



# Sacar atacando en voleibol: saque con salto sobre un pie

## ■ ZORAN NIKOLOVSKI

Entrenador de Voleibol.  
Facultad de Ciencias, Departamento de Bioquímica y Biología Molecular de la Universitat Autònoma de Barcelona, Bellaterra

## ■ XAVIER BALIUS MATAS

Entrenador de Voleibol, Licenciado en Educación Física.  
Máster en Ciencias del Deporte (Biomecánica)  
Departamento de Biomecánica, CAR de Sant Cugat del Vallès (Barcelona)

## ■ BRANKO DRAGANIC

Entrenador de Voleibol.  
Profesor de Voleibol en la Facultad de Educación Física,  
Departamento de Voleibol, de la Universidad de Split

## ■ Palabras clave

Biomecánica, Análisis fotogramétrico, Análisis tridimensional (3D), Saque chino, Saque sobre un pie, Centro de masas (CM), Velocidades vertical y horizontal

## Resumen

El saque es el primer ataque de un equipo de voleibol. Tanto en alto nivel como en categorías inferiores el saque puede facilitar la obtención de puntos, especialmente si se utiliza la técnica más potente, el saque con salto, o saque potencia. Incorporando alguna variante técnica en la realización de este saque, la realización del salto solamente sobre un pie golpeando posteriormente la bola con un liftado en contra de las agujas del reloj, hemos observado algunas diferencias respecto al

saque potencia normal, que hacen de este un saque a tener en cuenta. Aparte de sus características mecánicas, como son un tiempo de vuelo más corto de la bola gracias a que esta es golpeada más cerca de la red, una velocidad horizontal similar al saque potencia normal, y un ángulo de rebote en la recepción más impredecible, se exponen otras características que lo hacen un saque tanto o más eficaz que el saque potencia habitual.

- Que su velocidad horizontal sea muy alta.
- Que el ángulo de rebote en los brazos del receptor sea impredecible gracias a la dificultad de percepción de la trayectoria de la bola.

En este artículo proponemos un saque con salto que incorpora dos elementos técnicos que nos permiten acercarnos a los requisitos descritos por Selinger:

- Saque con salto sobre un pie con remate liftado en contra de las agujas del reloj.

La descripción del gesto técnico la hemos realizado para un jugador diestro. Tras lanzar la pelota con la mano derecha se inicia una carrera oblicua a la línea de fondo entre las zonas 1-6, de manera que el pie izquierdo sea el último en contactar con el suelo. Se realiza un salto con una alta componente horizontal que permita contactar el balón sobre la zona 1. El contacto de la bola se realiza por la parte superior derecha de la misma imprimiéndole una rotación en contra de las agujas del reloj, que le permite la descripción de una trayectoria curva, en forma de rosca, que debe dirigirse a la zona 1 del campo contrario. (Figuras 1, 2, 3 y 4)

## Introducción

El saque en el Voleibol moderno es la primera arma de ataque de un equipo. El objetivo principal del saque es conseguir punto directo, o dificultar el posterior ataque del oponente para hacerlo predecible y fácilmente defendible.

Desde que en 1980 el equipo brasileño introdujera el saque con salto, aumentando el repertorio de variables con las que sorprender a las defensas, solamente Selinger (A. Selinger y J. Ackermann-Blount, 1986), ha propuesto una evolución del mismo hacia el “saque definitivo”. Cree este entrenador que el saque del futuro deberá cumplir con tres requisitos:

- Que la bola tenga un tiempo de vuelo muy reducido.

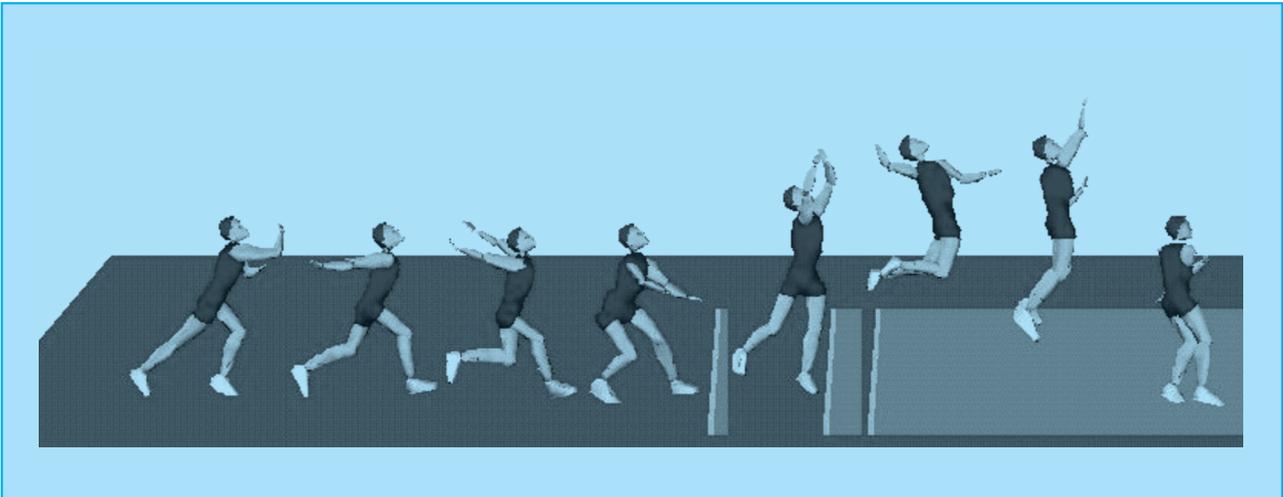
### Abstract

*The serve is the first volleyball team's attack. At high performance levels, as well as at lower categories the serve can ease the achievement of favorable points. This is so specially if the jump serve, also known as power serve, is used. A different way of performing this serve is suggested: jumping on one foot only, and impacting the ball lifting it counter-clockwise. Mechanical characteristics like a shorter flight time due to a closer to the net ball's impact, a similar to the normal jump serve horizontal velocity, and a less predictable bounce on the arm's defense, make this serve a similar yet a best first team's attack.*

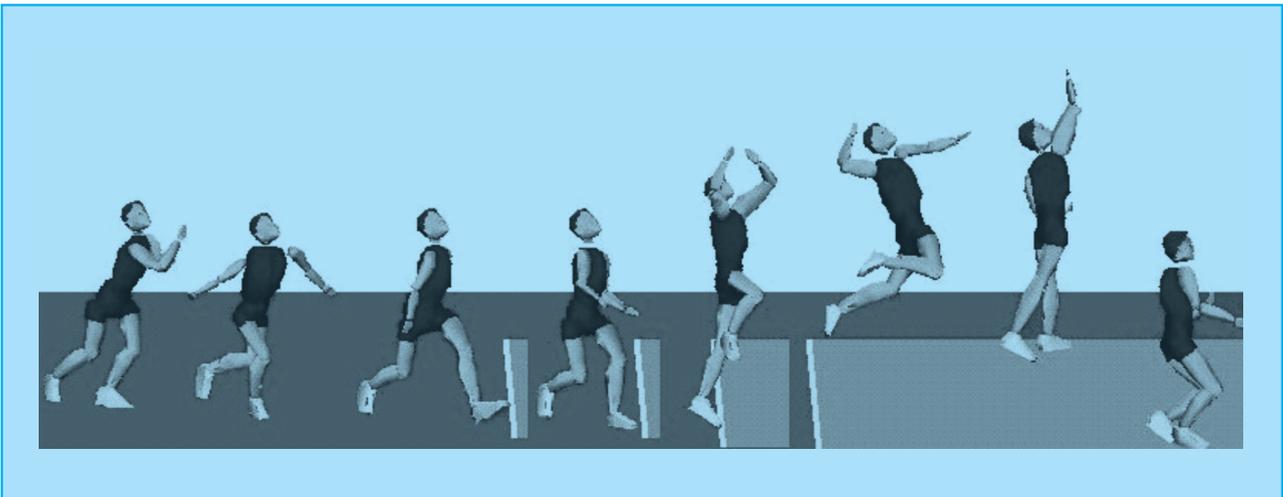
### Key words

*Biomechanics, photogrametric analysis, three-dimensional analysis (3D), one foot serve, center of mass (CM), horizontal and vertical velocities*

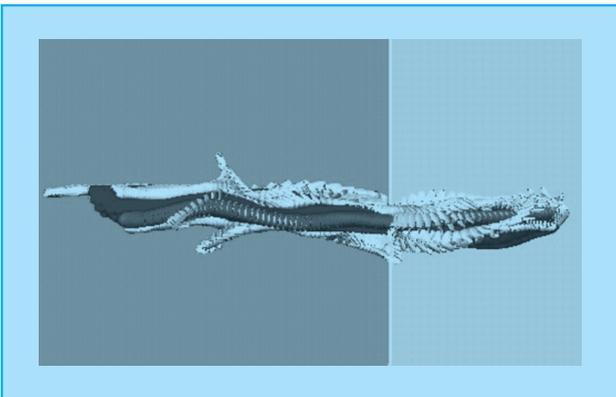
■ FIGURA 1.  
 Saque potencia con salto sobre dos pies. Vista lateral.



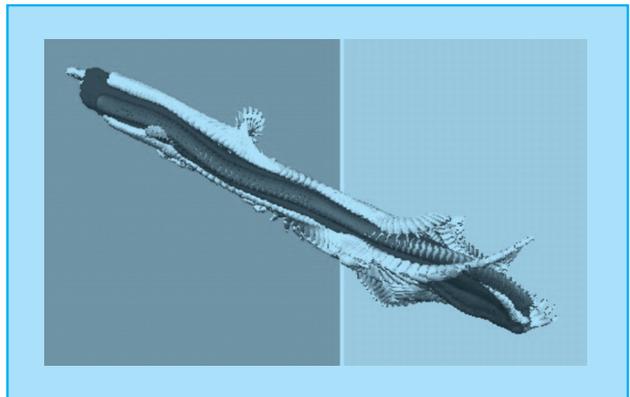
■ FIGURA 2.  
 Saque potencia con salto sobre un pie. Vista lateral.



■ FIGURA 3.  
 Saque potencia con salto sobre dos pies. Vista cenital.



■ FIGURA 4.  
 Saque potencia con salto sobre un pie. Vista cenital.





### Metodología

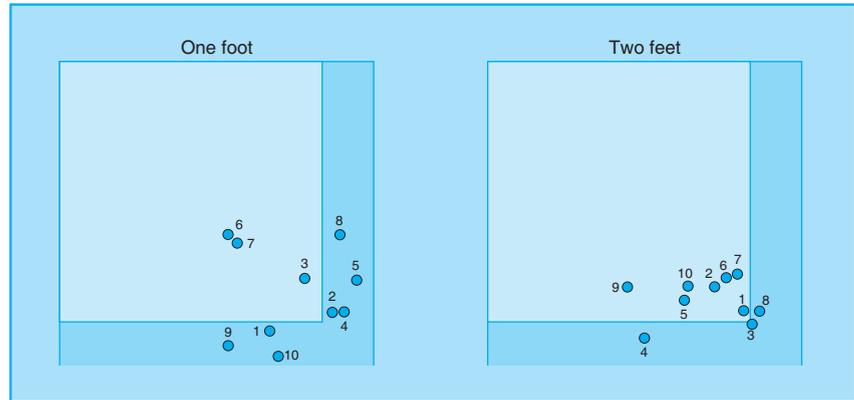
El presente estudio consistió en un análisis descriptivo de dos técnicas realizadas 10 veces cada una por un único jugador de categoría FEV.

Se le solicitó a dicho jugador, que ya realizaba este tipo de saque en su temporada de playa, que realizara 10 servicios buenos de saque potencia con salto, y 10 servicios buenos de saque potencia sobre un pie según la descripción realizada más arriba. Por saques buenos entendíamos que eran los que cumplían los requisitos de potencia y colocación entre zonas 1 y 6 del campo contrario, además de ser realizados, a criterio del jugador y de los observadores, de manera técnicamente correcta.

Se ha utilizado el análisis fotogramétrico para la descripción de las técnicas estudiadas. Se grabaron videográficamente las técnicas ejecutadas por el jugador y un marco de calibración de 24 referencias con dos cámaras de vídeo semi-industriales (JVC TK-1280 S-VHS y Panasonic WV-F70E: S-VHS, 50Hz (50 imágenes/segundo), 1/500<sup>-1s</sup> de obturación) sincronizadas mediante un generador-lector-incrustador de código de tiempo (Horita). Las cámaras se situaron al lado de los palos que sostienen la red con sus ejes ópticos dirigidos oblicuamente a la línea de fondo abarcando una zona de grabación comprendida entre la zona 6 y la zona 1 aproximadamente. Dichos ejes ópticos describían un ángulo aproximado de unos 70°.

Se utilizó la Transformación Lineal Directa de 11 parámetros (DLT-11) para el cálculo de la posición tridimensional

■ FIGURA 5. Impactos de la bola tras la realización de los 10 saques para el saque con salto sobre un pie (One foot - izquierda) y sobre dos pies (Two feet - derecha).



(3D) de 22 puntos del mecanismo-cuerpo del jugador, más 1 para el balón. Para el filtrado de las coordenadas se utilizó un filtrado digital (butterworth de 4.º orden) siendo el error medio de la estimación de los puntos 3D de 0,003 m. La localización del centro de masas fue calculada según el método geométrico de estimación del modelo humano desarrollado por Yeadon (1990) y modificado por Kwon (1993). La digitalización de las coordenadas bidimensionales de cada cámara se realizó con una resolución de 720 x 576 pixels en una plataforma de trabajo Silicon Graphics. Los cálculos fotogramétricos y mecánicos definidos más arriba se realizaron con el paquete Kwon3D (v-2.1.3).

### Resultados

En la figura 5 puede observarse la posición de caída de la bola en cada una de las condiciones: con dos pies en la dere-

cha, con un pie en la izquierda. Las líneas representadas en el campo están a 1,5 m de la línea de saque y la línea lateral derecha.

El área de caída de la pelota en la condición de un pie parece ser más periférica que en la otra condición, indicando más dificultad para el receptor de poder determinar la caída de la misma.

Los resultados de la tabla 1 muestran las características cinemáticas de la carrera de aproximación al salto.

En las columnas de la izquierda vienen representados los resultados correspondientes al saque potencia con salto sobre dos pies, y en las columnas de la derecha los correspondientes al saque potencia con salto sobre un pie.

Los resultados más importantes en este caso son los puramente descriptivos: el ángulo de entrada al salto, y la velocidad horizontal paralela a la línea de fondo (x), que lógicamente es más alta para el saque sobre un pie dado que la trayectoria

■ TABLA 1. Cinemática aproximación.

	SAQUE POTENCIA SOBRE DOS PIES					SAQUE POTENCIA SOBRE UN PIE				
	m	°	RHorz.	X	Y	m	°	RHorz.	X	Y
Longitud último paso (m)	1,6					1,6				
Vel. máx. aproximación CM (m/s)			3,84	-0,61	-3,80			4,32	-2,21	-3,71
α aproximación CM (°)		0,20					31,5			

■ **TABLA 2.**  
*Cinématica despegue.*

	SAQUE POTENCIA SOBRE DOS PIES				SAQUE POTENCIA SOBRE UN PIE			
	X	Y	Z	R	X	Y	Z	R
Posición CM (m)		0,46	1,28			-0,04	1,34	
Velocidad CM (m/s)	-0,04	-2,53	3,26	4,14	-1,34	-2,56	3,10	4,23
Máx. altura CM despegue (m)		-0,29	1,75			-0,73	1,73	

de carrera es oblicua. Lo importante de estos resultados es que la velocidad de aproximación sobre el otro eje horizontal (y) es muy parecido en las dos condiciones, siendo la longitud del último paso también muy parecida.

Respecto a las características del salto propiamente podemos destacar, tal como se muestra en la *tabla 2*, que la posición del centro de masas del jugador en la condición de saque con salto sobre un pie se encuentra 40 cm más adelante que la otra condición. Este resultado nos indica que

con el saque con un pie partimos de una posición más adelantada. Esto, teniendo en cuenta que la velocidad horizontal hacia la red es parecida, nos garantiza que el contacto con la pelota se producirá más cerca de la red en el saque con un pie.

En la *tabla 3* se muestran los resultados correspondientes a la cinématica del cuerpo y pelota en el momento del impacto. A destacar tenemos la posición más adelantada del centro de masas en la condición de salto con un pie, medio metro más adentro del campo, confirma-

da también por la posición más adelantada de la muñeca. La altura de contacto en ambas condiciones es muy parecida. Asimismo, podemos observar una diferencia destacable en cuanto a la velocidad de la muñeca en el momento de contacto con la bola, donde la menor velocidad positiva paralela a la red es inferior en la condición de saque con un pie indicando que la pelota es contactada con toda la intención de ofrecer rodamiento a la misma, y por tanto buscando la trayectoria curva en forma de rosca. Esto se confirma también con el he-

■ **TABLA 3.**  
*Cinématica impacto balón.*

	SAQUE POTENCIA SOBRE DOS PIES					SAQUE POTENCIA SOBRE UN PIE				
	° & °/s	R Hor.	X	Y	Z	° & °/s	R Hor.	X	Y	Z
Posición CM impacto (m)				-0,51	1,71				-1,00	1,68
Velocidad horizontal R CM (m/s)		2,53					2,89			
Posición mano (m)			1,15		2,90			0,65		2,88
Posición muñeca (m)				-0,59	2,81				-1,15	2,79
Velocidad mano (m/s)			3,03	-14,39	1,47			1,80	-14,09	1,50
Velocidad muñeca (m/s)			3,30	-12,10	1,00			2,10	-11,91	1,10
Velocidad angular codo (°/s)	700					677				
Velocidad angular muñeca (°/s)	1.534					1.490				
Velocidad R balón (m/s)		27,03					24,25			



cho de que con referencia a la bola la posición de la mano antes y después del impacto a la bola describe una trayectoria lateralizada a la derecha de la misma, según el punto de vista del jugador.

Finalmente anotar un apunte sobre la puesta en práctica de este saque en partidos oficiales. El jugador sujeto de estudio realizó sus saques durante la primera parte de la temporada con el saque con salto con el contacto sobre dos pies. La segunda parte de la temporada, jugando contra los mismos adversarios utilizó solamente el saque propuesto. Aunque solamente pudimos evaluar 4 partidos de principio de temporada y 4 de final con la nueva condición, se ha observado que el porcentaje de saques fallados descendió, mientras que el porcentaje de puntos directos aumentó.

## Discusión

A la vista de los resultados podemos asegurar que el intento de encontrar un saque todavía más definitivo que el que se viene practicando en la actualidad podría ser posible. Los autores de este artículo somos conscientes de que la única manera de demostrar definitivamente la eficacia de un saque es viendo sus resultados en la pista. Es por ello que hemos simplemente descrito, en el último párrafo del apartado de resultados, y a modo anecdótico, la única y corta historia que hasta la fecha conocemos de la aplicación de este saque.

Si estamos de acuerdo con la definición realizada por Salinger sobre el “saque definitivo”, el saque con salto sobre un pie:

- Ofrece un tiempo de vuelo muy reducido.
- Mantiene alta la velocidad horizontal.
- Hace que el ángulo de rebote en los brazos del receptor sea impredecible, puesto que la trayectoria curva de la bola dificulta la idónea percepción del lugar de recepción.

En el caso de la primera afirmación podemos asegurar que el tiempo de vuelo es incluso menor que con el saque con salto

tradicional puesto que el contacto con el balón se produce más cerca de la red. Por otro lado, con respecto a la tercera afirmación, es posible asegurar que al aumentar el número de variables en el ajuste visual del receptor, aumentará también la dificultad de saber con certidumbre el lugar donde tienen que ser colocados los brazos para la realización de una recepción correcta. Averiguar donde caerá un balón del cual sabemos seguro una de sus trayectorias, la frontal puesto vemos venir el balón hacia nosotros, es distinto a tener que interpretar además en que instante estará justo delante de nosotros.

A esta dificultad se le añadirá la rotación de la bola sobre sí misma. En la situación de recibir un balón que nos llega frontalmente, normalmente la bola tendrá un liftado con rotación vertical. Por el contrario una bola golpeada en parte lateralmente, tal y como se propone en este estudio, llegará a la recepción con una cierta rotación vertical, pero también con cierta rotación horizontal, por tanto la colocación de los brazos no podrá ser la normal sino que deberá haber un cierto grado de inclinación de los mismos para asegurar un correcto contacto y redireccionamiento del balón.

Finalmente, y aunque este hecho no tenga una relación directa con la efectividad del saque propuesto, la especialización en la realización de un nuevo saque en el repertorio individual o colectivo, aumentará la incertidumbre del equipo contrario en el tipo de saque que va a recibir, aumentando por tanto las posibilidades de éxito de nuestro primer ataque.

## Conclusiones

Dados los resultados presentados, pensamos que esta nueva técnica permite:

- Aumentar el repertorio de saques efectivos de un jugador, aumentando también la incertidumbre de los receptores.
- El saque con salto sobre un pie permite contactar la bola más adentro del campo reduciendo el tiempo de vuelo sugerido por Selinger.

- Las condiciones de contacto a la bola facilitan la trayectoria curva de la misma dificultando al receptor la elección de la posición más idónea con que recibir frontalmente la pelota.
- La bola sacada con la técnica de saque con salto sobre un pie parece tender a caer más sobre los límites del campo, con lo cual por un lado dificulta la apreciación de si el balón saldrá directamente fuera o no, y por otro parece que llega en unas condiciones de más altura, y con una componente de velocidad horizontal más alta que también complican la recepción.
- La rotación de la pelota dificulta el control de direccionamiento de la misma hacia la zona de colocación.

## Referencias bibliográficas

- Abdel-Aziz, Y. I. y Karara, H. M. (1971). Direct linear transformation from comparator coordinates into object space coordinates in close-range photogrammetry, en *Proceedings of the Symposium on Close-Range Photogrammetry*, Falls Church, VA: American Society of Photogrammetry, pp. 1-18.
- Dapena, J.; Angulo-Kinzler, R. M.; Caubet, J. M.; Turró, C.; Balius, X.; Kinzler, S.; Escoda, J. y Prat, J. A. (1993). *Track and Field High Jump (Women and Men)*, Proyecto Olímpico de Biomecánica Deportiva, Subcomisión de Biomecánica, Comisión Médica, Comité Olímpico Internacional, Lausanne: Biblioteca COI, CAR Sant Cugat.
- Huang, C. (2003). A 3D Kinematic Analysis of the Volleyball Jump Serve, Coache's Info Service, International Society in Biomechanics of Sports [en línea], <http://www.education.ed.ac.uk/cis/volleyball/papers/ch1.html> (Consulta: 18 septiembre 2003)
- Jensen, J. R.; Schultz, G. W. y Bangerter B. L. (1983). Projections, en *Applied Kinesiology and Biomechanics*, Nueva York: McGraw-Hill Inc., pp. 240-254.
- Selinger, A. y Ackermann-Blount. J. (1986). The Serve, en A. Selinger, *Arie Selinger's Power Volleyball*, Nueva York: St. Martin's Press, pp. 23-35
- Straz, V. A. y Korjacin V. M. (1984). Eficiencia del saque y la recepción de jugadores de voleibol de distintos niveles, le: Ruso, *Teorija i praktika fiziceskoj kuljturi*, 1.