

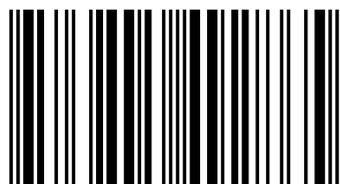
Características Biomecánicas del Forehand Top Spin en el Tenis de Mesa

El propósito de esta investigación fue la descripción de las características biomecánicas del Forehand Topspin con Agarre Clásico ejecutados por atletas de la selección femenina de tenis de mesa de Venezuela. Por su velocidad se dificulta visualizar claramente ciertos detalles de la ejecución a través de la simple observación. El Tipo de investigación que se realizó se fue de Campo, con un diseño descriptivo a través de un enfoque cualitativo y cuantitativo. Los Sujetos fueron siete (7) atletas femeninas de alto rendimiento de Venezuela. Para la recolección y análisis de los datos se utilizó el método videográfico, a través de los procedimientos correspondientes. La Cuantificación de los resultados se efectuó utilizando el sistema computarizado bidimensional Peak Motus System 3.1. A los datos se les aplicó un tratamiento estadístico descriptivo y los resultados se presentan a través de gráficos y tablas. Se concluye que, por efecto de las acciones de los sujetos, la pelota se proyectó con poca velocidad, describió una trayectoria demasiado elevada y tardó un tiempo excesivo en llegar a la mesa del contrario y se observó reducida cantidad de movimiento lineal hacia la pelota.



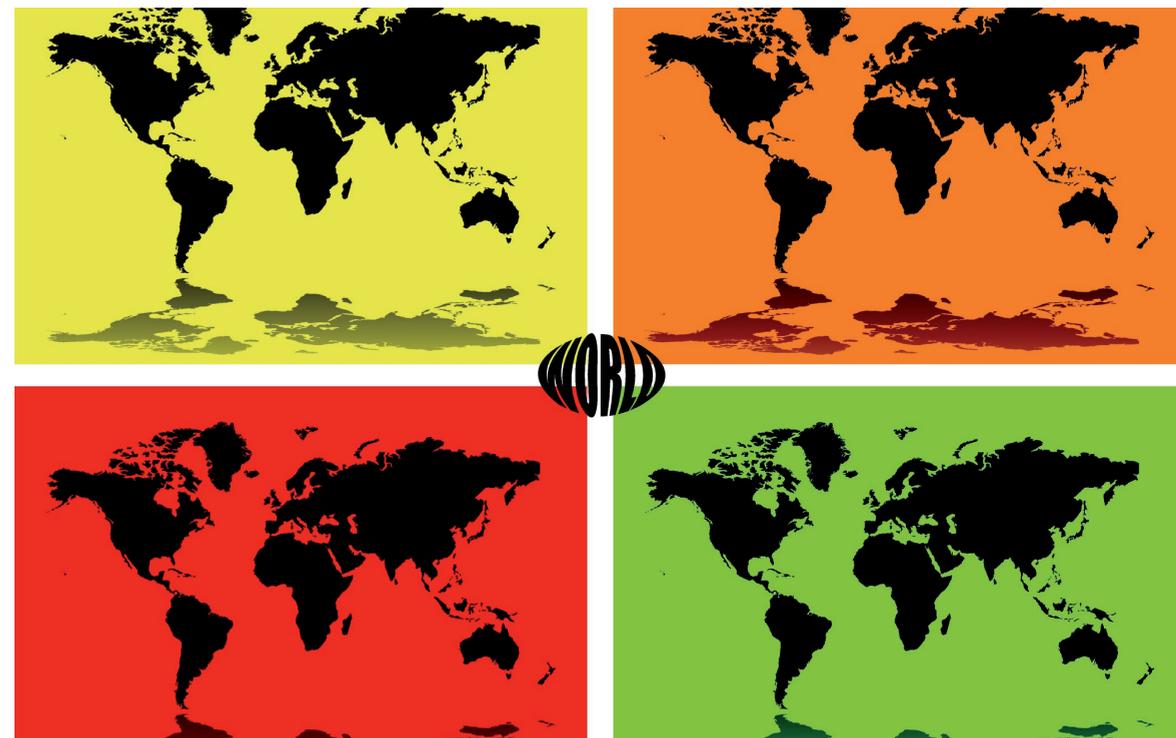
Marco Gómez

Profesor de Educación Física, Egresado de la Universidad Pedagógica Experimental Libertador (UPEL) Mención Ciencias Aplicadas al Deporte, Magister en Educación Física Mención Biomecánica en UPEL, Jefe del Área de Biomecánica del Ministerio del Poder Popular Para el Deporte. Ex atleta, Entrenador y arbitro (ITTF) de tenis de mesa.



978-3-8454-9286-5

editorial académica española



Marco Gómez · Mihai Zissu

Características Biomecánicas del Forehand Top Spin en el Tenis de Mesa

Biomecánica del Forehand Topspin con Agarre Clásico ejecutado por atletas femeninas de tenis de mesa de Venezuela

Marco Gómez
Mihai Zissu

**Características Biomecánicas del Forehand Top Spin en el Tenis de
Mesa**

**Marco Gómez
Mihai Zissu**

Características Biomecánicas del Forehand Top Spin en el Tenis de Mesa

**Biomecánica del Forehand Topspin con Agarre
Clásico ejecutado por atletas femeninas de tenis
de mesa de Venezuela**

Editorial Académica Española

Impresión

Información bibliográfica publicada por Deutsche Nationalbibliothek: La Deutsche Nationalbibliothek enumera esa publicación en Deutsche Nationalbibliografie; datos bibliográficos detallados están disponibles en Internet en <http://dnb.d-nb.de>.

Los demás nombres de marcas y nombres de productos mencionados en este libro están sujetos a la marca registrada o la protección de patentes y son marcas comerciales o marcas comerciales registradas de sus respectivos propietarios. El uso de nombres de marcas, nombres de productos, nombres comunes, nombres comerciales, descripciones de productos, etc incluso sin una marca particular en estas publicaciones, de ninguna manera debe interpretarse en el sentido de que estos nombres pueden ser considerados ilimitados en materia de marcas y legislación de protección de marcas, y por lo tanto ser utilizados por cualquier persona.

Imagen de portada: www.ingimage.com

Editor: Editorial Académica Española es una marca de
LAP LAMBERT Academic Publishing GmbH & Co. KG
Dudweiler Landstr. 99, 66123 Saarbrücken, Alemania
Teléfono +49 681 3720-310, Fax +49 681 3720-3109
Correo Electrónico: info@eae-publishing.com

Publicado en Alemania

Schaltungsdienst Lange o.H.G., Berlin, Books on Demand GmbH, Norderstedt,
Reha GmbH, Saarbrücken, Amazon Distribution GmbH, Leipzig
ISBN: 978-3-8454-9286-5

Imprint (only for USA, GB)

Bibliographic information published by the Deutsche Nationalbibliothek: The Deutsche Nationalbibliothek lists this publication in the Deutsche Nationalbibliografie; detailed bibliographic data are available in the Internet at <http://dnb.d-nb.de>.

Any brand names and product names mentioned in this book are subject to trademark, brand or patent protection and are trademarks or registered trademarks of their respective holders. The use of brand names, product names, common names, trade names, product descriptions etc. even without a particular marking in this work is in no way to be construed to mean that such names may be regarded as unrestricted in respect of trademark and brand protection legislation and could thus be used by anyone.

Cover image: www.ingimage.com

Publisher: Editorial Académica Española is an imprint of the publishing house
LAP LAMBERT Academic Publishing GmbH & Co. KG
Dudweiler Landstr. 99, 66123 Saarbrücken, Germany
Phone +49 681 3720-310, Fax +49 681 3720-3109
Email: info@eae-publishing.com

Printed in the U.S.A.

Printed in the U.K. by (see last page)

ISBN: 978-3-8454-9286-5

Copyright © 2011 by the author and LAP LAMBERT Academic Publishing GmbH & Co. KG
and licensors

All rights reserved. Saarbrücken 2011

INDICE GENERAL

	p.p
RESUMEN.....	2
CAPÍTULO	
I INTRODUCCIÓN.....	3
Planteamiento del Problema.....	5
Objetivos de la Investigación.....	6
Importancia de la Investigación.....	7
Delimitación del Problema.....	7
Definición de Términos.....	8
II MARCO REFERENCIAL.....	9
Bases Teóricas.....	10
Reseña Histórica del Tenis de Mesa.....	10
Descripción Técnica-Biomecánica del Forehand Topspin con Agarre Clásico.....	11
Estudios Previos.....	14
III MARCO METODOLOGICO.....	17
Tipo y Diseño de Investigación.....	18
Sujetos del estudio.....	19
Variables del estudio.....	19
Procedimientos para la Recolección de los Datos.....	20
Análisis Estadístico de los Datos.....	23
IV RESULTADOS.....	24
Características Biomecánicas de Proyección de la Pelota después del Choque.....	25
Cantidad de Movimiento Lineal Total y Parcial en el Instante del Golpe del Forehand Topspin con Agarre Clásico.....	29
Características Biomecánicas Temporales en el Forehand Topspin con Agarre Clásico.....	32
Fase Preparatoria del Forehand Topspin con Agarre Clásico.....	37
Características Biomecánicas de la Fase Activa del Golpe.....	50
Características Biomecánicas de la Posición Inicial de la Fase Activa del Forehand Topspin con Agarre Clásico.....	42
Características Biomecánicas en el Instante del Choque.....	50
Modelo Biomecánico del Forehand Topspin con Agarre Clásico.....	62
V CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	
Conclusiones.....	67
Recomendaciones.....	69
REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.....	70

CARACTERÍSTICAS BIOMECÁNICAS DEL FOREHAND TOPSPIN CON AGARRE CLÁSICO EJECUTADOS POR ATLETAS DE LA SELECCIÓN FEMENINA DE TENIS DE MESA DE VENEZUELA.

Autor: **Marco Gómez** Coautor: **Mihai Zissu**

RESUMEN

El propósito de esta investigación fue la descripción de las características biomecánicas del Forehand Topspin con Agarre Clásico ejecutados por atletas de la selección femenina de tenis de mesa de Venezuela. Por sus características biomecánicas, se dificulta observar claramente ciertos detalles de la ejecución a través de la simple observación, por lo que se realizó un estudio cuyos objetivos se orientaron a determinar las características biomecánicas de la ejecución de los sujetos del estudio. El Tipo de investigación que se realizó se enmarcó en la Investigación de Campo, con un diseño descriptivo a través de un enfoque cualitativo y cuantitativo. Los Sujetos fueron siete (7) atletas femeninas de alto rendimiento de Venezuela. Para la recolección y análisis de los datos se utilizó el método videográfico básico y computarizado, a través de los procedimientos correspondientes. La Cuantificación de los resultados se efectuó utilizando el sistema computarizado bidimensional Peak Motus . A los datos se les aplicó un tratamiento estadístico descriptivo y los resultados se presentan a través de gráficos y tablas. Se concluye que la pelota se trasladó con poca velocidad, en una trayectoria demasiado elevada y tardó un tiempo excesivo en llegar a la mesa del contrario, se observó reducida Cantidad de Movimiento Lineal hacia la pelota del sistema atleta – raqueta en el instante del impacto, donde los segmentos que más cantidad de movimiento aportaron fueron la mano, antebrazo y raqueta, asimismo en las diferentes fases los sujetos asumen una posición incorrecta.

Descriptores: tenis de mesa, biomecánica, forehand topspin.

CAPÍTULO I INTRODUCCIÓN

El deporte es considerado como el conjunto de actividades físicas que el ser humano realiza con carácter lúdico o competitivo y que se rigen por una serie de normas y reglas.

La elevación de la calidad del deporte requiere la práctica sistemática de la actividad deportiva, donde en el trabajo de superación se impone un caudal de conocimientos por el alto nivel científico-técnico de los especialistas.

En los eventos se observan rendimientos deportivos extraordinarios, en gran parte, consecuencia de los nuevos métodos de entrenamiento basados en intensas investigaciones de laboratorios, llevadas a cabo por médicos y profesionales de las ciencias del deporte, tales como la fisiología, psicología, kinantropometría y la biomecánica.

La Biomecánica es la ciencia que estudia el movimiento de los seres vivos desde el punto de vista de las leyes físicas. Todos los cuerpos en movimientos respetan estas leyes y para el logro del máximo rendimiento, la técnica de ejecución se debe basar en los diferentes fundamentos biomecánicos. (Lopategui, 2001)

En el ámbito mundial se ha ampliado marcadamente el volumen de las investigaciones biomecánicas con la aplicación de metodologías originales y altamente perfeccionadas. Se ha creado la Sociedad Internacional de Biomecánicos, se realizan Simposios y Congresos, en los cuales ocupa un lugar destacado la Biomecánica Deportiva.

En Venezuela, los estudios biomecánicos se vienen realizando desde hace más de doce (12) años en diferentes deportes como el Atletismo, Voleibol, Gimnasia, Baloncesto, Natación, Tae kwon do, Levantamiento de Pesas, Saltos Ornamentales y otros, sin embargo en los deportes de raqueta y específicamente en el Tenis de Mesa, se encuentran pocas investigaciones en este campo del conocimiento.

El Tenis de Mesa ha logrado despertar el interés de muchos países y en especial algunos de origen europeo, los cuales desarrollan y mejoran nuevas técnicas con la finalidad de alcanzar a los países asiáticos que observaron de una manera científica al tenis de mesa desde sus inicios. Así es el caso específico de Alemania y Bulgaria, que llevan adelante estudios sobre algunos fundamentos técnicos ofensivos del tenis de mesa desde el año 1990 (www.ittf.com 2003).

De estos fundamentos técnicos, el Forehand Topspin forma actualmente la base del tenis de mesa, tal como lo reflejan los estudios realizados por Drianovski y Otcheva (2000), en los Juegos Universitarios de Sofía 1998, donde se observó que esta técnica es usada por los atletas en el 65% de los golpes ofensivos.

De igual forma, en el año 2001, los autores antes mencionados consiguieron, a través de un estudio comparativo entre los Jugadores Masculino y Femenino de Bulgaria y los finalistas de campeonatos Mundiales y Olímpicos, que el predominio de utilización del Forehand Topspin oscila entre el 50% y 70% de todos los elementos técnicos utilizados, tanto en hombres como también en mujeres.

Este golpe, desde el punto de vista mecánico, se define como una acción de interacción entre dos objetos: raqueta – pelota, el cual se denomina choque o colisión, en el cual el objetivo principal se centra en la proyección de la pelota con la mayor velocidad posible y en la dirección adecuada para obtener el punto. Las acciones de los atletas previamente al choque con el implemento se pueden analizar por fases delimitadas por posiciones en los instantes extremos, y en el golpe Forehand Topspin con Agarre Clásico se identifican las siguientes:

Posición de Inicio



Grafico 1. Posición de inicio del forehand Topspin con agarre clásico.

Fase Preparatoria del Forehand Topspin.



Grafico 2. Fase preparatoria y posición inicial de la fase activa del forehand topspin con agarre clásico.

Fase de Acción de Contacto o Activa del Forehand Topspin.



Grafico 3. Fase Activa del golpe e instante de choque o contacto forehand topspin con agarre clásico.

Fase de Movimientos Finales.



Grafico 4. Posición final luego del impacto del forehand topspin con agarre clásico.

Para que el atleta puede lograr el resultado esperado a través de esta destreza, desde el punto de vista de la Biomecánica, se deben lograr las siguientes características de proyección de la pelota: (a) el tiempo de vuelo de la pelota, que debe ser el mas corto posible, (b) la trayectoria de la pelota, que debe asegurar una colocación precisa en la mesa del contrario y (c) la velocidad de rotación con que la pelota llegue al lado del oponente debe ser la mayor controlable para asegurar el efecto deseado.

Planteamiento del Problema

El tenis de mesa en Venezuela es un deporte que data de los años 50 tal como lo refiere Seijas (1982), sin embargo, no es observado desde la óptica científica a pesar de haber alcanzado un nivel competitivo alto, sobre todo en la modalidad femenina, las cuales han estado presentes en cada una de las olimpiadas desde que fue concebido como deporte olímpico en el año 1988, en Seúl, Korea.

Los triunfos se logran solamente en el área Latinoamericana, y cuando se llega al ámbito mundial la diferencia del rendimiento es considerable.

Los entrenadores deportivos nacionales consultados y el autor del presente trabajo coinciden que en las diferentes actividades deportivas nacionales e internacionales se observa claramente las

diferencias técnicas existentes entre las atletas nacionales y las deportistas de nivel mundial en muchas destrezas, y en especial en el Forehand Topspin con Agarre clásico

Hay coincidencia de que las atletas de la Selección Nacional cometen errores en esta destreza, sobre todo en las Fases Preparatoria y de Contacto, produciendo la proyección de la pelota con características inadecuadas.

Estas fases son primordiales para una mejor ejecución de la destreza y las mismas poseen determinadas características biomecánicas, tanto cinemáticas como cinéticas, que influyen sobre el resultado. Entre estas se puede mencionar en forma especial la cantidad de movimiento lineal y angular, que son factores determinantes para el logro de los objetivos.

Se observa en las atletas venezolanas que fallan mucho en la ejecución de esta destreza. En muchos casos, la pelota no llega sobre la mesa del contrario en un tiempo corto, con una velocidad alta y con un efecto considerable.

Cuando se logra una alta velocidad inicial de la pelota, el ángulo no es el más adecuado y la pelota sale de la mesa, golpea la malla o pasa a una altura considerable por encima de la malla, y cuando se logra la ubicación de la pelota en el lugar adecuado, se observa poca velocidad lineal y angular, hecho que facilita la defensa y/o contraataque.

Por otro lado, el golpe de la pelota no se realiza en el instante adecuado, desde la altura óptima y con suficiente excentricidad, para asegurar una velocidad angular alta y por ende, mucho efecto.

Debido a los complejos problemas técnicos-biomecánicos, detectados en el Forehand Topspin con Agarre Clásico, se pretende profundizar el análisis a través de un estudio cuantitativo que determine las características Biomecánicas, que influyen desfavorablemente en esta destreza ejecutada por las atletas de tenis de mesa de la selección nacional de Venezuela.

Objetivos

Objetivo General

Determinar las Características Biomecánicas del Forehand Topspin con Agarre Clásico ejecutado por atletas femeninas de tenis de mesa pertenecientes a la Selección Nacional de Venezuela.

Objetivos Específicos

(a) Describir las características biomecánicas cinemáticas espaciales, temporales y espacio-temporales del movimiento de los sujetos del estudio, raqueta y de la pelota, en la ejecución del Forehand Topspin con Agarre Clásico.

(b) Cuantificar la Cantidad de Movimiento Lineal total en el instante del choque del Forehand Topspin con Agarre Clásico, determinando el aporte de cada segmento corporal y de la raqueta.

- (c) Determinar cuantitativamente los errores cometidos por los sujetos durante la ejecución del Forehand Topspin con Agarre Clásico.
- (d) Perfeccionar la eficacia mecánica de la destreza a través de recomendaciones suministradas a los entrenadores.
- (e) Estructurar el Modelo Biomecánico Teórico del Forehand Topspin con Agarre Clásico.
- (f) Sentar las bases de un Modelo Biomecánico Cuantitativo del Forehand Topspin con Agarre Clásico.

Importancia del Estudio

El aporte de la Biomecánica Deportiva al alto rendimiento es conocido por los especialistas de cada disciplina, es por ello que desde esta perspectiva, la investigación tiene su importancia en varios aspectos:

1. Aspecto Bibliográfico: en Venezuela y en Latinoamérica no existe suficiente referencia sobre estudios biomecánicos relacionados con esta disciplina y hay escasez de literatura científica, por ende, este estudio ayudará a resolver un vacío cognitivo y literario.
2. Aspecto Investigativo: iniciará el campo de estudio en esta disciplina, sirviendo como ayuda a futuras y mejores investigaciones.
3. Aspecto Científico - Profesional: Ayudará a mejorar la calidad del entrenamiento, al observar desde un punto de vista científico al Tenis de Mesa en el país, buscando así cada día que los entrenadores, atletas y todos los entes involucrados en este deporte se apoyen más en la Biomecánica Deportiva para optar a mejores resultados a cortos, medianos y largos plazos.
- 4.- Aspecto Técnico: ofrecerá un aporte a nivel científico para mejorar la eficacia de la destreza.

Delimitaciones del Estudio

Por ser el Forehand Topspin con Agarre Clásico una destreza ofensiva del tenis de mesa y por sus propias características se delimitó el estudio a:

- (a) Siete (7) atletas femeninas Tenis de Mesa pertenecientes a la Selección Nacional de Venezuela
- (b) Variables cinemáticas temporales, espaciales y espacio-temporales lineales de los sujetos, raqueta y pelota.
- (c) La cantidad de movimiento lineal total y segmental del atleta - raqueta antes del impacto.
- (d) La utilización del método video-gráfico bidimensional.
- (e) El análisis cuantitativo.

Definición de Términos

Agarre Clásico: toma de la raqueta donde se utilizan ambas caras.

Cantidad de Movimiento: es el producto de la masa de un cuerpo en movimiento por su velocidad.

Efecto: rotación que se le imprime a la pelota después del contacto con la raqueta.

Forehand Topspin: golpe que se realiza con la parte anterior de la raqueta-mano y que se caracteriza por imprimirle un efecto por encima de la pelota.

Gomas backside: tipo de goma con los picos hacia adentro.

Miembro superior ejecutor: miembro superior que sostiene la raqueta.

Modelo Biomecánico Cuantitativo: modelo biomecánico conformado por los valores óptimos de los diferentes factores reflejados en el modelo biomecánico teórico.

Modelo Biomecánico Teórico: es una estructura que demuestra la relación que existe entre los objetivos de la destreza y los factores que producen el resultado.

Tenis de Mesa: juego que se practica sobre una mesa por dos o cuatro jugadores que usan una pequeña raqueta o pala y una pelotita ligera de celuloide.

CAPITULO II

MARCO REFERENCIAL

Bases Teóricas

Los adelantos en el deporte, apoyados en las ciencias auxiliares, han llevado al hombre, al afán de superarse día a día, logrando resultados cada vez mejores.

Una de las ciencias involucrada en estos adelantos es la biomecánica, la cual se puede definir como la ciencia que se ocupa de la aplicación de los principios mecánicos al estudio del movimiento de los seres vivos (Baumler y Scheider, 1981/1989). La biomecánica como ciencia que utiliza los principios y métodos de la mecánica, es una rama de la física, que suele ser dividida, igual que la mecánica, en estática y dinámica (Serway 1992/1996).

La Estática es la rama de la biomecánica que se ocupa de los sistemas en un constante estado de reposo o movimiento uniforme.

La dinámica, que es la parte de la biomecánica que se ocupa de los sistemas que no están en un estado de reposo o movimiento uniforme; a su vez se divide en cinemática, y cinética. La cinemática se encarga de describir el movimiento sin tomar en cuenta las fuerzas que lo producen y la cinética estudia las causas del movimiento (Donskoi, 1971/1988)

La Biomecánica del movimiento humano posee diversas ramas de aplicación entre la que destaca el estudio del deporte de rendimiento. Para ello, se vale de métodos y análisis de tipo cualitativo y cuantitativo, con instrumentos altamente sofisticados, con el objetivo de aportar herramientas, técnicas instrumentales y soluciones para la optimización de la técnica deportiva.

El tenis de mesa como deporte olímpico se ha transformado en una disciplina altamente técnica y cada día hay más estudio en esta área del conocimiento, en especial en los países asiáticos (China, Japón y Korea) y europeos (Francia, Alemania, Austria), a través de estos, se persigue alcanzar el merecido triunfo de sus jugadores en los diferentes eventos del calendario mundial (www.ittf.com 2003).

En consecuencia a esto, el Marco Teórico se orienta a explicar todo lo relativo a su historia, la descripción técnica-biomecánica de esta destreza ofensiva del tenis de mesa llamada “Forehand Topspin” con agarre clásico y gomas backside, con el objeto de vislumbrar todo lo que describen los autores, así como los estudios previos que han transformado este deporte, y en especial esta destreza, en una de las más utilizadas por los atletas de nivel mundial.

Reseña Histórica del Tenis de Mesa

La mayoría de los autores (Bretón y Gatién, 1992/1993; www.tenismesistas.com, 2003; www.tmda.8k.com, 2001; www.portalbasico.com, 2003; www.ttv.com.au, 2003) están de acuerdo en que el Tenis de Mesa es de origen inglés. Este se remonta hasta antes de la segunda mitad del siglo XIX, que comenzó jugándose sobre mesas de comedores con material improvisado. No se convertiría en deporte oficial hasta 1872, cuando el Inglés Wingfield descubre la pelota de caucho rellena de aire comprimido.

Hacia 1900, las bolas de celuloide reemplazaron a las de goma o corcho, descubrimiento que va a permitir, por fin, adaptar el juego del tenis a espacios más reducidos, específicamente sobre la mesa.

En esta época, el tenis de mesa conserva todas las características de su genitor, el tenis; las raquetas están provistas de un mango largo y una hoja a base de cordones (Bretón y Gatién, 1992/1993).

El juego se hizo muy popular en Inglaterra y Estados Unidos y por las características de sus materiales, el tenis de mesa fue conocido como “ping-pong” (actualmente marca registrada en Francia).

Un encuentro celebrado en Berlín, en 1926 entre cinco países que participaron dio como resultado la formación de la Federación Internacional de Tenis de Mesa (ITTF).

En la actualidad y tal como está reflejado en la página www.ittf.com (2003), los campeonatos mundiales se realizan cada año, un año individual y doble y el siguiente en la modalidad por equipos. La Federación Internacional, cuenta en la actualidad con unos 140 países miembros.

Desde la década de 1960 hasta la de 1980 China dominó con frecuencia estos campeonatos, aunque hubo éxitos alternados de japoneses, suecos y húngaros.

Para la década de 1980, con la entrada del tenis de mesa en los Juegos Olímpicos, Corea del Sur y Suecia acabaron con el dominio de China, pero este país retoma los triunfos y las medallas de oro en

1996, en los Juegos Olímpicos de Atlanta, tanto en individuales como en dobles y en las categorías femenina y masculina; y en Sydney, 2000, mantuvieron esa misma supremacía.

Igualmente, en los Campeonatos del Mundo en Osaka, 2001, Qatar 2004 y Shangai 2005 se observó el mismo dominio a pesar del cambio e implementación de algunas reglas, entre las que destaca el cambio de diámetro y peso de la pelota (38 mm a 40mm; 2,5 gr a 2,7 gr en el 01/10/2000) (www.Ittf.com, 2003).

Descripción Técnica-Biomecánica del Forehand Topspin

El Forehand Topspin es una destreza que se realiza con la parte anterior de la raqueta-mano (tomando como referencia la posición anatómica del cuerpo) y que se caracteriza por imprimirle un efecto por encima de la pelota.

Así mismo, y como se indicó anteriormente, se puede ejecutar tanto con agarre clásico como también con agarre lapicero, aunque en la actualidad y tal como lo refleja www.butterfly.online (2003), el 80 % de los jugadores en la actualidad poseen agarre clásico. Por ende, de aquí en adelante se hablará del Forehand Topspin con agarre clásico con gomas de tipo backside.

El Objetivo principal del Forehand Topspin es golpear la pelota mediante un implemento (raqueta) y proyectarla por encima de un obstáculo (red) de manera de lograr el Punto lo antes posible o que se le dificulte al oponente devolver la pelota (ventaja). Este golpe, desde el punto de vista mecánico, es definido por Donskoi (1971/1988) como: “un fenómeno físico en el cual la velocidad del cuerpo alcanza la magnitud final en un intervalo de tiempo muy breve (tiempo de choque)” (p. 269). Dentro del perfeccionamiento de reglamentos, materiales y mejoras tecnológicas de este deporte, las técnicas deben actualizarse para un mejor desempeño del atleta, en concordancia con la opinión de Bretón y Gatien (1992), quienes indican que una de las destrezas técnicas que ha evolucionado más es el “Topspin”, implementado por primera vez en 1960 por los jugadores Japoneses (www.portalbasico.com 2003).

El Topspin, tal como lo explican Li, Wang, y Wang (1996) deriva su nombre de la rotación que se le da a la pelota hacia delante y arriba.

El Topspin es un tipo de rotación que se puede realizar de “Backhand” o de “Forehand”, por jugadores de agarre o presea clásica o europea y lapicero o asiática (Baigalou y Romani, 1979/1988) y en especial con raquetas que poseen esponjas o gomas de tipo “backside” (picos hacia dentro). De estas dos destrezas, Forehand Topspin y Backhand Topspin en la actualidad, el Forehand Topspin es una de las destrezas ofensivas más utilizadas por los atletas de Elite Mundial, en porcentajes que oscilan entre 50% a 70%, tal como lo describen Driakoski y Ocheva (2000) en sus investigaciones.

Fases del Forehand Topspin.

Las acciones de choque están formadas por fases: movimientos preparatorios, movimientos de choque y acción de choque (Donskoi 1971/1988). Igualmente, Donskoi y Zatsioski (1988) las fraccionan en: el impulso, movimiento de choque, interacción de choque y el movimiento posterior del choque. Los conocedores del tenis de mesa (Erb, 1998/1999; www.tabletennis.org.nz, 2003; www.portalbasico.com, 2003;) dividen al Forehand Topspin en: Fase Inicial, Fase de Contacto y Fase Final.

Características Técnicas del Forehand Topspin.

El Forehand Topspin tiene muchas variantes, que dependen de algunos factores como, el tipo de efecto con que regresa la pelota y la distancia del atleta con respecto a la mesa, sin embargo, en la actualidad los atletas de nivel mundial utilizan mucho el Forehand Topspin como golpe final, el cual es más efectivo y se ejecuta cerca de la mesa (menos de un 1 metro de distancia del centro de gravedad del Sujeto con respecto a la línea final de la mesa).

Los autores (Baigalu y Romani, 1979/1993; Bretón y Gatién, 1992/1993; Erb, 1998/1999; www.portalbasico.com, 2003; Sklorz, s.f; www.Toda.8k.com, 2004) coinciden en que este tipo de Topspin es más efectivo pero riesgoso, ya que se deben seguir una serie de aspectos técnicos en cada una de las fases como:

Fase inicial. Cuando el jugador ha analizado la trayectoria de la pelota, tiene que desplazar su raqueta hacia atrás pero sin adelantarse a la orientación de los hombros. Con el objeto de dar más amplitud al movimiento, el jugador extiende la articulación del codo y lo separa del cuerpo; la punta de la raqueta se dirigirá hacia abajo y se sitúa a la altura de la cintura.

La raqueta se mantiene con un ángulo agudo (cerrada) y el brazo libre, con la articulación del codo ligeramente flexionada, se eleva para equilibrar el cuerpo.

Al mismo tiempo que el jugador retira la raqueta, a partir de la posición de inicio, el jugador coloca sus pies y efectúa una rotación del tronco hacia la derecha o izquierda con el objeto de llevar la orientación de los hombros perpendicularmente a la línea de fondo de la mesa y paralelamente a la trayectoria de la pelota.

En el transcurso de esta fase, el jugador acentúa la flexión de las rodillas y transfiere el peso del cuerpo sobre el miembro inferior derecho o izquierdo, el cual se halla colocado hacia atrás y lateralmente.

Fase de contacto. El brazo se desplaza con una trayectoria oblicua de abajo hacia arriba y con la máxima velocidad. En el momento del contacto con la pelota, la raqueta permanece cerrada con la finalidad de tocarla tangencialmente.

La muñeca puede acentuar la velocidad de desplazamiento de la raqueta; la pelota es rozada en el punto más alto de su trayectoria; el brazo libre participa en el movimiento, equilibrando el cuerpo mediante un desplazamiento hacia atrás y hacia la izquierda o derecha.

Durante la ejecución, el peso del cuerpo pasa sobre el miembro inferior que se halla adelantado. El tronco participa en el golpe mediante un movimiento de rotación hacia la izquierda o derecha, con el objeto de llevar la orientación de los hombros casi paralela a la red.

Fase final. Después de tener el contacto con la pelota, la raqueta sigue su curso rápidamente hacia arriba y hasta pasar por encima de la cabeza. Para obtener una máxima velocidad, la articulación del codo debe estar suficientemente flexionada.

Durante el movimiento las rodillas permanecen ligeramente flexionadas y el peso del cuerpo reposa principalmente sobre la pierna que se halla delante. El pie derecho queda en contacto con el suelo, estando la punta del mismo orientada hacia delante.

Características Biomecánicas del Forehand Topspin

El Forehand Topspin es una destreza que se enmarca como una acción de choque o colisión, en la cual se concibe dos objetivos fundamentales desde el punto de vista de la biomecánica, tal como lo explica Donskoi (1971/1988):

- (a) Transmitirle a la pelota la velocidad óptima de vuelo.
- (b) Transmitir a la pelota la dirección y el carácter de vuelo adecuado.

En el primer caso la velocidad de vuelo de la pelota, depende de las acciones y posiciones que ejecuta el sujeto antes, durante y después del choque, donde los componentes de vuelo, velocidad de colisión entre la pelota y el miembro superior ejecutor, así como la cantidad de movimiento de ambos (masa y velocidad), juegan un papel importante para lograr este objetivo (Donskoi (1971/1988).

Destacan (Sklorz, S/f.) que en un remate el miembro superior ejecutor puede alcanzar de 30 a 40 Km/h. (11,11 m/s) y la pelota una velocidad de 112,5 km/h (31,11m/s)

Para aumentar la velocidad de vuelo de la pelota es necesario aumentar la velocidad del miembro superior ejecutor (Donskoi, 1971/1988); esta velocidad se logra en la fase inicial de la ejecución.

En el segundo caso, la transmisión de la dirección y el carácter, depende del impulso del choque, el cual obedece a la velocidad relativa y la masa (pelota-raqueta-brazo) (www.saludmed.com 2003).

Durante esta acción de impulso de choque entra en juego también el coeficiente de restitución o deformación de la pelota y la raqueta. Se menciona en www.portalbasico.com (2003) que, “Se ha medido que en un golpe dado con una aceleración fuerte, la velocidad instantánea de la pelota pasa de 1 m/s antes del impacto a 18 m/s después del impacto, y la pala empuja la pelota quedando en contacto con ella durante 1 segundo”.

Por ser el Topspin Forehand una acción donde el choque es oblicuo, es también importante añadir la forma de la trayectoria, ya que se logra en esta destreza provocar una rotación considerable de hasta 140 a 151 radianes /segundo (Sklorz, s.f; Li,T, Wang, J, y Wang, X, 1996), y tal como expone Zhengting (1979); “el ángulo de rebote de una pelota con Topspin es mas pequeño que aquel de una pelota normal”.

Otro factor que interviene en la trayectoria de la pelota es la resistencia al aire que se conoce como Efecto Magnus (nombre de un físico sueco), que se basa en el hecho de que cuando una pelota se desplaza por el aire con una cierta rotación, se produce un desequilibrio en esta pelota debido al hecho de que hay una fricción más fuerte por un lado y más débil por el otro contra las moléculas de aire, generando una diferencia de presión que produce una trayectoria curvilínea de la pelota en el vuelo..

Este desequilibrio se traduce en una fuerza interna que es proporcional a la rapidez de la rotación, y modifica consecuentemente la trayectoria. La desviación es máxima cuando la rapidez de desplazamiento de la pelota decrece antes que la rapidez de rotación. (www.portalbasico.com 2003; Donskoi y Zatsiorski 1988; Donskoi 1971/1988; Li, Wang, y Wang, 1996; Serway 1992/1996).

Estudios Previos

Por ser el Forehand Topspin una destreza que se realiza con implemento (raqueta) y por estar presente la pelota, en este apartado se presentan los estudios realizados sobre esta técnica, clasificando cada características de los implementos y luego las del Sujeto

Características de la Pelota

Imoto, Yoshida, y Yuza (2000) realizaron un estudio acerca de las características del rebote y las diferencias entre la pelota de tenis de mesa de los 40 milímetros (2.7 g) y 38 milímetros (2.5 g); estos resultados cuantitativos después del impacto se visualizan en el Cuadro 1.

Cuadro 1

Resultados después del Impacto

	Variable	Low	Medium	High
40 mm	Velocidad Inicial V_o	7,7 m/s	8,1 m/s	9,7 m/s
	Efecto ω_o	62,4 r/s	55,8 r/s	44,2 r/s
	Ángulo de Proyección θ	-22,9°	4,1°	31,3°
38 mm	Velocidad Inicial V_o	7,9 m/s	8,1 m/s	10,1 m/s
	Efecto ω_o	66,6 r/s	65,4 r/s	61,3 r/s
	Ángulo de Proyección θ	-21,6°	8,5 °	37,7°

Nota. Cuadro elaborado con datos tomados de Ponencia presentada en el 7th Congress of Table Tennis Science. Osaka. 2001, (p. 239)

Los resultados describen que mientras que la frecuencia de rotación fue aumentada, la frecuencia reflejada demostró un descenso progresivamente más grande entre las bolas de 40 milímetros y las de 38 milímetros; es decir, el cociente del descenso de las frecuencias de rotación era más grande con la bola de 40 milímetros que con la de 38 milímetros. Además, se espera que sea más difícil que los jugadores hagan rotar la bola de 40 milímetros que la de 38 milímetros.

En un estudio realizado por Mizoguchi, Tang y Toyoshima, S. (2001) con atletas de la Universidad de Singapur acerca de las características del efecto y la velocidad de la pelota de 40mm en el tenis de Mesa, se arrojaron los siguientes resultados:

- La velocidad inicial de la pelota de 40mm fue 1-2 % menor que la velocidad de la pelota de 38 mm; el efecto que se le da a la pelota de 40 mm fue 5 - 20% menor que el de la pelota de 38m m.
- No se observó ninguna diferencia de la desaceleración de la velocidad entre la pelota de 40mm y la de 38m m.
- Los rally fueron en la pelota de 40mm 2-4% más largos que la bola de 38m para el drive y el corte.

Gómez (2003), realizó un estudio piloto en condiciones experimentales, empleando el método cinematográfico con un atleta de la selección femenina de Venezuela, consiguiendo los siguientes resultados:

- Características de proyección de la pelota: la velocidad inicial de proyección fue de 16,25 m/s; el ángulo de proyección fue de 1,96 grados, y la altura de proyección fue de 1 metro.

(b) Características del movimiento del Sujeto: cantidad de movimiento lineal total del miembro superior ejecutor fue de 13,79 (Kg*m/s), la mano ejecutora fue la parte del cuerpo con mayor aporte de cantidad de movimiento, con 36,62%.

Gómez (2005), en un estudio de un video de un Sujeto de alta competencia internacional, encontró los siguientes resultados:

(a) Ángulos del atleta en la posición de inicio: rodilla derecha fue de 135 grados, rodilla izquierda fue de 126 grados y del tronco fue de 84 grados.

(b) Características Biomecánicas espaciales en la posición de inicio: distancia horizontal de la raqueta con respecto a la mesa fue de 0,10 metros y la altura de la raqueta con respecto a la mesa fue de 0,21 metros.

(c) Características biomecánicas de las acciones de la fase preparatoria: oscilación vertical de la raqueta durante la fase preparatoria fue de -0,02 metros y la distancia horizontal de la raqueta al centro de gravedad del Sujeto fue de 0,53 metros

(d) Características biomecánicas de la posición inicial de la fase activa: ángulo del tronco fue de 95 grados; altura de la raqueta con respecto a la mesa fue de 0,15 metros; distancia horizontal de la raqueta con respecto a la pelota fue de 1,29 metros.

(e) Características biomecánicas en el instante del choque: ángulo del tronco con respecto a la horizontal fue de 82 grados.

(f) Duración total de la ejecución fue de 0,42 segundos, el tiempo en la fase preparatoria fue de 0,32 segundos y tiempo de la fase activa fue de 0,10 segundos.

CAPITULO III

METODOLOGÍA

En toda investigación científica, es necesario que el fenómeno estudiado, los resultados obtenidos y lo relevante descubierto posean fiabilidad, objetividad y validez interna, para lograr esto se requiere establecer los procedimientos tecno-operacionales con el objeto de ponerlos de manifiesto.

La metodología, el planteamiento y la solución de una dificultad evidente de una destreza deportiva, conlleva un proceso de recolección y análisis de datos específicos, donde se utilizan procedimientos, instrumentos y técnicas de las ciencias aplicadas al deporte y en especial de la biomecánica deportiva, como lo es el método videográfico. (Donskoi, 1971/1982)

En consecuencia, este capítulo se propone situar al detalle el conjunto de métodos, técnicas y procedimientos que se emplearon en la investigación.

Tipo de Investigación.

De acuerdo al problema planteado, el tipo de investigación fue de campo, ya que, los datos se recogieron en condiciones de competencia y son datos de tipo primario, tal como lo expresa el Manual de Trabajos de Grado de Especialización y Maestría y Tesis Doctorales de la UPEL (1998): “El análisis sistemático del problema en la realidad, con el propósito bien sea de describirlo, interpretarlo, entender su naturaleza y factores constituyentes, explicar sus causas y efectos, o predecir su ocurrencia” se enmarca dentro la Investigación de Campo.

Diseño

Según Balestrini (2001), el diseño de investigación es el plan global de investigación que integra de un modo coherente y adecuadamente correctas técnicas de recogida de datos a utilizar, análisis previstos y objetivos.

Tal como lo establece el objetivo general, en el presente estudio se describieron y analizaron las diferentes características biomecánicas del Forehand Topspin, por lo que el diseño es de tipo descriptivo, ya que, se recolectaron los datos e información del objeto de estudio.

Sujetos del Estudio

Población

Según Balestrini (2001), una población puede estar referida a cualquier conjunto de elementos de los cuales pretendemos indagar y conocer sus características, o una de ellas, y para cual serán válidas las conclusiones obtenidas en la investigación.

La población correspondiente al presente estudio la conformaron las atletas de Tenis de Mesa de alto rendimiento del ámbito nacional del sexo femenino.

Muestra

Ramírez (1999) define como muestra “a un grupo relativamente pequeño de una población que representa características semejantes a la misma.”

La muestra para esta de investigación estuvo conformada por siete (07) atletas femeninas de la Selección de Tenis de Mesa de Venezuela, con experiencia en eventos nacionales e internacionales, tales como Suramericanos, Latinoamericanos, Centroamericanos y otros, con mas de ocho (8) años de experiencia dentro del deporte.

Dentro de los tipos de muestreos, se tienen los Muestreos No Probabilísticas. En esta investigación se presentó una de las subdivisiones de este tipo de muestreo no probabilístico, como lo es el Muestreo Intencional, que según Ramírez (1999), este tipo de muestreo implica que el investigador obtiene información de unidades de la población escogida de acuerdo con criterios previamente establecidos, seleccionando unidades representativas.

Para este Estudio, la muestra de siete (07) Atletas del sexo femenino, perteneciente a la Selección Nacional de Tenis de Mesa, se escogieron a través de los siguientes criterios:

(a) Los sujetos pertenecen a la Selección Nacional de Venezuela y participaron en los Juegos Deportivos Nacionales Cojedes 2003 y en la liga Nacional Pro tour 2004.

- (b) Poseen un alto nivel técnico en este deporte.
- (c) Ejecutan el Forehand Topspin con un alto nivel técnico.
- (d) Poseen las características de la raqueta específica para este estudio: gomas Backside y Agarre clásico.

Variables del Estudio

Características Biomecánicas de Proyección de la Pelota.

- (a) Velocidad horizontal de proyección;
- (b) Velocidad vertical de proyección;
- (c) Velocidad inicial de proyección;
- (d) Ángulo de proyección;
- (e) Altura de proyección (superficie de la mesa);

Características Cinética

- (a) Cantidad de movimiento lineal total en el instante del choque con la pelota;
- (b) Cantidad de movimiento lineal de la mano ejecutora;
- (c) Cantidad de movimiento lineal del antebrazo ejecutor;
- (d) Cantidad de movimiento lineal de la raqueta;
- (e) Porcentaje de aporte de cada segmento a la cantidad de movimiento lineal total;

Duración del Forehand Topspin

- (a) Tiempo total del golpe;
- (b) Tiempo de la fase preparatoria;
- (c) Tiempo de la fase activa;

Características Biomecánicas de la Fase Preparatoria

Posición de Inicio

- (a) Ángulo de la rodilla derecha;
- (b) Ángulo de la rodilla izquierda;
- (c) Ángulo del tronco con respecto a la horizontal
- (d) Ángulo de la raqueta con respecto a la horizontal
- (e) Distancia horizontal del Centro de Gravedad a la línea final de la mesa
- (f) Distancia horizontal de la raqueta con respecto a la línea final de la mesa
- (g) Altura de la raqueta con a la respecto mesa

Características Biomecánicas de las Acciones Durante la Fase Preparatoria del Forehand Topspin

- (a) Oscilación vertical de la raqueta durante la fase preparatoria

Fase Activa del Golpe

Características Biomecánicas Espaciales y de Posición del Sistema Raqueta- Atleta en la Posición Inicial de la Fase Activa del Forehand Topspin.

- (a) Distancia horizontal de la raqueta con respecto a la pelota.
- (b) Altura de la raqueta con respecto a la superficie de la mesa
- (c) Distancia Horizontal del Centro de Gravedad a la Línea Final de la Mesa
- (d) Ángulo del tronco con respecto a la horizontal

Características Biomecánicas en la Posición Inicial de la Fase Activa del Forehand Topspin.

- (a) Desplazamiento de la raqueta durante la fase activa
- (b) Velocidad media de la raqueta durante la fase activa

Instante del Choque

Ángulos del Sistema Atleta-Raqueta en el Instante del Choque del Forehand Topspin

- (a) Ángulo del tronco con respecto a la horizontal
- (b) Ángulo de la raqueta con respecto a la horizontal

Características Biomecánicas Espaciales en el Instante del Choque del Forehand Topspin

- (a) Altura del Centro de Gravedad con respecto a la superficie de la mesa
- (b) Distancia horizontal del Centro de Gravedad con respecto a la línea final de la mesa

Características Biomecánicas Espaciales de la Raqueta en el Instante del Choque del Forehand Topspin

- (a) Altura de la raqueta con la mesa
- (b) Distancia horizontal de la raqueta con respecto a la línea final de la mesa

Características Biomecánicas de las Acciones en el Instante del Choque del Forehand Topspin

- (a) Velocidad resultante instantánea de la raqueta en el instante del choque
- (b) Velocidad vertical instantánea de la raqueta en el instante del choque
- (c) Ángulo de la trayectoria de la raqueta en el instante del choque

Alturas y Distancias Horizontales de la Pelota en el Instante del Choque del Forehand Topspin

- (a) Altura de choque con Respecto a la malla
- (b) Distancia horizontal entre la pelota y la línea final de la mesa en el instante del choque.

Procedimientos para la Recolección y Análisis de los Datos.

La biomecánica ayuda a analizar efectivamente las destrezas motoras, de manera que se evalúe eficiente e inteligentemente una técnica y que se corrija si existe alguna falla. Este implica el proceso de separar el sistema estudiado en sus partes y determinar las variables involucradas en el movimiento.

El estudio biomecánico puede tener un enfoque cualitativo, donde se describe la calidad del movimiento sin el empleo de mediciones ni cálculos matemáticos; este tipo de análisis identifica los componentes involucrados en el movimiento y luego evalúa estos constituyentes mediante la comparación y la formulación de juicios. El enfoque cuantitativo, involucra la descripción de un movimiento o de sus partes en términos numéricos. Se emplean equipos e instrumentos especializados para poder medir y cuantificar (contar) las variables cinemáticas y cinéticas del movimiento. Cuantificar implica determinar de forma precisa la cantidad o porcentaje de las variables estudiadas en el sistema. Este tipo de análisis ayuda a evitar la influencia subjetiva, lo cual lo hace un medio más preciso y confiable.

Para la aplicación práctica del Método Mixto (cualitativo – cuantitativo) en este estudio se siguieron una serie de pasos que a continuación se presentan:

Estructuración del Modelo Biomecánico. Es una estructura que demuestra la relación que existe entre los objetivos de la destreza y los factores que producen el resultado. A través de este se describe una destreza de una manera lógica y sistemática mediante el desglosamiento de sus elementos constituyentes. Se tomó en consideración la información del contexto del conocimiento acumulado, encontrando en la bibliografía de la especialidad, opiniones de destacados y experimentados técnicos en el ámbito nacional y las soluciones del presente estudio.

Elaboración del Instrumento de Recolección y Análisis de los Datos Cualitativos. Este instrumento ayudo a evaluar la ejecución de los sujetos a través de una Escala de Estimación, en la cual se otorga una puntuación que va desde óptimo (5 puntos) hasta Muy deficiente (1 Punto). Su elaboración se realizó tomando en cuenta aspectos técnicos–biomecánicos donde se especificarán indicadores observables, enumerados por niveles de ejecución (fase).

Validez y Confiabilidad del Instrumento. Para la validación del instrumento se utilizó un grupo de expertos conformado por varios Entrenadores de la Selección Nacional de Tenis de Mesa, con un nivel de experiencia alto en competencias internacionales como Bolivarianos, Suramericanos, Centroamericanos Panamericanos, Mundiales y Juegos Olímpicos.

Con el objetivo de verificar la confiabilidad del instrumento se realizaron estudios pilotos de algunos sujetos.

Video-grabación de los sujetos. Se utilizó el método videográfico, el cual consistió en tres etapas, las cuales constituyeron el procedimiento idóneo para este estudio.

Actividades previas a la Video-grabación. Contempló la entrega de permisos a la Federación Venezolana de Tenis de Mesa, a la Comisión Técnica y a la Comisión de Personal Técnico de la misma. Por ser una actividad que se ejecutó en condiciones de competencia durante Los Juegos Deportivos Nacionales Cojedes 2003 y la Primera válida de la Liga Nacional Pro Tour 2004, no fue necesario la explicación de las características del estudio a los atletas seleccionados.

Posterior a esto, se procedió a la preparación de la cámara de video (Sony Handycam 460X Digital), colocada sobre un trípode a una altura de 1 metro desde el suelo y a una distancia horizontal de 12 metros desde el borde más cercano de la mesa, se ubicó perpendicularmente sobre el plano sagital de ejecución de la destreza.

Video-grabación. Luego de colocada la cámara se procedió a realizar la videograbación, en la cual se grabó un juego (game) de cada Sujeto en la competencia individual.

Actividades posteriores a la Video-grabación. Posteriormente a la Video-grabación, se procedió a observar los videos para ubicar la destreza ejecutada dentro de los parámetros establecidos y ubicar el mejor intento de cada Sujeto.

Esta actividad consistió en varios procedimientos los cuales ayudaron a analizar la ejecución de los sujetos en ambos métodos.

Para evaluar a través del método cualitativo, se transfirió cada intento a una cinta de VHS por medio de un capturador de sonido y video (reproductor de VHS Samsung Diamon Plus 4 head). A continuación, se proyectó en un Televisor Samsung 20 pulgadas para realizar la Observación y Evaluación de la ejecución de los Sujetos en función a los indicadores del instrumento cualitativo elaborado.

La evaluación con el método cuantitativo se realizó a través del Sistema Computarizado Peak Motus System en el que se Cuantificaron las variables del estudio tomando en cuenta los siguientes pasos:

1. Elaboración del modelo espacial (anatómico): se definieron los veintinueve puntos anatómicos y los trece segmentos corporales así como otros puntos de referencia como son los siete (7) puntos de la raqueta, un (1) punto del Centro de Gravedad de la pelota y cuatro (4) puntos que pertenecen a la línea final de la mesa y malla.

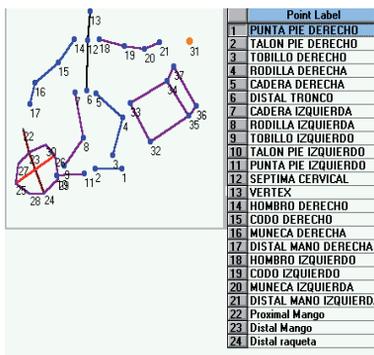


Gráfico 5 Modelo Espacial. Definición de los puntos referenciales.

2. Definición del modelo para el cálculo del CG del Cuerpo o sistema.
3. Definición de ángulos.
4. Definición de las fases del movimiento.
5. Determinación de la escala de conversión de unidades gráficas a reales a través de la captura y digitalización de la referencia (mesa).
6. Selección, captura y digitalización de la destreza a ser analizada.
- 7.- Cálculos de las variables (obtención de los resultados)

Análisis Estadístico de los Resultados

Evaluable y cuantificados los datos se le realizó un procesamiento estadístico a través de un paquete estadístico para las Ciencias Sociales denominado SPSS/PC 10.0, en el cual se utilizó la Estadística Descriptiva (medidas de tendencia central, y de dispersión)

Los datos se presentaron en tablas, gráficos de barras, respetando el conjunto de normativas aceptadas para cada variable, así mismo se presentaron los respectivos análisis de cada cuadro y gráfico de la siguiente forma:

- (a) Presentación de los valores
- (b) Análisis estadísticos de los resultados
- (c) Análisis de los resultados en función de información obtenida de estudios previos.
- (d) Conclusiones basadas en el modelo técnico y biomecánico estructurado y los resultados obtenidos y analizados en el presente estudio del Forehand Topspin.

CAPITULO IV

RESULTADOS

El propósito de esta investigación fue la descripción de las características biomecánicas del Forehand Topspin con Agarre Clásico ejecutado por atletas femeninas de tenis de mesa pertenecientes a la selección nacional de Venezuela, donde se plantearon objetivos específicos tales como: la descripción de las características biomecánicas cinemáticas espaciales, temporales y espacio-temporales del movimiento de los sujetos, raqueta y de la pelota en la ejecución de las diferentes fases del Forehand Topspin con Agarre Clásico, la cuantificación de la cantidad de movimiento lineal, total y parcial, en el instante del choque en el Forehand Topspin con Agarre Clásico y la estructuración del Modelo Biomecánico del Forehand Topspin con Agarre Clásico.

Se video-grabaron en el plano sagital del movimiento en condiciones competitivas siete (7) sujetos de sexo femenino, que son atletas experimentadas en el deporte, con participación en eventos nacionales e internacionales de diferentes niveles. Se utilizaron los procedimientos del método Mixto de análisis biomecánico, a través de la videografía computarizada. Para la captura, digitalización y procesamiento de los datos se empleó el sistema computarizado Peak Motus.

Los resultados se presentaron en cuadros, gráficos e ilustraciones. Se agruparon las variables y se analizaron en las siguientes secciones:

- (a) Características biomecánicas de proyección de la pelota después del impacto.
- (b) Cantidad de movimiento lineal total y parcial de la destreza.
- (c) Características temporales en el Forehand Topspin con Agarre Clásico.
- (d) Características biomecánicas en la fase preparatoria.
- (e) Características biomecánicas en la fase activa.

(f) Características biomecánicas en el instante del choque.

(g) Modelo Biomecánico del Forehand Topspin con Agarre Clásico en Tenis de Mesa.

Características Biomecánicas de Proyección de la Pelota Después del Choque

En el Cuadro 2 se presentan los resultados correspondientes a las características de proyección de la pelota después del choque: velocidad inicial, ángulo y altura de proyección. Estos elementos determinan el comportamiento de la pelota en cuanto a: la trayectoria, la velocidad en todo el trayecto, el tiempo, la distancia horizontal y altura de vuelo después del impacto.

Cuadro 2

Características Biomecánicas de Proyección de la Pelota en el Forehand Topspin con Agarre Clásico

SUJETOS	Velocidad Inicial de Proyección (m/s)	Velocidad Inicial Horizontal de Proyección (m/s)	Velocidad Inicial Vertical de Proyección (m/s)	Ángulo de Proyección (°)	Altura de Proyección con respecto a la superficie de la mesa(m)
1	6,46	6,13	2,00	18	-0,12
2	5,13	4,92	1,44	16	0,29
3	4,74	4,70	0,57	7	0,17
4	4,77	4,62	1,19	14	0,14
5	4,53	4,51	0,46	6	0,11
6	9,07	9,06	0,36	2	0,22
7	10,25	9,87	2,76	16	0,14
Media	6,40	6,26	1,25	11,29	0,14
Desviación Típica	2,32	2,27	0,89	6,18	0,13
Valor Mínimo	4,53	4,51	0,36	2,00	-0,12
Valor Máximo	10,25	9,87	2,76	18,00	0,29
Rango	5,72	5,36	2,40	16,00	0,41

El valor medio de la variable **Velocidad Inicial de Proyección** fue de 6,42 m/s con una desviación típica 2,33 m/s que indica que los valores están dispersos entorno a la media, donde el valor mayor fue obtenido por el Sujeto 7 (10,25 m/s) y el menor, por el Sujeto 5, con un valor de 4,53 m/s. Se observa que la mayoría de los resultados estuvieron por debajo de la media, sin embargo, el resultado del Sujeto 6 (9,07 m/s) también se acercó al valor mayor. Los valores de la velocidad inicial de proyección de la pelota de los sujetos 6 y 7 fueron similares al valor presentado por Iimoto, Yoshida y Yuza (2001), quienes reportan que la velocidad inicial resultante después del impacto sobre una raqueta fija (sin movimiento) fue de 9,7 m/s, no obstante los otros sujetos estuvieron muy por debajo de estos valores. Tomando en consideración la importancia de maximizar esta característica de

proyección para el logro del objetivo del forehand topspin, se concluye que cinco (5) de los siete (7) sujetos realizaron la ejecución con una velocidad inicial muy reducida, lo que representa importante debilidad biomecánica de la ejecución y golpe ineficaz, y los dos mejores resultados (Sujeto 6 y 7) fueron altos, pero por debajo del nivel optimo.

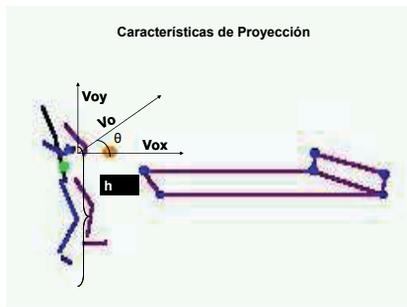


Gráfico 6. Características de proyección de la pelota en el Forehand Topspin con Agarre Clásico. Nota. V_{oy} = velocidad inicial vertical de proyección; V_{ox} = velocidad horizontal inicial de proyección; V_o = velocidad inicial de proyección; h = altura de proyección; θ = ángulo de proyección.

En relación a la Velocidad **Inicial Horizontal y Vertical de Proyección**, se puede observar de los resultados que la componente horizontal es mayor que la vertical, tal como se recomienda para esta destreza. La media de la velocidad inicial horizontal de proyección fue de 6,26 m/s (D.T.= 2,27 m/s) y la vertical fue de 1,25 m/s (D.T.=0,89 m/s). En ambas velocidades se observa que los datos no se encuentran agrupado entorno a la media. El valor de la velocidad inicial vertical puede ser considerado aceptable en el caso de los sujetos 3, 5, y 6, cuyos valores están por debajo de la unidad, y la velocidad inicial horizontal, en general, está muy por debajo de los valores óptimos, encontrándose solamente los sujetos 6 y 7 con resultados aceptables ($S_7 = 9,87$ m/s; $S_6 = 9,06$ m/s). La excesiva velocidad vertical en el caso de los sujetos 1, 2, 4 y 7 y la insuficiente velocidad inicial horizontal de proyección en el caso de los sujetos 1 al 5, determinan proyecciones excesivamente ascendentes que perjudican el logro de los objetivos de la destreza: menor tiempo de vuelo, menor altura y mayor velocidad de la pelota. El Sujeto 6 fue el que registró la mejor relación velocidad horizontal-velocidad vertical ($V_x = 9,06$ m/s – $V_y = 0,36$ m/s), y la trayectoria de vuelo fue más rasante.

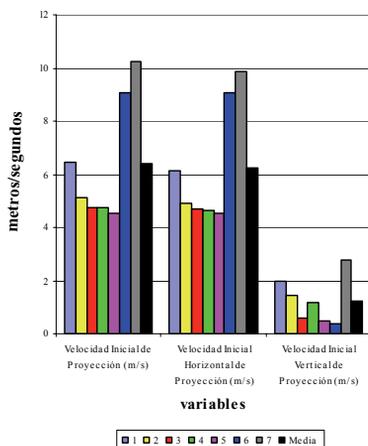


Gráfico7. Velocidad horizontal, vertical e inicial de proyección en el Forehand Topspin con Agarre Clásico

En cuanto a la variable **Ángulo de Proyección** (Cuadro 2 y Gráfico 8), se observa que la media del grupo (11,29°) es excesivamente alta, ya que, si se busca una velocidad máxima horizontal ideal para esta destreza y un vuelo rasante, el ángulo de proyección debe ser igual o menor a cero grados (0°), esto para evitar una trayectoria de vuelo alta que trae como consecuencia mayor tiempo en el aire de la pelota y facilita la defensa y un posible contraataque del oponente.

La desviación típica (6,18°) demuestra que los resultados están dispersos con respecto a la media. El Sujeto 6 posee el registro del valor mínimo (2°), lo que constituye un ángulo de proyección adecuado y por ende, facilita el logro del objetivo de la destreza por la característica rasante de vuelo y relativamente alta velocidad horizontal. El valor máximo lo obtuvo el Sujeto 1 con un registro de 18 grados, considerándose, al igual al caso de los sujetos 2, 4 y 7, como deficiente e ineficaz.

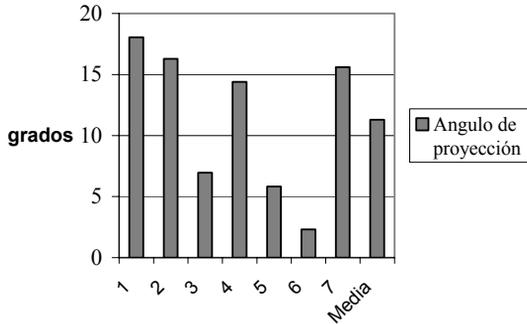


Gráfico 8. Ángulo de proyección en el Forehand Topspin con Agarre Clásico.

En el Cuadro 2 y Gráfico 9, se presentan los resultados de la variable **Altura de Proyección**, donde la media grupal (0,14 m), no se encuentra dentro de los parámetros óptimos requeridos para esta técnica, ya que, lo ideal es que el impacto se ejecute a una altura significativamente superior a la altura de la malla.

La distribución de los datos está entorno a la media, tal como lo refleja la desviación típica (0,13 m), el valor máximo lo obtuvo el Sujeto 2 con un valor de 0,29 metros, lo que indica un excelente nivel vertical de impacto, así como también los sujetos 6 (0,22 m) y 3 (0,17 m), quienes estuvieron por encima del valor recomendado. El valor mínimo lo presentó el Sujeto 1 (-0,12 m). Se aprecia que en la variable altura de proyección, cinco (5) de los siete (7) sujetos estuvieron por debajo o igual a la media y por tratarse de alturas inferiores a la de la malla, se concluye que se trata de una debilidad en cuanto a este elemento de la destreza.

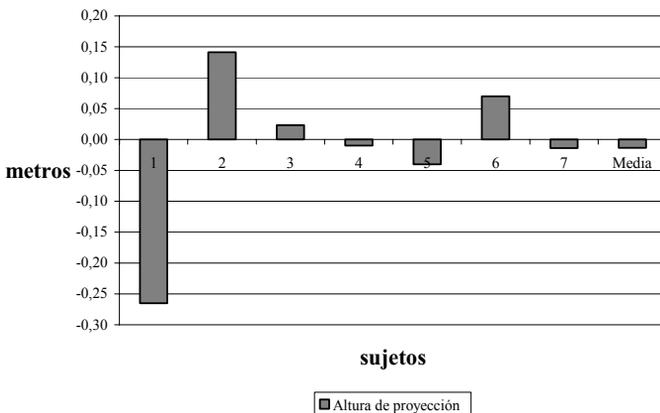


Gráfico 9. Altura de proyección en el Forehand Topspin con Agarre Clásico.

Se observan deficiencias en las características de proyección de la pelota, en la ejecución del Forehand Topspin, ejecutado por los sujetos del presente estudio, ya que los resultados no aseguran la eficiencia de la técnica, tal como lo indica la bibliografía, la cual explica que para el logro de una proyección eficiente y con características ideales que garanticen el logro del objetivo la pelota luego del choque debe poseer una velocidad inicial de proyección máxima controlable con el componente horizontal significativamente mayor que el vertical, con el objeto de lograr una trayectoria de vuelo más corta y rasante lo que implicaría menos tiempo de vuelo de la pelota.

Cantidad de Movimiento Lineal Total y Parcial en el Instante del Golpe del Forehand Topspin con Agarre Clásico.

La cantidad de movimiento lineal es el producto de la masa de un cuerpo en movimiento por su velocidad lineal ($L=m*v$). Esta variable es de significativa importancia, tal como lo explica la Ley de Impacto de Isaac Newton “Si dos cuerpos se mueven el uno hacia el otro en la misma dirección, la diferencia entre sus velocidades inmediatamente después del choque tiene una relación constante con la diferencia de sus velocidades en el instante del impacto” (Hay, 1978, p. 78).

Con el objetivo de lograr una máxima velocidad del implemento antes del choque, los atletas hacen que las articulaciones más grandes y más lentas inicien el movimiento, y las articulaciones rápidas lo hagan una vez que las articulaciones precedentes alcanzan la máxima velocidad (principio de coordinación de impulsos parciales Hochmuth, 1973).

En el Forehand Topspin con Agarre Clásico encontramos este principio, ya que se presenta una cadena biocinémática con un miembro final libre, (mano-raqueta) el cual debe alcanzar la mayor velocidad posible. Esa velocidad se alcanza sumando las velocidades de los segmentos precedentes y transfiriéndolas al segmento con el implemento. Es por esto que en esta acción el orden secuencial de la ejecución es tronco, brazo, antebrazo, mano y raqueta para lograr la participación de toda la cadena biocinémática que participa en el golpe.

La cantidad de movimiento lineal antes del impacto depende de la velocidad lineal y la masa de los segmentos de la cadena biocinémática que se desplaza en la dirección del movimiento hacia el objetivo. La cantidad de movimiento total se obtuvo a través de la sumatoria de las cantidades de movimiento de los segmentos que actuaron en la dirección del ataque. En el presente estudio no se tomó en consideración la cantidad de movimiento de la pelota antes del impacto.

Cuadro 3

Cantidad de Movimiento Lineal Total y Segmental en el Forehand Topspin con Agarre Clásico.

SUJETOS	Cantidad de Movimiento Total (kg m/s)	Cantidad de Movimiento de la Mano (kg m/s)	Cantidad de Movimiento del Antebrazo (kg m/s)	Cantidad de Movimiento del Brazo (kg m/s)	Cantidad de Movimiento del Tronco (kg m/s)	Cantidad de Movimiento de la raqueta (kg m/s)
1	5,55	1,82	2,21	0,60	0,00	0,92
2	6,95	2,20	2,62	0,69	0,00	1,43
3	29,37	3,32	0,00	0,00	24,39	1,65
4	7,66	1,89	2,58	1,95	0,00	1,24
5	3,83	1,21	1,47	0,26	0,00	0,89
6	7,67	2,01	2,57	1,44	0,00	1,66
7	24,68	2,51	3,26	2,46	14,61	1,83
Media	12,24	2,14	2,10	1,06	5,57	1,37
Desviación Típica	10,28	0,66	1,07	0,91	9,93	0,37
Valor Mínimo	3,83	1,21	0,00	0,00	0,00	0,89
Valor Máximo	29,37	3,32	3,26	2,46	24,39	1,83
Rango	25,54	2,11	3,26	2,46	24,39	0,94

Nota. Kg. m/s = kilogramos metros/segundos

Cantidad de Movimiento Lineal Total

La cantidad de movimiento lineal total, es el producto de la suma de las cantidades parciales de los segmentos que actúan en dirección al vuelo de la pelota.

El valor medio de la **Cantidad de Movimiento Total** en el instante del impacto fue de 12,24 kg m/s. El registro de los resultados demuestra una dispersión en relación a la media (D.T.= 10,28 kg m/s)

El valor mayor lo logró el Sujeto 3 (29,37 kg m/s) y el Sujeto 7 también registró un valor relativamente alto (24,68 kg m/s). Se observa que los valores de estos sujetos están por encima del resto del grupo, gracias al aporte significativo del segmento tronco a la suma total de esta variable.

El valor menor lo registró el Sujeto 5 (3,83 kg m/s), debido principalmente a un movimiento lento del miembro superior ejecutor y raqueta, y a la falta de movimiento del cuerpo, que no aporta cantidad de movimiento al sistema.

Cantidad de Movimiento Lineal Segmental

La cantidad de movimiento lineal segmental es el producto de la masa del segmento por la velocidad de su centro de gravedad en la dirección del movimiento hacia la pelota.

En el Cuadro 3 se observa que el segmento que más cantidad de movimiento aportó fue el tronco ($X= 5,57 \text{ Kg m/s.}$), especialmente por su significativa masa (50,7 % del total del cuerpo). El Sujeto 3 (24,39 kg m/s) posee el valor mayor, el Sujeto 7 posee también un alto registro con 14,61 kg m/s; solo dos sujetos aportan cantidad de movimiento con el segmento tronco.

La mano ($X= 2,14 \text{ kg m/s}$), el antebrazo ($X= 2,10 \text{ kg m/s}$) y raqueta ($X= 1,37 \text{ kg m/s}$) son segmentos que aportan en forma casi equitativa cantidad de movimiento, especialmente por su velocidad antes del impacto, ya que, las masas de estos segmentos es relativamente reducida en comparación con el tronco.

La mano y la raqueta, a pesar de ser los segmentos que avanza con la mayor velocidad hacia la pelota tienen un aporte relativamente reducido por su poca masa.

El brazo no tiene un aporte considerable ($X=1,06 \text{ kgm/s}$), a pesar de pertenecer a la cadena que ejecuta el golpe, debido a la poca velocidad lineal hacia el blanco (pelota) en la fase final del golpe, producto de un movimiento angular relativamente lento.

Todos los datos en cada uno de los segmentos están agrupados entorno a la media, exceptuando los valores del segmento tronco (D.T.= 9,93 kg m/s) que se encuentran muy dispersos.

El Sujeto 3, en el instante del golpe, desplaza hacia la pelota únicamente el tronco, la mano y la raqueta, por lo que no se registra movimiento angular del brazo y antebrazo.

El valor menor en los segmentos antebrazo y brazo lo registró el Sujeto 3 con 0,00 kg m/s.

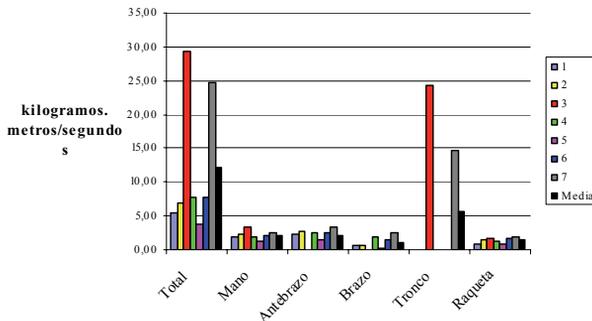


Gráfico 10. Cantidad de movimiento lineal total y segmental en el Forehand Topspin con Agarre Clásico

El Sujeto 7 posee en la mayoría de los segmentos los valores mayores de cantidad de movimiento, lo que podría haber influido en la obtención de la mayor velocidad inicial de la pelota después del impacto (10,25 m/s).

Cuadro 4

Porcentaje de Aporte de Cada Segmento en la Cantidad de Movimiento Lineal Total en el Forehand Topspin con Agarre Clásico

SUJETOS	Mano (%)	Antebrazo (%)	Brazo (%)	Tronco (%)	Raqueta (%)
1	33	40	11	0	17
2	32	38	10	0	21
3	11	0	0	83	6
4	25	34	25	0	16
5	32	38	7	0	23
6	26	33	19	0	22
7	10	13	10	59	7
Media	24	28	12	20	16
Desviación Típica	10	15	8	35	7
Valor Mínimo	10	0	0	0	6
Valor Máximo	33	40	25	83	23
Rango	23	40	25	83	18

El Cuadro 4 reporta los resultados del porcentaje de aporte de cada segmento a la cantidad de movimiento lineal total, donde se observa que, en los casos de el Sujeto 3 (83%) y el Sujeto 7 (59%), es el segmento tronco el que aporta mayor porcentaje a la cantidad de movimiento total, gracias a la gran masa que se encuentra en el mismo. Por otro lado, en la mayoría de los casos, el que aporta menor valor es el de brazo ($X= 12\%$), ya que, el principal movimiento angular previamente al impacto lo realiza el antebrazo y la muñeca que sostiene la raqueta.

Características Biomecánicas Temporales en el Forehand Topspin

En el Cuadro 5 y Gráfico 11, se exhiben los resultados de las variables *Tiempo de la Fase Preparatoria del Golpe*, *Tiempo de la Fase Activa* y *Tiempo Total del Golpe*.

El *Tiempo total* del golpe está conformado por el tiempo de la fase preparatoria y el tiempo de la fase activa del Golpe. El tiempo de la fase preparatoria representa un valor promedio de 76 % del aporte para el tiempo total del golpe y el de la fase activa 24%. Estos deben ser los menores posibles para asegurar una acción rápida y el encuentro con la pelota en el instante adecuado, todo con la finalidad de lograr una velocidad del sistema miembro superior ejecutor - raqueta mayor en el momento del impacto. Por otro lado, el menor tiempo de esta fase debe garantizar que el impacto con la pelota se ejecute antes del período de descenso de la misma.

Considerando los resultados que se presentan en el Cuadro 5, en la variable **Tiempo Total** de la acción del golpe, la media de 0,67 segundos es elevada, si lo comparamos con los resultados plasmados por Gómez,(2005) en su estudio de un atleta de alto rendimiento internacional que fue de

0,42 segundos. La desviación típica 0,09 segundos indica que los resultados se hallan agrupados en torno a la media.

El valor de la media (0,67 s) y el tiempo menor (0,57 s) esta por encima del valor de 0,42 segundos reportado por Gómez (2005), en su estudio con una atleta internacional de nivel olímpico, se observa que tanto el grupo como cada sujeto evaluado se encuentra muy por encima del mismo, lo que representa una debilidad en la ejecución.

Cuadro 5

Características Biomecánicas de las Acciones durante la Fase preparatoria

SUJETOS	Tiempo de la fase preparatoria del golpe (s)	Oscilación vertical de la raqueta durante la Fase Preparatoria (m)	Velocidad media de la raqueta durante la Fase Preparatoria (m/s)	Aceleración media de la raqueta durante la Fase Preparatoria (m/s ²)
1	0,48	0,53	0,73	1,51
2	0,48	0,37	0,65	1,35
3	0,50	0,43	0,41	0,81
4	0,48	0,27	0,44	0,90
5	0,42	0,44	0,49	1,16
6	0,58	0,34	0,91	1,55
7	0,62	0,38	0,28	0,46
Media	0,51	0,39	0,56	1,11
Desviación Standard	0,07	0,08	0,22	0,40
Valor Mínimo	0,42	0,27	0,28	0,46
Valor Máximo	0,62	0,53	0,91	1,55
Rango	0,20	0,26	0,63	1,09

El valor máximo lo obtuvo el Sujeto 7 (0,82 s), debido principalmente a la excesiva duración de la fase preparatoria (0,62 s), y el tiempo menor lo logró el Sujeto 3 (0,57 s), gracias a la corta duración de la fase activa del golpe (0,08 s), aunque está superior al valor de 0,42 segundos, reportado por Gómez (2005), en la evaluación de un atleta de alto nivel internacional.

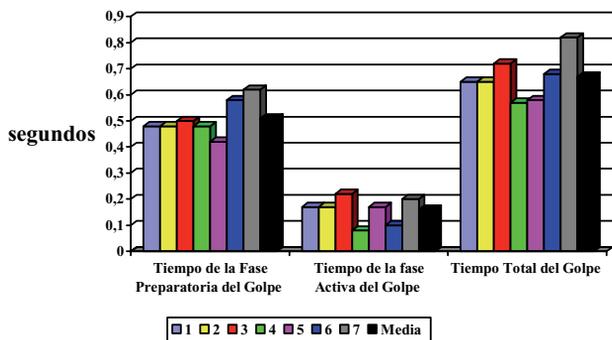


Gráfico 11. Tiempo de la fase preparatoria, activa y tiempo total del Forehand Topspin con Agarre Clásico

En el tiempo de la fase preparatoria del golpe, cinco (5) de los siete (7) sujetos estuvieron por debajo de la media, que fue de 0,51 segundos, registro alto con respecto al 0,32 segundos obtenido por un atleta de alto nivel competitivo internacional (Gómez, 2005).

En el tiempo de la fase activa sucedió lo inverso, es decir, cinco (5) de los siete (7) sujetos presentaron valores por encima de la media, subrayando que el valor mínimo lo obtuvo el Sujeto 4 (0,08 s) conjuntamente con el Sujeto 6 (0,10 s), lo que representa una ejecución en esta fase rápida y similar al valor registrado por el Sujeto del estudio de Gómez (2005), que fue de 0,10 segundos.

Fase Preparatoria del Forehand Topspin

En esta sección se presentan las características biomecánicas de la Fase Preparatoria del Forehand Topspin. Según Meinel y Schnabel (1987), la función primordial de dicha fase se centra en el logro de las condiciones óptimas para poder ejecutar la fase principal en forma económica y exitosa. Esta fase, en el Forehand Topspin con Agarre Clásico, tiene la función fundamental de asegurar el logro de las condiciones óptimas para poder ejecutar la fase activa en forma eficaz. Se puede describir como una acción a través de la cual el atleta efectúa movimientos y adopta una posición con el miembro superior ejecutor detrás del cuerpo a través de una extensión – abducción horizontal del hombro correspondiente, en sentido contrario al vuelo de la pelota, junto con una leve rotación del tronco en el sentido contrario al movimiento angular que se realiza en la fase activa. Los principales fines de estas acciones es alejar el miembro superior ejecutor y la raqueta de la pelota, con el propósito de lograr una amplia pero óptima trayectoria de aceleración de la raqueta que debe tener una forma rectilínea o curvilínea uniforme, pero no oscilatoria. Estos movimientos angulares deben estar en concordancia con el principio del “Curso Óptimo de la Aceleración” (Hochmuth, 1973). Por otro lado, la acción de la fase preparatoria se ajusta al principio de la “Fuerza Inicial” (Hochmuth, 1973), a través de la cual se busca un frenaje (paradoja de Chjaidze) del movimiento en sentido contrario a la

acción principal que produce fuerza positiva para la aceleración (fase excéntrica con acumulación de energía potencial elástica en el músculo).

Cuadro 6

Ángulos del Sistema Atleta-Raqueta en la Posición de Inicio en el Forehand Topspin con Agarre Clásico

SUJETOS	Ángulo Rodilla Derecha (°)	Ángulo Rodilla Izquierda (°)	Ángulo del Tronco con Respecto a la Horizontal (°)	Ángulo de la Raqueta con Respecto a la Horizontal (°)
1	140	132	62	113
2	150	141	77	150
3	163	167	73	91
4	153	137	66	101
5	149	124	78	115
6	128	128	73	117
7	143	129	76	130
Media	147	137	72	117
Desviación Típica	11.03	14.46	5.98	19.19
Valor Mínimo	128	124	62	91
Valor Máximo	163	167	78	150
Rango	35	43	16	59

En los Cuadro 6, y Gráficos 12 al 19 se visualizan los resultados de la fase preparatoria. Las variables que se cuantificaron son: ángulos del sistema atleta-raqueta y características biomecánicas espaciales en la posición de inicio, así como las características biomecánicas de las acciones durante la fase preparatoria.

En el esquema de posturas (gráfico 12) se puede observar las variables a analizar en esta sección.

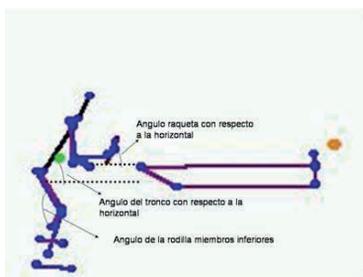


Grafico 12. Esquema de postura ilustrando ángulos del sistema atleta-raqueta en la posición de inicio del Forehand Topspin con Agarre Clásico.

Ángulos de las Rodillas en la Posición Inicial

Son ángulos que describen la posición y el grado de flexión de las rodillas de los sujetos en la posición inicial.

Los sujetos, en general, asumen una posición con las rodillas semiflexionadas, beneficiosa para las acciones de la fase activa. En la mayoría de los casos, excepto el Sujeto 3, se observa que el ángulo de la rodilla derecha ($X = 147^\circ$ - correspondiente al miembro superior ejecutor) es mayor que el de la rodilla izquierda ($X = 137^\circ$ - correspondiente al MS contrario). Únicamente el Sujeto 3 obtuvo los valores mayores (RD – 163° ; RI – 167°), y es el único caso en el que el ángulo de la rodilla izquierda es mayor que el de la derecha.

El Sujeto 6, registró en las dos rodillas el mismo valor (128°) y representan también los menores ángulos de la investigación. Los resultados están dispersos entorno a la media (D.T.= $11,03^\circ$)

Estos resultados, en términos generales, se encuentran un poco por encima del valor encontrado en un atleta de nivel mundial (RD= 130 ; RI= 126) (Gómez, 2005). Asimismo, se observó que el ángulo de la rodilla derecha es mayor que el de la rodilla izquierda similar a los resultados obtenidos por la mayoría de los sujetos del grupo de esta investigación.

La semiflexión de las rodillas durante el golpe permite una mayor movilidad del cuerpo de los atletas en todas las direcciones y sentidos, tanto en la fase preparatoria para tomar la posición óptima del golpe, como también en la fase activa, en la cual los atletas tienen la posibilidad de agregar velocidad al cuerpo a través de movimientos angulares alrededor de la articulación de las rodillas.

Ángulo del Tronco con la Horizontal en la Posición de Inicio

Es el ángulo que representa la inclinación del tronco en el inicio de las acciones preparatorias. Todos los valores representan un ángulo agudo ($<90^\circ$), lo que indica una inclinación del tronco hacia delante. Los valores están agrupados alrededor de la media ($X = 72^\circ$; DT= $5,98^\circ$); dos sujetos (1 y 4) están por debajo de la media; el Sujeto 5 registró el mayor ángulo (78°), similar que el Sujeto 2 (77°) y Sujeto 7 (76°).

Al comparar los resultados obtenidos en la presente investigación con los valores obtenidos por Gómez (2005) con un atleta de alta competencia internacional (84°), se observa que los valores son similares, ya que, todos los sujetos están por debajo de 90° , lo que indica una correcta inclinación del tronco.

Ángulo de la Raqueta con la Horizontal en la Posición Inicial

Es el ángulo que representa la inclinación de la raqueta en la posición de inicio con respecto a la horizontal. Todos los valores se encuentran con un ángulo obtuso ($>90^\circ$). En la mayoría de los casos, con excepción del Sujeto 3, se encuentran por encima de 100° . Los datos se encuentran agrupados

alrededor de la media ($X = 117^\circ$; D.T. = 19.19°), con la excepción de los valores extremos (Sujeto 2 = 150° ; Sujeto 3 = 91°); se observa que cinco (5) de los siete (7) sujetos están por debajo o igual a la media. El Sujeto 2 fue el que registro mayor ángulo (150°) y el Sujeto 3 es el más bajo (91°), El Sujeto 3 posee una inclinación idónea para este elemento (91°) tal como se deduce de la bibliografía consultada, la cual describe que en la posición de inicio el ángulo de la raqueta debe ser cercano o por debajo de 90 grados, para garantizar una trayectoria de descenso menor.

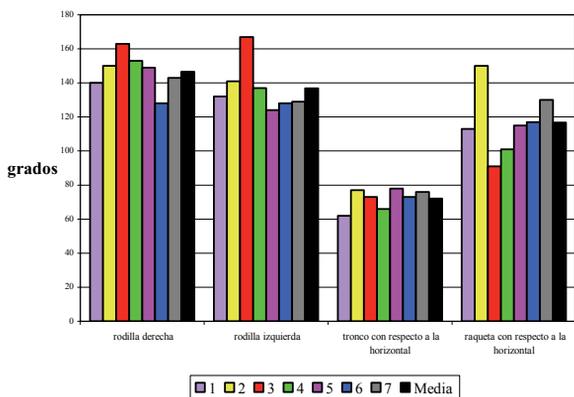


Grafico 13. Ángulos del sistema atleta-raqueta en la posición de inicio del Forehand Topspin con Agarre Clásico.

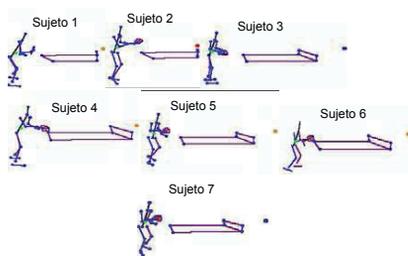


Grafico 14. Esquemas de postura de los Sujetos en la posición de inicio del Forehand Topspin con Agarre Clásico.

Características Espaciales en la Posición de Inicio del Forehand Topspin con Agarre Clásico.

El Cuadro 7 y Gráficos 15 y 16, se refieren a las características biomecánicas espaciales en la posición de inicio tales como: distancia horizontal del centro de gravedad de los sujetos a la línea final de la

mesa; distancia horizontal de la raqueta a la línea final de la mesa y la altura de la raqueta con la respecto mesa.

Cuadro 7

Características Biomecánicas Espaciales en la Posición de Inicio del Forehand Topspin con Agarre Clásico

SUJETOS	Distancia Horizontal del Centro de Gravedad de los sujetos a la Línea Final de la Mesa (m)	Distancia Horizontal de la Raqueta con Respecto a la Línea Final de la Mesa (metros)	Altura de la Raqueta con a la Respecto Mesa (metros)
1	0,52	0,16	0,29
2	0,75	0,26	0,53
3	0,77	0,42	0,11
4	0,60	0,06	0,19
5	0,66	0,33	0,29
6	0,55	0,15	0,18
7	0,64	0,28	0,34
Media	0,64	0,24	0,28
Desviación Típica	0,09	0,12	0,14
Valor Mínimo	0,52	0,06	0,11
Valor Máximo	0,77	0,42	0,53
Rango	0,25	0,36	0,42

En el esquema de posturas (Gráfico 15) se pueden observar las variables a analizar.

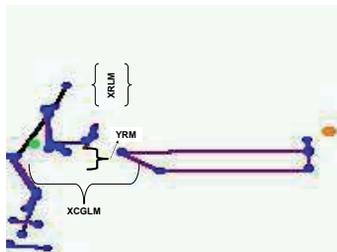


Grafico 15. Características biomecánicas espaciales en la posición de inicio del Forehand Topspin con Agarre Clásico. Nota. YR = Altura de la raqueta con respecto al suelo; YRM = Altura de la raqueta con respecto a la mesa; XCGLM = Distancia horizontal del centro de gravedad a la línea final de la mesa.

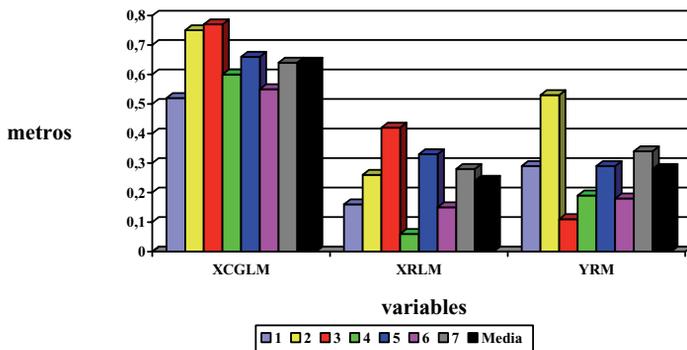


Grafico 16. Características biomecánicas espaciales en la posición de inicio del Forehand Topspin con Agarre Clásico. Nota. XCGLM = Distancia horizontal del centro de gravedad a la línea final de la mesa; YRM = Altura de la raqueta con respecto a la mesa.

Distancia Horizontal del Centro de Gravedad a la Línea Final de la Mesa

Esta distancia indica la separación de los sujetos con respecto a la mesa. Los sujetos, en general, asumen una posición cercana a la mesa que es beneficiosa para la ejecución del golpe ($X=0,64$ m). Los datos están agrupados entorno a la media ($D.T.=0,09$ m). El Sujeto 1 obtuvo el valor menor ($0,52$ m) y el Sujeto 3 el mayor ($0,77$ m), con un recorrido de $0,25$ metros. Los sujetos 2, 3 y 5 se encuentran por encima de la media.

Los valores obtenidos en esta variable, se enmarca dentro de los parámetros requeridos.

Distancia Horizontal de la Raqueta con Respecto a la Línea Final de la Mesa

Esta distancia representa la separación de la raqueta con respecto a la superficie de la mesa.

La mayoría de los valores reflejan una distancia cercana a la línea final de la mesa con la excepción del Sujeto 3 ($0,42$ m). Los datos no están agrupados entorno a la media ($X=0,24$ m; $D.T.=0,12$ m), observándose que cuatro (4) de los siete (7) sujetos se encuentran por encima de la media. El valor mayor lo obtuvo el Sujeto 3 ($0,42$ m) y el menor el Sujeto 4 ($0,06$ m).

Los valores obtenidos en esta variable, al contrastarlos con los resultados presentados por Gómez (2005) donde el registro fue de $0,10$ metros, indican que los sujetos se ubican a una distancia acorde con lo establecido para esta destreza y posición, ya que esta distancia depende de la colocación del atleta al instante de asumir esta posición.

Altura de la Raqueta con Respecto a la Superficie de la Mesa en la Posición de Inicio

La altura de la raqueta con respecto a la mesa representa la distancia vertical de la raqueta con respecto a la superficie de la mesa (0,76 metros).

El valor medio del grupo fue de 0,28 m y todos los valores de los sujetos evaluados en esta variable se encuentran por encima de la superficie de la mesa. Los valores no están agrupados entorno a la media (D.T. =0,14 m); los sujetos 3, 4 y 6 están por debajo de la media, lo que es considerada una adecuada altura para esta destreza. El valor menor lo obtuvo el Sujeto 3 (0,11m) y el mayor el Sujeto 2 (0,53m).

Gómez (2005) refleja en su estudio de caso con un sujeto de alta competencia internacional, una altura de 0,21 metros con respecto a la altura de la mesa, lo que indica que el resultado de la media del grupo (0,28m) es levemente superior a este valor y tres (3) de los siete (7) sujetos con valores similares o por debajo de este.

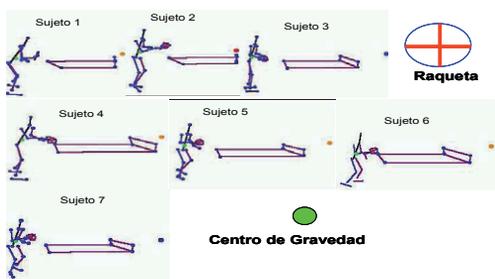


Grafico 17. Esquemas de postura ilustrando características espaciales en la posición de inicio de cada Sujeto en el Forehand Topspin con Agarre Clásico.

Oscilación Vertical de la Raqueta durante la Fase Preparatoria

El Cuadro 8 y Gráfico 18 muestran la Oscilación Vertical de la Raqueta durante la Fase Preparatoria, la cual representa la trayectoria vertical de la raqueta desde que se inicia el movimiento hasta la posición inicial de la fase activa del Forehand Topspin con Agarre Clásico. Esta debe ser la más lineal posible, sin inflexiones importantes, asegurando así un tiempo reducido de movimiento de la raqueta, en una amplitud adecuada y, tal como explica Hochmuth (1973) en su principio del “Curso Óptimo de la Aceleración”, el trazado geométrico del trayecto de aceleración debe ser rectilíneo o ligeramente curvilíneo y sin ondulaciones importantes. Para ello, debe coincidir la altura vertical de la raqueta en la posición inicial de la fase activa del golpe con la mínima altura de descenso alcanzado por la raqueta antes de alcanzar esta posición.

Cuadro 8

Oscilación Vertical de la Raqueta durante la Fase Preparatoria del Forehand Topspin con Agarre Clásico

SUJETOS	Oscilación Vertical de la Raqueta Durante la Fase Preparatoria (metros)
1	-0.06
2	-0.16
3	-0.03
4	-0.04
5	0.00
6	-0.11
7	-0.13
Media	-0.08
Desviación Típica	0.06
Valor Mínimo	0.00
Valor Máximo	-0.16
Rango	0.16



Gráfico 18. Oscilación vertical de la raqueta durante la fase preparatoria del Forehand Topspin con Agarre Clásico

Los sujetos, en general, realizan un recorrido del trayecto de aceleración con ondulaciones por debajo de la altura alcanzada en la posición inicial de la fase activa. La mayoría de los valores se encuentra por debajo de la media que es -0,08 metros, estando los datos agrupados entorno a la media (D.T. = 0,06m). El valor menor lo obtuvo el Sujeto 5 (0,00) y el mayor el Sujeto 2 (-0,16m). El Sujeto 5 (0,00) es el único que posee igual registro en la altura de la raqueta en la posición inicial de

la fase activa del golpe con la mínima altura de descenso alcanzado por la raqueta , lo que representa un desplazamiento rectilíneo y sin oscilaciones.

El registro de la media del grupo (-0,08m) está levemente superior al valor de -0,02 metros encontrado por Gómez (2005) en mediciones con un atleta de nivel internacional, tres (3) sujetos (S3, S4 y S5) poseen resultados similares a este, considerándose adecuada la trayectoria de la raqueta en esta fase, sin embargo, los demás cuatro (4) sujetos realizaron el movimiento con oscilaciones excesivas, lo que indica debilidad en estas ejecuciones.

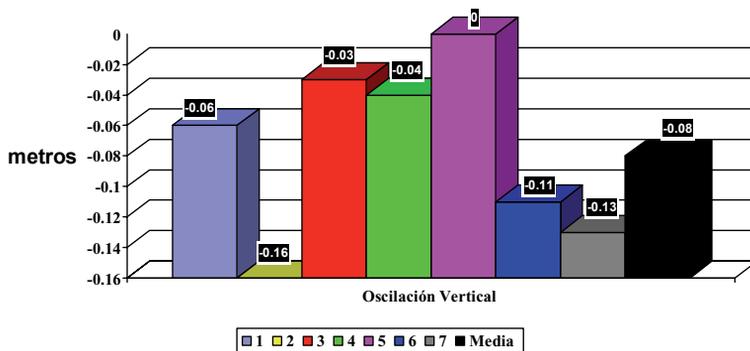


Grafico 19. Características biomecánicas de las acciones durante la fase preparatoria del Forehand Topspin con Agarre Clásico.

Características Biomecánicas de la Fase Activa del Golpe

En esta sección, se presentan las características biomecánicas de la fase activa, que comienza cuando finalizan las acciones de la fase preparatoria.

En la posición de inicio de la fase activa, la cadena biocinématica constituida por los segmentos del tronco-brazo-antebrazo-mano-raqueta forma una palanca de choque, que puede ser de mayor o menor longitud, dependiendo de las características de vuelo de la pelota enviada por el contrario.

Esta fase activa representa el inicio del movimiento en la dirección del vuelo de la pelota, por lo que las acciones deben garantizar la colocación más eficiente del cuerpo para el choque con la pelota.

Características Biomecánicas de la Posición Inicial de la Fase Activa del Forehand Topspin con Agarre Clásico

En el Cuadro 9 y los Gráficos 20, 21, 22 y 23, se presentan los resultados obtenidos en las Características Biomecánicas en la Posición Inicial de la Fase Activa.

En el esquema de postura (Gráfico 20) están ilustradas las variables a analizar.

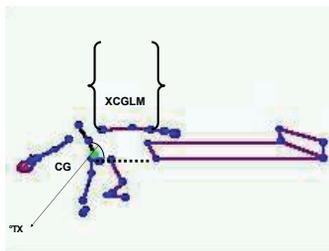


Gráfico 20. Esquema de postura ilustrando características biomecánicas en la posición inicial de la fase activa del Forehand Topspin con Agarre Clásico. Nota. CG = centro de gravedad; XCGLM = Distancia horizontal del CG a la línea final de la mesa; °TX = ángulo del tronco con respecto a la horizontal.

Ángulo del Tronco con la Horizontal en la Posición Inicial de la Fase Activa del Golpe

Es el ángulo que representa la orientación del tronco en la posición inicial de la fase activa. Todos los valores registraron ángulos obtusos ($>90^\circ$), lo que indica una inclinación del tronco hacia atrás. La media del grupo fue de 110° y los valores están agrupados con respecto a la media (DT= $9,34^\circ$). El Sujeto 1 fue el que registró el mayor ángulo (124°) y el menor ángulo lo obtuvo el Sujeto 3 (97°).

Cuadro 9

Características Biomecánicas en la Posición Inicial de la Fase Activa del Forehand Topspin con Agarre Clásico.

SUJETOS	Ángulo del Tronco con Respecto a la Horizontal (°)	Distancia Horizontal del Centro de Gravedad a la Línea Final de la Mesa (m)
1	124	0,99
2	101	0,77
3	97	0,73
4	108	0,65
5	118	0,46
6	110	0,68
7	113	0,58
Media	110	0,69
Desviación Típica	9,34	0,17
Valor Mínimo	97	0,46
Valor Máximo	124	0,99
Rango	27	0,53

Esta posición es considerada inadecuada en el caso de la mayoría de los sujetos del estudio, ya que una posición inicial con el tronco inclinado en el sentido contrario al movimiento no beneficia un movimiento angular que se debe realizar en un tiempo muy corto y, en consecuencia, reduce la velocidad angular del movimiento para la acción posterior. Los valores obtenidos por la mayoría de los sujetos se encuentran por encima del valor reportado por Gómez (2005), en su estudio con un deportista de nivel internacional, que fue de 95 grados.

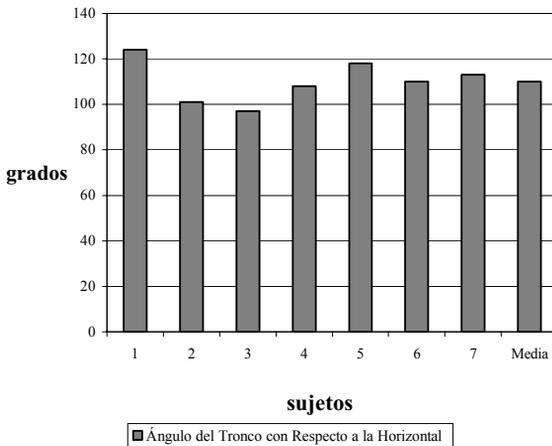


Grafico 21. Ángulo del tronco con respecto a la horizontal del Forehand Topspin con Agarre Clásico

Distancia Horizontal del Centro de Gravedad con Respecto a la Línea Final de la Mesa en la Posición Inicial de la Fase Activa del Golpe

En el Cuadro 9 y Grafico 22, están representados los valores obtenidos por los sujetos en relación a la distancia horizontal del centro de gravedad con respecto a la línea final de la mesa, donde el valor medio es de 0,69 metros, con un valor mínimo para el Sujeto 5 de 0,46 metros y el máximo lo registró el Sujeto 1 con 0,99 m. Los datos están agrupados alrededor de la media (D.T.=0,17).

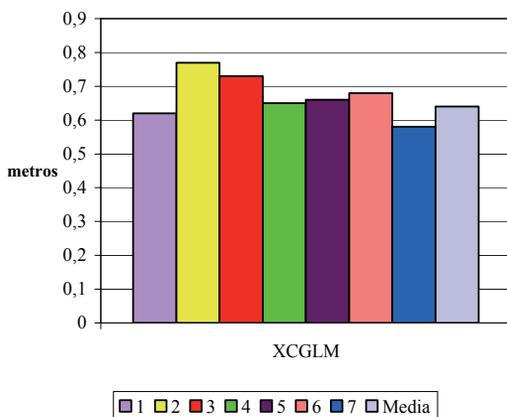


Grafico 22. Distancia del centro de gravedad la posición inicial de la fase activa del Forehand Topspin con Agarre Clásico. Nota. CG = centro de gravedad; XCGLM = Distancia horizontal del CG a la línea final de la mesa

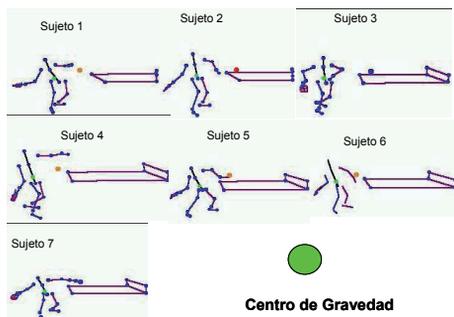


Grafico 23. Esquemas de postura de los sujetos en la posición inicial de la fase activa del Forehand Topspin con Agarre Clásico

Analizando los resultados se puede observar que en su mayoría los sujetos mantienen una distancia horizontal cercana a la mesa, lo que representa una adecuada distancia para el logro de la eficacia mecánica en la destreza, sin embargo, El Sujeto 1 posee una distancia excesiva (0,99 m), motivado principalmente por un pequeño paso hacia atrás que ejecutó durante la fase preparatoria.

Cuadro 10

Alturas y Distancias Horizontales de la Raqueta en la Posición Inicial de la Fase Activa del Forehand Topspin con Agarre Clásico.

SUJETOS	Altura de la Raqueta con Respecto a la Superficie de la Mesa (m)	Distancia Horizontal de la Raqueta con Respecto a la Pelota (m)	Distancia Horizontal de la Raqueta con Respecto al Centro de Gravedad del Sujeto (m)
1	-0,17	0,92	0,64
2	-0,23	1,22	0,57
3	-0,30	1,12	0,35
4	-0,45	0,51	0,33
5	-0,32	1,03	0,54
6	-0,31	0,89	0,42
7	-0,25	1,27	0,69
Media	-0,29	0,99	0,51
Desviación Típica	0,09	0,25	0,13
Valor Mínimo	-0,17	0,51	0,33
Valor Máximo	-0,45	1,27	0,69
Rango	0,28	0,76	0,36

Atura de la Raqueta con Respecto a la Mesa en la Posición Inicial de la Fase Activa del Golpe

La altura de la raqueta con respecto a la mesa representa la distancia vertical de la raqueta con respecto a la superficie de la mesa que es de 0,76 metros.

Todos lo valores se encuentran por debajo de la altura de la superficie de la mesa; el valor medio fue de -0,29 metros y los resultados estuvieron agrupados entorno a la media (D.T. = 0,09 m); los valores de los sujetos 1, 2, y 7 están por encima de la media y los demás cuatro sujetos (3, 4, 5, y 6) por debajo de la misma.

El valor mayor lo obtuvo el Sujeto 4 (-0,45 m) y el menor el Sujeto 1 (-0,17 m)

Al comparar los resultados del presente estudio ($X = -0,29$ m) con los expuestos por Gómez (2005) en su estudio videográfico con un sujeto de alta competencia (-0,15 m), se observa que los valores del presente estudio son altos, con la excepción del Sujeto 1 (-0,17m). El descenso de la raqueta con

respecto a la mesa registrado por la mayoría de los sujetos evaluados fueron excesivo y muy por debajo de lo recomendado, hecho que dificulta una ejecución eficaz.

Distancia Horizontal de la Raqueta con Respecto a la Pelota en la Posición Inicial de la Fase Activa del Golpe.

Representa la separación de la raqueta con respecto a la pelota en el instante en que los sujetos se encuentran en la posición inicial de la fase activa. Esta distancia es de suma importancia para el logro de una trayectoria amplia de aceleración, por consiguiente esta debe ser la mayor posible en dependencia de las dimensiones longitudinales de cada sujeto.

El valor medio del grupo fue de 0,99 metros y la mayoría de los valores se encuentran agrupados entorno a la media (D.T.= 0,25m); el valor máximo lo obtuvo el Sujeto 7 (1,27 m) y el mínimo el Sujeto 4 (0,51m); solamente tres (3) de los siete (7) sujetos se encuentran por encima del valor medio.

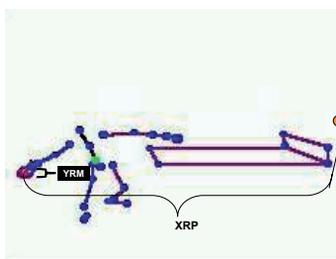


Grafico 24. Esquema de postura ilustrando las alturas y distancias horizontales de la raqueta en la posición inicial de la fase activa del forehand top spin Nota. YRM = Altura de la raqueta con respecto a la mesa; XRP= Distancia horizontal de la raqueta con respecto a la pelota

Los Resultados observados indican poca amplitud en el movimiento con excepción del Sujeto 7 (1,27m) y Sujeto 2 (1,22 m), quienes lograron registros similares al de 1,29m conseguido por un sujeto de alta competencia internacional (Gómez, 2005).

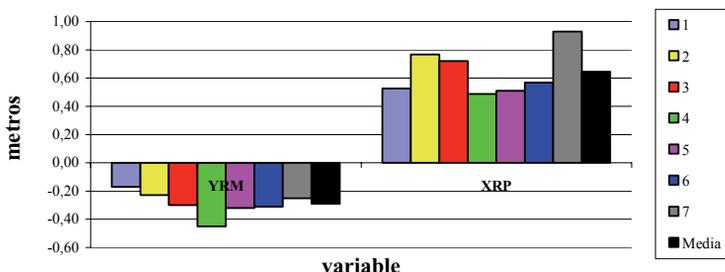


Grafico 25. Alturas y distancias horizontales de la raqueta en la posición inicial de la fase activa del Forehand Topspin con Agarre Clásico. Nota. YRM = Altura de la raqueta con respecto a la mesa; XRP= Distancia horizontal de la raqueta con respecto a la pelota

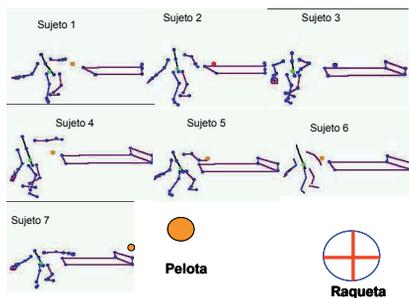


Grafico 26. Esquemas de postura de los sujetos en la posición inicial de la fase activa del Forehand Topspin con Agarre Clásico

Desplazamiento de la Raqueta Durante la Fase Activa del Forehand Topspin con Agarre Clásico

Este desplazamiento constituye la longitud de la trayectoria desde la posición inicial de la fase activa hasta el instante del choque de la raqueta-pelota. Los valores están agrupados alrededor de la media ($X = 0,54$ m; D.T.= $0,16$ m); el Sujeto 7 presenta el valor máximo con $0,81$ metros y el Sujeto 4 posee el valor mínimo con $0,33$ metros. Solamente tres (3) de los siete (7) sujetos se encuentran por encima de la media del grupo.

Estos resultados reflejan que la mayoría de los sujetos evaluados realizaron el movimiento con una trayectoria de aceleración demasiado corta, lo que impide una acción que conlleve a lograrse altas velocidades al final del movimiento, en el instante del choque con la pelota.

Cuadro 11

Características Biomecánicas de las Acciones Durante la Fase Activa del Forehand Topspin con Agarre Clásico

SUJETOS	Desplazamiento de la Raqueta Durante la Fase Activa (metros)	Velocidad Media de la Raqueta Durante la Fase Activa (metros/segundos)
1	0,50	8,10
2	0,65	14,09
3	0,56	6,48
4	0,33	11,15
5	0,44	9,76
6	0,44	9,71
7	0,81	14,53
Media	0,54	10,55
Desviación Típica	0,16	2,96
Valor Mínimo	0,33	6,48
Valor Máximo	0,81	14,53
Rango	0,48	8,05

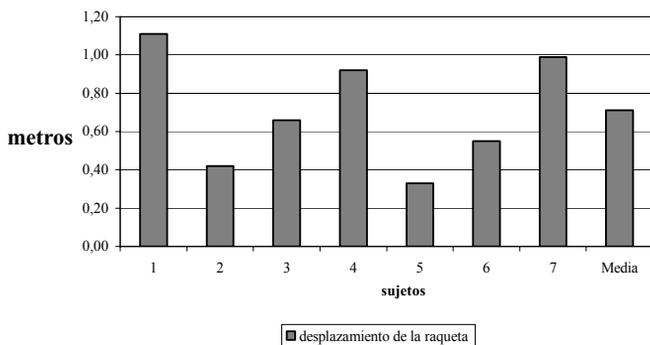


Grafico 27. Desplazamiento de la raqueta en el Forehand Topspin con Agarre Clásico

Velocidad Media de la Raqueta Durante la Fase Activa del Golpe

Esta variable representa la relación desplazamiento/tiempo durante la fase activa del golpe. Los valores observados se encuentran agrupados entorno a la media ($X=10,55$ m/s; D.T.= 2,96m/s). El Sujeto 7 (14,53 m/s) conjuntamente con el Sujeto 2 (14,09m/s) presentan los valores máximos; por otro lado, el Sujeto 3 registra el valor mínimo (6,48 m/s); tres (3) de los siete (7) sujetos se encuentran por encima de la media.

Tomando en cuenta el reducido desplazamiento de la raqueta durante la fase activa del movimiento y el tiempo prolongado de la ejecución, se deduce que los valores de la velocidad media están por debajo de lo recomendable para lograr un alta velocidad de la raqueta en el instante del choque (Cuadro 3 y 12).

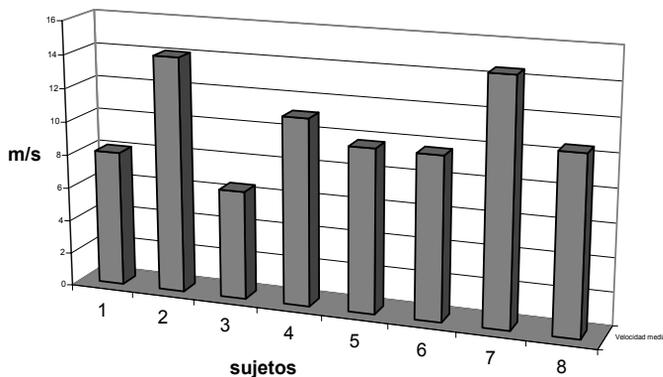


Grafico 28. Velocidad media de la raqueta durante la fase activa del Forehand Topspin con Agarre Clásico

Características Biomecánicas en el Instante del Choque

El instante del choque es el momento en que ambos cuerpos (raqueta-pelota) se encuentran durante la ejecución. Este, está determinado por las acciones anteriores (fase activa del golpe) la cual coloca al cuerpo en forma idónea para el logro de la efectividad técnica–mecánica de la ejecución.

Velocidad Resultante Instantánea de la Raqueta en el Instante del Choque

La **Velocidad Resultante Instantánea** depende de la velocidad horizontal y vertical instantánea de la raqueta en este instante. La media del grupo fue de 10,62 metros/segundos, con una desviación típica de 3,16 metros/segundos, que refleja dispersión en relación a la media. El valor máximo lo obtuvo el Sujeto 2 (14,14m/s) y valores similares fueron registrados por los sujetos 6 (13,74) y 7 (13,86). El valor menor lo obtuvo el Sujeto 3 (6,84m/s). Tres (3) de los siete (7) sujetos se encuentran por encima de la media.

En relación a la **Velocidad Horizontal y Vertical** de la raqueta en el instante del choque, se puede observar de los resultados que la componente vertical es mayor que la horizontal, lo que representa una debilidad para la destreza. La media de la **velocidad horizontal** fue de 6,97 metros/segundos (D.T.= 2,27 m/s) y la **vertical** fue de 7,91 metros/segundos (D.T.=2,59 m/s). El valor de la velocidad vertical puede ser considerado alto, especialmente en el caso de los sujetos 2, 6, y 7; la velocidad horizontal, en general, está muy por debajo de los valores óptimos. La excesiva velocidad vertical en

el caso de los sujetos 2, 6, y 7 y la insuficiente velocidad inicial horizontal de proyección en el caso de los sujetos 1 y 5, determinan proyecciones excesivamente ascendentes que perjudican el logro de los objetivos de la destreza: menor tiempo de vuelo, menor altura y mayor velocidad de la pelota. El Sujeto 3 registró la mejor relación velocidad horizontal-vertical (5,73 m/s – 3,73 m/s) y es el único caso que la velocidad horizontal es mayor que la vertical.

La velocidad lineal de la raqueta en el instante del choque con la pelota, influye en el logro de la mayor cantidad de movimiento que determina la magnitud de la velocidad de separación de la raqueta con la pelota después del choque.

Cuadro 12

Características Biomecánicas de las Acciones en el Instante del Choque del Forehand Topspin con Agarre Clásico

SUJETOS	Velocidad Resultante Instantánea de la Raqueta en el Instante del Choque (metros/segundos)	Velocidad Horizontal Instantánea de la Raqueta en el Instante del Choque (metros/segundos)	Velocidad Vertical Instantánea de la Raqueta en el Instante del Choque (metros/segundos)	Ángulo de la Trayectoria de la Raqueta en el Instante del Choque (grados)
1	8,07	3,99	7,02	60
2	14,14	8,72	11,14	52
3	6,84	5,73	3,73	33
4	9,02	5,19	7,38	55
5	8,66	6,04	6,20	46
6	13,74	9,63	9,80	46
7	13,86	9,48	10,11	47
Media	10,62	6,97	7,91	48,38
Desviación Típica	3,16	2,27	2,59	9,48
Valor Mínimo	6,84	3,99	3,73	33,09
Valor Máximo	14,14	9,63	11,14	60,43
Rango	7,30	5,64	7,41	27,35

Ángulo de Trayectoria de la Raqueta en el Instante del Choque

Este ángulo es el resultado de la relación de los componentes vertical y horizontal de la velocidad de la raqueta y describe la trayectoria del movimiento de la raqueta en el instante del choque. Los valores se encuentran dispersos en relación a la media ($X=48^\circ$; $D.T.= 9,48^\circ$). El valor menor lo obtuvo el Sujeto 3 (33°) y el mayor el Sujeto 1 (60°). El Sujeto 3 fue el único que realizó el movimiento con una trayectoria de la raqueta menor de 45° .

En general, se puede observar que la trayectoria de la raqueta antes del impacto con la pelota tiene característica de predominancia ascendente ($>45^\circ$), lo que presenta una debilidad de ejecución, ya que, esta tendencia produce un vuelo elevado de la pelota después del choque, que aumenta el tiempo de vuelo y facilita la recepción por parte del contrario. La mayoría de los atletas de alto

rendimiento del contexto internacional ejecutan el movimiento con una trayectoria más rasante de la raqueta.

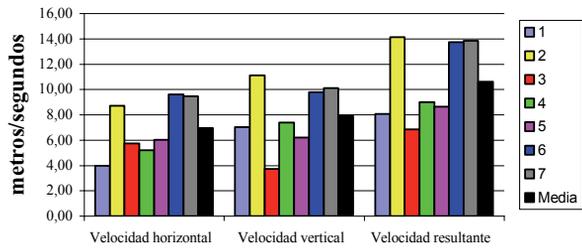


Grafico29. Velocidades instantáneas de la raqueta en el instante del choque del Forehand Topspin con Agarre Clásico

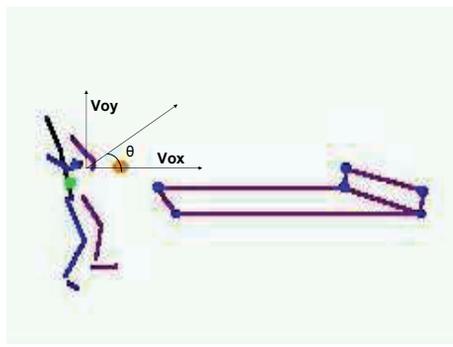


Grafico 30. Esquema de postura ilustrando el ángulo de la trayectoria de la raqueta en el instante del choque del Forehand Topspin con Agarre Clásico

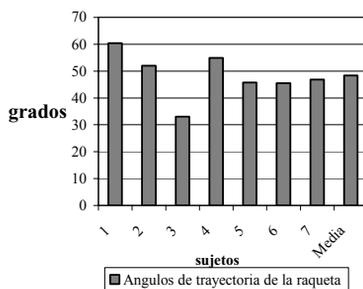


Grafico 31. Ángulos de trayectoria de la raqueta en el instante del choque del Forehand Topspin con Agarre Clásico

Ángulo del Tronco con la Horizontal en el Instante del Choque

Este ángulo representa la inclinación del tronco en el instante del choque

Todos los valores representan un ángulo obtuso ($>90^\circ$), lo que indica una inclinación del tronco hacia atrás. Los valores están agrupados con respecto a la media ($X=102^\circ$; $DT= 9,34^\circ$) y solamente dos sujetos (1 y 4) están por encima de la media. El Sujeto 1 registró el mayor ángulo (112°) y el menor ángulo lo obtuvo el Sujeto 2 (95°), con valores similares para el Sujeto 3 (96°) y el Sujeto 5 (97°).

Esta posición es considerada aceptable en el caso de los sujetos 2, 3, 5, sin embargo, el resto de la muestra (Sujetos 1, 4, 6 y 7) presentan un error técnico, ya que en este instante la inclinación del tronco debe ser similar al ángulo de la posición de inicio de la ejecución, ($<90^\circ$), tal como lo presenta Gómez (2005) en su estudio con un atleta de alta competencia a nivel internacional, donde el valor fue de 82 grados.

Cuadro 13

Ángulos del Sistema Atleta-Raqueta en el Instante del Choque del Forehand Topspin con Agarre Clásico

SUJETOS	Ángulo del Tronco con Respecto a la Horizontal (grados)	Ángulo de la Raqueta con Respecto a la Horizontal (grados)
1	112	81
2	95	64
3	96	40
4	108	65
5	97	65
6	102	25
7	101	66
Media	102	58
Desviación Típica	6,40	18,89
Valor Mínimo	95	25
Valor Máximo	112	81
Rango	17	56

Ángulo de la Raqueta con Respecto a la Horizontal en el Instante del Choque

Este es el ángulo que representa la inclinación de la raqueta en el instante del choque entre la raqueta y la pelota. Todos los valores cuantificados representan un ángulo agudo ($<90^\circ$). Los datos se encuentran dispersos en relación a la media ($X=58^\circ$; $D.T.=18,89^\circ$) y cinco (5) de los siete (7) sujetos están por encima de esta. El Sujeto 1 presenta el valor mayor ángulo (81°) y el Sujeto 6 el más reducido (25°).

La mayoría de los registros observados poseen ángulos por encima del recomendado, lo que representa una debilidad en la ejecución, ya que por la reducida distancia horizontal desde el punto de impacto con respecto a la mesa ($X=0,61\text{m}$) y por la altura del choque ($0,14\text{m}$), similar a la altura de la malla, el ángulo ideal debería ser agudo y el menor posible para el logro de una trayectoria de vuelo rasante y con una adecuada rotación de la pelota después del impacto (topspin). La inclinación de la raqueta registrada por los Sujetos 3 y 6 representa un ángulo idóneo en este instante.

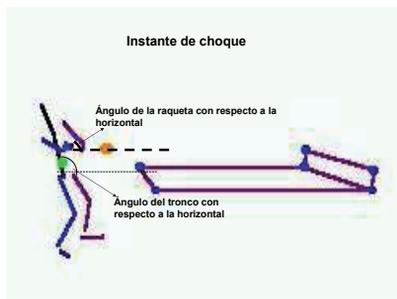


Grafico 32. Esquema de postura ilustrando los ángulos en el instante del choque del Forehand Topspin con Agarre Clásico

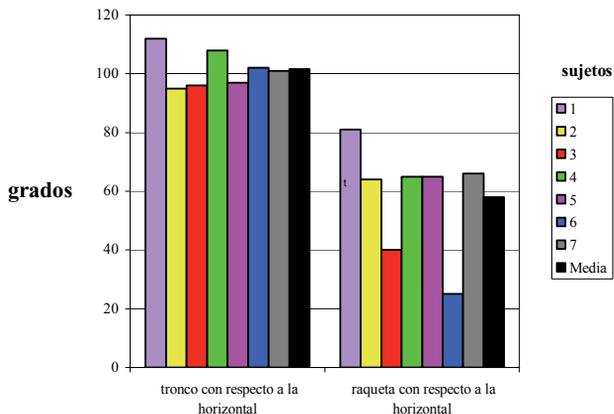


Grafico 33. Ángulos del sistema atleta-raqueta en el instante del choque del Forehand Topspin con Agarre Clásico

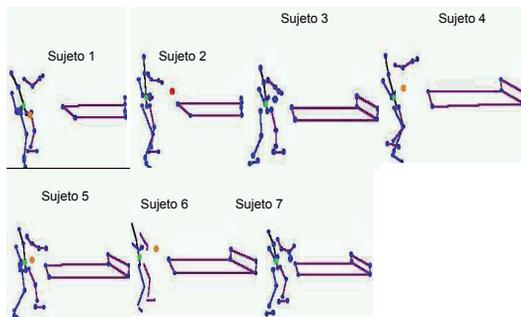


Grafico 34. Esquemas de postura de los Sujetos en el instante del choque del Forehand Topspin con Agarre Clásico

Distancia horizontal del centro de gravedad a la línea final de la mesa

Esta distancia refleja la separación del centro de gravedad de los sujetos con respecto a la mesa. Por los resultados obtenidos se puede observar que los sujetos asumen una posición cercana a la mesa.

La media del grupo fue de 0,63 metros, y los datos están agrupados entorno a la media (D.T.=0,12 m). Se visualiza que todos los valores están por debajo de un metro (1m) de distancia. Los sujetos 2, 4, 6 se encuentran por encima de la media y el Sujeto 5 obtuvo el valor menor (0,47 m) con registro similar para el Sujeto 7 (0,49m); el valor mayor lo registró el Sujeto 2 (0,81 m).

En función de los resultados obtenidos por los sujetos participantes en el presente estudio, se puede caracterizar la ubicación como correcta, ya que, es ventajoso que los atletas se coloquen lo más cerca posible de la mesa para lograr un golpe desde una posición adecuada y mantenerse en ofensiva. De esta manera, la trayectoria de la pelota será más corta y el tiempo de vuelo mucho menor, lo que representa el logro de uno de los objetivos del golpe. La posición de los sujetos en relación a la distancia horizontal del centro de gravedad con respecto a la mesa es similar a la mayoría de los atletas de nivel internacional mientras realizan este elemento ofensivo.

Cuadro 14

Distancia Horizontal del Centro de Gravedad con Respecto a la Línea Final de la Mesa en el Instante del Choque del Forehand Topspin con Agarre Clásico

SUJETOS	Distancia Horizontal del Centro de Gravedad con Respecto al Línea final de la Mesa (metros)
1	0,68
2	0,81
3	0,57
4	0,66
5	0,47
6	0,72
7	0,49
Media	0,63
Desviación Típica	0,12
Valor Mínimo	0,47
Valor Máximo	0,81
Rango	0,34

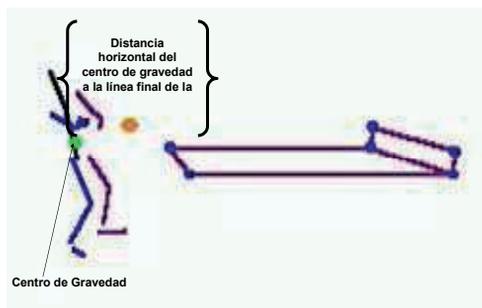


Grafico 35. Esquema de postura ilustrando distancia horizontal del centro de gravedad en el instante del choque del Forehand Topspin con Agarre Clásico

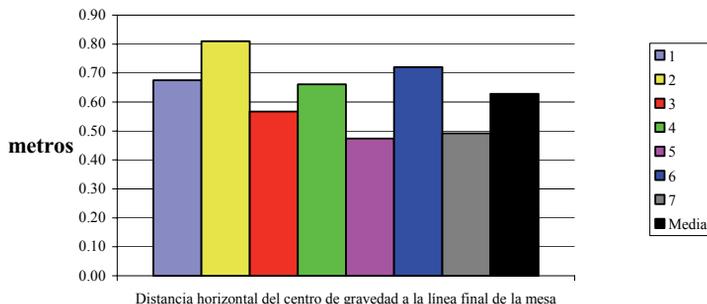


Grafico 36. Características biomecánicas espaciales en el instante del choque del Forehand Topspin con Agarre Clásico

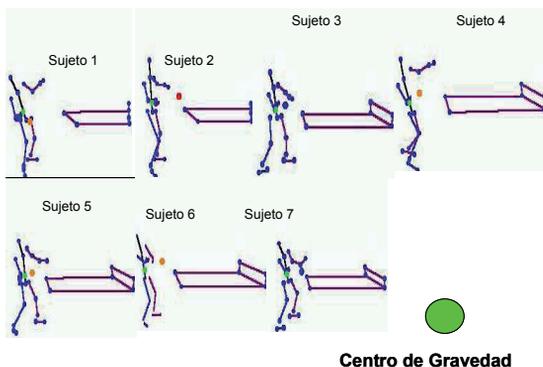


Grafico 37. Esquemas de postura de los Sujetos en el instante del choque del Forehand Topspin con Agarre Clásico

Altura de la raqueta con respecto a la mesa en el Instante del Choque

La altura de la raqueta con respecto a la mesa representa la distancia vertical de la raqueta con respecto a la superficie de la mesa (0,76 m). La mayoría de los valores indican que la raqueta se encuentra ubicada por encima de la superficie de la mesa en el instante del choque. Los valores no

están agrupados entorno a la media ($X=0,12$ m; D.T. $=0,12$ m); el valor menor lo obtuvo el Sujeto 5 (-0,05m) y el mayor el Sujeto 6 (0,23 m). Cuatro (4) de los siete (7) sujetos se encuentran por encima de la media.

Los registros de los sujetos 1, 4 y 5, que indican alturas de choque inferiores a la altura de la mesa-malla, se consideran deficientes, representando una debilidad de la ejecución, ya que esto produce una trayectoria parabólica más larga y alta, con una duración mayor, que facilita la defensa del adversario con un posible contraataque. Por otro lado, con la finalidad de lograr una alta velocidad inicial de proyección de la pelota y mayor precisión del golpe, la altura del choque raqueta - pelota con respecto a la mesa debe coincidir con el punto máximo de elevación de la pelota, aún que, por motivos estratégicos, esta distancia vertical podría ser menor, pero con la pelota en un vuelo ascendente.

Cuadro 15

Características Biomecánicas Espaciales de la Raqueta en el Instante del Choque del Forehand Topspin

SUJETOS	Altura de la Raqueta con la Mesa (metros)	Distancia Horizontal de la Raqueta con Respecto a la Línea Final de la Mesa (metros)
1	0,00	0,76
2	0,21	0,68
3	0,20	0,52
4	0,06	0,65
5	-0,05	0,55
6	0,23	0,66
7	0,21	0,46
Media	0,12	0,61
Desviación Típica	0,12	0,10
Valor Mínimo	-0,05	0,46
Valor Máximo	0,23	0,76
Rango	0,28	0,30

Distancia horizontal de la raqueta con respecto a la línea final de la mesa

Esta distancia representa la separación lineal de la raqueta con respecto a la superficie de la mesa en el instante del choque. Los datos están agrupados entorno a la media ($X=0,61$ m; D.T. $=0,10$ m).

Tres (3) de los siete (7) sujetos se encuentran por debajo de la media; el valor mayor lo obtuvo el Sujeto 1 (0,76m) y el menor el Sujeto 7 (0,46 m).

Los valores encontrados en esta variable indican la presencia, en la mayoría de los casos, de una debilidad, ya que la distancia de la raqueta con respecto a la línea final de la mesa es demasiado larga. Lo indicado sería una distancia menor que pueda producir ventajas en la ejecución del golpe, acortando el tiempo de vuelo de la pelota. Una amplia distancia horizontal de la raqueta con respecto a la línea final de la mesa en el instante del choque, alargaría la trayectoria de vuelo de la pelota con todas las desventajas que esto implica.

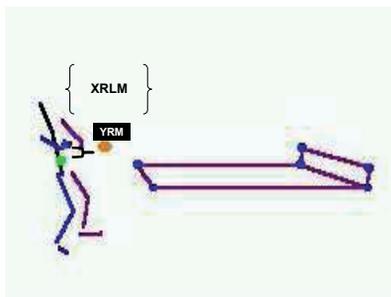


Grafico 38. Esquema de postura ilustrando características biomecánicas espaciales de la raqueta en el instante del choque del Forehand Topspin con Agarre Clásico. Nota. YRM = Altura de la raqueta con respecto a la mesa; X.RLM = Distancia horizontal de la raqueta con respecto a la línea final de la mesa

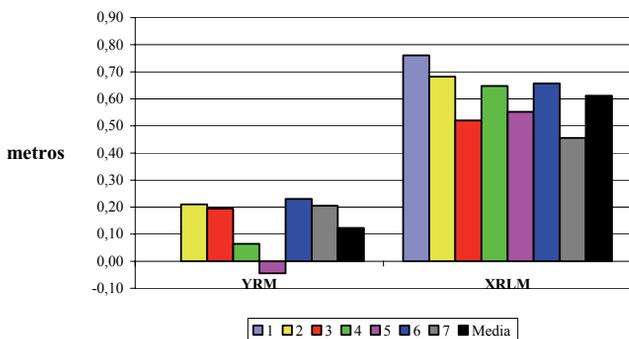


Grafico 39.

Características biomecánicas espaciales de la raqueta en la posición inicial de la fase activa del Forehand Topspin con Agarre Clásico. Nota. YRM = Altura de la raqueta con respecto a la mesa; X.RLM = Distancia horizontal de la raqueta con respecto a la línea final de la mesa

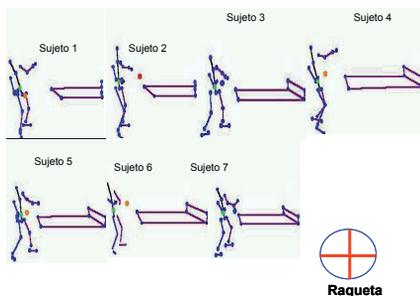


Grafico 40. Esquema de postura de los sujetos en el instante del choque del Forehand Topspin con Agarre Clásico

Cuadro 16

Alturas y Distancias Horizontales de la Pelota en el Instante del Choque del Forehand Topspin

SUJETOS	Altura de Choque con Respecto a la superficie de la mesa (metros)	Distancia Horizontal entre la Pelota y la Línea Final de la Mesa en el Instante del Choque (metros)
1	-0.12	0,56
2	0.29	0,37
3	0.17	0,39
4	0.14	0,49
5	0.11	0,34
6	0.22	0,39
7	0.14	0,17
Media	0.12	0,39
Desviación Típica	0.13	0,12
Valor Mínimo	-0.12	0,17
Valor Máximo	0.29	0,56
Rango	0.41	0,39

Altura de choque con respecto a la superficie de la mesa

Esta altura representa la distancia vertical entre la pelota y la mesa en el instante del choque. Se registro una altura media de 0,12 metros, valor que ubica la pelota por encima de la superficie de la

mesa pero levemente por debajo de la altura de la malla en el instante del impacto raqueta - pelota. Los datos se encuentran dispersos alrededor de la media (D.T.= 0,13 m).

La mayoría de los sujetos, excepto el Sujeto 1, poseen valores por encima de la superficie de la mesa, lo que es beneficioso para la ejecución del golpe, sin embargo solamente tres (3) de ellas estuvieron realizando el golpe desde una altura superior al nivel de la malla. El Sujeto 1 (-0,12 m) tiene un registro excesivamente bajo y además representa el valor menor de los datos; por otro lado, el Sujeto 2 (0,29m) representa el valor máximo.

Los registros de las Sujeto 2 (0,29 m) y el Sujeto 6 (0,22m) representan una ventaja, ya que, con esta altura se puede lograr una alta velocidad inicial de proyección de la pelota, menor ángulo de proyección y mayor precisión del golpe.

Los resultados presentados demuestran una altura aceptable de la pelota con respecto a la superficie de la mesa en la mayoría de los casos, sin embargo, esta distancia vertical en el instante del choque entre la raqueta y la pelota es menor que la recomendada, ya que el contacto se realiza a una relativamente baja altura y tarde, con la pelota en descenso. La mayoría de los golpes eficaces se realizan desde alturas superiores, significativamente por encima de la malla.

Distancia horizontal entre la pelota y la mesa en el instante del choque en el Forehand Topspin con Agarre Clásico.

La distancia horizontal entre la pelota y la línea final de la mesa en el instante del choque demuestra la separación entre la pelota y la mesa.

El valor medio fue de 0,39 metros y la desviación típica de 0,12 metros indica que los datos no están agrupados entorno a la media; el valor mínimo lo presentó el Sujeto 6 con 0,17 m y el valor máximo el Sujeto 1 con 0,56 m.

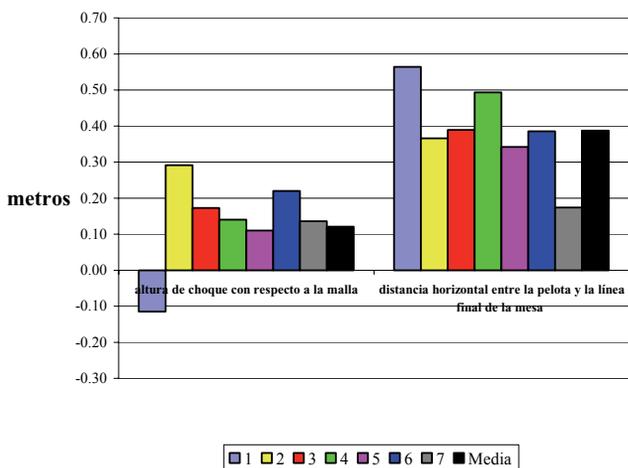


Gráfico 41. Alturas y distancias horizontales de la pelota en el instante del choque del Forehand Topspin con Agarre Clásico

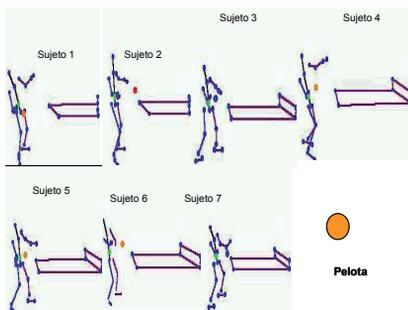


Gráfico 42. Esquema de postura de los Sujetos en el instante del choque del forehand Topspin. La mayoría de los valores están por debajo o cercano al medio metro (0,50 m), lo que indica una adecuada distancia para la correcta ejecución del choque y para el logro de una alta eficacia mecánica (alta velocidad y menor tiempo), siempre y cuando la pelota se proyecte con características adecuadas.

Modelo Biomecánico del Forehand Topspin con Agarre Clásico.

El modelo biomecánico es una estructura que demuestra la relación que existe entre los objetivos de las destrezas y los factores que producen el resultado, es decir, a través de este se describe una

destreza de una manera lógica y sistemática mediante el desglosamiento de sus elementos constituyentes.

Para lograr ensamblar el modelo biomecánico se debe conocer primero el objetivo o propósito principal de la destreza, luego identificar los principios mecánicos relacionados con la ejecución de la destreza. En base a los conocimientos acumulados en el campo del tenis de mesa, resultados y experiencia del investigador y aplicación de los conocimientos teóricos de la biomecánica, se presenta el **Modelo Biomecánico Teórico del Forehand Topspin con Agarre Clásico**.

El Objetivo principal de la destreza es obtener el Punto u obtener una Ventaja en el juego, dificultando al oponente devolver la pelota.

Los factores esenciales para el logro de los objetivos son:

- 1.- El tiempo de vuelo de la pelota;
- 2.- La trayectoria de la pelota;
- 3.- La velocidad angular de la pelota

1. El Tiempo de Vuelo de la Pelota

El tiempo de vuelo es la duración del trayecto que recorre la pelota desde el instante de choque hasta el instante que toca el lado de la mesa del contrario. Este debe ser el menor posible para impedir la acción óptima del contrario y depende fundamentalmente de las características de proyección de la pelota:

1.1. *Velocidad inicial de proyección de la pelota después del choque*, es determinada por la magnitud de los componentes horizontales y verticales de proyección. La velocidad horizontal debe ser significativamente mayor que la vertical para lograr una trayectoria de vuelo de la pelota rasante y por ende, menor tiempo de vuelo de la pelota. La velocidad inicial de proyección de la pelota es determinada de las características del choque entre el sistema atleta-raqueta y la pelota: (a) cantidad de movimiento de la pelota antes del choque; (b) cantidad de movimiento de la raqueta-atleta antes del choque y (c) coeficiente de restitución.

1.1.1. La cantidad de movimiento de la pelota antes del choque es el producto de la masa de la pelota (2,7 gr) en movimiento y su velocidad lineal ($L=m*v$) y depende principalmente de las acciones realizadas por el oponente.

1.1.2. La cantidad de movimiento de la raqueta-atleta antes del choque, es directamente proporcional con la masa de los segmentos del atleta que participan en el movimiento en la misma dirección de vuelo de la pelota y la raqueta (250 g) y de la velocidad lineal de cada uno de los segmentos que

participan (incluyendo la raqueta) ($L=m*v$). Este factor es de significativa importancia, tal como lo explica la Ley de Impacto de Isaac Newton “Si dos cuerpos se mueven el uno hacia el otro en la misma dirección, la diferencia entre sus velocidades inmediatamente después del choque tiene una relación constante con la diferencia de sus velocidades en el instante del impacto” (Hay, 1978, p. 78). La velocidad de la raqueta depende de la aceleración de la misma, producida por el movimiento angular del miembro superior ejecutor y del radio de acción de la palanca antes del choque. A mayor radio de acción, la velocidad de la pelota aumenta. El radio depende de la posición del cuerpo en el instante del choque con la pelota, de los segmentos que forman el radio y de las dimensiones longitudinales del atleta.

La velocidad angular del miembro superior ejecutor es determinada por la aceleración del mismo, que depende de la sumatoria de torques de los segmentos que forman el tren superior (mano, antebrazo, brazo y tronco)

1.1.3. El coeficiente de restitución de la pelota y de la raqueta depende de las características elásticas del material de la raqueta y de la pelota: en cuanto mayor la deformación de los dos cuerpos que chocan (raqueta – pelota) y mayor las características de ellos para volver a la forma inicial, más energía obtendrá la pelota.

1.2. *Ángulo de proyección de la pelota*, representa el ángulo formado por la dirección del vector velocidad inicial de proyección y la horizontal. En el golpe de Forehand Topspin este ángulo debe ser el menor posible, pero adecuado para pasar la malla y asegurar la menor elevación de la pelota durante el vuelo y menor tiempo en el aire de la pelota. El ángulo de proyección es determinado por la magnitud de las componentes horizontales y verticales iniciales de proyección del implemento.

1.3. *Altura de choque raqueta – pelota después del rebote en la mesa* (altura de proyección) es la distancia vertical desde la superficie de la mesa hasta el centro de la pelota en el instante del choque raqueta-pelota; este debe coincidir con el punto de máxima elevación de la pelota después del rebote en la mesa, para que de esta manera la trayectoria de la pelota pueda ser con un ángulo menor, preferiblemente negativo, y una alta velocidad de la pelota.

2. *La Trayectoria de Vuelo de la Pelota*

La trayectoria de vuelo de la pelota debe ser precisa y puede variar en función de la zona estratégica donde se desea colocar la pelota en sus tres direcciones: horizontal, vertical y horizontal azimutal, esta trayectoria depende principalmente de las características de proyección: velocidad inicial de proyección, ángulo de proyección y altura de proyección que ya fueron descritas en párrafos anteriores.

3. Velocidad Angular de la pelota

Representa la rotación (efecto) sobre su centro de gravedad luego de ser impactada excéntricamente por la raqueta. Esta va a ser mayor o menor en dependencia de la velocidad lineal resultante de la raqueta antes del choque. La velocidad de la raqueta depende de la aceleración de la misma, producida por el movimiento angular del miembro superior ejecutor y del radio de acción de la palanca antes del choque. A mayor radio de acción, la velocidad de la pelota aumenta y disminuye la velocidad angular de la pelota.

Por otro lado el aumento y disminución de la velocidad angular de la pelota obedece también a la longitud del brazo momento, que representa la distancia del centro de gravedad de la pelota con respecto a la dirección de la velocidad de la raqueta. Otro elemento que interviene en el logro de la velocidad angular de la pelota es el ángulo de la posición de la raqueta que determina la superficie de contacto entre la raqueta y la pelota, que debe ser el menor posible.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Con este estudio se inició un ciclo en la incorporación de las ciencias aplicadas al tenis de mesa y, a su vez, se realizó la apertura en Venezuela de nuevos conocimientos, en base a estudios nacionales cuantitativos, para toda la población de recursos humanos interesados en este deporte. El número reducido de la muestra que participó en la investigación hace que las conclusiones que se extraigan de los resultados obtenidos, característicos a los sujetos objeto del presente estudio de casos, se interpreten con la limitada generalización hacia la población de atletas de tenis de mesa en general. Estos resultados ayudan a comprender mejor las características biomecánicas que poseen los sujetos de este estudio, que son atletas de la élite nacional en este deporte, a saber:

1. En relación a las *Características Biomecánicas de Proyección de la Pelota* después del Impacto se determinó que: (a) la velocidad inicial de proyección de la pelota en las ejecuciones de los sujetos del estudio puede ser considerada baja, en comparación con los parámetros de los deportistas de alto rendimiento internacional y los requerimientos teóricos presentados en el Modelo Biomecánico de la destreza. Los sujetos 6 y 7, quienes lograron mejores registros, tampoco alcanzaron los niveles de las atletas de la élite mundial; (b) el ángulo de proyección de la pelota fue demasiado amplio, con la excepción de los sujetos 6, 3 y 5, quienes se acercaron al valor adecuado para lograr una trayectoria rasante y eficaz; (c) la altura de proyección de la pelota fue significativamente reducida, hecho que influyó negativamente en el logro de óptimas proyecciones de la pelota después del impacto.

Se concluye que la pelota se trasladó con poca velocidad, en una trayectoria demasiado elevada y tardó un tiempo excesivo en llegar a la mesa del contrario, por lo que, por las características de proyección de la pelota de los sujetos investigados, se impidió el logro de los objetivos del Forehand Topspin con Agarre Clásico.

2.- Se observó reducida *Cantidad de Movimiento Lineal* hacia la pelota del sistema atleta – raqueta en el instante del impacto, donde los segmentos que más cantidad de movimiento aportaron fueron la mano, antebrazo y raqueta, especialmente por su mayor velocidad periférica. La participación del segmento tronco se observó solamente en el caso de los sujetos 3 y 7, y el segmento brazo, por su reducida velocidad angular, aportó muy poca cantidad de movimiento, característica que impidió el logro de alta velocidad de la pelota después del impacto.

3.- Se determinó que *el Tiempo* de la ejecución fue excesivo, con una duración de la fase preparatoria significativamente superior a la de la fase activa.

4.- En la Fase Preparatoria del Forehand Topspin con Agarre Clásico se determinó que: (a) la posición de inicio, en general, fue adecuada y se ajustó en función del planteamiento táctico de cada sujeto durante la ejecución; (b) la oscilación vertical de la raqueta fue excesiva en las acciones del frenado, lo que influyó en el aumento del tiempo de la fase preparatoria.

5.- En la Fase Activa del Forehand Topspin con Agarre Clásico se halló que: (a) los sujetos asumieron una posición de inicio incorrecta, con inclinación del tronco hacia atrás excesiva. (b) hubo poca amplitud en el movimiento del miembro superior ejecutor, motivado a la insuficiente velocidad angular de los movimientos de los segmentos de la cadena biocinématica que intervino en el golpe y al tiempo prolongado de las acciones en la fase preparatoria. No se logró en esta fase una óptima trayectoria de aceleración del sistema Miembro Superior Ejecutor-Raqueta.

6.- En el Instante del Choque en el Forehand Topspin con Agarre Clásico se encontró que: (a) la inclinación de la raqueta con respecto a la horizontal fue excesiva, a pesar de que los sujetos en este instante estuvieron bien colocados, a una distancia cercana a la mesa, y la altura de choque se realizó por encima del nivel de la superficie de esta; (b) el lugar del contacto pelota-raqueta fue incorrecto, ya que se realizó en un instante inapropiado, cuando la pelota se encontraba por detrás del centro de gravedad de los sujetos; uno de los factores que pudo haber motivado esta debilidad fue la errónea colocación de los pies de los atletas durante la fase activa del golpe.

7.- En líneas generales, se concluye que la ejecución de la destreza por parte de los sujetos evaluados en las diferentes fases del movimiento del Forehand Topspin con Agarre Clásico no permitió el logro de los objetivos, principalmente por ciertas características que no lograron optimizarse, tanto en la fase preparatoria, como también en la fase activa del golpe.

8. Se estructuró el Modelo Biomecánico del Forehand Topspin con Agarre Clásico, en el cual se precisó que:

8.1. El objetivo de la destreza es el logro del Punto;

8.2. Los factores fundamentales que producen el objetivo son:

- Reducido tiempo de vuelo de la pelota desde el choque con la raqueta hasta el contacto con la mesa del contrario, que depende principalmente de las características de proyección, donde la velocidad inicial debe ser la mayor, el ángulo de salida de la pelota el menor posible y elevada altura del choque;
- Adecuada trayectoria de la pelota en el vuelo, que debe ser la más rasante posible, con caída en un lugar estratégico sobre la mesa del contrario;

- Alta velocidad angular de la pelota, para asegurar una trayectoria curva adecuada y difícil para la recepción por parte del oponente.

Recomendaciones

Al ser analizados los resultados del presente estudio y establecidas las principales conclusiones en la búsqueda de la mejora a corto, mediano y largo plazo de la eficacia biomecánica de la técnica de los sujetos estudiados y de la población de jugadores de esta disciplina deportiva en el ámbito nacional, así como también para el enriquecimiento de la bibliografía de la destreza del Forehand Topspin con Agarre Clásico en Tenis de mesa, se presentan algunas recomendaciones:

1. En cuanto a las características de proyección de la pelota, en conformidad con las exigencias del Modelo Biomecánico teórico de la destreza y con los resultados referenciales de los atletas internacionales exitosos, se debe:

(a) Proyectar la pelota con un ángulo más reducido para lograr un inmediato descenso, acortar la trayectoria y el tiempo de vuelo de la pelota; (b) realizar el choque entre la pelota y la raqueta a una altura significativamente superior a la superficie de la mesa y la malla.

2. Involucrar en el movimiento hacia la pelota todos los segmentos de la cadena biocinemática participante en la destreza, en especial los segmentos tronco y brazo, esto para lograr mayor cantidad de movimiento en el instante del choque.

3.- Aplicar una metodología que permita corregir las debilidades presentadas, en relación con la posición de los pies con respecto a la mesa, el movimiento del miembro superior ejecutor y posición de la raqueta durante la fase preparatoria y fase activa del golpe, a través de:

(a) la pronación del antebrazo en la fase preparatoria y mayor amplitud del movimiento durante esta fase

(b) un movimiento angular complejo y coordinado, en el cual se obtenga la mayor velocidad de los segmentos corporales a través de giros en las articulaciones.

4.- Realizar una preparación física específica de los miembros superiores, inferiores y tronco para lograr mayor potencia en la musculatura y, de esta forma, aumentar la velocidad angular de los movimientos de los diferentes segmentos corporales y de la raqueta en las diferentes fases de la acción.

5.- Realizar un seguimiento a la evaluación biomecánica de los diferentes elementos ofensivos del tenis de mesa, con una frecuencia mínima de tres al año, en función de las características del plan de preparación de los sujetos.

- 6.- Aumentar el número de investigaciones de este tipo en el tenis de mesa.
- 7.- Para investigaciones futuras se recomienda aumentar el número de sujetos para conformar muestras que permitan la aplicación de estadísticos descriptivos e inferenciales, principalmente para determinar niveles de asociación entre las variables y establecer la importancia y el peso de los diferentes factores biomecánicos en el logro de los objetivos que se persiguen.
8. – Realizar estudios comparativos, con la participación de deportistas nacionales y atletas de otros niveles y países.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Australian Table Tennis Federation (2003). [Página Web en línea]. Disponible: <http://www.ttv.com.au> [Consulta: 2003, Abril 30].
- Baigalou Y, y Romani, A. (1988). *Fundamentos del Tenis de Mesa*. La Habana: Científico Técnica.
- Balestrini Acuña, M. (2001). *Como se elabora el Proyecto de Investigación* (5ta.ed.). Caracas: BI Consultores Asociados.
- Baumler, G y Schneider, K. (1989). *Biomecánica Deportiva*. Barcelona, España: Martínez Rocas.
- Bretón, O y Gatien, J. (1993). *Tenis de Mesa de la A a la Z*. Barcelona, España: Tutor S.A
- Butterfly Online (2003). [Página Web en Línea]. Disponible: <http://www.butterflyonline.com> [Consulta: 2004, Enero 14].
- Comité Argentino de Tenis de Mesa para Discapacitado (2001). [Página Web en Línea] Disponible: [http://www. Toda.8k.com](http://www.Toda.8k.com). [Consulta: 2004, Enero 14].
- Donskoi, D.D. (1982). *Biomecánica con Fundamentos de la Técnica Deportiva*. (Santos, M. Trads.). La Habana: Pueblo y Educación.
- Donskoi, D y Zatsionski, V. (1988). *Biomecánica de los Ejercicios Físicos*. La Habana: Pueblo y Educación.
- Drianovski, Y, y Otcheva G. (2000). *Survey of the Game styles of some of the best Asian players at the 12th World University Table tennis Championships 1998*. Ponencia presentada en el 6th Congress of Table Tennis Science. Malaysia.
- Drianovski, Y, y Otcheva G. (2001). *Comparative Analysis of the games of the finalists the from the Biggest International and Bulgarian Table Tennis Competitions in 2000*. Ponencia presentada en el 7th Congress of Table Tennis Science. Osaka.
- Erb, G. (1999). *Tenis de Mesa*. Barcelona, España: Hispano Europea S.A

- Federación Gallega de tenis de Mesa (2003). [Página Web en línea]. Disponible: <http://www.portalbasico.com> [Consulta: 2003, Abril 30]
- Gómez, M. (2003). *Cuantificación de la Cantidad de Movimiento Lineal del Forehand Topspin*. Trabajo no Publicado. Universidad Pedagógico Libertador, Instituto Pedagógico de Caracas.
- Gómez, M. (2005) *Estudio videográfico de las Características Espaciales y de Posición de un Sujeto de Alta Competencia, del Forehand Topspin*. Trabajo no Publicado. Universidad Pedagógica Libertador, Instituto Pedagógico de Caracas.
- Hay, J. (1978). *The biomechanics of sports techniques*. (2 a. ed). Englewood Cliffs, N.J: Prentice Hall.
- Henríquez, A. (2003). *Guía Práctica para la Elaboración de Proyectos de Investigación*. Caracas
- Historia del Tenis de Mesa (2003). [Documento en Línea]. Disponible: <http://tenismesistas.com> [Consulta: 2003, Abril 30].
- Hochmuth, G. (1973). *Biomecánica de los Movimientos Deportivos*. Madrid – España: Doncel Pérez Ayuso.
- Iimoto, Y., Yoshida, K. y Yuza, N. (2001). *Rebound Characteristics of the new table tennis ball; Differences between the 40mm (2.7g) and 38mm (2.5g) balls*. Ponencia presentada en el 7th Congress of Table Tennis Science. Osaka.
- International Table Tennis Federation. (2003). [Página Web en línea]. Disponible: <http://www.ittf.com> [Consulta: 2003, Abril 30]
- Li, T., Wang, J., y Wang, X. (1996). Trabajo de investigación. Y el desarrollo de la teoría de la rotación del tenis De mesa en China. [Documento en base electrónica]. Disponible <http://www.geocities.com/luisbasurto>. [Consulta: 2004, Enero 14].
- Lopategui, C.E. (2001) Descripción y análisis cinemático del movimiento humano [Documento en base electrónica]. Disponible: <http://www.salumed.com>. [Consulta 2003, Febrero 20].
- Meinel, K. y Schnabel, G. (1987). *Teoría del movimiento*. Motricidad deportiva. Argentina: Stadium
- Mizoguchi, M., Tang, H., y Toyoshima, S. (2001). *Speed and Spin Congress of characteristics of the 40mm Table Tennis ball*. Ponencia presentada en el 7th Table Tennis Science. Osaka.
- Ramírez, T. (1999). *Como hacer un Proyecto de Investigación*. Caracas: Carhel.
- Seijas, F. (1982) *Tenis de Mesa*. Caracas: Producciones Héctor Monteverde C.A.
- Serway, R. (1992). *Física* (Tomo I). México: MC Graw Hill.

Sklorz, M. (s.f). *Tenis de Mesa*. La Habana.

Table Tennis New Zealand (s.f). [Página Web en Línea]. Disponible:
<http://www.tabletennis.org.nz>. [Consulta: 2003, Octubre 16].

Teoría de Rotación para TDM (2003). [Página Web en Línea] Disponible
<http://www.geocities.com/luisbasurto>. [Consulta: 2004, Enero 14].

Universidad Pedagógica Experimental Libertador (1998). Manual de Trabajos de
Grado de Especialización y Maestría y Tesis Doctorales. Caracas: autor.

Zhengting, S. (1979) Trabajo de investigación Y el desarrollo de la teoría de la
Rotación del tenis De mesa en China. [Documento en base electrónica].
Disponible <http://www.geocities.com/luisbasurto>. [Consulta: 2004, Enero 14].



MoreBooks!
publishing



yes i want morebooks!

Buy your books fast and straightforward online - at one of world's fastest growing online book stores! Free-of-charge shipping and environmentally sound due to Print-on-Demand technologies.

Buy your books online at

www.get-morebooks.com

¡Compre sus libros rápido y directo en internet, en una de las librerías en línea con mayor crecimiento en el mundo! Envío sin cargo y producción que protege el medio ambiente a través de las tecnologías de impresión bajo demanda.

Compre sus libros online en

www.morebooks.es



VDM Verlagsservicegesellschaft mbH

Dudweiler Landstr. 99
D - 66123 Saarbrücken

Telefon: +49 681 3720 174
Telefax: +49 681 3720 1749

info@vdm-vsg.de
www.vdm-vsg.de

