

Servir atacant en voleibol: servei amb salt sobre un peu

■ ZORAN NIKOLOVSKI

Entrenador de Voleibol.
Facultat de Ciències, Departament de Bioquímica i Biologia Molecular
de la Universitat Autònoma de Barcelona, Bellaterra

■ XAVIER BALIUS MATAS

Entrenador de Voleibol, Llicenciat en Educació Física.
Màster en Ciències de l'Esport (Biomecànica).
Departament de Biomecànica, Centre d'Alt Rendiment de Sant Cugat del Vallès

■ BRANKO DRAGANIC

Entrenador de Voleibol.
Professor de Voleibol a la Facultat d'Educació Física.
Departament de Voleibol de la Universitat de Split

■ Paraules clau

Biomecànica, Anàlisi fotogramètrica, Anàlisi tridimensional (3D), Servei xinès, Servei sobre un peu, Centre de masses (CM), Velocitats vertical i horitzontal

Resum

El servei és el primer atac d'un equip de voleibol. Tant en l'alt nivell com en categories inferiors, el servei pot facilitar l'obtenció de punts, especialment si s'utilitza la tècnica més potent, el servei amb salt, o servei potència. Si hi incorporem alguna variant tècnica en la realització d'aquest servei, l'execució del salt sobre un sol peu i el posterior cop a la bola amb un liftat en contra de les agulles del rellotge, hem observat algunes diferències respecte al servei potència normal que fan, d'a-

quest, un servei a tenir en compte. A banda de les seves característiques mecàniques, com ara un temps de volada de la pilota més curt gràcies al fet que aquesta és copejada més a prop de la xarxa, una velocitat horitzontal similar al servei potència normal, i un angle de rebot en la recepció més impredecible, s'exposen d'altres característiques que el fan un servei tan eficaç o més que el servei potència habitual.

- Que la seva velocitat horitzontal sigui molt alta.
- Que l'angle de rebot en els braços del receptor sigui impredecible, gràcies a la dificultat de percepció de la trajectòria de la bola.

En aquest article proposem un servei amb salt que incorpora dos elements tècnics que ens permeten d'acostar els requisits descrits per Selinger:

- Servei amb salt sobre un peu amb rematada liftada en contra de les agulles del rellotge.

La descripció del gest tècnic l'hem realitzada per a un jugador dretre.

Després de llançar la pilota amb la mà dreta s'inicia una cursa obliqua a la línia de fons entre les zones 1-6, de manera que el peu esquerre sigui l'últim a posar-se en contacte amb el terra. Es realitza un salt amb una alta component horitzontal que permeti de prendre contacte amb la pilota sobre la zona 1. El contacte de la bola es realitza per la seva part superior dreta, tot imprimint-hi una rotació en contra de les busques del rellotge, que li permet la descripció d'una trajectòria corba, en forma de rosca, que ha d'anar adreçada a la zona 1 del camp contrari. (Figures 1, 2, 3 i 4)

■ 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

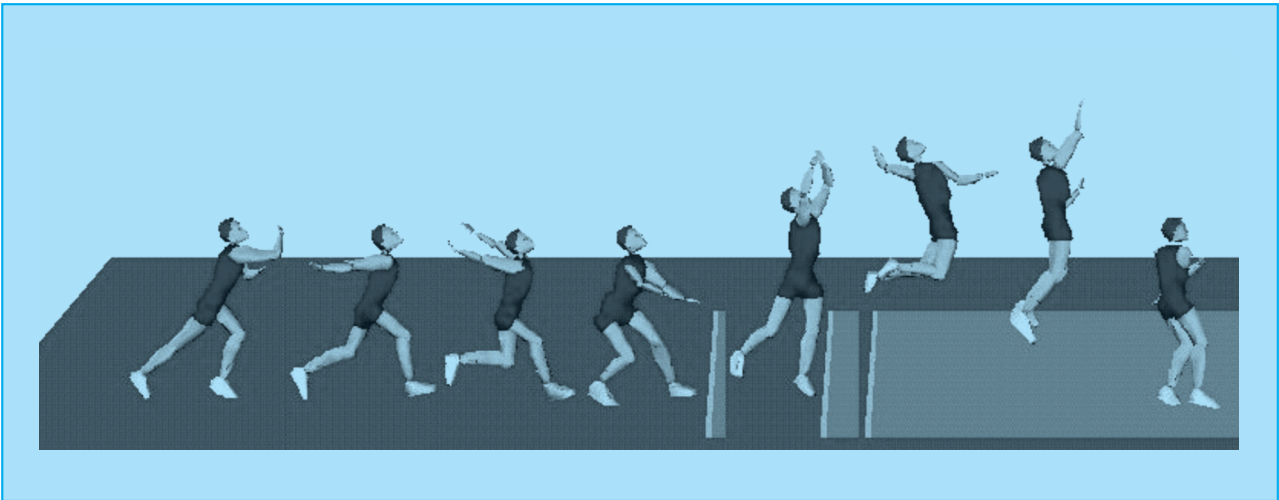
Introducció

El servei en el Voleibol modern és la primera arma d'atac d'un equip. L'objectiu principal del servei és aconseguir punt directe, o dificultar el posterior atac de l'oponent per fer-lo predecible i defensable fàcilment.

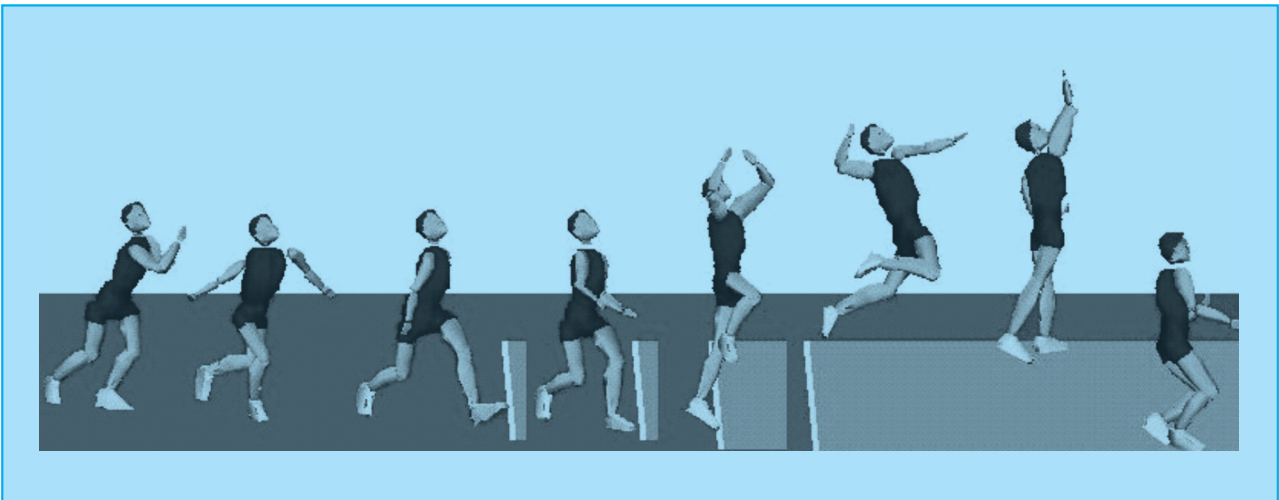
Des que el 1980 l'equip brasiler introduïa el servei amb salt, tot augmentant el repertori de variables amb què sorprendre les defenses, solament Selinger (A. Selinger i J. Ackermann-Blount, 1986), n'ha proposat l'evolució cap a l'"servei definitiu". Aquest entrenador creu que el servei del futur haurà de complir tres requisits:

- Que la bola tingui un temps de volada molt reduït.

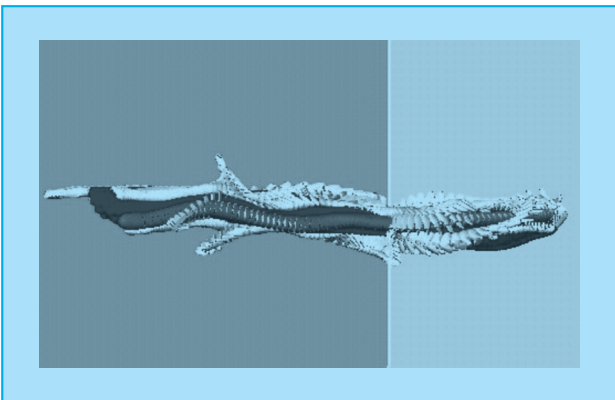
■ FIGURA 1.
Servei potència amb salt sobre dos peus. Vista lateral.



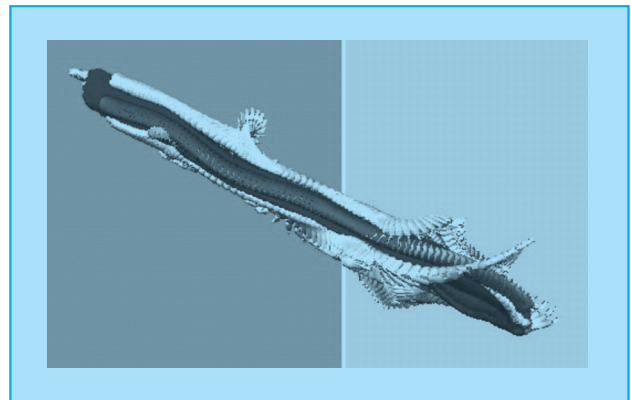
■ FIGURA 2.
Servei potència amb salt sobre un peu. Vista lateral.



■ FIGURA 3.
Servei potència amb salt sobre dos peus. Vista zenital.



■ FIGURA 4.
Servei potència amb salt sobre un peu. Vista zenital.





Metodologia

El nostre estudi va consistir en una anàlisi descriptiva de dues tècniques realitzades 10 vegades cadascuna per un únic jugador de categoria FEV.

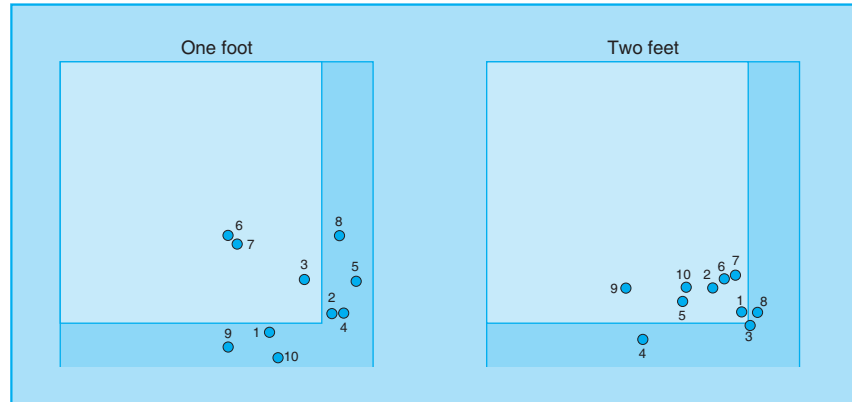
Es va demanar en aquest jugador, que ja realitzava aquest tipus de servei en la seva temporada de platja, que realitzés 10 serveis bons de servei potència amb salt, i 10 serveis bons de servei potència sobre un peu, segons la descripció realitzada més amunt. Per serveis bons entenem els que complien els requisits de potència i col·locació entre les zones 1 i 6 del camp contrari, a més a més d'ésser realitzats, a criteri del jugador i dels observadors, de manera tècnicament correcta.

Hem utilitzat l'anàlisi fotogramètrica per a la descripció de les tècniques estudiades. Es van enregistrar videogràficament les tècniques executades pel jugador i un marc de calibratge de 24 referències amb dues càmeres de vídeo semiindustrials (JVC TK-1280 S-VHS i Panasonic WV-F70E: S-VHS, 50Hz (50 imatges/segon), 1/500^{-1s} d'obturació) sincronitzades mitjançant un generador - lector - incrustador de codi de temps (Horita). Les càmeres es van situar al costat dels pals que sostenen la xarxa, amb els eixos òptics dirigits obliquament a la línia de fons i abastaven una zona d'enregistrament compresa entre la zona 6 i la zona 1 aproximadament. Aquests eixos òptics descrivien un angle aproximat d'uns 70°.

Es va utilitzar la Transformació Lineal Directa d'11 paràmetres (DLT-11) per al càlcul de la posició tridimensional

■ FIGURA 5.

Impactes de la bola després de la realització dels 10 serveis per al servei amb salt sobre un peu (One foot - esquerra) i sobre dos peus (Two feet - dreta).



(3D) de 22 punts del mecanisme-cos del jugador, més 1 per a la pilota. Per al filtrat de les coordenades es va utilitzar un filtrat digital (*butterworth* de 4t ordre) i l'error mitjà de l'estimació dels punts era 3D de 0,003 m. La localització del centre de masses va ser calculada segons el mètode geomètric d'estimació del model humà desenvolupat per Yeadon (1990) i modificat per Kwon (1993). La digitalització de les coordenades bidimensionals de cada càmera es va realitzar amb una resolució de 720 x 576 píxels en una plataforma de treball Silicon Graphics. Els càlculs fotogramètrics i mecànics definits més amunt es van realitzar amb el paquet Kwon3D (v-2.1.3).

Resultats

A la figura 5 es pot observar la posició de caiguda de la bola en cada una de les condicions: amb dos peus a la dreta,

amb un peu a l'esquerra. Les línies representades al camp es troben a 1,5 m de la línia de servei i la línia lateral dreta.

L'àrea de caiguda de la pilota en la condició d'un peu sembla ser més perifèrica que en l'altra condició, cosa que indica més dificultat per al receptor per poder determinar-ne la caiguda.

Els resultats de la taula 1 mostren les característiques cinemàtiques de la cursa d'aproximació al salt.

A les columnes de l'esquerra es troben representats els resultats corresponents al servei potència amb salt sobre dos peus, i a les columnes de la dreta els corresponents al servei potència amb salt sobre un peu.

Els resultats més importants en aquest cas són els merament descriptius: l'angle d'entrada al salt, i la velocitat horitzontal paral·lela a la línia de fons (x), que lògicament és més alta per al servei sobre un peu, atès que la trajectòria de correguda és obliqua. L'important d'aquests resul-

■ Taula 1.
Cinemàtica aproximació.

	SERVEI POTÈNCIA SOBRE DOS PEUS					SERVEI POTÈNCIA SOBRE UN PEU				
	m	°	RHorz.	X	Y	m	°	RHorz.	X	Y
Longitud últim pas (m)	1,6					1,6				
Vel. màx. aproximació CM (m/s)			3,84	-0,61	-3,80			4,32	-2,21	-3,71
α aproximació CM (°)		0,20					31,5			

■ **TAULA 2.**
Cinemàtica enlairament.

	SERVEI POTÈNCIA SOBRE DOS PEUS				SERVEI POTÈNCIA SOBRE UN PEU			
	X	Y	Z	R	X	Y	Z	R
Posició CM (m)		0,46	1,28			-0,04	1,34	
Velocitat CM (m/s)	-0,04	-2,53	3,26	4,14	-1,34	-2,56	3,10	4,23
Màx. altura CM enlairament (m)		-0,29	1,75			-0,73	1,73	

tats és que la velocitat d'aproximació sobre l'altre eix horitzontal (y) és molt semblant en les dues condicions, i també és molt semblant la longitud de l'últim pas. Pel que fa pròpiament a les característiques del salt, podem destacar, tal i com es mostra a la *taula 2*, que la posició del centre de masses del jugador en la condició de servei amb salt sobre un peu es troba 40 cm més endavant que en l'altra condició. Aquest resultat ens indica que amb el servei amb un peu partim d'una posició més avançada. Això, tenint en

compte que la velocitat horitzontal cap a la xarxa és semblant, ens garanteix que el contacte amb la pilota es produirà més a prop de la xarxa en el servei amb un peu.

A la *taula 3* es mostren els resultats corresponents a la cinemàtica del cos i la pilota en el moment de l'impacte. Cal destacar la posició més avançada del centre de masses en la condició de salt amb un peu, mig metre més endins del camp, confirmada també per la posició més avançada del canell. L'altura de contacte

en ambdues condicions és molt semblant.

Així mateix podem observar una diferència destacable pel que fa a la velocitat del canell en el moment del contacte amb la bola, on la menor velocitat positiva paral·lela a la xarxa és inferior en la condició de servei amb un peu, cosa que indica que s'entra en contacte amb la pilota amb tota la intenció de donar-hi rodament, i per tant buscant la trajectòria corba en forma de rosca. Això també es veu confirmat pel fet que la posició de la

■ **TAULA 3.**
Cinemàtica impacte pilota.

	SERVEI POTÈNCIA SOBRE DOS PEUS					SERVEI POTÈNCIA SOBRE UN PEU				
	° & °/s	R Hor.	X	Y	Z	° & °/s	R Hor.	X	Y	Z
Posició CM impacte (m)				-0,51	1,71				-1,00	1,68
Velocitat horitzontal R CM (m/s)		2,53					2,89			
Posició mà (m)			1,15		2,90			0,65		2,88
Posició canell (m)				-0,59	2,81				-1,15	2,79
Velocitat mà (m/s)			3,03	-14,39	1,47			1,80	-14,09	1,50
Velocitat canell (m/s)			3,30	-12,10	1,00			2,10	-11,91	1,10
Velocitat angular colze (°/s)	700					677				
Velocitat angular canell (°/s)	1.534					1.490				
Velocitat R pilota (m/s)		27,03					24,25			



mà, abans i després de l'impacte amb la bola, descriu una trajectòria lateralitzada a la dreta d'aquella, segons el punt de vista del jugador.

Finalment, cal indicar un apunt sobre la posada en pràctica d'aquest servei en partits oficials. El jugador subjecte d'estudi va realitzar els seus serveis durant la primera part de la temporada amb el servei amb salt amb el contacte sobre dos peus. La segona part de la temporada, jugant contra els mateixos adversaris, va utilitzar només el servei proposat. Encara que només vam poder avaluar 4 partits de començament de temporada i 4 del final amb la nova condició, s'ha ob el percentatge de serveis fallats va baixar, mentre que el percentatge de punts directes va augmentar.

Discussió

A la vista dels resultats podem assegurar que l'intent de trobar un servei encara més definitiu que el que s'està practicant a hores d'ara podria ser possible. Els autors d'aquest article som conscients que l'única manera de demostrar definitivament l'eficàcia d'un servei és veient-ne els resultats a la pista. És per això que hem descrit, simplement, en l'últim paràgraf de l'apartat de resultats, i com a fet anecdòtic, l'única i curta història que fins avui coneixem de l'aplicació d'aquest servei.

Si estem d'acord amb la definició realitzada per Salinger sobre el "servei definitiu", el servei amb salt sobre un peu:

- Ofereix un temps de volada molt reduït.
- Manté alta la velocitat horitzontal,
- Fa que l'angle de rebot en els braços del receptor sigui impredecible, atès que la trajectòria corba de la bola dificulta la percepció idònia del lloc de recepció.

En el cas de la primera afirmació podem assegurar que el temps de volada és fins i tot més petit que amb el servei amb salt tradicional, perquè el contacte amb la pi-

lota es produeix més a prop de la xarxa. D'altra banda, respecte de la tercera afirmació, és possible assegurar que en augmentar el nombre de variables en l'ajust visual del receptor, augmentarà també la dificultat de saber amb certesa el lloc on han de ser col·locats els braços per a la realització d'una recepció correcta. Esbrinar on caurà una pilota de la qual sabem segur una de les seves trajectòries, la frontal, atès que veiem venir la bola cap a nosaltres, és diferent d'haver d'interpretar, a més a més, en quin instant serà just davant nostre.

A aquesta dificultat se li afegirà la rotació de la bola sobre ella mateixa. En la situació de rebre una pilota que ens arriba frontalment, normalment la bola tindrà un liftat amb rotació vertical. Al contrari, una bola copejada parcialment lateralment, tal com es proposa en aquest estudi, arribarà a la recepció amb una certa rotació vertical, però també amb una certa rotació horitzontal, per tant, la col·locació dels braços no podrà ser la normal sinó que hi haurà d'haver un cert grau d'inclinació d'aquests per assegurar un correcte contacte i reencaminament de la pilota.

Finalment, i encara que aquest fet no tingui una relació directa amb l'efectivitat del servei proposat, l'especialització en la realització d'un nou servei en el repertori individual o col·lectiu, augmentarà la incertesa de l'equip contrari sobre el tipus de servei que rebrà, i augmentaran, doncs, les possibilitats d'èxit del nostre primer atac.

Conclusions

Donats els resultats presentats, pensem que aquesta nova tècnica permet:

- Augmentar el repertori de serveis efectius d'un jugador, augmentant alhora la incertesa dels receptors.
- El servei amb salt sobre un peu permet de contactar la bola més endins del camp, tot reduint el temps de volada suggerit per Selinger.

- Les condicions de contacte amb la bola en faciliten la trajectòria corba i dificulten al receptor l'elecció de la posició més idònia amb què rebre frontalment la pilota.
- La bola servida amb la tècnica de servei amb salt sobre un peu sembla tendir a caure més sobre els límits del camp, amb la qual cosa, d'una banda dificulta l'apreciació de si la pilota sortirà directament a fora o no, i d'altra banda sembla que arriba en unes condicions de més altura, i amb un component de velocitat horitzontal més alt, cosa que també en complica la recepció.
- La rotació de la pilota en dificulta el control de l'encaminament cap a la zona de col·locació.

Referències bibliogràfiques

- Abdel-Aziz, Y. I. i Karara, H. M. (1971). Direct linear transformation from comparator coordinates into object space coordinates in close-range photogrammetry. *Proceedings of the Symposium on Close-Range Photogrammetry*, Falls Church, VA: American Society of Photogrammetry, p. 1-18.
- Dapena, J.; Angulo-Kinzler, R. M.; Caubet, J. M.; Turró, C.; Balius, X.; Kinzler, S.; Escoda, J. i 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 línia], <http://www.education.ed.ac.uk/cis/volleyball/papers/ch1.html> (Consulta: 18 setembre 2003)
- Jensen, J. R.; Schultz, G. W. i Bangerter B. L. (1983). Projections, a *Applied Kinesiology and Biomechanics*, Nova York: McGraw-Hill Inc., p. 240-254.
- Selinger, A. i Ackermann-Blount. J. (1986). The Serve, A A. Selinger, *Arie Selinger's Power Volleyball*, Nueva York: St. Martin's Press, p. 23-35
- Straz, V. A. i 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.