

UNIVERSIDAD DE LOS ANDES
FACULTAD DE HUMANIDADES Y EDUCACIÓN
CONSEJO DE ESTUDIOS DE POSTGRADO
POSTGRADO EN EDUCACIÓN FÍSICA

ANÁLISIS BIOMECÁNICO DEL SAQUE DE TENIS EN ATLETAS
DE LA SELECCIÓN MASCULINA DE VOLEIBOL DE LA
UNIVERSIDAD DE LOS ANDES

DONACION

SERBIULA
Tulio Febres Cordero

Rosa María Rodríguez S.

Mérida, Junio de 1996

C.C. Reconocimiento

UNIVERSIDAD DE LOS ANDES
FACULTAD DE HUMANIDADES Y EDUCACIÓN
CONSEJO DE ESTUDIOS DE POSTGRADO
POSTGRADO EN EDUCACIÓN FÍSICA

ANÁLISIS BIOMECÁNICO DEL SAQUE DE TENIS EN ATLETAS
DE LA SELECCIÓN MASCULINA DE VOLEIBOL DE LA
UNIVERSIDAD DE LOS ANDES

Trabajo presentado como requisito
para optar al título de Especialista en
Teoría y Metodología del
Entrenamiento Deportivo.

Autor: Rosa María Rodríguez S
Tutor: Msc. Antonio Hernández

Mérida, Junio de 1996

C.C. Reconocimiento

TABLA DE CONTENIDOS

TABLA DE CONTENIDOS.....	v
LISTA DE CUADROS.....	vii
LISTA DE GRÁFICOS.....	viii
RESUMEN.....	ix
CAPITULO I	
EL PROBLEMA.....	1
Planteamiento del Problema.....	1
Propósito del Estudio.....	2
Delimitaciones del Estudio.....	3
Objetivos.....	4
General.....	4
Específico.....	4
Importancia del Estudio.....	5
Definición de Términos.....	6
CAPITULO II	
MARCO TEÓRICO.....	8
El Voleibol.....	8
Biomecánica y Voleibol.....	10
Técnica deportiva.....	11
Saque de tenis.....	14
El Saque o Servicio y la Biomecánica.....	16

Análisis Técnico del Saque	17
Morfología y Angulación de la articulación escapulo-humeral.....	21
Ángulo de Proyección del Saque de Tenis.....	24
Variables.....	26
CAPITULO III	
METODOLOGÍA.....	28
Diseño de Investigación.....	28
Sujetos.....	28
Instrumentos.....	28
Validez y Confiabilidad.....	29
Procedimientos de Investigación.....	29
Etapas.....	29
Análisis de Datos.....	36
CAPITULO IV	
Análisis de los Resultados.....	38
CAPITULO V	
Conclusiones y recomendaciones.....	64
BIBLIOGRAFÍA.....	67
CURRICULUM VITAE	69

LISTA DE CUADROS

CUADROS:

1. Puntos Anatómicos para la estimación de las variables.....	33
2. Segmentos corporales seleccionados para la estimación del centro de gravedad y otras características biomecánicas.....	34
3. Variación del desplazamiento del centro de gravedad corporal.....	40
4. Variación del desplazamiento del centro de gravedad de la extremidad superior derecha	41
5. Variación del desplazamiento de la mano derecha.....	43
6. Tiempo de ejecución de la fase de golpe al balón.....	44
7. Velocidad del centro de gravedad corporal total.....	46
8. Velocidad del centro de gravedad de la extremidad superior derecha.....	48
9. Velocidad del centro de gravedad de la mano derecha.....	50
10. Ángulos de posición de los segmentos corporales.....	52
11. Ángulo de proyección de la pelota.....	55
12. Variables antropométricas y efectividad.....	57
13. Matriz de las correlaciones simples existentes entre la variables.....	58
14. Matriz de Regresión Múltiple entre la variable dependiente con las variables independientes.....	60

LISTA DE GRÁFICOS:

GRAFICOS:

1. Fase de preparación del saque de tenis.....	19
2. Fase de movimiento de precontacto del saque de tenis.....	20
3. Fase de contacto o golpe al balón del saque de tenis.....	21
4. Proyección del cuello anatómico.....	22
5. Posibilidades funcionales de los miembros superiores.....	23
6. Trayectoria o arco del balón.....	25
7. Modelo anatómico para la estimación del centro de gravedad.....	35
8. Ángulos de posición.....	53
9. Ángulo de proyección.....	56

UNIVERSIDAD DE LOS ANDES
FACULTAD DE HUMANIDADES Y EDUCACIÓN
CONSEJO DE ESTUDIOS DE POSTGRADO
POSTGRADO EN EDUCACIÓN FÍSICA
MÉRIDA

ANÁLISIS BIOMECÁNICO DEL SAQUE DE TENIS EN ATLETAS
DE LA SELECCIÓN MASCULINA DE VOLEIBOL
DE LA UNIVERSIDAD DE LOS ANDES

Tutor: Msc. Antonio Hernández
Autor: Rosa M. Rodríguez de G.
Año: 1996

Resumen

El propósito fundamental de este estudio fue analizar dentro de las características biomecánicas, el ángulo de proyección del golpe al balón y ángulos de posición, así como también el desplazamiento y velocidad del centro de gravedad corporal y segmental en la efectividad de la ejecución del saque de tenis en 9 integrantes de la Selección Masculina de Voleibol de la Universidad de Los Andes. Esta investigación, realizada durante el año 1996, hizo un estudio de campo descriptivo correlacional, recolectando los datos mediante tomas filmicas y utilizando para ello una cámara de video del tipo SVHS. El método de investigación aplicado fue el análisis biomecánico cuantitativo y a los resultados obtenidos se les aplicó un análisis de estadística descriptiva, correlacional y de regresión múltiple para determinar la influencia de las variables independientes sobre la dependiente (efectividad del saque). En este estudio se determinó de las variables analizadas que la variable que mayor peso tiene sobre la efectividad del saque de tenis es el ángulo formado entre el brazo derecho y el tronco. De igual forma, es importante golpear el balón con un ángulo de proyección cercano a cero grados. La relevancia de esta investigación se encuentra en que sus resultados constituyen un aporte de carácter biomecánico al conocimiento del entrenador de voleibol, favoreciéndose con ello el proceso de entrenamiento deportivo en la búsqueda de óptimos resultados.

CAPITULO I

EL PROBLEMA

Planteamiento del Problema

En la actualidad el entrenamiento deportivo necesita de los avances científicos de las diferentes ciencias auxiliares del deporte para poder lograr un alto rendimiento. En este sentido, dentro de las ciencias aplicadas al deporte se encuentra la Biomecánica, que según Donskoi (1982), representa un medio fundamental e insustituible para el estudio del movimiento mecánico en los organismos animales, así como también para conocer las causas y manifestaciones del mismo. La Biomecánica estudia también la estructura mecánica del movimiento humano, registrando sincronizadamente una serie de características esenciales de este movimiento mediante, mediciones de alta exactitud y rapidez.

Dentro de las estructuras del movimiento humano enmarcadas en el deporte, se halla el Voleibol, el cual exige una buena ejecución tanto en sus fundamentos técnicos para obtener un alto rendimiento deportivo como en sus realizaciones corporales.

Para Ozolín (1989), el logro de resultados efectivos en el deporte requiere de una técnica perfeccionada; es decir, de un *modus operandi* lo mas racional y

efectivo posible para la realización adecuada del ejercicio. De allí que se hace necesario el estudio de la técnica en las destrezas del voleibol. Destrezas entre las cuales se encuentra el Saque, que es la puesta en juego del balón por el zaguero derecho y es un elemento que, ejecutado técnicamente de manera precisa y efectiva, dificulta la recepción del balón para el equipo contrario y, por ende, para la construcción del ataque.

En el Saque de Tenis, la posición y movimientos que se realicen en la fase de golpe al balón pueden influir en la efectividad del saque. Por eso, este estudio destacará la importancia del ángulo de proyección del balón, los ángulos de posición que adopta el sujeto en sus segmentos corporales y a los movimientos en función del centro de gravedad corporal y segmental. Todo esto con el fin de analizar cuales de las características biomecánicas del saque de tenis tiene mayor significancia en la efectividad del mismo.

Propósito del Estudio

El propósito de este estudio consistió en realizar un análisis descriptivo y comparativo de los desplazamientos del centro de gravedad corporal y segmental, los ángulos de posición de segmentos corporales y el ángulo de proyección del golpe al balón en el saque de tenis del Voleibol, para determinar dentro de las características biomecánicas el ángulo de proyección del golpe al

balón para una trayectoria óptima y efectiva en la ejecución del saque de tenis en atletas integrantes de la selección masculina de voleibol de la Universidad de Los Andes.

Delimitaciones del Estudio

En el presente estudio se circunscribió a los siguientes aspectos:

1. Se seleccionaron 9 sujetos pertenecientes a la Selección Masculina de Voleibol de la Universidad de los Andes. (Mano diestra: la derecha)
2. Se utilizó el método del análisis videográfico.
3. La filmación se realizó en situación de realidad de juego.
4. El análisis de la destreza de saque de tenis se hizo de acuerdo a la técnica realizada en el golpe al balón del saque de tenis.
5. Se analizaron las características biomecánicas de desplazamiento, velocidad del centro de gravedad corporal y del miembro superior derecho, tiempo de ejecución, ángulos de posición de segmentos corporales y ángulo de proyección en el golpe al balón con respecto a la efectividad del saque.

OBJETIVOS

Objetivo General

- Analizar características biomecánicas de la fase de contacto o golpe al balón en la ejecución del Saque de Tenis en 9 integrantes de la Selección Masculina de Voleibol de la Universidad de Los Andes.

Objetivos Específicos

1. Determinar las características biomecánicas en la ejecución del saque de tenis en voleibol.
2. Determinar, a través del análisis videográfico, el ángulo de proyección ideal del golpe al balón en la ejecución del saque de tenis.
3. Hacer un análisis comparativo entre la técnica de ejecución del saque de tenis y los ángulos de posición de segmentos corporales realizados por los atletas.
4. Realizar un análisis de las características biomecánicas de desplazamiento y velocidad del centro de gravedad corporal, del miembro superior derecho y de la mano derecha.
5. Establecer la relación entre cada una de las características biomecánicas del saque de tenis y la efectividad.

Importancia del Estudio

- La presente investigación contribuiría al desarrollo de conocimientos en el área de la biomecánica, a través del aporte de investigaciones realizadas en nuestro medio, contribuyendo de ésta manera a la recopilación de un banco de datos en ésta área.

- Se considera que la investigación crea un antecedente como un estudio primario ya que no se encontraron datos cuantitativos del saque de tenis en la revisión de la bibliografía.

- Así mismo, éste estudio aportará conocimientos al entrenador de voleibol y permitirá elevar su nivel de trabajo a partir de la aplicación de la técnica de enseñanza adecuada en la ejecución del saque de tenis, planificando y dosificando las cargas de trabajo individuales en sus entrenados, favoreciéndose el proceso de entrenamiento deportivo en la búsqueda de óptimos resultados.

Definición de Términos

Voleibol: Deporte colectivo, jugado por dos equipos en una cancha dividida por una red. El objetivo del juego, para cada equipo, es enviar el balón con regularidad por encima de la red y al piso del campo contrario e impedir también que éste toque el suelo de su propio campo. Reglas oficiales del Voleibol (1995-96)

Saque: Es la puesta en juego del balón por el zaguero derecho colocado en la zona de saque, golpeando éste el balón con una mano o brazo. Reglas Oficiales del Voleibol (1995-96). El **Saque de Tenis**, es un movimiento realizado por el jugador de voleibol, similar al que hace el tenista al realizar su servicio.

Determinación de las Características: A partir de las características de los movimientos, se juzga su ejecución. Estas características se registran, y como datos se elaboran, se comparan y se analizan. Donskoi (1982).

Evaluación de la Efectividad de los Movimientos: Se estudia tanto el resultado del movimiento y las condiciones de su ejecución. Así como también la correspondencia entre los movimientos y el logro del objetivo, además de las posibilidades concretas.

Desplazamiento: Cambio neto de la posición de un cuerpo en el espacio. Halliday y Resnick (1974).

Velocidad: Relación entre el incremento de la distancia y el tiempo. Halliday y Resnick (1974).

Trayectoria: Unión de las diferentes posiciones que ocupa un cuerpo en el espacio. Halliday y Resnick (1974).

Distancia: Longitud medida sobre la trayectoria. Halliday y Resnick (1974).

Centro de Gravedad Corporal: Es el punto en el que puede considerarse concentrado el peso del cuerpo.

www.bdigital.ula.ve

CAPITULO II

MARCO TEÓRICO

El Voleibol

Según las Reglas Oficiales (1995 - 1996) el voleibol es un deporte colectivo jugado por 2 equipos de 6 jugadores en una cancha dividida por una red. El balón se juega golpeándolo con las manos o los antebrazos. El objetivo del juego para cada equipo es enviar el balón con regularidad por encima de la red al piso del campo contrario e impedir que el mismo toque el piso de su propio campo.

El voleibol se juega en una cancha rectangular de 9 mts. de ancho x 18 de largo, limitada por líneas de 5 cms de grueso y divididas en el centro por una red y una línea central. La red mide 91 cms de ancho y está montada a una altura del piso de 2,43 mts para el juego de hombres y 2,24 mts para el juego de mujeres.

Adrian y Cooper (1989) señalan que el voleibol fue transformado de un fácil juego recreacional a uno más complejo, altamente competitivo, conocido como "Voleibol de poder". Esta transformación hizo que los mejores jugadores del mismo desarrollaran una habilidad de alto nivel en el golpe, pase, salto y remates.

Según Adrian y Cooper(1989) algunos conceptos básicos del juego de voleibol son los siguientes:

1. Los diversos movimientos que se ejecutan en el juego deben ser observados y entendidos desde la posición del jugador, en donde, cada movimiento tiene su peculiaridad, basado en las acciones que el jugador puede realizar mejor.
2. La especificidad del entrenamiento debe ser reconocida. Una presentación de la técnica debe ser efectiva en un deporte, necesitándose perfeccionamiento de los movimientos.
3. Mientras mayor es el conocimiento, mejor será el aprendizaje de los movimientos motores.

Neville (1990) señala que dentro del voleibol se encuentran diferentes fundamentos técnicos: el voleo, el golpe de antebrazo, el remate, el bloqueo, la recepción y el saque.

El balón se pone en juego por el zaguero derecho mediante el saque; el cual consiste en golpear el balón enviándolo por encima de la red al campo contrario. Básicamente el saque es un elemento que, al ser ejecutado de manera precisa y efectiva, dificulta la recepción del equipo contrario y, por ende, la construcción del ataque.

McGown (1994) señala que el saque o servicio puede ser clasificado de muchas maneras: por la acción del brazo, por la trayectoria, por el movimiento del balón o por combinaciones de estos tópicos anteriores. Ninguna combinación simple ha sido probada para que sea superior a otra. La única medida para saber si el servicio es apropiado o efectivo es cuando le aporta puntos a su equipo. Según éste mismo autor, la acción del brazo para el servicio puede ser

clasificada en tres categorías generales: por debajo, de lado y por encima. La mayoría de los jugadores avanzados usan el servicio por encima y es dentro de esta clasificación que se encuentra el saque de tenis.

Biomecánica y Voleibol

Adrian y Cooper (1989) hacen destacar, dentro del campo de las leyes físicas y principios que envuelven los variados movimientos en el golpe aplicados en el voleibol, que uno de los conceptos más importantes es el efecto que produce el impacto de la pelota, lo que es determinado por muchos factores:

- La magnitud de la fuerza puede ser reducida al prolongarse el período de absorción de energía.
- La duración del impacto, si es de alta intensidad, puede ser tolerado por un breve período de tiempo.
- Esparciendo la fuerza sobre todo a lo largo del cuerpo, se reduce la severidad de la fuerza.
- Una parte del cuerpo, tal como el antebrazo, está más capacitado para resistir un impacto si el foco de fuerza es aplicado suavemente en principio e incrementarlo gradualmente.

Un golpe conjunto, cuando éste está en el patrón extremo del movimiento, causa conjuntamente el movimiento normal del cuerpo.

Técnica Deportiva

La técnica deportiva es un componente importante en todas las facetas de las actividades deportivas y en el desarrollo del rendimiento. En algunos deportes llega a tener un papel decisivo para la consecución de éxitos. Por ejemplo, en el voleibol, la efectiva ejecución de un saque de tenis podría definir un encuentro, ó, por lo menos, marcar la diferencia.

En relación a la definición de la Técnica Deportiva, Grosser y Neumaier (1987) plantean que la concepción de la técnica deportiva dependerá de diferentes enfoques, y de los cuales se señalan lo siguiente:

1. El modelo ideal de un movimiento relativo a la disciplina deportiva. Este "movimiento ideal" se puede describir, basándose en los conocimientos científicos actuales y en las experiencias prácticas, verbalmente, de forma gráfica, de forma matemático-biomecánico, anatómico-funcional y de otras formas.

2.- La realización del "movimiento ideal" al que se aspira; es decir, el método para realizar la acción motriz optima por parte del deportista.

Ambos campos de definición dependen o son limitados respectivamente por:

- Los mecanismos directivos del sistema nervioso central : la cooperación entre cerebro y musculatura, y en este contexto, también por las capacidades cognitivo-sensoriales, por ejemplo, la percepción, la imaginación del movimiento, la anticipación, el pensar, la cinestesia y otros.
- Circunstancias anatómico-funcionales, por ejemplo, la agrupación de músculos y articulaciones, combinados con las leyes mecánico-deportivas, biomecánicas. Por ejemplo, impulsos de fuerzas, palancas.

- Síntomas psíquicos, por ejemplo, la concentración, la motivación y otros.
- Capacidades de la condición física, por ejemplo, la utilización de la fuerza, rapidez, velocidad de movimiento, flexibilidad, resistencia.
- Nivel de desarrollo y aprendizaje motor sobre todo, las fases "sensitivas".
- Las reglas del deporte en cuestión.
- El entorno y las demás condicionantes.

Las técnicas deportivas, entendidas como movimientos específicos, se pueden describir de forma objetiva, mediante el análisis científico y métodos prácticos de observación.

Según Grosser y Neumaier (1987) esquemáticamente los movimientos ideales se pueden dividir o descomponer respectivamente en:

Características Cuantitativas medibles como por ejemplo:	Características Cualitativas valorables en su coordinación por ejemplo:
Características cinemáticas de las fases.(desarrollo local, temporal, ángulos articulares, velocidades, aceleraciones).	Ritmo, fluidez, armonía, elasticidad del movimiento, velocidad del movimiento, equilibrio, combinación del movimiento, exactitud y continuidad del movimiento
Características Dinámicas (Fuerza, impulsos, impulsos de rotación);centro de gravedad, rozamiento y otras	

Una técnica deportiva es una " imagen ideal" de una secuencia de movimientos. La misma está basada en conocimientos científicos, reflexiones teóricas y experiencias prácticas a las que el deportista pretende llegar armonizando las fuerzas internas y externas. En todos los casos, el deportista conseguirá solamente una técnica personal que corresponde a sus capacidades y condiciones individuales. Por ejemplo: su altura, su constitución, su capacidad motora y otras. Esta técnica se debe perseguir con el entrenamiento basándose en las diferencias individuales de los deportistas; **La técnica personal**, sin embargo, debe contener los elementos principales y generales de la técnica ideal.

Meinel (1977) plantea que en el deporte se exige un alto grado de precisión, desarrollo y ultimación de los movimientos. El acertar sobre el objeto y, además, dar en el blanco o en el mantenimiento de una dirección determinada exigen una gran precisión de conducción del movimiento como, por ejemplo, en el tenis, el ping pong, el voleibol.

La precisión del movimiento es el encaminamiento determinado al objetivo de los movimientos deportivos el cual conduce, si la ejecución es perfecta, a la realización segura de la intención de movimiento. Los movimientos precisos se caracterizan por la exactitud de desarrollo y de resultados.

En todas las disciplinas deportivas se han ido formando determinados procedimientos racionales (técnicas especiales), que se consideran y se

enseñan como las formas mas eficientes de ejecución deportiva hasta el momento.

Las técnicas deportivas tampoco pueden calificarse absolutamente de formas de ejecución universalmente válidas, porque todo objetivo del movimiento puede ser llevado a cabo de distintas formas.

Meinel (1977) también menciona que las técnicas deportivas se encuentran en transformación continua, por lo que nuestros conocimientos y juicios sobre el movimiento deberán también transformarse y profundizarse, si se quieren ajustarlos al desarrollo y diferenciación constantes de la dinámica deportiva.

www.bdigital.ula.ve

Saque de Tenis

Vargas (1976) expone en su libro que, dentro de la clasificación de los gestos técnicos del voleibol, se encuentra el saque y representa uno de los gestos técnicos de ataque, junto al remate y al pase de colocación.

Un equipo con buen saque va a exigir al equipo contrario una gran efectividad de recepción para poder contraatacar en buenas condiciones.

El saque trata de dificultar al máximo la actuación posterior del equipo contrario que está en defensa.

En el saque, el balón es golpeado por detrás de la línea de fondo y, como mínimo, antes de llegar a la red el balón debe haber recorrido 9 metros.

Para Vargas (1976) la trayectoria del balón no podrá ser nunca descendente y oblicua hacia abajo, sino como máximo horizontal.

Según McGown (1994) la trayectoria del balón puede ser cerca de la red o más alta, también puede ser corta y servida desde la línea de atrás de la cancha o mas larga servida desde alguna distancia detrás de la cancha. El servicio corto y bajo es el más común porque el balón alcanza el otro lado muy rápido. Por el contrario, muchos jugadores de altura sirven desde muy atrás de la cancha y comúnmente su servicio es alto. El saque por encima lleva gran velocidad en ambas direcciones horizontal y vertical y, frecuentemente, causa a los jugadores grandes problemas.

Para Vargas (1976) al realizar el saque se puede lograr un punto directo, si el equipo contrario presenta fallas y errores; sin embargo, como medio específico, el objetivo general mencionado es tratar de conseguir la no construcción de ataque del equipo contrario y no el punto directo; es decir, que en un equipo donde no se encuentren fallas y errores rara vez se van a conseguir tantos elementos.

La seguridad del saque es fundamental por dos cosas:

- Por la imposibilidad de marcar puntos sin la posesión del saque. Un equipo que falle muchos saques estará solamente recuperando el saque y no puntuando.

- Por el efecto psicológico que se produce en el equipo que falla el saque, se produce una sensación de impotencia en los jugadores y este estado anímico que influye directamente en el desarrollo del juego.
- Todo saque debe reunir una serie de características: tiene que ser seguro, preciso y efectivo.
- El balón debe tratar de dirigirse siempre de una manera consciente a unas zonas determinadas (según las circunstancias).

El Saque o Servicio y la Biomecánica

Adrian y Cooper (1989) plantean cuáles son los tres patrones básicos de golpe o proyección de la pelota (mano por debajo, por encima y de lado) que pueden ser ejecutados en el servicio de voleibol. Sin embargo muchos jugadores están capacitados para producir considerables efectos usando la mano por debajo y la mano de lado en su servicio. El servicio por encima de la mano es el más efectivo de los tipos de servicio. El mejor tipo de servicio ocurre cuando la pelota es golpeada con la mayor velocidad posible y con un nivel de trayectoria casi plano, para forzar al receptor a responder en el menor tiempo posible. El servicio por encima de la mano tendrá menor tiempo de trayectoria y causa que el receptor tome decisiones más rápidas que si recibe un saque con los otros 2 tipos de servicio. Aunado a esto, el sistema corporal y muscular utilizados durante el servicio por encima de la mano tienen la posibilidad de crear un movimiento de velocidad horizontal. Puesto que mientras más horizontal va la

dirección del balón, su descenso será más rápido, lo que es más dificultoso para recibir que con el servicio por debajo de la mano o de lado. Por ejemplo, si el balón servido desciende en un ángulo de 30 grados, los brazos del receptor necesitan estar más verticales que en posición horizontal. En términos de percepción esta posición es más difícil y atendiendo que el movimiento de llevar los brazos en la misma dirección que el balón es también más difícil.

Por otro lado, el único trabajo relacionado con el saque de tenis es el de González (1995) en el mismo expone que el atleta que posee mayor velocidad final de la pelota es aquel que realiza menor movilidad del centro de gravedad corporal, con una media de 0.09 ± 0.01 mts. para el desplazamiento horizontal y 0.05 ± 0.02 mts. para el desplazamiento vertical.

Análisis Técnico del Saque

Existen diferentes autores que describen técnicamente la forma de ejecución del saque de tenis y sus diferentes fases. Wasylik de la Asociación de Voleibol de Canadá (1994), enumera las fases: Alistamiento, Movimiento del cuerpo y Contacto; Sawula (1994) por su parte las divide en: Posición inicial, Elevación, Movimiento de precontacto y Contacto. Para efectos de esta investigación se utilizará la descripción técnica de Neville (1990), el cual establece la siguiente clasificación:

1. Fase de Preparación: El jugador debe colocarse detrás de la línea final alejado de ésta y de frente hacia la cancha. Para los jugadores cuya mano de saque de tenis es la derecha, se adelanta la extremidad inferior izquierda y debe existir una leve flexión a nivel de las articulaciones de cadera, rodilla y tobillo, con los dedos del pie apuntando hacia la red.

La mayoría del peso debe estar concentrado en la extremidad inferior derecha la cual se encuentra atrasada y posee un mayor grado de flexión en las articulaciones de cadera, rodilla y tobillo. El tronco debe estar extendido en su parte anterior de frente hacia la red.

La extremidad superior derecha que golpea, tomará una posición confortable, flexionada 90° sobre la articulación del codo. Esta extremidad debe estar colocada de manera tal que el codo se encuentre lo mas alto y lejos del hombro como sea posible. Esta posición reduce los movimientos del aire hacia arriba y asegura consistencia y buen contacto. Los dedos apuntan hacia la parte superior de la pelota y al fondo de la red. La extremidad superior izquierda en las articulaciones del codo y de la muñeca derecha deben estar extendidas y en la articulación del hombro debe existir una flexión colocando la mano que sostiene el balón a la altura del cuello.

El gráfico 1 ilustra la posición de preparación.

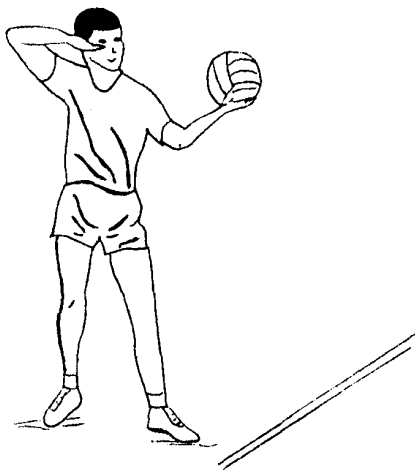


Gráfico 1. Fase de preparación del saque de tenis. Tomado de: Neville, W.(1990) Coaching Volleyball Successfully, USA, pp.12.

2. Fase de Movimiento de Precontacto: El jugador realizará un movimiento rítmico de sus dos extremidades superiores dirigido a elevar el balón delante y sobre la cabeza con la extremidad izquierda y con la extremidad derecha realizará un movimiento en la cual ésta sube y va hacia atrás. Los hombros quedan oblicuos a la red, mediante una rotación de tronco.

Consideraciones para una buena ejecución al elevar la pelota: - Elevar el balón es la llave para un buen servicio. - Durante este movimiento el balón no debe estar nunca por encima de la extremidad que golpea de 30 a 45 cms. - El balón no debe tener efectos. - Si el balón cayera al piso después de elevarla ésta debería aterrizar directamente o muy cerca del pie de la extremidad inferior izquierda. Ver gráfico 2.

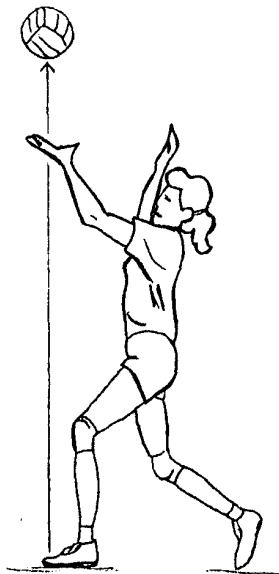


Gráfico 2. Fase de precontacto del saque de tenis. Tomado de: Neville, W. (1990) Coaching Volleyball Successfully, USA, pp.13.

3. Fase de Contacto o golpe al balón: En esta fase el jugador debe transferir el peso desde la extremidad inferior atrasada hasta la extremidad adelantada. La extremidad inferior atrasada no debe pasar hacia adelante, ya que esto permite estabilidad para el cuerpo y asegura la fuerza en el contacto para que el balón vaya directo al sitio seleccionado de la cancha.

La extremidad superior que golpea comienza su acto inicialmente por el hombro y el codo. Cuidando estos segmentos y ángulos del cuerpo el jugador mueve apropiadamente su mano para el golpe. En la cuenta de dos, el peso es transferido y la mano golpea. La mano al golpear permanece rígida sobre la muñeca y extendida para contactar la pelota tan alto y tan lejos como se pueda en frente de la cabeza como sea posible. El contacto se realiza con la parte

central de la mano. Normalmente el codo está extendido sobre el contacto (aunque la extremidad superior derecha no debe estar extendido completamente a nivel de las articulaciones del codo y la muñeca). Se puede chequear si la fuerza del servicio va directamente sobre la pelota hacia la cancha, por permitir al brazo seguir la trayectoria y tocar la pierna trasera por un lado. Ver gráfico 3.



Gráfico 3. Fase de contacto o golpe al balón del saque de tenis. Tomado de: Neville, W. (1990) Coaching Volleyball Successfully, USA, pp. 13.

(*Nota: La técnica anteriormente descrita se utiliza de forma inversa para los jugadores cuya mano de saque de tenis es la izquierda.)

Morfología y Angulación de Articulación Escápulo-Humeral.

Hernández Corvo (1987). La articulación Escápulo - humeral: (articulatio humen), contribuye la relación entre la conformación proximal de la cintura en su conjunto con la parte libre de la extremidad superior (bilateralmente). Se califica

como articulación principal del sistema, es diartrodia - enartrodia (esferoidal-cabeza y cavidad en forma de esfera, que permite la mayor movilidad) y responde a tres grados de libertad de movimientos; además de poseer un ilimitado número de proyecciones o expresiones de movimientos.

Las superficies articulares que se ponen en relación corresponden a las epífisis proximal ó superior del hueso húmero y la cavidad glenoidea de la escápula en su ángulo superior externo. La cabeza del húmero es esférica y su radio se corresponde con un esferoide de 60 mm de diámetro, está separada por el resto de la epífisis por el cuello anatómico. La angulación del esferoide articular con el eje difisiario promedio es de 135° a 140° . El plano de la orientación del cuello con la horizontal, se corresponde con un ángulo de 45° (Ver gráfico 4).

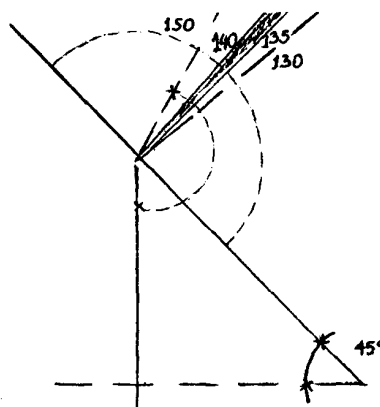


Gráfico 4. Proyección del cuello anatómico. Tomado de: Hernández Corvo, R (1987) Morfología Funcional Deportiva, Cuba, pp. 199.

Según Hernández (1987), las posibilidades funcionales de los miembros superiores son ampliadas por las capacidades rotatorias y flexoras de tronco. (Ver gráfico 5).

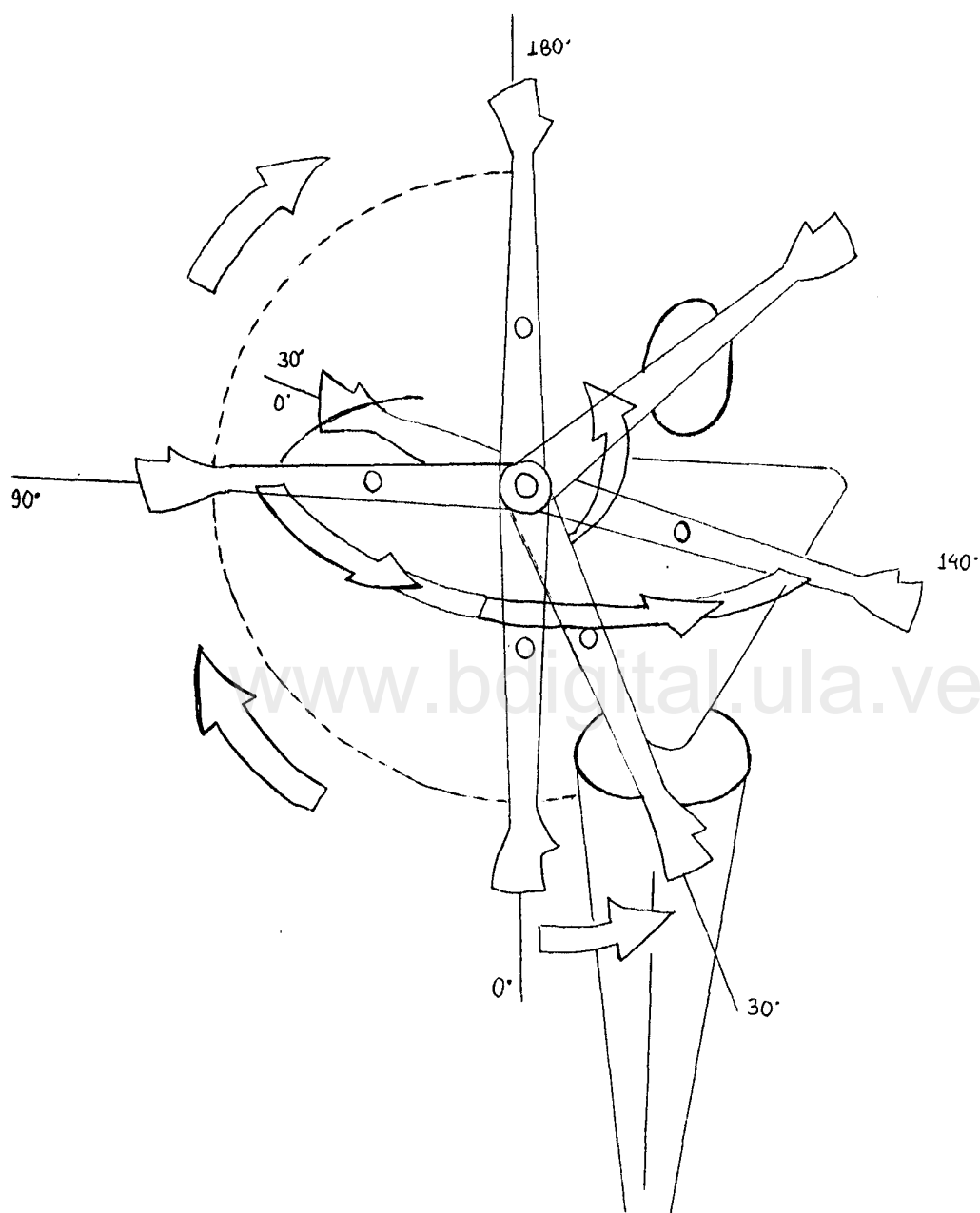


Gráfico 5. Posibilidades funcionales de los miembros superiores. Tomado de: Hernández Corvo, R. (1987) Morfología funcional deportiva, Cuba, pp. 207.

Ángulo de Proyección del Saque de Tenis.

Adrian y Cooper (1989) mencionan que el saque por encima de la mano y el saque en suspensión inducen a un mejor poder para manejar el saque. Siempre a mejor velocidad de la pelota, son mejores los efectos del servicio. Un jugador mas alto tendrá ventaja en el servicio porque aumenta la velocidad lineal. Aunado a esto, la pelota puede ser golpeada en un ángulo de proyección menor, lo que aumenta el margen de error en el contrario desde la atención y perspectiva. Más aún, se presenta otra ventaja si el servicio se coloca en un área específica de la cancha. Otro factor que influye en el menor ángulo de proyección es la disminución del tiempo de vuelo y un brazo rápido en el golpe.

Adrian y Cooper (1989) también señalan que los jugadores principiantes frecuentemente no pueden generar la fuerza deseada en la extremidad superior para el golpe de velocidad y como resultado proyectan el balón en un ángulo alto, entonces los oponentes tienen más tiempo para colocarse en la mejor posición para recibir el saque. Desde que el servicio es una secuencia de movimientos de golpe, patrones deficientes e inefectivos aparecen frecuentemente como en el caso de impulsos simultáneamente con rotaciones de segmentos que ocurren en el cuerpo.

Cuando se introdujo el servicio por encima de la mano fue para hacer más fácil al jugador el servicio y aprender a darle vueltas a la pelota para hacer posible el mejor efecto y producir más fuerza sobre el balón con este patrón.

Según Adrian y Cooper (1989) señalan que en cualquier estilo es importante golpear con una extensión óptima de la extremidad superior (no completamente extendido) para incrementar la velocidad lineal. De igual manera, la Asociación de Voleibol de Canadá menciona que en virtud de golpear la bola un mínimo de 9 metros sobre 2.24 m. ó 2.43 m., el balón debe ser golpeado arriba para minimizar el arco de la bola (ver gráfico 6). El punto de contacto debe ser en la extensión máxima.

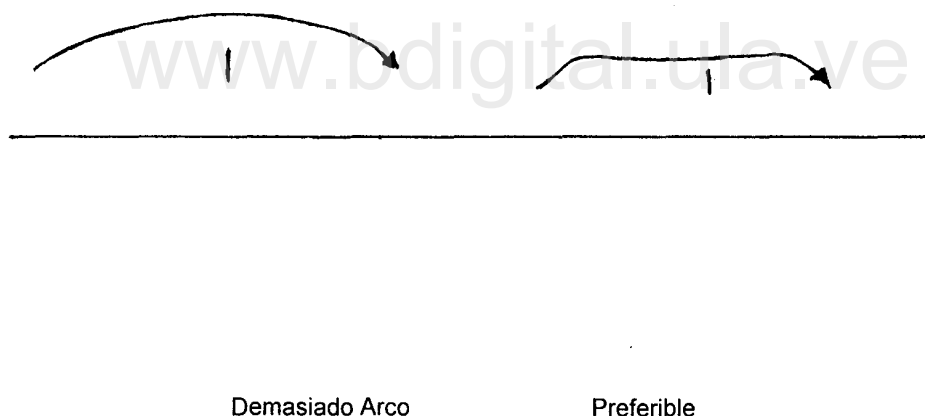


Gráfico 6. Trayectoria o arco del balón. Tomado de: Adrian y Cooper (1989) The Biomechanics of Human Movement, USA.

Variables

1. Definición de las Variables:

De acuerdo al propósito de la investigación se determinaron las siguientes variables:

Variable Dependiente:

- Efectividad (Efectiv): (10) Es cuando un balón, después de haber sido golpeado por el jugador de turno en el saque, cae dentro de las dimensiones de la cancha contraria, logrando un punto en forma automática o cuando es recibido o golpeado por un jugador del equipo contrario.

Variables Independientes:

- Variación del desplazamiento horizontal del centro de gravedad corporal : (CGCDX): (1) Es el cambio neto de posición del centro de gravedad corporal total en el eje horizontal.
- Variación del desplazamiento vertical del centro de gravedad corporal: (CGCDY): (2) Es el cambio neto de posición del centro de gravedad corporal total en el eje vertical.
- Variación del desplazamiento horizontal del centro de gravedad de la mano derecha: (CGMDX): (3) Es el cambio neto de posición del centro de gravedad de la mano derecha en el eje horizontal.

- Variación del desplazamiento vertical del centro de gravedad de la mano derecha: (CGMDY): (4) Es el cambio neto posición del centro de gravedad de la mano derecha en el eje vertical.
- Velocidad horizontal del centro de gravedad de la mano derecha: (CGMVX): (5) Es la relación entre el incremento de la distancia y el tiempo del centro de gravedad de la mano derecha en la horizontal.
- Ángulo de la Mano derecha. (ANGMAD): (6) Es el ángulo formado por el segmento mano y el segmento antebrazo, tomando como eje la articulación de la muñeca.
- Ángulo del codo derecho (ANGCO): (7) Es el ángulo formado por el segmento antebrazo y el segmento brazo, tomando como eje la articulación del codo.
- Ángulo brazo derecho - tronco. (ANGBT): (8) Es el ángulo formado por el segmento brazo y el segmento tomando como eje la articulación del hombro.
- Ángulo de Proyección del balón. (ANGPRO): (9) Es el ángulo formado por la línea tangencial de la trayectoria parabólica del balón y la horizontal.

CAPITULO III

METODOLOGÍA



Diseño de Investigación

En este estudio se realizó una investigación de campo descriptiva correlacional y se utilizaron los procedimientos de la videografía para el análisis del movimiento humano, con la finalidad de analizar cuantitativamente las características biomecánicas del saque de tenis del Voleibol, específicamente los ángulos de proyección y de posición, desplazamiento y velocidad del centro de gravedad corporal y segmental, tiempo de ejecución del golpe al balón en función de la efectividad.

www.bdigital.ula.ve

Sujetos

Los sujetos fueron 9 jugadores de la Selección Masculina de Voleibol de la Universidad de Los Andes.

Instrumentos

Los materiales que se utilizaron para la recolección de los datos de este estudio, fueron los siguientes:

- Una cámara de video marca Panasonic, tipo SVHS AG456-U, con una velocidad de 60 imágenes por segundo, para filmar la destreza.
- Un VCR Panasonic SVHS AG1730, para congelar las imágenes.
- Un VHS marca Samsung, para grabar las imágenes congeladas.
- Una cinta de SVHS para grabar la destreza y dos cintas de VHS para las imágenes congeladas.
- Un TV de 21" marca Toshiba para la proyección de imagen por imagen.
- Un nivel de 2 mts de largo para calcular la escala de filmación.
- Una computadora Pentium para realizar los cálculos.

Validez y Confiabilidad: Estos instrumentos son válidos y confiables porque poseen características tecnológicas de medición precisa que se han verificado en otros estudios realizados por el Laboratorio de Biomecánica del Departamento de Educación Física de la Universidad de Los Andes.

Procedimientos de la Investigación

El trabajo se desarrolló como se describe a continuación:

Etapas

Etapas I: Pre-Fílmica

1. Búsqueda y selección de la muestra: Selección Masculina de Voleibol de la Universidad de Los Andes.

2. Búsqueda y selección del sitio de filmación: El sitio escogido fue el Gimnasio cubierto de La Hechicera de la Universidad de los Andes.

3. Recolección de los datos personales de los sujetos seleccionados:

Nombre, apellidos, edad, talla, peso, alcance de brazos, experiencia en el equipo.

Sujeto A: Euclides Barreto, 23 años, estatura 1.82 mts., peso 66,800 Kgs., alcance de brazos 2.37 mts., 5 años de experiencia.

Sujeto B: Luis Contreras, 17 años, estatura 1.81 mts., peso 70,500 Kgs., alcance de brazos 2.41 mts., 4 meses de experiencia.

Sujeto C: René Vielma, 17 años, estatura 1.83 mts., peso 68,800 Kgs., alcance de brazos 2.38 mts., 10 meses de experiencia.

Sujeto D: Johan Saenz, 17 años, estatura 1.84 mts., peso 83,700 Kgs., alcance de brazos 2.38 mts., 3 meses de experiencia.

Sujeto E: Saúl Tami, 21 años, estatura 1.92 mts., peso 79,400 Kgs., alcance de brazos 2.57 mts., 1 año de experiencia.

Sujeto F: Jesús Flores, 24 años, estatura 1.84 mts., peso 59,300 Kgs., alcance de brazos 2.40 mts., 5 años de experiencia.

Sujeto G: Robert Mendoza, 21 años, estatura 1.85 mts., peso 75,000 Kgs., alcance de brazos 2.43 mts., 1 año de experiencia.

Sujeto H: Henry García, 22 años, estatura 1.83 mts., peso 76,100 Kgs., alcance de brazos 2.36 mts., 1 año de experiencia.

Sujeto I: Franklin Moreno, 23 años, estatura 1.83 mts., peso 76,600 Kgs., alcance de brazos 2.39 mts., 5 años de experiencia.

4. Recolección de los datos de la cámara: Se utilizó una cámara de video marca Panasonic tipo SVHS AG456-U con una velocidad de 60 imágenes por segundo colocada sobre un trípode y en línea perpendicular a la zona de ejecución.

5. Datos ambientales de filmación: Gimnasio cubierto, superficie: madera, condiciones de luz: artificiales-regulares, temperatura: 9 °C.

Etapla II: Fílmica

1. Realización de la filmación: Ejecución de la destreza deportiva para determinar las estructuras de movimiento. Fecha de ejecución: 29-02-1996. Cada sujeto realizó 2 saques en condiciones reales de juego reglamentario y se tomó en cuenta la efectividad del saque.

Etapla III: Post-Fílmica

1. Organización de los datos: Se procedió a reproducir la cinta de filmación en el VCR, de la cual se seleccionaron las imágenes que incluían la fase de golpe al balón de la destreza y se procedió a congelar dichas imágenes por un tiempo determinado. Posteriormente se proyectó imagen por imagen en el televisor al cual se le colocó previamente una pantalla plana que sirve para fijar la hoja de acetato en el que se marcan los diferentes puntos anatómicos del cuerpo y elaborar los esquemas de postura de los movimientos realizados por los atletas. Se utilizaron 21 puntos anatómicos y 14 segmentos corporales (Ver

cuadro 1 y 2 respectivamente, gráfico 7). Se determinó la escala de trabajo y la velocidad de filmación que fue constante. Posteriormente se buscaron las coordenadas X y Y de cada punto. Una vez medida cada coordenada se anotaron los valores en centímetros en la Tabla de coordenadas, hasta completarse con todos los puntos. Estos fueron introducidos en la computadora para realizar cálculos utilizando el programa ABIOMO (Análisis Biomecánico del Movimiento Humano), el cual arrojó los resultados de desplazamiento y velocidad del centro de gravedad corporal y del miembro superior derecho así como los resultados de ángulos de posición de los segmentos corporales y del ángulo de proyección del balón.

2. Análisis e interpretación de los resultados.
3. Elaboración del informe final de la investigación.

Cuadro 1Puntos Anatómicos para la estimación de las variables.

Nº	Descripción
1	Punta dedos pie derecho
2	Talón derecho
3	Eje tobillo derecho
4	Eje rodilla derecha
5	Eje cadera derecha
11	Punto medio entre los ejes de cadera derecha e izquierda
6	Eje cadera izquierda
7	Eje rodilla izquierda
8	Eje tobillo izquierdo
9	Talón izquierdo
10	Punta dedos pie izquierdo
12	Vertex
13	Séptima vértebra cervical
14	Extremo dedo medio mano derecha
15	Eje muñeca derecha
16	Eje codo derecho
17	Eje hombro derecho
18	Eje hombro izquierdo
19	Eje codo izquierdo
20	Eje muñeca izquierda
21	Extremo dedo medio mano izquierda

Cuadro 2

Segmentos corporales seleccionados para la estimación del Centro de Gravedad y otras características biomecánicas.

Nº	Segmento Corporal	Punto Proximal	Punto Distal
1	Pie derecho	2	1
2	Pierna derecha	4	3
3	Muslo derecho	5	4
4	Muslo izquierdo	6	7
5	Pierna izquierda	7	8
6	Pie izquierdo	9	10
7	Cabeza y cuello	12	13
8	Tronco	13	11
9	Brazo derecho	14	15
10	Antebrazo derecho	15	16
11	Mano derecha	16	17
12	Brazo izquierdo	18	19
13	Antebrazo izquierdo	19	20
14	Mano izquierda	20	21

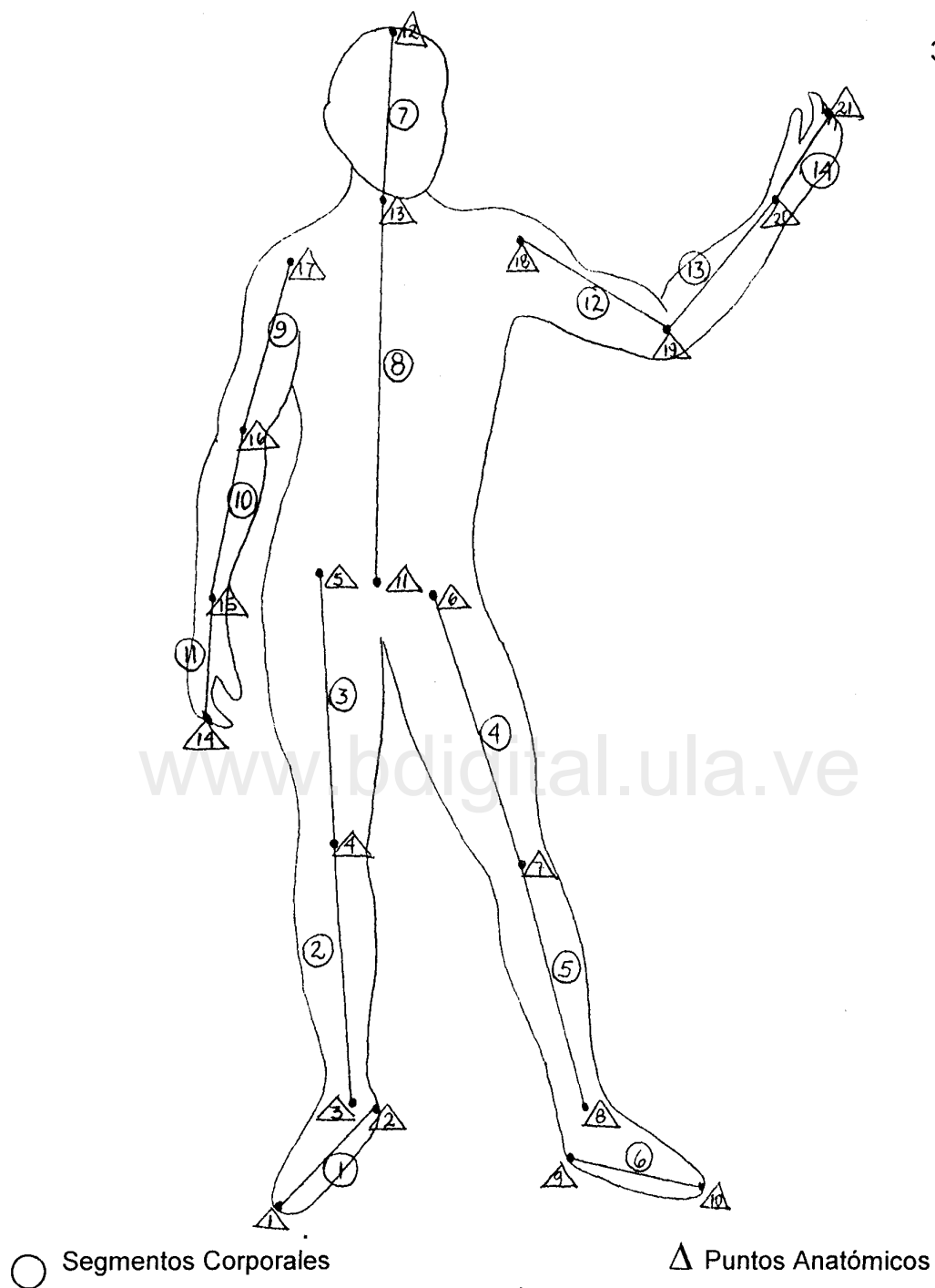


Gráfico 7. Modelo anatómico para la estimación del centro de gravedad y diferentes variables en la ejecución del saque de tenis. Hernández, A (1993).

Análisis de los Datos

De los datos obtenidos se analizaron las siguientes características mecánicas de la fase de contacto o golpe al balón del saque de tenis:

Características Espaciales: Se analizó la variación del desplazamiento para el centro de gravedad corporal total, el centro de gravedad de la extremidad superior derecha y centro de gravedad de la mano derecha, desde el fotograma 1 hasta el último fotograma para cada sujeto en sus dos ejecuciones y se utilizó el valor promedio para la variación en el eje horizontal (ΔX), en el eje vertical (ΔY) y el desplazamiento resultante (ΔR) se obtuvo por el teorema de Pitágoras.

Características Temporales: Se analizó el tiempo de ejecución del movimiento durante la fase de golpe al balón dado por el número de fotogramas desde el 1 hasta el último fotograma para cada sujeto menos 1 y se multiplicaba por el tiempo entre imagen e imagen.

Características Espacio-temporales: Se analizó la velocidad del centro de gravedad corporal total, centro de gravedad de la extremidad superior derecha y centro de gravedad de la mano derecha, desde el fotograma 1 hasta la máxima velocidad en el eje horizontal (VX), en el eje vertical (VY) y la velocidad resultante (VR) para la fase de golpe o contacto al balón.

Características Estáticas: Se analizó el ángulo de posición de la mano derecha, del codo derecho, del brazo derecho-tronco y de la rodilla izquierda en el último fotograma para cada sujeto en la fase de golpe al balón. De igual forma también se analizó el ángulo de proyección del golpe al balón.

Efectividad: Según la estadística del saque o servicio dentro de un partido, se consideraron 3 formas al ejecutar el movimiento: 1. As: si el servicio efectuado cae directamente sobre el campo contrario sin poder recibirlo. Se considera efectivo y en situación de juego es punto directo. 2. En juego: si el servicio efectuado está dentro de los límites del campo contrario y es recibido por un jugador contrario. Se considera efectivo. 3. Malla o Fuera: si el servicio efectuado pega en la malla o cae fuera de los límites del campo contrario. No se considera efectivo.

Para realizar el análisis descriptivo las variables estadísticas que se utilizaron fueron las siguientes:

1. Valor Menor, Valor Mayor, Media y Desviación Típica para resumir los datos y realizar las comparaciones de los resultados.

2. Coeficiente de Correlación y Regresión Múltiple para indicar el grado de relación existente entre las características o la variación de una característica cuando otra cambia. (Para los análisis estadísticos se utilizó el Programa de Computación: Dbase/Dbstats).

CAPITULO IV

ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS

El presente capítulo está orientado a señalar en forma específica el análisis de los resultados obtenidos una vez realizados los cálculos para obtener las características biomecánicas a partir de los datos obtenidos de la videografía del saque de tenis en voleibol de la selección masculina de la Universidad de Los Andes.

Aunque la bibliografía no reporta un análisis cuantitativo de la destreza se toma en cuenta el análisis de la técnica deportiva del saque de tenis.

A continuación se señalan los resultados de las características espaciales, temporales, espacio-temporales y estáticas de los movimientos realizados por los atletas en la fase de contacto o golpe al balón del saque de tenis.

Características Espaciales:

Las características espaciales, en su totalidad, determinan la forma espacial de los movimientos del hombre. Todas las características espaciales, en su conjunto, determinan el comienzo y el final del movimiento, así como su forma en el espacio (Donskoi,1971). Para ésta investigación se analizó dentro de las características espaciales la variación del desplazamiento en el centro

de gravedad corporal total, centro de gravedad de la extremidad superior derecha y centro de gravedad de la mano derecha.

Variación del desplazamiento del centro de gravedad corporal total:

Como se observa en el Cuadro 3, la media del desplazamiento horizontal es 0.13 ± 0.04 mts. El sujeto C es quien mayor desplazamiento posee con 0.20 muy lejos de la media y quien menor desplazamiento posee es B con 0.08 mts. La media del desplazamiento vertical es 0.05 ± 0.01 mts. El sujeto G es quien mayor desplazamiento posee en este eje, aunque esto no indica que sea el sujeto que golpea a mayor altura y el que menor desplazamiento vertical posee es el sujeto H.

Comparando los resultados con el trabajo de González (1995), se puede observar que la media del desplazamiento horizontal para este estudio es 0.13 ± 0.04 mts. y no coincide con la media del citado estudio de 0.09 ± 0.01 mts. donde los sujetos obtuvieron menor desplazamiento horizontal. Mientras que para el desplazamiento vertical los valores de las medias si coinciden siendo la media de este estudio 0.05 ± 0.01 mts. y la media reseñada por González de González (1995) 0.05 ± 0.02 mts.

Durante la ejecución del saque de tenis el centro de gravedad del eje Y, debe elevarse al máximo para poder obtener un mejor ángulo de proyección de la pelota, es decir, el golpe sea lo mas alto posible de la superficie del piso, tal como es mencionado en el análisis técnico referido en la bibliografía por Neville

(1990). Si se poseen jugadores de alta estatura, el obstáculo de la red (2.43 m.) va a ser menor en cuanto al ángulo de proyección y la trayectoria de la pelota. En cuanto a su arco parabólico será también menor y representará una mayor dificultad para el equipo contrario recibir el balón de esta forma.

Es importante señalar en este estudio que si el centro de gravedad corporal total posee gran desplazamiento horizontal, bien sea hacia adelante o hacia atrás, dicho desplazamiento va a influir en la altura del golpe.

Cuadro 3

Variación del desplazamiento del centro de gravedad corporal total

SUJETO	ΔX	ΔY	ΔR
A	0.13	0.05	0.14
B	0.08	0.06	0.10
C	0.20	0.05	0.21
D	0.14	0.05	0.15
E	0.13	0.05	0.14
F	0.09	0.06	0.11
G	0.19	0.07	0.21
H	0.09	0.03	0.09
I	0.14	0.04	0.15
Valor Menor	0.08	0.03	0.09
Valor Mayor	0.20	0.07	0.21
Rango	0.12	0.04	0.12
Media	0.13	0.05	0.14
Desv. Típica	0.04	0.01	0.04

* Desplazamiento dado en mts.

Variación del desplazamiento del centro de gravedad de la extremidad superior derecha:

En el cuadro 4 se observa que la media del desplazamiento horizontal es 0.63 ± 0.08 mts. El que mayor desplazamiento posee es el sujeto G con 0.79 y el que menor posee es el sujeto D con 0.69 mts.. Según Vargas (1976) la trayectoria del balón debe ser horizontal por lo que debe ser mayor el desplazamiento horizontal como se observa en las medias. La media del desplazamiento vertical es 0.42 ± 0.10 mts. El sujeto que mayor desplazamiento realiza es D con 0.61 y el que menor posee es el sujeto B con 0.27 mts.

Cuadro 4

Variación del desplazamiento del centro de gravedad de la extremidad superior derecha.

SUJETO	ΔX	ΔY	ΔR
A	0.62	0.32	0.70
B	0.62	0.27	0.68
C	0.70	0.44	0.83
D	0.53	0.61	0.81
E	0.55	0.40	0.68
F	0.60	0.41	0.53
G	0.79	0.43	0.90
H	0.59	0.43	0.73
I	0.71	0.48	0.73
Valor Menor	0.53	0.27	0.53
Valor Mayor	0.79	0.61	0.90
Rango	0.26	0.34	0.37
Media	0.63	0.42	0.73
Desv. Típica	0.08	0.10	0.11

* Desplazamiento dado en mts.

El centro de gravedad de la extremidad superior derecha debe poseer la mayor movilidad en la ejecución del saque de tenis, debido a que se debe salvar

el obstáculo red, la variación del desplazamiento en dicho grupo de segmentos debe describirse de atrás hacia adelante en el eje X mientras que para el eje Y debe alcanzar la máxima altura posible, según Neville (1990) en el análisis técnico del saque.

Variación del desplazamiento del centro de gravedad de la mano derecha.

En el cuadro 5 se observa que la media del desplazamiento horizontal es 0.68 ± 0.09 mts. El sujeto que mayor desplazamiento posee es G con 0.86 y se encuentra bastante disperso de la media y el sujeto que menor desplazamiento posee es D con 0.56 mts. La media del desplazamiento vertical es 0.59 ± 0.10 mts. El sujeto que mayor eleva el centro de gravedad es D con 0.79 y el que menor lo eleva es A con 0.42 mts. En la resultante del desplazamiento la media es 0.88 ± 0.09 mts., el que mejor la posee es el sujeto G con 1.01 y la de menor resultante es el sujeto A con 0.73.

En la fase de golpe del saque de tenis es necesario que el centro de gravedad del segmento mano de la extremidad que golpea se encuentre lo mas elevado posible lo cual se logra como lo menciona la bibliografía gracias a la extensión máxima de las articulaciones involucradas de la extremidad superior, tronco y extremidades inferiores. De igual forma se requiere de un buen desplazamiento lineal en función de la velocidad que se quiere adquirir para el golpe.

Cuadro 5

Variación del desplazamiento del centro de gravedad de la mano derecha.

SUJETO	ΔX	ΔY	ΔR
A	0.60	0.42	0.73
B	0.73	0.51	0.89
C	0.66	0.63	0.91
D	0.56	0.79	0.94
E	0.68	0.57	0.79
F	0.59	0.58	0.81
G	0.86	0.53	1.01
H	0.69	0.59	0.82
I	0.73	0.66	0.98
Valor Menor	0.56	0.42	0.73
Valor Mayor	0.86	0.79	1.01
Rango	0.30	0.37	0.28
Media	0.68	0.59	0.88
Desv. Típica	0.09	0.1	0.09

* Desplazamiento dado en mts.

Características temporales:

Las características temporales, conjuntamente con las espacio-temporales, determinan el carácter de los movimientos humanos. (Donskoi, 1971). Para este estudio se determinó el tiempo de ejecución de la fase de golpe para cada sujeto, es decir, la duración del movimiento del fotograma 1 hasta el último.

Tiempo de ejecución de la fase de golpe al balón:

En el cuadro 6 se observa la duración de la fase de golpe al balón. La media del tiempo del grupo para la ejecución 1 es 2.19 ± 0.10 seg. y para la

ejecución 2 es igual a la primera de 2.19 seg., pero con desviación típica de $\pm$ 0.13 seg.

Cuadro 6

Tiempo de ejecución de la fase de golpe al balón.

SUJETO	EJECUCION 1	EJECUCIÓN 2
A	2.33	2.50
B	2.17	2.17
C	2.33	2.17
D	2.17	2.17
E	2.17	2.17
F	2.17	2.17
G	2.17	2.17
H	2.00	2.00
I	2.17	2.17
Valor Menor	2.00	2.00
Valor Mayor	2.33	2.50
Rango	0.33	0.50
Media	2.19	2.19
Desv. Típica	0.10	0.13

* Desplazamiento dado en seg.

Si se compara el tiempo de ejecución de esta fase con el desplazamiento del centro de gravedad de la mano que golpea se puede deducir que el sujeto que menor tiempo tarde en ejecutar la fase con un mayor desplazamiento estará aplicando una mayor fuerza para el momento del golpe lo que se traduce en una mayor velocidad final de la pelota que a su vez representa mayor dificultad para el equipo contrario, la recepción de éste servicio a altas velocidades.

Características Espacio-temporales:

Las características espacio-temporales determinan la variación de la situación y del movimiento del hombre en el tiempo (Donskoi, 1971).

Velocidad del centro de gravedad corporal total:

Para poder analizar el cuadro 7 se hace necesario retomar la variación del desplazamiento. La teoría de la mecánica clásica señala que la velocidad y el desplazamiento son directamente proporcionales, lo que traduce que quien mayor desplazamiento (limitado en este caso) del centro de gravedad posea, es quien mayor velocidad debe tener. El sujeto H es quien menor variación del desplazamiento acusa y es quien menor velocidad resultante obtuvo con 0.984 m/seg para la ejecución 1 y el segundo en menor velocidad en la ejecución 2 con 1.333. La media de la velocidad horizontal es 1.670 ± 0.489 m/seg., para la velocidad vertical es -0.049 ± 0.688 m/seg. y para la velocidad resultante es 1.810 ± 0.408 m/seg. Para la ejecución 1 y para la ejecución 2 la media de la velocidad horizontal es 1.050 ± 0.705 m/seg., de la velocidad vertical es -0.066 ± 1.089 m/seg. y de la velocidad resultante es 1.581 ± 0.431 m/seg.

Según Adrian y Cooper (1989), el saque es un movimiento de velocidad horizontal cuya velocidad en el eje X debe ser mayor tal y como se observa en las medias del cuadro 7.

Cuadro 7Velocidad del centro de gravedad corporal total.

SUJETO	EJECUCIÓN 1			EJECUCIÓN 2		
	VX	VY	VR	VX	VY	VR
A	2.086	0.775	2.225	-0.059	-2.279	2.280
B	1.403	0.210	1.419	1.850	-0.140	1.856
C	2.037	0.772	2.178	1.352	-0.172	1.369
D	1.055	-1.259	1.642	1.480	0.183	1.492
E	1.757	-0.474	1.820	2.165	-0.379	2.198
F	1.859	0.155	1.865	0.044	1.060	1.060
G	1.965	0.415	2.009	0.865	0.858	1.218
H	0.758	-0.634	0.984	0.972	-0.912	1.333
I	2.113	-0.398	2.150	0.777	1.188	1.420
Valor Menor	0.758	-1.259	0.984	-0.059	-2.279	1.060
Valor Mayor	2.113	0.775	2.225	2.165	1.188	2.280
Rango	1.355	2.034	1.241	2.224	3.397	1.220
Media	1.670	-0.049	1.810	1.050	-0.066	1.581
Desv. Típica	0.489	0.688	0.408	0.705	1.089	0.431

Velocidad dada en m/seg.

Velocidad de los desplazamientos del centro de gravedad de la extremidad superior derecha.

Debido a que el cuerpo humano está compuesto por un conjunto de uniones biocinemáticas, dependiendo de la estructura de la articulación se poseen determinados grados de movilidad. La articulación de la extremidad superior no escapa a esta regla estructural por lo que se hace necesario para

poder alcanzar grandes velocidades, aumentar el desplazamiento en un menor tiempo; esto debe influir en el golpe del saque de tenis, dando una mayor velocidad de la pelota que acompañado de una perfecta ejecución de la destreza, propiciará buenos resultados. De igual forma como lo mencionan Adrian y Cooper (1989), hay que golpear a una extensión óptima (no completamente extendido) para incrementar la velocidad lineal horizontal que se necesita. Cuando se observan los datos en el cuadro 8 se nota que con respecto a la media de la velocidad resultante del grupo en la primera ejecución 7.545 ± 0.9 m/seg. y segunda ejecución 7.101 ± 0.8 m/seg., el sujeto A alcanza una velocidad máxima de 8.652 m/seg siendo el mejor. Pero en la segunda ejecución, este sujeto obtiene 5.697 m/seg, siendo, la ejecución más deficiente, por el contrario, esto indica en que en diferentes ejecuciones éste individuo no realiza el movimiento con la misma velocidad. Mientras el sujeto I en la primera ejecución es uno de los mejores por encima de la media y en la segunda ejecución es el mejor con un valor de 8.322 m/seg. El sujeto que tienda a estar por encima de la media es quien obtendrá mejores velocidades.

Cuadro 8Velocidad del centro de gravedad de la extremidad superior derecha.

SUJETO	EJECUCIÓN 1			EJECUCIÓN 2		
	VX	VY	VR	VX	VY	VR
A	8.435	1.927	8.652	4.059	3.997	5.697
B	6.238	0.869	6.298	7.021	1.546	7.190
C	4.053	5.133	6.541	7.297	3.274	7.998
D	5.444	4.082	6.805	4.190	5.186	6.667
E	5.234	6.444	8.302	3.751	5.695	6.820
F	7.218	3.505	8.024	4.999	5.433	7.383
G	8.227	1.492	8.361	6.736	3.317	7.508
H	5.691	3.618	6.744	5.232	3.555	6.325
I	8.077	1.255	8.174	7.335	3.931	8.322
Valor Menor	4.053	0.869	6.298	3.751	1.546	5.697
Valor Mayor	8.435	6.444	8.652	7.335	5.695	8.322
Rango	4.382	5.575	2.354	3.584	4.149	2.625
Media	6.513	3.147	7.545	5.624	3.993	7.101
Desv. Típica	1.547	1.905	0.925	1.478	1.301	0.820

* Velocidad dada en m/seg.

Velocidad de los desplazamientos del centro de gravedad de la mano derecha

Al observar los datos del cuadro 9 se encuentra para la ejecución 1 que el sujeto que mayor velocidad horizontal tiene es G siendo el que también tenía mayor desplazamiento del centro de gravedad de la mano derecha, por lo que se cumple el principio mecánico de a mayor desplazamiento mayor velocidad y es el sujeto G quien posee mayor velocidad resultante del centro de gravedad de

la mano siendo esta de 17.707 m/seg y situándose por encima de la media que es 15.678 ± 1.376 m/seg. Sin embargo, esa ejecución en efectividad es dejada en la malla, por lo que el de mayor velocidad resultante y efectividad posee es el sujeto C con 17.052 ± 1.376 m/seg. En la segunda ejecución el sujeto F es el primero con un valor de 16.586 m/seg de una media de 15.599 ± 1.534 m/seg.

En el cuadro 9 también se observa para las medias de las velocidades, que en la primera ejecución se alcanza un alta velocidad horizontal tal como es objetivo del saque de tenis, (en el eje horizontal el movimiento es de atrás hacia adelante) el incrementar la velocidad lineal horizontal por encima de la velocidad vertical, (en el eje vertical el movimiento es de abajo hacia arriba) al igual que se observa para la segunda ejecución, aun cuando difieren un poco en las medias buscando velocidad de proyección ya que las medias resultantes están bastante homogéneas.

En el saque o servicio uno de los objetivos fundamentales es tratar que el equipo contrario tenga mayor dificultad en recibir el servicio y esto se logra cuando se alcanzan grandes velocidades de la pelota. Para conseguir que el balón obtenga una gran velocidad después del golpe es necesario que el desplazamiento del centro de gravedad de la mano posea una gran velocidad para que en el momento del golpe pueda transferirse al balón.

Cuadro 9Velocidad del centro de gravedad de la mano derecha.

SUJETO	EJECUCIÓN 1			EJECUCIÓN 2		
	VX	VY	VR	VX	VY	VR
A	11.970	6.195	13.478	9.496	9.896	13.715
B	14.464	6.594	15.896	14.454	7.421	16.248
C	14.561	8.874	17.052	14.571	10.095	17.727
D	11.010	8.570	13.952	10.194	8.560	13.311
E	10.204	11.482	15.361	6.152	15.138	16.340
F	12.808	10.733	16.711	15.701	5.347	16.586
G	16.304	6.907	17.707	13.027	10.174	16.529
H	14.257	5.697	15.353	10.607	8.954	13.881
I	13.047	8.541	15.594	9.377	13.027	16.051
Valor Menor	10.204	5.697	13.478	6.152	5.347	13.311
Valor Mayor	16.204	11.482	17.707	15.701	15.138	17.727
Rango	6.100	5.785	4.229	9.549	9.791	4.416
Media	13.181	8.177	15.678	11.509	9.846	15.599
Desv. Típica	1.926	2.013	1.376	3.173	2.891	1.534

* Velocidad dada en m/seg.

Características Estáticas:

Las características estáticas que se analizaron fueron los ángulos de posición de los segmentos corporales y el ángulo de proyección del golpe al balón como resultante de la ejecución del movimiento.

Ángulos de posición: Anteriormente se ha mencionado que por el reglamento de juego existe un obstáculo que hay que vencer que es la red (2.43 mts). Para que un servicio sea efectivo éste debe pasar por encima del borde

superior y entre las antenas colocadas a los lados. En el saque de tenis, el sujeto se encuentra sobre la superficie del suelo y es necesario que al ejecutar el servicio, por el análisis técnico del movimiento, el golpe lo realice lo mas alto para que la trayectoria describa lo menos posible una parábola o arco.

Aún cuando la bibliografía no reporta datos cuantitativos, el análisis técnico se refiere a que la articulación del codo y muñeca derecha deben estar lo más extendido posible. Así mismo, la rodilla izquierda (posición de saque de sujetos que golpean con su mano derecha) asume en esas articulaciones ángulos cercanos a 180°.

Cuando se observa el cuadro 10, encontramos que la media del grupo para el ángulo para la mano derecha en la primera ejecución es 169.94 ± 6.22 grados y para la segunda ejecución es 157.99 ± 10.89 por lo que difieren un poco. Se observa que 5 sujetos alcanzan valores mayores de 170 grados para la ejecución 1 mientras que para la ejecución 2 están muy por debajo.

Para la articulación del codo derecho las medias de las dos ejecuciones están casi homogéneas 160.13 ± 15.05 y 163.01 ± 12.46 grados. El sujeto H logra la extensión total de la articulación del codo con 180 grados.

Para el ángulo formado entre el brazo derecho y el tronco las medias se encuentran casi homogéneas siendo 155.46 ± 17.34 y 158.09 ± 12.14 grados.

En cuanto a la articulación de la rodilla que también debe encontrarse totalmente extendida para alcanzar altura vertical las medias están homogéneas 168.97 ± 6.59 para la ejecución 1 y para la ejecución 2 es 167.44 ± 7.44

grados, aún cuando se nota que tienden a alcanzar cerca de 170 y no 180 grados.

Se nota en los datos de los ángulos obtenidos por los sujetos objetos de este estudio, en la mayoría de los atletas que no alcanzan ángulos muy cercanos a 180°, es decir, que existen variaciones de los ángulos en cada sujeto, ya que si una de las articulaciones se encuentra cerca de 180 grados, las otras articulaciones involucradas en la acción ni siquiera se acercan a 180 grados, por lo que se observa una gran variabilidad.

Cuadro 10

Ángulos de posición.

SUJETO	MANO		CODO		BRAZO DER.		RODILLA	
	DERECHA		DERECHO		TRONCO		IZQUIERDA	
	EJ.1	EJ.2	EJ.1	EJ.2	EJ.1	EJ.2	EJ.1	EJ.2
A	179.28	172.87	150.47	162.68	165.70	160.32	156.31	155.40
B	169.34	159.92	160.36	160.04	160.24	163.16	170.91	160.90
C	160.62	136.23	177.36	141.73	169.65	166.26	170.49	161.32
D	164.17	158.47	168.87	168.31	165.87	160.94	176.99	171.80
E	174.53	173.27	167.66	173.61	163.91	165.50	170.60	175.83
F	163.07	159.16	169.17	164.52	154.90	160.85	170.98	175.27
G	171.42	160.42	132.84	146.05	114.89	126.87	164.42	162.51
H	175.16	147.64	172.28	180.00	162.62	163.50	163.43	172.84
I	171.87	153.96	142.59	170.80	141.40	155.44	176.63	171.10
Valor Menor	160.62	136.23	132.84	141.73	114.89	126.87	156.31	155.40
Valor Mayor	179.28	173.27	177.36	180.00	169.65	166.26	176.99	175.83
Rango	18.66	37.04	44.52	38.27	54.76	39.39	20.68	20.43
Media	169.94	157.99	160.13	163.01	155.46	158.09	168.97	167.44
Desv. Típica	6.22	10.89	15.05	12.46	17.34	12.14	6.59	7.44

Ángulos dados en grados.

En el gráfico 8 se observan las medias de los ángulos de los segmentos corporales involucrados en el saque de tenis. En este caso se ratifica lo mencionado anteriormente, es decir, cuando la articulación de la mano derecha y la rodilla izquierda poseen una flexión cerca de 170° , en la articulación del codo derecho que debiera también alcanzar este valor no sucede.

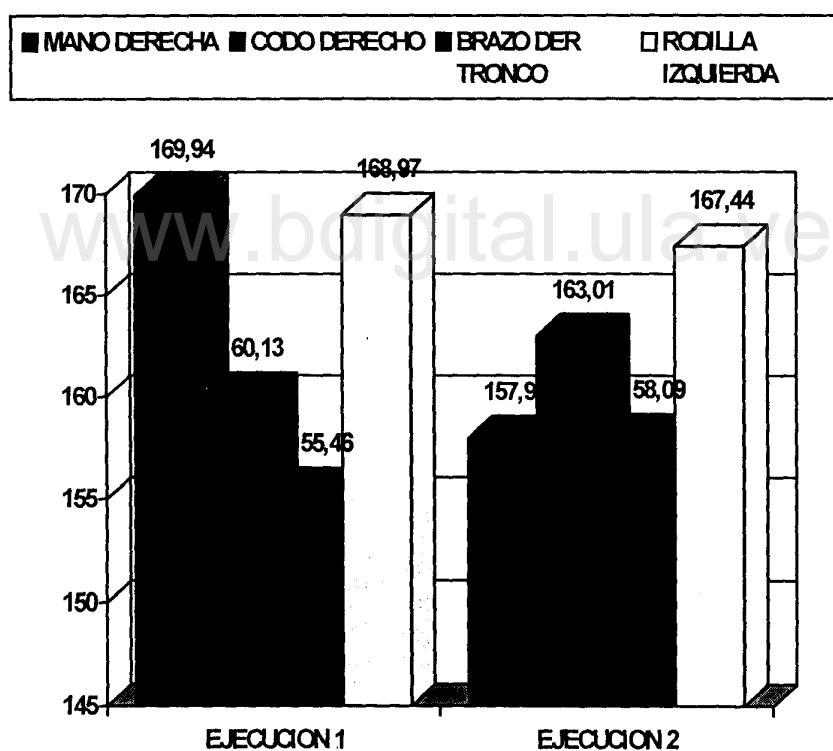


GRÁFICO 15. Ángulos de posición

Ángulo de proyección:

Al estudiar el ángulo de proyección del saque de tenis se hace necesario saber cual sería el ángulo adecuado para golpear la pelota para que sea efectiva y tenga la misma un mayor grado de dificultad en su recepción. El ángulo de proyección se encuentra relacionado con la estatura y el alcance de brazos del sujeto. Mientras la pelota se esté golpeando con un ángulo de proyección de la mano cerca de 0° la trayectoria del balón será menos pronunciada buscándose una parábola mas horizontal; aunada a una gran altura del golpe y a una gran velocidad, el saque representará entonces un mayor grado de dificultad. En el cuadro 11 se observa que unos sujetos realizan cada ejecución con un valor casi igual en grados de ángulo de proyección, mientras que otros sujetos presentan grandes diferencias en los valores de la proyección por golpear con ángulos muy diferentes.

Adrian y Cooper (1989), señalan que un jugador mas alto tendrá una ventaja en el servicio porque puede golpear en un ángulo de proyección menor, aumentar la velocidad lineal y disminuir el tiempo de vuelo. En el cuadro 11 y 12 se observa que el jugador mas alto no es el que golpea mas horizontal, tiene un golpe de 6.34° , pero en el otro saque posee un gran ángulo de (17.35°) para una estatura de 1.92 m. y un alcance de brazos de 2.57m. (alcance mayor que la altura de la red). El que mejor ángulo de proyección y efectividad posee en las dos ejecuciones es el sujeto I que tiene una estatura de 1.83 mts. y se encuentra por debajo de la media del grupo, pero se nota que en los ángulos de

posición de segmentos corporales es uno de los sujetos que mayor tiende a buscar altura extendiendo las articulaciones involucradas.

Cuadro 11

Ángulo de proyección del balón.

SUJETO	EJECUCIÓN 1	EJECUCIÓN 2
A	16.39	3.37
B	8.97	6.34
C	3.01	33.69
D	12.99	4.76
E	6.34	17.35
F	18.44	11.31
G	11.89	10.62
H	0	7.12
I	3.81	0
Valor Menor	0	0
Valor Mayor	18.44	33.69
Rango	18.44	33.69
Media	9.09	10.51
Desv. Típica	5.68	9.88

El gráfico 9 muestra los ángulos de proyección de cada sujeto en cada ejecución con una media de 9.09 ± 5.68 para la primera ejecución y una media de 10.51 ± 9.88 para la segunda ejecución, existiendo un rango de 18.44 grados y 33 grados respectivamente, lo que demuestra una gran variabilidad en los sujetos así como también que no están cercanos a 0°.

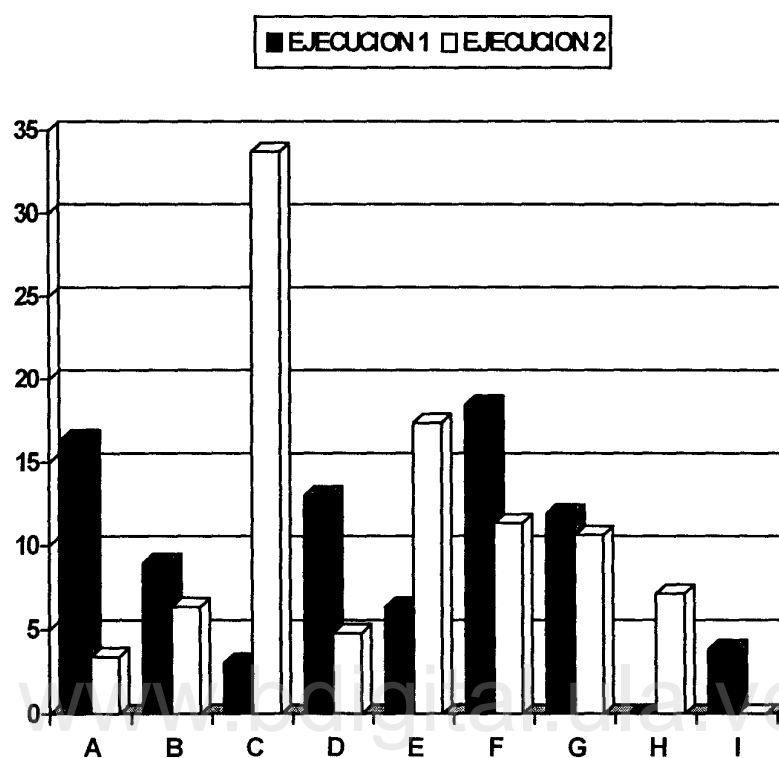


Gráfico 9. Ángulo de Proyección.

Variables antropométricas y efectividad.

En el cuadro 12 se observa la estatura promedio del equipo con 1.84 mts y una media de alcance de brazos de 2.41 mts. Esto indica que con la elevación total de los centros de gravedad analizados podrían estar golpeando con un ángulo de proyección cerca de 0°.

La muestra estudiada posee homogeneidad en su estatura y existe relación directa entre el alcance de brazos y la estatura.

Cuadro 12
Variables Antropométricas y Efectividad

SUJETO	ESTATURA	ALCANCE DE BRAZOS	EFECTIVIDAD	
			EJECUCIÓN 1	EJECUCIÓN 2
A	1.82	2.37	EN JUEGO	EN JUEGO
B	1.81	2.41	EN JUEGO	EN JUEGO
C	1.83	2.38	EN JUEGO	MALLA
D	1.84	2.38	EN JUEGO	EN JUEGO
E	1.92	2.57	EN JUEGO	EN JUEGO
F	1.84	2.40	EN JUEGO	EN JUEGO
G	1.85	2.43	MALLA	EN JUEGO
H	1.83	2.36	EN JUEGO	EN JUEGO
I	1.83	2.39	EN JUEGO	EN JUEGO
Valor Menor	1.81	2.36		
Valor Mayor	1.92	2.57		
Rango	0.11	0.21		
Media	1.84	2.41		
Desv. Típica	0.03	0.06		

Análisis de Correlación Simple:

Cuadro 13

Matriz de las correlaciones simples existentes entre la variable dependiente efectividad y las variables independientes

VARIABLE	CGCDX	CGCDY	CGMDX	CGMDY	CGMVX	ANGMA	ANGCO	ANGBT	ANGPR	EFFECTI
CGCDX	1.0000	0.2473	0.3051	0.1814	0.2585	-0.2402	-0.2702	-0.3371	-0.1290	0.5115
CGCDY		1.0000	0.2958	0.2958	0.2959	-0.2909	-0.3706	-0.4771	0.6498	0.6071
CGMDX			1.0000	-0.2863	0.7072	0.2498	-0.6416	0.7891	-0.3531	0.7481
CGMDY				1.0000	-0.2566	-0.5909	0.3446	0.1262	-0.2429	-0.2052
CGMVX					1.0000	-0.1414	-0.3377	-0.5668	-0.2209	0.6093
ANGMA						1.0000	0.4574	-0.1238	-0.0890	0.0893
ANGCO							1.0000	0.8301*	-0.2296	-0.6799
ANGBT								1.0000	-0.1193	-0.9303**
ANGPR									1.0000	0.8650*
EFFECTI										1.0000

* P < 0.01, ** P < 0.001

NOTA: CGCDX: Variación del Desplazamiento del Centro de Gravedad Corporal en X, CGCDY: Variación del Desplazamiento del Centro de Gravedad Corporal en Y, CGMDX: Variación del Desplazamiento de la mano derecha en X, CGMDY: Variación del Desplazamiento de la mano derecha en Y, CGMVX: Velocidad del Centro de Gravedad mano derecha en X, ANGMA: Ángulo de la mano derecha, ANGCO: Ángulo del codo derecho, ANGBT: Ángulo del brazo -derecho - tronco, ANGPR: Ángulo de Proyección, EFFECTI.: Efectividad.

El cuadro 13 muestra la matriz de correlación entre las variables para establecer que nivel de significancia poseen y cuál es su relación lineal.

Se observa que existe una relación estadísticamente significativa ($r = -0.9303$), a un nivel de probabilidad de 0.001 entre la variable Efectividad y la variable Ángulo Brazo derecho-Tronco. La relación que presentan estas variables es muy alta negativa por lo que es inversamente proporcional, es decir, que a menor ángulo de posición del brazo derecho-tronco mayor efectividad y viceversa.

Entre el Ángulo de Proyección y la Efectividad se presenta una correlación significativa positiva ($r = 0.8650$) con un nivel de probabilidad de 0.01 y son directamente proporcionales por lo que se explica que a mejor ángulo de proyección mejor efectividad.

Se encuentra también que existe una correlación significativa entre el Ángulo del Codo y el Ángulo del Brazo derecho Tronco ($r = 0.8301$) con un nivel de probabilidad de 0.01, es una relación alta positiva por lo que a mayor ángulo del codo mayor ángulo del brazo derecho tronco y viceversa.

Las demás variables no presentaron una correlación significativa, pero es de tomar en cuenta que el coeficiente de correlación mide la potencia de las relaciones lineales, por lo cual un valor pequeño no significa que dos variables no estén relacionadas.

Cuadro 14

Regresión múltiple entre la variable dependiente con las variables independientes

Análisis de Regresión Múltiple

Ecuación Nro. 10 Variable Dependiente: Efectividad

R Múltiple 1.0000

R Cuadrado 1.0000

Error Standard 5.1432226E-04

Variable dependiente: EFECTIVIDAD

VARIABLE	B	SE B	BETA	T	SIG T
ANGBT	-0.02045194	4.289E-05	-0.89284	-443.927	0.0000
CGCDX	1.32702	6.9773E-03	0.16864	190.452	0.0000
CGMDX	0.61044	3.50431E-03	0.16729	174.197	0.0000
ANGCO	0.001284069	2.38396E-05	0.04799	53.863	0.0003
CGMDY	0.3868	2.19316E-03	0.01202	17.638	0.0032
(CONSTANTE)	3.54490	6.40910E-03		533.104	0.0000

Para la construcción de la ecuación de regresión Múltiple sólo se toman en cuenta las variables independientes incluidas en el Cuadro 14, ya que las demás fueron excluidas por no ser significantes.

Ecuación de Regresión Múltiple para B y Beta: R₁₀ (8,1,3,7,4)

Efectiv (B) = 3.54490 + (- 0.02045194 x ANGBT) + (1.32702 x CGCDX) + (0.61044 x CGMDX) + (0.001284069 x ANGCO) + (0.3868 x CGMDY)

Efectiv (Beta) = (- 443.927 x ANGBT) + (190.452 x CGCDX) + (174.197 x CGMDX) + (53.863 x ANGCO) + (17.638 x CGMDY)

Análisis de Regresión Múltiple:

El cuadro 14 muestra el coeficiente de regresión múltiple para establecer la fuerza de relación que existe entre la variable dependiente **Efectividad (10)**, y las variables independientes **variación del desplazamiento horizontal del centro de gravedad corporal (1)**, **variación del desplazamiento vertical del centro de gravedad corporal (2)**, **variación del desplazamiento del horizontal del centro de gravedad de la mano derecha (3)**, **variación del desplazamiento vertical del centro de gravedad de la mano derecha (4)**, **velocidad horizontal del centro de gravedad de la mano derecha (5)**, **ángulo de la mano derecha(6)**, **ángulo del codo derecho(7)**, **ángulo del brazo derecho tronco(8)** y **ángulo de proyección(9)**.

Se obtuvo como resultado en el R Múltiple o coeficiente de correlación múltiple un valor de 1.0000 lo que establece una relación perfecta entre las variables independientes aceptadas para la ecuación de regresión y la variable dependiente.

El R cuadrado es el coeficiente R elevado al cuadrado o coeficiente de determinación múltiple, el cual permite determinar el aporte de variabilidad, en donde los resultados arrojaron un valor de 1.0000 lo que indica que el 100 % de la variabilidad de la variable dependiente (efectividad) está dada en el 100 % de los casos por las variables independientes (ángulo de brazo derecho tronco, variación del desplazamiento horizontal del centro de gravedad corporal, variación del desplazamiento horizontal del centro de gravedad de la mano

derecha, el ángulo del codo y la variación del desplazamiento vertical del centro de gravedad de la mano derecha).

El error standard es $5.14322E-04$. Los valores de Beta indican el peso relativo de las 5 variables independientes aceptadas sobre la variable dependiente en donde la variable que tiene mayor peso tiene o produce mayores efectos es el ángulo de brazo derecho tronco ($Beta=-0.89284$) es estadísticamente significativo y es una relación negativa, es decir, es indirectamente proporcional en la cual a menor ángulo del brazo derecho tronco mayor efectividad, dado por el hecho de golpear el balón arriba y adelante.

La segunda variable con mayor peso es la variación del desplazamiento horizontal del centro de gravedad corporal ($Beta=0.16864$) y es estadísticamente significativa, es una relación positiva directa y proporcional en la cual al aumentar la variación del desplazamiento horizontal aumenta la efectividad (sin realizar movimientos innecesarios).

La tercera variable con mayor peso es la variación de desplazamiento del horizontal del centro de gravedad de la mano derecha ($Beta=0.16729$), es estadísticamente significativa positiva y directamente proporcional la que se explica que a mayor variación del desplazamiento horizontal de la mano derecha mayor efectividad.

La cuarta variable con significancia es el ángulo del codo ($Beta=0.04799$) es estadísticamente significativa positiva y directamente proporcional dada por

que a mayor ángulo del codo mayor efectividad, lo que corresponde con el análisis de los ángulos de posición del codo derecho analizado anteriormente.

Y la última variable aceptada con nivel de significancia es la variación del desplazamiento vertical del centro de gravedad de la mano derecha (Beta=0.01202), es significativa positiva, es decir, directamente proporcional en donde a mayor variación del desplazamiento vertical de la mano derecha mayor efectividad.

Las otras variables independientes fueron rechazadas por no ser significantes en la construcción de la ecuación de regresión.

Por otro lado, cuando se aplica la ecuación de regresión y se sustituye cualquiera de los predictores se puede determinar cual será la efectividad de los sujetos. Con la predicción se puede mejorar una variable determinada en base a datos apropiados como se presenta a continuación para el caso de la ecuación de regresión para B. Al sustituir los valores de las variables se predice que para obtener la efectividad (As = 2, ó En Juego = 1) los atletas deben utilizar como mínimo los siguientes valores:

$$\begin{aligned} \text{Efectiv. (B)} = & 3.54490 + (-0.02045194 \times 155) + (1.32702 \times 0.14) + (0.61044 \times \\ & 0.73) + (0.001284069 \times 180) + 0.3868 \times 0.66) = \mathbf{1.4926675} \end{aligned}$$

CAPITULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

El enfoque biomecánico del estudio de los movimientos deportivos a través de la videografía permite determinar la medida cuantitativa de los procesos motores, explicar la esencia de los fenómenos mecánicos y la estructura del cuerpo humano desde el punto de vista de la física.

Esta investigación pretendió, ante todo, estudiar el comportamiento biomecánico de una serie de variables involucradas en la ejecución del saque de tenis de voleibol así como valorar la efectividad.

Conclusiones

- En el saque de tenis el centro de gravedad de la mano derecha, de la extremidad superior derecha y del centro de gravedad corporal total deben estar lo mas elevado posible para que la trayectoria descrita por el balón en su arco parabólico disminuya; es decir, sea lo más cercano posible a una recta para que balón obtenga una mayor velocidad y sea más difícil su recepción para el equipo contrario convirtiéndose así el saque en un arma de ataque.

- El ángulo de proyección en el saque en dependencia de la estatura, alcance de brazos del sujeto y el obstáculo malla (2.43 mts), es necesario que esté lo más cercano a cero 0° , para que la trayectoria sea lo más horizontal posible.

- El sujeto que menor tiempo tarde en ejecutar la fase de golpe con un mayor desplazamiento del centro de gravedad de la mano que golpea adquiere mayor velocidad final la pelota y el saque representa dificultad para el equipo contrario.

- Según el análisis técnico el ángulo de posición de la articulación de la muñeca, la articulación del codo y la articulación de la rodilla deben estar lo más extendidas posibles es decir, acercarse a 180 grados.

- La variable que estadísticamente posee mayor significancia en relación a la efectividad es el ángulo formado entre el brazo derecho y el tronco y establece que a menor ángulo del brazo derecho tronco, mayor efectividad, dado por el hecho de golpear el balón arriba y adelante.

Recomendaciones

- El entrenador debe tomar en cuenta características biomecánicas para la planificación del aprendizaje de la técnica deportiva del saque de tenis incluyendo metodologías de la enseñanza destinadas a mejorar la ejecución.

- Se deben mejorar los desplazamientos verticales del centro de gravedad corporal y de la extremidad superior que golpea para buscar la máxima altura, planificando ejercicios dentro del entrenamiento deportivo destinados a mejorar la extensión de las articulaciones de la muñeca y codo de la extremidad que golpea y de la rodilla contraria a la mano que golpea, para la fase de golpe al balón del saque de tenis, como por ejemplo; colocar balones a la altura correcta

para cada jugador, sujetos con cuerdas y que se vean obligados a golpear en la extensión de las articulaciones anteriormente mencionadas.

- El atleta debe saber que el estilo personal debe contener las estructuras simples y complejas de una técnica ideal. Mientras mayor sea el conocimiento del atleta mejor será el aprendizaje de los movimientos motores.

- El atleta debe realizar la colocación de la pelota en el espacio por la mano contraria al golpe de manera correcta y así evitar malas colocaciones y movimientos innecesarios, realizando ejercicios que mejoren las colocaciones tanto en altura como en ubicación (arriba y adelante) para realizar el golpe en extensión de las articulaciones mencionadas.

- Visualizar videos por parte del entrenador y de los atletas para establecer análisis cualitativos del movimiento permitiéndolo que existan criterios válidos que determinen cual es el rendimiento actual de cada atleta.

BIBLIOGRAFÍA

- ASOCIACIÓN DE VOLEIBOL DEL ESTADO MÉRIDA. Reglamento Internacional de Juego. Mérida - Venezuela. 1995
- ADRIAN , M y COOPER, J. (1989) The Biomechanics of Human Movement. 1ra Ed. Indianapolis, USA.
- CANADIAN VOLLEYBALL ASSOCIATION (1979) Coaches Manual I. 2da. Ed. Printed in Canada by Dollco Printing.
- DONSKOI, D. (1988) Biomecánica con Fundamentos de la Técnica Deportiva. 3era Ed. Editorial Pueblo y Educación. Ciudad de la Habana - Cuba.
- GONZÁLEZ, J.A. (1995) Analizar el comportamiento mecánico de los movimientos del saque de tenis de tres atletas de la selección femenina de la ULA. Mérida. Trabajo para optar a Especialista. NO PUBLICADO.
- GROSSER, M. y NEUMAIER, A. (1987) Técnicas de Entrenamiento. 3era. Ed. Ediciones Martínez Roca. Caracas.
- HALLIDAY, D. y RESNICK, R. (1974) Física Partes I y II. 2da. De. Editorial Continental. D.F. México.
- HERNANDEZ CORVO, ROBERTO. (1987) Morfología Funcional Deportiva. Editorial Científico Técnico. La Habana - Cuba.
- HERNANDEZ G, ANTONIO J. (1994) Características Biomecánicas del Salto Triple. Universidad Pedagógica Experimental Libertador, Caracas. Trabajo para optar a Título de Maestría.
- HERNANDEZ G, A. y VELAZCO G. (1996) ABIOMO Análisis Biomecanico del Movimiento Humano. Programa computarizado para el análisis mecánico del movimiento. (En proceso).
- MCGOWN, CARL. (1994) Science of Coaching Volleyball. Copyright by Human Kinetics Publishers, inc. USA.
- MEINEL, K. (1977) Didáctica del Movimiento. 3era. Ed. Editorial Orbe. La Habana - Cuba.

- NEVILLE, W. (1990) Coaching Volleyball Successfully. 1era. Ed. Illinois. USA.
- OZOLIN, N. (1989) Sistema Contemporáneo de Entrenamiento Deportivo. 3era. Ed. Editorial Científico-Técnica. Ciudad de la Habana - Cuba.
- VARGAS RODRÍGUEZ, RICARDO (1976) La táctica del Voleibol en Competición. s/n Madrid.

www.bdigital.ula.ve

CURRICULUM VITAE

DATOS PERSONALES

Apellidos: RODRÍGUEZ SULBARAN DE GONZÁLEZ
Nombres: ROSA MARÍA
C. de I.: 8044647
Nacionalidad: Venezolana
Lugar y fecha de Nac.: Mérida, Edo. Mérida. 21-04-66
Estado Civil: Casada
Dirección: Av. Las Américas Qta. Flora # 1-22 B. Tlf 441697.
 Mérida. 5101.

EDUCACIÓN PREGRADO

Educación Primaria: Escuela Estatal Graduada Coromoto, Mérida Edo.
 Mérida. 1ero. a 6to. Grado, 1972-1978.

Educación Secundaria : Ciclo Básico: Colegio Arzobispo Silva, Mérida Edo.
 Mérida, 1978-1981.
 Ciclo Diversificado: Colegio Arzobispo Silva, Mérida
 Edo. Mérida, 1981-1983. **Título Obtenido:**
BACHILLER EN CIENCIAS

Estudios Superior: Universidad de Los Andes, Facultad de Humanidades
 y Educación, Escuela de Educación, 1984-1989.
 (Semestre A 1984 a Semestre B 1989) **Título**
Obtenido: LICENCIADA EN EDUCACIÓN
MENCIÓN: EDUCACIÓN FÍSICA
FECHA DE GRADO: 23-06-89

Diplomas de honor: Concedidos por la Universidad de Los Andes, por haber
 obtenido calificación Sobresaliente en las siguientes asignaturas:
 DANZA MODERNA I. 19 puntos, DANZA MODERNA II. 20 puntos, GIMNASIA II.
 19 puntos, FORMACIÓN RÍTMICA. 19 puntos, EDUC. FIS. NIÑOS
 EXCEPCIONALES. 19 puntos, EDUC. FIS. INFANTIL. 20 puntos.
Rango Académico: PRIMER LUGAR, de un grupo de 20 graduandos. Promedio
 Ponderado: 15.86 puntos.

EXPERIENCIA DOCENTE PROFESIONAL

Escuela Básica:

Maestra Interina en Educación Física en la Escuela Básica Vicente Davila, Mérida, desde el 01-10-89 hasta el 28-06-91. (1 año y 9 meses).

Maestra Fija en Educación Física en la Escuela Básica Tomas Zerpa, Mucuchies, Mérida, desde el 01-10-91 hasta 16-01-94. (3 años y 3 meses).

Profesor por horas en Educación Física en la Escuela Básica Tulio Febres Cordero, Mérida, desde el 16-01-95 hasta la presente fecha.

Nivel Superior:

Profesor Instructor con carácter Interino a tiempo convencional en Danza Moderna II y Educación Física Infantil, des el 01-04-91 hasta el 30-06-91. Departamento de Educación Física, Facultad de Humanidades y Educación, Universidad de Los Andes.

CURSOS DE ACTUALIZACIÓN DE CONOCIMIENTOS

Por Asistencia:

Certificado de asistencia otorgado por el Taller de Metodología de la Enseñanza de la Educación Física, Colegio Arzobispo Silva, 24 al 27 de marzo de 1982.

Diploma de asistencia otorgado por las primeras Jornadas Nacionales sobre Problemática de la Educación Física. Universidad de Los Andes, 23 al 25 de noviembre de 1989.

Con Horas Crédito:

Certificado otorgado por el Curso para Jueces y Metodología de la Enseñanza de la Gimnasia Artística a nivel Básico y Avanzado, 10 y 11 de noviembre de 1989, 16 horas.

Credencial otorgada por el I Simposium de Medicina Deportiva, Colegio de Médicos del Estado Mérida, 18 y 19 de mayo de 1990. 8 horas crédito por la FMV.

Certificado otorgado por las Jornadas Científicas Nutrición y Vida, Escuela de Nutrición y Dietética de la Universidad de Los Andes, 25 al 29 de noviembre de 1991.

Con Horas Crédito y Evaluación:

Diploma otorgado por el Curso de Metodología de la Planificación del Entrenamiento Deportivo. 22 horas, evaluación excelente 5 puntos en escala Cubana, mayo y junio de 1991. Gobernación. ULA. Mérida.

Diploma otorgado por el Curso de Metodología de la Investigación aplicada a la Cultura Física. 22 horas, evaluación excelente 5 puntos en escala Cubana, mayo y junio de 1991. Gobernación. ULA. Mérida.

Certificado otorgado por el Taller de Planificación y Evaluación de la Escuela Básica III Etapa y Media Diversificada. 16 horas, 3 octubre de 1992, Aprobado. Zona educativa N. 12, Ministerio de Educación.

Como Comité Organizador:

Comité organizador de la Clínica de Gimnasia dictada por el equipo DDSG&I de Dinamarca, 22 de octubre de 1990. IND. Mérida.

Como Ponente:

Ponente en las I Jornadas Científicas del Laboratorio de Fisiología del Ejercicio, Facultad de Humanidades y Educación, Universidad de Los Andes, 28-06-93 al 03-07-93.

Ponente en las II Jornadas Científico Metodológicas del Dpto. de Educación Física, Facultad de Humanidades y Educación, Universidad de Los Andes, del 01 al 05 de febrero de 1994.

Cursos de Postgrado No Conducentes a Grado Académico:

Certificado otorgado por el Curso de Postgrado en Fisiología del Ejercicio I. Nov. 92 a jun. 93. Un semestre, 108 horas. Calificación 20 puntos. Consejo de Estudios de Postgrado, Universidad de Los Andes.

Certificado otorgado por el Curso de Postgrado en Investigación Cualitativa, jun. 92 a jun. 93. Un año, 108 horas. Calificación: 19 puntos. Consejo de Estudios de Postgrado, Universidad de Los Andes.

Certificado otorgado por el Curso de Postgrado en Estadística y Computación. jun. 93 a nov. 93. Un semestre, 108 horas. Calificación: 20 puntos. Consejo de Estudios de Postgrado, Universidad de Los Andes.

Certificado otorgado por el Curso de Postgrado en Teoría y Metodología del

Entrenamiento Deportivo I. jul. 93 a feb. 94. Un semestre, 108 horas. Calificación 20 puntos. Consejo de Estudios de Postgrado, Universidad de Los Andes.

Certificado otorgado por el Curso de Postgrado en Fisiología del Ejercicio II. mar. 94 a sep. 94. Un semestre, 108 horas. Calificación: 19 puntos. Consejos de Estudios de Postgrado, Universidad de los Andes.

Curso de Especialista:

Aprobación del Curso de Nivelación para la Especialidad en Educación Física, Mención: Teoría y Metodología del Entrenamiento Deportivo. oct. 94 a feb. 95. Actualmente culminada la Escolaridad.

V. OTROS.

Eventos:

Comite organizador del Festival de Danzas Folklóricas Infantiles Cátedra Danza III. 27 de julio de 1988.

Comite organizador del V Campeonato Nacional de Baloncesto Infantil, Dpto de Educación Física de la Zona Educativa, Ministerio de Educación, Mérida. 22 de noviembre de 1992.

Cargos:

Instructora de Gimnasia Dirigida, Gimnasio Michas Em, La Parroquia, Mérida.

Instructora de Gimnasia Dirigida, Gimnasio Disco Aerobics, Mérida.