



Rev. Cub. Med. Dep. & Cul. Fís. 2016; Vol. 11, Núm. 1 ISSN: 1728-922X

Artículo original

**Modelo biomecánico del contacto con el balón en el saque del voleibol de playa**

**Biomechanical model of the contact with the ball in the serve in suspension with effect in the beach volleyball**

**Lic. Alberto Díaz Agramonte**  
(EIDE Ciego de Ávila, Cuba)

**MSc. Rosario Geysa Cañizares Zolano**  
(Fac. Cultura Física Sancti Spíritus, Cuba)

**Dra. C. Sofía León Pérez**  
(Centro de Medicina del Deporte La Habana, Cuba)

**MSc. Eugenio Antonio Rodríguez Leal**  
(Instituto de Medicina del Deporte, Cuba)  
Email: [sofialeon@inder.cu](mailto:sofialeon@inder.cu)

### **Resumen**

El presente artículo contiene los resultados de la elaboración de un modelo biomecánico determinístico de la fase del contacto con el balón en el saque en suspensión con efecto en el voleibol de playa, derivado de un estudio biomecánico de los indicadores fundamentales presentes en la ejecución de la acción, partiendo de la revisión bibliográfica y del análisis de la videograbación realizada al efecto en dos atletas del equipo voleibol de playa, categoría 14-15 años de la EIDE provincial de Ciego de Ávila, para describir los elementos técnicos fundamentales desde el punto de vista biocinemático, las características que determinan estos elementos de forma ascendente y definen la realización correcta de la tarea motriz.

**Palabras Clave:** Biomecánica, categoría cadetes, saque en suspensión con efecto.

## **Abstract**

The present article contains the results of the elaboration of a biomechanical model of the contact phase with the ball in the serve in suspension with effect in the beach volleyball. The biomechanical study give the fundamental indicators present in the execution of the action in two athletes of the team beach volleyball 14-15 years of the county Ciego de Ávila through the observation of the video recorder carried out to the effect, to describe the fundamental technical elements from the biokinematic point of view and the characteristics that determine these in an upward way and they define the correct realization of the motive task.

**Key Words:** Biomechanics, category cadets, serve in suspension with effect.

## **Introducción**

A partir de 1986 se reconoce una época de desarrollo para el voleibol de playa cuando comienzan las relaciones oficiales entre distintas federaciones nacionales, patrocinadores y la televisión, esta coyuntura facilitó que creciera gradualmente la expectación e interés en los aficionados, logrando así una amplia masificación. En ese año también se funda la Asociación de Voleibolistas Profesionales de Voleibol de Playa. Esta modalidad inicia su historia en Cuba a partir de 1987 cuando comienza a entrenarse por varios jugadores de alto rendimiento procedentes del voleibol de sala, posteriormente se sumó a ellos un grupo de atletas con grandes posibilidades para desarrollarse en el evento.

Este deporte posee sus propias características pues a pesar de ser una adaptación del voleibol, está condicionado por el medio en que se desarrolla, la inestable superficie de juego (la arena), el efecto del sol y la cambiante dirección del viento, aspectos a considerar en el desarrollo de sus elementos técnico-tácticos.

El saque es el primer ataque de un equipo de voleibol tanto en alto nivel como en categorías inferiores, ya sea en sala o en playa. Esta acción puede facilitar la obtención de puntos, especialmente si se utiliza la técnica más potente, el saque en suspensión, que además de sus indicadores técnicos, posee

características biomecánicas -cinéticas y cinemáticas- que precisan determinarse para realizar un análisis cuanti-cualitativo más objetivo.

Varios autores <sup>1,2</sup> proponen métodos por los que pueden ser analizados los movimientos desde el punto de vista biomecánico: el método cualitativo, según el cual el análisis de la actuación de un atleta es un tanto subjetivo, ya que se apoya fundamentalmente en la observación, sin que se realice medición alguna; y el método cuantitativo, donde la acción es grabada utilizando la fotografía, cinematografía, videograbación, o alguna otra técnica; se evalúa entonces a base de medidas determinadas, de modo que su análisis será más objetivo. Así pues, el modelo biomecánico es un patrón estructurado, en una forma esquematizada y lógica que permite visualizar de manera clara la interrelación que existe entre el resultado que persigue la acción (objetivo) y los factores mecánicos que intervienen para que este se logre, en el movimiento a estudiar.

### **Pasos para la elaboración de un modelo biomecánico**

Cualquiera sea el criterio asumido, para establecer el modelo se reconocen los siguientes pasos<sup>2</sup>:

1. Identificación de los objetivos generales del movimiento.
2. División del movimiento en sus fases o partes.
3. Identificación de los propósitos y factores mecánicos de las partes.
4. Identificación de los principios biomecánicos que relacionan los factores mecánicos.

Los principios biomecánicos<sup>1</sup> son axiomas de la Biomecánica, ya demostrados y reconocidos por su aplicabilidad, que se relacionan con el movimiento en cuestión y tienen sus fundamentos en las leyes y principios de la Mecánica Clásica.

5. Enumeración de los factores críticos de cada parte en los movimientos.

Los factores críticos son los eventos que pueden ser fácilmente observables por el entrenador y son en los que se hace más énfasis en el momento de la ejecución.

6. Estructuración del modelo teórico biomecánico.

Para el análisis de la técnica deportiva se le añade:

7. Jerarquización de los aciertos y errores.

## 8. Corrección de los errores.

### **Movimiento objeto de análisis**

En el *voly playero* el movimiento de saque en suspensión con efecto, se divide en fases para su estudio; en esta investigación se asumen las descritas en el Programa de Preparación del Deportista<sup>3</sup> que las define de la siguiente forma:

**1ª Fase del movimiento, antes del contacto con el balón**

**2ª Fase del movimiento, durante el contacto con el balón**

**3ª Fase del movimiento, después del contacto con el balón**

En esta comunicación se presenta la obtención de un modelo determinístico biomecánico de la segunda fase del saque en suspensión con efecto, la que se considera por los expertos como fundamental para este elemento técnico, tanto para la enseñanza en las categorías menores, como para el perfeccionamiento de la técnica en el nivel superior.<sup>4</sup>

El objetivo de la presente investigación es elaborar el modelo determinístico biocinemático de la segunda fase del saque en suspensión con efecto, en voleibol de playa.

### **Metodología**

Para obtener los datos necesarios para esta indagación, se utilizó la videografía computarizada en dos dimensiones (2D), donde se grabó la ejecución técnica del saque en suspensión con efecto de dos jugadores de perspectivas inmediatas, categoría 14-15 años, de la Escuela de Iniciación Deportiva (EIDE) de Ciego de Ávila.

Se grabó el movimiento hasta el contacto con el balón; para la grabación se utilizó una cámara Sony, a una velocidad de 30 cuadros por segundo. Los datos fueron digitalizados, empleando un software para el análisis de los movimientos (SAM), en este caso el Hu-m-an (Human Movement Analysis)<sup>5</sup> que es un Sistema de Análisis de los Movimientos Humanos muy utilizado en las investigaciones biomecánicas para la realización de estudios cinemáticos. Es un software computarizado, independiente y multifacético, para el análisis de los movimientos en dos y tres dimensiones (2D, 3D), que contiene demostraciones, ejercicios prácticos y ejemplos de laboratorio. Está

confeccionado para aceptar videos en formato .avi y realizar digitalizaciones, análisis mecánicos y cálculos característicos, así como gráficos y figuras. Utilizando el software Hu-m-an Versión 5.0 además de la consulta de las referencias bibliográficas, se confeccionó el modelo determinístico de la técnica de la segunda fase del saque en suspensión con efecto.

## **Resultados**

Para la confección de este modelo determinístico fue necesario el estudio de las fases del movimiento completo; no obstante, es necesario precisar que el modelo presentado solo se refiere a las características cinemáticas que servirán de base a un análisis biomecánico, sin abordar las características cinéticas o dinámicas de la segunda fase del servicio o saque en suspensión con efecto. Las características de cada fase<sup>3</sup> se resumen en:

### **1ª Fase del movimiento, antes del contacto con el balón:**

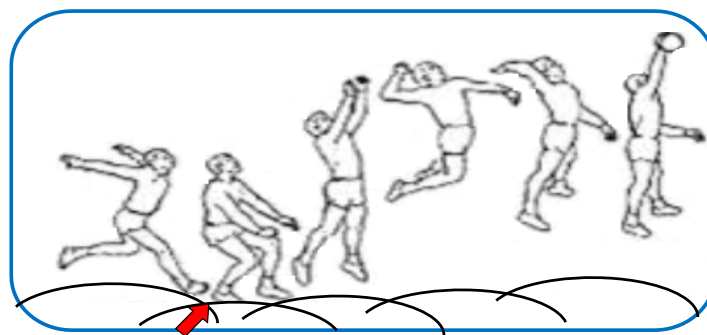
- Posición de frente a la net.
- Piernas separadas, aproximadamente en formas de paso.
- Balón sostenido con una o ambas manos.
- Vista dirigida al frente.
- Jugador separado entre 2 - 3 m de la línea final del terreno.

### **2ª Fase del movimiento, durante el contacto con el balón:**

Esta es la fase que se analiza en la presente investigación. **(Fig.1)**

- Lanzamiento del balón con dos manos (aporta más seguridad y mayor coordinación).
- El balón se lanza al frente y hacia arriba en dependencia del aire.
- Simultáneamente al lanzamiento se produce el primer paso de la carrera hacia delante. Por el tipo de superficie -arena- se modifica el apoyo para el impulso.
- Antes de elevar el cuerpo se produce un movimiento de traslación de los dos brazos, de atrás al frente y hacia arriba (péndulo). El cuerpo queda en posición de suspensión en el aire.

- Rápida extensión y “arqueo” del cuerpo, con anteversión del brazo que realizará el golpeo.
- Contacto de la mano con el balón, manteniendo el cuerpo completamente extendido.
- La mano abierta (adopta la forma del balón) encuentra el balón por su parte posterior, golpeándolo con un movimiento rápido del brazo extendido.



**Fig.1 Segunda fase del saque en suspensión con efecto.**

### **3ª Fase del movimiento, después del contacto con el balón:**

- El jugador cae dentro del terreno apoyado sobre ambas piernas.
- Amortiguar la caída.
- Movimiento del jugador para la próxima acción.

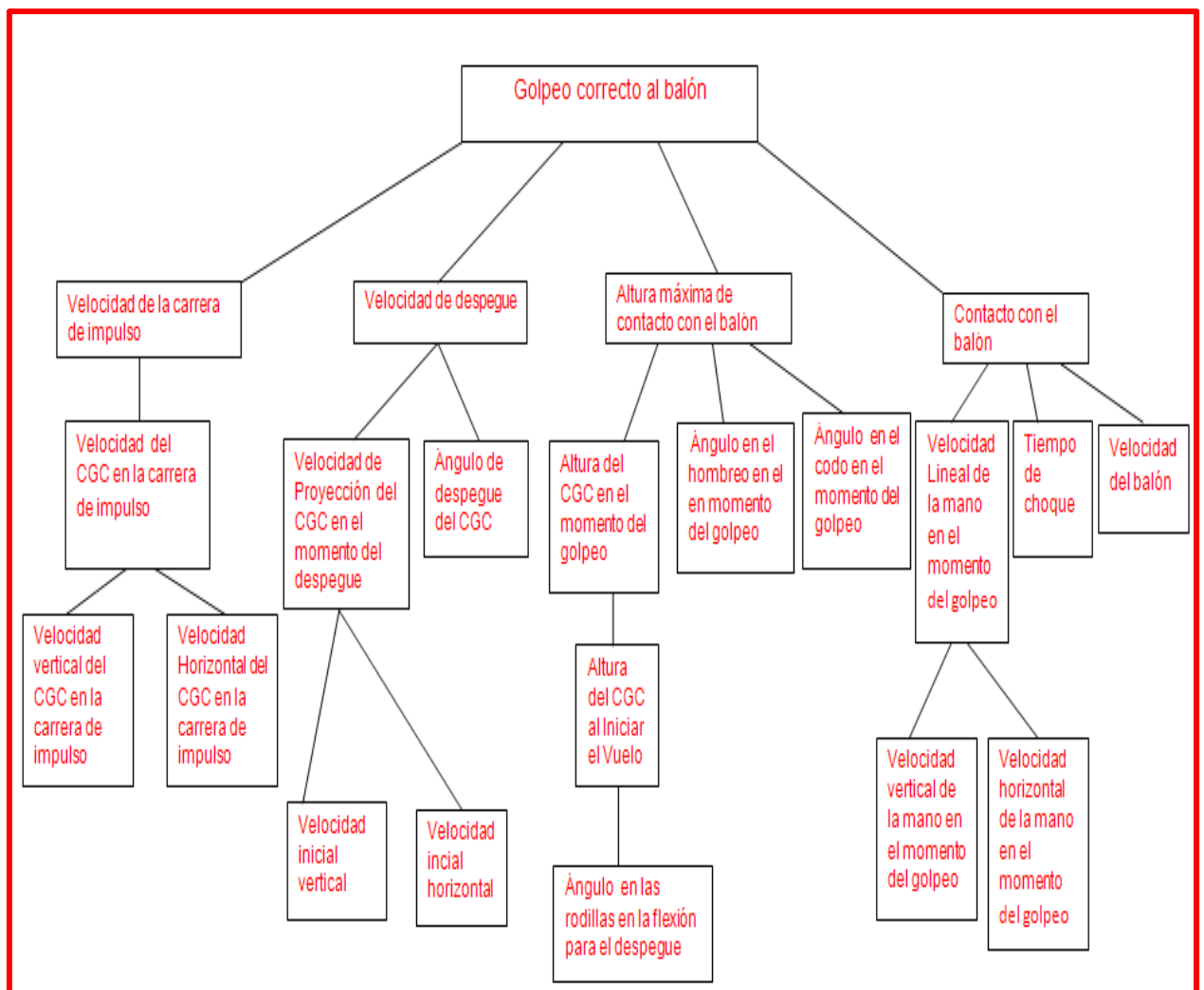
El modelo se estructuró a partir de la precisión del objetivo del gesto motor o movimiento en estudio, así como de los factores que inciden directamente y su interrelación, durante la ejecución de la acción. En la **Fig. 2** se muestra el modelo obtenido. Los factores se organizan en forma de niveles de tal manera que los más inferiores son explicativos de los superiores.

### **Discusión**

El elemento técnico saque en suspensión con efecto en el voleibol de playa constituye el único elemento técnico que no depende de la ejecución correcta

de otro elemento previo; constituye un arma ofensiva con el que se puede obtener un punto directo y destruir la táctica del contrario en caso de una mala recepción, mientras que puede otorgarle un punto al rival en caso de perderse, por lo que se hace imprescindible el análisis cuanti-cualitativo de la técnica. <sup>4</sup>

En la segunda fase del saque en suspensión con efecto, en el voleibol de playa, se pueden describir indicadores biocinemáticos que tienen una participación fundamental en el correcto golpeo del balón, que es el objetivo fundamental de la fase.



**Fig.2 Modelo determinístico de la segunda fase del saque en suspensión con efecto, en el voleibol de playa.**

Los cuatro indicadores principales, derivados del presente estudio, son:

***Velocidad de la carrera de impulso*** que está presente en la primera parte de

la fase y que depende de la velocidad del centro de gravedad (CGC) del cuerpo del atleta durante la carrera además de la frecuencia y longitud de los pasos; lograr una velocidad óptima durante los pasos previos al despegue acumulando gran cantidad de energía cinética permite convertirla en energía potencial al momento del salto. Aquí se pone de manifiesto el principio de la longitud óptima de la trayectoria de aceleración del centro de masa del cuerpo del atleta.

**La velocidad de despegue** la cual depende de la velocidad de proyección del CGC resultante de ésta en la horizontal y la vertical, además del ángulo de despegue. En estas características se manifiestan los principios de la fuerza inicial del centro de masa del atleta y el de coordinación temporal de los impulsos parciales; también el principio de acción y reacción.

**Altura máxima de contacto con el balón** en la que se describen varios indicadores como la altura del CGC en el momento del despegue, el ángulo en las rodillas en el momento de la flexión para el despegue, la altura del centro de gravedad en el momento del contacto con el balón, los ángulos en la articulación del hombro y del codo en el momento del golpe.

**Contacto con el balón** relacionado con otros indicadores como la velocidad lineal de la mano en el momento del golpe, con sus componentes en la horizontal y en la vertical, el tiempo de choque y la velocidad del balón.

A base de este modelo determinístico y los sistemas de análisis del movimiento es posible detectar errores en la ejecución técnica y tomar medidas para su eliminación.<sup>6,7</sup>

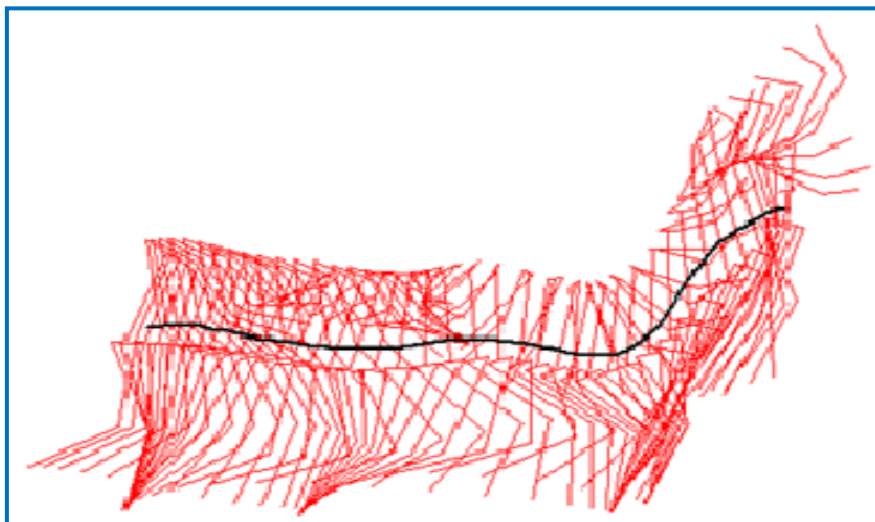
Por ejemplo, la fotografía y el esquema de la **Fig. 3** indican que el golpeo al balón no se realiza en el momento y lugar requerido. No se produce una rápida extensión del cuerpo, con anteversión y extensión del brazo que realizará el golpeo. Durante el contacto con el balón no se mantienen el cuerpo y el brazo completamente extendidos, provocando golpeo incorrecto.





**Fig. 3. Fotografía y esquema del momento de *contacto con el balón*, que muestra ejecución técnica incorrecta**

La **Fig. 4**, donde se aprecia el esquema de postura y el recorrido del centro de gravedad del atleta, ilustra que la altura de su centro de gravedad de 0.65 m en el momento de la flexión para el salto, indicando estar aún distante de los valores consultados en la bibliografía, <sup>3,4</sup> ello revela que la altura de su salto y el nivel máximo de contacto con el balón no serán los adecuados para lograr una buena efectividad del saque en suspensión con efecto.



**Fig. 4. Esquema de postura que muestra la segunda fase del saque en suspensión con efecto y el recorrido del centro de gravedad del atleta.**

Así, el análisis realizado permitió efectuar una jerarquización de los aciertos y errores<sup>2,4</sup> para establecer una lista de cotejo o de verificación de las faltas donde:

- Los errores más graves están en la base del modelo biomecánico, o sea no se cumplen los indicadores establecidos.
- Las causas de errores menores pueden estar en la geometría del movimiento, es decir, en no alcanzar las magnitudes apropiadas en los ángulos, o en las trayectorias.

Se procede entonces a la corrección de los errores individuales. En el caso de que los errores sean de carácter geométrico, se debe producir un proceso de re-entrenamiento o de nuevo aprendizaje. En el caso de errores que se puedan atribuir a falta de fuerza, se debe potenciar esta capacidad diseñando un plan de entrenamiento pertinente.<sup>3,4,6,7</sup>

Los resultados de esta primera indagación permiten concluir que la construcción y utilización de los modelos determinísticos son fundamentales para determinar y describir las características de la acción motora, así como para detectar errores, por lo que contribuyen a calidad de la enseñanza y al perfeccionamiento de la técnica deportiva analizada. A su vez, la determinación de los indicadores de la técnica mediante el modelo determinístico sirve de base para optimizar el estudio biocinemático del saque en suspensión con efecto.

## **Bibliografía**

- 1- Hochmuth G. Biomecánica de los movimientos deportivos. Berlin. Sportverlag. 1984
- 2- Hay JG, Reid J. Anatomía, Mecánica y Movimiento Humano. Capítulo 15; Análisis cualitativo; aplicación práctica. New York. Editorial Prentice Halfs. 1988
- 3- Perdomo Fuentes P, Martínez Novo M, Suárez Taboada C. Programa de Preparación del Deportista. Voleibol de playa o arena. Inder. La Habana. Ed. Deportes. 2007
- 4- Ivoilov AV. Voleibol, ensayos biomecánicos y metodología del entrenamiento. Ciudad de la Habana: Editorial Ciencia y Técnica. 1988
- 5- Instrucciones para el manejo del sistema de análisis del movimiento humano Hu-m-an. Presentación en Power Point. Matanzas. Facultad de Cultura Física. Universidad de Matanzas. (s/f)

- 6- Ferro Sánchez A y Floría Martín P. La aplicación de la biomecánica al entrenamiento deportivo mediante análisis cualitativo y cuantitativo. *International Journal of Sport Sciences*. Volumen III. Año III. No. 7. 49-80. Abril 2007.
- 7- Donskoi D. y Zatsiorski V. *Biomecánica de los ejercicios físicos*. Ciudad de la Habana: Editorial Pueblo y Educación. 1988