces. Se evaluó la velocidad de lanzamiento. Para ello, se realizó una entrada en calor de quince minutos, incluyendo natación, movimiento de patadas alternadas y de pecho, pases y lanzamientos. Para relevar la velocidad de los lanzamientos, se usó un radar. Dicho radar fue posicionado detrás de los lanzadores, creando un eje Radar/Jugador/zona de impacto como se puede observar en la imagen n°12.

Imagen n°12: Ubicación del jugador, radar y cámaras durante las pruebas



Fuente: Elaboración propia.

Para la observación de la biomecánica se instalaron tres cámaras, una lateral, una superior (fijada en la plataforma de salto ornamental a la vertical del jugador) y una de frente (desplazada lateralmente de un metro para evitar los impactos de las pelotas durante las pruebas) como lo indica la figura n° 12. La pelota oficial usada fue la misma para todos los lanzamientos. Se les pidió a los deportistas un lanzamiento con máxima intensidad a una distancia de cinco metros de la zona de impacto, correspondiente a la distancia a la cual se realiza un lanzamiento de penal en un partido. Se realizó una ronda en la cual, cada jugador realizó un lanzamiento de máxima intensidad en el orden que se le otorgó, del 1 al 13. Con el objetivo de incentivar los waterpolistas, se comunicaba la velocidad de lanzamiento a cada prueba. De esta forma se realizaron tres rondas de lanzamientos, dejando tiempo suficiente para el total descanso (por ejemplo, para el jugador n°1, el descanso fue igual al tiempo que los otros 12 realicen su lanzamiento, más tres minutos al fin de cada ronda). Fue retenido el lanzamiento más veloz para cada jugador, asociándolo a su video, para el análisis de la biomecánica del gesto motor, mediante el un software gratis de análisis. Los datos fueron almacenados en una base de datos y analizados. Se usaron los test de asimetría y curtosis para determinar la normalidad de las distribuciones en los grupos de datos. Cuando la distribución era normal se usaron los coeficientes de correlaciones de Pearson y prueba t de student o test-T para determinar las posibles relaciones entre variables, en el caso contrario se utilizaron test no paramétricos, ya que la distribución anormal no permite usar los test de student. Dado el tamaño reducido de la muestra, se fijó la significación estadística para $p < 0,1$.

Criterios de Inclusión:

Waterpolistas del equipo de un club donde compiten en la liga nacional.

Criterios de Exclusión:

Deportistas que hayan realizado otra actividad física en las 24horas precedente las pruebas de investigación.

Deportistas menores de 15 años y mayores de 40 años.

Deportistas de sexo femenino.

Unidad de análisis: Cada uno de los Waterpolistas del Club.

Muestra: No probabilística por conveniencia. 13 waterpolistas varones.

Técnicas de recolección de datos e instrumentos:

- Encuesta cara a cara.
- Filmación del gesto motor de lanzamiento
- Software de análisis biomecánica
- Medición de la velocidad de la pelota con radar
- Cinta medidora para datos antropométricos.

Variables:

I. Rotación de la línea interacromial.

Definición conceptual:

Rotación de la línea interacromial durante el tiro, en waterpolista.

Definición operacional:

Se medirá la rotación de la línea interacromial en el momento del gesto motor, en waterpolistas del equipo de un club donde compiten en la liga nacional, usando un software de análisis de movimiento. Se fijará reparos anatómicos y se medirá en los videos el ángulo de rotación. El estado 1 corresponde a la máxima rotación hacia atrás, alejando la línea interacromial de la horizontal, paralela al plano del arco. El estado 2 corresponde a la posición en la cual el deportista suelta la pelota y el estado 3, final, corresponde a la posición de máxima rotación hacia adelante.

II. Velocidad transmitida a la pelota

Definición conceptual:

Velocidad máxima que el jugador puede transmitir a la pelota con un lanzamiento.

Definición operacional:

Se registrará la velocidad transmitida a la pelota durante el gesto motor en waterpolistas del equipo de un club donde compiten en la liga nacional, usando como instrumento un radar de velocidad.

III. Datos antropométricos

Definición conceptual:

Datos antropométricos de los waterpolistas, incluyendo peso, altura, envergadura, y perímetros de los segmentos del antebrazo y brazo.

Definición operacional:

Datos antropométricos de los waterpolistas del equipo de un club donde compiten en la liga nacional, usaremos como instrumento una cinta medidora, y una balanza, repitiendo cada medición dos veces.

IV. Cantidad de entrenamientos

Definición conceptual:

El tiempo semanal que dedica al entrenamiento de waterpolo.

Definición operacional:

Cantidad de entrenamientos semanales en medio acuático, en waterpolistas del equipo de un club donde compiten en la liga nacional, el registro de los datos se realizará mediante una entrevista personal. Los resultados serán cuantificados en horas.

V. Gimnasio y trabajo de campo

Definición conceptual:

Practica del gimnasio de sobrecarga como complemento de entrenamiento y otras actividades físicas diferentes al waterpolo.

Definición operacional:

Cantidad de entrenamientos semanales incluyendo gimnasio y otras actividades físicas programadas, en waterpolistas del equipo de un club donde compiten en la liga nacional, el registro de los datos se realizará mediante una entrevista personal. Los resultados serán cuantificados en horas.

VI. Posición de juego

Definición conceptual:

Posición de los waterpolistas en el campo de juego.

Definición operacional:

Posición en el campo de juego en waterpolistas del equipo de un club donde compiten en la liga nacional, el registro de los datos se realizará mediante una entrevista personal. Los resultados serán clasificados como: Arquero, boya, central, externo, lateral.

VII. Edad

Definición conceptual:

Edad de los waterpolistas al momento de la investigación.

Definición operacional:

Edad de los deportistas, en waterpolistas del equipo de un club donde compiten en la liga nacional, el registro de los datos se efectuará mediante una entrevista personal. Los resultados serán cuantificados intervalos de 5años de la manera siguiente:

VIII. Lateralidad

Definición conceptual:

Lateralidad de los waterpolistas.

Definición operacional:

Lateralidad de los waterpolistas del equipo de un club donde compiten en la liga nacional, el registro de los datos se realizará mediante una entrevista personal. Los resultados serán expresados de la manera siguiente:

- Diestro
- Zurdo
- Ambidextro

IX. Experiencia

Definición conceptual:

Experiencia de los waterpolistas al momento de la investigación.

Definición operacional:

Experiencia de los waterpolistas del equipo de un club donde compiten en la liga nacional, el registro de los datos se realizará mediante una entrevista personal. Los resultados serán expresados en años de práctica.

X. Lesiones

Definición conceptual:

Lesiones a nivel del miembro superior al momento de la investigación y previamente a la misma

Definición operacional:

Lesiones actuales y previas de los waterpolistas del equipo de un club donde compiten en la liga nacional, el registro de los datos se realizará mediante una entrevista personal, documentando la naturaleza y la fecha de tal lesión.

Consentimiento Informado:

La presente investigación indaga la relación entre la flexibilidad en el gesto motor y la velocidad transmitida a la pelota durante un lanzamiento, en waterpolistas del equipo de un club donde compiten en la liga nacional.

Esto no implica riesgo a su persona, ni le generara ningún tipo de molestar.

Usted tiene el derecho de participar o no.

Se le asegura la confidencialidad de los datos según lo indicado por ley, la investigación no tendrá un costo alguno ni se le pagará por participar.

Su participación es fundamental ya que permitirá incrementar el conocimiento que se tiene sobre esa temática, pudiéndose estos datos presentarse en la tesis y si fuera posible en alguna revista avalada por la comunidad científica o en algún congreso.

Yo DNI..... Acepto participar de la siguiente investigación habiendo sido informado por el presente consentimiento informado.

Firma Aclaración

Encuestas:**I. Datos de filiación:**

- Jugador número:
- Edad:

II. Datos de entrenamiento:

- Posición: Boya Arquero Central Externo Lateral
- Lateralidad del miembro superior: Derecho Izquierdo Ambos
- A) Entrenamientos en pileta: <2h 2 a 4h 4 a 6h 6 a 8h >8h
- B) Sobrecarga en gimnasio: 0h 0 a 2h 2 a 4h 4 a 6h >6h
- C) Trabajo de campo: 0h 0 a 2h 2 a 4h 4 a 6h >6h
- 1. Carga horaria total de entrenamiento (A+B+C):
- 2. Experiencia (años de práctica):
- 3. ¿Usted ha sufrido una lesión a nivel del hombro? Si No ¿Cual?
¿Cuando?
- ¿Fue por practica del waterpolo? Si No
- 4. ¿Usted ha practicado otro deporte? Si No ¿Cual? ¿Cuando?

III. Datos antropométricos:

- Altura:
- Peso:
- Envergadura:
- Perímetros: Brazo:cm Antebrazo:cm

A continuación, aparece la encuesta personal que se realizó a los 3 mejores resultados de las pruebas de velocidad de lanzamiento.

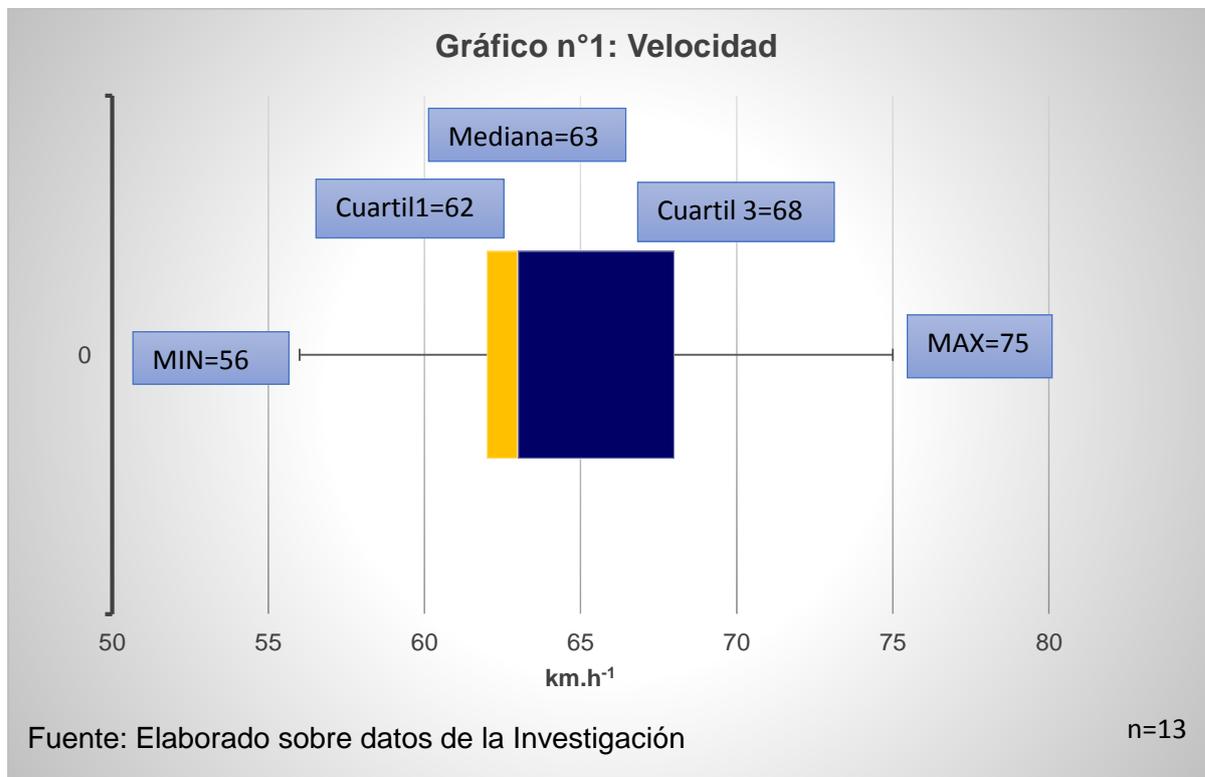
Consigna: Contestar a estas preguntas lo más sinceramente posible, cualquier duda preguntar. Son preguntas abiertas a propósito para dejar el sujeto su libre expresión y desarrollo. Pueden contestar por escrito o grabarse para más rapidez.

1. ¿Cómo cree usted que influyó la lesión de hombro en su desempeño como jugador y que estrategias implementa para evitar la recidiva?
2. ¿Cuáles son las preparaciones que realiza antes y después de entrenar y que valor le otorga a la elongación y por qué?
3. ¿Cuál es el rol del kinesiólogo en el entrenamiento de waterpolo para la prevención de las lesiones?
4. ¿Cuál fue el tratamiento que realizó y que limitaciones tuvo en su vida personal?
La última lesión, hice varias sesiones de kinesiólogía, hice sesiones de osteopatía. Ejercicios posturales para bajar el hombro para evitar que roce el tendón contra el hueso, y aparatos, magnetoterapia y ultrasonidos. Ninguna limitación muy grave una vez el tratamiento realizado
5. ¿Qué importancia le asigna usted a la velocidad de la pelota, cual es el riesgo de lesión y como evitarla?

ANALISIS DE RESULTADOS



Los valores descriptivos de las mediciones de velocidades se encuentran reflejados en el gráfico n°1.



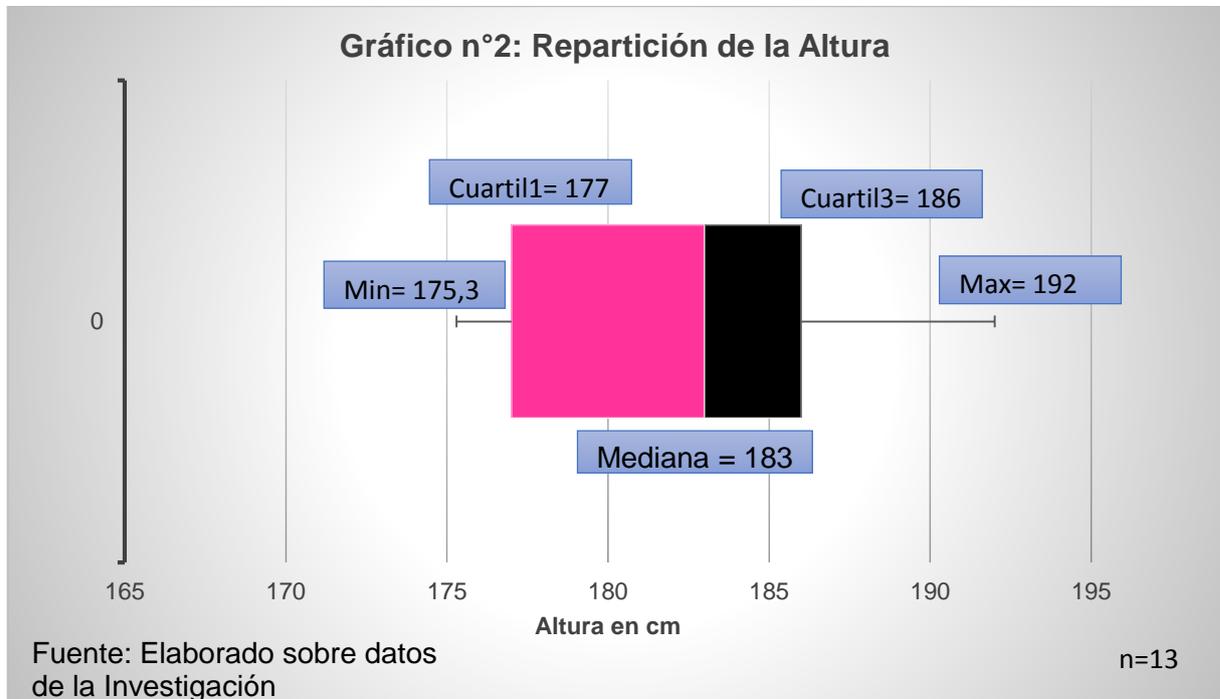
El diagrama de caja y bigotes del gráfico n°1 representa la velocidad de las pelotas distribuidas en la muestra. El lanzamiento más lento alcanzó 56 km.h⁻¹ y el más veloz 75 km.h⁻¹. El valor medio y la desviación estándar ($\bar{x} \pm sd$) de la velocidad para el total de la muestra fue de $64,38 \pm 5,52$ km.h⁻¹ (no representado en el gráfico). Con valor mínimo 56 km.h⁻¹ y máximo 75 km.h⁻¹. La repartición de los resultados es la siguiente: 25% de los sujetos lanzaron entre 56 y 62 km.h⁻¹, 25% entre 62 y 63 km.h⁻¹, otros 25% entre 63 y 68 km.h⁻¹, y el último 25% de la muestra entre 68 y 75 km.h⁻¹. Los valores medios y desviación estándar de los datos antropométricos se encuentran reflejados en la Tabla n°5

Tabla 5: Datos antropométricos.

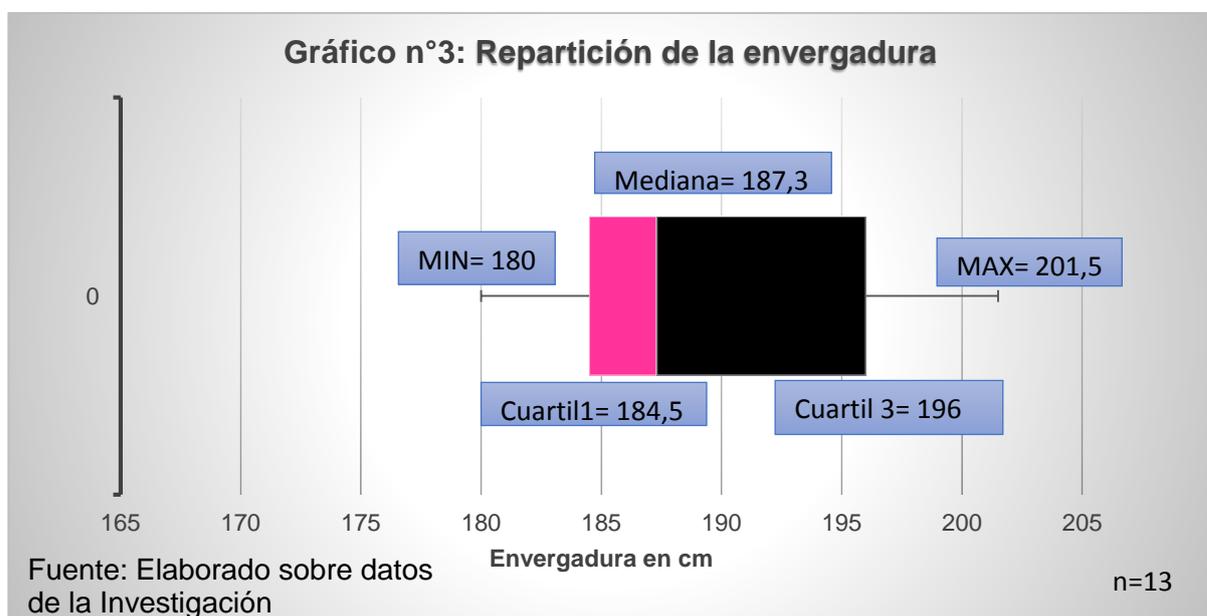
N	Altura (cm)	Envergadura (cm)	Peso (kg)	Perímetro Brazo Relajado (cm)	Perímetro Brazo Contraído (cm)	Perímetro Antebrazo (cm)
13	182,39±5,17	189,66±7,52	82,05±7,83	33,75±2,95	36,18±2,88	30,12±1,70

Fuente: Elaborado sobre datos de la investigación

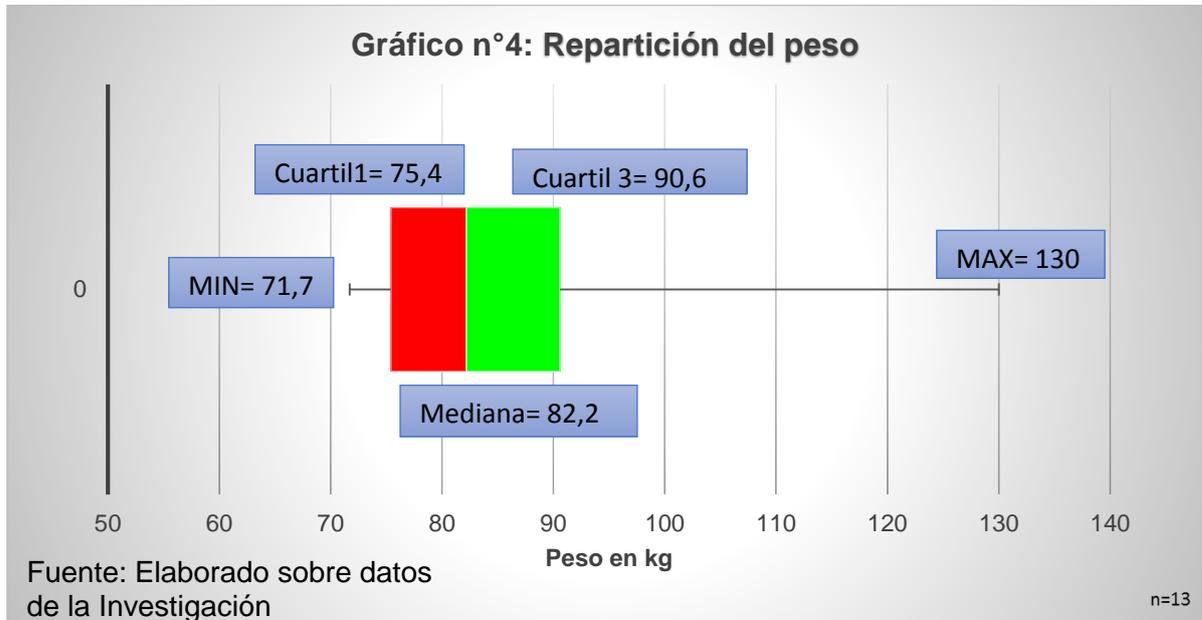
A continuación, en los gráficos 2, 3, 4, 5, 6 y 7, se presentan la repartición de los sujetos según los datos antropométricos.



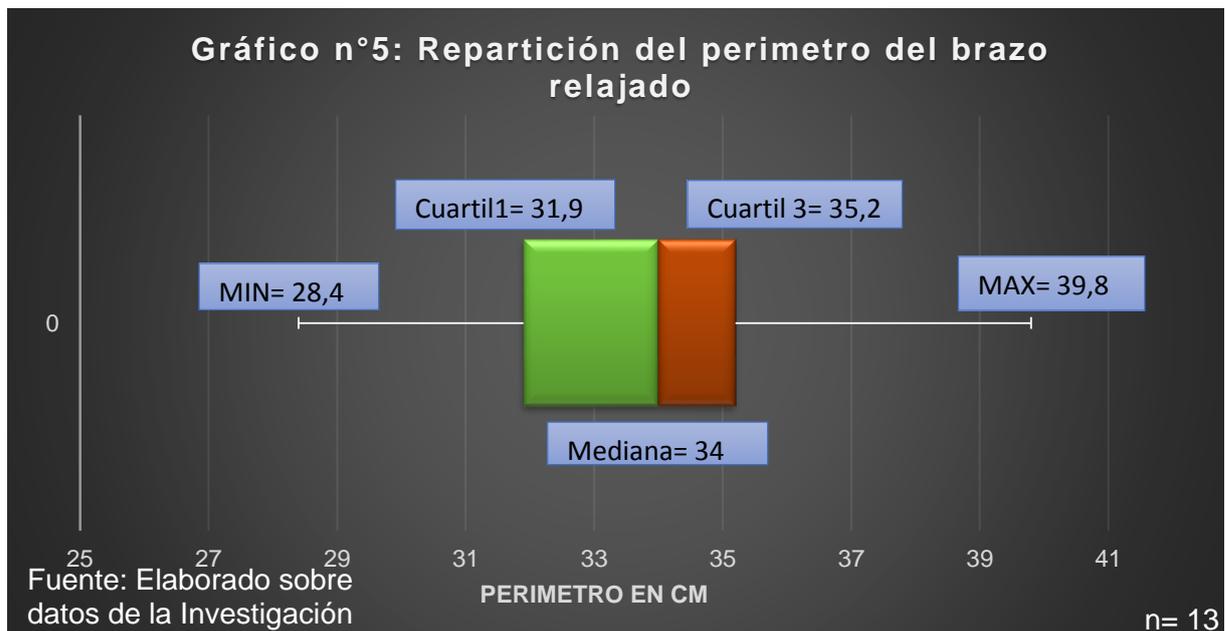
El diagrama de caja y bigotes del gráfico n°2 representa la repartición de la altura en la muestra. El valor del promedio y desviación estándar es $182,39 \pm 5,17$ y valor mínimo: 175,3 cm y máximo: 192cm. La repartición de los resultados es la siguiente: 25% de los sujetos miden entre 175,3 y 177 cm, 25% entre 177 y 183cm, otros 25% entre 183 y 186cm, y el ultimo 25% de la muestra entre 186 y 192cm.



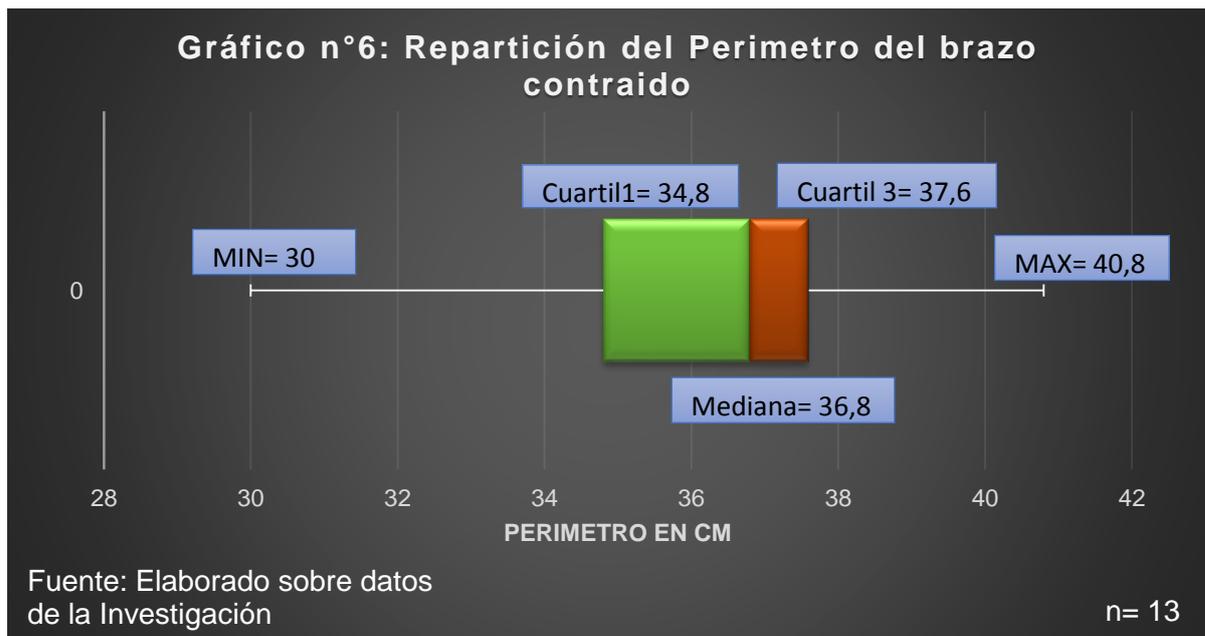
En el gráfico n°3 figura la repartición de la envergadura en la muestra. El promedio y la desviación estándar figuradas en la Tabla n°5 son de $189,66 \pm 7,52$ cm. Según este diagrama de caja y bigote, el valor mínimo es: 175,3 cm y máximo: 192cm. 25% de los sujetos tienen una envergadura de 180 a 184,5 cm, 25% entre 184,5 y 187,3cm, otros 25% entre 187,3 y 196cm, y el ultimo 25% de la muestra entre 196 y 201,5cm.



El gráfico n°4 indica la repartición del peso en la muestra. El promedio y la desviación estándar figuradas en la Tabla n°5 son de $82,05 \pm 7,83$ kg. El valor mínimo es: 71,7kg y máximo: 130kg. 25% de los sujetos pesan de 71,7 hasta 75,4kg, 25% de 75,4 hasta 82,2kg, otros 25% pesan entre 82,2 y 90,6kg, y el ultimo 25% de la muestra entre 90,6 y 130kg.

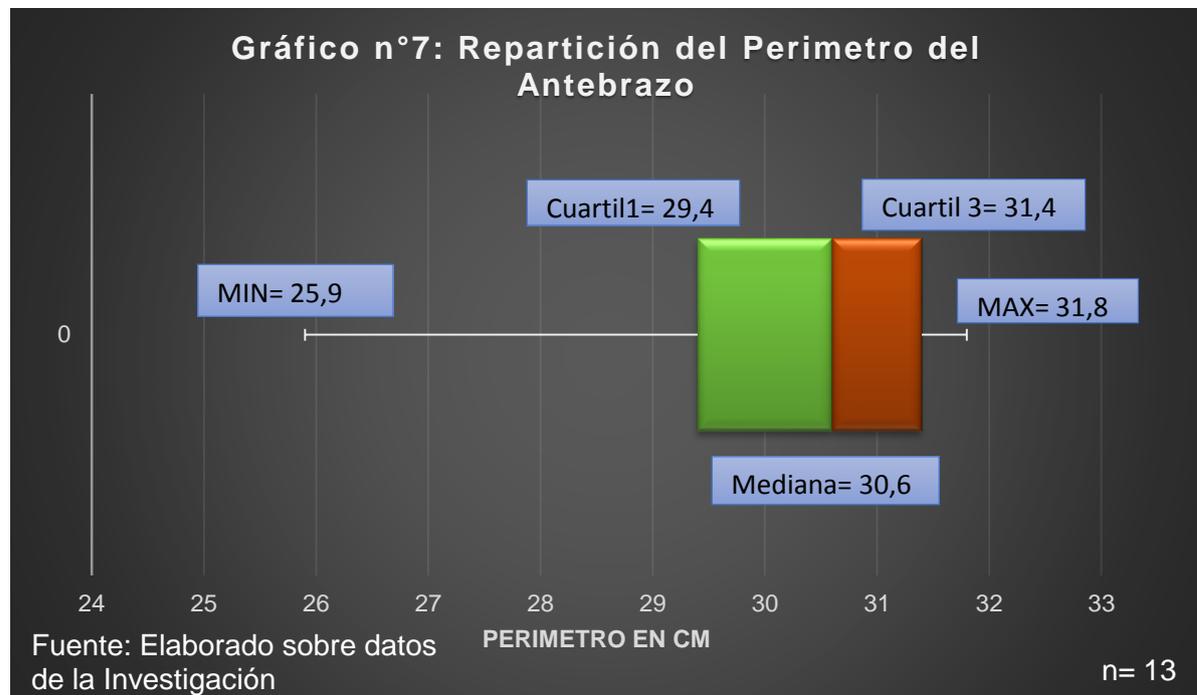


En el gráfico n°5 figura la distribución de los perímetros del brazo relajado dentro de la muestra. El promedio y desviación estándar figuradas en la Tabla n°5 son de $33,75 \pm 2,95$ cm para el brazo relajado. El valor mínimo es: 28,4cm y máximo: 39,8cm. 25% de los sujetos tienen un brazo relajado con un perímetro de 28,4 hasta 31,9cm, 25% de 31,9 a 34cm, otros 25% entre 34 y 35,2cm, y el ultimo 25% de la muestra tiene un perímetro de brazo relajado de 35,2 hasta 39,8cm.



En el gráfico n°6 aparece la distribución de los perímetros del brazo contraído dentro de la muestra. El promedio y desviación estándar figuradas en la Tabla n°5 son de $36,18 \pm 2,88$ cm para el brazo contraído. El valor mínimo es: 30cm y máximo: 40,8cm. 25% de los sujetos tienen un perímetro de brazo contraído de 30 hasta 34,8cm, 25% de 34,8 a 36,8cm, otros 25% entre 36,8 y 37,6cm, y el ultimo 25% de la muestra tiene un perímetro de brazo contraído de 37,6 hasta 40,8cm.

En el gráfico n°7 se puede apreciar la distribución de los perímetros del antebrazo dentro de la muestra. El promedio y desviación estándar figuradas en la Tabla n°5 son de $30,12 \pm 1,70$ cm para el perímetro del antebrazo.



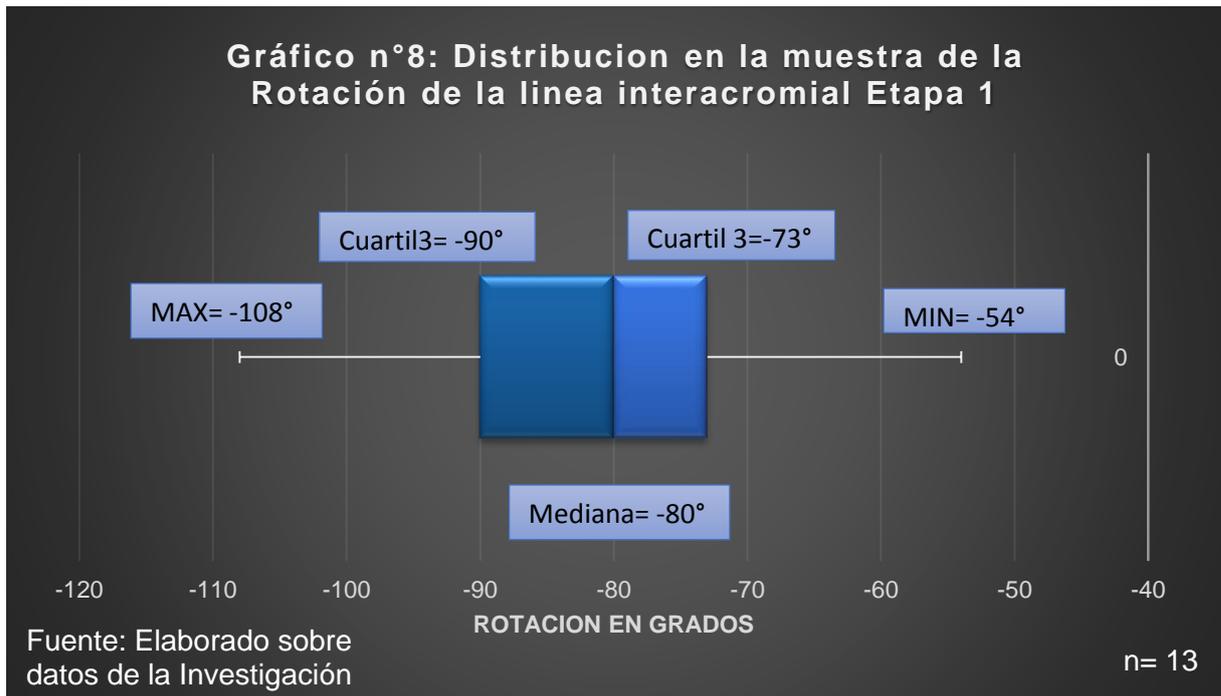
El valor mínimo es: 25,9cm y máximo: 31,8cm. 25% de los sujetos tienen un perímetro de antebrazo midiendo de 25,9 hasta 29,4cm, 25% de 29,4 hasta 30,6cm, otros 25% entre 30,6 y 31,4cm, y el último 25% de la muestra tiene un perímetro de antebrazo de 31,4 hasta 31,8cm. La Tabla n°6 presenta los valores medios y desviación estándar de la rotación de la línea interacromial en los estados 1 (IAC1= posición más alejada de la línea horizontal hacia atrás), estado 2 (IAC2= posición alcanzada cuando el jugador suelta la pelota), estado 3 (IAC3= posición en la cual el jugador está en su rotación máxima hacia adelante, correspondiente al fin del movimiento), rotación de la línea interacromial con pelota en la mano (IAC1+IAC2), rotación total de la línea interacromial (IAC1+IAC3). Los valores están expresados en grados.

Tabla 6: Desplazamiento angular de la línea interacromial

N	IAC1(°)	IAC2(°)	IAC3(°)	IAC1+IAC2(°)	IAC1+IAC3(°)
13	-81,54±14,20	41±18,34	78,15±19,50	122,54±14,63	159,69±22,30

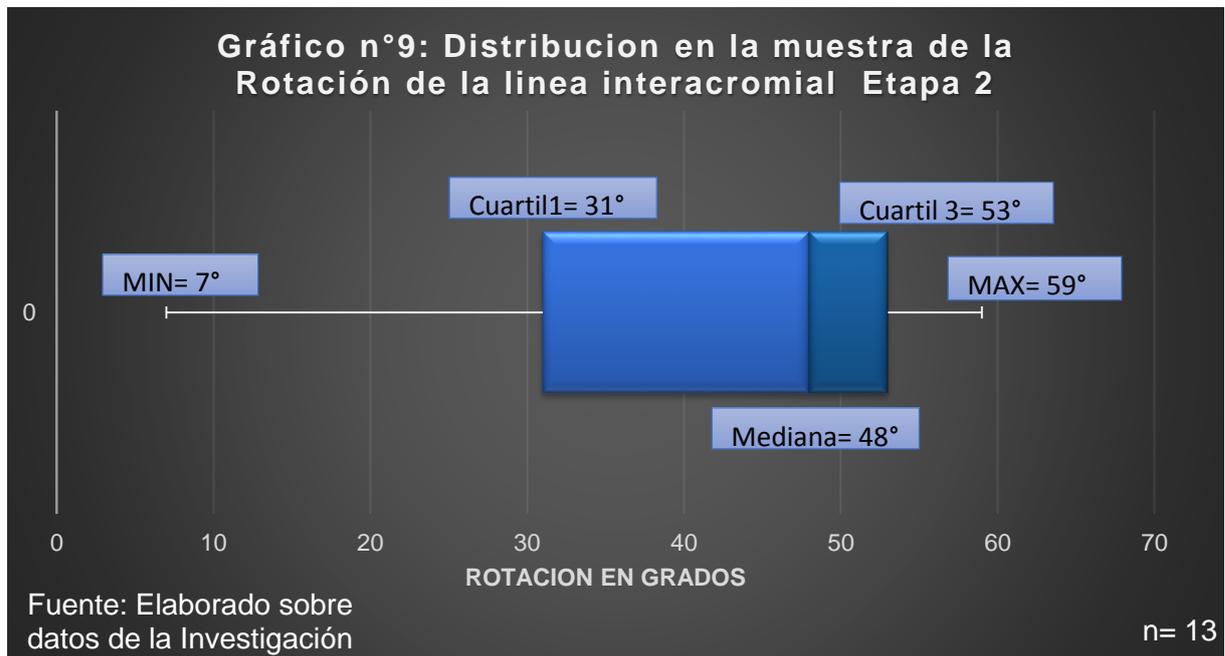
Fuente: Elaborado sobre datos de la investigación

A continuación, estarán graficadas las variables de Tabla n°6.

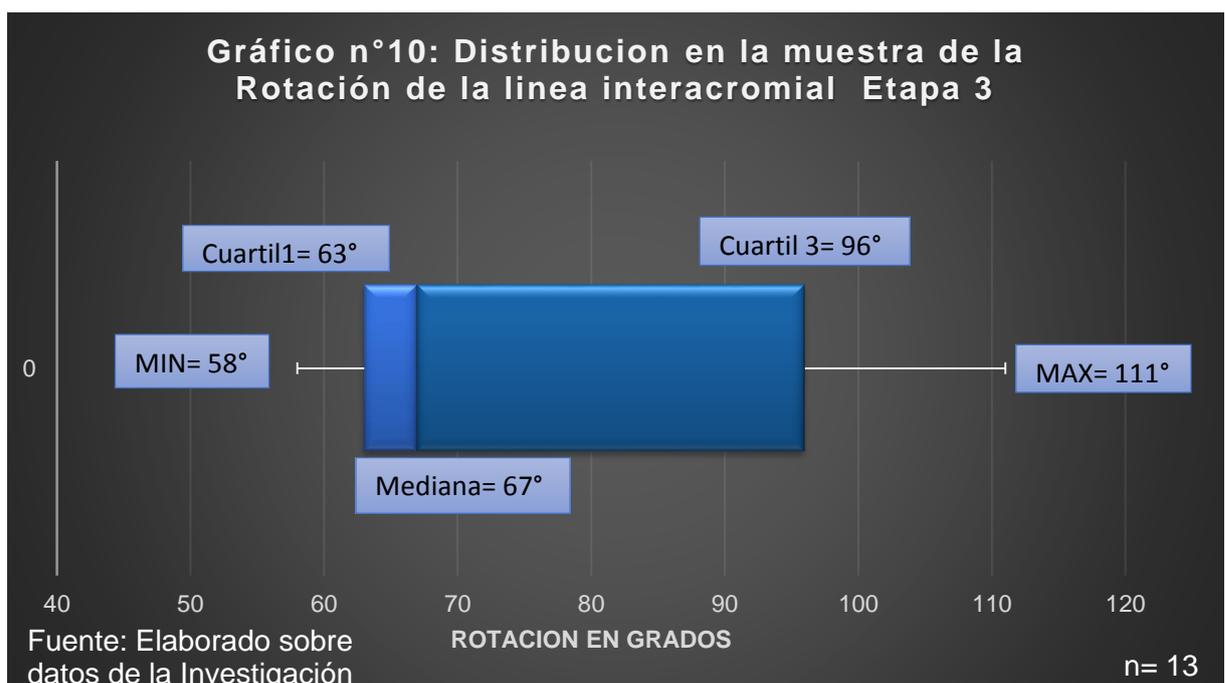


En el gráfico n°8 se puede apreciar la distribución de la rotación de la línea interacromial en etapa 1, en la muestra. Un ángulo de valor pequeño significa que el jugador arrancó el lanzamiento con la línea interacromial casi paralela a la horizontal (la horizontal corresponde a la línea paralela al plano de la línea de gol), y más aumenta ese valor, más rotado estaba el jugador sobre la horizontal (para un valor de -90° , el jugador aparece perpendicular al arco). El promedio y desviación estándar figuradas en la Tabla n°6 son de $81,54 \pm 14,20$ grados de rotación de la línea interacromial por detrás de la horizontal (paralela al plano del arco). El valor mínimo es: -54° y máximo: -108° . 25% de los sujetos rotaron entre de 54 y 73° , 25% de 73 hasta 80° , otros 25% entre 80 y 90° , y el último 25% de la muestra son los que más rotaron alejando, hacia atrás, su línea interacromial del plano del arco con valores comprendidas entre 90 y 108° .

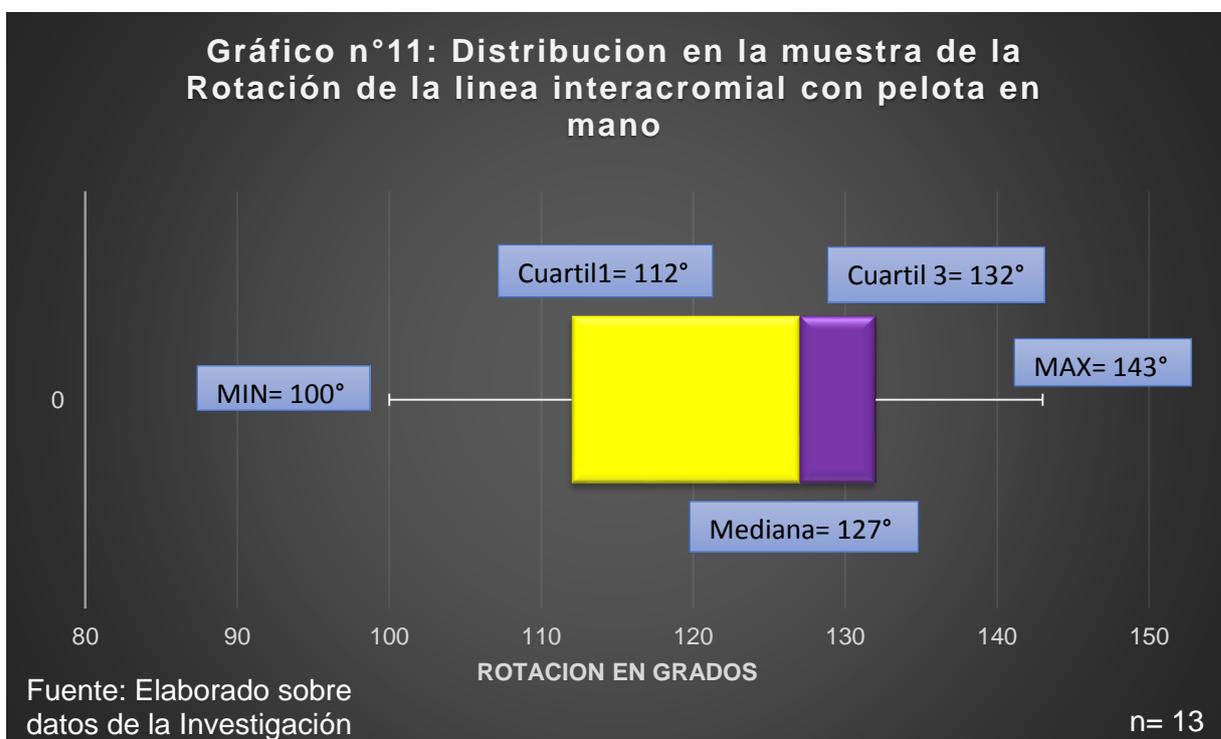
El gráfico n°9 refleja la misma distribución que el gráfico n°8 pero en etapa 2, correspondiente al momento en el cual los jugadores soltaban la pelota.



El promedio y desviación estándar figuradas en la Tabla n°6 son de $41 \pm 18,34$ grados de rotación de la línea interacromial por delante de la horizontal (paralela al plano del arco). El valor mínimo es: 7° y máximo: 59°. 25% de los sujetos rotaron entre de 7 y 31°, 25% de 31 hasta 48°, otros 25% entre 48 y 53°, y el último 25% de la muestra son los que más rotaron alejando su línea interacromial del plano del arco con valores comprendidas entre 53 y 59° hacia adelante.

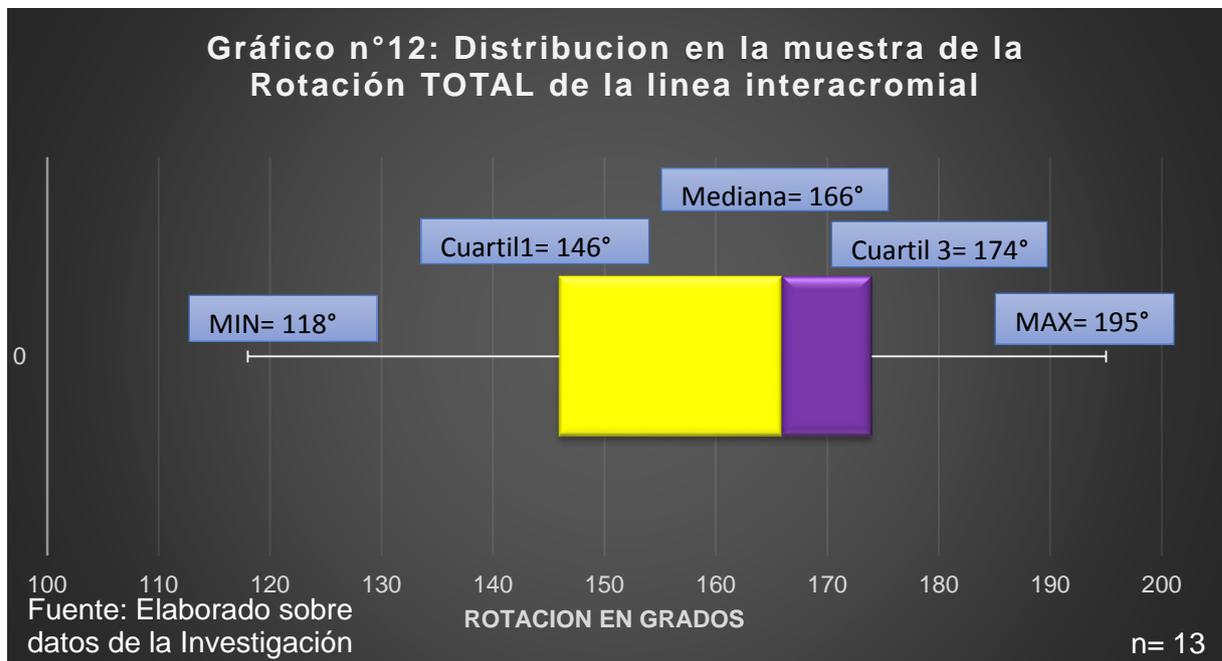


El gráfico n°10 presenta la distribución en la muestra de la rotación de la línea interacromial en etapa 3, correspondiente a la posición en la cual el jugador termina por completo su rotación. El promedio y desviación estándar figuradas en la Tabla n°6 son de $78,15 \pm 19,50$ grados de rotación de la línea interacromial por delante de la horizontal (paralela al plano del arco). El valor mínimo es: 58° y máximo: 111° . 25% de los deportistas terminaron su movimiento de lanzamiento en una posición de rotación de la línea interacromial por delante de la horizontal, de 58 a 63° , 25% de los sujetos rotaron entre 63 y 67° , 25% de 67 hasta 96° , y el ultimo 25% de la muestra son los que más rotaron con valores comprendidas entre 96 y 111° .



El gráfico n°11 representa la distribución en la muestra de la rotación de la línea interacromial con pelota en la mano, corresponde a la suma de los valores de la etapa 1 y etapa 2. El promedio y desviación estándar figuradas en la Tabla n°6 son de $122,54 \pm 14,63$ grados de rotación de la línea interacromial. El valor mínimo es: 100° y máximo: 143° . 25% de los deportistas tuvieron una rotación de la línea interacromial con pelota en la mano de 100 a 112° , 25% de los sujetos rotaron entre 112 y 127° , 25% de 127 hasta 132° , y el ultimo 25% de la muestra, son los que más rotaron con valores comprendidas entre 132 y 143° .

El gráfico n°12 pone en evidencia la rotación total de la línea interacromial, corresponde a la suma de los valores de las etapas 1 y 3.



El promedio y desviación estándar figuradas en la Tabla n°6 son de $159,69 \pm 22,30$ grados de rotación total de la línea interacromial. El valor mínimo es: 118° y máximo: 195° . 25% de los deportistas tuvieron una rotación total de la línea interacromial comprendida entre 118 y 146° , 25% de los sujetos rotaron entre 146 y 166° , 25% de 166 hasta 174° , y el ultimo 25% de la muestra, son los que más rotaron con valores comprendidas entre 174 y 195° .

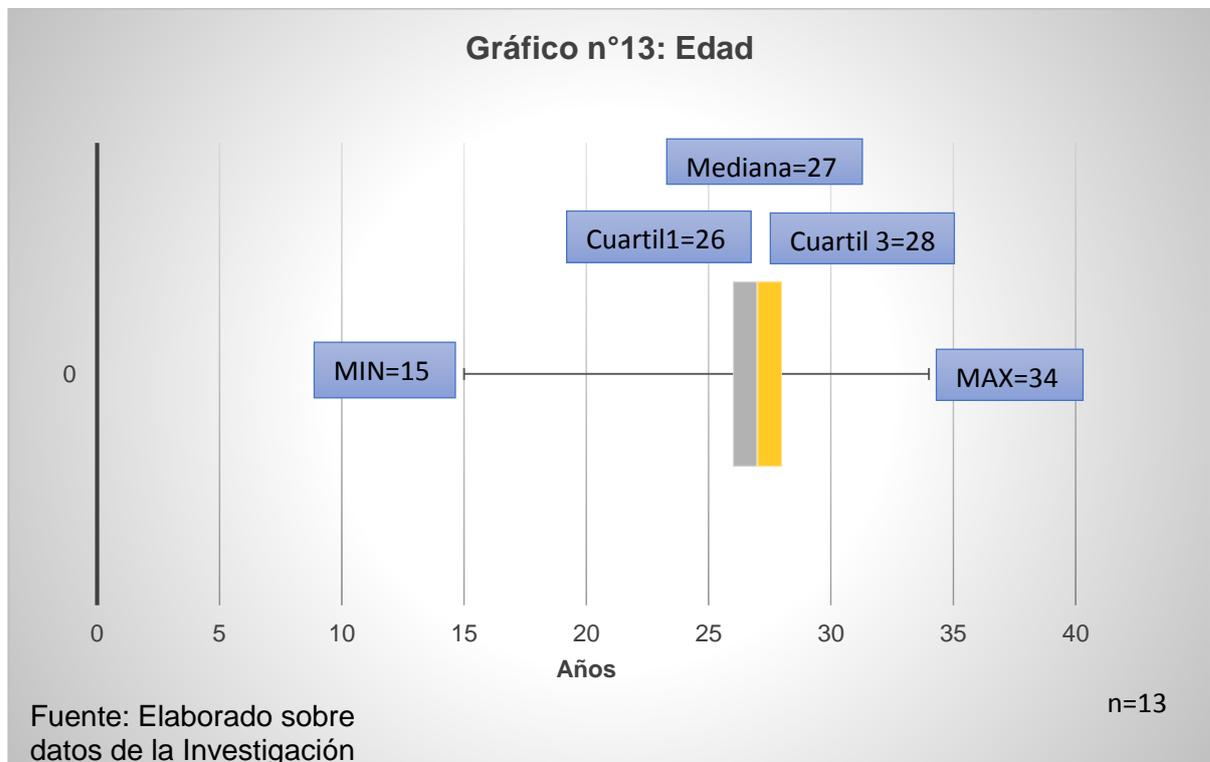
Los datos de edad y experiencia están representados en la tabla n°7.

Tabla 7: Media y desviación estándar de las variables edad y experiencia.

N	Edad (años)	Experiencia (años)
13	$25,77 \pm 5,49$	$7,54 \pm 5,67$

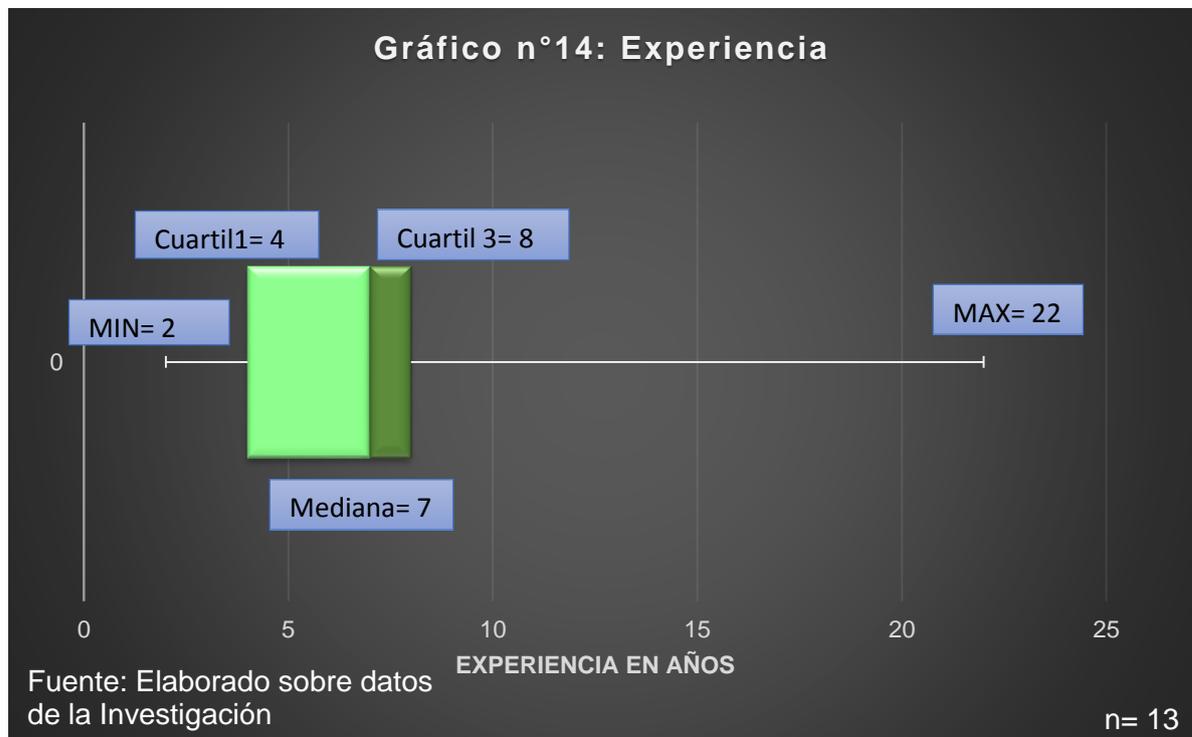
Fuente: Elaborado sobre datos de la investigación

A continuación, se presentan los datos correspondientes a la edad y la experiencia bajo en gráficos (n°13 y 14) para mayor facilidad en la lectura.



El gráfico de caja y bigotes n°13 indica datos referidos a la edad de los deportistas. El promedio y desviación estándar figuradas en la Tabla n°7 son de $25,77 \pm 5,49$ años. El gráfico permite notar que el jugador más joven tiene 15 años, el más grande 34 años, además, nos indica que el 25% de los jugadores tiene de 15 a 26 años, y otro 25% de 28 a 34 años, y la mayoría el 50%, con muy poca diversión, tiene de 26 a 28 años. Lo cual se representa por una caja muy angosta, el 50% de todos los jugadores se encuentra en un intervalo de solo dos años.

El gráfico n°14 representa la distribución de la experiencia de cada jugador en años de práctica.



El promedio y desviación estándar figuradas en la Tabla n°7 son de $7,54 \pm 5,67$ años de experiencia. El gráfico permite distinguir que el jugador menos experimentado ha practicado waterpolo por 2 años, y el más experimentado suma 22 años de práctica en waterpolo. Además, nos indica que el 25% de los jugadores tiene 2 a 4 años de experiencia, 25% de 4 a 7 años de práctica, otro 25% suma entre 7 y 8 años, y el último 25% de la muestra con mucha dispersión tiene entre 8 y 22 años de experiencia. Los datos referidos a la presencia de lesión a nivel del hombro demuestran una correlación positiva entre la velocidad de la pelota y la presencia de lesión, los lanzadores más veloces suelen tener lesiones de hombro. Las proporciones de las lesiones encontradas en la muestra se observa en la siguiente tabla n°8.

Tabla 8: Presencia o no de lesiones en la población de estudio.

N	Si	No
13	7	6
100%	54%	46%

Fuente: Elaborado sobre datos de la investigación

El gráfico n°15 indica la repartición de la presencia de lesiones en la muestra. Siete jugadores tienen o han tenido lesiones en el hombro correspondiente al 54% del total.



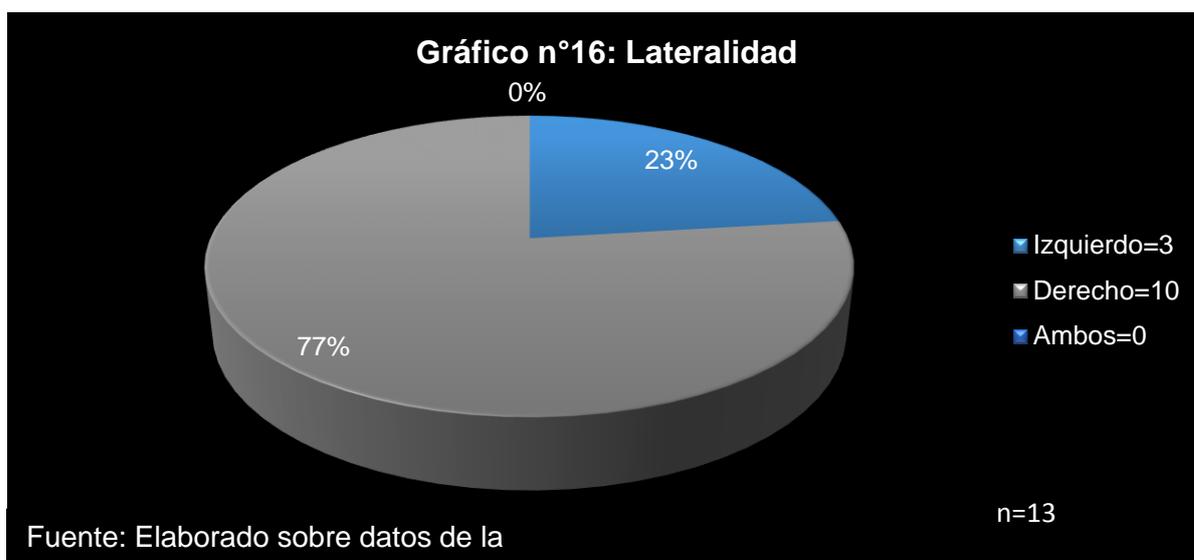
La distribución de la lateralidad de los jugadores se expresa en la tabla n°9.

Tabla 9: Lateralidad de los jugadores.

N	Zurdos	Diestros
13	3	10
100%	23 %	77%

Fuente: Elaborado sobre datos de la investigación

A continuación, se representa la lateralidad de los jugadores en un gráfico de torta.



El gráfico n°16 hace referencia a la lateralidad de los jugadores. El 23% de las unidades de análisis (total n = 13) tiene como miembro superior hábil el izquierdo mientras que el otro 77% tiene el miembro superior derecho hábil. Ninguno es ambidextro. Las posiciones se dividieron en las proporciones observables en la tabla n°10:

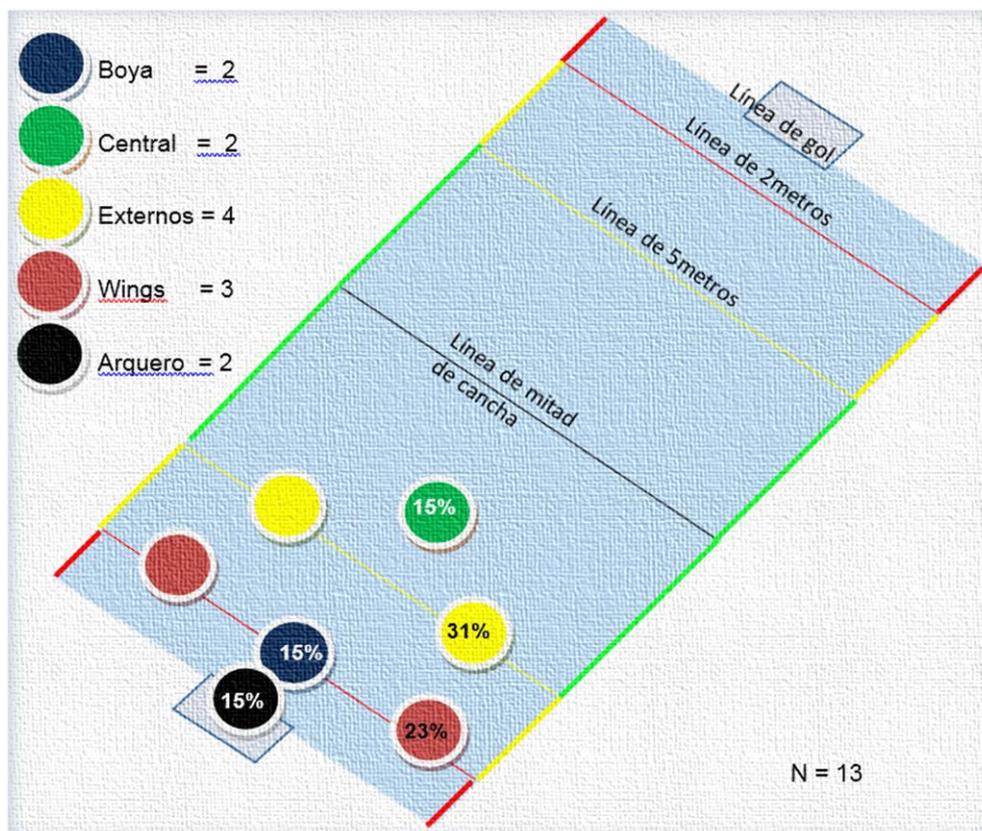
Tabla 10: Posición de juego.

N	Boya	Central	Externos	Wing	Arqueros
13	2	2	4	3	2
100%	15%	15%	31%	23%	15%

Fuente: Elaborado sobre datos de la investigación

En la imagen n°13 se puede observar la ubicación de los jugadores en la cancha de waterpolo y la frecuencia de los distintos puestos en la muestra.

Imagen n° 13: Distribución de las posiciones de juego.



Fuente: Elaborado sobre datos de la investigación

La distribución de los entrenamientos tanto en pileta, en gimnasio, trabajo de campo y entrenamiento total por semana, se ve reflejada en la tabla n°11.

Tabla 11: Entrenamientos semanales en pileta, gimnasio, trabajo de campo y totales.

N		0	0 a 2hs	2 a 4hs	4 a 6hs	6 a 8 hs	+ 8hs
13	Ea				38%	46%	15%
	Eb	46%	8%	31%	15%		
	Ec	15%	38%	23%	15%	8%	
	Ect	11,12 ± 2.13 Horas por semana					

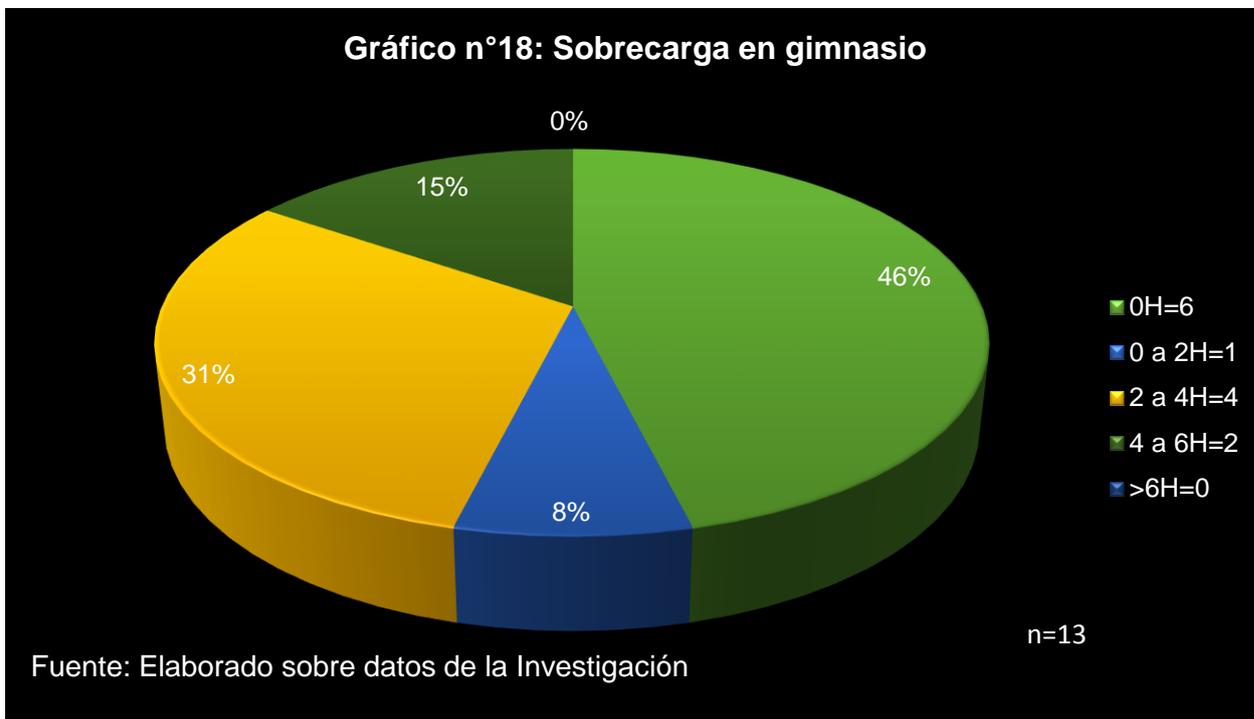
Fuente: Elaborado sobre datos de la investigación

A continuación, se representan las variables de entrenamiento en los gráficos n° 17, 18, 19 y 20.

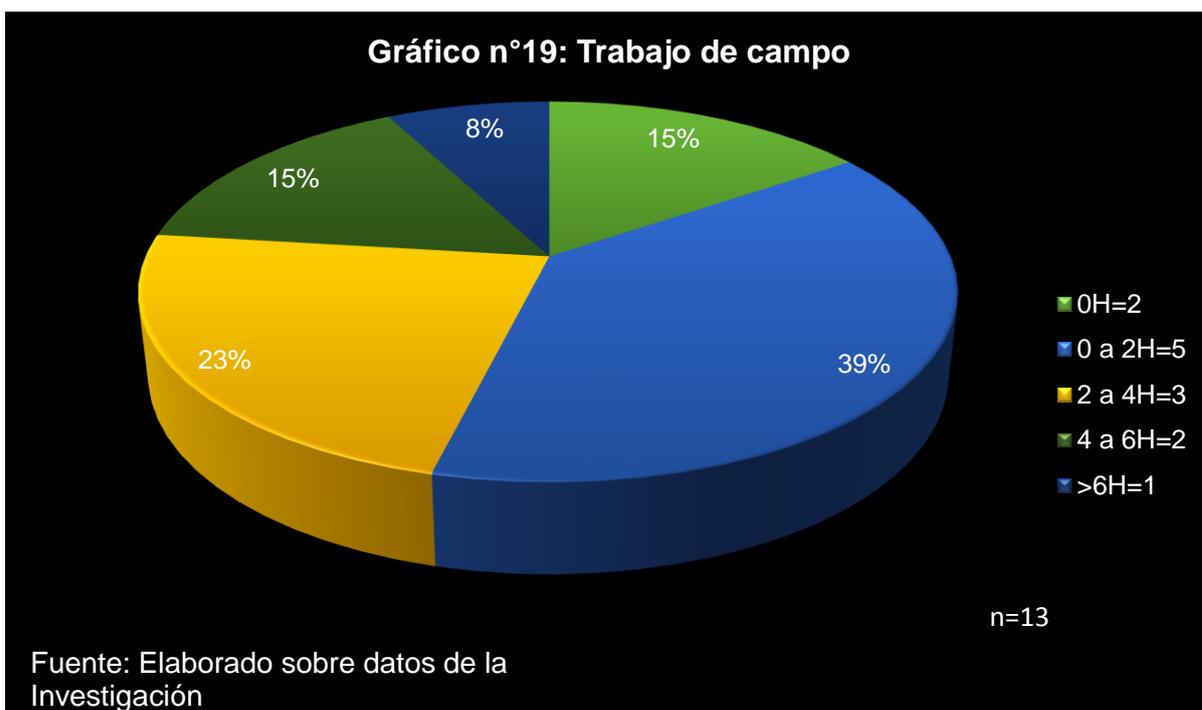


El gráfico de torta n° 18 muestra la cantidad de entrenamiento realizado por semana en pileta. Se puede observar que el 39% de los jugadores entrena de 4 a 6 horas; el 46% entrena de 6 a 8 horas y por último el 15% entrena más de 8 horas.

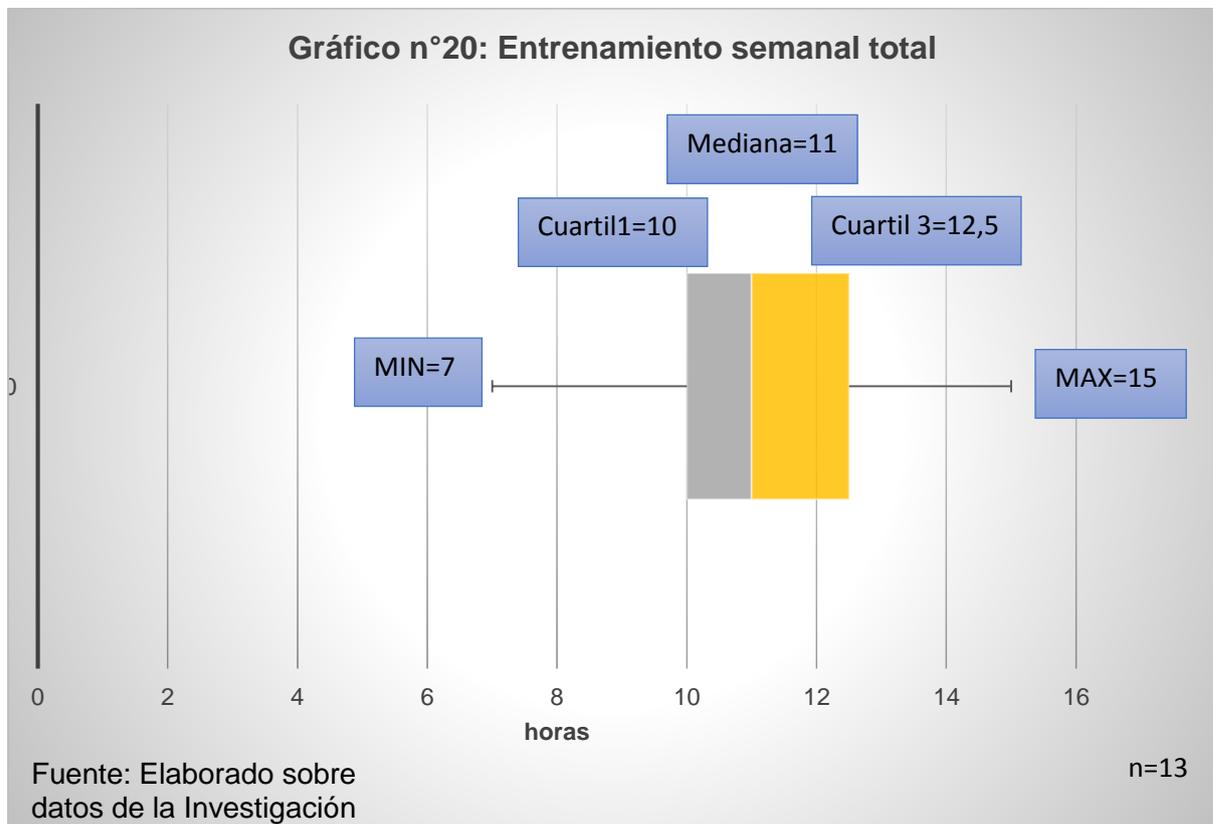
El gráfico n°18 aporta una visión descriptiva de la repartición en horas de los entrenamientos en gimnasio



El 46% de las unidades de análisis no entrena sobrecarga en gimnasio, el 8% entrena de 0 a 2 horas, el 31% entrena de 2 a 4 horas, y solo dos jugadores correspondientes a un 15% entrena de 4 a 6 horas.



El gráfico n°19 se refiere a la carga horaria semanal de trabajo de campo realizado por los deportistas. Se puede apreciar que el 15% no entrena; el 39%, la mayoría, entrena de 0 a dos horas, el 23% entrena de 2 a 4 horas; el 15% entrena de 4 a 6 horas; y solamente 1 con el 8% entrena más de 6 horas.



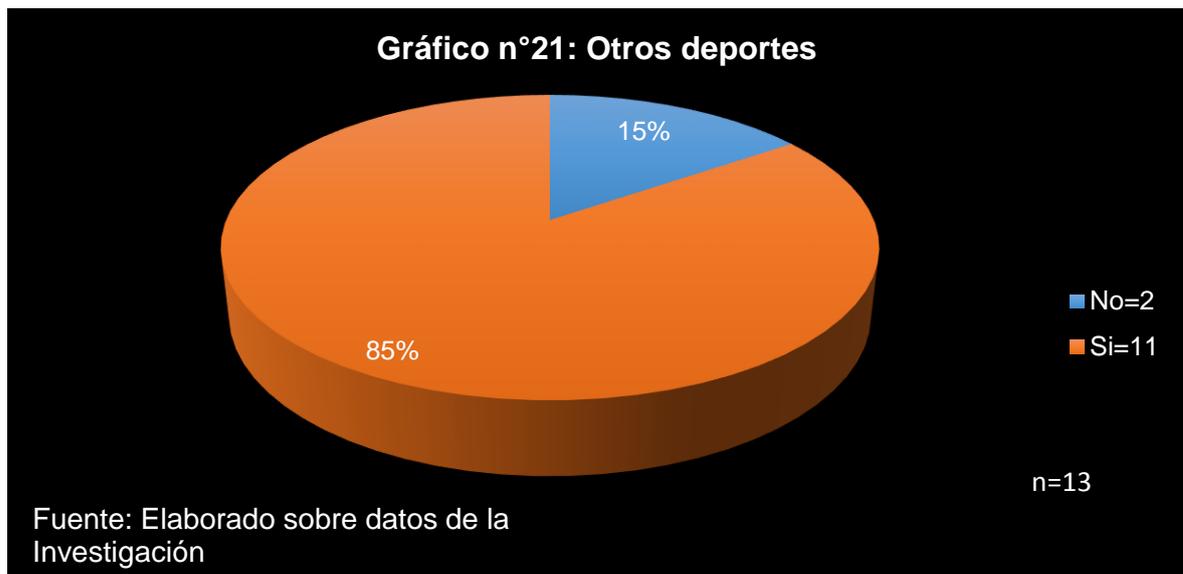
El gráfico de caja y bigotes n°20 deja a conocer los datos de entrenamiento total semanal (corresponde a la suma de la carga horaria de entrenamientos en pileta, gimnasio y trabajo de campo). El jugador que menos entrena, entrena solamente 7 horas semanales, por lo contrario, el más entrenado tiene un total de 15 horas de estímulo por semana. La repartición de los valores de entrenamiento es la siguiente: 25% entrena menos de 10 horas, el 50% entrena menos de 11 horas, el 75% entrena menos de 12 horas y 30 minutos, y el último 25% entrena de 12h30 hasta 15 horas por semana. El 50% de los jugadores entrena en total entre 10 y 12.5 horas por semana. La proporción de jugadores realizando otros deportes está presentada en la tabla n°12.

Tabla 12: Práctica de otro deporte que el waterpolo y las actividades relacionadas.

N	Realiza otro deporte	No realiza otro deporte
13	11	2
100%	85%	15%

Fuente: Elaborado sobre datos de la investigación

Los resultados de la tabla n°12 se ven representados en el gráfico n°21.



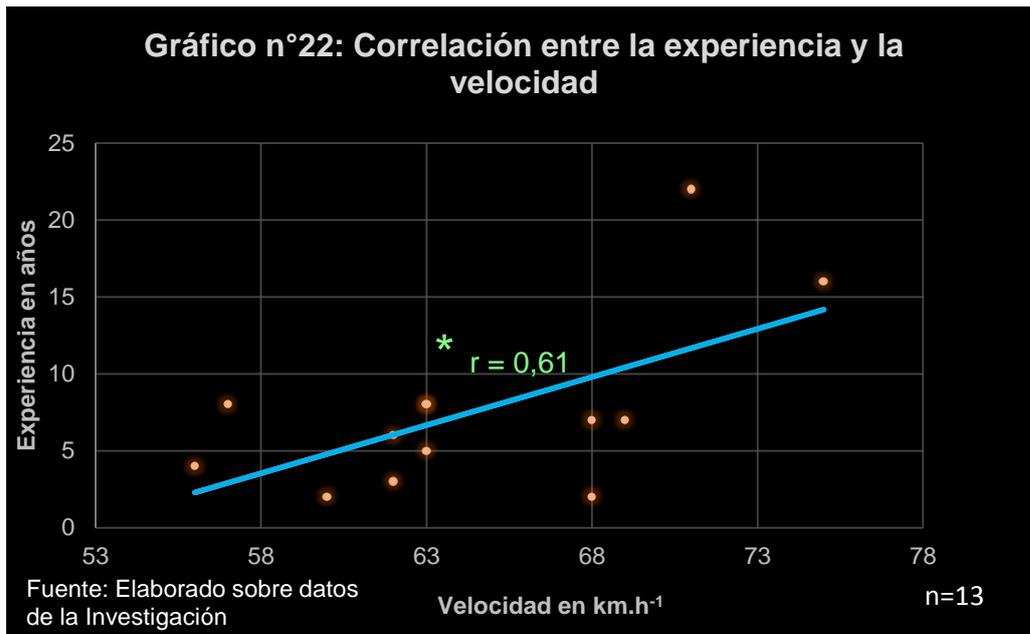
Solamente dos jugadores del club entrenan solo la actividad del waterpolo, incluyendo sus componentes acuáticos propiamente dicho, la sobrecarga en gimnasio y el trabajo de campo, correspondiente al 15%. El 85% restante practican o han practicado además de lo anterior, otro deporte. Las variables edad, entrenamiento total semanal, experiencia, envergadura, altura, peso, perímetros de brazo contraído y relajado, perímetro de antebrazo, y recorrido de la línea interacromial son variables cuantitativas, se puede entonces calcular el índice de Pearson para buscar una eventual correlación (Véase tabla n°13).

Tabla 13: Coeficientes de correlación de Pearson(r), según la velocidad de los lanzamientos. La significación estadística fue establecida por un valor de "r" superior o igual a 0.5 (marcado por un *).

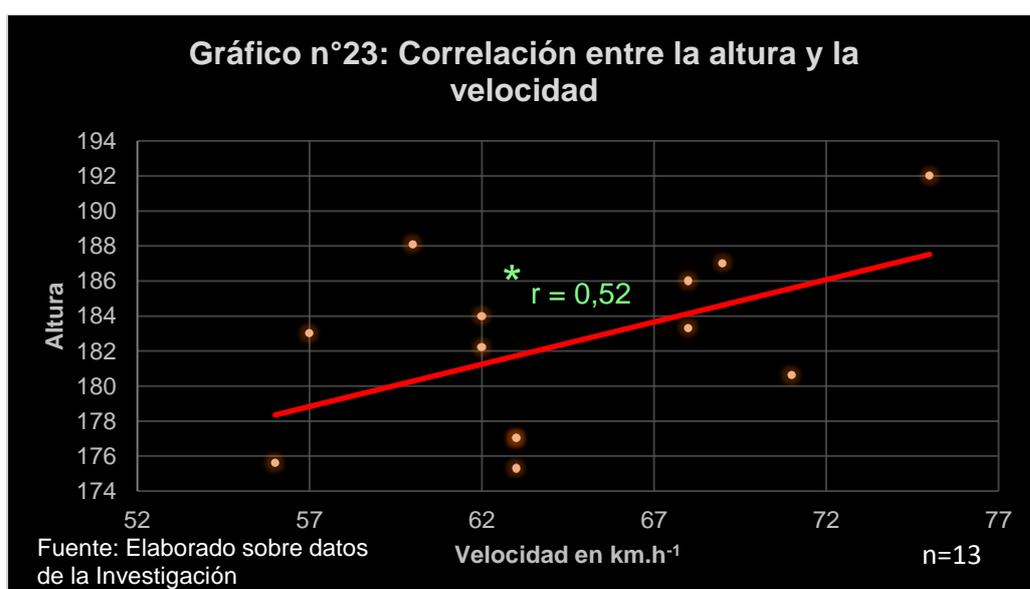
Variables correlacionadas con la velocidad de lanzamiento	Coeficiente de correlación
edad	r = 0.20
entrenamiento total semanal	r = -0.15
experiencia	r = 0.61*
altura	r = 0.52*
peso	r = 0.34
envergadura	r = 0.64*
perímetros de brazo relajado	r = 0.35
perímetros de brazo contraído	r = 0.39
perímetros de antebrazo	r = 0.52*
Posición de la línea interacromial estado 1	r = -0.36
Posición de la línea interacromial estado 2	r = 0.16
Posición de la línea interacromial estado 3	r = 0.47*
Desplazamiento angular de la línea interacromial con pelota en la mano	r = 0.56*
Desplazamiento angular total de la línea interacromial.	r = 0.64*

Fuente: Elaborado sobre datos de la investigación

Las variables cuantitativas para las cuales se encontró un “r” superior a 0,5 y por lo tanto una correlación positiva con la variable “velocidad” son: La experiencia, la altura, la envergadura, el perímetro del antebrazo, la línea interacromial en estado 3, el desplazamiento angular de la línea interacromial con pelota en la mano y el desplazamiento angular total de la línea interacromial. A continuación, se graficaron estas correlaciones positivas, indicando el coeficiente de correlación r en cada caso.

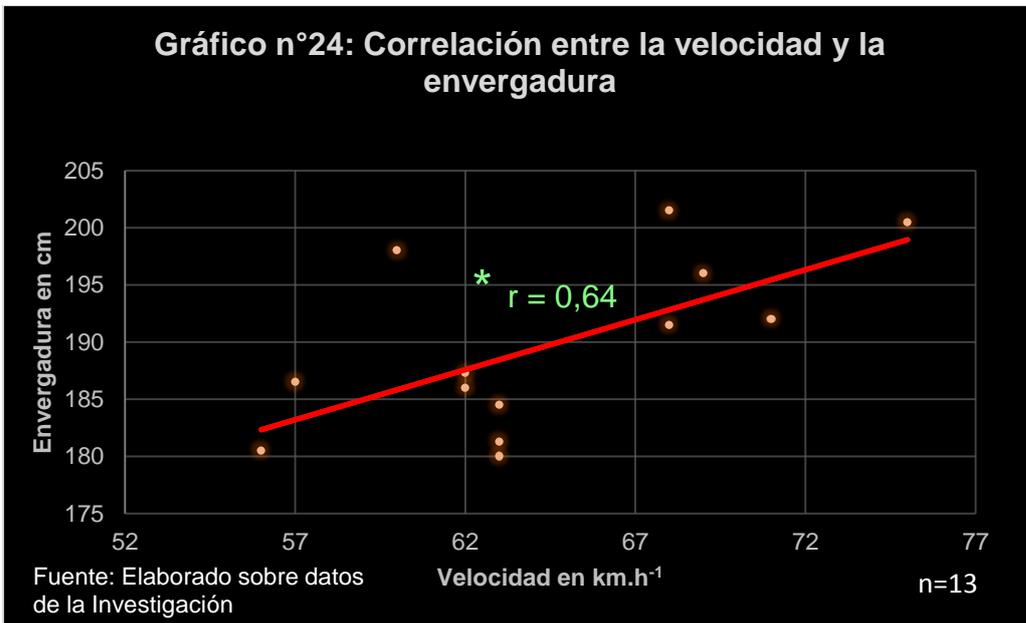


El gráfico n°22 indica una correlación positiva entre la experiencia en años de cada jugador y la velocidad conseguida en los lanzamientos. El valor del coeficiente es $r = 0,61$.

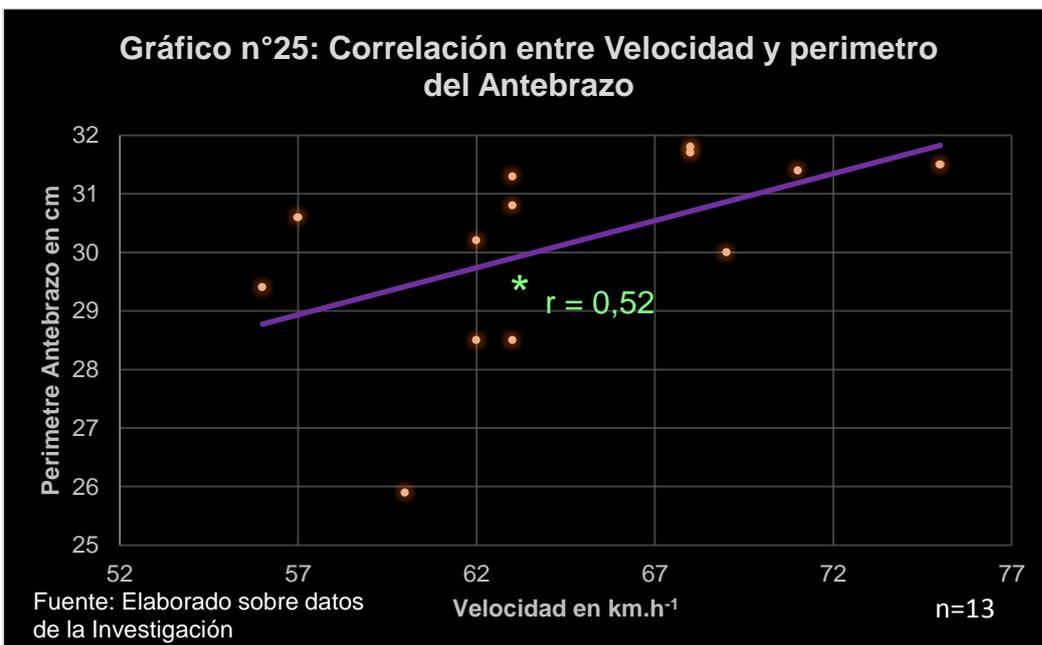


El gráfico n°23 indica una correlación positiva entre la altura de los jugadores y la velocidad conseguida en los lanzamientos. El valor del coeficiente es $r = 0,52$.

En el gráfico n°24 se representa la correlación positiva que existe entre la envergadura de los jugadores y la velocidad conseguida en los lanzamientos.

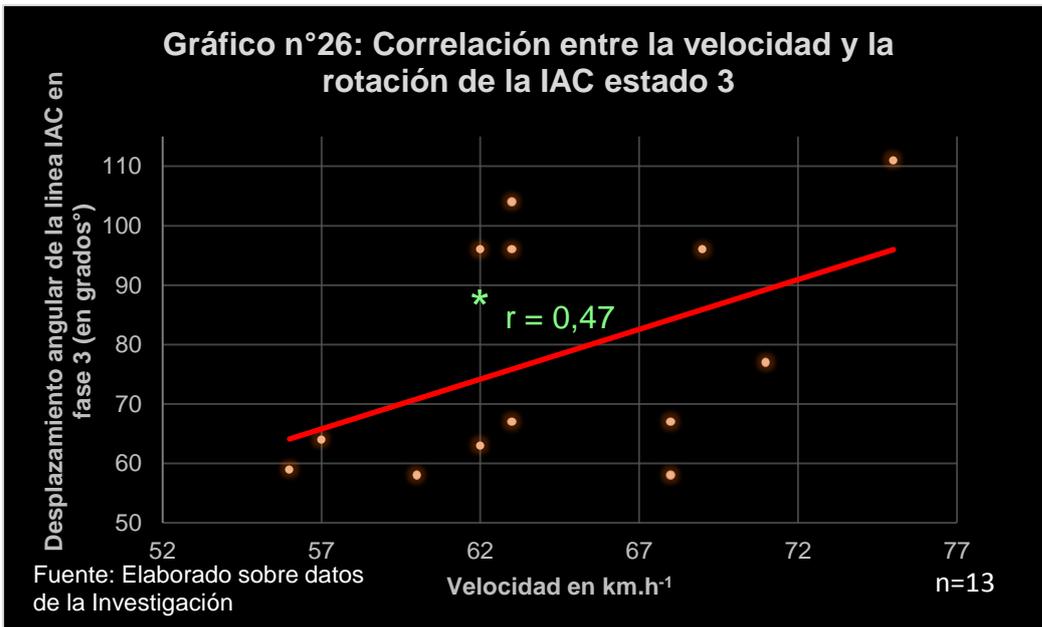


El valor del coeficiente es $r = 0,64$.

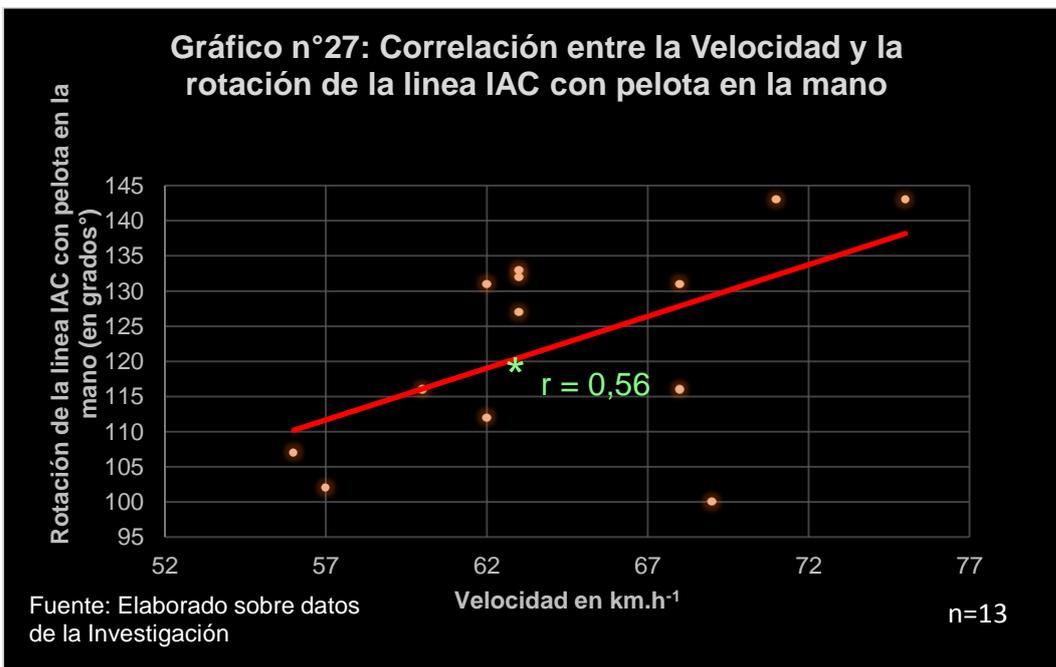


En el gráfico n°25 se observa una correlación positiva entre el perímetro del antebrazo de los jugadores y la velocidad conseguida en los lanzamientos. El valor del coeficiente es $r = 0,52$.

En el gráfico n°26 se aprecia una correlación positiva entre la rotación de la línea interacromial en estado 3 de los jugadores y la velocidad conseguida en los lanzamientos.

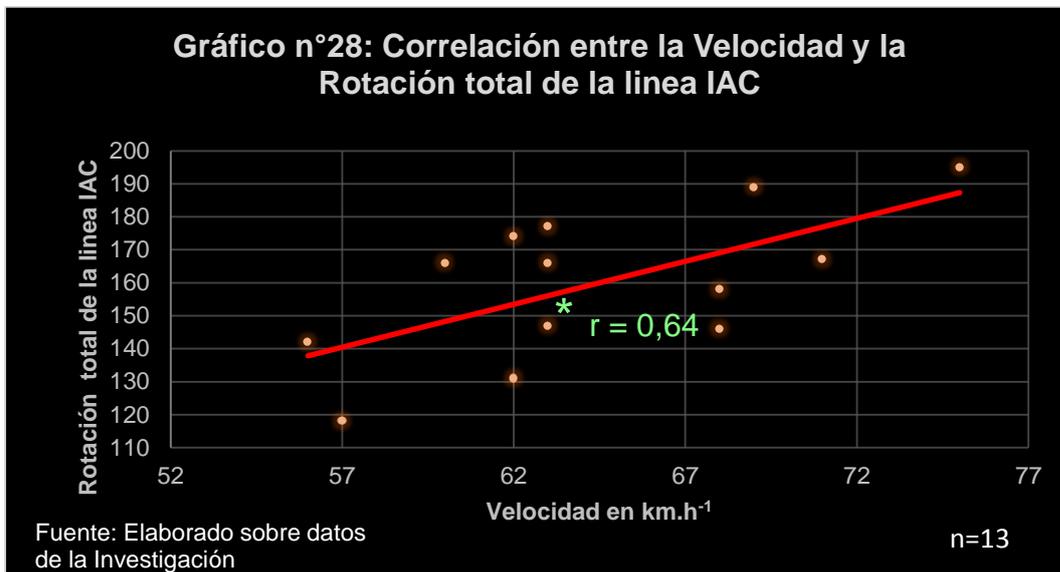


El valor del coeficiente es $r = 0,47$.



En el gráfico n°27 se puede ver la correlación positiva entre la rotación de la línea interacromial con pelota en la mano de los jugadores y la velocidad conseguida en los lanzamientos. El valor del coeficiente es $r = 0,56$.

En el gráfico n°28 se pone en evidencia la correlación positiva entre la rotación total de la línea interacromial de los jugadores y la velocidad conseguida en los lanzamientos. El valor del coeficiente es $r = 0,64$.



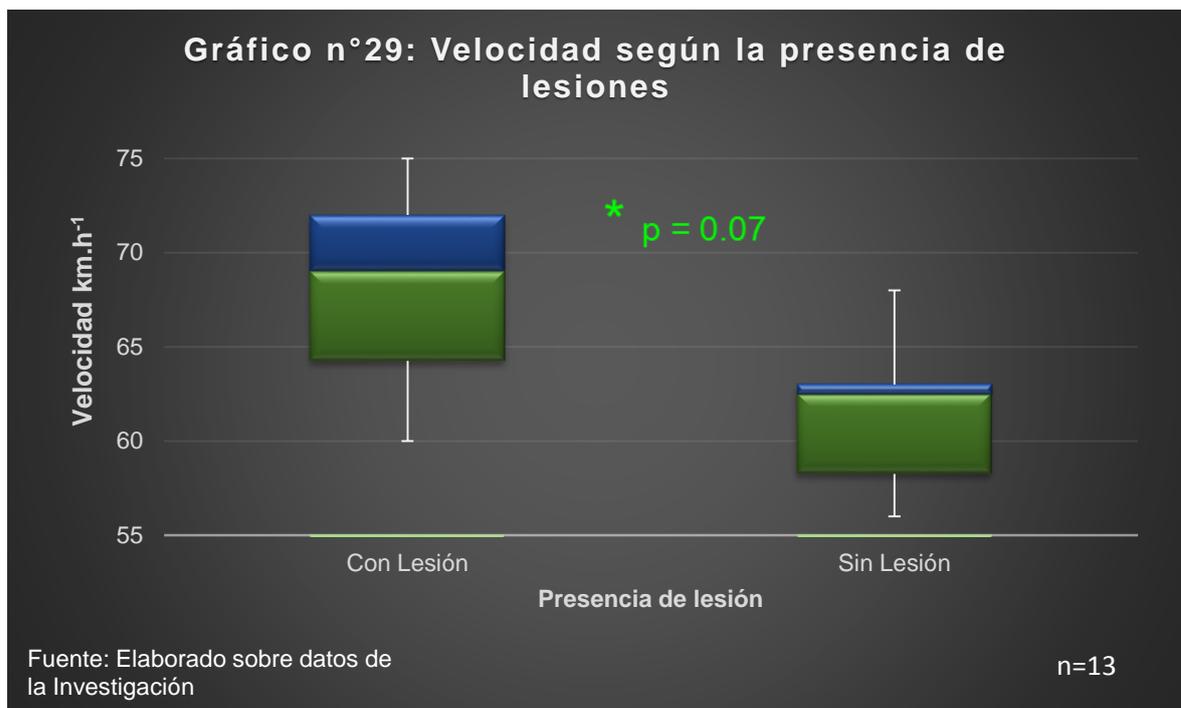
Las variables: posición, lateralidad, presencia de lesión, practica de otro deporte, y entrenamientos en pileta, gimnasio, y trabajo de campo son variables cualitativas, se analizaron con otros test, ya que se compara una variable cualitativa con una variable cuantitativa (velocidad). Se abren dos posibilidades, si la distribución es normal se usará el test student, y en el caso de no tener una distribución normal y por el tamaño de muestra chico, se usó un test no paramétrico (Prueba U de Mann-Whitney). En ambos test, se plantea una hipótesis de partida (H_0) y una hipótesis alternativa (H_1) de la siguiente manera: H_0 : Las dos variables en estudio son independientes. H_1 : Las dos variables en estudio están relacionadas. Para el test de student, si los valores del “p” son inferiores a 0.1 (nivel de significancia igual a 90%), se puede rechazar la Hipotesis nula H_0 y aceptar la Hipotesis alternativa H_1 que indica una relación entre la velocidad y la variable estudiada. En las pruebas U de Mann-Whitney, si los valores de $Z_{\text{experimental}}$ son superior al valor $Z_{\text{critico}} = 1.65$ (nivel de significancia igual a 90%), entonces se puede rechazar la hipótesis nula y aceptar la hipótesis alternativa.

Tabla 13: Valores del Test de Student, según la velocidad de los lanzamientos. La significación estadística (90%) fue establecida por un valor de “p” inferior o igual a 0.1 (marcado por un *).

Variabes probadas para la dependencia con la velocidad	Test de student
Presencia de lesión	$p = 0.07^*$
Entrenamiento en pileta	$p = 0.33$
Sobrecarga en gimnasio	$p = 0.21$
Trabajo de campo	$p = 0.74$
Posición	$p = 0.65$

Fuente: Elaborado sobre datos de la investigación

Por una significación a $p < 0.1$, los test de student reflejaron una relación entre la presencia de lesión en el hombro y la velocidad de lanzamiento. La cantidad de entrenamiento en pileta, el trabajo de campo y la posición en el campo de juego, no parecen estar relacionadas con la velocidad. Los entrenamientos de sobrecarga en gimnasio reflejan un valor $p = 0.21$, tampoco permite afirmar estadísticamente una relación con la velocidad.



El gráfico n°29 representa los promedios de velocidad de los jugadores según la presencia de lesión y los errores estándares de cada grupo. Se encontró una dependencia entre ambas variables ($p = 0,07$). Se puede deducir que los jugadores que tienen lesiones o han tenido lesiones a lo largo de su carrera, tiran más fuerte que los jugadores sanos.

Tabla n° 14: Valores de las pruebas no paramétricas U de Mann-Whitney, según la velocidad de los lanzamientos. La significación estadística (90%) fue establecida por un valor de "Z" inferior o igual a 1.65.

Variables	Test no paramétrico, U de Mann-Whitney
Lateralidad	Z= -1.023
Otro deporte	Z= -1.194

Fuente: Elaborado sobre datos de la investigación

Los test no paramétricos ponen en evidencia que la lateralidad o la práctica de otro deporte son independiente de la velocidad.

A continuación, se presentan los resultados de las entrevistas personales a los tres mejores lanzadores:

Todos los lanzadores adhieren al concepto que a mayor velocidad de lanzamiento mayor probabilidad de meter goles. También afirman que, a mayor cansancio y técnica mala de lanzamiento, mayor es el riesgo de lesión. Sin embargo, refieren que la puntería (no tomada en cuenta en este estudio) y la técnica de lanzamiento son elementos esenciales para el éxito en waterpolo. De los tres entrevistados, uno no tuvo muchas repercusiones debido a la lesión, refirió que mejorando su técnica y realizando una buena entrada en calor solucionó el dolor. Los dos otros, sufrieron grandes cambios, se perdieron de jugar partidos al mejor nivel, y tuvieron que cambiar drásticamente su manera de jugar, pasar de ser un jugador decisivo en ataque que lanzaba mucho al arco, al ser un jugador más de distribución, más táctico. Uno declaró que probablemente dejara de competir debido a su lesión. Todos los jugadores son unánimes a la hora de entrar en calor, les permite bajar el riesgo de lesión, y progresivamente prepararse para realizar lanzamientos de intensidad máxima. Los tres realizan la entrada en calor de manera similar y rutinaria, y le ponen más énfasis desde que tuvieron afecciones de hombro; la efectúan como medida para evitar la recidiva, y no como prevención de antemano. Los tres mejores lanzadores realizan elongación al final de la práctica deportiva, sin embargo, afirman que no siempre cumplen con la elongación o que no le dedican suficiente tiempo. En cuanto a sus vidas personales, uno confesó que le fue muy difícil moralmente superar el momento de baja de competencia y que le trae limitaciones en su vida diaria. Según los deportistas un kinesiólogo no siempre fue consultado para la rehabilitación, consensuan en que es de suma importancia en un club donde se forman chicos y donde se realiza competencia regular tanto para la enseñanza de buenos hábitos como para tener una consulta inmediata de un agente de la salud con conocimientos de biomecánica para prevenir o disminuir la incidencia de las lesiones; además facilitar el acceso a una rehabilitación efectiva por un kinesiólogo, especialista en la rehabilitación deportiva, que conoce los gestos motores propios de cada deporte.

CONCLUSIONES



A modo de conclusión se puede afirmar que los valores antropométricos son importantes para la velocidad del tiro, particularmente la envergadura, la altura y el perímetro del antebrazo de los sujetos. No se aprecia el efecto de los entrenamientos en los resultados. La experiencia tiene correlación positiva con la velocidad, sin embargo, la edad es independiente de la velocidad. Un jugador experimentado, entonces, tira con mayor velocidad que uno con menos años de práctica. Esto se contradice con los resultados obtenidos acerca de la cantidad de entrenamiento semanal. Se podría explicar tal contradicción de resultados debido a que, en el momento de la investigación, dichos jugadores experimentados entrenaban una cantidad de horas semanales menor que años anteriores, cuando desarrollaron la técnica y la potencia de lanzamiento. Para realizar de manera más efectiva el análisis en relación al efecto de los entrenamientos en pileta, en gimnasio y el trabajo de campo; habría que reforzar el abordaje estadístico, aumentando la cantidad y la homogeneidad de los sujetos, ya que el tamaño de la muestra es reducido y expresa cierta discrepancia. Tomando como referencia el plano del arco como posición cero, se encontró que, la posición final del lanzador (línea interacromial en estado 3), tiene correlación positiva con la velocidad. La rotación de la línea interacromial con pelota en la mano (correspondiente a la suma de las posiciones en estado 1 y 2) tiene correlación positiva con la velocidad de lanzamiento. Por último, la rotación total de la línea interacromial (correspondiente al trayecto realizado para pasar de las posiciones en estado 1 al estado 3), tiene correlación positiva con la velocidad. El recorrido de la línea interacromial es claramente un aspecto técnico del lanzamiento, y no una variable determinada como los datos antropométricos. Por lo tanto, aspectos de la biomecánica del gesto motor tienen correlación con la velocidad del lanzamiento. Si se hace una correlación entre experiencia y desplazamiento angular de la línea interacromial con pelota en la mano, el valor encontrado ($p = 0.54$), refleja una correlación positiva. Tal resultado indica que aspectos de la técnica mejoran con los años, lo cual resulta contradictorio respecto a los resultados con las variables de entrenamiento. Habría que repetir el experimento o profundizar con abundantes sujetos y grupos homogéneos; además sería enriquecedor realizar un estudio longitudinal con dos grupos, uno de estudio y otro de control para poder apreciar los efectos del entrenamiento sobre la técnica del lanzamiento o el impacto de las lesiones sobre el rendimiento a mediano o largo plazo. Muchos datos relacionados con el gesto motor y por ende la técnica de lanzamiento, tuvieron que ser desechados por falta de precisión de las filmaciones, una calidad óptima de filmación es indispensable para analizar más componentes del gesto motor e identificar con exactitud variables que podrían influenciar tanto la velocidad del lanzamiento como el desencadenamiento de una lesión. En un futuro estudio, sería instructivo agregar la precisión como variable, y ver en qué medida influye o no la velocidad de los lanzamientos. Otro dato relevante es la correlación positiva entre la

presencia de lesión y la velocidad de lanzamiento ($p = 0.07$). Los lanzadores más veloces tienen tendencia a sufrir más lesiones a nivel del hombro. Los resultados de las entrevistas a los tres mejores lanzadores confirmaron este dato, los tres entrevistados sufren o han sufrido lesiones en el hombro. Entonces, queda destacado la necesidad de la presencia de un kinesiólogo en un club de waterpolo, en contacto directo con el cuerpo técnico para el bienestar de los deportistas, tanto en calidad de agente promovedor de prevención, como de rehabilitación. El kinesiólogo es necesario durante el proceso de formación de los juveniles, para que, desde temprana edad, adopten hábitos saludables. Asimismo, es importante el rol del kinesiólogo en niveles más avanzados que, en acuerdo con el cuerpo técnico, puedan ayudar a cambiar y corregir las técnicas erróneas, causantes de las lesiones. Finalmente, la presencia del kinesiólogo es necesaria tanto en los períodos de entrenamiento como en los de competencia, ya que en ambos períodos se podrían llegar a producir lesiones. Según los datos encontrados acerca del desplazamiento de la línea interacromial, se puede afirmar que la hipótesis, “a mayor rotación de la línea interacromial, mayor velocidad transmitida a la pelota” es verdadera. La hipótesis acerca de la posición de los jugadores queda rechazada; dado que los deportistas que ocupan los puestos de externos y central (más alejados del arco), no tienen un lanzamiento más veloz que los boyas y wings. No se encontró correlación entre la velocidad y las cargas de entrenamiento, ya sea en pileta, en el gimnasio, en trabajo de campo o en la suma de los entrenamientos anteriormente mencionados (carga total semanal), por lo tanto, la hipótesis refiriéndose “a mayor carga de entrenamiento, mayor velocidad transmitida a la pelota” es rechazada. Se encontró que, la altura, la envergadura y el perímetro del antebrazo de los jugadores tienen una correlación positiva con la velocidad de lanzamiento, en consecuencia, se acepta la hipótesis afirmando que, a mayores parámetros antropométricos, mayor velocidad transmitida a la pelota. La hipótesis planteada, a menor cantidad de lesiones, mayor velocidad de lanzamiento, fue refutada. Tanto por los resultados estadísticos y cualitativos de las encuestas personales, se puede afirmar que su relación es inversa; pudiendo constatar que, a mayor velocidad de lanzamiento, mayor cantidad de lesiones en la población de estudio.

Nuevos interrogantes:

¿En qué medida la precisión del lanzamiento influye sobre la velocidad del mismo?

¿Qué influencia tiene, el aspecto psicológico sobre la velocidad de lanzamiento, en un jugador de waterpolo, antes y después de sufrir una lesión?

¿Luego de una lesión, el deportista, cambiará intuitivamente la biomecánica del lanzamiento o se le tiene que enseñar técnicas preventivas para evitar nuevas lesiones?

¿Si con el objetivo de mejorar el rendimiento, se modifica el gesto motor del lanzamiento, aumentando la rotación de la línea interacromial, exponemos al waterpolista a lesiones de hombro?

¿Puede disminuir el riesgo de lesiones a nivel del hombro del waterpolista, incrementando la eficacia de la patada alternada?

- Alcaraz, P. E., Vila, H., Ferragut, C., Abrales, J. A., Argudo, F. M., & Rodríguez, N. (2010). estudio de la validez del radar para medir la velocidad de lanzamiento en waterpolo. *Cult Cienc Deporte*, 5, S168.
- Bahr, R., Mæhlum, S., & Bolic, T. (2007). *Lesiones deportivas : diagnóstico, tratamiento y rehabilitación*. Madrid: Médica Panamericana.
- Bélgica, E. A. (2009 - 2010). Consulté le novembre 11, 2014, sur <http://es.slideshare.net/hugovilla/introduccion-a-la-biomecanica-general>
- Bloomfield, J., Blanksby, B. A., Ackland, T. R., & Allison, G. T. (1990). The influence of Strength Training on Guerhead Threading Velocity of Elite Water Polo Players. *The Australian Journal of Science and Medicine in Sport*, 63.
- Bompa, T. O. (2007). *Periodizacion: teoria y metodologia del entrenamiento*. Barcelona: hispano Europea, S.A.
- Cain, E., Dugas, J., Wolf, R., & Andrews, J. (2003). Elbow Injuries in Throwing Athletes, A Current Concepts Review. *American journal of sports medicine*, 31(4), 621-635.
- Calvo, M. M. (2014). La patología de hombro como enfermedad profesional. *Ciencia forense*(11), 105-126.
- Chandy, T., & Grana, W. (1985). Secondary school athletic injury in boys and girls: a three year comparison. *Phys Sports Med*, 13, 106-44.
- Clarys, J., Cabri, J., & Teirlinck, P. (1992). An electromyographic and impact force study of the overhand water polo throw. *Biomechanics and Medicine in Swimming VI*, 111-116.
- Codaro, O. (14 de diciembre de 2015). *waterpolo costa rica*. Obtenido de http://www.waterpolocr.com/wp-content/files/Historia_Waterpolo.pdf
- Donev, Y., & Aleksandrović, M. (2008). History of rule changes in Waterpolo. *Sport Science*, 16-22.
- Edouard, P., Degache, F., Beguin, L., Samozino, P., Gresta, G., Fayolle-Minon, I., . . . Calmels, P. (2011, abril). Rotator Cuff Strength in Recurrent Anterior Shoulder Instability. *The journal of bone and joint surgery*, 759-765.
- Emery, C., & Meeuwisse, W. (2005). Exercise and injuries. *Med Sci Sports Exerc*(37).
- Feltner, M. E., & Nelson, S. T. (1996). Three-Dimensional Kinematics of the Throwing Arm During the Penalty Throw in Waterpolo. *Journal of applied biomechanics*, 359-382.

- Feltner, M. E., & Taylor, G. (1997). Three-dimensional kinetics of the shoulder, elbow, and wrist during a penalty throw in water polo. *Journal of Applied Biomechanics*, 13, 347-372.
- Franić, M., Ivković, A., & Rudić, R. (2007). Injuries in Water Polo. *Croat Med J*, 281-288.
- Giombini, A., Rossi, F., Pettrone, F., & Dragoni, S. (1997, diciembre). Posterosuperior glenoid rim impingement as a cause of shoulder pain in top level Water Polo players. *The journal of sports medicine and physical fitness*, 37(4), 273-278.
- Hersberger, S., Krastl, G., Kühl, S., & Filippi, A. (2012). Dental injuries in water polo, a survey of players in Switzerland. *Dental Traumatology*, 287-290.
- Hirashima. (2011). Induced Acceleration Analysis of Three-Dimensional Multi-Joint Movements and Its Application to Sport Movements. Dans V. Klika, *Theoretical Biomechanics*. InTech.
- Jiménez, A., & Alvar, B. (2007). *fitness & wellness*. Consulté le novembre 19, 2014, sur http://www.felipeisidro.com/articles/mujer_y_entrenamiento_fuerza.htm
- Kapanji, A. I. (1998). *Fisiología Articular: Miembro inferior* (éd. 5ª Edición). Madrid: Editorial Medica Panamericana.
- Kapanji, I. (1998). *Fisiología articular* (éd. 5a, Vol. tomo 1 Miembro superior). Madrid: Panamericana.
- Karantanas, A. (2011). Common Injuries in Water Sports. Dans A. Karantanas, *Sports Injuries in Children and Adolescents* (pp. 289-317). Springer Berlin Heidelberg.
- Kendall, F. P., McCreary, E. K., & Provance, P. G. (2000). *Kendall's Músculos pruebas, funciones y dolor postural* (éd. 4ª). Madrid: Marban Libros S. L.
- Klein, M., Tarantino, I., Warschkow, R., Berger, C., Zdravkovic, V., Jost, B., & Badulescu, M. (2014). Specific Shoulder Pathoanatomy in Semiprofessional Water Polo Players. *The Orthopaedic Journal of Sports Medicine*.
- Kreighbaum, E., & Barthels, K. M. (1996). *Biomechanics: A Qualitative Approach to Studying Human Movement* (éd. 4). Boston, USA: Ally and Bacon.
- López Sánchez, G., & López Sánchez, L. (2014, septiembre). Lesiones en waterpolo: causas, prevención y tratamiento. *EFDdeportes.com, Revista Digital*(196).
- Marion, A., & Carolyn, T. (s.d.). *The Technique of the Eggbeater Kick*. Winnipeg, Canada: University of Manitoba.

- McMaster, W., Long, S., & Caiozzo, V. (1991). Isokinetic torque imbalances in the rotator cuff of the elite water polo player. *The american journal of sports medicine*, 19(1), 72-75.
- McMaster, W., Long, S., & Caiozzo, V. (1992, junio). Shoulder torque changes in the swimming athlete. *The american journal of sports medicine*, 20(3), 323-327.
- Mosler, A., & Whiteley, R. (2015, Octubre). Keeping the water polo player out of the clinic and in the water. *ASPETAR Sports Medicine Journal*, 434-439.
- Mutoh, Y., Takamoto, M., & Miyashi, M. (1988). Chronic injuries of elite competitive Swimmers, Divers, Water Polo Players, and Synchronized Swimmers. *Human Kinetics*, 333-337.
- Osorio Ciro, J., Clavijo Rodríguez, M., Arango V, E., Patiño Giraldo, S., & Gallego Ching, I. (2007). Lesiones deportivas. *IATREIA*, 167-177.
- Pérez, C., Sanfilippo, L., & Jivelekian, A. (2015, Marzo). Lesiones y accidentes deportivos en nadadores federados. *ISDe Sports Magazine. Revista electrónica para entrenadores y preparadores físicos*, 7(24).
- Prentice, W. (2001). *Técnicas de rehabilitación en medicina deportiva*. Barcelona: Paidotribo.
- Rod, E., Ivkovic, A., Borica, I., Jankovic, S., Radica, A., & Hudetza, D. (2013). Acute hyperextension.valgus trauma to the elbow in top-level adult male water polo goalkeepers, a cause of osteochondritis disecans of the capitellum. *Injury: International Journal of the Care of the Injured*, 46–48.
- Rodríguez García, J. (2009, Julio). Recuperación funcional de esguince en ligamento lateral interno de rodilla. <http://www.efdeportes.com/> *Revista Digital*, 134.
- Rollins, J., Puffer, J., Whiting, W., Gregor, R., & Fineman, G. (1985). Water polo injuries to the upper extremity. *Injuries in the throwing arm*, 311-317.
- Sallis, R. E., Jones, K., Sunshine, S., Smith, G., & Simon, L. (2001). Comparing Sports Injuries in Men and Women. *Int J Sports Med*, 420-423.
- Sanders, R. (1999). Analysis of the eggbeater kick used to maintain height in water polo. *Journal of applied biomechanics*, 15, 284-291.
- Sanders, R. H. (1997). Lower limb kinematics and flow characteristics of the "eggbeater" kick. En J. Wilkerson, K. Ludwig, & W. Zimmermann (Ed.), *XVth International Symposium on Biomechanics in Sports*. Denton, Texas, USA: International society of biomechanics in sports.

- Sanders, R., & Cowan, E. (1998). Lifting performance in aquatic sports. En H. J. Riehle, & M. Vieten (Ed.), *16 International Symposium on Biomechanics in Sports*. Konstanz - Germany: International society of biomechanics in sports.
- Suárez, S. N., & Osorio, P. A. (2013). Biomecánica del hombro y bases fisiológicas de los ejercicios de Codman. *Rev CES Med*, 27(2):205-217.
- Tainha, C., & Pascoal, A. (2005). Shoulder kinematics during clinical glenohumeral tests. Differences between no-players and water-polo players. En P. Cavanagh, & P. Crago (Ed.), *XXth Congress - ASB 29th Annual Meeting* (pág. 711). Cleveland, USA: International society of biomechanics.
- Witwer, A., & Sauers, E. (2006). Clinical Measures of Shoulder Mobility in College Water-Polo Players. *J Sport rehabil*, 45-57.
- Yanagi, H. K. (1995). Vertical force exerted during eggbeater kick. En K. Hakkinen, K. Keskinen, P. Komi, & A. Mero (Ed.), *XVth Congress of the International Society of Biomechanics*. Jyväskylä, Finland: International society of biomechanics.
- Zachazewski, J. E., Magee, D. J., & Quillen, W. S. (1996). *Athletic Injuries and Rehabilitation*. Universidad de Michigan: Saunders.

Fuente de la imagen de portada:

Ex13. (2010). MNE vs CRO on 2010 Men's European Water Polo Championship in Zagreb. [Foto]. Recuperado de https://commons.wikimedia.org/wiki/File:MNE_vs_CRO_2010_Men%27s_European_Water_Polo_Championship.JPG

Fuente de las imágenes de caratulas:

- Introducción:
Roikiine. (2012). Zeljko Kovacic número 4 du Montpellier Water Polo. [Foto]. Recuperado de <https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Montpellier-water-polo-waterpolo-zeljko-kovacic.jpg>
- Capítulo 1 y 2:
Roikiine. (2013). Montpellier Water Polo vs Jug Dubrovnik / Ligue des Champions 2012. [Foto]. Recuperado de <https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Montpellier-water-polo-jug-dubrovnik-roikiine.jpg>
- Otras caratulas: Elaboración propia.

ANEXOS



Encuesta personal dedicada a los 3 mejores resultados de las pruebas de velocidad de lanzamiento.

Consigna: Contestar a estas preguntas lo más sinceramente posible, cualquier duda preguntar. Son preguntas abiertas a propósito para dejar el sujeto su libre expresión y desarrollo. Pueden contestar por escrito o grabarse para más comodidad y rapidez.

1. ¿Cómo cree usted que influyó la lesión de hombro en su desempeño como jugador y que estrategias implementa para evitar la recidiva?

Respuesta del sujeto 1:

La lesión no tuvo gran influencia como jugador, ya que con implemente el calentamiento previo y mejorar la técnica para q la lesión no me causará inconvenientes importantes.

Respuesta del sujeto 2:

Era un jugador de ataque tiraba más al arco, ahora controlo más el juego, tiro solo cuando hay que tirar, tengo más años que el resto, y ayudo más al equipo, distribuyo el juego. Para evitar la lesión, hago muchos ejercicios de hombro con la goma, y cuando me duele le aplico hielo, en el entrenamiento dejo de tirar cuando me duele. Pero lo más importante es mantener el tendón desinflamado para evitar que duela, para eso el hielo y reforzar siempre el hombro y evitarla lesión.

Respuesta del sujeto 3:

La lesión de hombro fue un impedimento grande, ya que me dejo fuera de la cancha en varios partidos de competencia importante. Pero la superé bastante rápidamente y pude recuperar mi nivel máximo. Sin embargo, me lastime otra vez muchos años después, no sabría decir si es una recidiva de esta lesión antigua o si es nueva, me está doliendo actualmente y probablemente esa me obligué a dejar el deporte de competencia. Para evitar la recidiva trato de entrar bien en calor antes de entrar al agua, usando cinta elástica haciendo un trabajo preventivo con rotaciones de hombro y nunca tirar al arco sin calentamiento. Además, ya la experiencia de tantos años me permitió conocerme mejor, siento cuando el hombro está cansado y le hago seña al entrenador para no tirar más al arco y no lastimarme mas

2. ¿Cuáles son las preparaciones que realiza antes y después de entrenar y que valor le otorga a la elongación y por qué?

Respuesta del sujeto 1:

Antes de entrenar trato de comer algo con alto contenido energético y tomar agua. También calentar y un poco de elongación. Después de entrenar elongación, comer bien y descanso siempre q se pueda.

Respuesta del sujeto 2:

Antes de entrenar hago, movilidad de hombro sin resistencia. flexiones de brazos, abdominales, sentadillas, espinales etc., goma para el hombro, mimando el movimiento del tiro, ejercicios de tríceps y rotadores de hombro. Después elongo, no tanto como debería, si hubiese tenido el hábito desde más chico quizás elongaría mucho más pero igual elongo. Si me siento muy contraído elongo mas.

Respuesta del sujeto 3:

Antes de entrenar realizo una entrada en calor primero fuera del agua con giros de brazos y algunas flexiones de brazo, luego uso la cinta elástica para trabajar con resistencia controlada, y pases contra la pared, siempre cuando arrancamos a hacer pases en el agua empiezo muy despacio sin fuerza para luego aumentar, igualmente para los lanzamientos. Y luego de entrenar intento nadar unos metros para aflojar el cuerpo, descargar un poco los hombros y estirar afuera. La elongación es importante, aunque no siempre la realizo, por cuestiones de tiempo, o cierra el natatorio. Siento bastante alivio después de estirar, y no tengo los hombros tan pesados el día siguiente, lo cual supongo que es debido a haber estirado.

3. ¿Cuál es el rol del kinesiólogo en el entrenamiento de waterpolo para la prevención de las lesiones?

Respuesta del sujeto 1:

No fui a un kinesiólogo.

Respuesta del sujeto 2:

Acá en argentina vez al kinesiólogo cuando te lastimaste, te rehabilitas y luego le das importancia a la prevención. A lo largo de mi carrera tuve bastante lesión y siempre me atendí con kinesiólogos por lesiones, quizás desde más chicos tendríamos que tener un kinesiólogo de antemano que se encargue de la prevención, es de suma importancia tener un kinesiólogo para cualquier equipo.

Respuesta del sujeto 3:

No hay kinesiólogo en nuestro club, sin embargo, he jugado en otros equipos donde había, el kinesiólogo estaba a cargo de realizar la entrada en calor afuera del agua y los estiramientos, a veces junto al preparador físico. Pero el kinesiólogo estaba más a la escucha de nuestros dolores, además realizaba masajes enérgicos activadores para entrar en calor las partes del cuerpo en las cuales teníamos algunos dolores o lesiones. Me acuerdo que nos seguía con una planilla escribiendo el tratamiento que nos hacía. Ayudaba mucho a la recuperación. En mi opinión estaba muy bueno que este ahí, porque cuando nos pasaba algo en un entrenamiento o partido, reaccionaba muy rápidamente en el momento de la lesión, en lo ideal todo club o equipo tendría que tener uno.

4. ¿Cuál fue el tratamiento que realizó y que limitaciones tuvo en su vida personal?

Respuesta del sujeto 1:

El tratamiento fue mejorar la técnica en el agua y la elongación. En cuanto a las limitaciones en mi vida personal no tuve nada relevante.

Respuesta del sujeto 2:

La última lesión, hice varias sesiones de kinesiología, hice sesiones de osteopatía. Ejercicios posturales para bajar el hombro para evitar que roce el tendón contra el hueso, y aparatos, magnetoterapia y ultrasonidos. Ninguna limitación muy grave una vez el tratamiento realizado

Respuesta del sujeto 3:

El tratamiento fue de dejar la competencia el tiempo que pasé el dolor, en cuanto pude nadar, pasar la pelota y tirar con fuerza sin dolor volví a jugar. En cuanto al kinesiólogo, me aplicaba dos veces al día hielo, electroestimulación, ultrasonido y masajes para que se me pase el dolor. La segunda lesión que tuve no hice tratamiento porque el club no tiene kinesiólogo y no tenía más obra social, pensé que se me iba a ir solo. Ahora hace un año que tengo dolor, voy a ir a hacer un tratamiento porque el dolor me impide tirar con fuerza y a veces nadando duele. En cuanto a mi vida personal, no tuve limitaciones la primera vez solo esas dos semanas que tuve que ver mis compañeros de afuera, fue muy difícil moralmente, pero paso. Hoy tengo muchas más limitaciones, siempre tengo aprehensión al realizar cualquier tarea que implique mi hombro, levantar cosas pesadas, y a veces me duele manejar el auto, por eso pienso que voy a hacerme un tratamiento, cualquiera sea para recuperar la movilidad de siempre y poder volver a jugar sin preocupaciones ni dolor.

5. ¿Qué importancia le asigna usted a la velocidad de la pelota, cual es el riesgo de lesión y como evitarla?

Respuesta del sujeto 1:

La velocidad de la pelota es clave para el waterpolo, siempre q este acompañada de una buena dirección. El riesgo de lesión creo q esta en realizar mal la técnica, no haber calentado bien o tener el músculo muy fatigado. Para evitar la lesión creo q se tiene q realizar una buena entrada en calor previa a realizar un tiro al 100%. Y no realizar el movimiento de una forma incorrecta porque esto lleva a una lesión segura.

Respuesta del sujeto 2:

Le doy mediana importancia a mi velocidad ahora. Siempre tire fuerte pero ahora con mi lesión tiro un poco más despacio que antes pero igual es un tiro que si va bien ubicado va a ser gol tranquilamente, cuanto más fuerte intento tiro, más riesgo de lesión tengo, evito con todos los ejercicios y el hielo.

Respuesta del sujeto 3:

La velocidad de la pelota es muy importante en un lanzamiento, el arquero tiene mucho menos tiempo para reaccionar al tiro y ubicarse en el arco para bloquear la pelota. Siempre que veo los mejores del mundo, además de lanzar con precisión, son capaces de lanzar a velocidades increíbles, no dejan una chance al arquero. Pero en mi experiencia, la técnica del lanzamiento es tan importante como la velocidad conseguida. El riesgo de lesión es grande, siento cada vez que tiro a velocidades máximas que el hombro recibe mucho estrés, particularmente al final del entrenamiento cuando estoy cansado. Para evitar lesionarme, estoy más atento a mi cuerpo, un dolor pequeño y no insisto, tiro menos fuerte y trato de buscar más los errores del arquero, antes tiraba con mucha fuerza, ahora que siento dolores, me adapte, pero indefectiblemente, el porcentaje de gol bajó.



UNIVERSIDAD FASTA
Facultad de Ciencias Médicas
Licenciatura en Kinesiología

Tesis de Licenciatura
Desquerre Sylvain

