

BIOMECÁNICA DE LA TÉCNICA DEL SERVICIO EN EL TENIS DE CAMPO

BIOMECHANICS OF THE SERVICE TECHNIQUE IN FIELD TENNIS

¹YEHISON BARAJAS RAMON, ²RAFAEL ENRIQUE LOZANO ZAPATA

¹Licenciado en Educación Física, Recreación y Deportes. Universidad de Pamplona. Mgs Ciencias de la Actividad Física y el Deporte. Universidad de Pamplona. Docente Activo del Programa de Educación Física, Recreación y Deportes de la Universidad de Pamplona, Ampliación Villa del Rosario. Grupo de Investigación La Actividad Física, El Deporte Y La Recreación Para El Desarrollo Humano. Universidad de Pamplona, Email: yeyeico5@hotmail.com. ² Licenciado en Educación Física, Recreación y Deportes. Universidad de Pamplona. Magister en Educación Física Mención Fisiología del Ejercicio. Universidad Experimental y Pedagógica de Caracas, Venezuela. Doctor en Ciencias de la Actividad Física y del Deporte. Universidad de León, España, Docente Activo del Programa de Educación Física, Recreación y Deportes de la Universidad de Pamplona, Ampliación Villa del Rosario. Grupo de Investigación La Actividad Física, El Deporte Y La Recreación Para El Desarrollo Humano. Universidad de Pamplona, Email: rafaenloza@unipamplona.edu.co

RESUMEN

La técnica del Saque en el Tenis y mejorar su rendimiento son motivo de constante estudio por parte de investigadores del área, así como de entrenadores e incluso de los mismos deportistas, con el fin de obtener una mejora en la efectividad del mismo y poder resumirla en Puntos. Son muchas las variables que pueden influir en el desarrollo de esta técnica, ellas pueden incluir aspectos neurofisiológicos como la coordinación y el control motor, musculares como la fuerza y la potencia, biomecánicas como los ángulos articulares y el momento motor entre otros. El objetivo de la investigación se basó en evaluar las Características Biomecánicas de la Fase Activa del Saque de Tenis de Campo. Se efectuó una evaluación biomecánica a seis (n=6) atletas de la especialidad de Tenis de Campo, de la selección de la Universidad de Pamplona. Se analizaron características técnicas y biomecánicas fundamentales de la Fase Activa del Saque que influyen en la obtención del objetivo de la destreza. Se emplearon los procedimientos del Método Videográfico, a través del cual se grabaron las ejecuciones con dos cámaras de videos, una colocada lateralmente, perpendicularmente al plano sagital del movimiento, y la otra en el plano frontal (vista anterior), los resultados se analizaron en el software Kinovea 0.8.27. Se concluyó que el saque, ejecutado por los atletas evaluados, en su mayoría no tuvo la eficacia esperada, ya que no se logró el punto directo, además de no obtener la ventaja correspondiente. La cantidad de movimiento lineal total del sistema atleta raqueta antes del impacto fue baja. La velocidad Lineal de la raqueta en el instante del choque con la pelota fue similar a valores de atletas de nivel internacional.

Palabras clave: Tenis de campo, Biomecánica, Saque, Cantidad de movimiento lineal,

ABSTRACT

The technique tennis serve and improve their performance are constantly being studied by researchers in the area, as well as coaches and even the athletes themselves, in order to obtain an improvement in its effectiveness and to sum it up in Points. There are many variables that can influence the development of this technique, they may include neurophysiological aspects as coordination and motor control, muscle and strength and power, biomechanics as joint angles and the motor moment among others. The aim of the research was based evaluate the biomechanical characteristics of Phase Active unpack Tennis Field. a biomechanical evaluation six ($n = 6$) athletes specialty Tennis Field, selection from the University of Pamplona. Fundamental technical and biomechanical characteristics of the active phase of the serve that influence the achievement of the skill objective were analyzed. The Videographic Method procedures were used, through which the executions were recorded with two video cameras, one placed laterally, perpendicular to the sagittal plane of movement, and the other in the frontal plane (anterior view), the results were analyzed in Kinovea 0.8.27 software. It was concluded that the service, carried out by the athletes evaluated, in its majority did not have the expected efficacy, since the direct point was not achieved, in addition to not obtaining the corresponding advantage. The total linear momentum of the athlete racket system prior to impact was low. The linear speed of the racket at the moment of the collision with the ball was similar to values of international level athletes.

Keywords: tennis field, Biomechanics, Take, Linear Momentum

INTRODUCCIÓN

Los estudios científicos que pretenden mejorar el rendimiento y la actividad del individuo son cada vez más y mejores. La técnica del Saque en el Tenis de Campo toma gran auge en los estudios actuales sobre análisis del movimiento corporal. Dichos estudios han sido realizados a partir de abordajes biomecánicos y/o fisiológicos, con la finalidad de explicar la técnica del saque en el tenis; a través de ellos se pretende identificar, explicar el origen y las consecuencias del mismo, a su vez minimizar el riesgo de lesión por la mala ejecución del movimiento. (Myers, N., et al., 2017; Creveaux, T., et al., 2013; Forbes A. y Hopper D., 1990)

El saque, es el único movimiento en el cual el jugador de tenis de campo tiene control total sobre la sincronización, la velocidad, la dirección y la rotación de la pelota, sin ninguna influencia del opositor. Es también uno de los movimientos (golpes) más complejos del tenis y requiere años de práctica para realizarlo con eficacia durante una competencia, y por este motivo ha recibido mucha atención por parte de los investigadores de todo el mundo. (Losada, J. et al., 2015; Bermejo J., 2013; Tsetseli, M., et al., 2010)

Parte de este interés puede deberse al continuo esfuerzo por identificar los factores asociados para mejorar la velocidad. Existen varios aspectos como las características de los materiales (raqueta, pelota) y la del jugador que pueden influir en la habilidad de realizar un servicio a alta velocidad. Sin embargo, reporta Tennis Magazine (1997), que “la potencia en el saque no proviene de la utilización de raquetas más largas sino de la técnica del jugador y de su fortaleza física”. Esta destreza es muy compleja para ser evaluada con base a la simple observación por parte de los entrenadores. La velocidad con que se desarrolla dificulta visualizar ciertos detalles de la ejecución, para ello el análisis biomecánico cuantitativo ofrece información adicional sobre aspectos invisibles de la coordinación del movimiento humano. Dichos análisis pretenden ayudar con información precisa la vista del entrenador en la difícil tarea de identificar errores y descubrir las soluciones apropiadas. (Tsetseli, M., et al., 2010)

El saque, 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 (Zissu y Gómez, 2005). Las acciones de los atletas previamente al choque con el implemento se pueden analizar por fases, delimitadas por posiciones en los instantes extremos. Según bibliografía (www.itftennis.com; www.aplenotenis.com.ar; ITF Coaching & Sports Science Review”, 2001) se pueden identificar varias fases y posiciones fundamentales.

De tal manera que la presente investigación se fundamentó, de acuerdo a los aspectos mencionados anteriormente y con base a la literatura; determinar la técnica apropiada del servicio en el tenis de campo, para mejorar su ejecución y prevenir las lesiones en el hombro, por la mala técnica deportiva, en los jóvenes deportistas de la selección de la Universidad de Pamplona.

MÉTODOS

El Objetivo de este estudio es evaluar las Características Biomecánicas de la Fase Activa del Saque de Tenis de Campo describiendo las características de composición corporal, características biomecánicas de proyección de la pelota y las características angulares intersegmentales.

Se aplicó a seis (6) deportistas, pertenecientes a la selección de la Universidad de Pamplona, quienes participaron en la investigación de una forma voluntaria y como criterio de inclusión era pertenecer a la selección para participar en eventos nacionales, también firmaron un consentimiento informado por escrito, con fines de tratamiento científico todos los datos recolectados, después de este proceso se les aplicó un protocolo de evaluación que consiste en dos acercamientos científicos que integran al Deportista Morfológico (DM) y al Deportista Dinámico (DD) para evaluar el saque en el tenis.

Las características macro-antropométricas (Mediciones grandes del cuerpo humano y su medición, Acero 2002), de esta muestra están referenciadas en la tabla 1 que describe: (D) dominancia motora, jugador, (E) edad, (T) talla en cm, (M) masa en kilogramos (Kg.).

Tabla 1. Descripción Macro Antropométrica

| DEPORTISTAS | EDAD | DOMINANCIA | TALLA(cm) | MASA(kg) |
|-------------|------|------------|-----------|----------|
| 1 | 19 | Derecho | 178 | 62 |
| 2 | 20 | Derecho | 183 | 75 |
| 3 | 19 | Derecho | 173 | 64 |
| 4 | 21 | Derecho | 170 | 61 |
| 5 | 19 | Derecho | 175 | 72 |
| 6 | 20 | Derecho | 173 | 73 |
| Promedio | 20 | N/A | 180 | 68 |
| SD | 0,8 | N/A | 0,05 | 6,2 |

La metodología para la evaluación en el primer protocolo que implica al deportista morfológico (DM), consiste que a cada uno de los deportistas se le realiza una valoración de composición corporal que comprende el área de la Antropometría Predictiva. En el Campo del deportista dinámico (DD) que corresponde al segundo protocolo de evaluación se establecen dos tiempos (1) un análisis cualitativo del movimiento por fases y (2) un análisis cuantitativo de dichas fases del movimiento.

La recolección de datos correspondiente al primer protocolo que se aplicó a los 6 sujetos, se realizó a través de las medidas de longitudes, perímetros, diámetros y panículos por ún evaluador calificado, siguiendo la metodología Zatsiorsky 1994, teniendo en cuenta el sistema corporal de 16 segmentos (SC-16): cabeza-nuca, tronco superior, tronco medio, tronco inferior, brazo derecho, brazo izquierdo, antebrazo derecho, antebrazo izquierdo, mano derecha, mano izquierda, muslo derecho, muslo izquierdo, pierna derecha, pierna izquierda, pie derecho, pie izquierdo. Para las longitudes y diámetros se utilizó un segmentometro grande (0 – 100 cms) y de alta precisión, para los perímetros una cinta antropométrica, y para los panículos un Caliper slim game de alta precisión. Una vez registrado los datos se calcula las respectivas masas Segmentales, sumatorias, dominancias, masa ósea, masa muscular y masa grasa con una base de datos bajo ambiente Excel elaborado para esta investigación denominado antropeTennis, siguiendo criterios de la I.S.A.K.

La ecuación (1) para el cálculo de masa ósea según Von Doble (1964), Rocha (1975), fue: $PO = 3,02 * (H2 * B * F * 400)0,712$

La ecuación (2) para el cálculo de masa muscular según De Rose y Guimares (1980,1984), fue: $PM = PT - (PG + PO + PR)$

La ecuación (3-4) para el cálculo de masa grasa según Yuhasz (1974), fue: Hombres, $\%G = \sum 6 \text{ pliegues} * (0,1051) + 2,585$ y Masa Grasa $MG = \text{Masa Total} * (\%G/100)$.

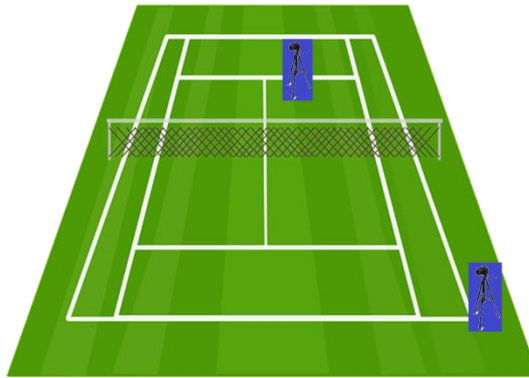
La ecuación (5) para el cálculo de masa residual para hombre según Wurch (1974), fue: $\text{Peso Residual PR} = \text{Masa Total} * (24,1/100)$.

Para el D.D estudio dinámico cuantitativo y cualitativo del movimiento del Saque en el Tenis se utilizó un sistema de videografía digital de alta velocidad y un

software biomecánico KINOVEA.v0.8.27 para análisis bidimensional (2D). Previo calentamiento dirigido, se desarrolló un protocolo que consiste en 3 lanzamientos del lado preferencial anteriormente escogido (Derecho o izquierdo). Cada lanzamiento fue monitoreado y grabado por dos (2) videocámaras de alta resolución (60 hz), localizadas una en el plano frontal y otra en el plano sagital.

El siguiente esquema (1) explica el contexto donde se desarrolló el ambiente dinámico del movimiento del LTLP

Gráfico 1. Descripción del área de juego



Una vez editados los videos (formato .avi) se procedió a construir la técnica de la metodología de las fases del gesto deportivo para hacer el estudio cualitativo de los movimientos escogidos del Saque en el Tenis de Campo. La cuantificación de las variables se realizó a través del Sistema Computarizado KINOVEA v 0.8.27, que permitió la digitalización directa en pantalla de los puntos seleccionados en función al modelo espacial (anatómico) de veinte cinco (25) puntos anatómicos (ver imagen 1) y dieciséis (16) segmentos corporales, así como también tres (3) puntos de referencia de la raqueta y uno del centro geométrico de la pelota.

Imagen 1. Puntos Anatómicos



Para la investigación se seleccionaron variables de la ejecución de los sujetos, la raqueta y la pelota durante la Fase Activa del Saque, desde su inicio (la posición inicial de la fase activa) hasta el final (instante del choque), en las cuales se cuantificaron y evaluaron: Características de Proyección de la Pelota después del Choque (ver tabla 2), Cantidad de Movimiento Lineal (ver tabla 3).

Tabla. 2 Proyección de la Pelota.

| Características de Proyección de la Pelota después del Choque |
|--|
| Velocidad Inicial de Proyección. |
| Velocidad Inicial Horizontal de Proyección. (V_y) |
| Velocidad Inicial Vertical de Proyección. (V_x) |
| Angulo de Proyección |
| Altura de Proyección (H) |

Tabla 3. Cantidad Movimiento Lineal.

| Cantidad Movimiento Lineal |
|---|
| Cantidad Movimiento Lineal Total en el Instante del Choque de la Pelota |
| Cantidad Movimiento Lineal de la Mano Ejecutora |
| Cantidad Movimiento Lineal del Antebrazo Ejecutor |
| Cantidad Movimiento Lineal de la Raqueta. |

Descripción del análisis estadístico.

En esta sección se indican los resultados relacionados con el presente estudio, los cuales se han organizado en tres apartados asociados con los objetivos específicos, estos se han denominado: Análisis exploratorio de la composición corporal, análisis de las características Biomecánicas de proyección de la Pelota, y análisis exploratorio de las características angulares intersegmentales en las fases de movimiento. En cada apartado se hace un análisis exploratorio de datos mediante estadística descriptiva. El procedimiento de la información se realizó mediante el software estadístico SPSS 19.

En el análisis de algunas variables se utiliza el coeficiente de variación (CV), esta medida estadística se obtiene para variables cuantitativas, el cual se calcula como el cociente entre la desviación estándar y el promedio, este cociente se multiplica por el 100% a fin de interpretarlo, el CV es un indicador de la concentración de los datos respecto al promedio y permite determinar si los individuos son semejantes (homogéneos) o heterogéneos con respecto a las características de interés. En general si el CV es inferior al 8% los datos se pueden considerar homogéneos; si el CV esta entre el 8 y el 18% los datos son casi homogéneos; si el CV esta entre el 18% y el 32% los datos son casi heterogéneos y si el CV es superior al 32% los datos son heterogéneos.

Resultados

En cuanto a las características de composición corporal, con los componentes de Porcentaje de Grasa (%G), Peso Graso (PG), Peso Óseo (PO), Peso Residual (PR) y Peso Muscular (PM), se encontraron valores promedios adecuados (ver tabla 4) según Yuhasz (1974).

Tabla 4. Estadísticos descriptivos para composición corporal

| DEPORTISTA | % GRASA | PESO GRASA | PESO ÓSEO | P. RESIDUAL | P. MUSCULAR |
|--------------|---------|------------|-----------|-------------|-------------|
| 1 | 11,6 | 7 | 12 | 15 | 28 |
| 2 | 13,9 | 10 | 14 | 18 | 33 |
| 3 | 11,9 | 8 | 10 | 15 | 31 |
| 4 | 11,9 | 7 | 11 | 15 | 28 |
| 5 | 13,7 | 10 | 12 | 17 | 33 |
| 6 | 17,1 | 12 | 12 | 18 | 31 |
| Mean | 13,4 | 9,2 | 11,8 | 16,3 | 30,5 |
| Std Deviaton | 2,07 | 2,14 | 1,17 | 1,49 | 2,41 |

Para el caso del %G, se obtuvo un promedio de 13,4% con una desviación típica de 2,07 (ver tabla 5). El CV es $2,07/13,4 = 0,154 * 100 = 15,44$ el cual indica que los jugadores son casi homogéneos en lo que se refiere al %G.

Tabla 5. Estadísticos descriptivos para %G

| | |
|----------------|-----------|
| N | Valid 6 |
| | Missing 0 |
| Mean | 13,4 |
| Std. Deviation | 2,07 |
| Minimum | 11,6 |

Maximum 17,1

Para el caso del PG, medido en Kilogramos, se obtuvo un promedio de 9,2 kg con una desviación típica de 2,14 (ver tabla 6). El CV es $2,14/9,2 = 0,232 * 100 = 23,26$ el cual indica que los jugadores son casi heterogéneos en lo que se refiere al PG.

Tabla 6. Estadísticos descriptivos para PG

| N | Valid | 6 |
|----------------|---------|------|
| | Missing | 0 |
| Mean | | 9,2 |
| Std. Deviation | | 2,14 |
| Minimum | | 7 |
| Maximum | | 12 |

Para el caso del PO, medido en Kilogramos, se obtuvo un promedio de 11,8 kg con una desviación típica de 1,17 (ver tabla 7). El CV es $1,17/11,8 = 0,099 * 100 = 9,91$ el cual indica que los jugadores son casi homogéneos en lo que se refiere al PO.

Tabla 7. Estadísticos descriptivos para PO

| N | Valid | 6 |
|----------------|---------|------|
| | Missing | 0 |
| Mean | | 11,8 |
| Std. Deviation | | 1,17 |
| Minimum | | 10 |
| Maximum | | 14 |

Para el caso del PR, medido en Kilogramos, se obtuvo un promedio de 16,3 kg con una desviación típica de 1,49 (ver tabla 8). El CV es $1,49/16,3 = 0,091 * 100 = 9,14$ el cual indica que los jugadores son casi homogéneos en lo que se refiere al PR.

Tabla 8. Estadísticos descriptivos para PR

| N | Valid | 6 |
|----------------|---------|------|
| | Missing | 0 |
| Mean | | 16,3 |
| Std. Deviation | | 1,49 |

| | |
|---------|----|
| Minimum | 15 |
| Maximum | 18 |

Para el caso del PM, medido en Kilogramos, se obtuvo un promedio de 30,5 kg con una desviación típica de 2,41 (ver tabla 9). El CV es $2,41/30,5 = 0,079 * 100 = 7,90$ el cual indica que los jugadores son homogéneos en lo que se refiere al PM.

Tabla 9. Estadísticos descriptivos para PM

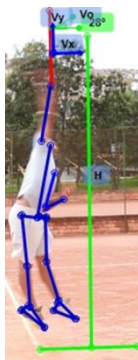
| | | |
|---|---------|---|
| N | Valid | 6 |
| | Missing | 0 |

| | |
|----------------|------|
| Mean | 30,5 |
| Std. Deviation | 2,41 |
| Minimum | 28 |
| Maximum | 33 |

En cuanto a las características Biomecánicas de proyección de la pelota, con las variables de Velocidad Inicial Vertical de Proyección, Velocidad Inicial Horizontal de Proyección, Velocidad Inicial de Proyección, Altura de Proyección y Angulo de Proyección, se dan los siguientes resultados

La fase activa del golpe engloba las acciones del sistema atleta – raqueta que persigue el impacto de la pelota para proyectarla hacia el lado contrario de la cancha con la finalidad de lograr el punto. La sucesión de movimientos de estas acciones, desde su comienzo (posición inicial fase activa), deben garantizar la colocación del cuerpo en una óptima posición, con la finalidad de lograr la efectividad técnica–mecánica de la ejecución. La fase activa del golpe finaliza en el instante del choque con la pelota o momento de impacto, el cual es el instante en que ambos cuerpos (raqueta-pelota) se encuentran durante la ejecución. En la siguiente sección se presentan una serie de selectas características biomecánicas del movimiento de la raqueta, así como las características de proyección de la pelota y dos de las variables Cinéticas principales para el logro del objetivo de esta técnica, como lo son, la Cantidad de Movimiento Lineal de los segmentos de la cadena biocinématica (ver imagen 2).

Imagen 2. Características de Proyección de la Pelota.



V_y = Velocidad Inicial Vertical de Proyección, V_x = Velocidad Inicial Horizontal de Proyección, V_o = Velocidad Inicial de Proyección, H = Altura de Proyección, \emptyset = Angulo de Proyección.

En la Tabla No 10 se encuentran las características de proyección de la pelota después del choque. El valor medio de la variable Velocidad Inicial de Proyección de la pelota fue de 32,06 m/s (96,06 Km/h) con una desviación estándar de 3,45m/s, que indica que los valores están dispersos entorno a la media, donde el valor mayor fue obtenido por el Sujeto 5 (37,85 m/s) y el menor, por el Sujeto 2, con un valor de 28,20 m/s. El CV es $3,45/32,06 = 0,1076 * 100 = 10,76$ el cual indica que los resultados son casi homogéneos en lo que se refiere a la Velocidad Inicial de Proyección.

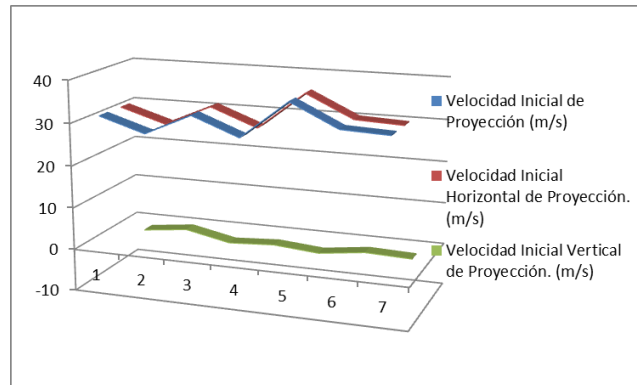
Tabla No 13 Características de Proyección de la Pelota

| Deportistas | Velocidad Inicial de Proyección (m/s) | Velocidad Inicial Horizontal de Proyección. (m/s) | Velocidad Inicial Vertical de Proyección. (m/s) | Angulo de Proyección (°) | Altura de Proyección con respecto a la superficie del suelo (mt) |
|----------------|---------------------------------------|---|---|--------------------------|--|
| 1 | 31,57 | 31,51 | -2,00 | -3,63 | 2,79 |
| 2 | 28,2 | 28,19 | -0,74 | -1,5 | 2,59 |
| 3 | 33,22 | 33,08 | -3,00 | -5,18 | 2,80 |
| 4 | 29,00 | 28,92 | -2,30 | -4,35 | 2,90 |
| 5 | 37,85 | 37,71 | -3,21 | -4,86 | 2,63 |
| 6 | 32,54 | 32,49 | -1,80 | -3,17 | 2,68 |
| Mean | 32,06 | 31,98 | -2,18 | -3,78 | 2,73 |
| Std. Deviation | 3,45 | 3,41 | 0,89 | 1,34 | 0,12 |
| Minimum | 28,2 | 28,19 | -3,21 | -5,18 | 2,59 |
| Maximum | 37,85 | 37,71 | -0,74 | -1,5 | 2,90 |

En relación a la Velocidad Inicial Horizontal y Vertical de Proyección, la media de la velocidad inicial horizontal de proyección fue de 31,98 m/s (S.D.= 3,41 m/s) y la vertical fue de -2,18 m/s. En cuanto al el CV es $3,41/31,98 = 0,1066 * 100 = 10,66$ el cual indica que los datos son casi Homogéneos en lo que se refiere a la Velocidad Inicial Horizontal de Proyección y el CV para la Velocidad Inicial Vertical de

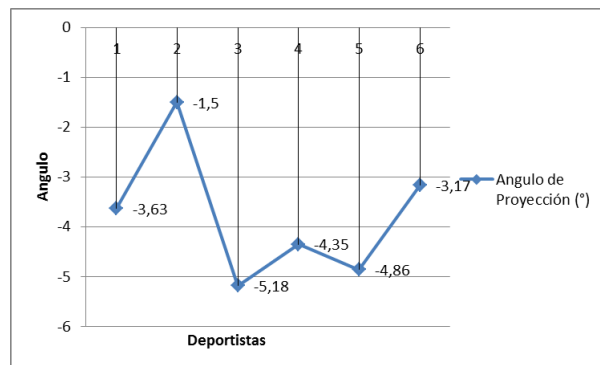
Proyección es $0,89/2,89 = 0,4082 * 100 = 40,82$ el cual indica que los resultados son heterogéneos. (Ver Tabla 10 y Grafica 3)

Gráfico 3. Velocidad horizontal, vertical e inicial de proyección en el Saque



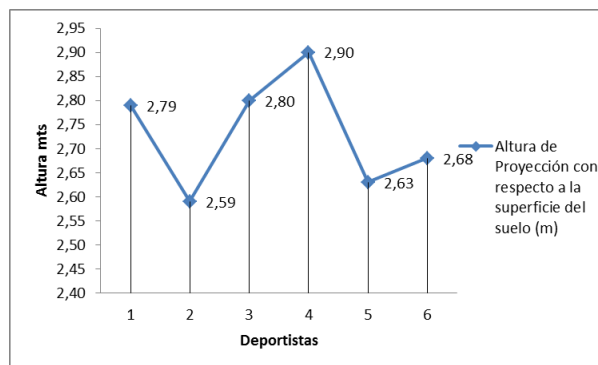
En relación al Angulo de proyección, la media fue de $-3,78$ m/s con una SD de 1,34, con un valor mínimo de $-5,18^\circ$ y uno máximo de $-1,5^\circ$. En cuanto al el CV es $1,34/3,78 = 0,354 * 100 = 35,44$ el cual indica que los datos son heterogéneos. (Ver Tabla 10 y Grafica 4).

Gráfico 4. Angulo de Proyección.



Con respecto a la variable Altura de proyección con respecto a la superficie del suelo, la media fue de 2,73 mt con una SD de 0,12, con un valor mínimo de 2,59 mt y uno máximo de -2,90 mt. En cuanto al el CV es $0,12/2,73 = 0,0439 * 100 = 3,39$ el cual indica que los datos son homogéneos. (Ver Tabla 10 y Grafica 5).

Gráfico 5. Altura de Proyección de la pelota.



En cuanto a las características angulares intersegmentales en las fases de movimiento del Saque en el Tenis, se clasificaron seis (6) momentos o fases (Ver Imagen 3): Fase de Ajuste, Fase de Lanzamiento de la Pelota, Fase de Preparación, Fase de Ataque, Fase Activa o de Impacto y Fase de Acompañamiento; analizando 12 variables en total dentro de ellas (Ver Tabla 11)

Imagen 3. Secuencia Fotográfica de las Fases de Movimiento



Tabla No 11 Características Angulares Intersegmentales y Fases del Movimiento

| Deportista | Fase de Ajuste (cm) | Fase de lanzamiento de la pelota (°) | | | Fase de Preparacion | | | Fase de Ataque | Fase Activa o de Impacto | | | Fase de Acompañamiento |
|--------------|---------------------|--------------------------------------|------------|------------|---------------------|------------|------------|----------------|--------------------------|------------|------|------------------------|
| | | F-H-AD | A-I-M-P-AD | A-I-M-P-AT | F-H-AD | A-I-M-P-AD | A-I-M-P-AT | A-I-P-AD | A-I-M-P-AD | A-I-M-P-AT | IN-T | A-I-P-AD |
| 1 | 50 | 141 | 148 | 165 | 113 | 123 | 128 | 153 | 180 | 180 | 159 | 130 |
| 2 | 50 | 139 | 160 | 166 | 152 | 119 | 121 | 155 | 152 | 161 | 154 | 151 |
| 3 | 21,36 | 136 | 139 | 153 | 152 | 102 | 133 | 172 | 166 | 166 | 149 | 154 |
| 4 | 41,18 | 140 | 172 | 174 | 143 | 121 | 146 | 168 | 178 | 104 | 157 | 129 |
| 5 | 57,35 | 133 | 137 | 144 | 152 | 116 | 124 | 178 | 148 | 117 | 141 | 141 |
| 6 | 63,23 | 149 | 124 | 135 | 159 | 105 | 140 | 173 | 180 | 174 | 161 | 97 |
| Mean | 47,19 | 139,67 | 146,67 | 156,17 | 145,17 | 114,33 | 132,00 | 166,50 | 167,33 | 150,33 | 154 | 133,67 |
| S. Deviation | 14,69 | 5,43 | 17,25 | 14,82 | 16,56 | 8,76 | 9,61 | 10,21 | 14,46 | 31,80 | 7,42 | 20,72 |
| Minimum | 21,36 | 133 | 124 | 135 | 113 | 102 | 124 | 153 | 148 | 104 | 141 | 97 |
| Maximum | 63,23 | 149 | 172 | 174 | 159 | 121 | 146 | 178 | 180 | 180 | 161 | 154 |

D-H-PS= Distancia Horizontal de los Pies, F-H-AD= Flexión Hombro Adelantado, A-I-M-P-AD= Angulo Intersegmentales Muslo Pierna Adelantada, A-I-M-P-AT= Angulo Intersegmentales Muslo Pierna Atrasada, IN-T= Inclinación Tronco.

DISCUSIÓN.

Discusión en el Área de Composición Corporal.

Las bases de la medición y valoración de las variables de Antropometría Biomecánica Predictiva (ABP) están direccionadas a conocer la estructura corporal de los deportistas evaluados o al deportista morfológico según Acero, (2005). Este postulado científico anterior ejemplifica la relación estructura-función que establece la especialización científica de la Cineantropometría creada por Ross, 1984, citado por Acero, (2002) y por consiguiente la relación de una variedad de perspectivas morfológicas, su aplicación al movimiento y aquellos factores que influyen el movimiento. De esta manera se han descrito las características de los participantes en la presente investigación.

La composición corporal por fraccionamiento de masas son metodologías ampliamente difundida, utilizada por un sinnúmero de profesionales del deporte y las ciencias aplicadas al mismo: preparadores físicos, nutricionistas, médicos del deporte, fisiólogos del deporte, entre otros, debe tenerse en cuenta los alcances y limitaciones de estos métodos. En este sentido, se sugiere, basados en los casos y resultados obtenidos en la presente investigación similares a los investigadores Barajas, Y., Lozano R., y Vera M. (2014), encontrando que el promedio de %G de los deportistas evaluados están en 13,4% (Ver Tabla 7) ubicándolos en un rango muy alto según Yuhasz (1974). Citado por Acero (200) que el análisis antropométrico debe hacerse tanto de forma individualizada, caso a caso, como grupal, dando la verdadera importancia a cada variable de acuerdo a la incidencia de la misma en el rendimiento específico del deporte; del mismo modo, baremar al sujeto con los valores de referencia de idoneidad antropométrica para el tenis.

Discusión del Área de las Características Biomecánicas de Proyección de la Pelota

En cuanto a la variable de V_0 , el resultado fue bajo, al compararlo con el valor de 72,66 m/s (217,99 (Km/h), reportado por Noffal (1997), de atletas de alta competencia internacional. Estos resultados se traducen en una debilidad, ya que, si el objetivo primordial del servicio es lograr un punto y tal como escribe Brody en la revista ITF Coaching & Sport Science Review (2001), “las posibilidades de ganar el punto cuando el primer servicio entra, aumentan conforme lo hace la velocidad del mismo”. Se visualiza que el resultado obtenido por el grupo posee una velocidad por debajo del valor de un segundo servicio de atletas de elite mundial. Con las Variable de V_y y V_x se puede observar que la componente horizontal presenta un valor mayor que la vertical, tal como se recomienda para el logro de una trayectoria descendente de la pelota. El valor de la velocidad inicial vertical puede ser considerado aceptable en el caso de los sujetos 3 y 6 y la velocidad inicial horizontal, en general, está muy por debajo de los valores óptimos. Mihai Zissu, y Marco Gómez (2005). En cuanto a la variable θ la media es aceptable, ya que, si se busca una velocidad máxima horizontal ideal para esta destreza y un vuelo rasante, el ángulo de proyección debe ser por debajo de 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 recepción u ofensiva del contrario, Mihai Zissu, y Marco Gómez (2005). El Sujeto 3 registro el valor mínimo 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. En la variable H la mitad de sujetos estuvieron por encima o igual a la media. Sin embargo, estos valores no se encuentran 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 (red); atletas de talla mundial impactan la pelota a una altura de 2,85 m Zissu y Gómez, (2005); el Sujeto 4 posee 2,90 metros en esta variable lo que indica un excelente nivel vertical de impacto.

Discusión del Área de las Características Angulares Intersegmentales en las Fases de Movimiento del Saque en el Tenis.

Desde un ambiente cualitativo se establecieron 6 fases de movimiento denominadas, 1) Fase de Ajuste, 2) Fase de Lanzamiento de la Pelota, 3) Fase de Preparación, 4) Fase de Ataque, 5) Fase Activa o de Impacto, 6) Fase de Acompañamiento. Cada una de estas fases ayuda a explicar y analizar mejor como se debe realizar un gesto técnico conociendo muy bien el movimiento estudiado como lo determinan algunos autores (Luhtanen, 1984,1988; Acero y Albarracín, 2005; Mihai Zissu, y Marco Gómez (2005). Se encontró que la separación de los pies de los deportistas en la Fase de Ajuste se encuentra el promedio (Ver Tabla 11) por encima del rango establecido por (Zissu y Gómez, 2005) que de 25 a 40 cm para dar una mayor base de sustentación bipodal influyendo en el equilibrio corporal tanto dinámico como estático.

El saque incluye una sumatoria de fuerzas, secuenciadas en gran medida de manera proximal a distal (piernas, tronco y brazo/raqueta). Esto requiere una secuencia de movimientos coordinados con el ritmo adecuado de cada segmento. Elliott B (2003). Las fases de Lanzamiento de la Pelota y Preparación respectivamente presentan la flexión de rodilla de la pierna adelantada y atrasada requerida para iniciar las fuerzas de reacción del suelo, representando el primer paso del eslabón cinético del golpe. Ellenbecker, T (2009), los investigadores y entrenadores han sostenido de manera sistemática la importancia de la flexión de la rodilla para el saque, a tal punto que la flexión de 110° a 120° se ha convertido en la regla de referencia habitual, encontrando alto el promedio de flexión de rodilla en los jugadores evaluados en esta investigación, Esto respalda el valor de la prescripción de ejercicios de cadena cerrada que promuevan una potente extensión de la articulación de la rodilla, pero hacia un movimiento más secuencial de la extremidad inferior. La imagen 6 muestra como la flexión de rodilla coloca a los cuádriceps en estiramiento excéntrico en preparación para el drive concéntrico explosivo a través del movimiento hacia adelante para impactar, esta rotación horizontal ayuda a generar la respuesta del ciclo de estiramiento-acortamiento con la musculatura del tronco Ellenbecker, T (2009). En fase de impacto El punto de impacto real variará dependiendo del estilo y del tipo de saque que se realice. Para un saque liftado (plano) de un jugador diestro, la pelota se impactará más hacia la izquierda. El alineamiento de los hombros está más cerca de la vertical que de la horizontal. Esto permite la rotación interna del tronco/hombros para generar velocidad de la raqueta en el impacto". (ITF Coaching & Sports Science Review", 2001). En la Fase de acompañamiento La rotación interna del brazo y la pronación del antebrazo continúan durante la primera fase del acompañamiento. Estas acciones son necesarias para dejar que la raqueta se desacelere gradualmente y no

pare bruscamente, para que ese esfuerzo recaiga sobre el cuerpo completar así la acción de acompañamiento. Zissu y Gómez, (2005)

CONCLUSIONES.

De los resultados encontrados en el presente estudio se extrajeron las siguientes conclusiones:

Las Características de composición corporal se establece que es innegable la utilidad de la valoración antropométrica en los deportistas y no deportistas, tal aseveración se basa en la literatura que aborda el tema en cuestión, por lo cual, y viendo la necesidad del contexto, se motivó a documentar este fenómeno de estudio, documentando el conocimiento sobre variables que tienen marcado impacto sobre el rendimiento deportivo. Se puede considerar que el promedio del %G de los deportistas es muy alto según los valores establecidos por Yuhasz (1974). Citado por Acero (200), valor que incide directamente en el rendimiento deportivo de los Tenistas y en la movilización de masa de los mismos. Acero (2002)

En relación a las Características Biomecánicas de Proyección de la Pelota después del Impacto, se determinó que: la velocidad inicial de proyección de la pelota en las ejecuciones de los sujetos del estudio puede ser considerada muy baja, en comparación con los parámetros de los deportistas de alto rendimiento internacional; el ángulo de proyección de la pelota fue demasiado amplio y 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.

Finalmente, en las características Angulares Intersegmentales en las Fases de Movimiento del Saque en el Tenis, se determinaron 6 Fases de Movimiento, donde cada una de estas fases ayuda a explicar y analizar mejor como se debe realizar un gesto técnico conociendo muy bien el movimiento estudiado como lo determinan algunos autores (Luhtanen, 1984,1988; Acero y Albarracín, 2005; Mihai Zissu, y Marco Gómez, 2005).

BIBLIOGRAFIA.

Acero J. (2002). Bases Biomecánicas para la Actividad Física y Deportiva. Pamplona: Universidad de Pamplona.

Acero J. (2005). Actualizaciones en antropometría biomecánica predictiva. Documento.

Acero J y Albarracín J. (2005) Biomecánica Bidimensional (2d) Del Tiro Libre Preferencial En Fútbol: Un Modelo Integral Experimental (PROGRESO 1). 200.

Barajas Y; Lozano, R., Vera M. (2014). Caracterización de Somatotipo y Podometria en Tenistas de la Liga de Norte de Santander, Colombia. Revista Digital EFdeportes. Año 19 - N° 193 – Junio.

Bermejo, J (2013) “Análisis estructural del golpeo en tenis. Una aproximación desde la biomecánica”. *Motricidad. European Journal of Human Movement*, 31, 111-133.

Creveaux T, Dumas R, Hautier C, Macé P, Chèze L, Rogowski I. (2013). Joint Kinetics to Assess the Influence of the Racket on a Tennis Player's Shoulder. *J Sports Sci Med.* ;12(2):259-266. Published Jun 1.

Dauids, K., Bennett, S., & Newell, K. M. (2008). Movement system variability. *Human kinetics*

Elliott B, Fleisig G, Nicholls R, and Escamilla R (2003). Technique effects on upper limb loading in the tennis serve.

Ellenbecker T & Cols (2009). Biomecánica del Saque de Tenis: Consecuencias para el Entrenamiento de Fuerza.

Forbes, A. y Hopper, D. (1990). The effect of counterforce bracing on grip strength in tennis players with painful elbows. *Australian Journal of Physiotherapy*. Volume 36, Issue 4, Pages 259-265

Ibarra R. (2010) Biomecánica del Tenis: Conceptos Básicos

ITF Coaching & Sports Science Review. (2001). [Documento en base electrónica]. Disponible:<http://www.itftennis.com>

Losada, J. L., Casal, C. A., & Ardá, A. (2015). Cómo mejorar la efectividad en un jugador de tenis: Modelos de regresión log-lineales. / How to improve the effectiveness in a tennis player: log-linear regression models. *Cuadernos de Psicología Del Deporte*, 15(1), 63–69.

Luhtanen, Pekka; investigador mayor, Instituto de investigaciones de KIHU para los deportes olímpicos en su estudio “KICKING”. (1984, 1988)

Myers NL, Kibler WB, Lamborn L. (2017). RELIABILITY AND VALIDITY OF A BIOMECHANICALLY BASED ANALYSIS METHOD FOR THE TENNIS SERVE. *Int J Sports Phys Ther.* 12(3):437-449.

Noffal G (1997). De Dónde Proviene los Servicios Veloces del Tenis.

Ruperto Menayo Antúnez y Juan Pedro Fuentes García (2010). Aprendizaje diferencial y práctica variable como medios para optimizar la ejecución del servicio en tenis

Tennis Magazine, (1997). [Documento en base electrónica]. Disponible www.revolutionarytennis.com.

Tsetseli, M., Malliou, V., Zetou, E., Michalopoulou, M., & Kambas, A. (2010). The effect of coordination training program on the development of tennis service technique. *Biology of Exercise*, 6(1), 29–36.

Zissu, M y Gómez M (2005) Evaluación Biomecánica del Saque de Tenis de Campo Ejecutado por Atletas Participantes en el Torneo Internacional Future