

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA

SEDE CUENCA

CARRERA DE CULTURA FÍSICA

**Trabajo de titulación previo a la obtención del título de Licenciado
en Cultura Física.**

Proyecto de intervención:

**“Aplicación de la Biomecánica en el análisis de la técnica del remate en el
voleibol”**

Autor:

Freddy Rolando Shicay Arias

Tutor:

Mgt. Mario Germán Álvarez Álvarez.

Cuenca - Ecuador

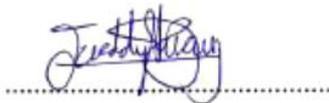
2018

CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR

Yo Freddy Rolando Shicay Arias, con documento de identificación N° 0104531629, manifiesto mi voluntad y cedo a la Universidad Politécnica Salesiana la titularidad sobre los derechos patrimoniales en virtud de que soy autor del trabajo de titulación: “Aplicación de la Biomecánica en el análisis de la técnica del remate en el voleibol”, mismo que ha sido desarrollado para optar por el título de: Licenciado en Cultura Física, en la Universidad Politécnica Salesiana, quedando la Universidad facultada para ejercer plenamente los derechos cedidos anteriormente.

En aplicación a lo determinado en la Ley de Propiedad Intelectual, en mi condición de autor me reservo los derechos morales de la obra antes citada. En concordancia, suscribo este documento en el momento que hago entrega del trabajo final en formato impreso y digital a la Biblioteca de la Universidad Politécnica Salesiana.

Cuenca, Junio del 2018



Freddy Rolando Shicay Arias

C.I.: 0104531629

CERTIFICACIÓN

Yo declaro que bajo mi tutoría fue desarrollado el trabajo de titulación: “APLICACIÓN DE LA BIOMECÁNICA EN EL ANÁLISIS DE LA TÉCNICA DEL REMATE EN EL VOLEIBOL”, realizado por Freddy Rolando Shicay Arias, obteniendo el Proyecto de Intervención que cumple con todos los requisitos estipulados por la Universidad Politécnica Salesiana.

Cuenca, Junio del 2018

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'Mario Germán Álvarez', enclosed within a circular scribble.

Lcdo. Mario Germán Álvarez Álvarez Mgt.

C.I.: 0301494027

DECLARATORIA DE RESPONSABILIDAD

Yo, Freddy Rolando Shicay Arias con número de cédula; 0104531629 autor del trabajo de titulación “APLICACIÓN DE LA BIOMECÁNICA EN EL ANÁLISIS DE LA TÉCNICA DEL REMATE EN EL VOLEIBOL” certifico que el total contenido de este proyecto de intervención es de mi exclusiva responsabilidad y autoría.

Cuenca, Junio del 2018



Freddy Rolando Shicay Arias

C.I.: 0104531629

DEDICATORIA

Quiero dedicar este proyecto y meta cumplida a mis padres Manuel Shicay y Luz Arias ya que ellos han sido mi apoyo y fuerza en los momentos difíciles, además por ellos he salido adelante cumpliendo mis objetivos, siempre han luchado para mi superación y por todo esto sé que ellos estarán orgullosos de mí.

Freddy Rolando Shicay Arias

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios por permitirme llegar a estas instancias, a mi familia por el apoyo inmensurable que siempre he recibido. A mis amigos y amigas que hice durante toda esta etapa universitaria gracias a ellos viví momentos gratos e inolvidables. A mis profesores de todos los ciclos gracias por todos los conocimientos transmitidos incluyendo los valores humanos que me formaron como una persona correcta y ética.

Freddy Rolando Shicay Arias

RESUMEN

En este proyecto el objetivo general fue mejorar la técnica del remate del voleibol por medio de un análisis cinemático en un grupo de iniciación deportiva de la escuela La Asunción, mediante un estudio biomecánico e implementación de mejoras a la técnica en cuestión, para lograr un mejor gesto deportivo y el rendimiento del deportista. Se analizaron las fases del remate y se seleccionó un movimiento patrón de un deportista con el fin de poder determinar parámetros exactos y óptimos de la técnica. Luego se analizaron y compararon los movimientos de la técnica de diez niñas de La Asunción para ello se utilizó una cámara que grabó distintos intentos de remates, estos videos se usaron con el software Kinovea para medir tres variables: la velocidad de aproximación, velocidad de la mano y ángulo del brazo en el momento del golpe con el balón. Con los datos obtenidos se realiza una discusión en base a otros estudios similares de técnica, además se corrige errores y se aporta al entrenador bases para que se pueda evaluar dicha técnica de manera objetiva. Finalmente los resultados nos indicaron que las velocidades tanto del centro de masa, la mano y el ángulo del brazo no están muy alejados de la técnica ideal analizada, de esta manera con entrenamientos dirigidos a la técnica se espera que se puedan corregir dichas desviaciones.

Palabras clave: Voleibol, ataque, remate, Kinovea, biomecánica.

ABSTRACT

The general objective in this project was improve the volleyball spike technique, through a kinematic analysis in a sports initiation group of the La Asunción School, through a biomechanical study and implementation of improvements to the technique in question, for achieve a better sporting gesture and the performance of the athlete. The phases of the auction were analyzed and a pattern movement of an athlete was selected in order to be able to determine exact and optimal parameters of the technique. Then the movements of the technique of ten girls from La Asunción School, were analyzed and compared. For this purpose, a camera was used that recorded different auction attempts. These videos were used with the Kinovea software to measure three variables: speed of approach, velocity of the hand and angle of the arm at the moment of the blow with the ball. With the data obtained, a discussion is made based on other similar studies of technique, also correct the mistakes and contributes bases to the coach can be evaluated objectively the technique. Finally the results indicated that the speeds between center of mass, the hand and the angle of the arm are not far from the ideal technique analyzed. Waiting the training aimed at the technique can be these deviations corrected.

Keywords: Volleyball, attack, kick, Kinovea, biomechanics.

INDICE

CERTIFICACIÓN	2
DECLARATORIA DE RESPONSABILIDAD	3
DEDICATORIA	4
AGRADECIMIENTO	4
RESUMEN	5
ABSTRACT	6
INTRODUCCIÓN	8
Fases de la técnica del remate	9
Teorías y proposiciones de otros autores respecto a estudios similares	11
Biomecánica	13
MATERIALES Y MÉTODOS	14
Protocolo de evaluación	15
RESULTADOS	16
DISCUSIÓN	20
CONCLUSIONES	21
RECOMENDACIONES	22
BIBLIOGRAFÍA	23

INTRODUCCIÓN.

El voleibol en la provincia del Azuay se ha masificado en los últimos años para la búsqueda de nuevos talentos y en la consecución de logros deportivos. Pero aparece un problema al analizar si los deportistas del mini voleibol ejecutan de manera correcta los fundamentos, los entrenadores no usan otros recursos más que la observación y corrección de las técnicas de forma verbal, específicamente la del remate o ataque. No existen parámetros con valores exactos para determinar qué mejorar en la acción motriz.

En el proceso de formación deportiva es importante ir corrigiendo objetivamente los fundamentos, técnicas y capacidades que requiere este deporte, por ello una herramienta de gran ayuda es la aplicación de la biomecánica, de esta manera se evidenciarán parámetros físicos como la velocidad, distancia, ángulo, etc. Los deportistas serán altamente beneficiados de estos análisis porque les permitirá conocer las falencias motrices y ya que están en edades tempranas será más fácil su corrección, la sociedad se beneficiará al tener jugadores altamente técnicos que representarán de mejor manera en torneos inter colegiales, inter provinciales, etc.

El apoyo de la biomecánica para evaluar y lograr mejorar la técnica en los voleibolistas es una herramienta que mejorará significativamente el nivel de juego y también podría ser aplicado a otras disciplinas.

En la elaboración de esta investigación se plantearon las interrogantes; ¿Qué tan distintos son los resultados de las niñas respecto a las de un deportista con técnica ideal?, las niñas a ser evaluadas están iniciando su proceso deportivo, se analizará su técnica y se comparará con una técnica ideal, ahí se entenderá que tan bien llevan sus entrenamientos conjuntamente con la corrección de su entrenador. ¿Los valores cinemáticos obtenidos están en relación con otros estudios analizados en otros países?, ¿Cuál es el ángulo correcto para una buena ejecución del remate?, todas estas interrogantes fueron el punto de partida para la investigación y se buscaron obtener los mejores resultados.

El objetivo general de este proyecto fue mejorar la técnica del remate del voleibol por medio de un análisis cinemático en un grupo de iniciación deportiva de la escuela La Asunción, mediante un estudio biomecánico e implementación de mejoras a la técnica en cuestión, para lograr un mejor gesto deportivo y el rendimiento del deportista.

Fases de la técnica del remate

En voleibol, el remate es la acción de juego con la que más puntos se consiguen y la que más correlaciona con el rendimiento (Bermejo, 2013); además forma parte de una de las acciones más llamativas por lo tanto al ser tan importante merece un análisis que lleve a mejorarlo en cada sesión de entrenamiento.

Diferentes estudios muestran que la eficacia mecánica de esta acción depende de dos aspectos: a) la altura a la que se produce el golpeo del balón y b) la velocidad a la que se desplaza el balón una vez que ha sido golpeado (Coleman, 1993); (Gutiérrez, 1994); (Vint, 2004); para realizar la primera acción alcanzando la mayor altura hay que tomar una carrera de aproximación que en algunos casos puede darse de varios pasos pero que en deportistas experimentados puede darse con un solo paso e impulso. Para la segunda acción el deportista debe llevar y transmitir toda la energía llevada en la carrera y el salto al brazo – antebrazo – muñeca. Entonces se crea una cadena de movimientos encadenados que dependen unos de otros para alcanzar ejecutar un buen ataque (Bermejo, 2013).

Cuando se trata de lograr un salto muy alto, los brazos aportan significativamente, así quedó demostrado en estudios que indican que la velocidad vertical del centro de masa se disminuye en un 54% cuando no se emplean los brazos (Feltner, 2004). Así mismo, se tiene claro que el salto en una pierna es menor que con dos piernas, el salto en una pierna representa el 58% del salto en dos piernas (Van, 1985).

De las diferentes fases del remate que se verá más adelante, la más relevantes es la fase de doble apoyo pues es la que permite generar en última instancia las fuerzas necesarias para lograr la mayor altura y control del salto (Ramón, 2006). Al final de este proyecto se analizará a nuestro criterio cuál de las fases es la más importante.

Según el estudio de varias bibliografías acerca de las fases de la técnica del remate se ha optado por una que menciona de manera más precisa cada fase, la cual se precisa en la siguiente figura 1:

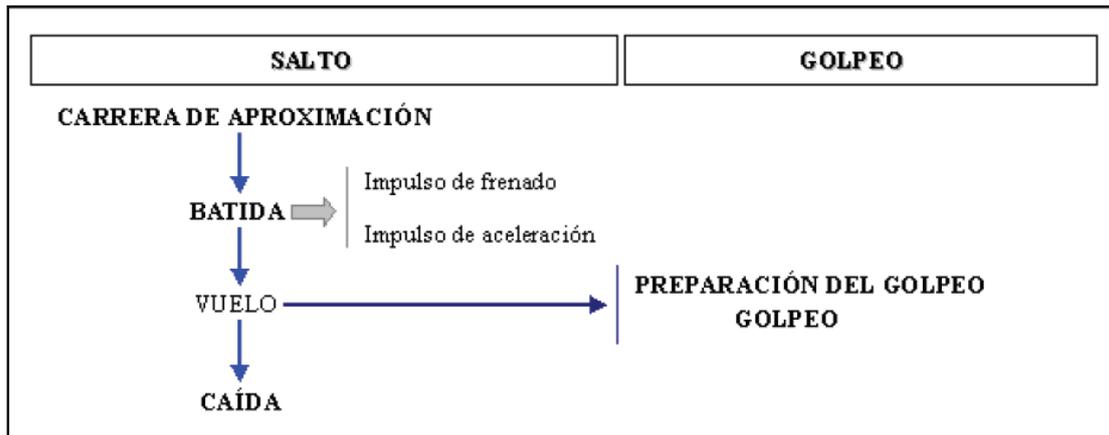


Figura 1. Fases de la técnica del remate (Valades, 2004).

Como se puede apreciar en la figura 1, se distinguen claramente dos sub fases: salto y golpeo, sabiendo que el salto viene cargado con un conjunto de acciones motrices del cual dependerá el golpeo después. El remate consiste en realizar un salto con carrera previa y un golpeo al balón hacia la pista contraria por encima de la red durante la fase de vuelo (Lucas, 2000).

El objetivo del salto es lograr la máxima altura para luego golpear al balón con la mano abierta en el punto más alto posible de manera que se pueda sobrepasar el bloqueo adversario, el objetivo del golpeo es transmitir la máxima velocidad y dirección al balón, si el balón sale a mayor velocidad entonces el equipo contrario tendrá menos reacción de poder defenderlo, teniendo en cuenta que mayor velocidad implica mayor fuerza y por lo tanto menos control por parte del adversario. Para conseguir estos dos objetivos, el remate se compone de una secuencia temporal de cinco fases (figura 2) (Valades, 2004):

1. Carrera de aproximación.
2. Batida
3. Preparación del golpeo (armado)
4. Golpeo
5. Caída.



Figura 2. Secuencia de las fases del remate (Valades, 2004).

El voleibol es un deporte en el cual, el ataque en forma de remate es una de las principales acciones del juego. Llama la atención que en la literatura no se encuentren muchos estudios relacionados con la acción mecánica. Felter estudió la influencia del movimiento de los brazos y encontraron que la velocidad vertical del centro de masa se disminuye en un 54% cuando no se emplean los brazos (Feltner ME 2004). Van Soest AJ estudió la diferencia entre saltos con una sola pierna y con dos piernas, en diez voleibolistas experimentados y encontraron que el salto con una sola pierna era el 58% del salto con las dos piernas. En nuestro medio no se reportan estudios biomecánicos al respecto (Van Soest, 1985).

Los saltos en el voleibol se identifican desde una óptica motriz por la capacidad de mover y vencer el propio peso corporal del voleibolista, empleando para ello un nivel elevado de velocidad de movimiento en las estructuras de los miembros inferiores y superiores, que en acción conjunta se ejecutan con el propósito de lograr la mayor eficacia en el salto para el golpeo al balón; la que se sintetiza en la acción dinámica de fuerza explosiva, especificado en su esencia por la velocidad obtenida y no por la cantidad de movimientos (Reyes, 2012).

El salto en el voleibol, es de vital importancia, ya sea en ataque a través de remates, en defensa a través del bloqueo y en el saque al inicio de un punto, para ello es necesario mejorar variables biomecánicas tales como la altura de vuelo, el tiempo de vuelo, la velocidad de salto y la potencia, es decir, la combinación de la velocidad y la fuerza.

El voleibol es una disciplina deportiva que implica saltabilidad, y con ello variables biomecánicas, tales como potencia de salto, altura, tiempo de vuelo y velocidad de salto, todas variables que pueden presentar mejoría con la aplicación de entrenamiento orientado a mejorar la fuerza y potencia. (Flores, 2015)

Teorías y proposiciones de otros autores respecto a estudios similares.

Valores medidos de velocidad del centro de masa al momento del impulso rondan los 2,8 m/s., en lo referente a la velocidad media de la mano previa al golpe del balón se muestran valores de 12,4 m/s. Al caer, las jugadoras analizadas registran un ángulo mecánico entre los segmentos pierna-pie de 130-139° de media, entre los segmentos muslo-pierna de 153-159° de media, y entre los segmentos tronco-muslo de 162° de media. Estos valores podrían ser la actuación que las jugadoras que unida al contacto simultáneo de los dos pies con el suelo que les permiten un aterrizaje adecuado desde el punto de vista biomecánico (Kovacs et al., 1997); (Loviatti, 2009); (Gary, 2012).

La velocidad adecuada de la carrera de aproximación, debe ser del 50-60% de la velocidad máxima de sprint del jugador (Huang y Cols., 1998). En otro estudio se registraron velocidades máximas horizontales del centro de gravedad de 4,28m/s en jugadores masculinos (Huang y Cols, 1999). Una aproximación eficiente puede añadir de 12,7 a 20,32 centímetros a la altura del salto del rematador (Selinger y Ackerman, 1985).

La batida es la siguiente fase después de la carrera de aproximación, y se compone del impulso de frenado y el impulso de aceleración. (Figura 3) (Valades, 2004).



Figura 3. Fase de batida. (Valades, 2004).

En el impulso de frenado, los pies empujan contra el suelo para obtener unas fuerzas de reacción que le permitan frenar la cantidad de movimiento desarrollado durante la carrera previa. El ángulo final de flexión de rodillas correcto, es importante para el resultado final del salto (Padial, 1994). Este ángulo se sitúa entre 100 y 115° para jugadores de gran fuerza muscular en extremidades inferiores, y entre 120 y 130° para jugadores de menor fuerza en la musculatura (Ivoilov, 1986).

Los brazos continúan con su movimiento hacia arriba mediante la flexión de hombros, aproximándose a los 180°. A este movimiento de brazos, se suma la extensión del cuello, que permite levantar la cabeza y elevar la mirada para no perder de vista el balón (Cisar y Corbelli, 1989).

En el momento del contacto con la pelota, el ángulo del hombro se sitúa entre 170-140° (Kugler y cols., 1996). Durante el golpe, también se realizará un movimiento de flexión de la muñeca. Dicho movimiento no supone un aumento de la velocidad de salida del balón, pero

favorece que la mano contacte con la parte superior del balón y provoque una rotación de éste hacia delante (Gutiérrez y Kao, 1994).

Biomecánica

Por otro lado para el análisis de la técnica hacemos uso de la Biomecánica la misma que se dedica a estudiar la actividad de nuestro cuerpo, en circunstancias y condiciones diferentes, y de analizar las consecuencias mecánicas que se derivan de nuestra actividad, ya sea en nuestra vida cotidiana, en el trabajo, cuando hacemos deporte, etc. Para estudiar los efectos de dicha actividad, la Biomecánica utiliza los conocimientos de la mecánica, la ingeniería, la anatomía, la fisiología y otras disciplinas. A la Biomecánica le interesa el movimiento del cuerpo humano y las cargas mecánicas y energías que se producen por dicho movimiento (Ramón, 2009).

En la actualidad, la Biomecánica se halla presente en tres ámbitos fundamentales de actuación:

- La biomecánica médica, encargada de evaluar las patologías que aquejan al cuerpo humano para generar soluciones capaces de evaluarlas, repararlas o paliarlas.
- La biomecánica deportiva, que analiza la práctica deportiva para mejorar su rendimiento, desarrollar técnicas de entrenamiento y diseñar complementos, materiales y equipamiento de altas prestaciones.
- La biomecánica ocupacional, cuya misión es estudiar la interacción del cuerpo humano con nuestro entorno más inmediato, y que nuestro trabajo, casa, conducción de vehículos, manejo de herramientas, etc., y adaptarlos a nuestras necesidades y capacidades. En este ámbito, la Biomecánica se relaciona con otra disciplina, como es la ergonomía (Ramón, 2009).

En cuanto a los softwares para realizar un análisis biomecánico hay varios pero en este proyecto se utilizará Kinovea el cuál es un analizador de vídeos, más que un editor convencional. Tiene un gran potencial en el ámbito deportivo como recurso para evaluar, corregir y llevar un seguimiento de la técnica en la mayor parte de modalidades deportivas. Permite la medición de tiempos, ángulos, trayectorias, perspectivas y coordenadas; reproducción a altas y bajas velocidades y la edición de diapositivas con comentarios textuales y marcas visuales en los fotogramas convenientes. Es gratuito y multilingüaje

(incluido Castellano). Sin duda es un software libre que ayudará con el análisis Biomecánico de muchas técnicas deportivas.

MATERIALES Y MÉTODOS

Este proyecto fue un estudio cuantitativo de tipo descriptivo, transversal ya que se desarrolló en un solo momento. Se aplicó a 10 deportistas de sexo femenino de la disciplina del voleibol de la Unidad Educativa La Asunción, en edades comprendidas entre 10 a 12 años. La aplicación de las pruebas fueron en horario de la tarde (13h30 – 15h30).

Durante el proyecto se utilizó una cámara para poder grabar las diferentes técnicas y se observó el desempeño de las deportistas durante tres entradas al remate. La cámara se encontró a una altura de 1 metro del suelo, a 5 metros de distancia de la deportista (al lateral de la cancha). La resolución de la cámara fue de 23 Mega pixeles y se grabó en Full HD a 30 fps. (Ramón 2016) (Bermejo 2013)

Se llevaron registros de control para un correcto orden de los datos y para ubicar también resultados parciales.

Se utilizaron gráficas mediante un software biomecánico para observar de forma clara los movimientos realizados por las deportistas, un aspecto a tomar en cuenta es que se llevó un borrador con todos los datos que se puedan obtener y esto sirvió para elaborar este informe final.

Los recursos fueron la cancha de voleibol con sus postes y red armados, el balón de voleibol, una videocámara y hojas de registro. Las deportistas realizaron 3 ataques por zona 4, y se filmó con una cámara desde un lateral de la cancha. Los videos de los ataques pasaron al programa biomecánico para su análisis (software: Kinovea, versión 0.8.25).

Para el análisis de los datos se realizó una estadística descriptiva, mediante técnicas gráficas y numéricas. Las variables en cuestión fueron; la velocidad del brazo y las posiciones de los ángulos al ejecutar el ataque. Tanto la velocidad como el ángulo fueron registrados y como fueron varias entradas al remate se realizó una media y se estableció una desviación; todo esto respecto a la técnica ideal con la que se compara. El programa donde se realizó el análisis fue Excel por su facilidad de manejar los datos y representarlos gráficamente.

Finalmente se socializó con cada deportista evaluada, indicando que acciones debe cambiar para corregir la técnica hasta llegar a ser la ideal y se tomaron datos finales para determinar si la implementación de la biomecánica mejoró la técnica.

Protocolo de evaluación

- Se grabó la técnica del remate del voleibol a 10 niñas de la Asunción.
- Cada niña realizó 3 remates y sólo se analizó el mejor.
- Los ataques fueron realizados sólo por zona 4.
- Para que la técnica del remate haya sido válida el balón debió ingresar al campo contrario.
- La altura de la red estuvo a 2,10 m.
- Se utilizó una cámara de 23 Mega pixeles, en resolución HD a 30 fps.
- La cámara se situó a 5 metros de distancia, a una altura de 1,5m y a una separación de 2 metros de la red tal como se muestra en la figura 4.

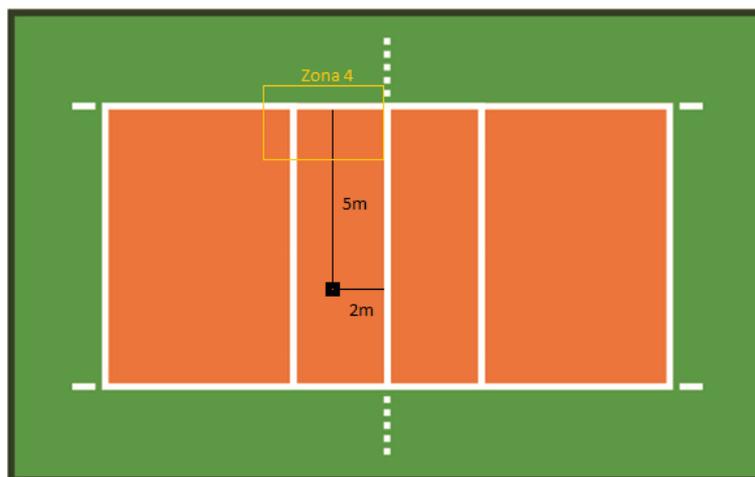


Figura 4. Ubicación de la cámara.

- Las técnicas grabadas pasaron a ser analizadas en el software Kinovea versión 0.8.25.
- Las variables analizadas fueron:
 - Velocidad horizontal máxima del deportista en la carrera de aproximación: Max. Vel. CM
 - Velocidad máxima del brazo al momento del golpeo con el balón: Vel. Mano
 - Ángulo formado entre: muñeca-codo-hombro, al momento del golpeo con el balón.
- Las unidades de medida usadas fueron las del Sistema Internacional (SI):
 - Velocidad [m/s]
 - Ángulo en grados [°]

RESULTADOS

Los resultados que se dieron fueron agrupados en una sola tabla en donde se mencionan a las deportistas, su edad, el remate seleccionado de los tres ejecutados, la zona de la cancha por donde se ejecutó el ataque (en este caso todos fueron por zona 4), la máxima velocidad del centro de masa, la velocidad de la mano al momento de impactar el balón, y el ángulo formado entre el hombro-codo-muñeca al momento del ataque.

Tabla 1.

Resultados biomecánicos en relación con la máxima velocidad del centro de masa (CM), velocidad de la mano y ángulo del codo.

Nombre	Edad	Remate selec			Zona	Max. Vel. CM. (m/s)	Vel. Mano (m/s)	Ángulo
		R 1	R2	R3				
<i>Deportista 1</i>	11		x		4	2,39	6,48	118°
<i>Deportista 2</i>	11	x			4	2,14	8,92	134°
<i>Deportista 3</i>	11	x			4	1,84	7,01	103°
<i>Deportista 4</i>	12			x	4	2,75	6,05	170°
<i>Deportista 5</i>	12		x		4	3,13	12,55	120°
<i>Deportista 6</i>	12			x	4	1,95	7,99	143°
<i>Deportista 7</i>	12			x	4	3,18	1,45	174°
<i>Deportista 8</i>	12			x	4	1,52	6,23	173°
<i>Deportista 9</i>	12		x		4	2,46	9,84	151°
<i>Deportista 10</i>	12			x	4	2,72	6,55	149°

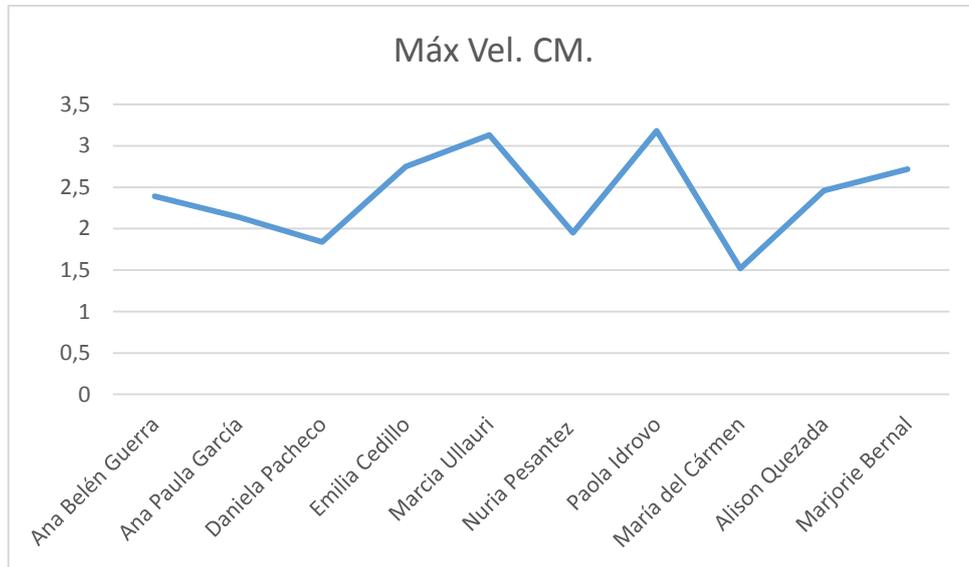
Además se obtiene la media de cada variable analizada, su respectiva desviación estándar y se ubica en una misma tabla comparándola con los valores ideales que se analizaron con un jugador élite de la provincia.

Tabla 2

Resultados de la media y desviación estándar de las variables analizadas.

	CM [m/s]	Mano [m/s]	Ángulo [°]
Media	2,408	7,307	143,5
Desviación estándar	0,505	2,894	24,771
Valores ideales	3,2	10,16	180

En la siguiente gráfica se muestra como varia la velocidad del centro de masa, es decir la velocidad máxima que tienen las deportistas al momento de la carrera de aproximación en el gesto del ataque. **Gráfica 1. Imagen 1.**



Gráfica 1. Análisis de la velocidad del Centro de Masa.

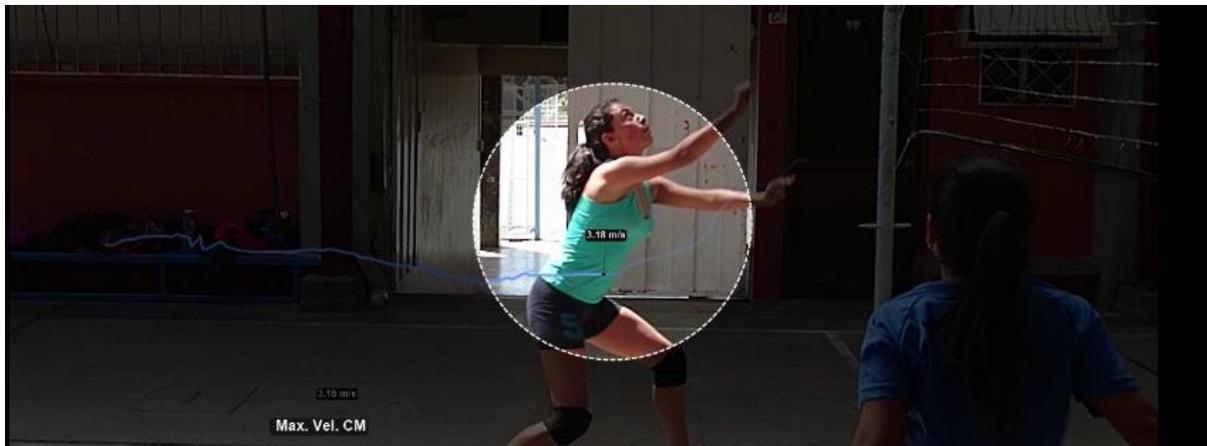
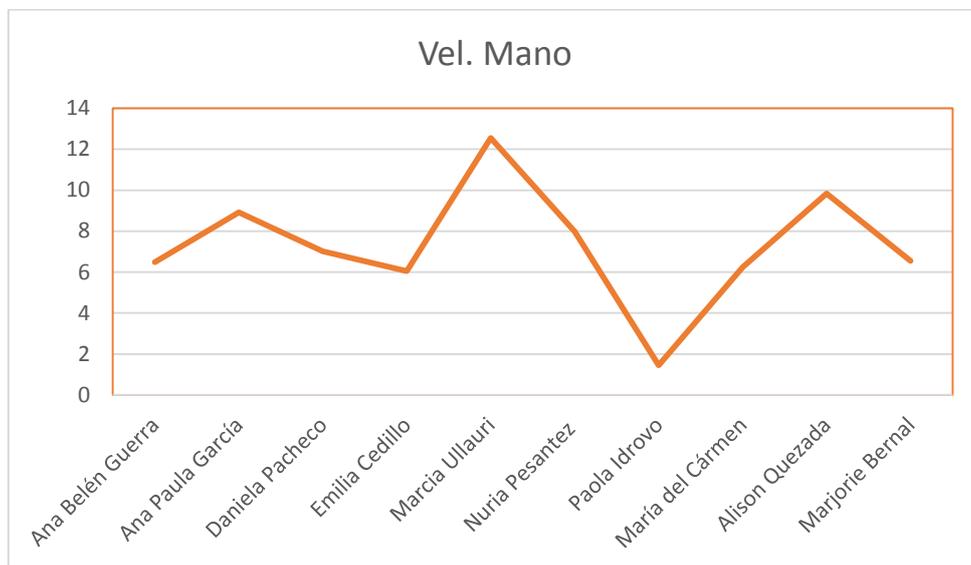


Imagen 1. Velocidad del centro de masa.

En la siguiente gráfica se muestra como varia la velocidad de la mano al impactar el balón de cada una de las deportistas. **Gráfica 2. Imagen 2.**



Gráfica 2. Velocidad de la mano.

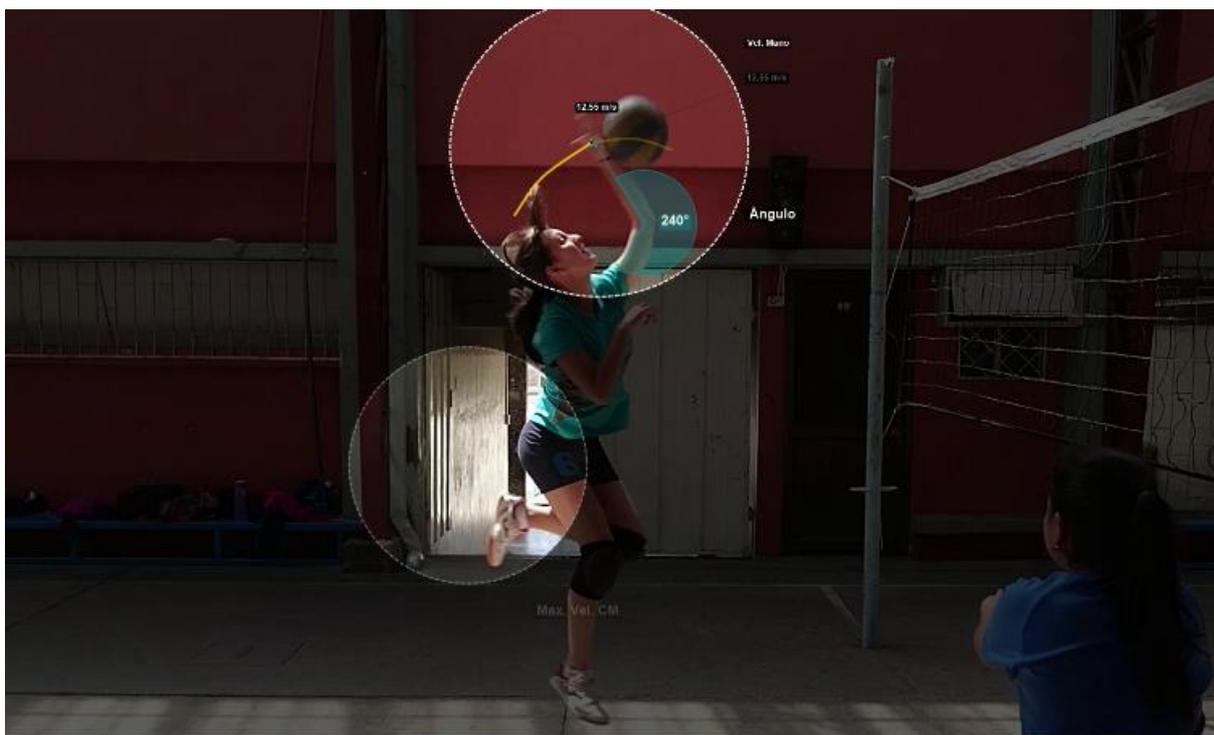


Imagen 2. Velocidad de la mano.

En la siguiente gráfica se muestra como varia el ángulo de ataque formado entre la articulación del hombro-codo-muñeca, de cada una de las deportistas. **Gráfica 3. Imagen 3.**

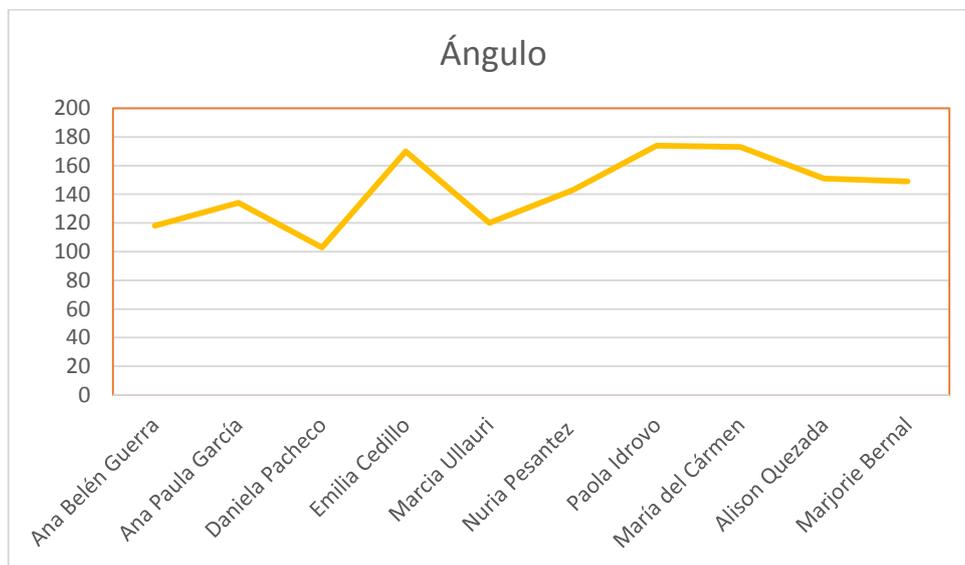


Gráfico 3. Ángulo de ataque.

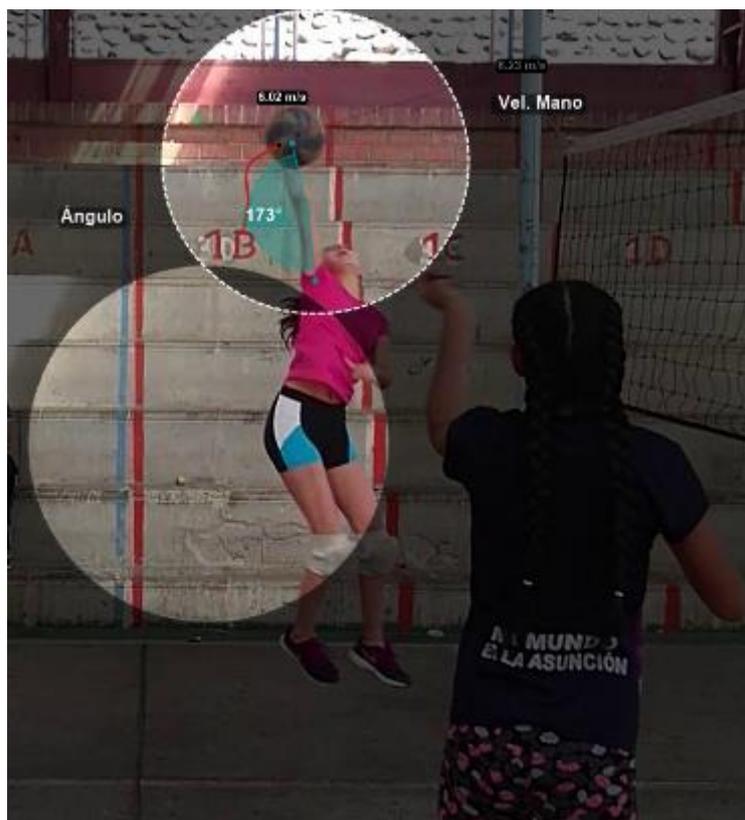


Imagen 3. Ángulo de ataque.

DISCUSIÓN

Se puede observar en la tabla 1 que los valores de la carrera de aproximación varían significativamente teniendo un menor valor de 1,52m/s y al mayor de 3,18m/s esto posiblemente se debería a que muchas de las chicas aún no hacen correctamente la técnica de ataque, algunas simplemente saltan haciendo un paso, otras si hacen 3 pasos y adquieren mayor velocidad. Si comparamos en valor medio que es de 2,4m/s con el valor de la técnica ideal 3,2m/s podemos decir que hay mucho que mejorar en esa acción, ya que se debería mejorar la velocidad para poder llegar a tener mayor alcance en el salto. Si comparamos con un estudio realizado a deportistas españolas 2,29m/s tabla 3 (Bermejo, 2013) vemos que nuestros resultados son muy alentadores.

En la tabla 3 se aprecian valores analizados en chicas españolas en donde Vhult es la velocidad del centro de masa, Agolp1 es el ángulo de golpe con el balón y Vman es la velocidad de la mano al momento de impactar el balón.

Tabla 3

Valores de Velocidad de centro de masa, de la mano y el ángulo de ataque (Bermejo, 2013)

Variable	Media	SD	Mínimo	Máximo
Vhult (m/s)	2,29	0,72	1,40	4,02
Lult (m)	1,15	0,14	0,83	1,35
Lbat (m)	0,41	0,12	0,16	0,55

Variable	Media	SD	Mínimo	Máximo
Agolp1 (°)	177,56	11,41	163,56	196,63
Agolp2 (°)	71,52	7,79	60,28	86,06
Acodo (°)	147,99	8,07	136,91	162,89
Vman (m/s)	11,43	0,72	10,22	12,42
Vbal (m/s)	18,51	1,95	16,26	22,64
Abal (°)	16,91	4,67	6,84	22,61

Otros estudios nos revelan datos de velocidades horizontales máximas de 4,28 m/s en jugadores con más experiencia (Valades, 2004). Sin duda hay deportistas muy veloces y esto representa un punto clave para tener un mayor impulso.

Analizando la variable de la velocidad de la mano se puede notar en la tabla 1 que también hay mucha variación de resultados, dado que muchas chicas sólo levantan la mano para golpear al balón y otras que tienen mejor técnica si hacen un movimiento pendular completo que sale desde la parte posterior del cuerpo, el valor menor es muy lento 1,45m/s mientras el mayor valor es de 12,55m/s. Si tomamos en cuenta la media del grupo que es 7,3m/s según la tabla 2 y la comparamos con la ideal de 10,16m/s vemos que con un entrenamiento se puede mejorar esa velocidad del brazo al momento del golpe. Ahora tomando como referencia el valor del estudio de las chicas españolas 11,43m/s tabla 3 (Bermejo, 2013) nos damos cuenta que estamos por debajo de esa marca.

De la misma manera en el estudio realizado por Valades (2004) se indica para esta variable valores máximos de 20m/s en jugadoras más experimentadas.

Por último, la variable del ángulo de ataque, en nuestra tabla 1 vemos valores que varían también en gran medida teniendo un valor mínimo de 103° y un máximo de 174°, la media del grupo es 143,5° según nuestra tabla 2 y al compararla con la ideal que es de 180° vemos que nos falta casi 40° de corrección en el ángulo de ataque, al compararlo con otro estudio se observa un valor de 177° tabla 3 (Bermejo, 2013) por lo tanto aun a las niñas de la Asunción hay que seguir corrigiendo ese ángulo al momento de que el balón toca con la mano.

En el estudio por Valades (2014), al momento del contacto con la pelota el ángulo del hombro se sitúa entre 140° - 170°, durante el golpe, también se realizará un movimiento de flexión de la muñeca, dicho movimiento no supone un aumento de la velocidad de salida del balón, pero favorece que la mano contacte con la parte superior del balón y provoque una rotación de éste hacia adelante.

CONCLUSIONES

- Mediante el análisis biomecánico se pudo mejorar la evaluación de la técnica volviéndola más objetiva, principalmente en este tipo de deportes que en la mayoría de veces solamente se suele observar.
- Se pudo aplicar una metodología con apoyo de un software biomecánico, analizando tres variables del remate: la velocidad de aproximación, velocidad de la mano y el ángulo del hombro, de manera eficaz y concreta de tal manera que es claro corregir, además el

entrenador ahora posee nuevas herramientas de apoyo para mejorar sus sesiones de entrenamiento y lograr mejores resultados.

- Los valores medidos de ángulo y velocidad se pueden trabajar en cada sesión para lograr llegar a los valores óptimos. Las niñas que realizaron las pruebas apenas están iniciando su actividad deportiva y con la correcta metodología de enseñanza se pueden mejorar los valores que se tienen actualmente que a decir en forma general no están muy lejos de la técnica ideal, teniendo en cuenta que los valores ideales fueron analizados de un deportista de mucha experiencia en esta disciplina.
- Los deportistas a medida que fueron realizando las pruebas, fueron corrigiendo sus errores, lo que provocó una gran mejora en el nivel general del equipo, además el hecho de que ellas vean en video su técnica les motiva a corregir.
- Se obtuvo resultados similares respecto a otros estudios de otros autores, dado que la velocidad del balón en el remate es directamente proporcional a la velocidad de la mano (Valades, 2004), la técnica es muy similar entre los voleibolistas por ende la velocidad de la mano no varía mucho, la fuerza sí.
- No se ha encontrado correlación entre el número de pasos de la carrera de aproximación y el incremento de la velocidad horizontal CM (Palao, 2014), aunque según lo observado es más conveniente que las niñas realicen una carrera de aproximación de más de dos pasos.
- El proyecto de intervención fue significativamente satisfactorio ya que se pudo cumplir con los objetivos y metas establecidas además servirá para aplicar a nuevas técnicas y otros deportes.

RECOMENDACIONES

- En toda disciplina en el proceso de iniciación deportiva se debería implementar un análisis biomecánico para una correcta formación y evaluación.
- Para futuros proyectos se puede aumentar el número de variables en análisis, como los ángulos de la rodilla, rotación de muñeca, altura vertical, etc.

- Es indispensable una retroalimentación con los deportistas dado que permite un crecimiento personal y de equipo ante los análisis realizados.
- Se recomienda a la Universidad seguir apoyando la aplicación de estos proyectos que mejoran en nivel deportivo a nivel local y nacional.
- Se recomienda para nuevos proyectos investigar otros softwares de biomecánica que puedan realizar el mismo trabajo o aún mejor, para mejorar metodologías y resultados.

BIBLIOGRAFÍA

1. Antoquia, U. d. (2006). Educación Física y Deporte. Obtenido de aprendaenlinea.udea: <http://aprendeonline.udea.edu.co/revistas/index.php/educacionfisicaydeporte/article/view/206/138>
2. Baudin, J., Gervais, P., & Wu, T. (2004). An examination of the biomechanical factors that produce spin on a volleyball in the skill of spiking. Proceedings of: XX Symposium of the International Society of Biomechanics in Sport. Ottawa: Canada.
3. Bermejo Javier, José M. Palao. (2013). Análisis del remate de voleibol en jugadoras de élite . 2013, de ResearchGate
4. Bermejo J.; Palao J.. (2013). ANÁLISIS DEL REMATE DE VOLEIBOL EN JUGADORAS DE ÉLITE. 2013, de AGON International Journal of Sport Sciences
5. Bellendier, J. (2002). Ataque de rotación en el voleibol, un enfoque actualizado. efedeportes, (58)
6. Bowman, J.A. (2001). Effect of two volleyball arm swings on post--- impact ball velocity. Doctoral Thesis. State University of New York. New York: USA.
7. Coleman S.; Benham A.. (2007). A three- dimensional cinematographical analysis of the volleyball spike. 2007, de Journal of Sports Sciences
8. Chen, Y., & Huang, C. (2008). Kinematical analysis of female volleyball spike. Proceedings of: XXVI Symposium of the International Society of Biomechanics in Sport. Seoul: Korea.
9. DORIA E. (2003) El empleo del análisis biomecánico en la práctica deportiva; su estrecha y lógica relación con la técnica deportiva. Lecturas: Educación Física y Deportes, Revista Digital. Buenos Aires, Año 9 N° 66. <http://www.efdeportes.com/efd66/biomec.htm>

10. Dufek, J., & Zhang, S. (1996) Landing models for volleyball players: A longitudinal evaluation. *The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*.
11. Forno, C. (2013). academico.upv. Obtenido de [http://academico.upv.cl/doctos/KINE-4017/%7BFB54167D-14E0-4CCC-9ABA-71A014819712%7D/2012/S1/Clase2VESP%20\[Modo%20de%20compatibilidad\].pdf](http://academico.upv.cl/doctos/KINE-4017/%7BFB54167D-14E0-4CCC-9ABA-71A014819712%7D/2012/S1/Clase2VESP%20[Modo%20de%20compatibilidad].pdf)
12. Flores Alejandro, Sebastián Araya. (2015). EFECTO DE UN PROGRAMA DE ENTRENAMIENTO PLIOMÉTRICO SOBRE LA BIOMECÁNICA DE SALTO EN MUJERES VOLEIBOLISTAS JUVENILES. 2015, de *Revista de Ciencias de la Actividad Física*
13. Gary A. Christopher. (2012). SHOULDER BIOMECHANICS IN VOLLEYBALL SPIKING: IMPLICATIONS FOR INJURIES . 2012, de *Brigham Young University*
14. Hernández E., Aurelio Ureña Espá. (2003). Estudio del comportamiento de la colocadora en voleibol a través del análisis cinemático de ángulos corporales. 2003, de *Dialnet*
15. Lobietti, Roberto. (2009). A review of blocking in volleyball: from the notational analysis to biomechanics. 2009, de *Universidad de Alicante. Grupo de Investigación en Ciencias de la Actividad Física y el Deporte*
16. Palao, J. (2014). mi bienestar.es. Obtenido de <http://www.mibienestar.es/salud/2-general/2-biomecanica.html>
17. Palao A, José M. (2014). *Mecánica de Ejecución del Remate en Voleibol*. Universidad Católica San Antonio de Murcia.
18. Palao JM.; Saenz B. (2001). EFECTO DE UN TRABAJO DE APRENDIZAJE DEL CICLO ESTIRAMIENTO - ACORTAMIENTO SOBRE LA CAPACIDAD DE SALTO EN VOLEIBOL. 2001, de *Revista Internacional de Medicina y Ciencias de la Actividad Física y el Deporte*
19. Parsons, Joanne L.; Alexander, Marion J.L.. (2012). Modifying Spike Jump Landing Biomechanics in Female Adolescent Volleyball Athletes Using Video and Verbal Feedback. 2012, de *Journal of Strength*
20. Ramón G.; Andrés Zapata. (2006). Análisis cinemático de la fases de doble apoyo y de salto, del remate por la zona 4 de los jugadores de la selección masculina de voleibol de antioquia, categoría mayores. . 2006, de *Educación Física y Deporte, Universidad de Antioquia*
21. Reeser, J., Fleisig, G., Bolt, B., & Ruan, M. (2010). Upper Limb Biomechanics During the Volleyball Serve and Spike. *Sports Health: A Multidisciplinary Approach*.
22. Reyes Savón Conrado, Grismel Portuondo Bartelemi. (2012). La capacidad de salto en el voleibol. 2012, de *Educación Física y Deportes, Revista Digital. Buenos Aires*
23. Sánchez, Jimena. (2013). Acción de la articulación glenohumeral en el remate del voleibol. 2013, de *SEDICI*

24. Shahbazi, M. M., Mirabedi, A., & Gaeini, A. A. (2007). The volleyball approach: an exploration of run-up last stride length with jump height and deviation in landing. Proceedings of: XXV Symposium of the International Society of Biomechanics in Sport. Ouro Preto: Brasil.
25. Shby, B., & Heegaard, J. (2002). Role of arm motion in the standing long jump. Journal of Biomechanics.
26. Valades, D. (2004). Research Gate. Obtenido de https://www.researchgate.net/profile/David_Valades/publication/261175641_Analisis_de_la_tecnica_basica_del_remate_de_voleibol/links/00b49533709e225a19000000/Analisis-de-la-tecnica-basica-del-remate-de-voleibol.pdf
27. Valades D., José M. Palao. (2013). Factores mejorables con el entrenamiento asociados a la efectividad mecánica del remate de voleibol. 2013, de ResearchGate
28. Valades D., José M. Palao. (2004). Análisis de la técnica básica del remate de voleibol. 2004, de ResearchGate
29. Wagner, H., Tilp, M., Von Duvillard, S. P., & Mueller, E. (2009). Kinematic analysis of volleyball spike jump. International Journal of Sports Medicine.
30. Zapata, A. (s.f.). FSS. Obtenido de <http://fisioterapia.blogspot.com/2013/02/kinovea-software-biomecanica-deportiva.html>