



**CARACTERIZACIÓN BIOMECÁNICA DEL GOLPE DE DERECHA LIFTADA COMO
RESPUESTA A UNA BOLA CON EFECTO CORTADO EN JUGADORES DE LA
SELECCIÓN DE TENIS DE MESA DE LA CORPORACIÓN UNIVERSITARIA
MINUTO DE DIOS - UNIMINUTO**

Presentado por:

Carlos Andrés Díaz Tarazona

**CORPORACIÓN UNIVERSITARIA MINUTO DE DIOS, SEDE PRINCIPAL
FACULTAD DE EDUCACIÓN
LICENCIATURA EN EDUCACIÓN FÍSICA, RECREACIÓN Y DEPORTES
BOGOTÁ, D.C.**

2015



**CARACTERIZACIÓN BIOMECÁNICA DEL GOLPE DE DERECHA LIFTADA COMO
RESPUESTA A UNA BOLA CON EFECTO CORTADO EN JUGADORES DE LA
SELECCIÓN DE TENIS DE MESA DE UNIMINUTO**

Presentado por:

Carlos Andrés Díaz Tarazona

**TRABAJO DE GRADO PRESENTADO COMO REQUISITO PARA OPTAR POR EL
TÍTULO DE LICENCIADO EN EDUCACIÓN FÍSICA, RECREACIÓN Y DEPORTES**

Tutor:

Milthon Javier Betancourt

Magíster en Educación

CORPORACIÓN UNIVERSITARIA MINUTO DE DIOS, SEDE PRINCIPAL

FACULTAD DE EDUCACIÓN

LICENCIATURA EN EDUCACIÓN FÍSICA, RECREACIÓN Y DEPORTES

BOGOTÁ, D.C.

2015

Aceptación de Jurados

Nota de aceptación

Firma del Presidente del Jurado

Firma del Jurado 1

Firma del Jurado 2

Bogotá, D.C.

Agradecimientos.

Hay muchas personas a las que quiero agradecer por su presencia y apoyo en mi vida y carrera universitaria, a mi madre, padrastro y hermanas, quienes adoro y extraño todos los días y desde lejos siempre están pendiente de mis avances. Sobre todo le doy infinitas gracias a mi esposa, sin quien yo definitivamente no sería quien soy hoy en día, ella me ha hecho una mucho mejor persona y nunca podré agradecerle suficiente todo lo que me ha hecho mejorar como ser humano en todas mis dimensiones. También doy gracias a mis abuelos maternos, quienes todo el tiempo me cuidan desde el cielo y los he sentido presentes tanto en las buenas como en las malas como unos ángeles dispuestos a tenderme una mano siempre que lo he necesitado.

Agradezco también a todos los docentes con quienes he tenido clase durante estos años, ya que independiente de la materia o si estuve o no de acuerdo con sus didácticas y metodología de enseñanza, cada uno aportó algo significativo en mi crecimiento como persona y como futuro profesional. Al profesor Milthon Betancourt, tutor de mi tesis, quien me ha mostrado y enseñado la biomecánica como una de las mejores herramientas de trabajo con la que espero contar en mi presente y futuro profesional, a Ricardo Fragua y los integrantes del equipo de Tenis de Mesa de UNIMINUTO que participaron en esta investigación, por permitirme estudiarlos para desarrollar este proyecto, al profesor Ángel Black, director del programa de Tenis de Mesa de la universidad, por sus enseñanzas y el trabajo invaluable que ha realizado en estos años con todos los muchachos de la selección y a todas aquellas personas que de alguna u otra forma me ayudaron a crecer como ser humano durante este proceso de crecimiento académico y personal que se acerca a su fin.

Finalmente, a Dios, ya que sin él, todo lo que escribí en los párrafos anteriores jamás habría existido y yo nunca sería el ser en que me he convertido.

Dedicatoria.

Para Mayi, mi esposa, mi compañera en esta vida y Dios quiera que también en todas las vidas que me toque vivir. Esto es para ti mi reina hermosa, eres mi luz y me alegras cada día como si fuera el primero desde que estamos juntos. Nunca tendré como pagarte la felicidad que me has regalado. La culminación de esta tesis y de mi carrera profesional es el primer paso para alcanzar el sueño que juntos construiremos.

RESUMEN ANALÍTICO EDUCATIVO - R.A.E.

Título del texto	Caracterización biomecánica del golpe de derecha liftada como respuesta a una bola con efecto cortado en jugadores de la Selección de Tenis de Mesa de Uniminuto
Nombre del autor	Carlos Andrés Díaz Tarazona
Año de la publicación	2015
Universidad	Corporación Universitaria Minuto de Dios - UNIMINUTO
Grupo de investigación	Semillero de investigación en Biomecánica
Resumen del texto: <p>Este trabajo de investigación tuvo como base observación del gesto técnico de derecha liftada como respuesta a una bola con efecto cortada resultante de un servicio largo, realizado por 6 participantes, quienes son miembros actuales de la Selección de Tenis de Mesa de la Corporación Universitaria Minuto de Dios en tres categorías diferentes, clasificados según sus resultados en el Grupo Cerros interuniversitario.</p> <p>La metodología fue de corte mixto, habiendo empleado mediciones cuantitativas de tipo cinemático en referencia al movimiento de los participantes durante el gesto técnico para posteriormente efectuar análisis cualitativos de la técnica individual de los jugadores en cada fase del golpe. El enfoque del proyecto fue exploratorio, ya que la Biomecánica en el Tenis de Mesa no cuenta con mucha teoría previa ni trabajos investigativos profundos a nivel local, nacional o incluso internacional, siendo este un trabajo que se debe considerar pionero por la escasez de trabajos científicos publicados sobre el tema.</p> <p>El análisis de resultados permitió generar conclusiones en base a los objetivos planteados de caracterización de las fases del gesto, la comparación entre niveles de juego y la detección de aciertos y falencias en la ejecución técnica del golpe estudiado.</p>	
Palabras clave	Biomecánica, biomecánica deportiva, Tenis de Mesa, Golpe de derecha liftado, top spin de derecha.
Situación problémica: <p>Los métodos de entrenamiento de las diferentes categorías del equipo de Tenis de Mesa de la Corporación Universitaria Minuto de Dios - UNIMINUTO se basan en un sistema práctico de repetición de ejecuciones técnicas dentro de un contexto definido, buscando siempre el</p>	

mejoramiento de la calidad técnica y táctica dentro del desempeño en el deporte. A pesar que esta forma de entrenamiento ha dado buenos resultados, es posible la aplicación de herramientas innovadoras para mejorar el rendimiento deportivo de los jugadores del equipo y generar nuevas formas de detectar fortalezas y debilidades en la técnica individual que posteriormente se reflejen en las competiciones, utilizando como base del mejoramiento la observación y análisis biomecánico del gesto técnico.

Objetivo General:

Determinar biomecánicamente posibles aciertos o falencias en cada una de las fases de la ejecución técnica del golpe liftado de derecha como respuesta a una bola cortada, por medio de la utilización del software de análisis de video Kinovea en jugadores de la selección de Tenis de Mesa de UNIMINUTO.

Objetivos Específicos:

Analizar cinemática y cuantitativamente las fases de la ejecución del gesto técnico de derecha liftado como respuesta a una bola proveniente con efecto cortado en Tenis de Mesa por medio de la recolección de video y su posterior análisis con el software de análisis de movimiento Kinovea.

Comparar los niveles evidenciados en cada clasificación categórica de la población muestra de la selección de Tenis de Mesa de UNIMINUTO.

Detectar los diferentes aciertos o posibles fallas que tengan una afectación determinante en la eficacia del gesto técnico analizado.

Pregunta problémica:

¿Dentro del estado actual del gesto técnico de derecha liftada como respuesta a bolas con efecto cortado, qué factores inciden en la eficacia de la ejecución de los deportistas de las diferentes categorías de la selección de Tenis de Mesa de UNIMINUTO?

Argumentos expuestos por los autores:

El Tenis de Mesa universitario, a cualquier nivel de competencia es un deporte extremadamente rápido, que en general exige la toma de decisiones y ejecución de acciones técnicas en menos de medio segundo con el objetivo de superar al rival. Estos gestos a realizar dentro de la práctica de dicha disciplina, requieren ser entrenados y perfeccionados y los métodos tradicionales de repetición para el mejoramiento no son suficientes para muchos practicantes. Se presentan casos en los que por mucho tiempo que un jugador lleve practicando

Tenis de Mesa, pueden pasar meses y presenta los mismos fallos que siempre ha tenido desde sus fases de aprendizaje, debido a que no han contado con las herramientas necesarias para observar por sí mismos los errores cometidos, y sólo los escuchan de terceros. El método observacional en el deporte es un medio cada vez más utilizable, ya que tecnológicamente se han desarrollado muchas aplicaciones que le permiten al deportista, en cualquier disciplina, verse a sí mismo y observar sus fortalezas y debilidades técnicas, convirtiéndose dicho método en una posibilidad adicional para el análisis técnico individual y táctico tanto individual como colectivo. En el caso del Tenis de Mesa, un deporte que integra todo el cuerpo en cada uno de sus gestos, la posibilidad de analizar cinemáticamente la técnica del jugador es invaluable y tiene una capacidad notable de apoyar el mejoramiento de los movimientos de cada jugador en sus diferentes segmentos corporales. Este trabajo de caracterización de los gestos técnicos de los 6 participantes de la Corporación Universitaria Minuto de Dios - UNIMINUTO, será un aporte tanto para ellos en la búsqueda de su progreso técnico, como a la teoría del Tenis de mesa, evidenciando en estos estudios de caso, situaciones motrices que se pueden presentar en el proceso de aprendizaje y entrenamiento de este deporte y la utilización de la herramienta Kinovea como método para agilizar la interiorización de falencias y aciertos en el gesto para posteriormente trabajar en el perfeccionamiento del golpe analizado.

Conclusiones:

En referencia con el objetivo de analizar las fases del gesto técnico de derecha liftada contra corte, se observó en cada fase del gesto, la implicación que tuvieron los diferentes segmentos corporales en algunos jugadores, sus variaciones y progresiones angulares a medida que el golpe avanzó y la consecuencia directa de la ejecución técnica, expresada en la velocidad, distancia, trayectoria recorrida por la pelota, así como también el tiempo que demoró la pelota para rebotar en el lado contrario de la mesa, lo que demostró que el Tenis de Mesa es uno de los deportes que exige mayor velocidad de reacción para contestar efectivamente golpes del jugador rival.

En cuanto al objetivo de comparar los niveles evidenciados de cada clasificación categorial, se pudo concluir que la clasificación por categorías en la Selección de Tenis de Mesa de UNIMINUTO no está directamente relacionada con la calidad técnica de los deportistas, sino con sus resultados en los diferentes torneos interuniversitarios organizados por el Grupo Cerros a lo largo del año. No obstante, si se detalló en los jugadores de cada categoría, una diferencia en

efectividad en el golpe, logrando las dos categorías más altas un mayor porcentaje de pelotas que llegan a rebotar en el lado opuesto de la mesa, mientras que la tercera tuvo un descenso porcentual importante en este aspecto.

Acercas del objetivo de detectar los diferentes aciertos o posibles fallas que tengan una afectación determinante en la eficacia del gesto técnico analizado, se pudo definir que la totalidad de participantes del equipo de Tenis de Mesa de UNIMINUTO presentes en esta investigación, tienen su mayor fortaleza en la aceleración, dirección y progresión angular en el movimiento del brazo que ejecuta la acción de impactar la bola, aunque este no es acompañado debidamente de una fluidez corporal en dirección de la realización del gesto, así como también se determinó que el mayor factor a desarrollar dentro de los 6 integrantes estudiados, radica en los movimientos de circunducción de cadera

Bibliografía citada por los autores:

Blazevich, A. (2007). *Biomecánica Deportiva*. Badalona, Editorial Paidotribo.

Guzmán, A. (2007). *Manual de Fisiología Articular*. Bogotá, Editorial El Manual Moderno.

Kapandji, A. (2007). *Fisiología articular, 6ta edición, tomos 1 y 2*. Madrid, Editorial Médica Panamericana.

Molano, N. (2008). *Examen muscular y valoración de la movilidad articular*. Armenia, Editorial Kinesis.

Molodzoff, P.(2008). *Manual de Entrenamiento Avanzado*. International Table Tennis Federation.

Riveros, M. (2009). *Biomecánica aplicada a la Actividad Física y el Deporte*. Bogotá, Editorial Universidad Santo Tomás.

Tepper, G. (2003). *Manual de Entrenamiento Nivel 1*. International Table Tennis Federation.

Nombre y apellido del autor de este R.A.E.	Carlos Andrés Díaz Tarazona
Fecha de elaboración de este R.A.E.	Noviembre 1, 2015

Índice de contenidos.

Introducción.....	36
1. Contextualización.....	38
1.1 Macro contextualización.....	38
1.2 Micro contextualización.....	39
2. Situación Problemática.....	40
2.1 Descripción de problema.....	40
2.2 Pregunta problemática.....	41
2.3 Justificación.....	41
2.4. Objetivos.....	42
2.4.1 Objetivo General.....	42
2.4.2 Objetivos Específicos.....	43
3. Marco Referencial.....	43
3.1 Antecedentes.....	43
3.2 Marco Teórico.....	56
3.2.1. Técnicas del Tenis de Mesa.....	56
3.2.1.1. Generalidades de las técnicas básicas.....	56
3.2.1.2. Tipos de golpes.....	57
3.2.1.3. El efecto Magnus y la rotación de la pelota.....	57
3.2.1.4. Golpe de derecha liftado y variaciones.....	60
3.2.1.5. Fases del golpe de derecha liftado.....	62
3.2.1.6. Golpe de revés liftado y variaciones.....	65
3.2.1.7. Golpes de derecha y de revés cortado y sus variaciones.....	65

3.2.2. Generalidades de la Biomecánica.....	66
3.2.2.1. Biomecánica aplicada al Tenis de Mesa.....	66
3.2.2.2. Biomecánica de la mano.....	68
3.2.2.3. Biomecánica de la muñeca.....	70
3.2.2.4. Biomecánica del codo.....	73
3.2.2.5. Biomecánica del hombro.....	76
3.2.2.6. Biomecánica de la cadera.....	79
3.2.2.7. Biomecánica de la rodilla.....	82
3.2.2.8. Biomecánica del tobillo.....	84
3.2.2.9. Conceptualización básica de tiro parabólico.....	87
4. Marco Metodológico.....	89
4.1. Tipo de investigación.....	89
4.2. Método de investigación.....	89
4.3. Fases de la investigación.....	90
4.4. Población y muestra.....	90
4.5. Instrumentos para la recolección de datos.....	93
5. Resultados.....	94
5.1 Técnica de análisis de resultados.....	94
5.2 Presentación de figuras, tablas de mediciones y descripciones cualitativas del gesto técnico de golpe de derecha liftada contra corte en cada participante.....	95
5.2.1 Secuencias completas de las ejecuciones desde las 3 vistas.....	95
5.2.2. Gráficos de medición de velocidad y distancia de la raqueta y de tiempo del gesto de cada participante.....	106

5.2.3. Mediciones de los movimientos en el eje transversal inferior.....	112
5.2.3.1. Mediciones angulares de dorsiflexión y plantiflexión de tobillos.....	112
5.2.3.2. Mediciones angulares de flexo extensión de rodillas.....	126
5.2.3.3. Mediciones angulares de abducción y aducción de cadera.....	139
5.2.3.4. Mediciones de circunducción de cadera.....	146
5.2.4. Mediciones de los movimientos del eje transversal superior.....	167
5.2.4.1. Mediciones angulares de abducción y aducción de la muñeca activa.....	167
5.2.4.2. Mediciones angulares de flexo extensión del codo.....	174
5.2.4.3. Movimientos de desplazamiento de hombros.....	188
5.2.4.4. Movimientos de flexo extensión de la columna cervical.....	208
5.2.5. Descripción de la trayectoria parabólica de la pelota.....	220
6. Conclusiones.....	226
6.1. En referencia a la caracterización de las fases del gesto técnico analizado.....	226
6.2. En referencia a la clasificación categorial de los jugadores del equipo de Tenis de Mesa de UNIMINUTO.....	226
6.3. En referencia a la detección de aciertos y falencias de los jugadores de la selección de Tenis de Mesa de UNIMINUTO.....	227
6.4. Discusión.....	228
7. Prospectiva.....	229
8. Referencias.....	230

Índice de tablas

Tabla 1. Población muestra clasificada dentro de la Primera Categoría.....	91
Tabla 2. Población muestra clasificada dentro de la Segunda Categoría.....	92
Tabla 3. Población muestra clasificada dentro de la Tercera Categoría.....	92
Tabla 4. . Información y características del jugador referente de la técnica ideal.....	93
Tabla 5. Estadística de efectividad del golpe de derecha liftada contra una bola con efecto cortado (50 ejecuciones).....	106
Tabla 6. Mediciones cinemáticas de velocidad, aceleración, distancia y tiempo del gesto en el jugador referente de la técnica ideal.....	107
Tabla 7. Mediciones cinemáticas de velocidad, aceleración, distancia y tiempo del gesto en los participantes de primera categoría.....	109
Tabla 8. Mediciones cinemáticas de velocidad, aceleración, distancia y tiempo del gesto en los participantes de segunda categoría.....	110
Tabla 9. Mediciones cinemáticas de velocidad, aceleración, distancia y tiempo del gesto en los participantes de tercera categoría.....	112
Tabla 10. Mediciones angulares de dorsiflexión y plantiflexión de los tobillos en las tres fases del gesto técnico del jugador referente de la técnica ideal.....	113
Tabla 11. Mediciones angulares de dorsiflexión y plantiflexión de los tobillos en las tres fases del gesto técnico de los participantes de primera categoría.....	117
Tabla 12. Mediciones angulares de dorsiflexión y plantiflexión de los tobillos en las tres fases del gesto técnico de los participantes de segunda categoría.....	122
Tabla 13. . Mediciones angulares de dorsiflexión y plantiflexión de los tobillos en las tres fases del gesto técnico de los participante de tercera categoría.....	125

Tabla 14. Mediciones angulares de flexo extensión de las rodillas en las tres fases del gesto técnico del jugador referente de la técnica ideal	127
Tabla 15. Mediciones angulares de flexo extensión de las rodillas en las tres fases del gesto técnico de los participantes de primera categoría	131
Tabla 16. . Mediciones angulares de flexo extensión de las rodillas en las tres fases del gesto técnico de los participantes de segunda categoría.....	134
Tabla 17. Mediciones angulares de flexo extensión de las rodillas en las tres fases del gesto técnico de los participantes de tercera categoría.....	138
Tabla 18. Mediciones angulares de abducción y aducción de cadera en las tres fases del gesto técnico del jugador referente de la técnica ideal.....	139
Tabla 19. Mediciones angulares de abducción y aducción de cadera en las tres fases del gesto técnico de los participantes de primera categoría	142
Tabla 20. Mediciones angulares de abducción y aducción de cadera en las tres fases del gesto técnico de los participantes de segunda categoría.....	144
Tabla 21. Mediciones angulares de abducción y aducción de cadera en las tres fases del gesto técnico de tercera categoría	146
Tabla 22. Medición de desplazamientos de la cadera las tres fases del gesto técnico del jugador referente de la técnica ideal	149
Tabla 23. Medición de desplazamientos de la cadera en las tres fases del gesto técnico de los participantes de primera categoría	155
Tabla 24. Medición de desplazamientos de la cadera en las tres fases del gesto técnico de los participantes de segunda categoría.....	160

Tabla 25. Medición de desplazamientos de la cadera en las tres fases del gesto técnico de los participantes de tercera categoría.....	166
Tabla 26. Mediciones angulares de abducción y aducción de la muñeca activa en las tres fases del gesto técnico del jugador referente de la técnica ideal	167
Tabla 27. Mediciones angulares de abducción y aducción de la muñeca activa en las tres fases del gesto técnico de los participantes de primera categoría	170
Tabla 28. . Mediciones angulares de abducción y aducción de la muñeca activa en las tres fases del gesto técnico de los participantes de segunda categoría.....	172
Tabla 29. Mediciones angulares de abducción y aducción de la muñeca activa en las tres fases del gesto técnico de los participantes de tercera categoría	174
Tabla 30. Mediciones angulares de flexo extensión de los codos en las tres fases del gesto técnico del jugador referente de la técnica ideal.....	175
Tabla 31. Mediciones angulares de flexo extensión de los codos en las tres fases del gesto técnico de los participantes de primera categoría	180
Tabla 32. Mediciones angulares de flexo extensión de los codos en las tres fases del gesto técnico de los participantes de segunda categoría.....	184
Tabla 33. Mediciones angulares de flexo extensión de los codos en las tres fases del gesto técnico de los participantes de tercera categoría.....	187
Tabla 34. Mediciones de desplazamiento de los hombros en las tres fases del gesto técnico del jugador referente de la técnica ideal	190
Tabla 35. Mediciones de desplazamiento de los hombros en las tres fases del gesto técnico de los participantes de primera categoría	196

Tabla 36. Mediciones de desplazamiento de los hombros en las tres fases del gesto técnico de los participantes de segunda categoría.....	201
Tabla 37. Mediciones de desplazamiento de los hombros en las tres fases del gesto técnico de los participantes de tercera categoría.....	207
Tabla 38. Mediciones angulares de flexo extensión de la columna cervical en las tres fases del gesto técnico del jugador referente de la técnica ideal.....	208
Tabla 39. Mediciones angulares de flexo extensión de la columna cervical en las tres fases del gesto técnico de los participantes de primera categoría	211
Tabla 40. Mediciones angulares de flexo extensión de la columna cervical en las tres fases del gesto técnico de los participantes de segunda categoría	213
Tabla 41. Mediciones angulares de flexo extensión de la columna cervical en las tres fases del gesto técnico de los participantes de tercera categoría.....	215
Tabla 42. Matriz categorial de valoración técnica de los participantes de primera categoría.....	215
Tabla 43. Matriz categorial de valoración técnica de los participantes de segunda categoría.....	217
Tabla 44. Matriz categorial de valoración técnica de los participantes de tercera categoría.....	218
Tabla 45. Trayectoria, alcance máximo horizontal y vertical, ángulo de proyección y tiempo de llegada al lado contrario de la pelota en la ejecución del jugador referente de la técnica ideal. .	220
Tabla 46. Trayectoria, alcance máximo horizontal y vertical, ángulo de proyección y tiempo de llegada al lado contrario de la pelota en la ejecución de los participantes de la primera categoría.	222
Tabla 47. Trayectoria, alcance máximo horizontal y vertical, ángulo de proyección y tiempo de llegada al lado contrario de la pelota en la ejecución de los participantes de la segunda categoría.	225

Tabla 48. Trayectoria, alcance máximo horizontal y vertical, ángulo de proyección y tiempo de llegada al lado contrario de la pelota en la ejecución de los participantes de la tercera categoría.	226
---	-----

Índice de figuras.

Figura 1. Trayectoria derecha izquierda de una pelota con efecto liftado	58
Figura 2. Trayectoria derecha izquierda de una pelota con efecto cortado.....	59
Figura 3. Secuencia del golpe de derecha liftado efectuado por el campeón mundial chino Ma Long	60
Figura 4. Variaciones en la dirección del impacto a la pelota con la raqueta en el golpe de derecha liftado.....	61
Figura 5. Fase de iniciación del golpe liftado de derecha contra una bola con efecto cortado.	63
Figura 6. Fase de contacto con la pelota del golpe liftado de derecha contra una bola con efecto cortado.....	64
Figura 7. Fase de terminación del golpe de derecha liftado contra una bola con efecto cortado. .	64
Figura 8. Secuencia del golpe de revés liftado efectuado por el campeón mundial chino Ma Long	65
Figura 9. Secuencia de corte efectuada por Vladimir Samsonov, ex campeón europeo.....	66
Figura 10. Flexiones metacarpo falángica e inter falángicas proximal y distal de la mano (Molano, 2008, p.78).....	69
Figura 11. Extensión de los dedos (Molano, 2008, p.82).....	69
Figura 12. Abducción de los dedos (Molano, 2008, p.85)	70
Figura 13. Flexión de la muñeca	71
Figura 14. Extensión de la muñeca.	72

Figura 15. Abducción de la muñeca.....	72
Figura 16. Aducción de la muñeca.....	73
Figura 17. Flexión del codo.....	74
Figura 18. Extensión de codo.	75
Figura 19. Pronación y supinación del codo (Kapandji, 2007, p.109).....	76
Figura 20. Flexión de hombro.	77
Figura 21. Extensión de hombro.....	77
Figura 22. Abducción de hombro.	78
Figura 23. Aducción de hombro.	79
Figura 24. Extensión de cadera en extremidad inferior izquierda y flexión de cadera en extremidad inferior derecha.....	80
Figura 25. Abducción de cadera.	81
Figura 26. Aducción de cadera.	81
Figura 27. Flexión de rodilla.	83
Figura 28. Extensión de rodilla.....	84
Figura 29. Dorsiflexión o flexión dorsal.	85
Figura 30. Plantiflexión o flexión plantar.	85
Figura 31. Inversión de tobillo.....	86
Figura 32. Eversión de tobillo.	87
Figura 33. Toma frontal posterior de la secuencia del golpe de derecha liftado contra una bola con efecto cortado del jugador referente de la técnica ideal.	95
Figura 34. Toma sagital derecha del golpe de derecha liftado contra una bola con efecto cortado del jugador referente de la técnica ideal.....	96

Figura 35. Toma sagital izquierda del golpe de derecha liftado contra una bola con efecto cortado del jugador referente de la técnica ideal. Fuente propia.....	96
Figura 36. Toma frontal posterior del golpe de derecha liftado contra una bola con efecto cortado del participante 1.....	97
Figura 37. Toma sagital derecha del golpe de derecha liftado contra una bola con efecto cortado del participante 1.....	97
Figura 38. Toma sagital izquierda del golpe de derecha liftado contra una bola con efecto cortado del participante 1.....	98
Figura 39. Toma frontal posterior del golpe de derecha liftado contra una bola con efecto cortado del participante 2.....	98
Figura 40. Toma sagital derecha del golpe de derecha liftado contra una bola con efecto cortado del participante 2.....	99
Figura 41. Toma sagital izquierda del golpe de derecha liftado contra una bola con efecto cortado del participante 2.....	99
Figura 42. Toma frontal posterior del golpe de derecha liftado contra una bola con efecto cortado del participante 3.....	100
Figura 43. Toma sagital derecha del golpe de derecha liftado contra una bola con efecto cortado del participante 3.....	100
Figura 44. Toma sagital izquierda del golpe de derecha liftado contra una bola con efecto cortado del participante 3.....	101
Figura 45. Toma frontal posterior del golpe de derecha liftado contra una bola con efecto cortado del participante 4.....	101

Figura 46. Toma sagital derecha del golpe de derecha liftado contra una bola con efecto cortado del participante 4.....	102
Figura 47. Toma sagital izquierda del golpe de derecha liftado contra una bola con efecto cortado del participante 4.....	102
Figura 48. Toma frontal posterior del golpe de derecha liftado contra una bola con efecto cortado del participante 5.....	103
Figura 49. Toma sagital derecha del golpe de derecha liftado contra una bola con efecto cortado del participante 5.....	103
Figura 50. Toma sagital izquierda del golpe de derecha liftado contra una bola con efecto cortado del participante 5.....	104
Figura 51. Toma frontal posterior del golpe de derecha liftado contra una bola con efecto cortado del participante 6.....	104
Figura 52. Toma sagital derecha del golpe de derecha liftado contra una bola con efecto cortado del participante 6.....	105
Figura 53. Toma sagital izquierda del golpe de derecha liftado contra una bola con efecto cortado del participante 6.....	105
Figura 54. Duración del gesto técnico de derecha liftada contra una bola con efecto cortado y medición de velocidad, distancia recorrida y trayectoria de la raqueta del jugador referente de la técnica ideal.	107
Figura 55. Duración del gesto técnico de derecha liftada contra una bola con efecto cortado y medición de velocidad, distancia recorrida y trayectoria de la raqueta del participante 1.....	108
Figura 56. Duración del gesto técnico de derecha liftada contra una bola con efecto cortado y medición de velocidad, distancia recorrida y trayectoria de la raqueta del participante 2.....	108

Figura 57. Duración del gesto técnico de derecha liftada contra una bola con efecto cortado y medición de velocidad, distancia recorrida y trayectoria de la raqueta del participante 3.....	109
Figura 58. Duración del gesto técnico de derecha liftada contra una bola con efecto cortado y medición de velocidad, distancia recorrida y trayectoria de la raqueta del participante 4.....	110
Figura 59. Duración del gesto técnico de derecha liftada contra una bola con efecto cortado y medición de velocidad, distancia recorrida y trayectoria de la raqueta del participante 5.....	111
Figura 60. Duración del gesto técnico de derecha liftada contra una bola con efecto cortado y medición de velocidad, distancia recorrida y trayectoria de la raqueta del participante 6.....	111
Figura 61. Medición angular de dorsiflexión y plantiflexión del tobillo derecho en las tres fases del gesto técnico de derecha liftada contra una bola con efecto cortado del jugador referente de la técnica ideal.	112
Figura 62. Medición angular de dorsiflexión y plantiflexión del tobillo izquierdo en las tres fases del gesto técnico de derecha liftada contra una bola con efecto cortado del jugador referente de la técnica ideal.	113
Figura 63. Medición angular de dorsiflexión y plantiflexión del tobillo derecho en las tres fases del gesto técnico de derecha liftada contra una bola con efecto cortado del participante 1.....	114
Figura 64. Medición angular de dorsiflexión y plantiflexión del tobillo izquierdo en las tres fases del gesto técnico de derecha liftada contra una bola con efecto cortado del participante 1.....	114
Figura 65. Medición angular de dorsiflexión y plantiflexión del tobillo derecho en las tres fases del gesto técnico de derecha liftada contra una bola con efecto cortado del participante 2.....	115
Figura 66. Medición angular de dorsiflexión y plantiflexión del tobillo izquierdo en las tres fases del gesto técnico de derecha liftada contra una bola con efecto cortado del participante 2.....	116

Figura 67. Medición angular de dorsiflexión y plantiflexión del tobillo derecho en las tres fases del gesto técnico de derecha liftada contra una bola con efecto cortado del participante 3.....	118
Figura 68. Medición angular de dorsiflexión y plantiflexión del tobillo izquierdo en las tres fases del gesto técnico de derecha liftada contra una bola con efecto cortado del participante 3.....	118
Figura 69. Medición angular de dorsiflexión y plantiflexión del tobillo derecho en las tres fases del gesto técnico de derecha liftada contra una bola con efecto cortado del participante 4.....	119
Figura 70. Medición angular de dorsiflexión y plantiflexión del tobillo izquierdo en las tres fases del gesto técnico de derecha liftada contra una bola con efecto cortado del participante 4.....	120
Figura 71. Medición angular de dorsiflexión y plantiflexión del tobillo derecho en las tres fases del gesto técnico de derecha liftada contra una bola con efecto cortado del participante 5.....	122
Figura 72. Medición angular de dorsiflexión y plantiflexión del tobillo izquierdo en las tres fases del gesto técnico de derecha liftada contra una bola con efecto cortado del participante 5.....	123
Figura 73. Medición angular de dorsiflexión y plantiflexión del tobillo derecho en las tres fases del gesto técnico de derecha liftada contra una bola con efecto cortado del participante 6.....	124
Figura 74. Medición angular de dorsiflexión y plantiflexión del tobillo izquierdo en las tres fases del gesto técnico de derecha liftada contra una bola con efecto cortado del participante 6.....	124
Figura 75. Medición angular de flexo extensión de la rodilla derecha en las tres fases del gesto técnico de derecha liftada contra una bola con efecto cortado del jugador referente de la técnica ideal.	126
Figura 76. Medición angular de flexo extensión de la rodilla izquierda en las tres fases del gesto técnico de derecha liftada contra una bola con efecto cortado del jugador referente de la técnica ideal.	126

Figura 77. Medición angular de flexo extensión de la rodilla derecha en las tres fases del gesto técnico de derecha liftada contra una bola con efecto cortado del participante 1.	127
Figura 78. Medición angular de flexo extensión de la rodilla izquierda en las tres fases del gesto técnico de derecha liftada contra una bola con efecto cortado del participante 1.	128
Figura 79. Medición angular de flexo extensión de la rodilla derecha en las tres fases del gesto técnico de derecha liftada contra una bola con efecto cortado del participante 2.	129
Figura 80. Medición angular de flexo extensión de la rodilla izquierda en las tres fases del gesto técnico de derecha liftada contra una bola con efecto cortado del participante 2.	129
Figura 81. Medición angular de flexo extensión de la rodilla derecha en las tres fases del gesto técnico de derecha liftada contra una bola con efecto cortado del participante 3.	131
Figura 82. Medición angular de flexo extensión de la rodilla izquierda en las tres fases del gesto técnico de derecha liftada contra una bola con efecto cortado del participante 3.	132
Figura 83. Medición angular de flexo extensión de la rodilla derecha en las tres fases del gesto técnico de derecha liftada contra una bola con efecto cortado del participante 4.	133
Figura 84. Medición angular de flexo extensión de la rodilla izquierda en las tres fases del gesto técnico de derecha liftada contra una bola con efecto cortado del participante 4.	133
Figura 85. Medición angular de flexo extensión de la rodilla derecha en las tres fases del gesto técnico de derecha liftada contra una bola con efecto cortado del participante 5.	135
Figura 86. Medición angular de flexo extensión de la rodilla izquierda en las tres fases del gesto técnico de derecha liftada contra una bola con efecto cortado del participante 5.	135
Figura 87. Medición angular de flexo extensión de la rodilla derecha en las tres fases del gesto técnico de derecha liftada contra una bola con efecto cortado del participante 6.	136

Figura 88. Medición angular de flexo extensión de la rodilla izquierda en las tres fases del gesto técnico de derecha liftada contra una bola con efecto cortado del participante 6.	137
Figura 89. Medición angular de abducción y aducción de cadera en las tres fases del gesto técnico de derecha liftada contra una bola con efecto cortado del jugador referente de la técnica ideal.	139
Figura 90. Medición angular de abducción y aducción de cadera en las tres fases del gesto técnico de derecha liftada contra una bola con efecto cortado del participante 1.	140
Figura 91. Medición angular de abducción y aducción de cadera en las tres fases del gesto técnico de derecha liftada contra una bola con efecto cortado del participante 2.	141
Figura 92. Medición angular de abducción y aducción de cadera en las tres fases del gesto técnico de derecha liftada contra una bola con efecto cortado del participante 3.	142
Figura 93. Medición angular de abducción y aducción de cadera en las tres fases del gesto técnico de derecha liftada contra una bola con efecto cortado del participante 4.	143
Figura 94. Medición angular de abducción y aducción de cadera en las tres fases del gesto técnico de derecha liftada contra una bola con efecto cortado del participante 5.	144
Figura 95. Medición angular de abducción y aducción de cadera en las tres fases del gesto técnico de derecha liftada contra una bola con efecto cortado del participante 6.	145
Figura 96. Medición de desplazamientos horizontales (eje x) y verticales (eje y) de la cresta iliaca derecha en las tres fases del gesto técnico de derecha liftada contra una bola con efecto cortado del jugador referente de la técnica ideal.	147
Figura 97. Medición de desplazamientos horizontales (eje x) y verticales (eje y) de la cresta iliaca derecha en las tres fases del gesto técnico de derecha liftada contra una bola con efecto cortado del jugador referente de la técnica ideal.	147

Figura 98. Medición de desplazamientos frontales (eje z) de la cresta iliaca derecha en las tres fases del gesto técnico de derecha liftada contra una bola con efecto cortado del jugador referente de la técnica ideal.	148
Figura 99. Medición de desplazamientos frontales (eje z) de la cresta iliaca izquierda en las tres fases del gesto técnico de derecha liftada contra una bola con efecto cortado del jugador referente de la técnica ideal.	148
Figura 100. Medición de desplazamientos horizontales (eje x) y verticales (eje y) de la cresta iliaca derecha en las tres fases del gesto técnico de derecha liftada contra una bola con efecto cortado del participante 1.	149
Figura 101. Medición de desplazamientos horizontales (eje x) y verticales (eje y) de la cresta iliaca izquierda en las tres fases del gesto técnico de derecha liftada contra una bola con efecto cortado del participante 1.	150
Figura 102. Medición de desplazamientos frontales (eje z) de la cresta iliaca derecha en las tres fases del gesto técnico de derecha liftada contra una bola con efecto cortado del participante 1.	150
Figura 103. Medición de desplazamientos frontales (eje z) de la cresta iliaca izquierda en las tres fases del gesto técnico de derecha liftada contra una bola con efecto cortado del participante 1.	151
Figura 104. Medición de desplazamientos horizontales (eje x) y verticales (eje y) de la cresta iliaca derecha en las tres fases del gesto técnico de derecha liftada contra una bola con efecto cortado del participante 2.	152

Figura 105. Medición de desplazamientos horizontales (eje x) y verticales (eje y) de la cresta iliaca izquierda en las tres fases del gesto técnico de derecha liftada contra una bola con efecto cortado del participante 2.	152
Figura 106. Medición de desplazamientos frontales (eje z) de la cresta iliaca derecha en las tres fases del gesto técnico de derecha liftada contra una bola con efecto cortado del participante 2.	153
Figura 107. Medición de desplazamientos frontales (eje z) de la cresta iliaca izquierda en las tres fases del gesto técnico de derecha liftada contra una bola con efecto cortado del participante 2.	153
Figura 108. Medición de desplazamientos horizontales (eje x) y verticales (eje y) de la cresta iliaca derecha en las tres fases del gesto técnico de derecha liftada contra una bola con efecto cortado del participante 3.	155
Figura 109. Medición de desplazamientos horizontales (eje x) y verticales (eje y) de la cresta iliaca izquierda en las tres fases del gesto técnico de derecha liftada contra una bola con efecto cortado del participante 3.	156
Figura 110. Medición de desplazamientos frontales (eje z) de la cresta iliaca derecha en las tres fases del gesto técnico de derecha liftada contra una bola con efecto cortado del participante 3.	156
Figura 111. Medición de desplazamientos frontales (eje z) de la cresta iliaca izquierda en las tres fases del gesto técnico de derecha liftada contra una bola con efecto cortado del participante 3.	157

Figura 112. Medición de desplazamientos horizontales (eje x) y verticales (eje y) de la cresta iliaca derecha en las tres fases del gesto técnico de derecha liftada contra una bola con efecto cortado del participante 4.	158
Figura 113. Medición de desplazamientos horizontales (eje x) y verticales (eje y) de la cresta iliaca izquierda en las tres fases del gesto técnico de derecha liftada contra una bola con efecto cortado del participante 4.	158
Figura 114. Medición de desplazamientos frontales (eje z) de la cresta iliaca derecha en las tres fases del gesto técnico de derecha liftada contra una bola con efecto cortado del participante 4.	159
Figura 115. Medición de desplazamientos frontales (eje z) de la cresta iliaca izquierda en las tres fases del gesto técnico de derecha liftada contra una bola con efecto cortado del participante 4.	159
Figura 116. Medición de desplazamientos horizontales (eje x) y verticales (eje y) de la cresta iliaca derecha en las tres fases del gesto técnico de derecha liftada contra una bola con efecto cortado del participante 5.	161
Figura 117. Medición de desplazamientos horizontales (eje x) y verticales (eje y) de la cresta iliaca izquierda en las tres fases del gesto técnico de derecha liftada contra una bola con efecto cortado del participante 5.	161
Figura 118. Medición de desplazamientos frontales (eje z) de la cresta iliaca derecha en las tres fases del gesto técnico de derecha liftada contra una bola con efecto cortado del participante 5.	162

Figura 119. Medición de desplazamientos frontales (eje z) de la cresta iliaca izquierda en las tres fases del gesto técnico de derecha liftada contra una bola con efecto cortado del participante 5.	162
Figura 120. Medición de desplazamientos horizontales (eje x) y verticales (eje y) de la cresta iliaca derecha en las tres fases del gesto técnico de derecha liftada contra una bola con efecto cortado del participante 6.	163
Figura 121. Medición de desplazamientos horizontales (eje x) y verticales (eje y) de la cresta iliaca izquierda en las tres fases del gesto técnico de derecha liftada contra una bola con efecto cortado del participante 6.	164
Figura 122. Medición de desplazamientos frontales (eje z) de la cresta iliaca derecha en las tres fases del gesto técnico de derecha liftada contra una bola con efecto cortado del participante 6.	164
Figura 123. Medición de desplazamientos frontales (eje z) de la cresta iliaca izquierda en las tres fases del gesto técnico de derecha liftada contra una bola con efecto cortado del participante 6.	165
Figura 124. Mediciones angulares de abducción y aducción de la muñeca activa en las tres fases del gesto técnico de derecha liftada contra una bola con efecto cortado del jugador referente de la técnica ideal.	167
Figura 125. Mediciones angulares de abducción y aducción de la muñeca activa en las tres fases del gesto técnico de derecha liftada contra una bola con efecto cortado participante 1.	168
Figura 126. Mediciones angulares de abducción y aducción de la muñeca activa en las tres fases del gesto técnico de derecha liftada contra una bola con efecto cortado participante 2.	169

Figura 127. Mediciones angulares de abducción y aducción de la muñeca activa en las tres fases del gesto técnico de derecha liftada contra una bola con efecto cortado participante 3.	170
Figura 128. Mediciones angulares de abducción y aducción de la muñeca activa en las tres fases del gesto técnico de derecha liftada contra una bola con efecto cortado participante 4.	171
Figura 129. Mediciones angulares de abducción y aducción de la muñeca activa en las tres fases del gesto técnico de derecha liftada contra una bola con efecto cortado participante 5.	172
Figura 130. Mediciones angulares de abducción y aducción de la muñeca activa en las tres fases del gesto técnico de derecha liftada contra una bola con efecto cortado participante 6.	173
Figura 131. Mediciones angulares de flexo extensión del codo derecho en las tres fases del gesto técnico de derecha liftada contra una bola con efecto cortado del jugador referente de la técnica ideal.	174
Figura 132. Mediciones angulares de flexo extensión del codo izquierdo en las tres fases del gesto técnico de derecha liftada contra una bola con efecto cortado del jugador referente de la técnica ideal.	175
Figura 133. Mediciones angulares de flexo extensión del codo derecho en las tres fases del gesto técnico de derecha liftada contra una bola con efecto cortado del participante 1.	176
Figura 134. Mediciones angulares de flexo extensión del codo izquierdo en las tres fases del gesto técnico de derecha liftada contra una bola con efecto cortado del participante 1.	176
Figura 135. Mediciones angulares de flexo extensión del codo derecho en las tres fases del gesto técnico de derecha liftada contra una bola con efecto cortado del participante 2.	178
Figura 136. Mediciones angulares de flexo extensión del codo izquierdo en las tres fases del gesto técnico de derecha liftada contra una bola con efecto cortado del participante 2.	178

Figura 137. Mediciones angulares de flexo extensión del codo derecho en las tres fases del gesto técnico de derecha liftada contra una bola con efecto cortado del participante 3.	180
Figura 138. Mediciones angulares de flexo extensión del codo izquierdo en las tres fases del gesto técnico de derecha liftada contra una bola con efecto cortado del participante 3.	181
Figura 139. Mediciones angulares de flexo extensión del codo derecho en las tres fases del gesto técnico de derecha liftada contra una bola con efecto cortado del participante 4.	182
Figura 140. Mediciones angulares de flexo extensión del codo izquierdo en las tres fases del gesto técnico de derecha liftada contra una bola con efecto cortado del participante 4.	182
Figura 141. Mediciones angulares de flexo extensión del codo derecho en las tres fases del gesto técnico de derecha liftada contra una bola con efecto cortado del participante 5.	184
Figura 142. Mediciones angulares de flexo extensión del codo izquierdo en las tres fases del gesto técnico de derecha liftada contra una bola con efecto cortado del participante 5.	185
Figura 143. Mediciones angulares de flexo extensión del codo derecho en las tres fases del gesto técnico de derecha liftada contra una bola con efecto cortado del participante 6.	186
Figura 144. Mediciones angulares de flexo extensión del codo izquierdo en las tres fases del gesto técnico de derecha liftada contra una bola con efecto cortado del participante 6.	186
Figura 145. Medición de desplazamientos horizontales (eje x) y verticales (eje y) del hombro derecho en las tres fases del gesto técnico de derecha liftada contra una bola con efecto cortado del jugador referente de la técnica ideal.	188
Figura 146. Medición de desplazamientos horizontales (eje x) y verticales (eje y) del hombro izquierdo en las tres fases del gesto técnico de derecha liftada contra una bola con efecto cortado del jugador referente de la técnica ideal.	188

Figura 147. Medición de desplazamientos frontales (eje z) del hombro derecho en las tres fases del gesto técnico de derecha liftada contra una bola con efecto cortado del jugador referente de la técnica ideal.	189
Figura 148. Medición de desplazamientos frontales (eje z) del hombro izquierdo en las tres fases del gesto técnico de derecha liftada contra una bola con efecto cortado del jugador referente de la técnica ideal.	189
Figura 149. Medición de desplazamientos horizontales (eje x) y verticales (eje y) del hombro derecho en las tres fases del gesto técnico de derecha liftada contra una bola con efecto cortado del participante 1.....	190
Figura 150. Medición de desplazamientos horizontales (eje x) y verticales (eje y) del hombro izquierdo en las tres fases del gesto técnico de derecha liftada contra una bola con efecto cortado del participante 1.....	191
Figura 151. Medición de desplazamientos frontales (eje z) del hombro derecho en las tres fases del gesto técnico de derecha liftada contra una bola con efecto cortado del participante 1.....	191
Figura 152. Medición de desplazamientos frontales (eje z) del hombro izquierdo en las tres fases del gesto técnico de derecha liftada contra una bola con efecto cortado del participante 1.....	192
Figura 153. Medición de desplazamientos horizontales (eje x) y verticales (eje y) del hombro derecho en las tres fases del gesto técnico de derecha liftada contra una bola con efecto cortado del participante 2.....	193
Figura 154. Medición de desplazamientos horizontales (eje x) y verticales (eje y) del hombro izquierdo en las tres fases del gesto técnico de derecha liftada contra una bola con efecto cortado del participante 2.....	193

Figura 155. Medición de desplazamientos frontales (eje z) del hombro derecho en las tres fases del gesto técnico de derecha liftada contra una bola con efecto cortado del participante 2.....	194
Figura 156. Medición de desplazamientos frontales (eje z) del hombro izquierdo en las tres fases del gesto técnico de derecha liftada contra una bola con efecto cortado del participante 2.....	194
Figura 157. Medición de desplazamientos horizontales (eje x) y verticales (eje y) del hombro derecho en las tres fases del gesto técnico de derecha liftada contra una bola con efecto cortado del participante 3.....	196
Figura 158. Medición de desplazamientos horizontales (eje x) y verticales (eje y) del hombro izquierdo en las tres fases del gesto técnico de derecha liftada contra una bola con efecto cortado del participante 3.....	197
Figura 159. Medición de desplazamientos frontales (eje z) del hombro derecho en las tres fases del gesto técnico de derecha liftada contra una bola con efecto cortado del participante 3.....	197
Figura 160. Medición de desplazamientos frontales (eje z) del hombro izquierdo en las tres fases del gesto técnico de derecha liftada contra una bola con efecto cortado del participante 3.....	198
Figura 161. Medición de desplazamientos horizontales (eje x) y verticales (eje y) del hombro derecho en las tres fases del gesto técnico de derecha liftada contra una bola con efecto cortado del participante 4.....	199
Figura 162. Medición de desplazamientos horizontales (eje x) y verticales (eje y) del hombro izquierdo en las tres fases del gesto técnico de derecha liftada contra una bola con efecto cortado del participante 4.....	199
Figura 163. Medición de desplazamientos frontales (eje z) del hombro derecho en las tres fases del gesto técnico de derecha liftada contra una bola con efecto cortado del participante 4.....	200

Figura 164. Medición de desplazamientos frontales (eje z) del hombro izquierdo en las tres fases del gesto técnico de derecha liftada contra una bola con efecto cortado del participante 4.....	200
Figura 165. Medición de desplazamientos horizontales (eje x) y verticales (eje y) del hombro derecho en las tres fases del gesto técnico de derecha liftada contra una bola con efecto cortado del participante 5.....	202
Figura 166. Medición de desplazamientos horizontales (eje x) y verticales (eje y) del hombro izquierdo en las tres fases del gesto técnico de derecha liftada contra una bola con efecto cortado del participante 5.....	202
Figura 167. Medición de desplazamientos frontales (eje z) del hombro derecho en las tres fases del gesto técnico de derecha liftada contra una bola con efecto cortado del participante 5.....	203
Figura 168. Medición de desplazamientos frontales (eje z) del hombro izquierdo en las tres fases del gesto técnico de derecha liftada contra una bola con efecto cortado del participante 5.....	203
Figura 169. Medición de desplazamientos horizontales (eje x) y verticales (eje y) del hombro derecho en las tres fases del gesto técnico de derecha liftada contra una bola con efecto cortado del participante 6.....	204
Figura 170. Medición de desplazamientos horizontales (eje x) y verticales (eje y) del hombro izquierdo en las tres fases del gesto técnico de derecha liftada contra una bola con efecto cortado del participante 6.....	205
Figura 171. Medición de desplazamientos frontales (eje z) del hombro derecho en las tres fases del gesto técnico de derecha liftada contra una bola con efecto cortado del participante 6.....	205
Figura 172. Medición de desplazamientos frontales (eje z) del hombro izquierdo en las tres fases del gesto técnico de derecha liftada contra una bola con efecto cortado del participante 6.....	206

Figura 173. Mediciones angulares de flexo extensión de la columna cervical en las tres fases del gesto técnico de derecha liftada contra una bola con efecto cortado del jugador referente de la técnica ideal.	208
Figura 174. Mediciones angulares de flexo extensión de la columna cervical en las tres fases del gesto técnico de derecha liftada contra una bola con efecto cortado participante 1.	209
Figura 175. Mediciones angulares de flexo extensión de la columna cervical en las tres fases del gesto técnico de derecha liftada contra una bola con efecto cortado participante 2.	210
Figura 176. Mediciones angulares de flexo extensión de la columna cervical en las tres fases del gesto técnico de derecha liftada contra una bola con efecto cortado participante 3.	211
Figura 177. Mediciones angulares de flexo extensión de la columna cervical en las tres fases del gesto técnico de derecha liftada contra una bola con efecto cortado participante 4.	212
Figura 178. Mediciones angulares de flexo extensión de la columna cervical en las tres fases del gesto técnico de derecha liftada contra una bola con efecto cortado participante 5.	213
Figura 179. Mediciones angulares de flexo extensión de la columna cervical en las tres fases del gesto técnico de derecha liftada contra una bola con efecto cortado participante 6.	214
Figura 180. Mediciones cinemáticas de la trayectoria parabólica de la pelota desde la fase de contacto hasta el momento de rebote en el lado de la mesa del oponente del jugador referente de la técnica ideal.	220
Figura 181. Mediciones cinemáticas de la trayectoria parabólica de la pelota desde la fase de contacto hasta el momento de rebote en el lado de la mesa del oponente del participante 1.	221
Figura 182. Mediciones cinemáticas de la trayectoria parabólica de la pelota desde la fase de contacto hasta el momento de rebote en el lado de la mesa del oponente del participante 2.	222

Figura 183. Mediciones cinemáticas de la trayectoria parabólica de la pelota desde la fase de contacto hasta el momento de rebote en el lado de la mesa del oponente del participante 3.....223

Figura 184. Mediciones cinemáticas de la trayectoria parabólica de la pelota desde la fase de contacto hasta el momento de rebote en el lado de la mesa del oponente del participante 4.....224

Figura 185. Mediciones cinemáticas de la trayectoria parabólica de la pelota desde la fase de contacto hasta el momento de rebote en el lado de la mesa del oponente del participante 5.....225

Figura 186. Mediciones cinemáticas de la trayectoria parabólica de la pelota desde la fase de contacto hasta el momento de rebote en el lado de la mesa del oponente del participante 6.....226

Introducción

Dentro del contexto universitario en Bogotá, el Tenis de Mesa es un deporte aún en proceso de crecimiento, con un auge grande de instituciones de educación superior que se agrupan en redes de integración deportiva como el Grupo Cerros, encargado de organizar competiciones de las más importantes a nivel interuniversitario en todo el país, dentro de las cuales participa activamente la Corporación Universitaria Minuto de Dios - UNIMINUTO con su equipo, en todas categorías en las ramas masculina y femenina.

El sistema de entrenamiento analítico, basado en la repetición de ejercicios técnico tácticos implementado en la universidad ha dado muy buenos resultados, obteniendo varias medallas en las competiciones mencionadas anteriormente en todas las categorías, siendo el deporte que más logros obtuvo en el primer semestre entre todos los deportes en que participa esta institución de educación superior. Pero aún así, hay espacio para el mejoramiento del proceso de entrenamiento, enfocado al incremento en la calidad de la técnica de cada jugador.

Esta tesis de grado es un texto que pretende implementar la utilización de tomas de video durante la ejecución de la técnica de derecha liftada como respuesta a una bola cortada de 6 participantes miembros de la selección universitaria UNIMINUTO, para su posterior análisis biomecánico, como fuente de recolección de información hacia el mejoramiento del rendimiento individual y colectivo de la Selección de Tenis de Mesa, complementando el actual método de entrenamiento aplicado.

Por medio de la caracterización de las fases del gesto técnico y su consecuente identificación de fortalezas y falencias en las ejecuciones de los deportistas, se pretende brindarle a estos, una herramienta de visualización propia de su estado actual de juego, utilizando software de video nunca antes aplicado en la universidad de esta forma.

Para dicho fin, se tomaron una serie de videos desde las tomas sagital derecha, izquierda y frontal posterior, con el objetivo que los participantes reconozcan en sus movimientos segmentarios, los aspectos que deben reforzar del juego y aquellos en los cuales deberán trabajar para obtener cambios positivos, así como también, lean y conozcan dentro del marco teórico presentado en este texto, las diferentes características biomecánicas inherentes a cada unos de sus movimientos en esta disciplina deportiva.

Utilizando la metodología mixta de investigación con un enfoque exploratorio, se realizaron mediciones cuantitativas de trayectorias de raqueta y pelota, velocidades alcanzadas por ambos elementos en el proceso del golpe y la cinemática de las diferentes partes del cuerpo que realizan acciones motrices voluntarias o involuntarias durante la progresión de las fases de la técnica, luego de lo cual, se efectuaron análisis cualitativos de los gestos, siendo estos comparados con un jugador referente de la técnica ideal, miembro activo de la Selección Bogotá y Colombia de Tenis de Mesa. Este acto comparativo, adicional al análisis de la teoría del movimiento ofrecido por las escasas fuentes bibliográficas dentro de las que se destaca la Federación Internacional de Tenis de Mesa, arrojaron una serie de resultados en cuanto a la pertinencia de varios movimientos para aportar a la efectividad del gesto, así como la detección de muchas otras acciones motrices que evitaron una mayor fluidez y eficacia en las ejecuciones tomadas en video, como movimientos involuntarios en las extremidades inferiores o la desintegración del movimiento conjunto del cuerpo para realizar la acción técnica en una misma dirección.

Con este escrito, se generó una aportación investigativa a nivel nacional sobre un uso apropiado de las T.I.C.S. en el ámbito deportivo, no solo universitario sino aplicable a contextos aún más amplios, colaborando así con la creación de teorías del movimiento del Tenis de Mesa.

1. Contextualización

1.1. Macro contextualización

Dentro del ámbito universitario de Bogotá y a nivel nacional, existen diferentes redes institucionales cuya función es integrar a la población estudiantil para organizar competencias en disciplinas deportivas individuales y de conjunto. Dentro de estas redes articuladas, se encuentra el Grupo Universitario Cerros, formado hace 28 años con el propósito anteriormente mencionado dentro la capital del país y sus alrededores. Esta organización integra a 40 universidades que semestralmente participan en 20 disciplinas olímpicas y no olímpicas, incluyendo deportes tradicionales como Fútbol, Ciclismo, Baloncesto y Atletismo, otros deportes menos populares como el Tenis de Campo y Tenis de Mesa, Voleibol clásico y de playa, Squash y Taekwondo y disciplinas de mucho menor desarrollo y práctica como el Ultimate, la Escalada y el Capoeira.

Dentro del Grupo Cerros, la Corporación Universitaria Minuto de Dios - UNIMINUTO y su equipo de Tenis de Mesa compite anualmente en las dos paradas organizadas por la red universitaria en cada una de sus tres categorías, en las ramas femenina y masculina con más de 20 deportistas entre todas las competencias de individuales, dobles y equipos.

En el presente año, el Tenis de Mesa es el único deporte dentro de UNIMINUTO que logró la obtención de medallas de cualquier material dentro de todas las competencias del Grupo Cerros, según información extraída de la tabla de medallería publicada por la organización en su página de internet, que muestra un total de cuatro preseas, dos de oro en las categorías primera modalidad individual masculina, y tercera de la misma modalidad, así como dos de bronce en la segunda categoría masculina en las modalidades de individual y dobles.

1.2. Micro contextualización

El Tenis de Mesa en UNIMINUTO es un deporte relativamente nuevo, integrado dentro de los programas de formación deportiva desde mediados de la década del 2000, ingresando a la Red Universitaria Grupo Cerros en el año 2006, cuando esta solo clasificaba a los jugadores de dos categorías, primera y segunda, según los resultados obtenidos en las diferentes paradas o torneos realizados semestralmente. Posteriormente se adicionó la tercera categoría para las competencias del año 2011 en adelante.

En sus inicios, la universidad contaba solo con deportistas ubicados dentro de la segunda categoría del Grupo Cerros, logrando resultados importantes principalmente en la rama femenina. Más adelante, con la sistematización de los entrenamientos, la consecución de mejores materiales, la continuidad de los jugadores en el proceso de formación deportiva en Tenis de Mesa, el nivel de juego de los participantes fue incrementando (J. Moreno, comunicación personal, septiembre 2015), aunque no se consiguió lograr que alguno de los integrantes del equipo avanzara a primera categoría sino hasta el año 2012, en la rama femenina, con la estudiante y deportista Diana Paola Cabrera Rojas, quien al ganar el título nacional de segunda categoría logró su avance a primera. La misma gesta logró un año más tarde el alumno Daniel Julián Monroy Calero, obteniendo el título en la rama masculina individual de segunda categoría del torneo nacional del Grupo Cerros disputado en la ciudad de Girardot a finales del año 2012, avanzando a la primera categoría para el siguiente año, de acuerdo con la información obtenida del sitio web del Grupo Cerros (2015).

Desde el año 2013 hasta hoy, el entrenador del equipo de UNIMINUTO ha sido el señor Ángelo Mauricio Black Giraldo, quien a su vez dirige la selección bogotana de Tenis de Mesa y ha logrado junto con el equipo masculino y femenino de esta universidad, diferentes triunfos no

solo en las tres categorías dentro de la Red Universitaria Grupo Cerros, sino también en redes como la Organización de Universidades el Norte, más conocida como O.U.N. y se ha participado con grandes resultados en campeonatos anuales organizados por la Asociación Colombiana de Universidades, ASCÚN, considerado el torneo de universidades más importante a nivel nacional.

2. Situación problémica

2.1. Descripción del problema

Dentro del contexto deportivo de UNIMINUTO, en el Tenis de Mesa los jugadores son clasificados en tres categorías según su habilidad en la disciplina y sus resultados en los diferentes torneos inter universitarios del Grupo Cerros, siendo estos niveles de clasificación las categorías primera, segunda y tercera.

Progresivamente según su proceso de aprendizaje y desarrollo deportivo, cada uno de los tenismesistas ha adaptado la enseñanza y ejecución de lo que se denominaría una técnica ideal del golpe de derecha liftado como respuesta a una bola con efecto cortado, de la mejor forma en que individualmente han experimentado y determinado que ha sido funcional y efectivo en prácticas y partidos amistosos o de competencias oficiales internas y externas a la universidad.

Estos procesos individuales llevan a que la técnica de golpe de derecha liftado tenga muchas variaciones de jugador a jugador, lo cual tiene dentro del desarrollo del juego diferentes consecuencias en factores como la velocidad de la pelota o la trayectoria y rotación de la misma, incidiendo directamente en el resultado de la ejecución.

En el entrenamiento de Tenis de Mesa, siempre se debe buscar la detección y corrección de falencias en la realización de cada golpe posible a ejecutar durante un partido, analizando las diferentes características físicas y técnicas de cada jugador y la afectación de estas en el desarrollo de su técnica personal. No obstante, para que cada jugador pueda mejorar la calidad de

sus gestos, no es suficiente con la detección de aciertos y fallas o el entrenamiento continuo y repetitivo, sino que hacen falta herramientas adicionales como la observación de sí mismo realizando el gesto, algo que dentro del programa de entrenamientos del equipo de Tenis de Mesa de UNIMINUTO no se realiza.

En esta necesidad de cada deportista de estudiar sus propias ejecuciones para incrementar su calidad y eficacia técnica individual, radica la importancia de esta investigación como herramienta de observación y análisis de los diferentes aspectos que el estado actual de su técnica evidencia en la realización del gesto de derecha liftada como respuesta a una bola cortada.

Este análisis biomecánico de los jugadores de las tres diferentes categorías, le brindará a estos deportistas la posibilidad de determinar sus aspectos fuertes y débiles en la ejecución técnica del golpe de derecha liftado para poder analizar las diferentes consecuencias que estos aspectos ocasionan en los resultados durante las fases competitivas, permitiéndoles iniciar un proceso de afianzamiento o modificación de movimientos específicos en sus gestos técnicos individuales, buscando el mejoramiento y aumento del grado de eficacia de sus golpes.

2.2. Formulación del problema

¿Dentro del estado actual del gesto técnico de derecha liftada como respuesta a bolas con efecto cortado, qué factores biomecánicos inciden en la eficacia de la ejecución de los deportistas de las diferentes categorías de la selección de Tenis de Mesa de UNIMINUTO?

2.3 Justificación

En cualquier contexto deportivo de cualquier disciplina en la cual se busque el rendimiento por encima de la diversión o simple recreación, es importante no sólo aprender e interiorizar las formas más viables de realizar gestos técnicos sino también conocer la razón por

la cual estos gestos son eficaces y efectivos al momento de su aplicación dentro de la práctica del deporte.

El Tenis de Mesa es un deporte bastante complejo, en el que intervienen ángulos y velocidades de movimiento corporal y de elementos complementarios, efectos y factores como la resistencia del aire, la velocidad de rotación y desplazamiento de la pelota y su consecuente ubicación espacial, las ejecuciones del contrario, la agilidad requerida para la toma de decisiones, el tipo de equipamiento con que se practique y el material con el que fue ensamblado y muchas otras más. Lo anterior, sumado a que a nivel intermedio competitivo en el contexto de UNIMINUTO la pelota se demora en promedio menos de medio segundo en viajar de un lado al otro de la mesa, hace que el conocimiento teórico y experimental sobre las razones por las cuales la pelota tiene diferentes reacciones a múltiples ejecuciones por parte de los jugadores, sea una base fundamental de desarrollo y crecimiento en el nivel de rendimiento de cada deportista.

En esto último, este trabajo soporta su importancia y aporte al desarrollo de la investigación deportiva como método de mejoramiento del rendimiento, aplicable no sólo al Tenis de Mesa en nuestro claustro universitario, sino a una cantidad bastante amplia de disciplinas, que mediante la aplicación de estudios biomecánicos deportivos, puede encontrar respuestas a situaciones en ocasiones incomprendidas que influyen constantemente en el resultado positivo o negativo durante la práctica deportiva.

2.4 Objetivos

2.4.1. Objetivo General.

Determinar biomecánicamente posibles aciertos o falencias en cada una de las fases de la ejecución técnica del golpe liftado de derecha como respuesta a una bola cortada, por medio de la utilización del software de análisis de video Kinovea en jugadores de la selección de Tenis de

Mesa de UNIMINUTO.

2.4.2 Objetivos Específicos.

Analizar cinemática y cuantitativamente las fases de la ejecución del gesto técnico de derecha liftado como respuesta a una bola proveniente con efecto cortado en Tenis de Mesa por medio de la recolección de video y su posterior análisis con el software de análisis de movimiento Kinovea.

Comparar los niveles evidenciados en cada clasificación categórica de la población muestra de la selección de Tenis de Mesa de UNIMINUTO.

Detectar los diferentes aciertos o posibles fallas que tengan una afectación determinante en la eficacia del gesto técnico analizado.

3. Marco Referencial.

3.1. Antecedentes.

Para la construcción de los antecedentes de esta investigación, se visitaron los repositorios de diversas universidades a nivel local, nacional e internacional, y a pesar de no hallar tesis de pregrado, maestrías o doctorados que apliquen a profundidad las metodologías de medición que ofrece la biomecánica para el mejoramiento de la técnica del golpe liftado de derecha de Tenis de Mesa en cualquier situación de juego, se encontraron varios proyectos de investigación que si aplicaron mediciones biomecánicas para analizar varias temáticas, como por ejemplo la ejecución de gestos técnicos en otros deportes, aspectos referentes a calidad de vida de personas con y sin condiciones de discapacidad a nivel anatómico, de salud y de factores de riesgo laboral y al análisis cinemático y cinético de extremidades superiores e inferiores en actividades cotidianas.

En la primera universidad consultada en la ciudad de Bogotá, la Corporación

Universitaria Manuela Beltrán, se encontraron seis tesis de pregrado, titulándose la primera de ellas "Análisis de la Biomecánica de la marcha en individuos normales clasificados según somatotipo", año 2001, la cual consistió en "clasificar antropométricamente individuos de estudio, determinar las características de la marcha en los diferentes terrenos y analizar la biomecánica de la marcha" (González, 2001, p.9-10). La metodología que se utilizó fue cuantitativa con enfoque descriptivo, realizando mediciones de las características más importantes de la marcha en individuos o grupos sometidos al análisis, para determinar su afectación en el desarrollo de la marcha, la cual fue el centro de interés de la investigación. González concluyó que:

Según el biotipo clasificado de la persona o grupo analizada, dentro de lo cual se tuvo principalmente en cuenta el IMC, se presentan características específicas en cuanto a movimientos angulares, largada de la zancada, flexo extensión de extremidades inferiores y otros factores, habiendo analizado principalmente el tren inferior del cuerpo. Estos factores varían también según el terreno en que se marche y el grado de inclinación del mismo, sobre el cual empiezan a trabajar con más protagonismo, otras articulaciones del tren inferior y parte del tronco.

La segunda tesis se titula "Caracterización digital de la Biomecánica de los gestos deportivos para el fútbol", año 2009, la cual consistió en "determinar los gestos deportivos característicos que podrían ser evaluados en el laboratorio, especificar los movimientos involucrados en cada gesto deportivo y describir la técnica deportiva de alto rendimiento en términos biomecánicos de cada gesto" (Pineda, 2009, p.19). La metodología que se utilizó fue cuantitativa con enfoque descriptivo, detallando y midiendo gestos seleccionados específicamente debido a las condiciones logradas por espacios en el laboratorio en el cual se

realizaron las pruebas dentro de las que se incluyeron el tiro libre con pelota quieta ejecutado con borde interno del pie y el saque de banda. Se concluyó que:

El deportista puede conocer el comportamiento de su cuerpo en cada uno de los ejes al desplazarse por la pista, al igual que los ángulos de movimiento en cada una de sus articulaciones, con lo cual puede describirse de forma biomecánica, la cinemática de los gestos deportivos, con curvas, datos y rangos específicos de movimiento en cada uno de los segmentos y de las articulaciones (Pineda, 2009, p.137)

La tercera tesis se titula "Caracterización digital de la biomecánica de los gestos deportivos para voleibol", año 2008, la cual consistió en "realizar una descripción específica de cada uno de los gestos deportivos relacionados con el voleibol, delimitar cuales de estos gestos involucran mayor expresión corporal para el deportista y analizar la biomecánica de los gestos deportivos evaluados en el laboratorio" (Lagos, 2008, p.17). La metodología que se utilizó fue la descripción cualitativa y cuantitativa, en la que primero se detallan los movimientos realizados por el deportista que es analizado y se evalúa si sus movimientos son correctos para la prevención de posibles lesiones a consecuencia de ejecuciones deficientes, mientras simultáneamente se especifican mediciones derivadas del análisis cinemático del deportista obtenido en el laboratorio. Se concluyó que "la deportista adopta malas posturas en el gesto de pase de dedos sobre todo en el hombro izquierdo donde se observa un desfase en el movimiento, lo mismo se observa en la cadera, inclinada hacia el lado derecho" (Lagos, 2008, p.140)

La cuarta tesis se titula "Caracterización digital de la biomecánica de los gestos para la disciplina del taekwondo", año 2013, la cual consistió en la "captura digital de técnicas del taekwondo, la caracterización de la biomecánica de los gestos a estudiar y el diseño de videos de los gestos " (Manrique, 2013, p.23). La metodología que se utilizó fue cuantitativa, por medio de

la captura y medición de los gestos deportivos en un taekwondista de alto nivel, que accedió al estudio en el Laboratorio de Biomecánica Digital BTS. La investigación fue un estudio de caso con un único deportista para caracterizar sus gestos, es decir, no es una estandarización de estos, por lo tanto quedó como trabajo futuro realizar esta investigación con más deportistas para poder asegurar un patrón de los gestos. Manrique concluyó que:

Este tipo de investigaciones permite mostrar resultados cuantitativos de la cinemática del gesto en cuanto a velocidades, aceleraciones, posiciones y ángulos de cada uno de los gestos realizados en el taekwondo así como la obtención de un protocolo para poder caracterizar el gesto del taekwondista y entregar parámetros de la biomecánica de los movimientos, con el fin de optimizar su potencial y desempeño, el cual puede ser aplicado a cualquier practicante de esta disciplina. (2013, p.283).

La quinta tesis se titula "Caracterización digital de la biomecánica de los gestos deportivos para tenis", año 2008, la cual consistió en "especificar los movimientos involucrados en cada gesto deportivo, analizar la técnica de alto rendimiento en términos biomecánicos de cada gesto, diseñar un modelo 3D para analizar nuevas técnicas de mejoramiento atlético del deportista " (Galindo y Gómez, 2008, p.20). La metodología que se utilizó fue cuantitativa con enfoque descriptivo, por medio de mediciones angulares y de velocidad, para hacer un análisis de resultados en deportistas de alto rendimiento contactados por las autoras del proyecto de investigación, utilizando fotos que muestran el desarrollo progresivo del movimiento. Se delimitaron los gestos a analizar debido a insuficiencia en los espacios proveídos por el laboratorio de análisis biomecánico de la universidad, los cuales quedaron reducidos al golpe de volea y de drive o derecha liftada. Se concluyó que "en Colombia la tecnología va creciendo y se puede contar con novedosas técnicas para elevar el nivel competitivo de los deportistas,

analizando cada uno de los gestos, señalando las falencias a nivel técnico, biomecánico y táctico para futuras competencias" (Galindo y Gómez, 2008, p.140).

La sexta tesis fue titulada "Caracterización y estandarización de la técnica deportiva del tenis de mesa en deportistas de rendimiento desde la óptica fisioterapéutica", año 2007, la cual consistió en "diseñar y aplicar un instrumento que facilite la caracterización antropométrica, de movilidad articular y corporal del tenismesista, captar el gesto deportivo de tenis de mesa a través del sistema BTS, analizar los resultados obtenidos en la recolección de datos" (Roa, Monroy y Parra, 2007, p.31). Se utilizó una metodología cuantitativa con enfoque descriptivo, por medio de la realización mediciones de "las características de tres tenismesistas de rendimiento, a quienes se les llevó a un laboratorio de biomecánica digital y se identificaron condiciones cinéticas durante el gesto deportivo del drive" (Roa, Monroy y Parra, 2007, p.289). Se concluyó que "cada deportista tiene un estilo adaptado de manera particular, debido al entrenamiento recibido, al igual que a las características antropométricas que se convierten en factor determinante para el gesto deportivo" (Roa, Monroy y Parra, 2007, p.289).

A nivel nacional, en la primera universidad consultada, la Universidad Autónoma de Occidente, en Cali, Valle del Cauca, se encontró una tesis de grado titulada "Mejoramiento de las condiciones biomecánicas de los puestos de trabajo en el área de producción de la empresa A.S.A. Industries", año 2013, la cual consistió en "identificar los riesgos para los operarios para implementar normas de seguridad industrial, identificar causas que generan fatiga en los sitios de trabajo, determinar los beneficios de la implementación de un programa de seguridad industrial en A.S.A industries." (Angulo, 2013, p.21). La metodología utilizada fue cualitativa, soportada en "realizar preguntas a cada uno de los involucrados pertenecientes a las áreas de trabajo" (Angulo, 2013, p.45), es decir, la aplicación de entrevistas y encuestas a los operarios. Posterior

a esto, se aplicó una observación cualitativa de las instalaciones del área de producción, en la cual se enfocó el proyecto de investigación. Angulo concluyó que "el riesgo ergonómico y biomecánico puede ser controlado, debido a que está en una etapa controlable y por tanto eliminar de manera parcial dicho riesgo es más factible" (2013, p.90).

En la Universidad del Cauca, segunda universidad consultada a nivel nacional, ubicada en Popayán, departamento del Cauca, se encontró una tesis de maestría, titulada "Diseño y construcción de una prótesis robótica de mano funcional adaptada a varios agarres", año 2010, la cual consistió en "investigar los diferentes tipos de materiales, actuadores, mecanismos de transmisión y sensores que puede construir la prótesis, realizar el diseño mecánico en el software CAD, validar la mecánica, software y hardware, construir un primer prototipo de prótesis de mano" (Quinayás, 2010, p.12). La metodología utilizada en esta tesis fue de tipo exploratoria, ya que buscó estudiar y conocer las variadas opciones en referencia a diferentes factores de diseño de hardware y software para crear un prototipo de prótesis que realice agarres específicos por medio de órdenes computacionales, sirviendo como base para otras investigaciones futuras en este sentido. Se concluyó que:

Del análisis del estado del arte de manos robóticas y prótesis, se pudo definir objetivos de diseño, como utilizar un sistema de transmisión con motores en las articulaciones. Con este tipo de sistemas se tiene una independencia de las articulaciones y se puede lograr movimientos más complejos de los dedos" (Quinayás, 2010, p.79).

En la tercera universidad que se investigó a nivel nacional, la Universidad del Valle, se encontró una tesis de maestría titulada "Estudio biomecánico de mujeres colombianas para el análisis del síndrome de dolor patelofemoral" año 2010. Esta tesis consistió en "caracterizar antropométricamente la población en la muestra seleccionada, cinemáticamente y cinéticamente

su patrón de marcha, correlacionar las variables antropométricas con las variables cinemáticas y cinéticas" (Díaz, 2010, p.18). La metodología utilizada fue la cuantitativa con enfoque correlacional, utilizando como herramienta principal la observación de casos controlados con mujeres que presentan alteraciones en los patrones de la marcha, realizando mediciones de variables antropométricas en las diferentes participantes presentes en la convocatoria. También se aplicó un enfoque exploratorio, evidenciado dentro de las recomendaciones, en las que se afirma "que este es un paso inicial para el entendimiento de la influencia del síndrome de dolor patelofemoral (SDPF) en la marcha, por lo tanto con estos resultados se pretende fomentar que otros investigadores continúen trabajos en esta área" (Díaz, 2010, p.101). Se concluyó que:

El ángulo de alineamiento frontal de los miembros inferiores estuvo por debajo del promedio, mientras que las pruebas con las otras diferentes variables antropométricas, temporo-espaciales, cinemáticas y cinéticas no demostraron grandes diferencias estadísticas entre las pacientes con dolor y aquellas denominadas en la tesis como paciente-control" ((Díaz, 2010, p.98-101)

También se consultaron repositorios de universidades internacionales, obteniendo como resultados otros ejemplos de la aplicación de la Biomecánica para la valoración o caracterización de gestos técnicos deportivos. La primera fue la Universidad de León, España, en donde se encontró la tesis doctoral titulada "Adaptación, validación y aplicación de una nueva tecnología para valorar la biomecánica de la carrera de resistencia", año 2014, la cual consistió en:

Adaptar y validar un nuevo método para registrar variables espacio temporales durante la carrera en tapiz rodante, analizar la influencia del patrón de la pisada en la economía de la carrera de larga distancia sub-elite, examinar la influencia de las variables antropométricas, fisiológicas y biomecánicas en el rendimiento en media maratón de un grupo de corredores"

(Ogueta 2014, p.33).

La metodología utilizada fue cuantitativa, ya que por medio de la medición de características antropométricas, biomecánicas y fisiológicas, se buscó la determinación de conclusiones igualmente cuantitativas, expresadas en ecuaciones para evaluar la economía de la carrera de la población muestra y la incidencia de los factores biológicos analizados. Se concluyeron diversos puntos, dentro de los que se encuentran que "los métodos utilizados hasta el momento para el registro de variables biomecánicas pueden generar discrepancias sobre la influencia de algunas variables independientes en la carrera" (Ogueta 2014, p.33), y "los corredores talonadores fueron más económicos que los de planta/antepié a velocidades de carrera submáxima. Biomecánicamente, el patrón de pisada no tuvo influencia en la frecuencia y amplitud de zancada a la misma velocidad de carrera y tiempo de vuelo" (Ogueta 2014, p.67).

En la segunda universidad consultada a nivel internacional, la Universidad de Chile, se encontró una tesis titulada "Biomecánica y marcadores de estrés musculo esqueléticos: análisis cinemático del lanzamiento con estólica," año 2010, la cual según Coros, consistió en:

Determinar las posturas y movimientos más recurrentes durante el lanzamiento con estólica y si existe algún patrón común entre ellas, establecer y describir las etapas y fases que se visualizan en dicho gesto técnico, analizar las variables cinemáticas de velocidad y aceleración de los movimientos comprometidos en dicho gesto técnico, evaluar la predisposición de los movimientos a la formación de patologías y marcadores de estrés óseos (2010, p.24).

La metodología utilizada fue cuantitativa con enfoque descriptivo transversal, ya que "se describieron, analizaron y relacionaron factores cinemáticos y comportamentales asociados al gesto técnico del lanzamiento con estólica, en un lugar y tiempo determinado" (Coros, 2010

p.25). Se concluyó que "si bien existen patrones comunes de movimiento en el lanzamiento con estática, cada lanzador tiene su propio modelo.....se cumplen principios biomecánicos como el de coordinación de impulsos parciales, el de fuerza inicial y el de recorrido óptimo de la aceleración" (Coros, 2010 p.57).

En la tercera universidad consultada a nivel internacional, la Universidad Nacional de la Plata, en Argentina, se encontró una tesis de maestría titulada "Análisis, desarrollo y evaluación de un plan de entrenamiento sobre bicicletas estáticas ESBE", año 2013, la cual consistió en "caracterizar los procesos de instrucción idóneos para la práctica del E.S.B.E, exponer los trabajos que pueden ser incorporados sobre la bicicleta estática, reportar los campos fisiológicos de las personas evaluadas, desarrollar pautas para la práctica del E.S.B.E" (Ríos, 2013, p.12).

Aplicó varias metodologías incluyendo cualitativa por medio de observación y cuantitativa en base a la realización de "mediciones antropométricas de los pliegues y perímetros, pruebas de fuerza muscular dinámica, pruebas de esfuerzo de los participantes en el estudio, quienes también participaron en encuestas" (Ríos, 2013, p.13). Se concluyó que:

La velocidad de recuperación, mejorando esta progresivamente" (Ríos, 2013, p.149), "los resultados no son indiferentes a la forma de pedaleo; se tiende a realizar más fuerza con la pierna que demarca la cadencia de pedaleo y si no se iguala la exigencia, puede una pierna desarrollarse más que la otra" (Ríos, 2013, p.149).

En la cuarta universidad consultada internacionalmente, la Universidad de Valencia, en España, se encontró una tesis doctoral titulada "Influencia de variables biomecánicas y fisiológicas sobre el rendimiento deportivo de atletas en silla de ruedas. Optimización del rendimiento de un atleta de élite mundial", año 2007, la cual consistió en "adaptar conocimiento de carácter científico sobre la propulsión de la silla de ruedas en atletismo, respaldar

científicamente la optimización del rendimiento deportivo de un atleta en silla de ruedas de elite internacional" (Polo, 2007, p.12). Se utilizó una metodología cuantitativa con enfoque descriptivo, ya que se realizaron mediciones con instrumentos específicos tanto del comportamiento de la silla de ruedas ante diferentes estímulos, como de la fisiología del atleta participante en el estudio, todo esto con el objetivo de planear el entrenamiento para el aumento del rendimiento deportivo del deportista discapacitado. Entre las conclusiones, se destacan:

"La evolución de la frecuencia cardiaca en función de la velocidad de traslación en la silla de ruedas es similar a la descrita para deportistas que corren a pie", "la frecuencia de embolada aumenta y el tiempo de contacto disminuye, a medida que aumenta la velocidad de traslación. Esto sería la causa de una pérdida de eficiencia mecánica en la propulsión a mayores velocidades" y "tanto la frecuencia de embolada como el tiempo de contacto de la mano con el aro varían en función del diámetro del aro de propulsión utilizado. De acuerdo a esto, el diámetro de aro de propulsión óptimo sería determinante en la mejora del movimiento de un atleta que tiene que mantener la máxima velocidad de traslación posible, como aquellos en silla de ruedas." (Polo, 2007, p.146-147).

En la quinta universidad internacional consultada, La Universidad Técnica de Ambato, en Ecuador, se encontró una tesis de pregrado titulada "La biomecánica aplicada al fútbol y su incidencia en la técnica del golpe en balón parado en los jóvenes de 13 a 16 años de la escuela de iniciación deportiva de la Liga Deportiva Cantonal de Archidona, año 2012, la cual consistió en "determinar la técnica del golpe en balón parado mediante el uso de la tecnología biomecánica en jóvenes de 13 a 16 años en la escuela especificada, en el período entre mayo y septiembre del año 2012" (Córdova, 2012, p.20). La metodología utilizada fue mixta, tanto cuantitativa por la medición de procesos matemáticos y estadísticos de valoración de los resultados obtenidos, así

como cualitativo al realizar una valoración social de la incidencia investigativa. Se concluyó que "no existen dos golpes de balón idénticos, ni siquiera los realizados por un mismo futbolista por depender de las características antropométricas, biomecánicas, bioenergéticas, perceptivas, etc., de cada jugador y de los fenómenos físicos variables de cada lanzamiento" (Córdova, 2012, p.132).

En la sexta universidad internacional consultada, la Universidad de Granada, España, se encontró una tesis doctoral titulada "Análisis biomecánico de los golpes clear, drop y remate en Bádminton", año 2004, la cual consistió en "analizar biomecánicamente los elementos técnicos de los golpes de mano alta en el deporte Bádminton, siendo estos el clear, el drop y el remate, para contrastar los resultados evidenciados en video con la teoría científica sobre parámetros biomecánicos." (Carazo, 2004, p.98). Se utilizó una metodología cuantitativa con enfoque descriptivo por medio de la medición antropométrica de los cuatro participantes, así como de la observación y descripción de las cadenas cinéticas que cada uno de estos aplicaba al realizar los gestos técnicos analizados. Se concluyó "la importancia de los desplazamientos previos al golpeo para permitir la ejecución técnica en condiciones óptimas,, debe considerarse el remate como el golpeo más eficaz desde el fondo de pista, siendo el clear y el drop recursos alternativos". (Carazo, 2004, p.219).

En la séptima universidad internacional consultada, la Universidad Autónoma de Madrid, España, se encontró una tesis doctoral titulada "Análisis biomecánico del lanzamiento de disco. Categorización de variables de eficacia de la técnica", año 2006, la cual consistió en "identificar las variables de eficacia que definen la biomecánica del lanzamiento de disco, analizar la biomecánica de la técnica de los mejores lanzadores de alto nivel españoles, clarificar la biomecánica que opera en la ejecución del lanzamiento de disco". La metodología utilizada fue

cuantitativa con enfoque descriptivo, expresada por medio de la cuantificación de las variables biomecánicas definidas para la muestra del estudio, así como la descripción de las diferentes fases del gesto técnico que se está estudiando. Se concluyó que

En categorías masculina y femenina, la fase de vuelo fue la más corta, siendo importante en el grado de torsión entre el eje de hombros y cadera, siendo mayor el tiempo de las femeninas, logrando estas una mayor torsión", así como también "en la fase de segundo apoyo, tanto hombre como mujeres no alzaron el disco a una altura considerable, como se destaca en la técnica convencional", (Floría, 2006, p.305) destacando estas entre diversas conclusiones.

En la octava universidad internacional consultada, La Universidad Católica San Antonio de Murcia, se encontró una tesis doctoral titulada "Adaptaciones cinemáticas, cinéticas y antropométricas tras un entrenamiento de corta duración con arrastres de trineo en atletas entrenados", año 2009, la cual consistió en "conocer el efecto de diferentes formas de entrenamiento con arrastres de trineo en factores como tiempos, velocidades, amplitud y frecuencia de zancadas, desplazamientos lineales y angulares, curva fuerza-velocidad, somatotipo de los atletas para identificar las adaptaciones producidas por los entrenamientos" (Alcaraz, 2009, p.189-190). La metodología utilizada fue cualitativa con enfoque experimental, trabajando con dos grupos distribuidos en forma aleatoria, para realizar tareas de entrenamiento en situaciones controladas por el investigador. Se concluyó que "el entrenamiento obtuvo resultados de mejoramiento en referencia a mediciones de velocidad con respecto a variables de rendimiento, cinemáticas, cinéticas, antropométricas y mecánico musculares articulares" (Alcaraz, 2009, p.359-361).

En la novena universidad internacional consultada, se encontró una tesis doctoral titulada "Cinemática y cinética del pie y su relación con el rendimiento y las lesiones en atletas de

resistencia", año 2014, la cual consistió en "estudiar la cinemática y la cinética de la marcha y carrera a pie, calzado y descalzo a velocidades específicas y estudiar la prevalencia de lesiones por sobre uso en el miembro inferior y su relación con distintos parámetros biomecánicos" (Mosquera, 2014, p.120). La metodología utilizada fue cualitativa con enfoque experimental y longitudinal, con una población que ejecutó actividades controladas, realizadas en un espacio de tiempo de un mes, entre junio y julio de 2013. También se aplicó la metodología cuantitativa, por medio de las mediciones antropométricas de los participantes en el estudio y las variables utilizadas en las actividades. Se llegó a diversas conclusiones, como que "existen diferencias estadísticamente significativas en las variables antropométricas y fisiológicas en función del nivel de rendimiento en carrera, o la presencia de cambios en la biomecánica del miembro inferior cuando se corre calzado o descalzo" entre otras (Mosquera, 2014, p.237)

En la décima universidad internacional consultada, la Universidad de León en España, se encontró una tesis doctoral titulada "Análisis biomecánico de las mañas de la lucha leonesa", año 2000, la cual consistió en "presentar criterios biomecánicos para dividir las fases de técnicas de lucha estudiando equilibrio, describir la cinemática de técnicas o mañas de la Lucha Leonesa a partir de variables cuantitativas, clasificar y comparar la eficacia de las mañas en la lucha" (López, 2000, p.73). La metodología utilizada fue cuantitativa con enfoque descriptivo, caracterizando y midiendo los diferentes movimientos y fases de la técnica de lucha leonesa, así como también el estudio tuvo un segundo momento, en el cual se aplicó una metodología experimental, haciendo pruebas controladas de campo. Se concluyó que "el criterio propuesto para dividir las fases, es aplicable a todas las mañanas estudiadas, diferenciando fases de equilibrio y derribo", "se permitió describir aspectos biomecánicos de las mañas de lucha, que mejorarán la eficacia de ejecución" (López, 2000, p.184).

3.2 Marco Teórico

Palabras clave: Tenis de Mesa, Técnica de derecha liftada, Biomecánica de las articulaciones, Biomecánica deportiva.

3.2.1. Técnica del Tenis de Mesa.

3.2.1.1 Generalidades de las técnicas básicas. En el proceso de aprendizaje de cualquier deporte, lo primero que se debe aprender son las ejecuciones o golpes básicos, que servirán para que, durante el desarrollo del deportista se puedan generar técnicas y ejecuciones más avanzadas como consecuencia del entrenamiento de los golpes de base. En Tenis de Mesa hay diferentes golpes que se ejecutan dependiendo del plano de la raqueta con que se impacta la pelota y la ejecución motriz que se está realizando.

Existen dos superficies principales de golpeo a la pelota, ubicadas en posición opuesta la una de la otra. La primera, es la parte de la raqueta recubierta con material de caucho que al tomarla por el mango con la cabeza en posición vertical y realizar abducción del hombro y extensión horizontal del codo de la misma extremidad, queda señalando en dirección anterior, apuntando hacia el lado del jugador oponente. Con esta superficie se ejecuta el golpe de derecha, en inglés forehand. La segunda superficie es la opuesta a la anterior, con la cual se realiza el golpe de revés, en inglés backhand.

Las ejecuciones de impactos de derecha y revés son las técnicas básicas dentro de la práctica del Tenis de Mesa, las cuales se deben aprender y familiarizar en el inicio de la etapa de iniciación del deportista (Tepper, 2003, p.203-204), ya que de estas se desprenden el resto de técnicas en este deporte, que incluyen ejecuciones de servicios, golpes de defensa, de control y de ataque con diferentes generaciones de efectos o rotaciones de la pelota.

3.2.1.2. Tipos de golpes o ejecuciones. Dentro de las técnicas de golpeo en el Tenis de Mesa, podemos clasificar los golpes o ejecuciones dentro de tres grupos según la intencionalidad del ejecutante: ofensivos, de control y defensivos.

Los golpes ofensivos son aquellos que buscan agredir o atacar al contrario por medio de la utilización de velocidad y/o rotación de la pelota para intentar ganar el punto o generar situaciones de ventaja. No siempre son golpes que definen el punto, ya que a su vez se les puede determinar una subdivisión, en golpes ofensivos de iniciación, de continuidad y de finalización (Black, comunicación personal, agosto 2015), según varios factores como la altura a la cual se golpea la pelota, el efecto proveniente de la ejecución del oponente, la velocidad de la ejecución propia y también la intencionalidad del golpe.

Los golpes de control son aquellos que buscan principalmente retornar la pelota al lado contrario de la mesa, buscando una ubicación determinada de la pelota resultante de la ejecución del golpe. Generalmente se dan como respuesta a una propuesta ofensiva del contrario, o como estrategia de juego que espera el error del oponente, provocándolo por medio de la desubicación espacial del contrario.

Finalmente, los golpes defensivos son aquellos que buscan por medio del manejo de diferentes rotaciones y la variación constante de velocidades de la pelota, responder a continuos golpes ofensivos del contrario y provocar el error. Los jugadores defensivos tienen como característica general el predominio del juego principalmente con efecto cortado distante de la mesa (Tepper, 2003, p.227-228) cuando sus características físicas lo permiten, pudiendo incluso en ocasiones ubicarse a más de 3 metros de distancia del punto intencional de rebote de la pelota.

3.2.1.3. El Efecto Magnus y la rotación de la pelota. Dentro de la práctica del Tenis de Mesa, un aspecto clave es el desplazamiento de la pelota de un lado al otro de la mesa. Estas

traslaciones de la bola se dan como consecuencia de la fuerza del impacto que sobre ella ejercen las raquetas de cada uno de los participantes, lo cual determina la dirección y velocidad de avance, así como la rotación que mantendrá la pelota durante su desplazamiento hasta ser golpeada por la raqueta del oponente. La trayectoria parabólica de la pelota posterior al golpe es influenciada por dos aspectos, la rotación generada por la fricción entre el caucho y la bola, y el denominado Efecto Magnus. Estas rotaciones, comúnmente conocidas como efectos, pueden ser liftadas, cortadas o laterales.

Para comprender el Efecto Magnus en Tenis de Mesa, hay que entender que la pelota al desplazarse girando en una dirección cualquiera, tendrá adheridas partículas de aire, las cuales según la dirección de traslación de la pelota, sufrirá menos resistencia del aire en la mitad de su superficie que gira en dirección contraria a la de desplazamiento, ya que en esa misma dirección el aire aplica la menor resistencia. En el caso del efecto liftado, la pelota avanza de atrás hacia adelante y rota en esa misma dirección, por lo cual la superficie inferior de la pelota girará más rápido que la superior al estar rotando en la dirección en la que el aire está realizando resistencia, como se observa en la figura 5. (Blazevich, 2007, p.208)

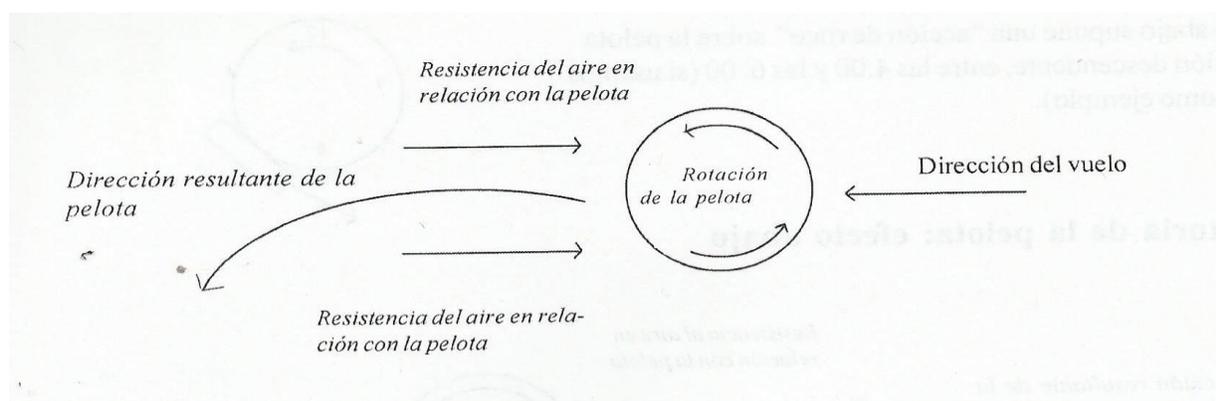


Figura 1. Trayectoria derecha izquierda de una pelota con efecto liftado
Fuente: Tepper (2003) p.266

El efecto liftado o top spin en inglés, se produce cuando el jugador que golpea la pelota lo

hace desplazando la raqueta en dirección posterior anterior e inferior superior, manteniendo un ángulo aproximado de 45° en el borde de la cabeza de la raqueta que al inicio de la ejecución motriz se encuentra paralelo al eje anterior del ejecutante. Al momento de golpear la pelota, esta rotará en dirección de las manecillas del reloj con referencia a la dirección de avance, provocando que al momento del rebote en la mesa, continúe e incluso aumente su avance frontal, hasta el momento de ser golpeada de vuelta o de detenerse por sí sola por pérdida de energía mecánica.

En el efecto cortado ocurre un proceso inverso al del efecto liftado desde el momento de la ejecución, la cual se realiza mediante el desplazamiento de la raqueta posterior-anterior y superior-inferior, con el borde de la cabeza de la raqueta que al inicio del movimiento previo al golpe se encuentra paralelo al eje anterior del ejecutante generando un ángulo aproximado de 45° en dirección frontal inferior. Esta ejecución causará que la pelota rote al contrario de las manecillas del reloj en referencia a la dirección de avance, provocando que al contacto con la mesa, inicie un proceso de disminución en la velocidad debido a la fricción que esta ejercerá sobre la pelota.

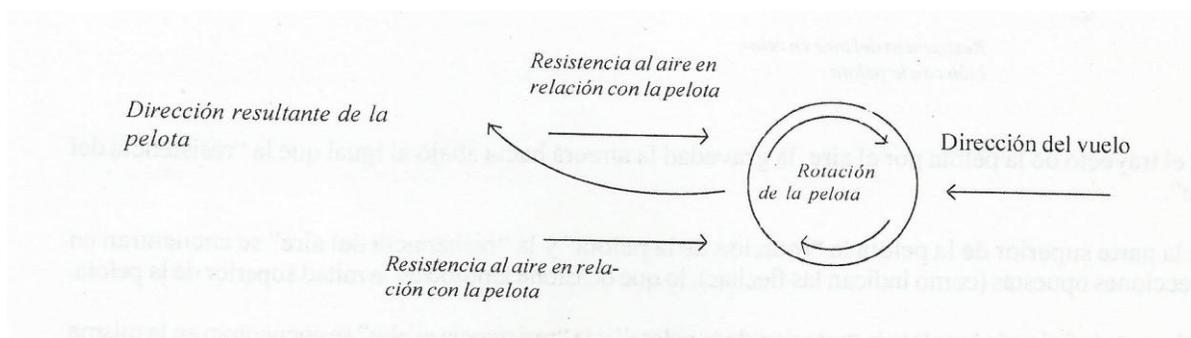


Figura 2. Trayectoria derecha izquierda de una pelota con efecto cortado.
Fuente: Tepper (2003) p.267

En el efecto lateral, el proceso es bastante similar a los dos anteriormente mencionados,

iniciando el movimiento posterior-anterior y desde la derecha hacia la izquierda para generar rotación de la pelota en dirección de las manecillas de reloj en referencia al punto de vista de quien impacta la pelota. Si el movimiento se realiza desde la izquierda hacia la derecha, la pelota rotará en dirección contraria a las manecillas del reloj.

3.2.1.4. Golpes de derecha liftados y sus variaciones. Los golpes de derecha son aquellos que, sosteniendo el mango de la raqueta ya sea con la mano derecha o izquierda, se ejecutan por medio la extensión-flexión media del codo buscando ubicar la raqueta a la altura de la cintura, para realizar una posterior flexión y desplazamiento frontal de la articulación, iniciando este proceso a la altura promedio de la cadera y finalizándolo cerca a la frente de quien ejecuta el gesto. Para producir un efecto liftado, la raqueta debe impactar la pelota en dirección posterior-anterior e inferior-superior, produciendo una rotación en dirección igual a su avance, provocando que se desplace sin detenerse hasta agotar su energía y finalmente terminar su desplazamiento. Esta rotación es el denominado efecto liftado, comúnmente conocido como "top spin" por su nombre en inglés, el cual en idioma español significa rotación superior.



Figura 3. Secuencia del golpe de derecha liftado efectuado por el campeón mundial chino Ma Long. Fuente: Youtube, Canal Wall E, (2012).

Existen tres variaciones principales del golpe de derecha liftado o top spin en inglés, el "loop", el liftado contra bloqueo y el liftado como respuesta a otro liftado. La técnica conocida

como "loop", se da como respuesta a una bola que proviene con efecto cortado y tiene como objetivo principal generar la mayor cantidad de rotaciones posibles, logrando un mayor efecto por medio de la disminución de la velocidad en la trayectoria de la pelota, aplicando mayor verticalidad en el desplazamiento de la raqueta y buscando generar el mayor roce posible de la pelota con la superficie de goma o caucho. A pesar de ser un golpe relativamente lento en comparación con las otras dos variaciones, es bastante utilizado por jugadores profesionales debido a la gran cantidad de rotación que produce, lo que lo convierte en uno de los mejores golpes de iniciación de ataque.

Por su parte, el liftado contra bloqueo es aquel que se utiliza como golpe ofensivo en respuesta a una bola que proviene sin rotación de la pelota o con muy poca rotación de esta hacia adelante, a consecuencia de una ejecución de bloqueo por parte del rival. Este golpe busca imprimir más velocidad que el loop, ya que puede ser un golpe de continuidad o incluso finalización del ataque, no obstante, en ocasiones, cuando el servicio proviene largo y sin efecto, se puede aplicar como golpe de iniciación ofensiva.

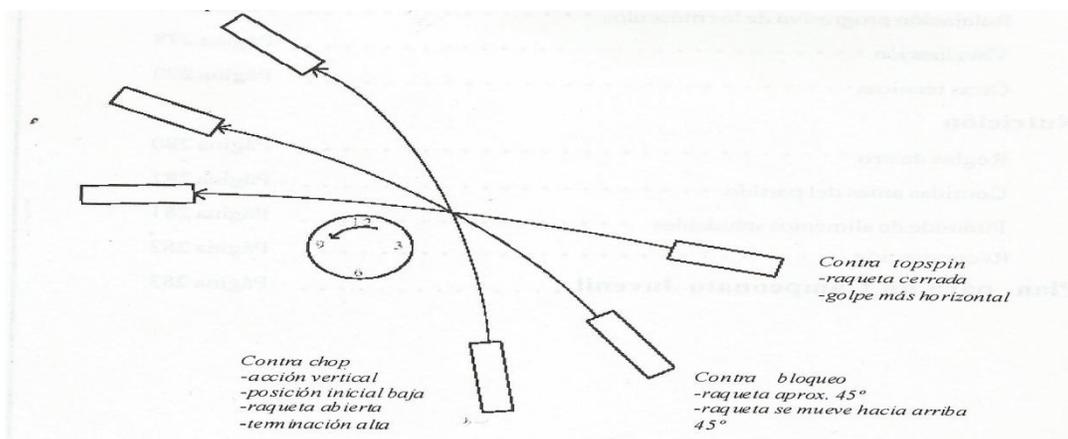


Figura 4. Variaciones en la dirección del impacto a la pelota con la raqueta en el golpe de derecha liftado Fuente. Tepper (2003) p.265

En cuanto al golpe de derecha liftado como respuesta a otro liftado, su intencionalidad en

general es terminar el punto por medio de la aplicación de la mayor velocidad posible en la trayectoria de la pelota. En comparación con las otras dos variaciones, el liftado contra liftado es el que más orientación horizontal evidencia, según la altura de la pelota a impactar y la rotación con la que provenga.

3.2.1.5. Fases del golpe de derecha liftados. Sea cual sea la variación aplicada del golpe de derecha liftado en cualquier situación de juego, es necesario identificar las fases que esta técnica evidencia con el objetivo de poder analizar los diferentes momentos del gesto técnico y la determinación de los aciertos y falencias que se presenten en la ejecución del golpe. Estas fases o momentos del gesto técnico son:

3.2.1.5.1 Preparación o iniciación. Es el primer momento del gesto técnico, en el cual empieza en el caso de los jugadores derechos con el pie izquierdo hacia adelante, la cadera, cintura y hombros rotan hacia la derecha, colocando el peso sobre la pierna derecha (Tepper G, 2003, p.211). Se requiere un amplio movimiento lateral descendente del tren superior, apoyándose en la flexión de ambas rodillas, para posteriormente extender el codo y llevar la mano a una altura aproximada a la de la rodilla derecha, sosteniendo la raqueta con un ángulo de apertura según la velocidad de rotación de la pelota hacia abajo. Tanto la altura a la cual inicia el movimiento, como el ángulo de inclinación de la raqueta, varían en caso que la ejecución a realizar sea una de respuesta a una bola que proviene con menor rotación cortada, caso en el cual la raqueta debe estar más cerrada y el movimiento inicia aproximadamente a una altura ligeramente superior, desplazando la raqueta con una orientación ligeramente más horizontal.



Figura 5. Fase de iniciación del golpe liftado de derecha contra una bola con efecto cortado.
Fuente: Youtube, Canal JaggedTranslates (2013)

Posterior a la fase de iniciación, se presenta el movimiento preparatorio, en el cual "la raqueta se mueve en trayectoria ascendente al enderezar la piernas; la cadera, cintura y hombros se desdoblan hacia la izquierda" (Tepper G, 2003, p.211). El término "preparatorio" se refiere al momento inmediatamente anterior al contacto de la pelota con la raqueta. En este instante, es de mucha importancia iniciar la extensión progresiva de las rodillas en conjunto con el movimiento ascendente del brazo y no como acciones motrices separadas, ya que esto crearía inestabilidad en el momento de golpeo y la reducción de la aceleración en la extremidad superior.

3.2.1.5.2. Contacto. Es el momento de golpeo de la pelota con la raqueta. "El antebrazo se acelera al realizar el contacto en una acción de roce en la parte superior del bote o poco después" (Tepper G, 2003, p.211). Hay que tener en cuenta la diferenciación en el roce de la pelota si esta proviene con efecto cortado o liftado. En el caso de ejecutar una respuesta a un efecto cortado, el roce debe ser maximizado para neutralizar la rotación hacia abajo de la pelota por medio de un movimiento ágil de la raqueta hacia arriba; pero si la ejecución busca responder una bola con efecto liftado, el movimiento será más horizontal y se puede aplicar más contacto o impacto con la pelota, para generar un avance a mayor velocidad.



Figura 6. Fase de contacto con la pelota del golpe liftado de derecha contra una bola con efecto cortado.
Fuente: Youtube, Canal JaggedTranslates (2013)

3.2.1.5.3 *Terminación.* "El traslado del peso a la pierna izquierda se termina con el movimiento del brazo en una posición de 90° en el codo y 90° entre la parte superior del brazo y el cuerpo" (Tepper G, 2003, p.211). La finalización posicional de la raqueta puede variar según la situación de juego, pero la altura promedio de esta al terminar el gesto técnico completo debe ser cercana a la frente.



Figura 7. Fase de terminación del golpe de derecha liftado contra una bola con efecto cortado.
Fuente: Youtube, Canal JaggedTranslates (2013)

3.2.1.6. Golpe de revés liftado y sus variaciones. En los golpes de revés liftado aplican la mismas variaciones que en los golpes de derecha, teniendo como diferencia visible la superficie de contacto con la cual se ejecuta el golpe a la pelota, la cual está ubicada en la cara opuesta de la raqueta y el movimiento del conjunto de la extremidad superior que realiza el gesto técnico. En el caso del revés, el golpe inicia en la extremidad que sostiene la raqueta con el codo flexionado, realizando una rotación medial del hombro de la extremidad que sostiene la raqueta hasta que esta se encuentre en el punto medio del eje sagital a la altura del ombligo. Posteriormente se mueve el antebrazo hacia el frente por medio de la extensión del codo a la vez que se flexiona y rota lateralmente el hombro, para golpear la pelota mientras la raqueta se está trasladando con una orientación frontal ascendente. El movimiento debe terminar a una altura promedio entre el cuello y la frente, con el codo extendido y el hombro flexionado con un ángulo cadera - hombro - codo promedio de 90° , lo cual provoca que la bola rote en dirección igual a su avance y logre así el efecto liftado que hará que esta se desplace hasta agotar su energía cinética o de movimiento.



Figura 8. Secuencia del golpe de revés liftado efectuado por el campeón mundial chino Ma Long.
Fuente: Youtube, Canal JaggedTranslates (2013)

3.2.1.7. Golpes de derecha y revés cortados y sus variaciones. Los golpes con efecto cortado de derecha y revés, son aquellos que producen la rotación contraria a aquella del efecto liftado, es decir, la rotación producida por el gesto técnico de una ejecución cortada gira en dirección contraria a su avance y esto sumado a la fricción con la mesa, produce un efecto de ralentización

en el desplazamiento de la pelota. Este golpe inicia y termina a una altura promedio cercana a los 10 centímetros por encima de la mesa, con una inclinación frontal de la raqueta y un desplazamiento corto, buscando rozar la pelota desde atrás hacia adelante y desde arriba hacia abajo.

Las variaciones en los golpes cortados, se enfocan en dos factores, la ubicación buscada y la velocidad con que se desplaza. Generalmente, debido a que es un golpe defensivo que primordialmente tiene como intencionalidad la ubicación y el control (Tepper, 2003, 2007), pocas veces busca generar velocidad en el desplazamiento de la pelota, a excepción del "chop" largo, que busca generar una mayor rotación cortada en la pelota para hacer más complicada la respuesta por medio de un golpe agresivo del oponente. Contrario a este último, el golpe cortado ubicado cerca de la malla, busca evitar que el oponente realice un ataque, por el contrario, intenta generar la máxima rotación posible sin que la pelota se desplace al final de la mesa y una baja elevación de esta, para obligar al contrincante a aplicar otro golpe cortado como respuesta a esta ejecución.

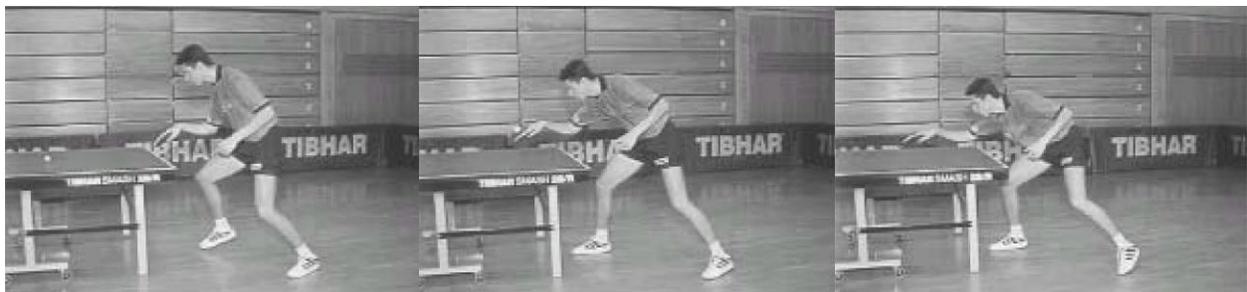


Figura 9. Secuencia de corte efectuada por Vladimir Samsonov, ex campeón europeo.
Fuente: Tepper (2003) p.208

3.2.2.Generalidades de la Biomecánica.

3.2.2.1.Biomecánica aplicada en la práctica del Tenis de Mesa. En la actualidad, la

Biomecánica es una herramienta cada vez más aplicada a los diferentes deportes a nivel nacional

e internacional como uno de los métodos principales para el mejoramiento de la técnica del deportista, buscando así un aumento en el rendimiento y los resultados. El Tenis de Mesa no es la excepción a la afirmación anterior.

La Biomecánica esencial para comprender muchas de las técnicas, brindándole al entrenador las respuestas a los interrogantes "por qué" y "qué" (Tepper, 2003, p.265).

Teniendo en cuenta que no existe una reglamentación que especifique las técnicas adecuadas a utilizar dentro del desarrollo de un partido de Tenis de Mesa, si hay lo que se denominarían "técnicas ideales", las cuales se considera que brindan los mejores resultados por su eficacia al ser ejecutados y su efectividad dentro del resultado del juego. Videos de estas técnicas ideales son constantemente estudiados tanto para conocer la cinemática del movimiento como para analizar la cinética del mismo, para posterior a la obtención de resultados brindados por el estudio biomecánico, realizar un proceso de entrenamiento que lleve al deportista a adaptar sus movimientos hacia la imitación de las ejecuciones estudiadas, buscando así su propia técnica ideal.

En este proceso de estudio de los movimientos del tenismesista, se realiza un análisis combinado de la descripción cinemática de la ejecución motriz, además de las características físicas del sujeto, es decir su antropometría, ya que no se obtendrán los mismos resultados si se aplican similares velocidades, aceleraciones, ángulos y distancias de movimiento en un deportista de 1.60 metros de altura que en otro de 1.90 metros, o probablemente alguien con un peso de 95 kilogramos no tenga la capacidad de moverse con la misma velocidad que lo hace otra persona que pese 60 kilogramos. También se le debe dar importancia a la edad del deportista, ya que dos jugadores con biotipos similares pero con una diferencia de 10 o 15 años evidenciarán diferentes comportamientos y respuestas tanto motrices como fisiológicos y

psicológicos. Es allí cuando el tenismesista, según sus cualidades físicas y la definición de sus objetivos, utiliza los estudios biomecánicos de un gesto técnico específico y decide según su análisis y experimentación, que características imitar y cuales otras modificar, buscando así la maximización de su rendimiento deportivo y adaptando los nuevos movimientos a su repertorio motriz y técnico de juego.

3.2.2.2. Biomecánica de la mano. La mano es una "herramienta maravillosa, capaz de ejecutar innumerables acciones gracias a su función principal: la prensión (Kapandji, 2007, p.198).

Para analizar los movimientos y fuerzas que ejerce la mano, es necesario conocer la dirección de desplazamiento del órgano así como los músculos y huesos que actúan en las diferentes acciones. Paralelamente, se debe identificar las acciones dentro del Tenis de Mesa en las que la mano está envuelta, como prensión y relajación.

La flexión "participa en los movimientos prensiles, donde los dedos van hacia la palma de la mano" (Molano, 2008, p77). Esta acción motriz es la principal concerniente al Tenis de Mesa, ya que es la herramienta corporal aplicada para agarrar la raqueta. "La flexión genera un movimiento en dirección anterior de la falange" (Guzmán, 2007, p.96). Hay tres tipos de flexiones en la mano según las articulaciones falanges que realicen el movimiento, la metacarpofalángica, la interfalángica proximal y la interfalángica distal.

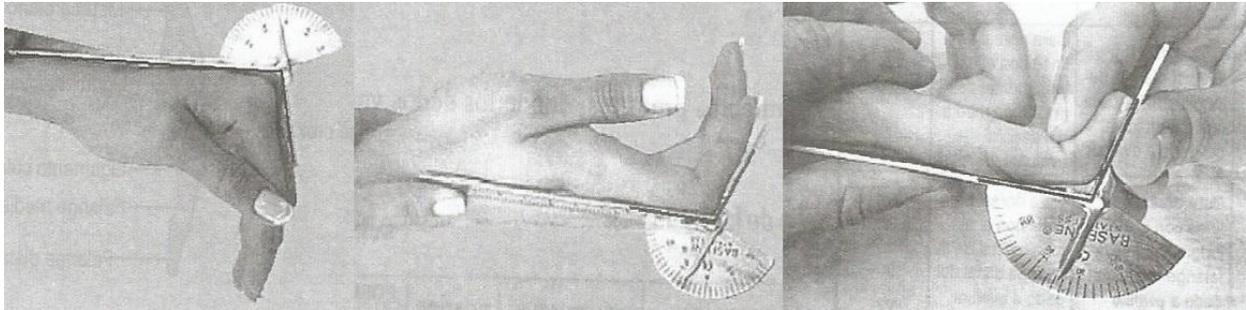


Figura 10. Flexiones metacarpo falángica e inter falángicas proximal y distal de la mano
 Fuente: Molano (2008) p.78

"En la extensión, se genera un movimiento de la falange en dirección posterior"
 (Guzmán, 2007, p.96). Esta acción motriz, correspondería al momento de soltar la raqueta,
 liberando la presión aplicada al elemento relajando los músculos contraídos para realizar este
 movimiento.

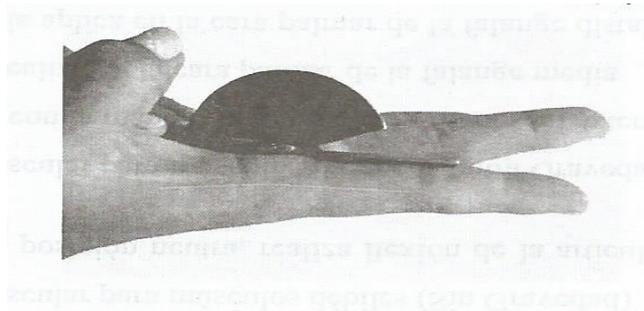


Figura 11. Extensión de los dedos
 Fuente: Molano (2008) p.82

En los dos movimientos anteriores, participan las articulaciones metacarpofalángica
 ubicadas entre el carpo y la falange proximal, interfalángica media ubicadas entre las falanges
 proximal y medial e interfalángica distal ubicadas entre las falanges medial y distal. En estas
 acciones motrices, los músculos lumbricales realizan la flexión de las falanges proximales y la
 extensión de las falanges distales, los flexores superficiales encargados de las flexiones de las
 falanges mediales sobre las proximales y los flexores profundos, encargados de las flexiones
 falanges distales y flexión de la mano.

Otros movimientos que realiza la mano, considerados movimientos de deslizamiento, incluyen la abducción y aducción de los dedos.

En la abducción de los dedos: "La base de la falange se desplaza en dirección lateral para el dedo índice y en sentido medial para los dedos anular y meñique" (Guzmán, 2007, p.92). En otras palabras, la abducción de la mano es la separación de los dedos en dirección lateral. En este movimiento, actúa la articulación metacarpofalángica, interviniendo los músculos interóseos dorsales en la abducción de los dedos índice, medio y anular, y el abductor del meñique en la acción que lleva el mismo nombre. (Molano, 2008, p.85).

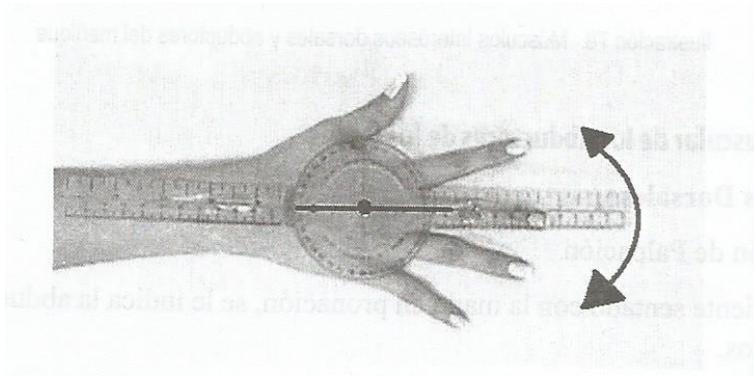


Figura 12. Abducción de los dedos
Fuente: Molano (2008) p.85

En la aducción: "La base de la falange se desplaza en dirección medial para el dedo índice y en sentido lateral para los dedos anular y meñique" (Guzmán, 2007, p.92). Esta es la acción de acercar los dedos una vez se ha realizado una abducción. En este movimiento, participa la articulación metacarpofalángica y los músculos encargados de la acción son los interóseos palmares.

3.2.2.3. Biomecánica de la muñeca. La muñeca es una "articulación distal del miembro superior, que permite que la mano adopte la posición óptima para la prensión" (Kapandji, 2007, p.146). La articulación de la muñeca se compone de dos articulaciones, la Radio-Carpiana, que

se ubica entre el radio y los huesos del carpo, y la mediocarpiana, que se ubica entre el carpo y los huesos metacarpos.

En el Tenis de Mesa, la muñeca realiza diferentes movimientos que apoyan la generación de mayor rotación y velocidad no sólo en el gesto técnico de derecha liftada, sino en prácticamente todas las técnicas de este deporte, siendo su utilización opcional, es decir, la mayoría de técnicas se pueden realizar con o sin movimiento de la muñeca.

Dentro de los movimientos de la muñeca se encuentran la flexión, la cual consiste en el acercamiento de la palma de la mano hacia la cara anterior del antebrazo. Este movimiento generalmente tiene un límite promedio de 90°, según la flexibilidad del sujeto. En este movimiento intervienen los músculos flexor radial del carpo o palmares mayor y menor, apoyando la desviación radial y la pronación y el flexor ulnar del carpo o cubital anterior, en la flexión con desviación ulnar, la cual apoya la flexión del antebrazo. (Molano, 2008, p.67).



Figura 13. Flexión de la muñeca .
Fuente propia.

También está la extensión, movimiento en el cual "el borde posterior de la extremidad distal del radio desciende más y bloquea el movimiento" (Molano, 2008, p.67). En este movimiento, la cara dorsal de la mano se aproxima a la cara posterior del antebrazo, de nuevo con un ángulo limitante de alrededor de 90° según la flexibilidad articular del sujeto. En este movimiento intervienen los músculos extensor radial largo, encargado de la extensión del carpo,

el extensor radial corto, en la desviación radial y el cubital posterior, en la extensión con desviación ulnar, también conocida como inclinación cubital o aducción de la muñeca.



Figura 14. Extensión de la muñeca.
Fuente propia.

En la abducción de muñeca, la mano se aleja del eje del cuerpo y su borde externo o borde radial, (el del pulgar) forma con el borde externo del antebrazo, un ángulo obtuso abierto hacia afuera (Kapandji, 2007, p.148). Es también conocida como desviación radial. En esta acción, se evidencia un desplazamiento lateral de la mano en dirección del dedo pulgar, generando un ángulo de alrededor de 25°.



Figura 15. Abducción de la muñeca.
Fuente propia.

La aducción de esta articulación, es conocida también como inclinación cubital o desviación ulnar. En este movimiento, la mano se acerca al eje del cuerpo, desplazándose

lateralmente en dirección radial o del dedo meñique, con acciones que generan un ángulo con el antebrazo de 45° en promedio.



Figura 16. Aducción de la muñeca.
Fuente propia.

Tal como afirma Kapanji, "los movimientos naturales de la muñeca son movimientos combinados en torno a ejes oblicuos de flexión/aducción y extensión/abducción" (2007, p.148), lo cual quiere decir que las acciones motrices de la muñeca se realizan generalmente como conjuntos de varios movimientos articulares, creando como consecuencia, movimientos rotacionales parciales o completos conocidos también como circunducción.

3.2.2.4. Biomecánica del codo. El codo es la articulación intermedia del miembro superior, entre el primer segmento, el brazo, y el segundo segmento, el antebrazo. Le posibilita orientado en los tres planos del espacio, desplazar más o menos lejos la extremidad activa: la mano (Kapandji, 2007, p.78). Es una articulación que anatómicamente posee una sola cavidad, la fosa oleocraniana. A pesar de esto, el codo realiza dos clases de movimientos, la flexo extensión y la pronosupinación. Para analizar estas acciones motrices, se debe tener en cuenta que el codo del codo está compuesto por tres articulaciones, la humero-radial, humero-cubital y radio-cubital. Las primeras dos, actúan en la flexo extensión y la tercera en la pronosupinación.

En la flexión, se acerca la mano hacia la articulación del hombro. Es pertinente saber los

movimientos que realiza cada una de las tres articulaciones del codo. Al flexionar la articulación humero-radial, se realiza un movimiento del radio en dirección anterior y en la humero-cubital, la flexión "genera un movimiento angular con dirección anterior del cúbito o ulna considerando que la superficie sobre la cual se realiza el movimiento es la concavidad" (Guzmán, 2007, p.47). En los movimientos de flexión de codo, intervienen principalmente tres músculos: el braquial, que sólo actúa como flexor del codo; el braquiorradial, el cual es flexor del codo y tiene funciones complementarias en la prono-supinación y el bíceps braquial, que tiene como funciones la flexión del codo y la supinación, sobre todo cuando se encuentra el codo a 90°. (Kapandji, 2007, p.94).



Figura 17. Flexión del codo.
Fuente propia.

Durante la extensión, se dirige el antebrazo hacia atrás, teniendo como referencia la posición en extensión completa, es decir, la extremidad activa o mano se aleja del hombro. Es importante saber que la medición de una extensión de codo se realiza de forma negativa, es decir, si ángulo mano-codo-hombro es de 45°, se define que se está realizando un déficit de extensión de 45° o una flexión de 45°. al describir los movimientos de extensión de las diferentes articulaciones que componen el codo, se encuentra que en la articulación humero-radial se genera un movimiento del radio con dirección posterior y en la humero-cubital se realiza un

movimiento del cúbito en dirección posterior (Molano, 2008, p.56). Kapandji afirma que "La extensión del codo presenta un músculo de acción principal, el tríceps braquial" (2007, p.94), aunque autores como Molano, 2008, le asignan la tarea de estabilizador del codo al músculo acóneo, teniéndolo en cuenta como un músculo complementario de este movimiento.



Figura 18. Extensión de codo.
Fuente propia.

Los movimientos de prono-supinación, son acciones motrices en las que actúan simultáneamente las articulaciones radio-cubital proximal en el codo, y radio-cubital distal, junto a la muñeca. Se tiene como referencia simple a la palma de la mano para determinar un movimiento de pronación cuando está apuntando hacia arriba en el plano transversal y de supinación cuando está apuntando hacia abajo en el plano mencionado. En las acciones motrices de pronación, actúan dos músculos, el pronador redondo, cuyas funciones son la de realizar la pronación y apoyar la flexión del codo, y el pronador cuadrado, que solo tiene función de pronador del antebrazo. En cuanto a la supinación, en este movimiento intervienen el músculo supinador corto, que tiene como función única la supinación y el supinador largo o

braquiorradial, que además de ayudar a la supinación, es flexor del codo. (Molano, 2008, p.60-62)

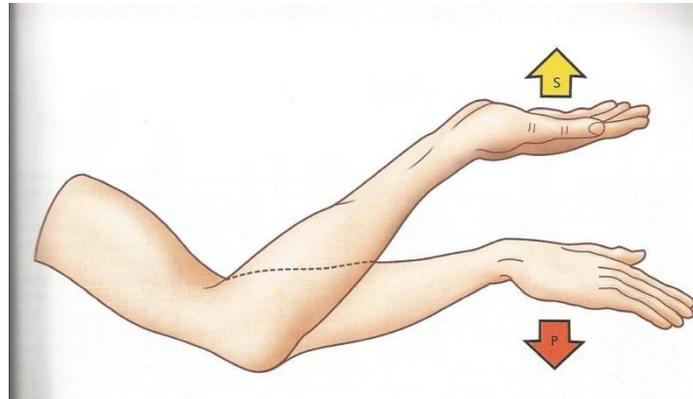


Figura 19. Pronación y supinación del codo
Fuente: Kapandji, (2007) p.109

3.2.2.5. Biomecánica del hombro. El hombro se compone de 5 articulaciones, la escapulo-humeral, la escapulo-torácica, la acromio-clavicular, la costo-clavicular y la subdeltoidea-subacromial, esta última siendo considerada como una articulación desde el punto de vista fisiológico, mas no anatómico, por su composición de dos superficies que se deslizan entre sí (Molano, 2008, p.19).

Es además, la articulación proximal de las extremidades superiores y posee el mayor rango de movimiento de todo el cuerpo humano, trabajando en los ejes sagital, frontal y vertical (Kapandji, 2007, p.4) con movimientos de flexo extensión, abducción y aducción.

En los movimientos de flexión y extensión, se puede observar un gran diferencial entre el ángulo de movimiento de la articulación, ya que en la flexión, el hombro permite un movimiento de 180°, iniciando desde la posición inferior del eje frontal o coronal alcanzada por la extremidad superior con el codo extendido, desplazando el brazo en dirección anterior superior hasta alcanzar con la extremidad superior activa, es decir la mano, el límite del eje frontal, esta vez por encima de la cabeza.



Figura 20. Flexión de hombro.
Fuente propia.

La extensión por su parte, solo ofrece un ángulo de movimiento de alrededor de 50° , partiendo desde el mismo punto de inicio de la flexión, pero esta vez en dirección posterior, requiriendo una rotación de la articulación para que esta continúe la dirección de desplazamiento.



Figura 21. Extensión de hombro.
Fuente propia.

Ahora, en el caso de movimiento horizontal del brazo, la flexión se inicia en una acción de abducción del hombro, desplazando la extremidad hacia el eje sagital del cuerpo en dirección anterior, con 140° de posible movimiento, mientras que la extensión iniciará en la misma posición pero desplaza la extremidad superior en dirección posterior, con una amplitud de 30° .

Los principales músculos que intervienen en la flexión del hombro son el coracobraquial, actuando en los desplazamientos del húmero para la flexión y aducción y el deltoides anterior,

que opera al flexionar el hombro con supinación de codo. En la extensión, trabajan la región posterior del deltoides cuya función en este caso es extender y rotar el hombro, el músculo redondo mayor, el cual sirve de extensor, aductor y rotador interno de la articulación y el dorsal ancho, el cual en el hombro realiza movimientos de rotación interna, aducción y extensión, además de tener funciones motrices para otros segmentos corporales. En cuanto a la flexo extensión horizontal entran también a participar músculos como los supra e infra espinoso, romboides, redondos menor y trapecio (Kapandji, 2007, p.5-6).

En el caso de la abducción y la aducción, la primera se realiza por medio de la traslación de la extremidad separándola del eje sagital corporal, mientras que la aducción la acerca. Se genera entonces una contradicción en el movimiento, ya que por medio de una abducción continua, se genera una aducción de la extremidad al sobrepasar los 90° en el ángulo segmentario cadera hombro muñeca, ya que en ese punto, el brazo se empieza a desplazar de nuevo cerca del eje sagital del cuerpo. Una abducción menor a 90° es dirigida por la articulación escápulo-humeral, siguiendo la cintura escapular a cargo de este movimiento entre 90 y 150° aproximadamente. Para llevar la extremidad a alcanzar los 180° , se requiere que articulaciones



Figura 22. Abducción de hombro.
Fuente propia.

como la raquis participen en el movimiento o este no se podrá realizar. (Molano, 2008, p.29). En base a lo anterior, entonces se puede definir el ángulo motriz de la aducción como desde los 180°

hasta la posición inicial de 0° de abducción de la extremidad superior.

En la abducción del hombro, trabajan los músculos supra espinoso, deltoides medio y serrato anterior, mientras que en la aducción actúan los músculos romboides mayor y menor, pectoral mayor, dorsal ancho y redondo mayor.



Figura 23. Aducción de hombro.
Fuente propia.

La acción que combina movimientos de la articulación del hombro en los tres ejes y por consecuente, desplazamiento de la extremidad superior en direcciones anterior o posterior, sagital derecha o izquierda y vertical superior o inferior se denominan circunducción articular del hombro (Kapandji, 2007, p.14).

3.2.2.6. Biomecánica de la cadera. Así como el hombro es la articulación proximal de los miembros superiores, la cadera o articulación coxofemoral es la articulación proximal de las extremidades inferiores. Así como el hombro, esta presenta movimientos de circunducción, abriendo la posibilidad a realizar flexo extensiones, abducciones, aducciones y rotaciones en dirección de los tres ejes corporales.

En los movimientos de flexión, la cara anterior del muslo se acerca al tronco, sobrepasando el plano frontal del cuerpo (Kapandji, 2010, p.6), tal como se observa con la extremidad inferior derecha en la figura 24. Contrario a lo anterior, en la extensión de cadera, la

superficie anterior del muslo se aleja del tronco, tal como se observa en la extremidad inferior izquierda de misma figura 24.



Figura 24. Extensión de cadera en extremidad inferior izquierda y flexión de cadera en extremidad inferior derecha.

Fuente propia.

En la flexión de cadera intervienen los músculos iliaco, flexor y rotador lateral de fémur, psoas mayor y menor, con funciones de rotación, sartorio, flexor y rotador externo medial y el tensor de la fascia lata, con trabajos de flexor, abductor y extensor. En a extensión, asisten el músculos glúteo mayor, extensor y rotador externo (Molano, 2008, p.111-115).

El movimiento de abducción de cadera, la extremidad se aleja del plano sagital o de simetría corporal, con una amplitud angular de hasta aproximadamente 90° sin que participen otras articulaciones o se desplacen segmentos corporales adicionales. La aducción para el caso de la articulación coxofemoral, sería el movimiento cerrando la apertura angular generada por la abducción, desplazando el muslo hacia el eje sagital, tal como se observa en la figura 26.



Figura 25. Abducción de cadera.
Fuente propia.

Los músculos que intervienen en la abducción de la cadera son el glúteo medio, rotador además de abductor, el glúteo menor, también rotador interno del fémur, el sartorio, también flexor y rotador, y el tensor de la fascia lata, el cual es flexo extensor además de su función de abducción. En referencia a la aducción, actúan los músculos, recto femoral interno y los aductores magno, largo y corto, todos estos con funciones de flexión adicionales a las de abducción.



Figura 26. Aducción de cadera.
Fuente propia.

Así como los movimientos de abducción y aducción acercan o alejan la extremidad inferior del eje sagital, los movimientos de rotación interna alejan la pierna de este mismo eje, por medio de un movimiento angular evidenciado principalmente en el desplazamiento derecho o izquierdo de la pierna, con la ligera rotación del muslo consecuente de la misma acción motriz de la articulación coxofemoral, mientras que la rotación externa la acerca.

Los músculos que trabajan en la rotación interna de la rodilla son el piriforme, el obturador interno y externo, el gémino inferior y superior y el cuadrado femoral, mientras que en la rotación externa interactúan el glúteo menor y el tensor de la fascia lata (Molano, 2008, p.127).

3.2.2.7. Biomecánica de la rodilla. La rodilla es una articulación intermedia de las extremidades inferiores, la cual basa su estructura en dos articulaciones que trabajan sincrónicamente, la femorotibial y la patelo-femoral, a pesar de ser independientes anatómicamente (Guzmán, 2007, p.109). Realiza movimientos de flexo extensión y de rotación sobre el eje longitudinal de la pierna, acciones motrices dentro de las que interactúan una gran cantidad de músculos.

En la flexión de rodilla, se aproxima la cara posterior de la pierna a la cara posterior del muslo. La amplitud del movimiento es de 140° (Molano, 2008, p.131). Por su estructura, la rodilla no tiene la posibilidad de efectuar desplazamientos de la pierna en dirección lateral, únicamente lo puede hacer de forma antero posterior. Al describir independientemente las dos articulaciones que conforman la rodilla, se define que la flexión de la articulación femorotibial genera un movimiento de la tibia con dirección posterior, mientras que en la patelo-femoral produce un movimiento de la patela o rótula en dirección inferolateral (Guzmán, 2007, p.115-117). En estos movimientos intervienen los músculos bíceps femoral, cuya función es tanto

extensor del fémur, como flexor de la pierna y rotador externo con la pierna en flexión; los músculos semitendinoso y semimembranoso, los cuales tienen tareas de extensores del fémur, flexores de la pierna y rotadores interno con la pierna en flexión; y los gastrocnemios, cuyo trabajo es ser flexor de la pierna y plantiflexor del pie.



Figura 27. Flexión de rodilla.
Fuente propia.

La extensión de rodilla, aleja la cara posterior de la pierna de la cara posterior del muslo, siendo posible incluso alcanzar hasta alrededor de 10° de extensión cuando el sujeto presenta una condición patológica que aumenta la curvatura de la pierna, generando un Genu Recurvatum (Molano, 2008, p.133). La extensión de la rodilla se aprecia en diversas actividades de la vida cotidiana, como la fase de apoyo del pie en la marcha o en la carrera o la fase de impulsión de la misma, la búsqueda de altura en la ejecución de un salto, posterior a la flexión de la rodilla, o patear un balón, en el momento del contacto con el elemento. Analizando el movimiento de cada articulación que compone la rodilla, en el caso de la femorotibial la extensión produce un movimiento de deslizamiento de las cavidades glenoideas de la tibia en dirección anterior, mientras que en la articulación patelo-femoral, la extensión genera un movimiento de la rótula en dirección supero medial (Guzmán, 2007, p.117-118). En este movimiento interactúa el grupo

muscular conocido como cuádriceps, compuesto por el recto femoral, cuya función es la de flexor del fémur y extensor de la pierna; el vasto lateral, el vasto intermedio y el vasto medial, los cuales tienen como función principal ser extensores de la rodilla.



Figura 28. Extensión de rodilla.
Fuente propia.

3.2.2.8. Biomecánica del tobillo. Debido a que el tobillo apoya dos de las principales funciones motrices del cuerpo, la rotación del pie y el soporte de la carga axial derivada del peso corporal (Guzmán, 2007, p.127), esta articulación se compone de otras articulaciones, que hacen una estructura bastante compleja, pero muy completa a la vez, para poder cumplir con sus movimientos de dorsiflexión, plantiflexión, inversión y eversión del pie. Dentro de las articulaciones que componen el tobillo, se encuentran la tibio-fibular distal, la cruce talar, la intertarsiana subtalar, la talo-calcáneo-navicular, la calcáneo-cuboidea y la tarso metatarsiana. (Kapandji, 2010, p.84). El tobillo también es conocido como la articulación tibio-peróneo-astragalina, ya que los huesos tibia y peroné se articulan en su extremo distal con el astrágalo.

La dorsiflexión, un movimiento de aproximadamente 20° de amplitud, acerca el dorso del pie a la cara anterior de la pierna (Molano, 2008, p.141). Es decir, acorta el ángulo de apertura

rodilla-tobillo-pie, con un movimiento de la extremidad inferior activa en dirección superior. Dentro de este movimiento, actúan el músculo tibial anterior, el cual tiene función de dorsiflexor, inversor y aductor del pie.



Figura 29. Dorsiflexión o flexión dorsal.
Fuente propia.

En la plantiflexión, la amplitud de movimiento es de alrededor de 40°, aleja el dorso del pie de la cara anterior de la pierna (Molano, 2008, p.145). Este movimiento es evidenciado en el ballet, al momento del artista apoyar todo el peso de su cuerpo en los huesos distales de los dedos de los pies. Dentro de este movimiento, intervienen los músculos gastrocnemios y sóleo, que además de plantiflexores del pie son flexores de la pierna.



Figura 30. Plantiflexión o flexión plantar.
Fuente propia.

La Inversión es un movimiento de desplazamiento lateral de la extremidad activa inferior, que se realiza por medio de la elevación del borde medial del pie para orientar la planta hacia la línea media. En otras palabras, es la traslación del pie en dirección del dedo gordo del pie. En la realización de este movimiento, actúa el músculo tibial anterior, que además de ser inversor, es plantiflexor y aductor del pie.



Figura 31. Inversión de tobillo.
Fuente propia.

En los movimientos de eversión, el pie se desplaza en dirección lateral hacia su dedo meñique. la eversión "conduce a una elevación del borde lateral del pie, moviéndose el calcáneo en dirección lateral, rotación lateral y elevación" (Molano, 2008, p.148). En este movimiento intervienen los músculos fibulares largo y corto, los cuales además de evertores, tienen funciones de plantiflexores y abductores del pie.



Figura 32. Eversión de tobillo.
Fuente propia.

3.2.2.9. Tiro Parabólico. Para definir el tiro parabólico, se puede decir que es el movimiento de un proyectil cuyo desplazamiento combina una trayectoria horizontal y otra vertical, todo esto a consecuencia de la aplicación de una fuerza. Esta trayectoria está afectada según la dirección en que se analice, en el caso de la vertical es influenciada por la gravedad, mientras en la horizontal está involucrada la relación entre la resistencia del aire y la posible rotación que tenga el objeto, lo que se denominada "Efecto Magnus" en honor al físico alemán Heinrich Magnus, quien en el siglo XIX describió este comportamiento en el desplazamiento de los proyectiles a través de fluidos como al aire, aunque "en muchos casos la resistencia del aire se considera tan pequeña que se pasa por alto" (Blazevich, 2007, p.26)".

El alcance de la trayectoria de los cuerpos que realizan un movimiento parabólico, se puede graficar mediante un plano cartesiano, ubicando en el eje vertical el ángulo de proyección en referencia a una vertical de 90° y horizontal de 0° , sin tener en cuenta la altura relativa del lanzamiento o impulsión del objeto. Esta altura relativa se define como la diferencia positiva o negativa entre la altura inicial y final de proyección, antes que el proyectil sea afectado por otro cuerpo para modificar o detener su movimiento (Blazevich, 2007, p.28). Un ejemplo de altura

relativa negativa sería el lanzamiento de tiro libre del baloncesto, en la cual la cesta o canasta tiene una altura mayor a la del inicio de la trayectoria de la pelota, mientras que podríamos utilizar el Tenis de Campo como casi una constante de la altura relativa positiva, ya que el medida de altura en el impacto de la raqueta con la pelota será mayor a aquella de rebote de la bola en el suelo.

En un partido de Tenis de Mesa , se presenta una continua variación de golpes a la pelota en alturas relativas positivas y negativas, ya que a veces es necesario dejar avanzar y caer la pelota incluso por debajo del nivel de la mesa antes de golpearla, presentando al rebotar en el otro lado de la superficie de juego, un ejemplo de altura relativa negativa. También en muchas ocasiones se puede impactar la pelota a una altura superior de aquella medida vertical de la mesa, rebotando a una altura menor en el lado opuesto, evidenciando así una altura relativa positiva en el tiro parabólico.

En Tenis de Mesa, el movimiento parabólico de proyectiles, en este caso la pelota, es un factor a tener permanentemente en cuenta si se analiza que para lograr ubicar la pelota en el lado de la mesa del oponente, se debe vencer el obstáculo que presenta la altura de la malla, la cual, en muchas situaciones de juego es mayor a la de la ubicación de la pelota, por lo cual el jugador se debe apoyar tanto en la realización correcta del gesto técnico como en la aplicación de fuerza necesaria y generación apropiada de rotación de la pelota para que esta descienda posterior a superar la altura de la malla pero no más lejos del final de la superficie de la mesa.

Es importante tener en cuenta que, tal como afirma Blazevich, si se aplica la misma fuerza a un impacto o lanzamiento de un proyectil, el mayor alcance horizontal se obtendrá al acercarse a un ángulo de proyección de 45° , cuando la altura relativa es cero. (2007, p.27)

4. Marco Metodológico

4.1 Tipo de investigación

Esta investigación es de corte mixto, ya que su fin principal es la medición en la población muestra de los factores que afectan el gesto técnico de derecha liftado como respuesta a una bola proveniente con efecto cortado, tales como el tiempo de ejecución total y entre fases de la técnica, velocidades y distancias alcanzadas en diferentes momentos respecto al desplazamiento de la raqueta, ángulos de segmentos corporales en diferentes momentos de la ejecución, trayectoria de la pelota consecuente al golpe realizado entre otros.

4.2 Enfoque de la investigación.

Debido a que el Tenis de Mesa a nivel local es un deporte muy poco estudiado e incluso considerado por muchos como un pasatiempo, presenta pocos desarrollos en términos investigativo. Los pocos textos que se encuentran tratan en su mayoría sobre las bases del juego, reglamentaciones, historia, e incluso fundamentos para practicar el juego, pero resulta difícil encontrar en las bases de datos especializadas, análisis profundos que lleven al lector a determinar las razones físicas, técnicas o mecánicas que determinan que un golpe sea o no efectivo en diferentes situaciones de juego. Debido a esto, el enfoque de la investigación es de tipo exploratorio y estudio de caso, basándose en la afirmación de Sampieri, Collado y Baptista, "los estudios exploratorios se realizan cuando el objetivo es examinar un tema o problema de investigación poco estudiado, del cual se tienen muchas dudas o no se ha abordado antes (P.79)." Este es un proyecto investigativo que sienta unas bases para realizar otras investigaciones más profundas de la técnica analizada o de otros gestos inherentes dentro del Tenis de Mesa. Su tiempo es transversal ya que se estudia el estado actual de la técnica de cada jugador en un momento específico, sin hacer ningún tipo de seguimiento sobre los procesos de entrenamiento,

en el caso de aquellos que los realizan.

4.3 Fases de la investigación.

Para realizar el análisis de los gestos técnicos de los seis participantes, se realizó la recolección de datos de video de cada uno de ellos aplicando el gesto técnico de derecha liftada contra corte. Esta bola proveniente con efecto cortado, lleva esta rotación debido a la ejecución por parte del oponente de un servicio largo golpeando la pelota por debajo, el cual debió ser respondido por cada participante con la aplicación de la técnica a analizar.

A cada participante se le realizó una toma transversal posterior, otra sagital derecha y finalmente una sagital izquierda durante la ejecución de 20 repeticiones del gesto técnico a analizar en cada toma, para totalizar 60 intentos de aplicación de la técnica, independiente de la efectividad. La actividad se llevó a cabo dentro de un solo día del mes de septiembre, según la disponibilidad horaria de los deportistas, ya que el objetivo es caracterizar el estado actual de la ejecución motriz de cada jugador y no su desarrollo en un período extendido de tiempo. Las tomas de video se efectuaron en la plazoleta de Tenis de Mesa ubicada en el edificio Gabriel García Herreros, dentro de las instalaciones de UNIMINUTO.

Una vez obtenidos los datos de video, se procedió a realizar mediciones de tiempos de ejecución del gesto técnico, trayectoria, distancia y velocidad de la raqueta, trayectoria parabólica de la pelota desde el contacto con la raqueta hasta el punto de rebote en el lado contrario de la mesa, ángulos de los diferentes segmentos corporales involucrados en la realización del gesto técnico tanto en el eje transversal superior como en el inferior y estadísticas de efectividad en la ejecución del golpe.

4.4. Población y muestra

Para esta investigación, se tuvo en cuenta una población total de 30 jugadores clasificados

en tres categorías dentro del equipo de Tenis de Mesa perteneciente a UNIMINUTO, según su obtención de resultados en diferentes torneos inter universitarios de la red Grupo Cerros a nivel local, siendo estas las categorías primera, segunda y tercera. De cada categoría, se convocó aleatoriamente a dos jugadores.

La siguiente es la información y características físicas individuales de cada participante dentro de la investigación:

Tabla 1.
Población muestra clasificada dentro de la primera categoría

Participante número	1	2
Nombre del deportista	Jorge Evelio Bermúdez	Jesús Mahecha
Edad	22 años	23 años
Estatura	1,78 metros	1,71 metros
Masa Corporal	71 kilogramos	76 kilogramos
I.M.C.	22,72	25,99
Clasificación según I.M.C.	Peso normal	Sobrepeso
Somatotipo	Ectomorfo	Endomorfo
Tiempo de entrenamiento	2 años y 6 meses aproximadamente	10 años interrumpidos
Torneos locales	20-30	30-40
Torneos nacionales	1	2

Tabla 2.
Población muestra clasificada dentro de la segunda categoría

Participante número	3	4
Nombre del deportista	Carlos Andrés Díaz	Sergio Parada
Edad	35 años	23 años
Estatura	1,80 metros	1,70 metros
Masa Corporal	73 kilogramos	65 kilogramos
I.M.C.	22,53	22,49
Clasificación según I.M.C.	Peso normal	Peso normal
Somatotipo	Ectomorfo	Ectomorfo
Tiempo de entrenamiento	8 años interrumpidos	3 años aproximadamente
Torneos locales	30-40	05-10
Torneos nacionales	5	1

Tabla 3.
Población muestra clasificada dentro de la tercera categoría

Participante número	5	6
Nombre del deportista	Camilo Quintero	Julián David Rodríguez
Edad	22 años	20 años
Estatura	1,76 metros	1,67 metros
Masa Corporal	85 kilogramos	60 kilogramos
I.M.C.	27,44	21,51
Clasificación según I.M.C.	Sobrepeso	Peso normal
Somatotipo	Endomorfo	Ectomorfo
Tiempo de entrenamiento	1 año aproximadamente	1 año aproximadamente
Torneos locales	5-10	2
Torneos nacionales	1	0

Adicional a estos participantes, se contó con la colaboración del jugador de Selección Bogotá y Colombia, Ricardo Fragua, quien fue tenido en cuenta como referente relativo de la técnica ideal. La siguiente es su información y características físicas individuales.

Tabla 4.

Información y características del jugador referente de la técnica ideal

Nombre del deportista	Ricardo Fragua
Edad	28 años
Estatura	1,78 metros
Masa Corporal	71 kilogramos
I.M.C.	22,41
Clasificación según I.M.C.	Peso normal
Somatotipo	Ectomorfo
Tiempo de entrenamiento	11 años aproximadamente
Torneos locales	más de 100
Torneos nacionales	17

4.5. Instrumentos y técnicas de recolección de datos.

Para la recolección de datos de esta investigación, se utilizaron dos instrumentos principales, el primero, cuya función fue la de grabación de cada una de las tomas de video a realizar, fue una cámara Sony Handycam HDR-CX220, la cual cuenta con características técnicas como definición Full HD o alta definición completa, resolución máxima de 8.9 mega píxeles, zoom óptico extendido de 32X, apertura focal de 2.1mm a 57mm y toma de 60 cuadros por segundo, lo cual equivale al doble necesario para reproducir movimiento en tiempo real. Los datos de video obtenidos en el proceso de tomas, se analizaron por medio de la utilización de la segunda herramienta principal empleada en esta investigación, el software computacional de análisis de movimiento "Kinovea", el cual permitió realizar las diferentes mediciones de las tomas realizadas a los participantes para así poder determinar los diferentes factores que influyen en las ejecuciones de los participantes con mediciones exactas en la realización del gesto técnico específico.

Adicional a estos instrumentos, se crearon tablas estadísticas en Microsoft Excel para mostrar las diferentes mediciones y definir mediante el análisis de los datos cuantitativos diferentes factores como que movimientos aportan o impiden que la ejecución técnica sea la

apropiada o la objetividad de la clasificación según categorías de parte de la universidad.

5. Resultados.

En esta presentación de los resultados, se encuentran las representaciones gráficas de cada medición cuantitativa que se realizó a todos los participantes en esta investigación y sus análisis posteriores que buscan relacionar las mediciones con las estadísticas de efectividad y generar conclusiones en base a la información recolectada durante la realización del gesto técnico evidenciado por cada deportista.

5.1 Técnicas de análisis de resultados

Dentro del proceso de análisis de resultados, se tomó como base observacional las tomas de video frontal posterior, sagital derecha e izquierda de los participantes de las tres categorías, para posterior a la selección de una secuencia exitosa de ejecución del golpe de derecha liftado como respuesta a un servicio largo cortado de cada jugador en cada vista, analizar en las tres fases del gesto técnico factores como los movimientos progresivos de abducción, aducción, flexión, extensión, circunducción, según corresponda al segmento corporal observado, así como también medir en cada fase del gesto técnico su velocidad, aceleración entre fases, distancia recorrida por la raqueta, tiempo de duración parcial y total de la ejecución y un breve análisis de la trayectoria de la pelota desde el momento del impacto con la raqueta hasta el momento de contacto con la mesa, midiendo traslaciones máximas horizontal y vertical de la bola así como su tiempo de traslación, velocidad y distancia recorrida. Adicional a lo anterior, se realizará una tabla estadística de efectividad del golpe, calculando el porcentaje de ejecuciones efectivas en relación con la totalidad de intentos de cada jugador.

La información tomada en las mediciones y consecuentes análisis de la técnica de los deportistas, será contrastada con los datos evidenciados en el gesto del jugador de selección

Colombia que sirvió como referente de estudio, comparando los mismos factores de movimientos corporales, velocidades, aceleraciones, distancias, trayectoria y tiempos en las diferentes fases del gesto.

5.2 Presentación de figuras, tablas de medición y descripción cualitativa del gesto técnico de cada participante

Las siguientes figuras son las representaciones gráficas de los diferentes momentos dentro de la ejecución de la técnica de derecha liftada como respuesta a un servicio largo con efecto cortado, incluyendo las tres fases principales a caracterizar, de preparación, contacto y terminación de el jugador referente de la técnica ideal y de cada participante de la universidad.

5.2.1. Secuencias completas del gesto técnico de cada participante en las tomas frontal posterior, sagital derecha y sagital izquierda.



Figura 33. Toma frontal posterior de la secuencia del golpe de derecha liftado contra una bola con efecto cortado del jugador referente de la técnica ideal.



Figura 34. Toma sagital derecha del golpe de derecha liftado contra una bola con efecto cortado del jugador referente de la técnica ideal.



Figura 35. Toma sagital izquierda del golpe de derecha liftado contra una bola con efecto cortado del jugador referente de la técnica ideal. Fuente propia



Figura 36. Toma frontal posterior del golpe de derecha liftado contra una bola con efecto cortado del participante 1.



Figura 37. Toma sagital derecha del golpe de derecha liftado contra una bola con efecto cortado del participante 1.



Figura 38. Toma sagital izquierda del golpe de derecha liftado contra una bola con efecto cortado del participante 1.



Figura 39. Toma frontal posterior del golpe de derecha liftado contra una bola con efecto cortado del participante 2.



Figura 40. Toma sagital derecha del golpe de derecha liftado contra una bola con efecto cortado del participante 2.



Figura 41. Toma sagital izquierda del golpe de derecha liftado contra una bola con efecto cortado del participante 2.



Figura 42. Toma frontal posterior del golpe de derecha liftado contra una bola con efecto cortado del participante 3.



Figura 43. Toma sagital derecha del golpe de derecha liftado contra una bola con efecto cortado del participante 3.



Figura 44. Toma sagital izquierda del golpe de derecha liftado contra una bola con efecto cortado del participante 3.



Figura 45. Toma frontal posterior del golpe de derecha liftado contra una bola con efecto cortado del participante 4.



Figura 46. Toma sagital derecha del golpe de derecha liftado contra una bola con efecto cortado del participante 4.



Figura 47. Toma sagital izquierda del golpe de derecha liftado contra una bola con efecto cortado del participante 4.



Figura 48. Toma frontal posterior del golpe de derecha liftado contra una bola con efecto cortado del participante 5.



Figura 49. Toma sagital derecha del golpe de derecha liftado contra una bola con efecto cortado del participante 5.



Figura 50. Toma sagital izquierda del golpe de derecha liftado contra una bola con efecto cortado del participante 5.



Figura 51. Toma frontal posterior del golpe de derecha liftado contra una bola con efecto cortado del participante 6.



Figura 52. Toma sagital derecha del golpe de derecha liftado contra una bola con efecto cortado del participante 6.



Figura 53. Toma sagital izquierda del golpe de derecha liftado contra una bola con efecto cortado del participante 6.

Las anteriores secuencias gráficas son las imágenes base sobre las cuales se realizaron las diferentes mediciones y análisis del gesto de cada uno de los 6 participantes de UNIMINUTO y del jugador referente de selección Colombia de Tenis de Mesa.

Tabla 5.

Estadística de efectividad del golpe de derecha liftada contra una bola con efecto cortado (50 ejecuciones)

Referente de la técnica ideal		
Intentos exitosos	43	
Intentos fallidos	7	
Porcentaje de efectividad	86%	
Categoría 1 (promedio 87%)		
	Participante 1	Participante 2
Intentos exitosos	45	42
Intentos fallidos	5	8
Porcentaje de efectividad	90%	84%
Categoría 2 (promedio 88%)		
	Participante 3	Participante 4
Intentos exitosos	40	48
Intentos fallidos	10	2
Porcentaje de efectividad	80%	96%
Categoría 3 (promedio 70%)		
	Participante 5	Participante 6
Intentos exitosos	38	32
Intentos fallidos	12	18
Porcentaje de efectividad	76%	64%

5.2.2 Mediciones de velocidad de la raqueta en cada fase, distancia recorrida por la misma y tiempo de duración del gesto técnico.

A continuación, se presentan las mediciones cinemáticas de velocidad, aceleración y distancia alcanzadas por la raqueta y la trayectoria que esta recorrió durante el gesto de cada participante, en cada una de las tres fases principales de preparación, contacto y terminación, con sus respectivas tabulaciones de información extraída de las figuras.



Figura 54. Duración del gesto técnico de derecha liftada contra una bola con efecto cortado y medición de velocidad, distancia recorrida y trayectoria de la raqueta del jugador referente de la técnica ideal.

Tabla 6.

Mediciones cinemáticas de velocidad, aceleración, distancia y tiempo del gesto en el jugador referente de la técnica ideal

Participante	Referente de la técnica ideal
Fase de Preparación	
Distancia recorrida por la raqueta	0 cms
Velocidad en el momento de la fase	0 m/s
Tiempo parcial del gesto	0 s
Aceleración entre fases de preparación y contacto	87,68 m/s ²
Fase de Contacto	
Distancia recorrida por la raqueta	94,73 cms
Velocidad en el momento de la fase	14,03 m/s
Tiempo parcial del gesto	0,16 s
Aceleración entre fases de contacto y terminación	-82,6 m/s ²
Fase de Terminación	
Distancia total recorrida por la raqueta	183,54 cms
Velocidad en el momento de la fase	1,64 m/s
Tiempo total del gesto	0,31 s



Figura 55. Duración del gesto técnico de derecha liftada contra una bola con efecto cortado y medición de velocidad, distancia recorrida y trayectoria de la raqueta del participante 1.



Figura 56. Duración del gesto técnico de derecha liftada contra una bola con efecto cortado y medición de velocidad, distancia recorrida y trayectoria de la raqueta del participante 2.

Tabla 7.

Mediciones cinemáticas de velocidad, aceleración, distancia y tiempo del gesto en los participantes de primera categoría

Participante	1	2
Fase de Preparación		
Distancia recorrida por la raqueta	0 cms	0 cms
Velocidad en el momento de la fase	0 m/s	0 m/s
Tiempo parcial del gesto	0 s	0 s
Aceleración entre fases de preparación y contacto	119 m/s ²	48,83 m/s ²
Fase de Contacto		
Distancia recorrida por la raqueta	72,42 cms	68,12 cms
Velocidad en el momento de la fase	15,47 m/s	8,79 m/s
Tiempo parcial del gesto	0,13 s	0,18 s
Aceleración entre fases de contacto y terminación	-94.4 m/s ²	-66.4 m/s ²
Fase de Terminación		
Distancia total recorrida por la raqueta	147,44 cms	123,02 s
Velocidad en el momento de la fase	1,31 m/s	2,15 m/s
Tiempo total del gesto	0,28 s	0,28 s



Figura 57. Duración del gesto técnico de derecha liftada contra una bola con efecto cortado y medición de velocidad, distancia recorrida y trayectoria de la raqueta del participante 3.



Figura 58. Duración del gesto técnico de derecha liftada contra una bola con efecto cortado y medición de velocidad, distancia recorrida y trayectoria de la raqueta del participante 4.

Tabla 8.

Mediciones cinemáticas de velocidad, aceleración, distancia y tiempo del gesto en los participantes de segunda categoría

Participante	3	4
Fase de Preparación		
Distancia recorrida por la raqueta	0 cms	0 cms
Velocidad en el momento de la fase	0 m/s	0 m/s
Tiempo parcial del gesto	0 s	0 s
Aceleración entre fases de preparación y contacto	75,13 m/s ²	28,3 m/s ²
Fase de Contacto		
Distancia recorrida por la raqueta	68,68 cms	72,68 cms
Velocidad en el momento de la fase	11,27 m/s	5,66 m/s
Tiempo parcial del gesto	0,15 s	0,20 s
Aceleración entre fases de preparación y contacto	-74,49 m/s ²	-21,15 m/s ²
Fase de Terminación		
Distancia total recorrida por la raqueta	130,52 cms	159,30 cms
Velocidad en el momento de la fase	0,64 m/s	0,16 m/s
Tiempo total del gesto	0,30 s	0,46 s



Figura 59. Duración del gesto técnico de derecha liftada contra una bola con efecto cortado y medición de velocidad, distancia recorrida y trayectoria de la raqueta del participante 5.



Figura 60. Duración del gesto técnico de derecha liftada contra una bola con efecto cortado y medición de velocidad, distancia recorrida y trayectoria de la raqueta del participante 6.

Tabla 9.

Mediciones cinemáticas de velocidad, aceleración, distancia y tiempo del gesto en los participantes de tercera categoría.

Participante	5	6
Fase de Preparación		
Distancia recorrida por la raqueta	0 cms	0 cms
Velocidad en el momento de la fase	0 m/s	0 m/s
Tiempo parcial del gesto	0 s	0 s
Aceleración entre fases de preparación y contacto	70,4 m/s ²	67,6 m/s ²
Fase de Contacto		
Distancia recorrida por la raqueta	55,98 cms	75,99 cms
Velocidad en el momento de la fase	10,56 m/s	10,14 m/s
Tiempo parcial del gesto	0,15 s	0,15 s
Aceleración entre fases de preparación y contacto	-69,89 m/s ²	-64,6 m/s ²
Fase de Terminación		
Distancia total recorrida por la raqueta	129,91 cms	131,21 cms
Velocidad en el momento de la fase	0,51 m/s	0,45 m/s
Tiempo total del gesto	0,30 s	0,30 s

5.2.3 Mediciones de los movimientos del eje transversal inferior.

5.2.3.1. Dorsiflexión y Plantiflexión de tobillo.



Figura 61. Medición angular de dorsiflexión y plantiflexión del tobillo derecho en las tres fases del gesto técnico de derecha liftada contra una bola con efecto cortado del jugador referente de la técnica ideal.



Figura 62. Medición angular de dorsiflexión y plantiflexión del tobillo izquierdo en las tres fases del gesto técnico de derecha liftada contra una bola con efecto cortado del jugador referente de la técnica ideal.

Tabla 10.

Mediciones angulares de dorsiflexión y plantiflexión de los tobillos en las tres fases del gesto técnico del jugador referente de la técnica ideal

Participante	Referente de técnica ideal
Fase de Preparación	
Ángulo segmento pie-tobillo-rodilla derecho	60°
Ángulo de dorsiflexión/plantiflexión tobillo derecho	Dorsiflexión 30°
Ángulo segmento pie-tobillo-rodilla izquierdo	81°
Ángulo de dorsiflexión/plantiflexión tobillo izquierdo	Dorsiflexión 9°
Fase de Contacto	
Ángulo segmento pie-tobillo-rodilla derecho	82°
Ángulo de dorsiflexión/plantiflexión tobillo derecho	Dorsiflexión 8°
Movimiento angular desde la fase de preparación	Plantiflexión 22°
Ángulo segmento pie-tobillo-rodilla izquierdo	79°
Ángulo de dorsiflexión/plantiflexión tobillo izquierdo	Dorsiflexión 11°
Movimiento angular desde la fase de preparación	Flexión 2°
Fase de Terminación	
Ángulo segmento pie-tobillo-rodilla derecho	84°
Ángulo de dorsiflexión/plantiflexión tobillo derecho	Dorsiflexión 6°
Movimiento angular desde la fase de contacto	Plantiflexión 2°
Ángulo segmento pie-tobillo-rodilla izquierdo	91°
Ángulo de dorsiflexión/plantiflexión tobillo izquierdo	Plantiflexión 1°
Movimiento angular desde la fase de contacto	Plantiflexión 12°



Figura 63. Medición angular de dorsiflexión y plantiflexión del tobillo derecho en las tres fases del gesto técnico de derecha liftada contra una bola con efecto cortado del participante 1.



Figura 64. Medición angular de dorsiflexión y plantiflexión del tobillo izquierdo en las tres fases del gesto técnico de derecha liftada contra una bola con efecto cortado del participante 1.

El participante 1 inicia la fase de preparación con un ángulo recto en el tobillo derecho, el cual realiza un movimiento de dorsiflexión de 9° en el momento de impactar la pelota, a consecuencia del desplazamiento anterior de la rodilla derecha para acercarse a la bola en la fase de contacto y terminar evidenciando una plantiflexión de 13° en la terminación del golpe, sincronizándose con el resto del organismo en una elevación general de la masa corporal.

En cuanto al tobillo izquierdo, el jugador 1 evidencia en las fases de preparación y contacto una dorsiflexión permanente casi invariable, como consecuencia de dos factores, la

elevación del calcáneo y el desplazamiento anterior de la rodilla izquierda, la cual sólo se extiende hasta la siguiente fase del gesto técnico, no obstante, el calcáneo permanece elevado en la totalidad de la ejecución.

Teniendo en cuenta que el jugador referente de técnica ideal es de orientación zurda y la consecuente inversión de lateralidad que este factor genera, se deben comparar los tobillos contrarios, es decir, el derecho del referente con el izquierdo del participante 1 y viceversa, ya que este último es derecho.

El participante 1 presenta movimientos angulares en el tobillo derecho similares a la técnica ideal demostrada por el jugador de Selección Colombia, manteniendo apoyo completo plantar en el suelo en las dos primeras fases del gesto para realizar plantiflexión en el momento de la terminación. En cuanto al tobillo izquierdo, se observa una diferencia en la fase de terminación al mantener el calcáneo permanentemente elevado, mientras que el jugador referente apoya la totalidad de su pie derecho en el suelo para poder trasladar el peso corporal exitosamente una vez realizado el gesto técnico.



Figura 65. Medición angular de dorsiflexión y plantiflexión del tobillo derecho en las tres fases del gesto técnico de derecha liftada contra una bola con efecto cortado del participante 2.



Figura 66. Medición angular de dorsiflexión y plantiflexión del tobillo izquierdo en las tres fases del gesto técnico de derecha liftada contra una bola con efecto cortado del participante 2.

El participante 2, clasificado en la primera categoría presenta en el tobillo derecho una fase de preparación que inicia con un ángulo agudo de 67° debido a la unión de la flexión de la rodilla con traslación anterior y una leve dorsiflexión del tobillo. Desde este momento se inicia una plantiflexión progresiva no muy notoria en la fase de contacto, aunque si más visible en la de terminación, etapa en la que llega a estar a 85° , evidenciando solo 5° de dorsiflexión.

En cuanto al tobillo izquierdo, presenta un estado continuo de casi inmovilidad de esta articulación, tendiendo entre las tres fases solo una variación de 2° de plantiflexión posterior a un inicio de 5° de dorsiflexión. Este estado de la articulación no se vio variado casi en ningún momento, como si se pudo observar con el tobillo derecho, el cual aumentó considerablemente la plantiflexión debido principalmente a la extensión de rodilla derecha observada en la fase de terminación.

Comparando los movimientos de este participante con el jugador referente de técnica ideal, los movimientos de tobillo son diferentes en el gesto técnico en general, observando en el tobillo derecho diferencias en las tres fases en la forma como se apoya el pie al suelo, proceso que en el participante 2 siempre permanece apoyado con una ligera eversión de la articulación y

no evidenció elevación o depresión del calcáneo en ningún momento, mientras que el proceso motriz del tobillo derecho es similar al del jugador referente en la fase de preparación y de contacto, en los cuales ambos participantes mantienen un firme apoyo de la totalidad de la planta del pie en el suelo, aunque se presentó una diferencia muy marcada en el momento de la terminación del gesto, ya que mientras el jugador referente realizó una notable elevación del calcáneo con apoyo solo en los huesos metatarsianos, el participante 2 siempre mantuvo dichos huesos firmemente apoyado al suelo, lo cual le imposibilitó la tarea de transferir el peso del cuerpo a la otra extremidad inferior con la inercia del movimiento.

Tabla 11.

Mediciones angulares de dorsiflexión y plantiflexión de los tobillos en las tres fases del gesto técnico de los participantes de primera categoría

Participante	1	2
Fase de Preparación		
Ángulo segmento pie-tobillo-rodilla derecho	90°	67°
Ángulo de dorsiflexión/plantiflexión tobillo derecho	No evidencia flexión	Dorsiflexión 23°
Ángulo segmento pie-tobillo-rodilla izquierdo	62°	85°
Ángulo de dorsiflexión/plantiflexión tobillo izquierdo	Dorsiflexión 28°	Dorsiflexión 5°
Fase de Contacto		
Ángulo segmento pie-tobillo-rodilla derecho	81°	70°
Ángulo de dorsiflexión/plantiflexión tobillo derecho	Dorsiflexión 9°	Dorsiflexión 20°
Movimiento angular desde la fase de preparación	Dorsiflexión 9°	Plantiflexión 3°
Ángulo segmento pie-tobillo-rodilla izquierdo	61°	85°
Ángulo de dorsiflexión/plantiflexión tobillo izquierdo	Dorsiflexión 29°	Dorsiflexión 5°
Movimiento angular desde la fase de preparación	Dorsiflexión 1°	No evidencia movimiento
Fase de Terminación		
Ángulo segmento pie-tobillo-rodilla derecho	94°	85°
Ángulo de dorsiflexión/plantiflexión tobillo derecho	Plantiflexión 4°	Dorsiflexión 5°
Movimiento angular desde la fase de contacto	Plantiflexión 13°	Plantiflexión 15°
Ángulo segmento pie-tobillo-rodilla izquierdo	92°	87°
Ángulo de dorsiflexión/plantiflexión tobillo izquierdo	Plantiflexión 2°	Dorsiflexión 3°
Movimiento angular desde la fase de contacto	Plantiflexión 31°	Plantiflexión 2°



Figura 67. Medición angular de dorsiflexión y plantiflexión del tobillo derecho en las tres fases del gesto técnico de derecha liftada contra una bola con efecto cortado del participante 3.



Figura 68. Medición angular de dorsiflexión y plantiflexión del tobillo izquierdo en las tres fases del gesto técnico de derecha liftada contra una bola con efecto cortado del participante 3.

Los movimientos de tobillo derecho del participante 3, primer jugador clasificado dentro de la segunda categoría, son similares a los del jugador referente en los procesos tanto de elevación del calcáneo y apoyo al suelo de los metatarsianos en las tres fases del gesto técnico, como en la progresión motriz desde una dorsiflexión similar en ambos jugadores solo diferenciada por 3° más de flexión en el jugador referente, hacia una plantiflexión en el momento de terminación, no obstante, la diferencia angular en esta última fase se incrementa a 10°, con una dorsiflexión de 6° del referente mientras que el participante 3 realizó el mismo movimiento

aunque este fue de 16° .

El tobillo izquierdo del participante 3 presentó la misma situación de apoyo permanente del calcáneo en el suelo en la tres fases del golpe que lo observado en el jugador 2, sin embargo en el momento de terminación evidenció una plantiflexión de 11 grados motivada no por un movimiento del tobillo sino por la retracción posterior de la cadera, lo que llevó ligeramente el cuerpo hacia atrás y provocó el aumento de la flexión plantar. Al no realizar la elevación final del calcáneo en su pie izquierdo, el participante 3 no logró transferir su peso corporal de la extremidad izquierda hacia la derecha como lo indicaría la inercia en la dirección del movimiento, acción que el jugador referente si realiza exitosamente.



Figura 69. Medición angular de dorsiflexión y plantiflexión del tobillo derecho en las tres fases del gesto técnico de derecha liftada contra una bola con efecto cortado del participante 4.



Figura 70. Medición angular de dorsiflexión y plantiflexión del tobillo izquierdo en las tres fases del gesto técnico de derecha liftada contra una bola con efecto cortado del participante 4.

En el caso del jugador 4, segundo participante de la segunda categoría, se debió realizar la inversión en la orientación aplicada en el primer jugador analizado en comparación con el referente, comparando los movimientos articulares contrarios, es decir, el tobillo derecho del referente con el izquierdo del participante 4 y viceversa.

Los movimientos de la articulación del tobillo derecho en la fase de preparación mostró una acción motriz similar a la del jugador referente, manteniendo la totalidad de la planta del pie apoyada en el suelo, siendo el principal sostén del peso corporal, sin embargo, se observó una diferencia en el ángulo de la articulación, mostrando una plantiflexión de 3° mientras que el jugador referente evidenció una dorsiflexión de 9° . Esto se presentó debido al mayor desplazamiento anterior de la rodilla en el participante referente de técnica ideal. En la fase de contacto, el participante 4 presenta una marcada elevación de los huesos metatarsianos de su pie derecho, realizando dorsiflexión de tobillo de 11° con respecto a la fase anterior, sosteniendo su peso corporal con el pie izquierdo y el apoyo del calcáneo derecho en el suelo, mientras que el referente no realiza esta elevación de pie. En la fase de terminación, el participante 4 no elevó su hueso calcáneo derecho, lo cual resultó en un deficiente proceso de transferencia de peso

corporal desde la extremidad derecha a la izquierda, tal como se ha observado hasta ahora en todos los participantes de UNIMINUTO.

En el tobillo izquierdo del jugador 4, se observaron diferencias en las dos últimas fases de la técnica. La fase de preparación de este jugador evidenció un ángulo de 74° del segmento pie - tobillo - rodilla, con una consecuente dorsiflexión de 16° y elevación pronunciada del calcáneo al igual que el jugador referente, manteniendo el balance con los huesos metatarsianos y las articulaciones inter falángicas. En la fase de contacto el participante 4 apoya la totalidad de la planta del pie en el suelo, aumentando la dorsiflexión en 7° , a diferencia del participante referente de Selección Colombia quien aún presentó elevación del calcáneo en ese momento y realizó una flexión plantar de 22° . En la fase de terminación, el jugador 4 realizó una plantiflexión de 11° provocada más por un desplazamiento frontal anterior de la zona derecha de la cadera que por un movimiento propio del tobillo.

Tabla 12.

Mediciones angulares de dorsiflexión y plantiflexión de los tobillos en las tres fases del gesto técnico de los participantes de segunda categoría

Participante	3	4
Fase de Preparación		
Ángulo segmento pie-tobillo-rodilla derecho	63°	93°
Ángulo de dorsiflexión/plantiflexión tobillo derecho	Dorsiflexión 27°	Plantiflexión 3°
Ángulo segmento pie-tobillo-rodilla izquierdo	90°	74°
Ángulo de dorsiflexión/plantiflexión tobillo izquierdo	No evidencia flexión	Dorsiflexión 16°
Fase de Contacto		
Ángulo segmento pie-tobillo-rodilla derecho	72°	82°
Ángulo de dorsiflexión/plantiflexión tobillo derecho	Dorsiflexión 18°	Dorsiflexión 8°
Movimiento angular desde la fase de preparación	Plantiflexión 9°	Dorsiflexión 11°
Ángulo segmento pie-tobillo-rodilla izquierdo	87°	67°
Ángulo de dorsiflexión/plantiflexión tobillo izquierdo	Dorsiflexión 3°	Dorsiflexión 23°
Movimiento angular desde la fase de preparación	Dorsiflexión 3°	Dorsiflexión 7°
Fase de Terminación		
Ángulo segmento pie-tobillo-rodilla derecho	74°	86°
Ángulo de dorsiflexión/plantiflexión tobillo derecho	Dorsiflexión 16°	Dorsiflexión 4°
Movimiento angular desde la fase de contacto	Plantiflexión 2°	Plantiflexión 4°
Ángulo segmento pie-tobillo-rodilla izquierdo	98°	78°
Ángulo de dorsiflexión/plantiflexión tobillo izquierdo	Plantiflexión 8°	Dorsiflexión 12°
Movimiento angular desde la fase de contacto	Plantiflexión 11°	Plantiflexión 11°



Figura 71. Medición angular de dorsiflexión y plantiflexión del tobillo derecho en las tres fases del gesto técnico de derecha liftada contra una bola con efecto cortado del participante 5.



Figura 72. Medición angular de dorsiflexión y plantiflexión del tobillo izquierdo en las tres fases del gesto técnico de derecha liftada contra una bola con efecto cortado del participante 5.

En el caso del participante 5, también se debió realizar el análisis orientado de forma invertida, comparando las articulaciones contrarias con el referente de técnica ideal, tal como sucedió con los participantes 1 y 4.

El tobillo derecho del jugador 5 inicia la fase de preparación con un ángulo agudo de 82° evidenciando una dorsiflexión de 8° a consecuencia del desplazamiento anterior de la rodilla derecha y del apoyo de la totalidad de la planta del pie en el suelo. En el momento de contacto, se mantiene el apoyo total del pie en el suelo soportando su peso corporal, esta vez aumentando la flexión plantar 8° más que en la preparación del golpe, generando un ángulo de 74° en el segmento pie - tobillo - rodilla. Estos dos momentos de la técnica son similares a los del participante referente de la técnica ideal, sin embargo en la fase de terminación el participante 5 no realiza elevación de calcáneo derecho, lo cual lo diferencia de la técnica presentada por el jugador referente, quien si realiza esta acción motriz.

El tobillo izquierdo presentó una situación similar a la del derecho, ya que en las dos primeras fases del gesto se evidenció un movimiento muy similar a aquel de la técnica ideal, mientras que en la fase de terminación se observó una diferencia muy notoria en la elevación de

la totalidad del pie izquierdo, soportando aún su peso corporal con el pie derecho sin transferirlo a la extremidad contraria, a diferencia de la acción que se pudo ver en la técnica referente.



Figura 73. Medición angular de dorsiflexión y plantiflexión del tobillo derecho en las tres fases del gesto técnico de derecha liftada contra una bola con efecto cortado del participante 6.



Figura 74. Medición angular de dorsiflexión y plantiflexión del tobillo izquierdo en las tres fases del gesto técnico de derecha liftada contra una bola con efecto cortado del participante 6.

El participante 6 realizó movimientos muy similares en ambos tobillos, evidenciando variaciones angulares muy leves en la gran mayoría de sus fases, siendo el mayor movimiento angular del tobillo la dorsiflexión de 7° entre las fases de preparación y contacto de la articulación derecha. En el tobillo derecho inició con un ángulo de 77° , con una dorsiflexión de 13° , la cual se aumentó a 20° en el momento de contacto de la pelota, llegando a 21° en la fase

de terminación. En total, la variación angular del tobillo derecho en todo el gesto técnico de este participante fue de sólo 8°. En referencia a su tobillo izquierdo, la variación fue aún menor, iniciando con un ángulo de 62° con dorsiflexión de 28°, la cual disminuyó a 26° en el momento del impacto de la pelota y finalizó en 22° en la fase de terminación, para sumar un total de flexión plantar de 6° entre las 3 fases. En ningún momento del gesto técnico el participante 6 eleva ningún hueso del pie o desplaza pronunciadamente las rodillas o cadera en dirección anterior o posterior, lo cual evita la presencia prominente de acciones de dorsiflexión o plantiflexión cambiantes.

Tabla 13.

Mediciones angulares de dorsiflexión y plantiflexión de los tobillos en las tres fases del gesto técnico de los participante de tercera categoría

Participante	5	6
Fase de Preparación		
Ángulo segmento pie-tobillo-rodilla derecho	82°	77°
Ángulo de dorsiflexión/plantiflexión tobillo derecho	Dorsiflexión 8°	Dorsiflexión 13°
Ángulo segmento pie-tobillo-rodilla izquierdo	86°	62°
Ángulo de dorsiflexión/plantiflexión tobillo izquierdo	Dorsiflexión 4°	Dorsiflexión 28°
Fase de Contacto		
Ángulo segmento pie-tobillo-rodilla derecho	74°	70°
Ángulo de dorsiflexión/plantiflexión tobillo derecho	Dorsiflexión 16°	Dorsiflexión 20°
Movimiento angular desde la fase de preparación	Dorsiflexión 8°	Dorsiflexión 7°
Ángulo segmento pie-tobillo-rodilla izquierdo	91°	64°
Ángulo de dorsiflexión/plantiflexión tobillo izquierdo	Plantiflexión 1°	Dorsiflexión 26°
Movimiento angular desde la fase de preparación	Plantiflexión 5°	Plantiflexión 2°
Fase de Terminación		
Ángulo segmento pie-tobillo-rodilla derecho	77°	69°
Ángulo de dorsiflexión/plantiflexión tobillo derecho	Dorsiflexión 13°	Dorsiflexión 21°
Movimiento angular desde la fase de contacto	Plantiflexión 3°	Dorsiflexión 1°
Ángulo segmento pie-tobillo-rodilla izquierdo	96°	68°
Ángulo de dorsiflexión/plantiflexión tobillo izquierdo	Plantiflexión 6°	Dorsiflexión 22°
Movimiento angular desde la fase de contacto	Plantiflexión 5°	Plantiflexión 4°

5.2.3.2. Ángulos de flexo extensión de las rodillas.



Figura 75. Medición angular de flexo extensión de la rodilla derecha en las tres fases del gesto técnico de derecha liftada contra una bola con efecto cortado del jugador referente de la técnica ideal.



Figura 76. Medición angular de flexo extensión de la rodilla izquierda en las tres fases del gesto técnico de derecha liftada contra una bola con efecto cortado del jugador referente de la técnica ideal.

Tabla 14.

Mediciones angulares de flexo extensión de las rodillas en las tres fases del gesto técnico del jugador referente de la técnica ideal

Participante	Referente de técnica ideal
Fase de Preparación	
Ángulo del segmento tobillo-rodilla-cadera derecho	108°
Ángulo de flexión/extensión rodilla derecha	Flexión 72°
Ángulo del segmento tobillo-rodilla-cadera izquierdo	98°
Ángulo de flexión/extensión rodilla izquierda	Flexión 82°
Fase de Contacto	
Ángulo del segmento tobillo-rodilla cadera derecho	114°
Ángulo de flexión/extensión rodilla derecha	Flexión 66°
Movimiento angular desde la fase de preparación	Extensión 8°
Ángulo del segmento tobillo-rodilla cadera izquierdo	122°
Ángulo de flexión/extensión rodilla izquierda	Flexión 58°
Movimiento angular desde la fase de preparación	Extensión 24°
Fase de Terminación	
Ángulo del segmento tobillo-rodilla cadera derecho	119°
Ángulo de flexión/extensión rodilla derecha	Flexión 61°
Movimiento angular desde la fase de contacto	Extensión 5°
Ángulo del segmento tobillo-rodilla cadera izquierdo	111°
Ángulo de flexión/extensión rodilla izquierda	Flexión 69°
Movimiento angular desde la fase de contacto	Flexión 11°



Figura 77. Medición angular de flexo extensión de la rodilla derecha en las tres fases del gesto técnico de derecha liftada contra una bola con efecto cortado del participante 1.



Figura 78. Medición angular de flexo extensión de la rodilla izquierda en las tres fases del gesto técnico de derecha liftada contra una bola con efecto cortado del participante 1.

El participante 1 clasificado en la primera categoría del equipo de UNIMINUTO en el Grupo Cerros, realizó un proceso de flexo extensión de rodilla derecha, eje sagital que realiza la acción de impacto de pelota, iniciando con una flexión de 64° en la fase de preparación, aumentándola en 13° en el momento de contacto de la bola, llegando a un ángulo de 77° en esta fase. En la terminación, el jugador 1 realiza una extensión bastante pronunciada de rodilla, de 33° , elevando su eje transversal a medida que avanza su brazo en la progresión de la ejecución técnica. En los movimientos de rodilla derecha, el participante 1 evidenció movimientos contrarios que el referente de la técnica ideal, realizando una flexión de 13° en el contacto y una extensión de 33° en la terminación, comparado esto con una extensión de 24° en el contacto y una flexión de 11° resultante en parte por la rotación medial de cadera en la terminación por parte del jugador referente.

En referencia a la rodilla izquierda, el participante 1 inicia en la fase de preparación con una flexión de 60° evidenciando un ángulo del segmento cresta iliaca - rodilla - tobillo izquierdo de 120° , aumentando este movimiento 5° en la fase de contacto y realizando una extensión de 10° en el momento de terminación del gesto técnico para finalizar con un ángulo de 125° del

segmento mencionado. En comparación con el gesto ideal, el participante 1 varía los movimientos de flexo extensión, mientras que el jugador referente realiza una extensión constante de rodilla desde la fase de preparación hasta la de terminación en su eje sagital que no impacta la pelota.



Figura 79. Medición angular de flexo extensión de la rodilla derecha en las tres fases del gesto técnico de derecha liftada contra una bola con efecto cortado del participante 2.



Figura 80. Medición angular de flexo extensión de la rodilla izquierda en las tres fases del gesto técnico de derecha liftada contra una bola con efecto cortado del participante 2.

El participante 2 varía sus movimientos de flexo extensión de la rodilla derecha, generando un ángulo de 140° por medio de la flexión de la articulación de 40° en la fase de preparación del golpe, para posterior a esto aumentar la flexión 5° más y finalmente realizar una evidente extensión articular de 22° en el momento de terminación del gesto. Al igual que el participante 1, este jugador evidenció un movimiento variable de flexión en el contacto y extensión en la terminación, contrario al jugador referente, quien siempre evidenció extensión de la rodilla derecha desde la fase de preparación.

En la rodilla izquierda se observó que el participante 2 realizó acciones contrarias a la rodilla derecha, ya que desde el momento de preparar el golpe se presentó una constante extensión articular hasta finalizar el gesto. La rodilla izquierda inició con un ángulo de 128° , con flexión de 52° , realizando extensión leve de 1° en el momento de impacto de la pelota para finalmente terminar el gesto con una extensión notoria de 16° .

Se evidencia en este jugador al igual que en el participante 1, una elevación clara del centro de gravedad posterior a la fase de contacto hasta el momento de la terminación de la ejecución técnica.

Tabla 15.

Mediciones angulares de flexo extensión de las rodillas en las tres fases del gesto técnico de los participantes de primera categoría

Participante	1	2
Fase de Preparación		
Ángulo del segmento tobillo-rodilla-cadera derecho	116°	140°
Ángulo de flexión/extensión rodilla derecha	Flexión 64°	Flexión 40°
Ángulo del segmento tobillo-rodilla-cadera izquierdo	120°	128°
Ángulo de flexión/extensión rodilla izquierda	Flexión 60°	Flexión 52°
Fase de Contacto		
Ángulo del segmento tobillo-rodilla cadera derecho	103°	135°
Ángulo de flexión/extensión rodilla derecha	Flexión 77°	Flexión 45°
Movimiento angular desde la fase de preparación	Flexión 13°	Flexión 5°
Ángulo del segmento tobillo-rodilla cadera izquierdo	115°	129°
Ángulo de flexión/extensión rodilla izquierda	Flexión 65°	Flexión 51°
Movimiento angular desde la fase de preparación	Flexión 5°	Extensión 1°
Fase de Terminación		
Ángulo del segmento tobillo-rodilla cadera derecho	136°	157°
Ángulo de flexión/extensión rodilla derecha	Flexión 44°	Flexión 23°
Movimiento angular desde la fase de contacto	Extensión 33°	Extensión 22°
Ángulo del segmento tobillo-rodilla cadera izquierdo	125°	145°
Ángulo de flexión/extensión rodilla izquierda	Flexión 55°	Flexión 35°
Movimiento angular desde la fase de contacto	Extensión 10°	Extensión 16°



Figura 81. Medición angular de flexo extensión de la rodilla derecha en las tres fases del gesto técnico de derecha liftada contra una bola con efecto cortado del participante 3.



Figura 82. Medición angular de flexo extensión de la rodilla izquierda en las tres fases del gesto técnico de derecha liftada contra una bola con efecto cortado del participante 3.

El participante 3 presenta la misma acción progresiva motriz en su rodilla derecha con la flexión en el contacto y extensión en la terminación, que aquella que mostraron los dos jugadores de primera categoría, teniendo en cuenta que el derecho es el eje corporal sagital en el cual no se impacta la pelota. El jugador 3 inicia con una flexión de 58° en su rodilla derecha, reduciendo esta en 2° para la fase de contacto y aumentándola de nuevo en 4° en la fase de terminación, en donde se observó un ángulo de 124° en el segmento cresta iliaca - rodilla - tobillo derecho. A pesar de mostrar acciones motrices de flexo extensión en la articulación, este participante casi no presentó variación angular en todo el gesto técnico, sumando un total de 6° en los movimientos entre preparación, contacto y terminación.

La rodilla izquierda tuvo un comportamiento similar a la derecha, con la excepción de la extensión en la fase de terminación, la cual fue notoria angularmente. Esta rodilla inició con una flexión de 55° en la fase de preparación, aumentando en 3° para el momento de impacto de la bola y finalizando con una extensión de 22° en la articulación en la fase de terminación.

Las variaciones angulares de ambas rodillas en contraste con el referente de la técnica ideal son mucho menores y en momentos contrarios, ya que la progresividad de la derecha en el

referente fue de extensión continua y de extensión flexión en la izquierda, mientras que el participante 3 demostró una progresión de flexión y extensión en ambas rodillas.



Figura 83. Medición angular de flexo extensión de la rodilla derecha en las tres fases del gesto técnico de derecha liftada contra una bola con efecto cortado del participante 4.



Figura 84. Medición angular de flexo extensión de la rodilla izquierda en las tres fases del gesto técnico de derecha liftada contra una bola con efecto cortado del participante 4.

Los movimientos articulares de la rodilla derecha del participante 4 son similares a los presentados en el referente la técnica ideal, teniendo en cuenta la inversión en la orientación derecho - zurdo, a pesar de las diferencias angulares con el jugador referente, ya que se observó que el jugador 4 realizó extensión de rodilla en el momento de contacto y flexión de la misma articulación en la terminación del golpe apoyada por una rotación medial de cadera. El

participante 4 inició con un ángulo de 126° en el segmento cresta iliaca - rodilla - tobillo derecho, para realizar una extensión de 14° en la fase de contacto y terminar el gesto con una flexión de 16°, finalizando con un ángulo muy similar al de inicio del gesto de 124°.

Observando la rodilla izquierda, el mayor movimiento angular se presentó entre las fases de preparación y de contacto del gesto, cuando se realizó una extensión de 27° en la articulación, para realizar una flexión ligera de 4° en la fase de terminación de la técnica, movimiento que fue motivado principalmente por la rotación de casi la totalidad del eje sagital derecho en dirección postero anterior, movimiento similar al realizado por el jugador referente entre las fases de preparación y de terminación.

Tabla 16.
Mediciones angulares de flexo extensión de las rodillas en las tres fases del gesto técnico de los participantes de segunda categoría

Participante	3	4
Fase de Preparación		
Ángulo del segmento tobillo-rodilla cadera derecho	122°	126°
Ángulo de flexión/extensión rodilla derecha	Flexión 58°	Flexión 54°
Ángulo del segmento tobillo-rodilla cadera izquierdo	125°	100°
Ángulo de flexión/extensión rodilla izquierda	Flexión 55°	Flexión 80°
Fase de Contacto		
Ángulo del segmento tobillo-rodilla cadera derecho	120°	140°
Ángulo de flexión/extensión rodilla derecha	Flexión 60°	Flexión 40°
Movimiento angular desde la fase de preparación	Flexión 2°	Extensión 14°
Ángulo del segmento tobillo-rodilla cadera izquierdo	122°	127°
Ángulo de flexión/extensión rodilla izquierda	Flexión 58°	Flexión 53°
Movimiento angular desde la fase de preparación	Flexión 3°	Extensión 27°
Fase de Terminación		
Ángulo del segmento tobillo-rodilla cadera derecho	124°	124°
Ángulo de flexión/extensión rodilla derecha	Flexión 56°	Flexión 56°
Movimiento angular desde la fase de contacto	Extensión 4°	Flexión 16°
Ángulo del segmento tobillo-rodilla cadera izquierdo	144°	123°
Ángulo de flexión/extensión rodilla izquierda	Flexión 36°	Flexión 57°
Movimiento angular desde la fase de contacto	Extensión 22°	Flexión 4°



Figura 85. Medición angular de flexo extensión de la rodilla derecha en las tres fases del gesto técnico de derecha liftada contra una bola con efecto cortado del participante 5.



Figura 86. Medición angular de flexo extensión de la rodilla izquierda en las tres fases del gesto técnico de derecha liftada contra una bola con efecto cortado del participante 5.

El participante 5 realizó movimientos de flexión y extensión de rodilla derecha en las fases de contacto y terminación en referencia a las acciones motrices en la fase inmediatamente anterior del gesto. Inició con un ángulo de 122° en la fase de preparación, momento en el que realizó una flexión de 58° para posteriormente aumentarla 6° en la fase de contacto y finalizar con una extensión de 4° en la fase de terminación. La variación angular que se evidenció en la secuencia motriz no es significativa entre fase y fase, siendo el mayor cambio el aumento de 6° de flexión articular entre los momentos de preparación y contacto. Así mismo, la progresión

motriz es contraria a la que presentó el referente de la técnica ideal, al flexionar la rodilla derecha en el impacto de la pelota y extenderla en la finalización del golpe, mientras que el referente mostró una progresión contraria de extensión en el contacto y flexión en la terminación apoyada por el desplazamiento medial de cadera.

En cuanto a la rodilla del eje sagital en el que no se presenta el contacto entre raqueta y bola, es decir la izquierda, se observa un movimiento opuesto en progresión motriz en comparación con el jugador referente, ya que el participante 5 realizó flexiones continuas en todo momento del gesto, pasando de un ángulo de 22° en la fase de preparación, a uno de 32° en el momento del contacto para finalizar con una flexión aún mayor, de 71° provocada por la elevación del pie del suelo y pérdida del apoyo de peso por parte de esta extremidad inferior.



Figura 87. Medición angular de flexo extensión de la rodilla derecha en las tres fases del gesto técnico de derecha liftada contra una bola con efecto cortado del participante 6.



Figura 88. Medición angular de flexo extensión de la rodilla izquierda en las tres fases del gesto técnico de derecha liftada contra una bola con efecto cortado del participante 6.

Los movimientos articulares que se observaron en el participante 6 de nuevo no muestran mucha variación angular entre las fases del gesto técnico, habiendo sido provocadas las mayores diferencias angulares entre fases por el desplazamiento de cadera en dirección postero anterior sin aumentar o disminuir el centro de gravedad.

En la rodilla derecha, el jugador 5 inició el gesto técnico con una flexión de 54° , evidenciando un ángulo de 126° en el segmento cresta iliaca - rodilla - tobillo derecho, aumentando la flexión en 11° en el momento del impacto de la raqueta con la pelota, para finalizar el gesto con un aumento de flexión de 5° , terminando en un ángulo de 110° en el segmento dicho.

En la rodilla izquierda, este participante mostró un ángulo de 117° con flexión de 63° en la articulación, realizando una extensión posterior de 2° en la fase de contacto, finalizando con otra extensión articular, esta vez de 5° en la fase de terminación, para terminar con un ángulo de 124 grados en el segmento cresta iliaca - rodilla - tobillo izquierdo.

Una particularidad que se observó en este jugador es el hecho que la rodilla derecha

siempre realizó movimientos de flexión durante todo el gesto, mientras en la izquierda sólo realizó acciones motrices de extensión desde la fase de preparación hasta la de terminación.

Tabla 17.

Mediciones angulares de flexo extensión de las rodillas en las tres fases del gesto técnico de los participantes de tercera categoría

Participante	5	6
Fase de Preparación		
Ángulo del segmento tobillo-rodilla cadera derecho	122°	126°
Ángulo de flexión/extensión rodilla derecha	Flexión 58°	Flexión 54°
Ángulo del segmento tobillo-rodilla cadera izquierdo	158°	117°
Ángulo de flexión/extensión rodilla izquierda	Flexión 22°	Flexión 63°
Fase de Contacto		
Ángulo del segmento tobillo-rodilla cadera derecho	116°	115°
Ángulo de flexión/extensión rodilla derecha	Flexión 64°	Flexión 65°
Movimiento angular desde la fase de preparación	Flexión 6°	Flexión 11°
Ángulo del segmento tobillo-rodilla cadera izquierdo	148°	119°
Ángulo de flexión/extensión rodilla izquierda	Flexión 32°	Flexión 61°
Movimiento angular desde la fase de preparación	Flexión 10°	Extensión 2°
Fase de Terminación		
Ángulo del segmento tobillo-rodilla cadera derecho	120°	110°
Ángulo de flexión/extensión rodilla derecha	Flexión 60°	Flexión 70°
Movimiento angular desde la fase de contacto	Extensión 4°	Flexión 5°
Ángulo del segmento tobillo-rodilla cadera izquierdo	109°	124°
Ángulo de flexión/extensión rodilla izquierda	Flexión 71°	Flexión 56°
Movimiento angular desde la fase de contacto	Flexión 39°	Extensión 5°

5.2.3.3. Ángulos de abducción y aducción de cadera.



Figura 89. Medición angular de abducción y aducción de cadera en las tres fases del gesto técnico de derecha liftada contra una bola con efecto cortado del jugador referente de la técnica ideal.

Tabla 18.

Mediciones angulares de abducción y aducción de cadera en las tres fases del gesto técnico del jugador referente de la técnica ideal

Participante	Referente de técnica ideal
Fase de Preparación	
Ángulo del segmento rodilla der-cadera-rodilla izq	69°
Ángulo de abducción/aducción de la cadera	Abducción 69°
Fase de Contacto	
Ángulo del segmento rodilla der-cadera-rodilla izq	73°
Ángulo de abducción/aducción de la cadera	Abducción 73°
Movimiento angular desde la fase de preparación	Abducción 4°
Fase de Terminación	
Ángulo del segmento rodilla der-cadera-rodilla izq	83°
Ángulo de abducción/aducción de la cadera	Abducción 83°
Movimiento angular desde la fase de contacto	Abducción 10°



Figura 90. Medición angular de abducción y aducción de cadera en las tres fases del gesto técnico de derecha liftada contra una bola con efecto cortado del participante 1.

El participante 1 inicia el proceso de abducción y aducción de cadera en el gesto técnico con una abducción de 77° , siendo más pronunciada la del eje sagital derecho a medida que el jugador se aproxima a la pelota para llegar a impactarla, momento en el cual su abducción crece 17° , siendo este el punto de separación de rodillas más pronunciado que se observó en todo el gesto de este participante con un ángulo de 94° en el segmento rodilla izquierda - sacro - rodilla derecha, para finalizar con una aducción de 24° en la fase de terminación, elevando considerablemente su centro de gravedad apoyado por la extensión de rodillas y la plantiflexión de tobillos.

Observando el referente de técnica ideal, se puede ver que la posición corporal al iniciar golpe es similar entre los dos jugadores, no obstante, en la fase de contacto el participante 1 aumenta la abducción de cadera en 17° mientras el referente lo hace solo en 4° , manteniendo así la elevación progresiva de su centro de gravedad más estable a medida que avanza el gesto. Al llegar a la fase de terminación, se presenta la mayor diferencia entre el participante y el referente, ya que el primero realiza una aducción notoria de más de 20° mientras el segundo continúa su abducción en 10° más que en la fase anterior.



Figura 91. Medición angular de abducción y aducción de cadera en las tres fases del gesto técnico de derecha liftada contra una bola con efecto cortado del participante 2.

El participante 2 realizó una abducción de cadera continua durante todo el gesto, siendo esta progresión motriz más parecida a la del jugador referente, a pesar de las diferencias angulares. En la fase de preparación, el participante 2 realizó una abducción de 58° aumentándola a 62° en el momento de impactar la pelota, medida creciente provocada por el desplazamiento anterior del segmento izquierdo de la cadera, aunque el centro de gravedad se mantiene sin modificaciones. En la etapa de terminación, la abducción aumenta 2° , finalizando en 64° el segmento rodilla izquierda - sacro - rodilla derecha, simultáneamente a una elevación media del centro de gravedad al terminar el golpe.

A diferencia del jugador referente, este participante sólo aumentó su abducción de cadera en 6° desde la preparación hasta la finalización del gesto, mientras que la técnica ideal mostró un aumento de 14° en el mismo proceso, no obstante ambos jugadores mostraron la misma progresividad motriz en la ejecución técnica.

Tabla 19.

Mediciones angulares de abducción y aducción de cadera en las tres fases del gesto técnico de los participantes de primera categoría

Participante	1	2
Fase de Preparación		
Ángulo del segmento rodilla der-cadera-rodilla izq	77°	58°
Ángulo de abducción/aducción de la cadera	Abducción 77°	Abducción 58°
Fase de Contacto		
Ángulo del segmento rodilla der-cadera-rodilla izq	94°	62°
Ángulo de abducción/aducción de la cadera	Abducción 94°	Abducción 62°
Movimiento angular desde la fase de preparación	Abducción 17°	Abducción 4°
Fase de Terminación		
Ángulo del segmento rodilla der-cadera-rodilla izq	70°	64°
Ángulo de abducción/aducción de la cadera	Abducción 70°	Abducción 64°
Movimiento angular desde la fase de contacto	Aducción 24°	Abducción 2°



Figura 92. Medición angular de abducción y aducción de cadera en las tres fases del gesto técnico de derecha liftada contra una bola con efecto cortado del participante 3.

El participante 3 evidencia movimientos de tanto de abducción como de aducción en las fases de contacto y terminación. Inicia el momento de iniciación o preparación del golpe con un ángulo agudo de abducción de 83°, el cual crece hasta los 95° en la fase de contacto apoyado en parte por el desplazamiento anterior de la rodilla izquierda y rotación lateral izquierda del tronco superior, para finalmente realizar una aducción de 7° en la fase de terminación, culminando el gesto técnico con un ángulo de 88° en el segmento rodilla izquierda - sacro - rodilla derecha. A

diferencia del jugador referente, quien presentó en su gesto técnico un crecimiento angular de las abducciones en la progresión motriz de la ejecución, en el participante 3 se observan movimientos alternados de abducción y aducción, no solo abducciones continuas desde la fase de preparación hasta la de terminación. También se observó la casi nula variación en altura del centro de gravedad durante el gesto técnico, manteniendo este casi a la altura de la mesa durante todo el golpe.



Figura 93. Medición angular de abducción y aducción de cadera en las tres fases del gesto técnico de derecha liftada contra una bola con efecto cortado del participante 4.

El participante 4 realizó una progresión de abducciones similar a la del jugador referente de la técnica ideal, casi aplicando los mismos ángulos y con una variación angular muy similar de principio a fin del gesto. Este participante inició con un ángulo de abducción del segmento rodilla izquierda - sacro - rodilla derecha de 70° , aumentándolo sólo 2° en la fase de contacto y llegando al momento de terminación del golpe con una abducción adicional de 9° , para culminar la técnica con 79° , acumulando un cambio angular positivo de 9° en total sumando las tres fases, mientras que el referente tuvo una variación de 14° en todo su gesto técnico. La combinación de movimientos de abducción de cadera y flexo extensión de las rodillas le permitió al participante 4 elevar su centro de gravedad aunque no en cada fase sino solo de la fase de preparación al

momento de contacto, donde si se observa una elevación del eje transversal corporal, sin embargo esta elevación se detiene en ese punto.

Tabla 20.

Mediciones angulares de abducción y aducción de cadera en las tres fases del gesto técnico de los participantes de segunda categoría

Participante	3	4
Fase de Preparación		
Ángulo del segmento rodilla der-cadera-rodilla izq	83°	70°
Ángulo de abducción/aducción de la cadera	Abducción 83°	Abducción 70°
Fase de Contacto		
Ángulo del segmento rodilla der-cadera-rodilla izq	95°	72°
Ángulo de abducción/aducción de la cadera	Abducción 95°	Abducción 72°
Movimiento angular desde la fase de preparación	Abducción 12°	Abducción 2°
Fase de Terminación		
Ángulo del segmento rodilla der-cadera-rodilla izq	88°	79°
Ángulo de abducción/aducción de la cadera	Abducción 88°	Abducción 79°
Movimiento angular desde la fase de contacto	Aducción 7°	Abducción 7°



Figura 94. Medición angular de abducción y aducción de cadera en las tres fases del gesto técnico de derecha liftada contra una bola con efecto cortado del participante 5.

El participante número 5 realizó también abducciones continuas en todo el proceso del gesto técnico, aunque presenta una particularidad en comparación tanto con el jugador referente, como con el jugador número 4, quien ha sido el más cercano a la técnica ideal en la abducción y

aducción de cadera, y es la variación angular amplia entre las fases de preparación y contacto y el crecimiento angular mínimo para la fase de terminación, contrario al participante anterior, quien presentó una variación angular significativa entre las fases de contacto y terminación, pero desde la preparación al impacto de la bola, el aumento de la abducción fue mínimo.

El participante número 5 inició con una abducción del segmento rodilla izquierda - sacro - rodilla derecha de 81° en la fase de preparación, aumentando esta en el contacto con la pelota a 90° y finalizando con una abducción de 92° en el momento de la terminación del gesto, solo 2° más que la fase anterior. No obstante, la abducción continua no contribuyó a ningún tipo de variación en la elevación del centro de gravedad, manteniendo el eje transversal corporal sin modificaciones en absoluto a lo largo del gesto técnico.



Figura 95. Medición angular de abducción y aducción de cadera en las tres fases del gesto técnico de derecha liftada contra una bola con efecto cortado del participante 6.

El participante fue quien menor variación angular tuvo en el gesto técnico en todas sus fases, acumulando una variación nula en la abducción del segmento rodilla izquierda - sacro - rodilla derecha, no obstante, presentó movimientos de abducción y aducción, ambos muy poco perceptibles. Este participante inició con una abducción de 88° en la iniciación del gesto, aumentando sólo 1° para la fase de contacto y terminando con una aducción de 1° , para volver a

la abducción inicial de 88°. Sin embargo, el desplazamiento medial del cuerpo desde las rodillas hacia el eje transversal superior ayuda a realizar una ligera elevación del centro de gravedad a medida que finaliza el gesto técnico, evidenciando un aumento en la altura del eje transversal muy pequeño pero presente en la ejecución técnica.

El gesto técnico del jugador 6 solo es similar al del referente de la técnica ideal en la fase de terminación, cuando ambos mostraron una posición corporal parecida del tren inferior, sólo con una diferencia de 5° más de abducción en el gesto del participante 6.

Tabla 21.
Mediciones angulares de abducción y aducción de cadera en las tres fases del gesto técnico de tercera categoría

Participante	5	6
Fase de Preparación		
Ángulo del segmento rodilla der-cadera-rodilla izq	81°	88°
Ángulo de abducción/aducción de la cadera	Abducción 81°	Abducción 88°
Fase de Contacto		
Ángulo del segmento rodilla der-cadera-rodilla izq	90°	89°
Ángulo de abducción/aducción de la cadera	Abducción 90°	Abducción 89°
Movimiento angular desde la fase de preparación	Abducción 9°	Abducción 1°
Fase de Terminación		
Ángulo del segmento rodilla der-cadera-rodilla izq	92°	88°
Ángulo de abducción/aducción de la cadera	Abducción 92°	Abducción 88°
Movimiento angular desde la fase de contacto	Abducción 2°	Aducción 1°

5.2.3.4. Mediciones de circunducción de cadera.

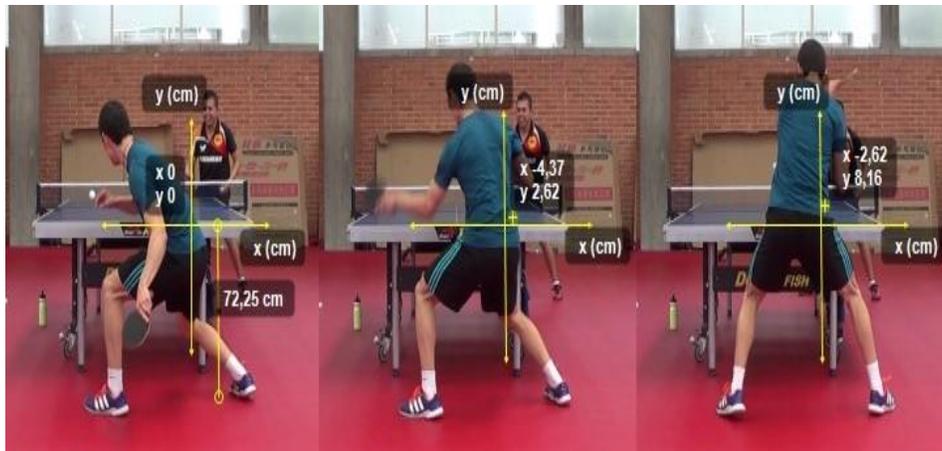


Figura 96. Medición de desplazamientos horizontales (eje x) y verticales (eje y) de la cresta iliaca derecha en las tres fases del gesto técnico de derecha liftada contra una bola con efecto cortado del jugador referente de la técnica ideal.

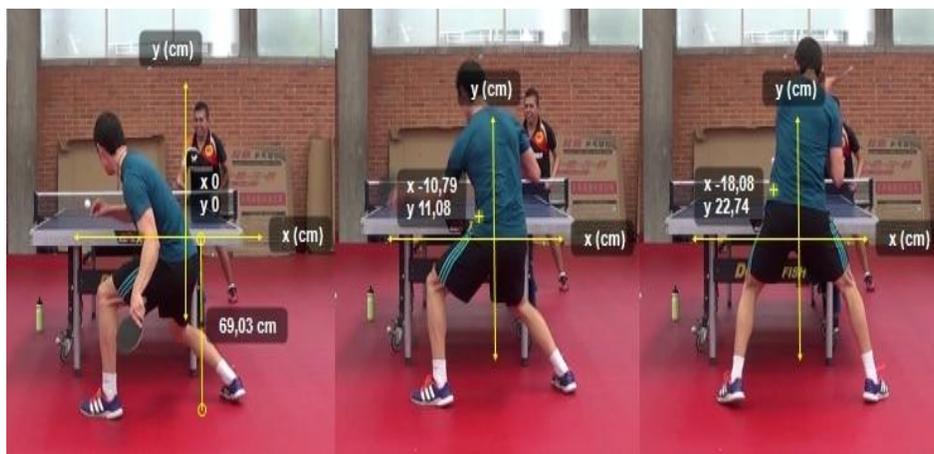


Figura 97. Medición de desplazamientos horizontales (eje x) y verticales (eje y) de la cresta iliaca derecha en las tres fases del gesto técnico de derecha liftada contra una bola con efecto cortado del jugador referente de la técnica ideal.

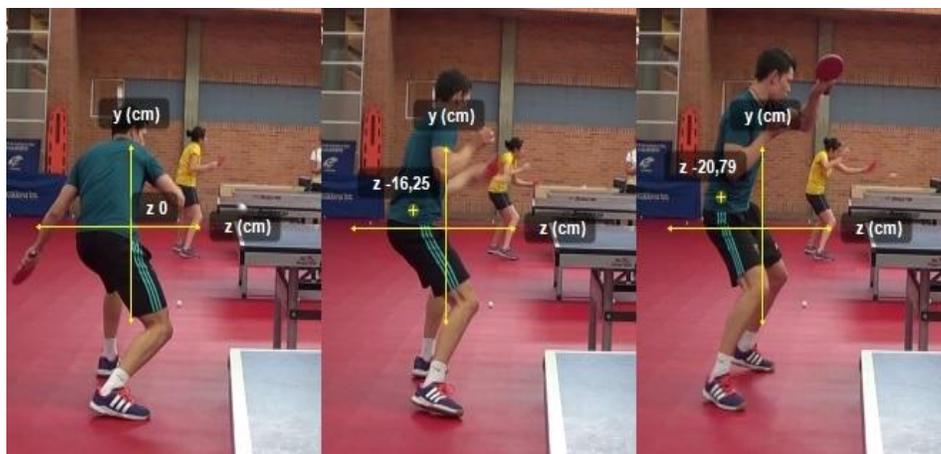


Figura 98. Medición de desplazamientos frontales (eje z) de la cresta iliaca derecha en las tres fases del gesto técnico de derecha liftada contra una bola con efecto cortado del jugador referente de la técnica ideal.



Figura 99. Medición de desplazamientos frontales (eje z) de la cresta iliaca izquierda en las tres fases del gesto técnico de derecha liftada contra una bola con efecto cortado del jugador referente de la técnica ideal.

Tabla 22.

Medición de desplazamientos de la cadera las tres fases del gesto técnico del jugador referente de la técnica ideal

Participante	Referente de la técnica ideal		
Fase de Preparación			
Ubicación			Medición (cm)
Distancia entre la cresta iliaca derecha y el suelo			72,25
Distancia entre la cresta iliaca izquierda y el suelo			69,03
Fase de Contacto			
Desplazamiento	Dirección	Medición (cm)	
Horizontal (eje x) de la cresta iliaca derecha	lateral (der)	4,37	
Horizontal (eje x) de la cresta iliaca izquierda	lateral (izq)	10,79	
Vertical (eje y) de la cresta iliaca derecha	superior	2,62	
Vertical (eje y) de la cresta iliaca izquierda	superior	11,08	
Frontal (eje z) de la cresta iliaca derecha	posterior	16,25	
Frontal (eje z) de la cresta iliaca izquierda	ninguna	0,00	
Fase de Terminación			
Desplazamiento	Dirección	Medición (cm)	
Horizontal (eje x) de la cresta iliaca derecha	medial	1,75	
Horizontal (eje x) de la cresta iliaca izquierda	lateral (izq)	7,29	
Vertical (eje y) de la cresta iliaca derecha	superior	5,54	
Vertical (eje y) de la cresta iliaca izquierda	superior	11,66	
Frontal (eje z) de la cresta iliaca derecha	posterior	4,54	
Frontal (eje z) de la cresta iliaca izquierda	anterior	5,97	

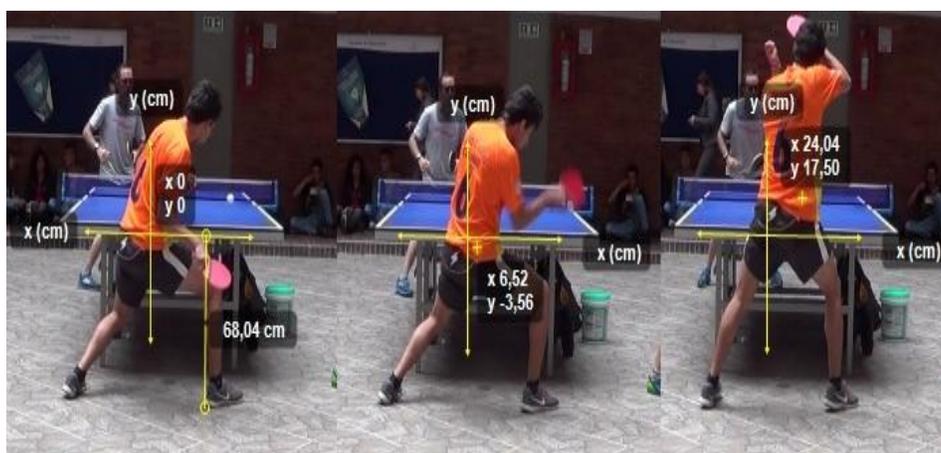


Figura 100. Medición de desplazamientos horizontales (eje x) y verticales (eje y) de la cresta iliaca derecha en las tres fases del gesto técnico de derecha liftada contra una bola con efecto cortado del participante 1.



Figura 101. Medición de desplazamientos horizontales (eje x) y verticales (eje y) de la cresta iliaca izquierda en las tres fases del gesto técnico de derecha liftada contra una bola con efecto cortado del participante 1.



Figura 102. Medición de desplazamientos frontales (eje z) de la cresta iliaca derecha en las tres fases del gesto técnico de derecha liftada contra una bola con efecto cortado del participante 1.



Figura 103. Medición de desplazamientos frontales (eje z) de la cresta iliaca izquierda en las tres fases del gesto técnico de derecha liftada contra una bola con efecto cortado del participante 1.

El participante 1 en sus movimientos de cadera al iniciar el gesto evidenció una distancia inicial vertical de 68,04 cms entre la cresta iliaca derecha y el suelo y de 70,81 cms entre la cresta iliaca izquierda y el piso. En la Cresta iliaca derecha, perteneciente al eje sagital de cuerpo en el que se realiza la acción de golpear la pelota, se percibieron movimientos de desplazamiento horizontal lateral de 6,52 cms, vertical inferior de 3,56 cms y frontal posterior de 5,67 cms en la fase de contacto. Posteriormente, en este participante se observaron traslaciones horizontal lateral de 17,52 cms, vertical superior de 21,06 cms y frontal posterior de 2,68 cms en la finalización del gesto en la fase de terminación.

En cuanto a la cresta iliaca izquierda del participante 1, se notaron desplazamientos medial de 3,56 cms, vertical inferior de 2,97 cms y frontal posterior de 3,55 cms en la fase de contacto, para pasar luego al momento de terminación donde evidenció movimientos horizontal medial de 10,38 cms, vertical superior de 16,61 cms y frontal posterior de 13,04 cms.

En este participante se notaron una par de diferencias principales con el gesto del jugador referente, la primera, la depresión de la cresta más cercana al impacto, evidenciando la demora en el inicio de la extensión de rodillas, y segundo, el avance posterior de esa misma cresta iliaca

derecha, que no se desplazó en la dirección del movimiento sino al contrario, limitando un mayor impacto frontal con la pelota y efectuándolo en dirección primordialmente vertical.

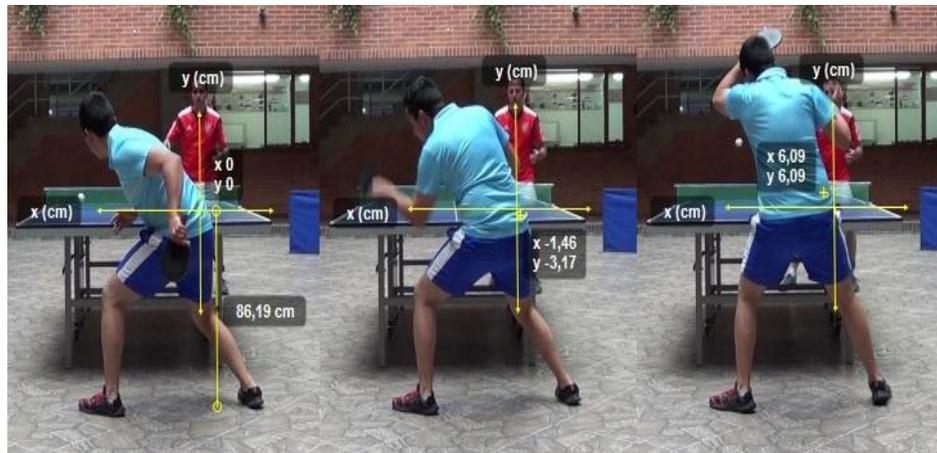


Figura 104. Medición de desplazamientos horizontales (eje x) y verticales (eje y) de la cresta iliaca derecha en las tres fases del gesto técnico de derecha liftada contra una bola con efecto cortado del participante 2.

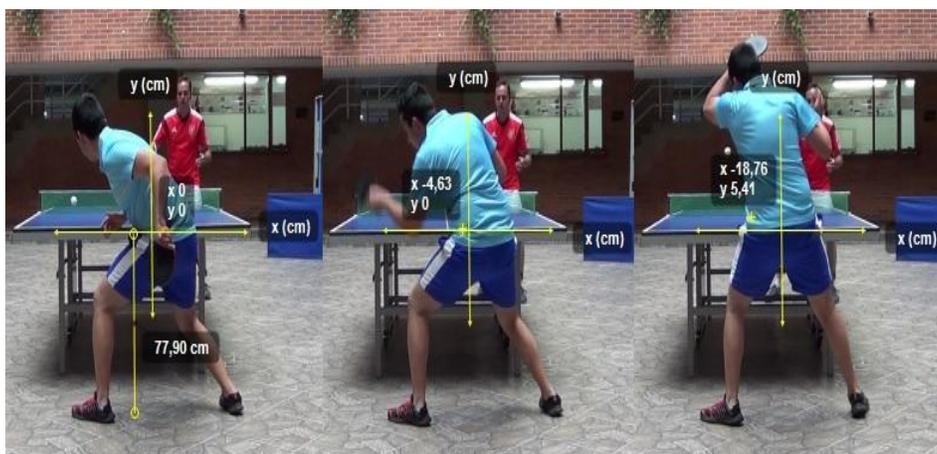


Figura 105. Medición de desplazamientos horizontales (eje x) y verticales (eje y) de la cresta iliaca izquierda en las tres fases del gesto técnico de derecha liftada contra una bola con efecto cortado del participante 2.

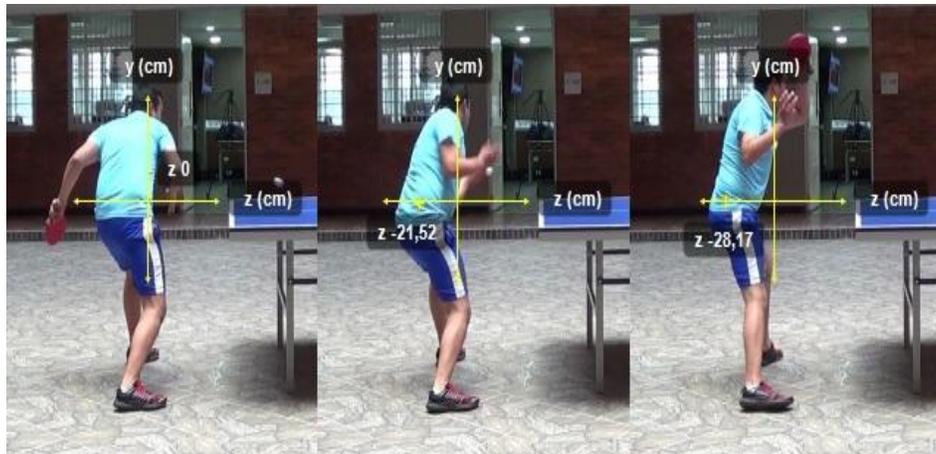


Figura 106. Medición de desplazamientos frontales (eje z) de la cresta iliaca derecha en las tres fases del gesto técnico de derecha liftada contra una bola con efecto cortado del participante 2.

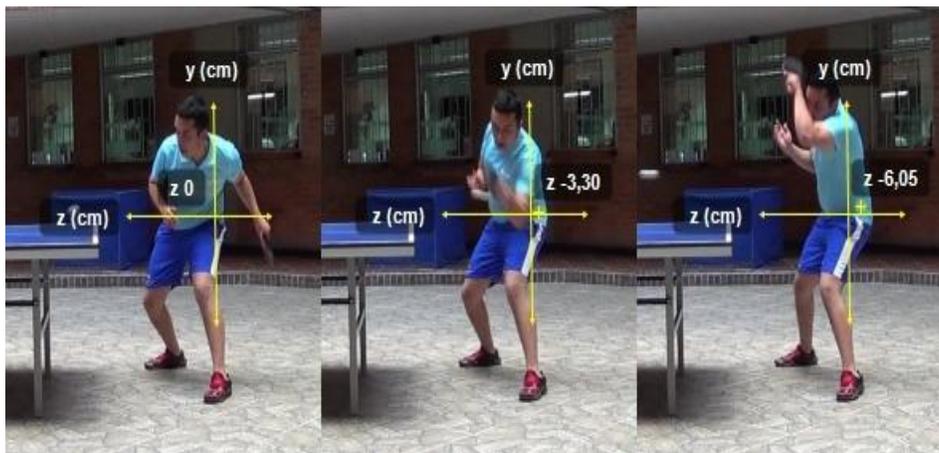


Figura 107. Medición de desplazamientos frontales (eje z) de la cresta iliaca izquierda en las tres fases del gesto técnico de derecha liftada contra una bola con efecto cortado del participante 2.

El participante 2 inició su gesto técnico de golpe de derecha liftada con una distancia de la cresta iliaca derecha de 86,19 cms y la izquierda de 77,90 cms con respecto al suelo. En la fase de contacto, su cresta iliaca derecha, que se encuentra en el eje sagital que no realiza la acción de impactar la bola por su orientación de lateralidad izquierda, evidenció movimientos horizontal lateral de 1,46 cms, vertical inferior de 3,17 cms y frontal posterior de 21,52 cms. Luego de esto, en la fase de terminación, el hueso mencionado demostró desplazamientos horizontal medial de 7,55 cms, vertical superior de 9,26 cms y frontal posterior e 6,65 cms finalizando así el gesto

técnico.

La cresta iliaca izquierda evidenció en la fase de contacto desplazamientos horizontal medial de 4,63 cm y frontal posterior de 3,30 cms. En su eje vertical no observaron modificaciones respecto a la posición de la fase de preparación. Para finalizar el gesto, se detallaron traslaciones horizontal lateral de 14,13 cms, vertical superior de 5,41 cms y frontal posterior de 2,75 cms en el momento de la terminación del golpe.

A excepción del desplazamiento posterior de la cresta derecha en la progresión del golpe, posterior al contacto, todos los movimientos de la cadera de este participante son diferentes o mucho más cortos que los del referente de la técnica ideal. En el caso de avance frontal de la cresta iliaca izquierda, se da una traslación contraria a la del jugador referente, llevándola hacia atrás levemente, en vez de avanzar en dirección del golpe, así como la elevación en ambas crestas en el momento posterior al contacto presenta un mucho menor desplazamiento, motivado por la falta de flexión de rodillas y depresión de cadera al iniciar el gesto técnico en la fase de preparación, haciendo que la posibilidad de elevar las crestas sea muy limitada.

Tabla 23.

Medición de desplazamientos de la cadera en las tres fases del gesto técnico de los participantes de primera categoría

Participante	Participante 1		Participante 2	
Fase de Preparación				
Ubicación	Medición (cm)		Medición (cm)	
Distancia entre la cresta iliaca derecha y el suelo	68,04		86,19	
Distancia entre la cresta iliaca izquierda y el suelo	70,81		77,90	
Fase de Contacto				
Desplazamiento	Dirección	Medición (cm)	Dirección	Medición (cm)
Horizontal (eje x) de la cresta iliaca derecha	lateral (der)	6,52	lateral (der)	1,46
Horizontal (eje x) de la cresta iliaca izquierda	medial	3,56	lateral (izq)	4,63
Vertical (eje y) de la cresta iliaca derecha	inferior	3,56	inferior	3,17
Vertical (eje y) de la cresta iliaca izquierda	inferior	2,97	ninguna	0,00
Frontal (eje z) de la cresta iliaca derecha	posterior	5,67	posterior	21,52
Frontal (eje z) de la cresta iliaca izquierda	posterior	3,55	posterior	3,30
Fase de Terminación				
Desplazamiento	Dirección	Medición (cm)	Dirección	Medición (cm)
Horizontal (eje x) de la cresta iliaca derecha	lateral (der)	17,52	medial	7,55
Horizontal (eje x) de la cresta iliaca izquierda	medial	10,38	lateral (izq)	14,13
Vertical (eje y) de la cresta iliaca derecha	superior	21,06	superior	9,26
Vertical (eje y) de la cresta iliaca izquierda	superior	16,61	superior	5,41
Frontal (eje z) de la cresta iliaca derecha	posterior	2,68	posterior	6,65
Frontal (eje z) de la cresta iliaca izquierda	posterior	13,04	posterior	2,75



Figura 108. Medición de desplazamientos horizontales (eje x) y verticales (eje y) de la cresta iliaca derecha en las tres fases del gesto técnico de derecha liftada contra una bola con efecto cortado del participante 3.

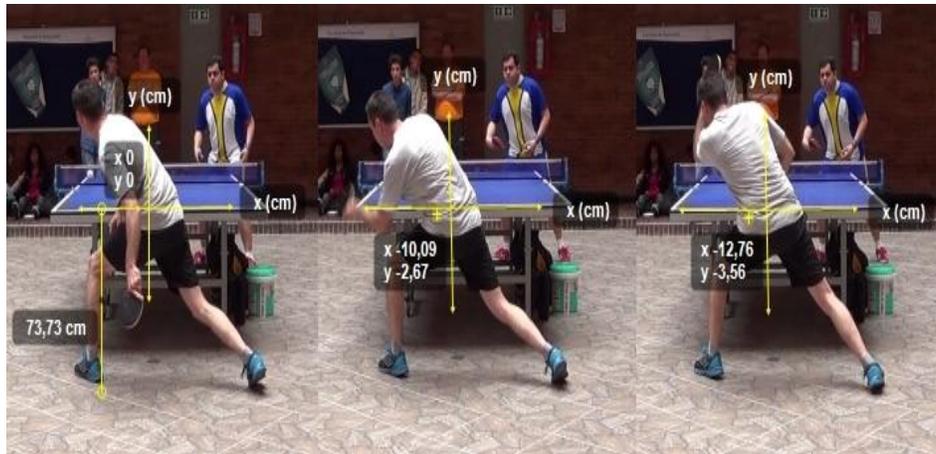


Figura 109. Medición de desplazamientos horizontales (eje x) y verticales (eje y) de la cresta iliaca izquierda en las tres fases del gesto técnico de derecha liftada contra una bola con efecto cortado del participante 3.

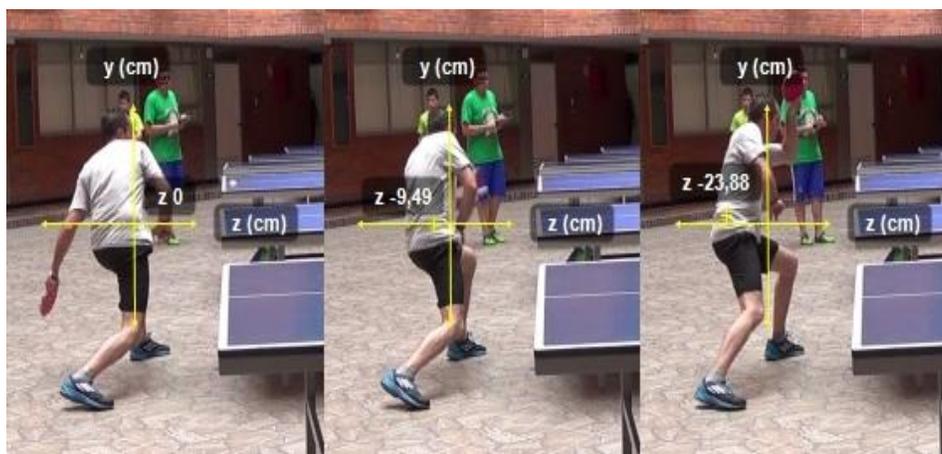


Figura 110. Medición de desplazamientos frontales (eje z) de la cresta iliaca derecha en las tres fases del gesto técnico de derecha liftada contra una bola con efecto cortado del participante 3.

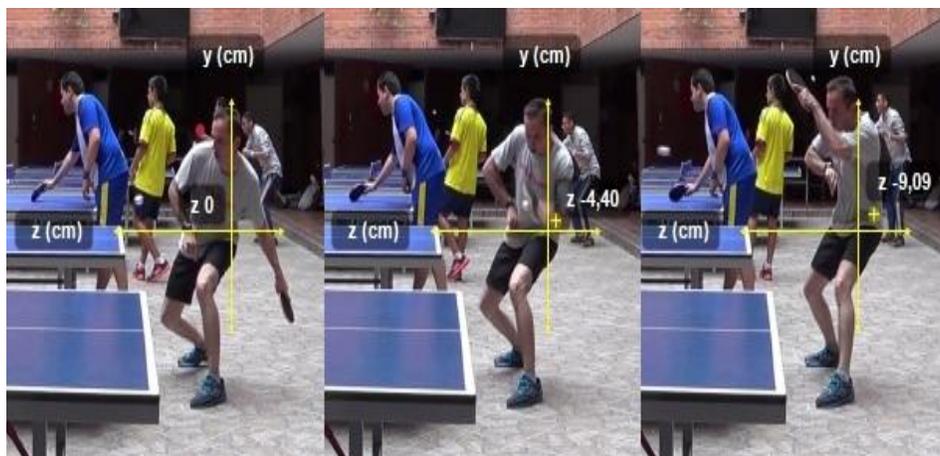


Figura 111. Medición de desplazamientos frontales (eje z) de la cresta iliaca izquierda en las tres fases del gesto técnico de derecha liftada contra una bola con efecto cortado del participante 3.

El participante 3 empezó su gesto técnico con una distancia desde el suelo de 76,63 cms hacia la cresta iliaca derecha y 73,73 cms hacia la izquierda. Al momento del impacto con la pelota, en su cresta iliaca derecha se detallaron movimientos horizontal medial de 4,45 cms y frontal posterior de 9,49 cms, mientras que su eje vertical no varió desde la posición inicial de preparación. En la fase de terminación hizo desplazamientos horizontal lateral de 1,78 cms, vertical superior también de 1,78 cms y frontal posterior de 14,33 cms concluyendo así su ejecución.

En su cresta iliaca izquierda, la cual se encuentra en su eje sagital de ejecución del golpe a la pelota, realizó desplazamientos horizontal lateral de 10,09 cms, vertical inferior de 2,67 cms y frontal posterior de 4,40 cms, para después en la finalización del gesto demostrar traslaciones horizontal lateral de 2,67 cms, vertical inferior de 0,89 cms y frontal posterior de 4,69 cms en la fase de terminación.

Como fue el caso de los participantes de primera categoría, el participante 3 también realizó un desplazamiento frontal anterior en su cresta iliaca del eje sagital en donde no se impacta la pelota, similar a la técnica ideal referenciada, pero la otra cresta iliaca no la desplazó

en dirección anterior sino también posterior, en contra del movimiento efectuado. Adicional a lo anterior, la elevación de cadera es casi inexistente debido a la falta de extensión progresiva de las rodillas lo cual imposibilita la elevación pronunciada de la cadera. Este participante efectuó una depresión en la cresta iliaca izquierda evidente incluso en la fase de terminación del gesto, contrario a lo que dice la teoría y la referencia de técnica ideal.



Figura 112. Medición de desplazamientos horizontales (eje x) y verticales (eje y) de la cresta iliaca derecha en las tres fases del gesto técnico de derecha liftada contra una bola con efecto cortado del participante 4.



Figura 113. Medición de desplazamientos horizontales (eje x) y verticales (eje y) de la cresta iliaca izquierda en las tres fases del gesto técnico de derecha liftada contra una bola con efecto cortado del participante 4.



Figura 114. Medición de desplazamientos frontales (eje z) de la cresta iliaca derecha en las tres fases del gesto técnico de derecha liftada contra una bola con efecto cortado del participante 4.

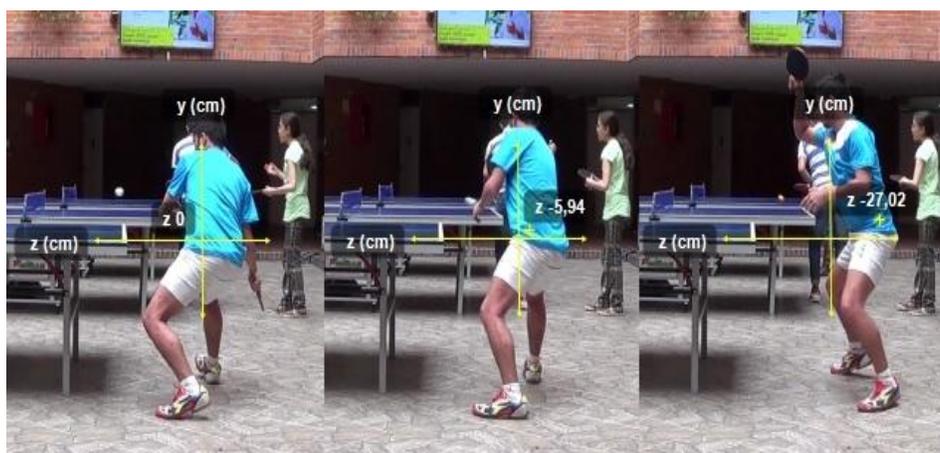


Figura 115. Medición de desplazamientos frontales (eje z) de la cresta iliaca izquierda en las tres fases del gesto técnico de derecha liftada contra una bola con efecto cortado del participante 4.

El participante 4 evidenció una distancia de 71,85 cms desde la cresta iliaca derecha hasta el suelo, mientras que su cresta iliaca izquierda se distanció de esta superficie por 73,66 cms. En el momento de contacto, evidenció en su cresta iliaca derecha, movimientos horizontal lateral de 6,76 cms y vertical superior de 10,62 cms mientras que no realizó desplazamiento alguno en el eje frontal en esta fase. En la fase de terminación, demostró desplazamientos horizontal lateral de 14,96 cms, vertical inferior de 2,42 cms y frontal posterior de 4,24 cms.

En tanto que su cresta iliaca izquierda, ubicada en el eje sagital que no impacta la pelota,

hizo en el momento de contacto, traslaciones horizontal lateral de 2,9 cms, vertical superior de 6,03 cms y frontal posterior de 5,94 cms, para llegar a la fase de terminación con acciones motrices horizontal medial de 13,54 cms, vertical inferior de 6,03 y frontal posterior de 21,08 cms.

Los desplazamientos horizontales del participante 4 son similares a la técnica ideal referenciada, sin embargo, la flexión angular en sus rodillas al iniciar el gesto y la no extensión de las mismas anuló cualquier posibilidad de igualar la elevación de cadera del jugador referente, centrando el movimiento de cadera en los desplazamientos laterales en todo el gesto.

Tabla 24.
Medición de desplazamientos de la cadera en las tres fases del gesto técnico de los participantes de segunda categoría

Participante	Participante 3		Participante 4	
Fase de Preparación				
Ubicación	Medición (cm)		Medición (cm)	
Distancia entre la cresta iliaca derecha y el suelo	76,63		71,85	
Distancia entre la cresta iliaca izquierda y el suelo	73,73		73,66	
Fase de Contacto				
Desplazamiento	Dirección	Medición (cm)	Dirección	Medición (cm)
Horizontal (eje x) de la cresta iliaca derecha	medial	4,45	lateral (der)	6,76
Horizontal (eje x) de la cresta iliaca izquierda	lateral (izq)	10,09	lateral (izq)	2,9
Vertical (eje y) de la cresta iliaca derecha	ninguna	0,00	superior	10,62
Vertical (eje y) de la cresta iliaca izquierda	inferior	2,67	superior	6,03
Frontal (eje z) de la cresta iliaca derecha	posterior	9,49	ninguna	0
Frontal (eje z) de la cresta iliaca izquierda	posterior	4,40	posterior	5,94
Fase de Terminación				
Desplazamiento	Dirección	Medición (cm)	Dirección	Medición (cm)
Horizontal (eje x) de la cresta iliaca derecha	lateral (der)	1,78	lateral (der)	14,96
Horizontal (eje x) de la cresta iliaca izquierda	lateral (izq)	2,67	medial	13,54
Vertical (eje y) de la cresta iliaca derecha	superior	1,78	inferior	2,42
Vertical (eje y) de la cresta iliaca izquierda	inferior	0,89	inferior	6,03
Frontal (eje z) de la cresta iliaca derecha	posterior	14,33	anterior	4,24
Frontal (eje z) de la cresta iliaca izquierda	posterior	4,69	posterior	21,08

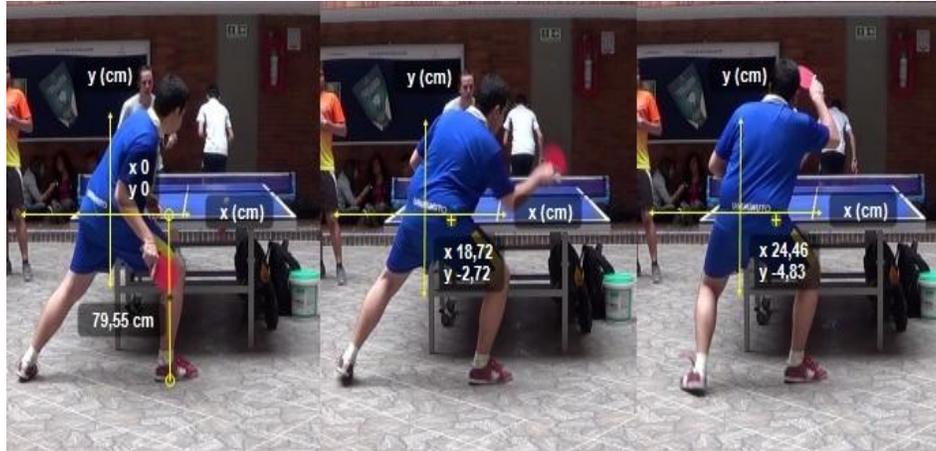


Figura 116. Medición de desplazamientos horizontales (eje x) y verticales (eje y) de la cresta iliaca derecha en las tres fases del gesto técnico de derecha liftada contra una bola con efecto cortado del participante 5.

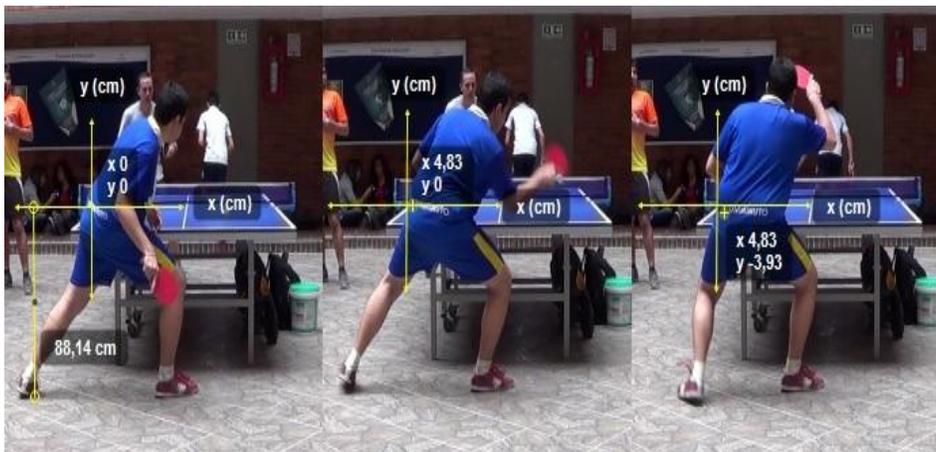


Figura 117. Medición de desplazamientos horizontales (eje x) y verticales (eje y) de la cresta iliaca izquierda en las tres fases del gesto técnico de derecha liftada contra una bola con efecto cortado del participante 5.



Figura 118. Medición de desplazamientos frontales (eje z) de la cresta iliaca derecha en las tres fases del gesto técnico de derecha liftada contra una bola con efecto cortado del participante 5.



Figura 119. Medición de desplazamientos frontales (eje z) de la cresta iliaca izquierda en las tres fases del gesto técnico de derecha liftada contra una bola con efecto cortado del participante 5.

El participante 5 mostró en su fase de preparación, una distancia desde el suelo de 79,55 cms hacia su cresta iliaca derecha y de 88,14 cms hacia su cresta iliaca izquierda. En la fase de contacto, realizó su cresta iliaca, localizada en el eje sagital que ejecuta el impacto a la bola, efectuó movimientos horizontal lateral de 18,72 cms, vertical inferior de 2,72cms y frontal posterior de 8,51 cms, para después en el fase de terminación, hacer traslaciones horizontal lateral de 5,74 cms, vertical inferior de 2,11 cms y frontal posterior de 6,39 cms al finalizar el gesto.

En referencia a su cresta iliaca izquierda, esta realizó en la fase de contacto, movimientos horizontal medial de 4,83 cms y frontal posterior de 9,03 cms, mientras que su eje vertical no mostró acción motriz alguna en este momento del gesto. En la fase de terminación, esta cresta iliaca realizó desplazamientos vertical inferior de 3,93 cms y frontal posterior de 13,70 cms, sin moverla horizontalmente.

De nuevo se presenta en otro participante, esta vez el 5, el caso en que solo coincidió el desplazamiento anterior de la cresta iliaca en el eje en que no se impacta la pelota, mientras que el resto de desplazamientos fueron muy distintos a los referidos en la técnica ideal. La cresta iliaca derecha en el participante 5, se desplazó en dirección frontal posterior de forma notoria, en vez de avanzar hacia adelante, en la misma dirección del gesto, mientras que su elevación de cadera fue negativa en ambas crestas iliacas. motivado esto por la ausencia de extensión de rodillas y la separación inicial de los pies en el apoyo en el suelo.

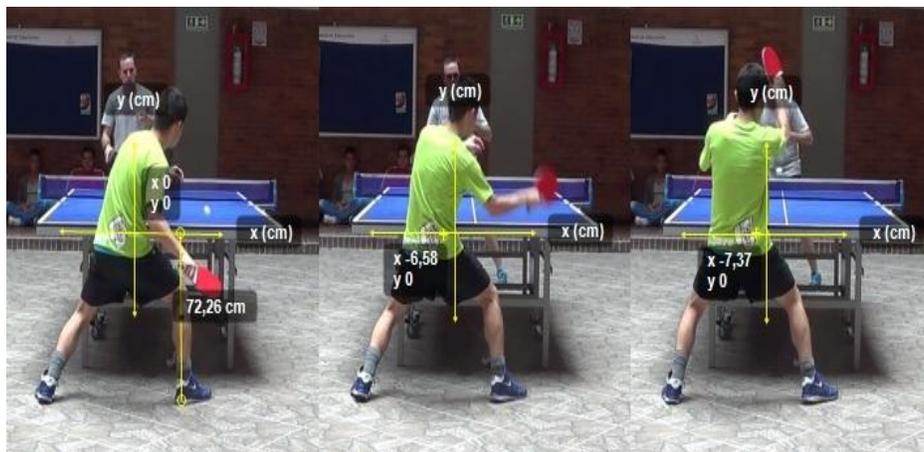


Figura 120. Medición de desplazamientos horizontales (eje x) y verticales (eje y) de la cresta iliaca derecha en las tres fases del gesto técnico de derecha liftada contra una bola con efecto cortado del participante 6.

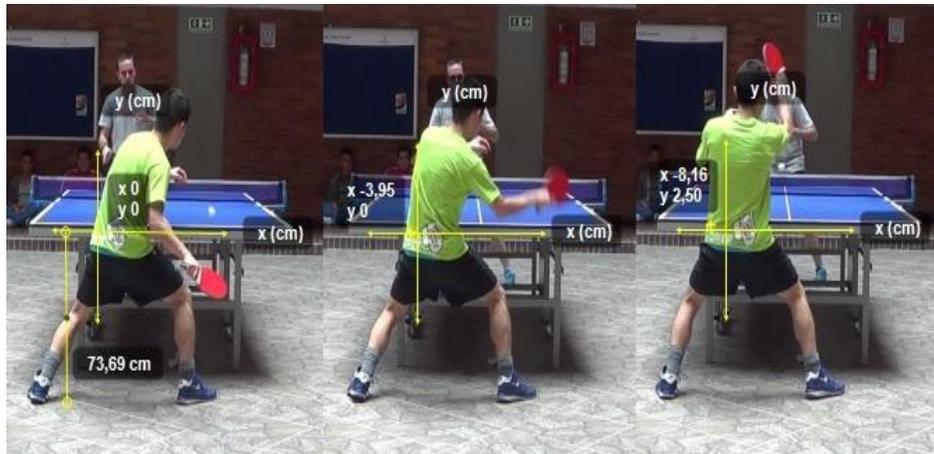


Figura 121. Medición de desplazamientos horizontales (eje x) y verticales (eje y) de la cresta iliaca izquierda en las tres fases del gesto técnico de derecha liftada contra una bola con efecto cortado del participante 6.

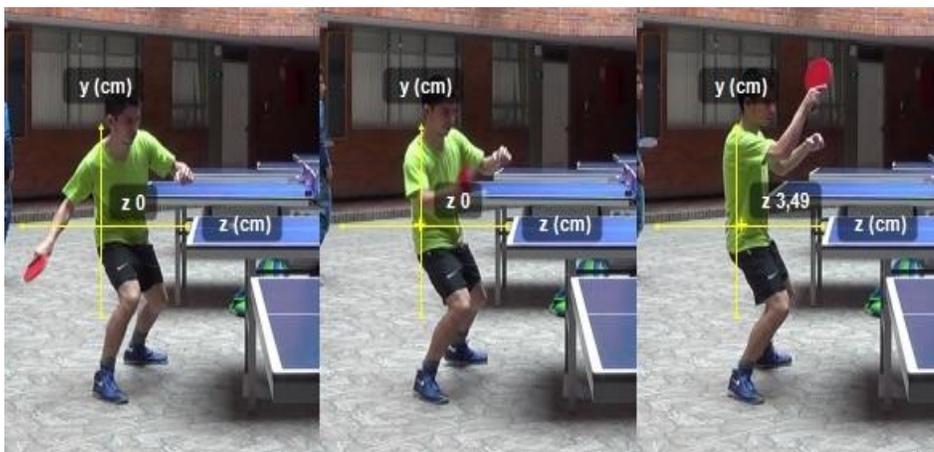


Figura 122. Medición de desplazamientos frontales (eje z) de la cresta iliaca derecha en las tres fases del gesto técnico de derecha liftada contra una bola con efecto cortado del participante 6.



Figura 123. Medición de desplazamientos frontales (eje z) de la cresta iliaca izquierda en las tres fases del gesto técnico de derecha liftada contra una bola con efecto cortado del participante 6.

El participante 6 mantuvo en la iniciación del golpe, una distancia de 72,26 cms desde el suelo hacia la cresta iliaca derecha y de 73,69 cms hacia la izquierda. En la fase de contacto, evidenció un movimiento horizontal medial de 6,58cms, sin percibirse acción motriz alguna en los ejes frontal y vertical de su cresta iliaca derecha, que está en su eje sagital ejecutor del golpe a la pelota. Más tarde, en la fase de terminación, esta cresta iliaca evidenció movimientos horizontal medial de 0,79 cms y frontal anterior de 3,49 cms, repitiendo su posición estática en referencia a traslaciones verticales.

En cuanto a su cresta iliaca izquierda, esta tuvo desplazamientos horizontal lateral de 3,95 cms y frontal posterior de 2,94 cms, sin efectuar elevación o depresión. Para la fase de terminación en esta cresta iliaca, hizo movimientos horizontal lateral de 4,21 cms, frontal posterior de 3,24 cms y un único movimiento vertical superior en todo el gesto, siendo este de 2,5cms al finalizar la ejecución técnica.

El participante 6 también demostró una retracción en la cresta iliaca izquierda, eje en el cual no se da el contacto con la bola, pero en el caso de este participante, el desplazamiento posterior de dicha cresta fue menor a 7 cms, haciéndolo el más corto entre todos los

participantes. Sus desplazamientos de cadera en general fueron muy ligeros y en contraste con la técnica ideal referenciada, nunca mostró en ninguna de estas traslaciones, una medición mayor a los 10cms.

Los desplazamientos y la elevación de la cadera, hasta ahora ha probado ser la parte del gesto en todos los participantes que tiene más posibilidades de mejoramiento por medio de la corrección de movimientos y su análisis observacional.

Tabla 25.

Medición de desplazamientos de la cadera en las tres fases del gesto técnico de los participantes de tercera categoría

Participante	Participante 5		Participante 6	
Fase de Preparación				
Ubicación	Medición (cm)		Medición (cm)	
Distancia entre la cresta iliaca derecha y el suelo	79,55		72,26	
Distancia entre la cresta iliaca izquierda y el suelo	88,14		73,69	
Fase de Contacto				
Desplazamiento	Dirección	Medición (cm)	Dirección	Medición (cm)
Horizontal (eje x) de la cresta iliaca derecha	lateral (der)	18,72	medial	6,58
Horizontal (eje x) de la cresta iliaca izquierda	Medial	4,83	lateral (izq)	3,95
Vertical (eje y) de la cresta iliaca derecha	Inferior	2,72	ninguna	0
Vertical (eje y) de la cresta iliaca izquierda	Ninguna	0,00	ninguna	0
Frontal (eje z) de la cresta iliaca derecha	Posterior	8,51	ninguna	0
Frontal (eje z) de la cresta iliaca izquierda	Posterior	9,03	posterior	2,94
Fase de Terminación				
Desplazamiento	Dirección	Medición (cm)	Dirección	Medición (cm)
Horizontal (eje x) de la cresta iliaca derecha	lateral (der)	5,74	medial	0,79
Horizontal (eje x) de la cresta iliaca izquierda	Ninguna	0,00	lateral (izq)	4,21
Vertical (eje y) de la cresta iliaca derecha	Inferior	2,11	ninguna	0
Vertical (eje y) de la cresta iliaca izquierda	Inferior	3,93	superior	2,5
Frontal (eje z) de la cresta iliaca derecha	Posterior	6,39	anterior	3,49
Frontal (eje z) de la cresta iliaca izquierda	Posterior	13,70	posterior	3,24

5.2.4. Mediciones de los movimientos del eje transversal superior.

5.2.4.1. Ángulos de abducción y aducción de la muñeca activa.



Figura 124. Mediciones angulares de abducción y aducción de la muñeca activa en las tres fases del gesto técnico de derecha liftada contra una bola con efecto cortado del jugador referente de la técnica ideal.

Tabla 26.

Mediciones angulares de abducción y aducción de la muñeca activa en las tres fases del gesto técnico del jugador referente de la técnica ideal

Participante	Referente de técnica ideal
Fase de Preparación	
Ángulo del segmento codo-muñeca-3er metacarpo.	37°
Ángulo de abducción/aducción de la muñeca	Abducción 37°
Fase de Contacto	
Ángulo del segmento codo-muñeca-3er metacarpo.	35°
Ángulo de abducción/aducción de la muñeca	Abducción 35°
Movimiento angular desde la fase de preparación	Aducción 2°
Fase de Terminación	
Ángulo del segmento codo-muñeca-3er metacarpo.	35°
Ángulo de abducción/aducción de la muñeca	Abducción 35°
Movimiento angular desde la fase de contacto	No se evidencia movimiento



Figura 125. Mediciones angulares de abducción y aducción de la muñeca activa en las tres fases del gesto técnico de derecha liftada contra una bola con efecto cortado participante 1.

El participante 1 presentó una abducción de la muñeca activa similar a la que realizó el referente de la técnica ideal, iniciando en la fase de preparación del gesto con la abducción angular mayor en toda la ejecución, siendo esta de 41° , para realizar aducción de 9° en la fase de contacto y mantener esta abducción hasta la terminación del golpe en 32° sin cambios en la última fase. Al igual que el referente, el participante 1 realizó aducción posterior a la abducción del momento inicial, manteniendo la aducción del contacto hasta la etapa de terminación del golpe sin variaciones. La diferencia entre los dos jugadores se observó en la disminución angular, ya que el referente solo lo hizo en 2° en la totalidad del gesto, mientras el participante 1 lo hizo en 9° .



Figura 126. Mediciones angulares de abducción y aducción de la muñeca activa en las tres fases del gesto técnico de derecha liftada contra una bola con efecto cortado participante 2.

El participante 2 tuvo un comportamiento diferente en su muñeca al jugador anterior y al referente, ya que realizó movimientos alternados de abducción y aducción durante la ejecución técnica. Inició con una abducción de muñeca de 19° en el momento de iniciación del gesto, aumentando esta abducción en 8° llegando a 27° en el ángulo formado por la ubicación natural del tercer metacarpo, el eje medio de la muñeca y la ubicación modificada del mismo metacarpo durante el movimiento. La fase de terminación del golpe presentó una abducción de solo 14° , lo que indica que realizó una aducción articular de 13° al finalizar el gesto.

Los movimientos de este participante son muy distintos al del referente de la técnica ideal, quien casi no presentó variaciones angulares en todo el gesto, mientras el participante 2 tuvo una variación acumulada de 21° entre abducciones y aducciones en su técnica propia.

Tabla 27.

Mediciones angulares de abducción y aducción de la muñeca activa en las tres fases del gesto técnico de los participantes de primera categoría

Participante	1	2
Fase de Preparación		
Ángulo del segmento codo-muñeca-3er metacarpo.	139°	161°
Ángulo de abducción/aducción de la muñeca	41°	19°
Fase de Contacto		
Ángulo del segmento codo-muñeca-3er metacarpo.	148°	153°
Ángulo de abducción/aducción de la muñeca	32°	27°
Movimiento angular desde la fase de preparación	Aducción 9°	Abducción 8°
Fase de Terminación		
Ángulo del segmento codo-muñeca-3er metacarpo.	148°	166°
Ángulo de abducción/aducción de la muñeca	32°	14°
Movimiento angular desde la fase de contacto	No evidencia movimiento	Aducción 13°



Figura 127. Mediciones angulares de abducción y aducción de la muñeca activa en las tres fases del gesto técnico de derecha liftada contra una bola con efecto cortado participante 3.

El participante 3 realizó continuas aducciones en el gesto técnico posterior a la abducción del momento inicial en la fase de preparación de 21° en la muñeca. Este ángulo se disminuyó a 15° por medio de una aducción de 6° en la fase de contacto con la pelota, para finalizar en sólo 8°, realizando una aducción casi idéntica a la de la fase anterior, esta vez de 7°.

En comparación con el referente de la técnica ideal, los ángulos de abducción fueron bastante menores, así como también las variaciones angulares de la muñeca fueron mucho

mayores en el participante, acumulando una aducción de 13° en todo el gesto, 11° grados más que el jugador referente.



Figura 128. Mediciones angulares de abducción y aducción de la muñeca activa en las tres fases del gesto técnico de derecha liftada contra una bola con efecto cortado participante 4.

Al igual que el participante 3, el 4 realiza dos aducciones posterior a la abducción del momento inicial, la cual en este caso es mucho mayor, de 46° , luego de la cual presentó la primera aducción de 17° para llegar a un ángulo de abducción articular de 29° , el cual aumentó a 28° con la aducción adicional de 1° en la fase de terminación, un cambio muy difícil de percibir.

Similar que con el referente de la técnica ideal, el ángulo de abducción nunca crece, no obstante, las diferencias angulares son muy notables, ya que mientras que la variación acumulada en todo el gesto del referente fue de tan sólo 2° , en el caso del participante 4 fue de 18° , una variación 9 veces mayor.

Tabla 28.

Mediciones angulares de abducción y aducción de la muñeca activa en las tres fases del gesto técnico de los participantes de segunda categoría

Participante	3	4
Fase de Preparación		
Ángulo del segmento codo-muñeca-3er metacarpo.	159°	134°
Ángulo de abducción/aducción de la muñeca	21°	46°
Fase de Contacto		
Ángulo del segmento codo-muñeca-3er metacarpo.	165°	151°
Ángulo de abducción/aducción de la muñeca	15°	29°
Movimiento angular desde la fase de preparación	Aducción 6°	Aducción 17°
Fase de Terminación		
Ángulo del segmento codo-muñeca-3er metacarpo.	172°	152°
Ángulo de abducción/aducción de la muñeca	8°	28°
Movimiento angular desde la fase de contacto	Aducción 7°	Aducción 1°



Figura 129. Mediciones angulares de abducción y aducción de la muñeca activa en las tres fases del gesto técnico de derecha liftada contra una bola con efecto cortado participante 5.

El participante 5 presentó una progresión motriz similar a la del jugador 1 de primera categoría, con medidas angulares bastante similares y casi los mismos movimientos en las diferentes fases de la técnica. Este participante inició con una abducción de 43° en el momento de preparación, para descender hasta 33° en la fase de contacto por medio de una aducción de 10° en la articulación y terminar con un ángulo 1° menor que en la fase anterior, de 32°. El orden de movimientos fue similar al referente de la técnica ideal, a excepción de la variación

angular, que fue de 11° grados en todo el gesto en el participante, 9° más que el referente, aunque entre las fases de contacto y terminación mantuvo una estabilidad marcada en el movimiento de la muñeca, con una variación mínima del ángulo de abducción.



Figura 130. Mediciones angulares de abducción y aducción de la muñeca activa en las tres fases del gesto técnico de derecha liftada contra una bola con efecto cortado participante 6.

En el participante 6 se presentó la mayor variación angular en la muñeca de todos los participantes, iniciando el gesto sin abducción o aducción aparente en la articulación, para luego realizar una abducción de 17° en la fase de contacto con la bola, e incrementando significativamente en el momento de terminación del gesto, en 30° , para llegar a una abducción final de 47° en el segmento entre la posición natural del tercer metacarpo, el eje medial de la muñeca y la posición en el momento del movimiento del tercer metacarpo. Este movimiento es completamente diferente a la del referente de la técnica ideal, tanto en progresión motriz como en variaciones angulares individuales de cada fase y acumuladas en total, siendo más de 23 veces mayor la del participante 6 que aquella que realizó el jugador referente.

Tabla 29.

Mediciones angulares de abducción y aducción de la muñeca activa en las tres fases del gesto técnico de los participantes de tercera categoría

Participante	5	6
Fase de Preparación		
Ángulo del segmento codo-muñeca-3er metacarpo.	137°	180°
Ángulo de abducción/aducción de la muñeca	43°	0°
Fase de Contacto		
Ángulo del segmento codo-muñeca-3er metacarpo.	147°	163°
Ángulo de abducción/aducción de la muñeca	33°	17°
Movimiento angular desde la fase de preparación	Aducción 10°	Abducción 17°
Fase de Terminación		
Ángulo del segmento codo-muñeca-3er metacarpo.	148°	133°
Ángulo de abducción/aducción de la muñeca	32°	47°
Movimiento angular desde la fase de contacto	Aducción 1°	Abducción 30°

5.2.4.2. Ángulos de flexo extensión del codo.



Figura 131. Mediciones angulares de flexo extensión del codo derecho en las tres fases del gesto técnico de derecha liftada contra una bola con efecto cortado del jugador referente de la técnica ideal.



Figura 132. Mediciones angulares de flexo extensión del codo izquierdo en las tres fases del gesto técnico de derecha liftada contra una bola con efecto cortado del jugador referente de la técnica ideal.

Tabla 30.

Mediciones angulares de flexo extensión de los codos en las tres fases del gesto técnico del jugador referente de la técnica ideal

Participante	Referente de técnica ideal
Fase de Preparación	
Ángulo del segmento hombro-codo-muñeca derecho	42°
Ángulo de flexión codo derecho	Flexión 138°
Ángulo del segmento hombro-codo-muñeca izquierdo	121°
Ángulo de flexión codo izquierdo	Flexión 59°
Fase de Contacto	
Ángulo del segmento hombro-codo-muñeca derecho	44°
Ángulo de flexión codo derecho	Flexión 136°
Movimiento angular desde la fase de preparación	Extensión 2°
Ángulo del segmento hombro-codo-muñeca izquierdo	112°
Ángulo de flexión codo izquierdo	Flexión 68°
Movimiento angular desde la fase de preparación	Flexión 9°
Fase de Terminación	
Ángulo del segmento hombro-codo-muñeca derecho	46°
Ángulo de flexión codo derecho	Flexión 134°
Movimiento angular desde la fase de contacto	Extensión 2°
Ángulo del segmento hombro-codo-muñeca izquierdo	81°
Ángulo de flexión codo izquierdo	Flexión 99°
Movimiento angular desde la fase de contacto	Flexión 31°



Figura 133. Mediciones angulares de flexo extensión del codo derecho en las tres fases del gesto técnico de derecha liftada contra una bola con efecto cortado del participante 1.



Figura 134. Mediciones angulares de flexo extensión del codo izquierdo en las tres fases del gesto técnico de derecha liftada contra una bola con efecto cortado del participante 1.

Durante el avance del gesto técnico del participante 1, se observó la realización de solo flexiones de codo, iniciando en la fase de preparación con un ángulo de 89° en el segmento hombro - codo - muñeca derecha, lo que indicó la realización de una flexión de 91° desde la posición de extensión natural de la extremidad. En la siguiente fase, la de contacto con la bola, se observó el aumento de la flexión articular del codo derecho en 11° y el gesto técnico finalizó con otro incremento bastante notorio en la flexión de 35° , para terminar el gesto en esta fase con un

ángulo de 43° del segmento angular ya especificado.

En el movimiento del codo izquierdo del jugador 1 se pudo detallar un ángulo en la fase de preparación del gesto de 35° , que dictó una flexión articular de 145° , para después incrementar esta flexión a 155° , para finalizar en la fase de terminación con una extensión de 47° , mostrando un ángulo segmentario de 133° del segmento hombro - codo - muñeca izquierdo.

En comparación con el referente de la técnica ideal y teniendo de nuevo en cuenta la inversión de orientación derecho y zurdo para el análisis del gesto, se pudo notar una similitud tanto en la progresión motriz como en los cambios en las medidas de flexión angular entre los movimientos del codo en la extremidad que ejecuta el golpe. Se evidenció una constante flexión entre las tres fases del gesto, con un incremento angular leve entre la preparación y el contacto y un aumento notable en la flexión entre el momento de contacto y el de terminación en ambos jugadores, no obstante, en los movimientos del codo de la extremidad que no impacta la pelota se apreció una mucho mayor variación de las mediciones angulares en el participante 1 que en el jugador referente, ya que este último mantuvo una ligera extensión constante durante todo el proceso del gesto, únicamente acumulando 4° de variación angular en todo el golpe, mientras que el participante 1 sumó un total de 32° entre aumento y disminución de la flexión articular.



Figura 135. Mediciones angulares de flexo extensión del codo derecho en las tres fases del gesto técnico de derecha liftada contra una bola con efecto cortado del participante 2.



Figura 136. Mediciones angulares de flexo extensión del codo izquierdo en las tres fases del gesto técnico de derecha liftada contra una bola con efecto cortado del participante 2.

El participante 2 demostró solo una variación angular en su gesto técnico del codo derecho, que se encuentra en la extremidad que no impacta la pelota. Este participante inició en la fase de preparación con una flexión de 93° , evidenciando un ángulo de 87° en el segmento hombro - codo - muñeca derecho. Continuó con un crecimiento de la flexión de 34° grados, posición articular que mantuvo hasta la finalización del golpe en la fase de terminación.

En cuanto al codo de la extremidad que impacta la pelota, es decir, el izquierdo, el participante realizó flexiones seguidas de la articulación simultáneamente que aplicó variaciones

angulares significativas entre cada fase. En el momento de preparación, este jugador presentó una flexión de 77° , la cual aumentó a 104° en la fase de contacto y terminó en 131° en la terminación del golpe, demostrando un gran cambio angular desde el inicio hasta el fin del gesto en el segmento angular hombro - codo - muñeca izquierdo.

Contrastando la anterior descripción de movimientos con los realizados por el jugador referente, se observaron aspectos parecidos en el movimiento de ambos codos, siendo estos la variación angular leve en el codo derecho y amplia en el izquierdo entre las fases de contacto y terminación, y los movimientos realizados en ambos codos, a pesar que en la articulación derecha el participante 2 no realiza extensión, esta acción motriz en el jugador referente es muy ligera y casi se puede decir que la mantuvo casi estática.

Tabla 31.

Mediciones angulares de flexo extensión de los codos en las tres fases del gesto técnico de los participantes de primera categoría

Participante	1	2
Fase de Preparación		
Ángulo del segmento hombro-codo-muñeca derecho	89°	87°
Ángulo de flexión codo derecho	91°	93°
Ángulo del segmento hombro-codo-muñeca izquierdo	35°	103°
Ángulo de flexión codo izquierdo	155°	77°
Fase de Contacto		
Ángulo del segmento hombro-codo-muñeca derecho	78°	53°
Ángulo de flexión codo derecho	102°	127°
Movimiento angular desde la fase de preparación	Flexión 11°	Flexión 34°
Ángulo del segmento hombro-codo-muñeca izquierdo	25°	76°
Ángulo de flexión codo izquierdo	155°	104°
Movimiento angular desde la fase de preparación	Flexión 10°	Flexión 27°
Fase de Terminación		
Ángulo del segmento hombro-codo-muñeca derecho	43°	53°
Ángulo de flexión codo derecho	137°	127°
Movimiento angular desde la fase de contacto	Flexión 35°	No evidenció movimiento
Ángulo del segmento hombro-codo-muñeca izquierdo	47°	49°
Ángulo de flexión codo izquierdo	133°	131°
Movimiento angular desde la fase de contacto	Extensión 22°	Flexión 27°



Figura 137. Mediciones angulares de flexo extensión del codo derecho en las tres fases del gesto técnico de derecha liftada contra una bola con efecto cortado del participante 3.



Figura 138. Mediciones angulares de flexo extensión del codo izquierdo en las tres fases del gesto técnico de derecha liftada contra una bola con efecto cortado del participante 3.

El participante 3 tuvo una variación importante en la medición angular en el gesto técnico del codo derecho, ya que lo inició con una flexión articular de 80° en la fase de preparación, aumentándolo en 12° en el contacto con la pelota e incrementándolo otros 10° en la terminación del golpe para mostrar un ángulo final de 78° en el segmento hombro - codo - muñeca derecho, mientras que en el codo izquierdo, ubicado en la extremidad que impacta la pelota, efectuó una flexión de 41° en la fase de preparación, siendo esta la menor flexión en la preparación del gesto de todos los participantes en referencia al codo de la extremidad que golpea la bola, para después continuar con un crecimiento de la flexión de 45° en el impacto a la pelota y llegar a la fase de terminación con una flexión articular de 78° , que demostró un ángulo de 102° en el segmento hombro - codo - muñeca izquierdo.

En comparación con el referente de la técnica ideal, se observan diferencias tanto en la variación angular del participante 3, la cual fue casi 6 veces mayor a la del referente además que generó movimientos contrarios a los del jugador de Selección Colombia, con flexiones continuas durante todo el gesto, cuando el referente demostró dos extensiones muy leves en el codo derecho en las fases de contacto y terminación.

También en el codo izquierdo se observaron diferencias en las variaciones de medición de ángulos, siendo mayores las del participante 3 que las del jugador referente y el movimiento de extensión articular en la fase de terminación es contraria a la referenciada en la técnica ideal.



Figura 139. Mediciones angulares de flexo extensión del codo derecho en las tres fases del gesto técnico de derecha liftada contra una bola con efecto cortado del participante 4.



Figura 140. Mediciones angulares de flexo extensión del codo izquierdo en las tres fases del gesto técnico de derecha liftada contra una bola con efecto cortado del participante 4.

El participante 4 inició el gesto técnico en su codo derecho un una flexión de 64° en la fase de contacto, aumentándola a 88° al momento de impactar la pelota, finalizando el gesto con otro incremento angular en la flexión de 20° , terminando con un ángulo de 72° del segmento hombro - codo - muñeca derecho, extremidad que en este caso es la encargada de golpear la bola con la raqueta.

Al observar su codo izquierdo, solo se vio una variación en la medida angular del la articulación, entre las fases de preparación y contacto de 16° , iniciando con un ángulo de 87° en el segmento hombro - codo - muñeca izquierdo y terminando con otro de 103° , por medio de una extensión articular, manteniendo esta posición en la fase de terminación sin cambio alguno.

Al igual que el jugador referente de la técnica ideal, el participante 4 mantuvo una continua flexión de la articulación del codo de la extremidad que impacta la pelota, aunque los aumentos de flexión son mayores en el participante, mientras que en el codo izquierdo, la modificación en 16° en la extensión articular fue mucho mayor a la variación total acumulada por el referente de únicamente 4° .

Tabla 32.

Mediciones angulares de flexo extensión de los codos en las tres fases del gesto técnico de los participantes de segunda categoría

Participante	3	4
Fase de Preparación		
Ángulo del segmento hombro-codo-muñeca derecho	100°	116°
Ángulo de flexión codo derecho	80°	64°
Ángulo del segmento hombro-codo-muñeca izquierdo	139°	87°
Ángulo de flexión codo izquierdo	41°	93°
Fase de Contacto		
Ángulo del segmento hombro-codo-muñeca derecho	88°	92°
Ángulo de flexión codo derecho	92°	88°
Movimiento angular desde la fase de preparación	Flexión 12°	Flexión 24°
Ángulo del segmento hombro-codo-muñeca izquierdo	94°	103°
Ángulo de flexión codo izquierdo	86°	77°
Movimiento angular desde la fase de preparación	Flexión 45°	Extensión 16°
Fase de Terminación		
Ángulo del segmento hombro-codo-muñeca derecho	78°	72°
Ángulo de flexión codo derecho	102°	108°
Movimiento angular desde la fase de contacto	Flexión 10°	Flexión 20°
Ángulo del segmento hombro-codo-muñeca izquierdo	102°	103°
Ángulo de flexión codo izquierdo	78°	77°
Movimiento angular desde la fase de contacto	Extensión 8°	No evidenció movimiento



Figura 141. Mediciones angulares de flexo extensión del codo derecho en las tres fases del gesto técnico de derecha liftada contra una bola con efecto cortado del participante 5.



Figura 142. Mediciones angulares de flexo extensión del codo izquierdo en las tres fases del gesto técnico de derecha liftada contra una bola con efecto cortado del participante 5.

El codo derecho del participante 5 inició en el gesto técnico realizando un ángulo de flexión de 73° en el momento de iniciación, para posteriormente aumentar a 104° en la fase de contacto con la bola y finalizar el golpe con otro importante incremento de 35° , llegando a un ángulo final de 41° en el segmento hombro - codo - muñeca derecho en la fase de terminación.

En su codo izquierdo, este participante empezó con una flexión de 58° en la fase de preparación, realizando después una extensión articular de 6° en el momento de contacto y finalmente flexionó su articulación 5° , para culminar evidenciando un ángulo de 123° en el segmento hombro - codo - muñeca izquierdo. Esta variación angular leve entre la fase de contacto del codo cuya extremidad no golpea la pelota fue similar al referente de la técnica ideal, sin tener en cuenta la diferencia en cambios angulares, la cual no fue significativa para este codo, mientras que los movimientos del codo del brazo que si golpea la pelota con la raqueta, a pesar de ser similares en las tres fases de la ejecución, demostraron una mucho mayor variación angular del participante 5, de 66° , a diferencia del jugador referente, quien mostró un cambio de 40° .



Figura 143. Mediciones angulares de flexo extensión del codo derecho en las tres fases del gesto técnico de derecha liftada contra una bola con efecto cortado del participante 6.



Figura 144. Mediciones angulares de flexo extensión del codo izquierdo en las tres fases del gesto técnico de derecha liftada contra una bola con efecto cortado del participante 6.

El participante 6 aplicó en su codo derecho una flexión inicial de 57° en la fase de preparación del golpe, evidenciando un ángulo de 123° en el segmento hombro - codo - muñeca derecho, para después aumentarlo 12° en el contacto con la pelota y ampliarlo otros 25° en la fase de terminación, finalizando con un ángulo de 86° en el segmento especificado.

So codo izquierdo casi no realizó cambio en su medida angular, ya que empezó en la fase de preparación con una flexión de 65° y sólo la modificó en 3° de flexión adicional en la fase de

contacto, manteniendo esta posición articular hasta la fase de terminación. Esta variación angular de 3° fue la más similar a aquella que mostró el jugador referente de la técnica ideal, con una mínima diferencia de 1°, aunque la diferencia angular es bastante importante, manteniendo una flexión casi 3 veces mayor el jugador referente que el participante 6. En cuanto al codo de la extremidad que golpea la pelota, tanto las variaciones en los ángulos como la progresión de movimientos son muy parecidas a la referencia de la técnica ideal, con flexiones continuas y un aumento total de la flexión articular de 40° en el referente y de 37° en el participante 6.

Tabla 33.
Mediciones angulares de flexo extensión de los codos en las tres fases del gesto técnico de los participantes de tercera categoría

Participante	5	6
Fase de Preparación		
Ángulo del segmento hombro-codo-muñeca derecho	107°	123°
Ángulo de flexión codo derecho	73°	57°
Ángulo del segmento hombro-codo-muñeca izquierdo	122°	115°
Ángulo de flexión codo izquierdo	58°	65°
Fase de Contacto		
Ángulo del segmento hombro-codo-muñeca derecho	76°	111°
Ángulo de flexión codo derecho	104°	69°
Movimiento angular desde la fase de preparación	Flexión 31°	Flexión 12°
Ángulo del segmento hombro-codo-muñeca izquierdo	128°	112°
Ángulo de flexión codo izquierdo	52°	68°
Movimiento angular desde la fase de preparación	Extensión 6°	Flexión 3°
Fase de Terminación		
Ángulo del segmento hombro-codo-muñeca derecho	41°	86°
Ángulo de flexión codo derecho	139°	94°
Movimiento angular desde la fase de contacto	Flexión 35°	Flexión 25°
Ángulo del segmento hombro-codo-muñeca izquierdo	123°	112°
Ángulo de flexión codo izquierdo	57°	68°
Movimiento angular desde la fase de contacto	Flexión 5°	No evidenció movimiento

5.2.4.3 Movimientos de desplazamiento de hombros.

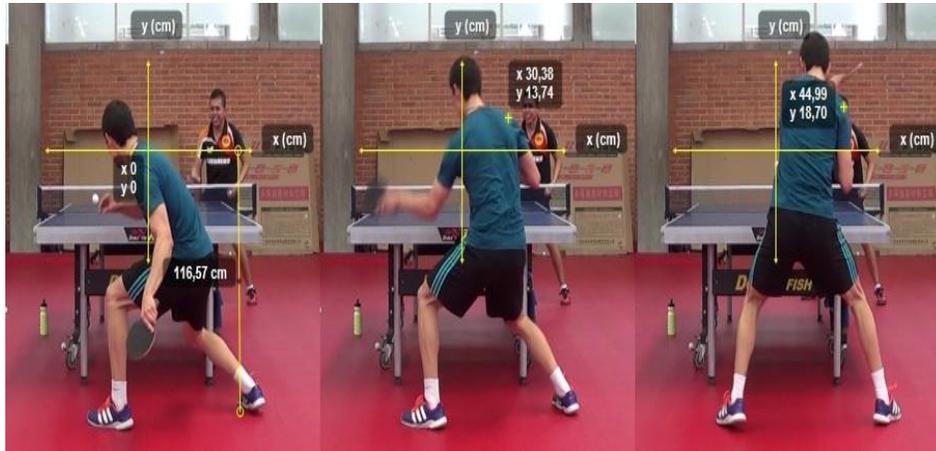


Figura 145. Medición de desplazamientos horizontales (eje x) y verticales (eje y) del hombro derecho en las tres fases del gesto técnico de derecha liftada contra una bola con efecto cortado del jugador referente de la técnica ideal.

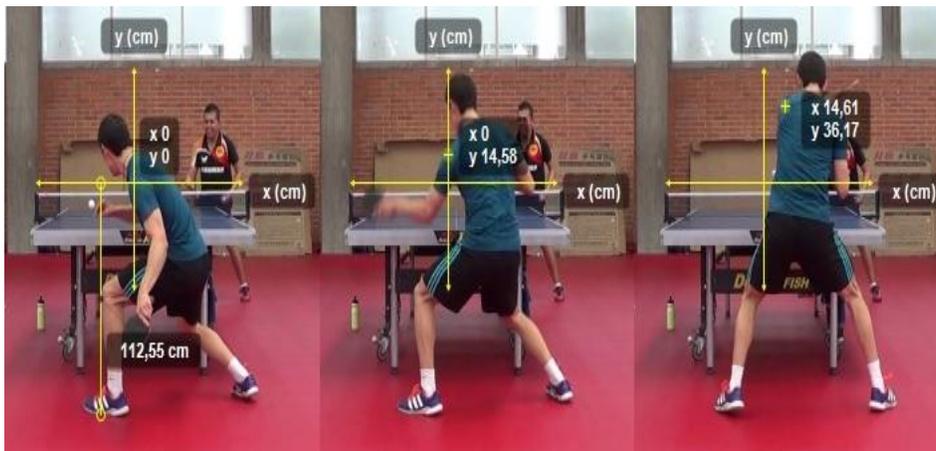


Figura 146. Medición de desplazamientos horizontales (eje x) y verticales (eje y) del hombro izquierdo en las tres fases del gesto técnico de derecha liftada contra una bola con efecto cortado del jugador referente de la técnica ideal.

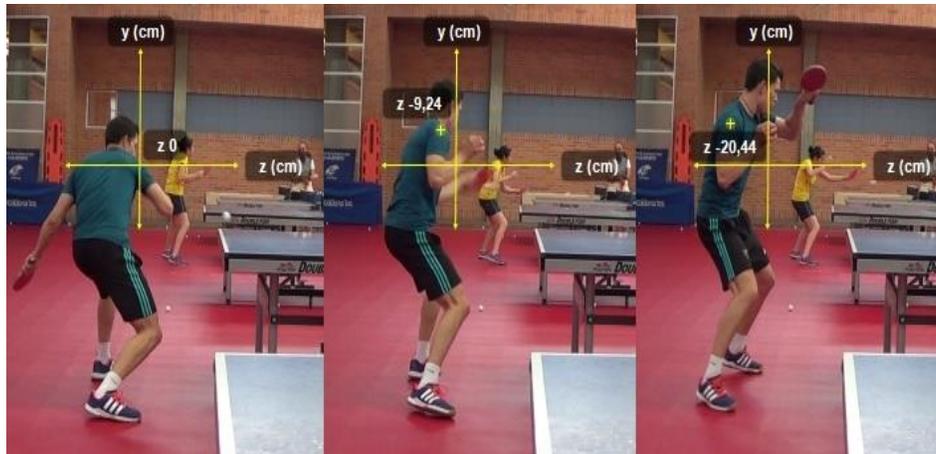


Figura 147. Medición de desplazamientos frontales (eje z) del hombro derecho en las tres fases del gesto técnico de derecha liftada contra una bola con efecto cortado del jugador referente de la técnica ideal.

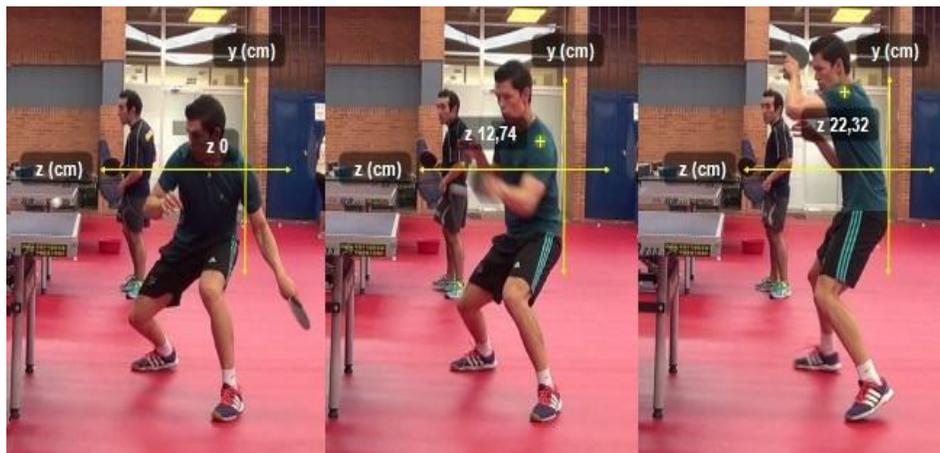


Figura 148. Medición de desplazamientos frontales (eje z) del hombro izquierdo en las tres fases del gesto técnico de derecha liftada contra una bola con efecto cortado del jugador referente de la técnica ideal.

Tabla 34.

Mediciones de desplazamiento de los hombros en las tres fases del gesto técnico del jugador referente de la técnica ideal

Participante	Referente de la técnica ideal		
Fase de Preparación			
	Ubicación		Medición (cm)
	Distancia entre el hombro derecho y el suelo		116,57
	Distancia entre el hombro izquierdo y el suelo		112,55
Fase de Contacto			
	Desplazamiento	Dirección	Medición (cm)
	Horizontal (eje x) del hombro derecho	lateral (der)	30,38
	Horizontal (eje x) del hombro izquierdo	ninguna	0,00
	Vertical (eje y) del hombro derecho	superior	13,74
	Vertical (eje y) del hombro izquierdo	superior	14,58
	Frontal (eje z) del hombro derecho	posterior	9,24
	Frontal (eje z) del hombro izquierdo	anterior	12,74
Fase de Terminación			
	Desplazamiento	Dirección	Medición (cm)
	Horizontal (eje x) del hombro derecho	lateral (der)	14,61
	Horizontal (eje x) del hombro izquierdo	medial	14,61
	Vertical (eje y) del hombro derecho	superior	4,96
	Vertical (eje y) del hombro izquierdo	superior	21,59
	Frontal (eje z) del hombro derecho	posterior	11,20
	Frontal (eje z) del hombro izquierdo	anterior	9,58

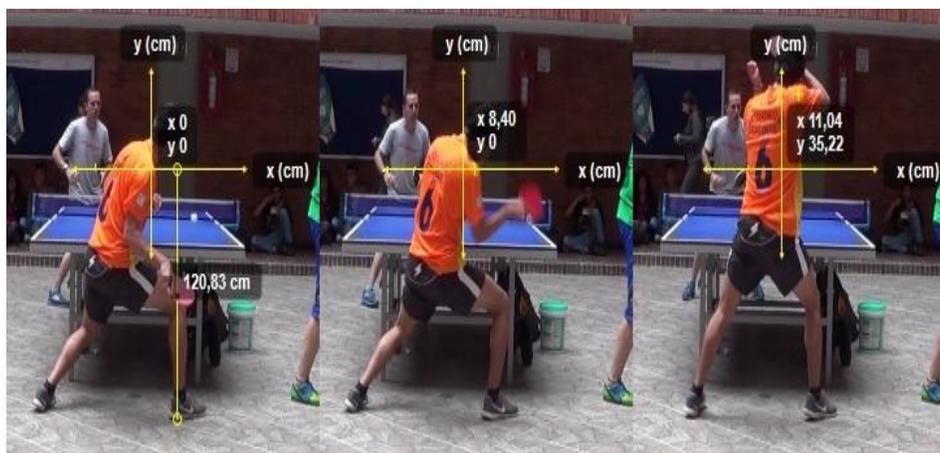


Figura 149. Medición de desplazamientos horizontales (eje x) y verticales (eje y) del hombro derecho en las tres fases del gesto técnico de derecha liftada contra una bola con efecto cortado del participante 1.

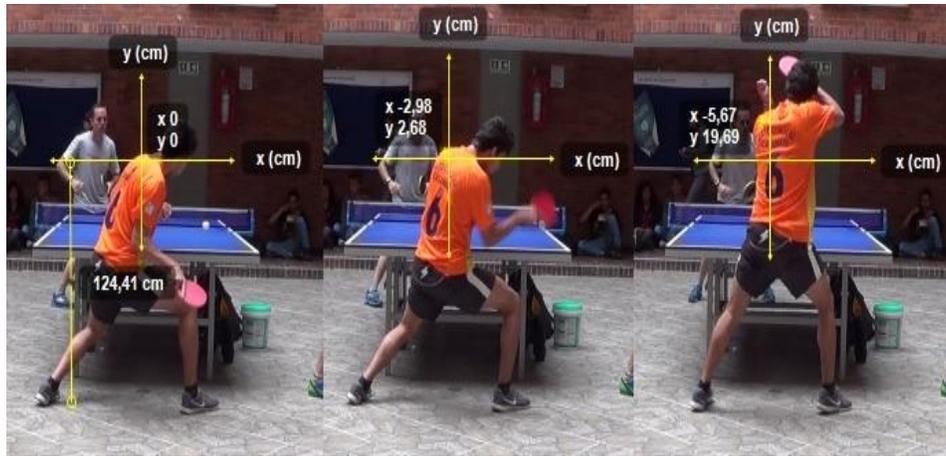


Figura 150. Medición de desplazamientos horizontales (eje x) y verticales (eje y) del hombro izquierdo en las tres fases del gesto técnico de derecha liftada contra una bola con efecto cortado del participante 1.



Figura 151. Medición de desplazamientos frontales (eje z) del hombro derecho en las tres fases del gesto técnico de derecha liftada contra una bola con efecto cortado del participante 1.



Figura 152. Medición de desplazamientos frontales (eje z) del hombro izquierdo en las tres fases del gesto técnico de derecha liftada contra una bola con efecto cortado del participante 1.

El participante 1 inició el gesto técnico en su fase de preparación mostrando una distancia con referencia al suelo de 120,83cms hacia su hombro derecho y de 124,41 cms hacia su izquierdo. Su fase de contacto mostró movimientos horizontal lateral de 8,40 cms y frontal anterior de 1,21 cms ser claro alguna acción motriz de esta articulación en dirección vertical. En la fase de terminación, su hombro derecho cuya locación está en el eje sagital que golpea la pelota, tuvo traslaciones horizontal lateral de 2,64 cms, vertical superior de 35,22 cms y frontal anterior de 1,80 cms, para finalizar el gesto técnico.

Su hombro izquierdo efectuó en la fase de contacto, desplazamientos horizontal lateral de 2,98 cms, vertical superior de 2,68 cms y frontal posterior de 8,27 cms. Después, en el momento de la terminación, aplicó movimientos horizontal lateral de 2,69 cms, vertical superior de 17,01 cms y frontal posterior de 11,81 cms finalizando así la ejecución técnica.

Comparando estos movimientos con los de la técnica ideal, se apreció un desplazamiento similar del participante 1 al jugador referente de la técnica ideal en dirección vertical, más en la traslación frontal, el referente realiza un mayor desplazamiento, tanto anterior con el hombro que del eje sagital donde se golpea la pelota, tanto posterior en el otro eje sagital.

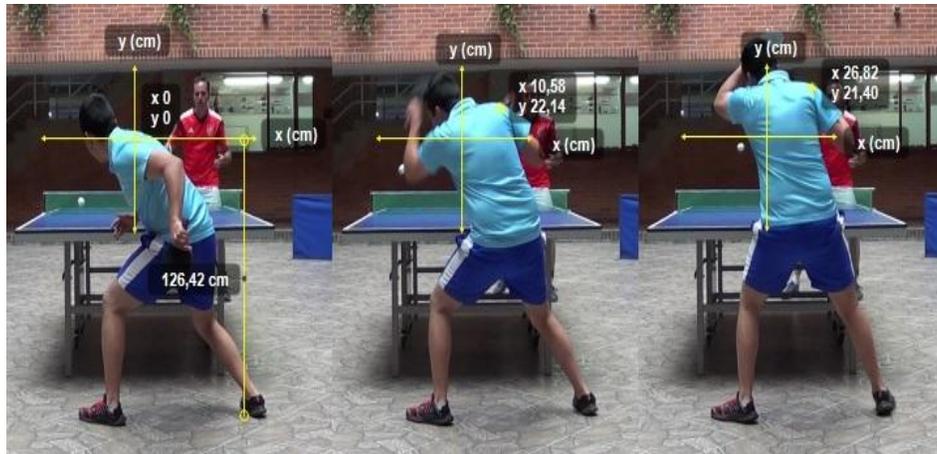


Figura 153. Medición de desplazamientos horizontales (eje x) y verticales (eje y) del hombro derecho en las tres fases del gesto técnico de derecha liftada contra una bola con efecto cortado del participante 2.

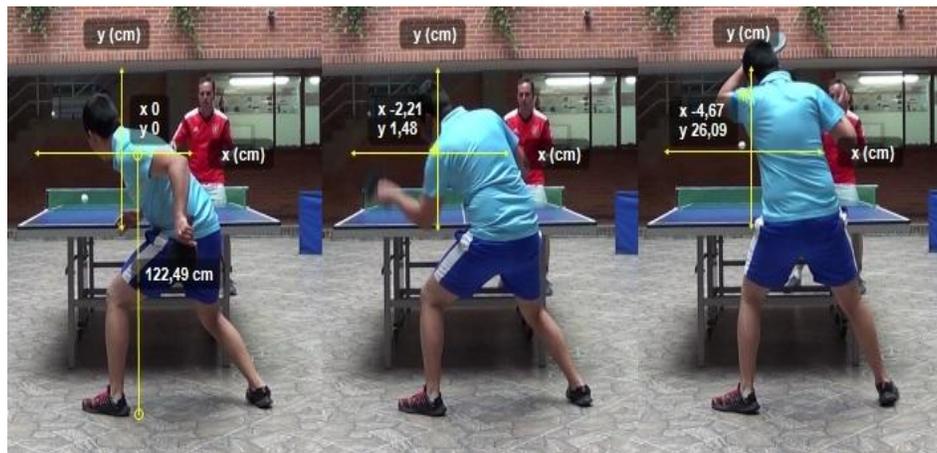


Figura 154. Medición de desplazamientos horizontales (eje x) y verticales (eje y) del hombro izquierdo en las tres fases del gesto técnico de derecha liftada contra una bola con efecto cortado del participante 2.

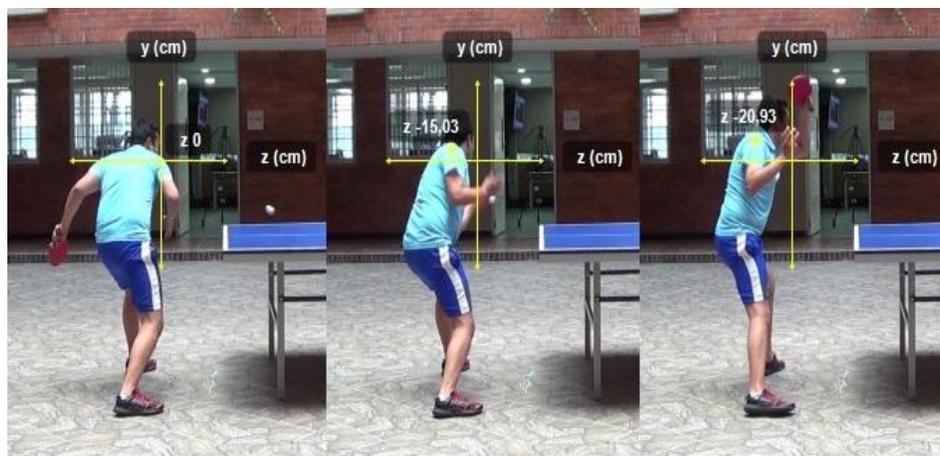


Figura 155. Medición de desplazamientos frontales (eje z) del hombro derecho en las tres fases del gesto técnico de derecha liftada contra una bola con efecto cortado del participante 2.

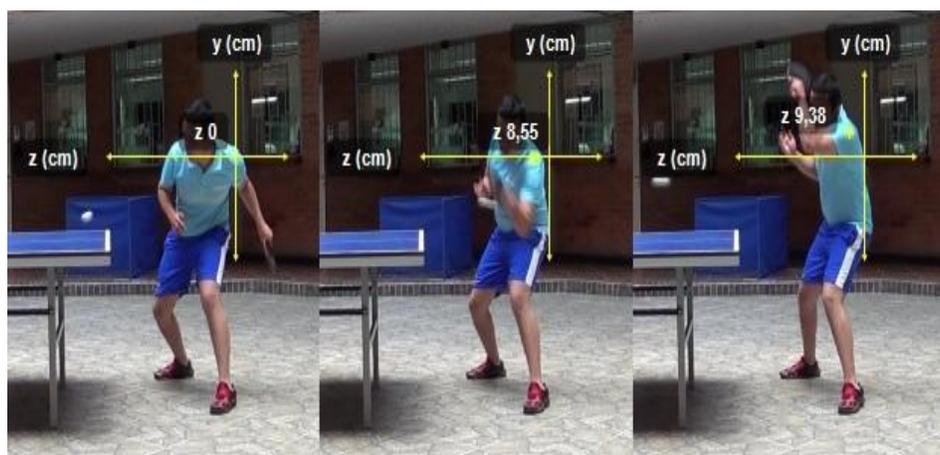


Figura 156. Medición de desplazamientos frontales (eje z) del hombro izquierdo en las tres fases del gesto técnico de derecha liftada contra una bola con efecto cortado del participante 2.

El participante 2 en su fase de preparación, mantuvo alejado del suelo su hombro derecho 126,42cm y su hombro izquierdo 122,49 cms. La fase de contacto mostro en su hombro derecho, localizado en el eje sagital que no ejecuta la acción del impacto a la pelota, demostró movimientos horizontal lateral de 10,58 cms, vertical superior de 22,14 cms y frontal posterior de 15,03 cms. Al llegar a la fase de terminación, se observó desplazamientos horizontal lateral de 16,24 cms, vertical inferior de 0,74 cms y frontal posterior e 5,90 cms en la culminación del golpe.

Su hombro izquierdo mostró en el momento del contacto, traslaciones horizontal lateral de 2,21 cms, vertical superior de 1,48 cms y frontal anterior de 8,55 cms. Al finalizar el golpe en la fase de terminación, en esta articulación se observaron movimientos horizontal lateral de 2,46 cms, vertical superior de 24,61 cms y frontal anterior de 0,83 cms.

El participante 2 desarrolló un gesto parecido al del jugador referente de la técnica ideal en el desplazamiento vertical de sus hombros y el posterior de su hombro derecho, sin embargo, se le nota una deficiencia de avance frontal en el hombro izquierdo, causado en parte por la falta de rotación de la cadera y mayor extensión progresiva de las rodillas, lo cual hace que el desplazamiento del tronco superior en dirección del movimiento de la raqueta se bloquee en la fase de terminación antes de superar el eje de simetría.

Tabla 35.

Mediciones de desplazamiento de los hombros en las tres fases del gesto técnico de los participantes de primera categoría

Participante	Participante 1		Participante 2	
Fase de Preparación				
Ubicación	Medición (cm)		Medición (cm)	
Distancia entre el hombro derecho y el suelo	120,83		126,42	
Distancia entre el hombro izquierdo y el suelo	124,41		122,49	
Fase de Contacto				
Desplazamiento	Dirección	Medición (cm)	Dirección	Medición (cm)
Horizontal (eje x) del hombro derecho	lateral (der)	8,40	lateral (der)	10,58
Horizontal (eje x) del hombro izquierdo	lateral (izq)	2,98	lateral (izq)	2,21
Vertical (eje y) del hombro derecho	ninguna	0,00	superior	22,14
Vertical (eje y) del hombro izquierdo	superior	2,68	superior	1,48
Frontal (eje z) del hombro derecho	anterior	1,21	posterior	15,03
Frontal (eje z) del hombro izquierdo	posterior	8,27	anterior	8,55
Fase de Terminación				
Desplazamiento	Dirección	Medición (cm)	Dirección	Medición (cm)
Horizontal (eje x) del hombro derecho	lateral (der)	2,64	lateral (der)	16,24
Horizontal (eje x) del hombro izquierdo	lateral (izq)	2,69	lateral (izq)	2,46
Vertical (eje y) del hombro derecho	superior	35,22	inferior	0,74
Vertical (eje y) del hombro izquierdo	superior	17,01	superior	24,61
Frontal (eje z) del hombro derecho	anterior	1,80	posterior	5,90
Frontal (eje z) del hombro izquierdo	posterior	11,81	anterior	0,83



Figura 157. Medición de desplazamientos horizontales (eje x) y verticales (eje y) del hombro derecho en las tres fases del gesto técnico de derecha liftada contra una bola con efecto cortado del participante 3.



Figura 158. Medición de desplazamientos horizontales (eje x) y verticales (eje y) del hombro izquierdo en las tres fases del gesto técnico de derecha liftada contra una bola con efecto cortado del participante 3.

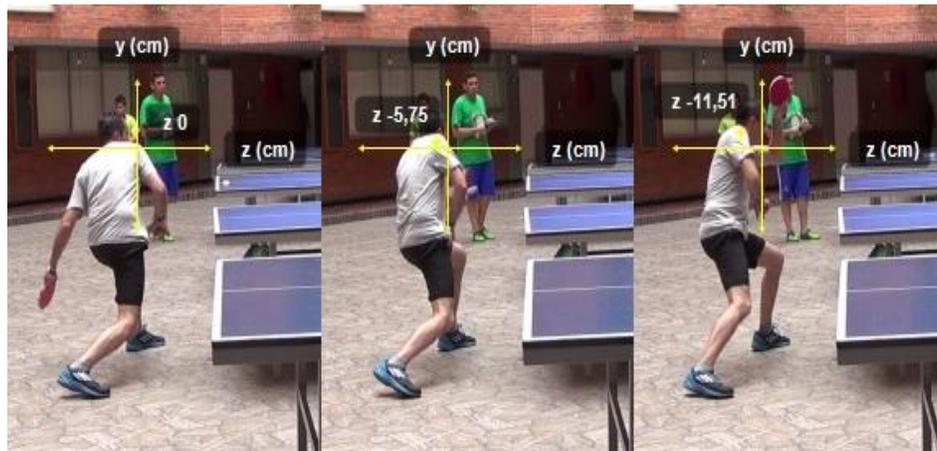


Figura 159. Medición de desplazamientos frontales (eje z) del hombro derecho en las tres fases del gesto técnico de derecha liftada contra una bola con efecto cortado del participante 3.



Figura 160. Medición de desplazamientos frontales (eje z) del hombro izquierdo en las tres fases del gesto técnico de derecha liftada contra una bola con efecto cortado del participante 3.

En el participante 3 en la fase de preparación, mostró una distancia de 119,17 cms entre el suelo y el hombro derecho y de 113,85 cms entre dicha superficie el su hombro izquierdo.

En la fase de contacto, este participante efectuó movimientos horizontal lateral de 1,77 cms y frontal posterior de 5,75 cms, sin mover su articulación en dirección vertical. Luego, en la fase de terminación, realizó desplazamientos horizontal lateral de 9,14 cms, vertical superior de 5,60 cms y frontal posterior de 5,76 cms para culminar así su gesto técnico.

Su hombro izquierdo, ubicado en el eje sagital que golpea la pelota, aplicó traslaciones horizontal lateral de 13,86 cms, vertical inferior de 5,60 cms y frontal anterior de 2,66 cms en la fase de contacto, mientras que al llegar a la de terminación, hizo movimientos horizontal medial de 0,88 cms, vertical superior de 5,60 cms y frontal anterior de 3,84 cms en la misma articulación.

Los desplazamientos de hombros del participante 3 en comparación con el referente de la técnica ideal fueron bastante cortos, ya que el bloqueo de cadera que demostró en todo el gesto, pareció impedir una mayor rotación de la cintura escapular, limitando en gran parte un mayor

desplazamiento sobre todo frontal del hombro izquierdo, el cual solo avanzó 6.50 cms en todo el gesto, menos de un cuarto de lo que se observó en la referencia de técnica ideal.

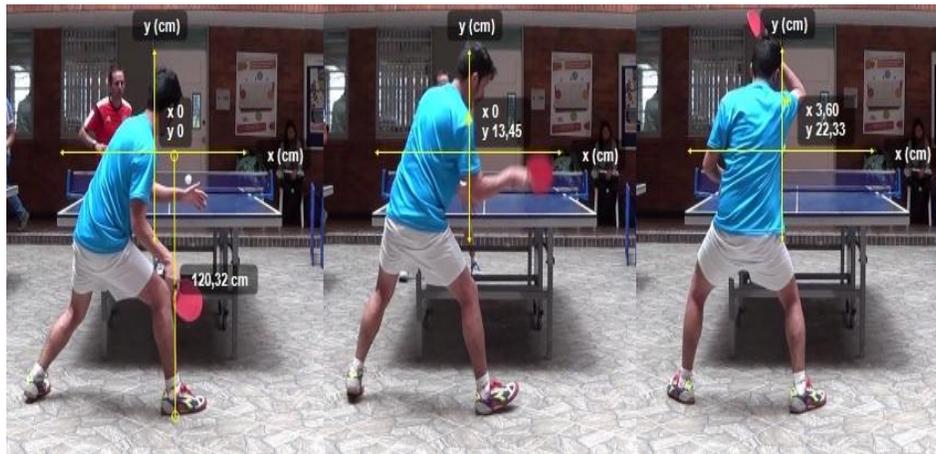


Figura 161. Medición de desplazamientos horizontales (eje x) y verticales (eje y) del hombro derecho en las tres fases del gesto técnico de derecha liftada contra una bola con efecto cortado del participante 4.

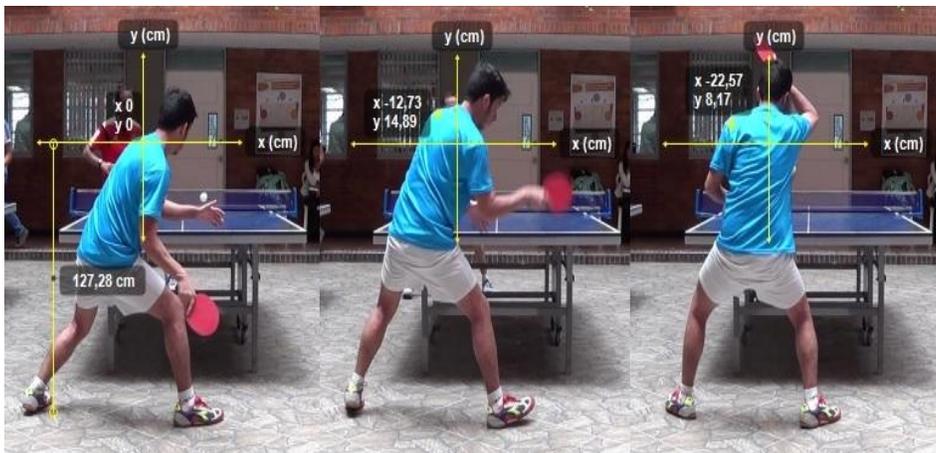


Figura 162. Medición de desplazamientos horizontales (eje x) y verticales (eje y) del hombro izquierdo en las tres fases del gesto técnico de derecha liftada contra una bola con efecto cortado del participante 4.



Figura 163. Medición de desplazamientos frontales (eje z) del hombro derecho en las tres fases del gesto técnico de derecha liftada contra una bola con efecto cortado del participante 4.

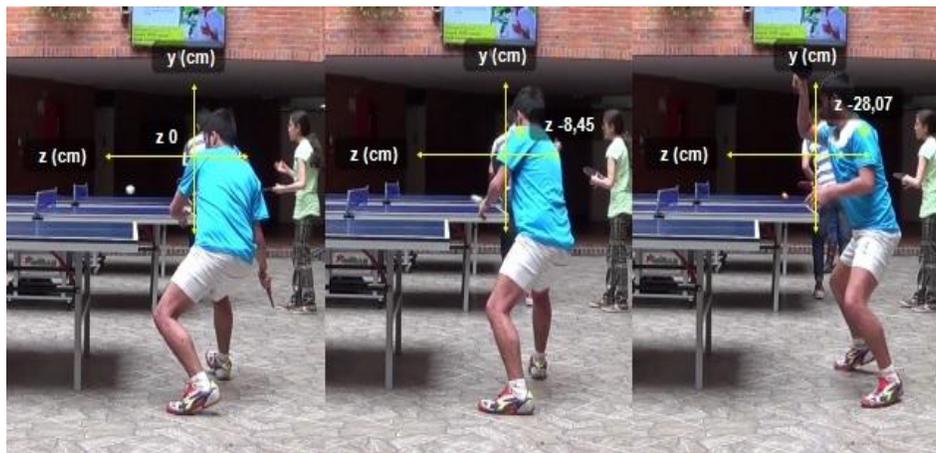


Figura 164. Medición de desplazamientos frontales (eje z) del hombro izquierdo en las tres fases del gesto técnico de derecha liftada contra una bola con efecto cortado del participante 4.

El participante 4 en el momento de la iniciación de la ejecución técnica, tuvo una distancia entre sus hombros y el suelo de 120,32 cms el derecho y 127,28 cms el izquierdo.

La fase de contacto mostró movimientos vertical superior de 13,45 cms y frontal anterior de 8,12 cms, sin acción motriz en dirección horizontal. Para la fase de terminación, efectuó desplazamientos horizontal lateral de 3,60 cms, vertical superior de 8,88 cms y frontal anterior de 14,67 cms.

En cuanto a su hombro izquierdo, en la fase de contacto aplicó traslaciones horizontal

lateral de 13,86 cms, vertical inferior de 5,60 cms y frontal anterior de 2,66cms. Al finalizar el gesto, hizo movimientos horizontal lateral de 9,84 cms, vertical inferior de 6,72 cms y frontal posterior de 19,62 cms en la fase de terminación.

Las traslaciones de ambos hombros del participante 4 fueron similares a las que presentó el referente de la técnica ideal, con un amplio movimiento frontal anterior de la articulación del eje sagital en que se impacta la pelota y frontal posterior en el eje izquierdo en el caso del participante de la universidad, asimismo, ambos jugadores demostraron una elevación importante en los dos hombros.

Tabla 36.

Mediciones de desplazamiento de los hombros en las tres fases del gesto técnico de los participantes de segunda categoría

Participante	Participante 3		Participante 4	
Fase de Preparación				
Ubicación	Medición (cm)		Medición (cm)	
Distancia entre el hombro derecho y el suelo	119,17		120,32	
Distancia entre el hombro izquierdo y el suelo	113,85		127,28	
Fase de Contacto				
Desplazamiento	Dirección	Medición (cm)	Dirección	Medición (cm)
Horizontal (eje x) del hombro derecho	lateral (der)	1,77	ninguna	0,00
Horizontal (eje x) del hombro izquierdo	lateral (izq)	13,86	lateral (izq)	12,73
Vertical (eje y) del hombro derecho	ninguna	0,00	superior	13,45
Vertical (eje y) del hombro izquierdo	inferior	5,60	superior	14,89
Frontal (eje z) del hombro derecho	posterior	5,75	anterior	8,12
Frontal (eje z) del hombro izquierdo	anterior	2,66	posterior	8,45
Fase de Terminación				
Desplazamiento	Dirección	Medición (cm)	Dirección	Medición (cm)
Horizontal (eje x) del hombro derecho	lateral (der)	9,14	lateral (der)	3,60
Horizontal (eje x) del hombro izquierdo	medial	0,88	lateral (izq)	9,84
Vertical (eje y) del hombro derecho	superior	5,60	superior	8,88
Vertical (eje y) del hombro izquierdo	superior	10,91	inferior	6,72
Frontal (eje z) del hombro derecho	posterior	5,76	anterior	14,67
Frontal (eje z) del hombro izquierdo	anterior	3,84	posterior	19,62



Figura 165. Medición de desplazamientos horizontales (eje x) y verticales (eje y) del hombro derecho en las tres fases del gesto técnico de derecha liftada contra una bola con efecto cortado del participante 5.



Figura 166. Medición de desplazamientos horizontales (eje x) y verticales (eje y) del hombro izquierdo en las tres fases del gesto técnico de derecha liftada contra una bola con efecto cortado del participante 5.

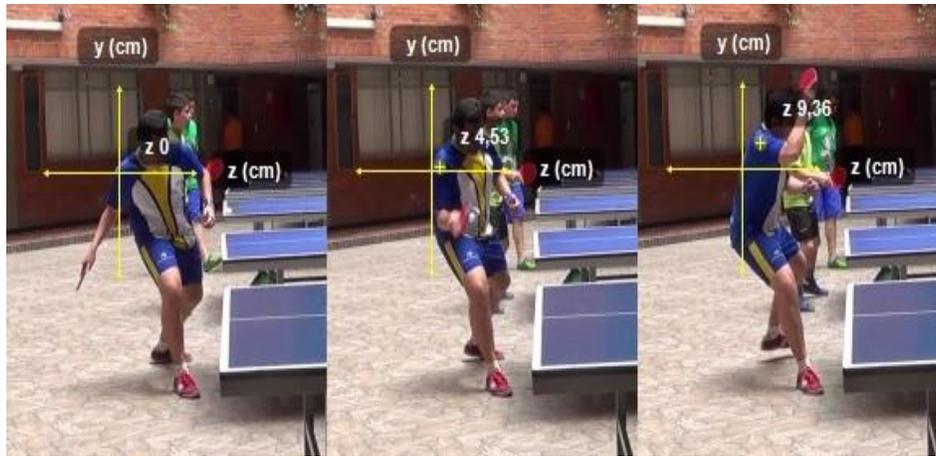


Figura 167. Medición de desplazamientos frontales (eje z) del hombro derecho en las tres fases del gesto técnico de derecha liftada contra una bola con efecto cortado del participante 5.

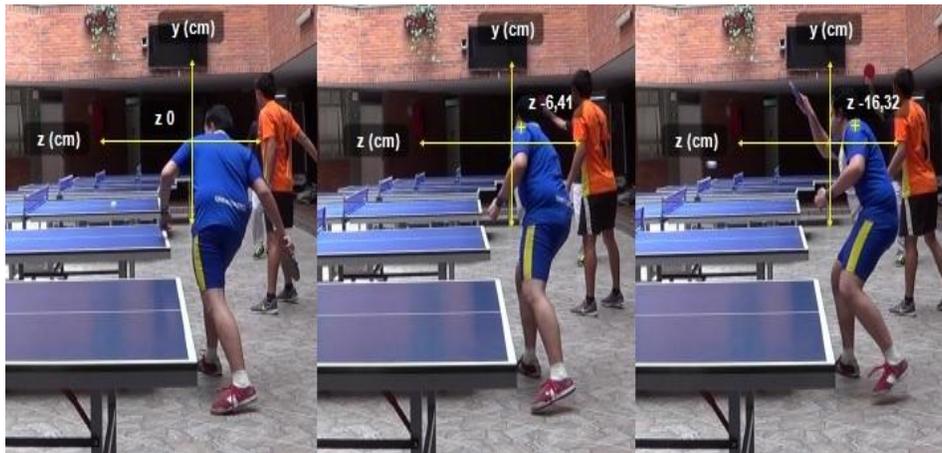


Figura 168. Medición de desplazamientos frontales (eje z) del hombro izquierdo en las tres fases del gesto técnico de derecha liftada contra una bola con efecto cortado del participante 5.

El participante 5 tuvo una distancia desde el suelo de 122,83 cms hacia su hombro derecho y 129,36 cms hacia su hombro izquierdo en la fase de preparación.

En la fase de contacto, este participante realizó en su hombro derecho, ubicado en el eje sagital que realiza la acción de golpear la pelota, movimientos horizontal lateral de 18,39 cms, vertical inferior de 3,56 cms y frontal anterior de 4,53 cms. En la fase de terminación, efectuó desplazamientos articulares horizontal medial de 3,56cms, vertical superior de 11,87 cms y frontal anterior de 4,83 cms para culminar la técnica.

En su hombro izquierdo, se observaron movimientos horizontal lateral de 9,20 cms, vertical superior de 2,67 cms y frontal posterior de 6,41 cms en la fase de contacto, avanzando a la de terminación, donde se evidenció traslaciones de la articulación en dirección horizontal lateral de 10,98 cms y frontal posterior de 9,91 cms, mientras que no se movió de forma vertical en este momento de la ejecución.

En contraste con el jugador referente de la técnica ideal, el participante 5 demostró una mucho menor elevación del hombro de la extremidad que golpea la pelota, no obstante, sus desplazamientos de hombro tanto derecho como izquierdo posterior a la fase de contacto son los adecuados, presentando falta de elevación a causa de la corta extensión de las rodillas en la progresión gestual. Antes de esta fase, este participante presentó incluso depresión de hombros leve en referencia a la altura en la que inició el golpe.



Figura 169. Medición de desplazamientos horizontales (eje x) y verticales (eje y) del hombro derecho en las tres fases del gesto técnico de derecha liftada contra una bola con efecto cortado del participante 6.

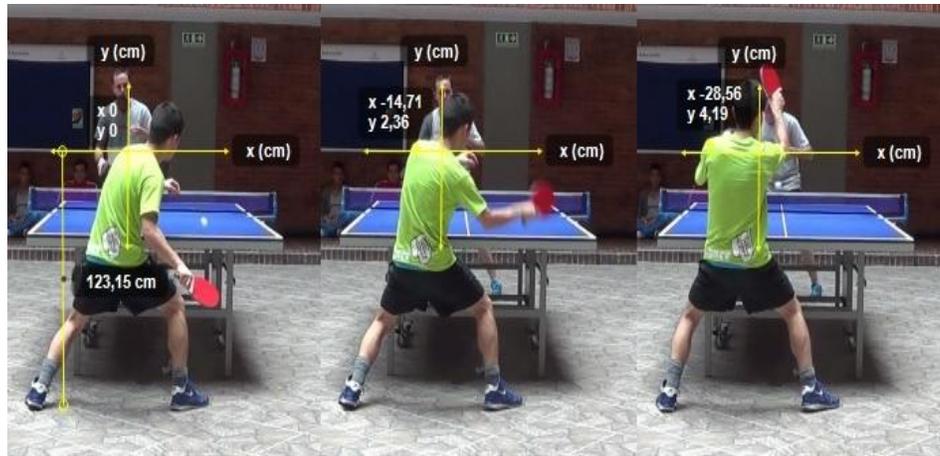


Figura 170. Medición de desplazamientos horizontales (eje x) y verticales (eje y) del hombro izquierdo en las tres fases del gesto técnico de derecha liftada contra una bola con efecto cortado del participante 6.

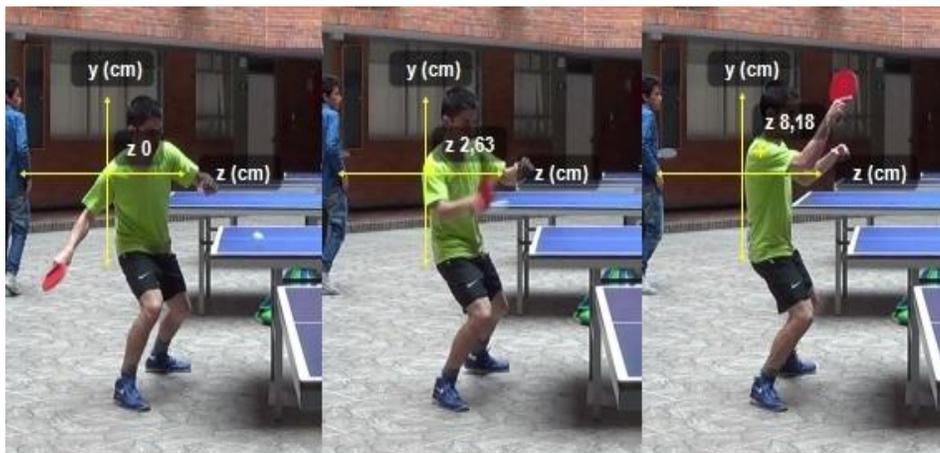


Figura 171. Medición de desplazamientos frontales (eje z) del hombro derecho en las tres fases del gesto técnico de derecha liftada contra una bola con efecto cortado del participante 6.

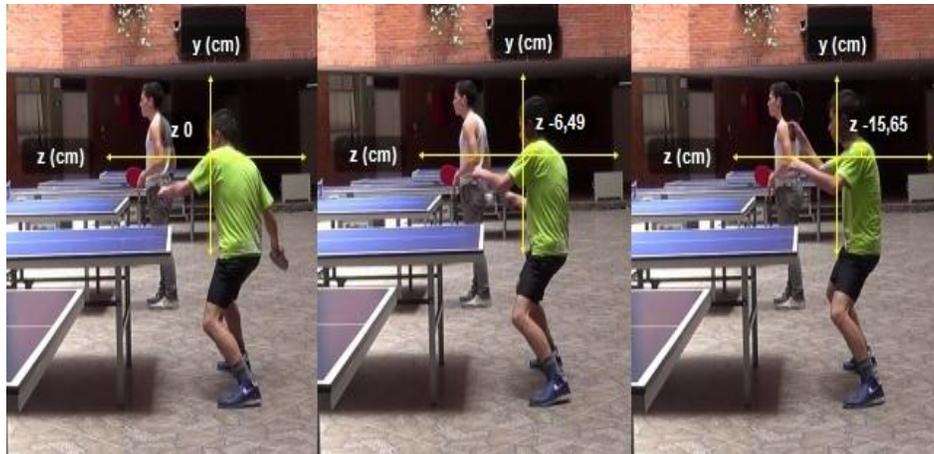


Figura 172. Medición de desplazamientos frontales (eje z) del hombro izquierdo en las tres fases del gesto técnico de derecha liftada contra una bola con efecto cortado del participante 6.

En el participante 6 se apreció un alejamiento de 111,62 cms entre el suelo y su hombro derecho, mientras esta misma superficie tuvo una distancia con su hombro izquierdo de 123,15 cms. En su fase de contacto, el hombro derecho realizó desplazamientos superior de 4,98 cms y frontal anterior de 2,63 cms sin moverse en forma horizontal, mientras que al llegar a la fase de terminación tuvo traslaciones horizontal medial de 11,27 cms, vertical superior de 4,98 cms y frontal anterior de 5,55 cms finalizando el gesto técnico.

Su hombro izquierdo evidenció traslaciones horizontal lateral de 14,71 cms, vertical superior de 2,36 cms y frontal posterior e 6,49 cms en la fase de contacto, para luego llegar a la de terminación donde se apreció desplazamientos horizontal lateral de 13,85 cms, vertical superior de 1,83 cms y frontal posterior de 9,16 cms.

El participante 6 realizó desplazamientos limitados en comparación con el referente de la técnica ideal, con un movimiento a destacar en el avance posterior de su hombro izquierdo, acción que es acorde a la búsqueda en la técnica ideal, no obstante, el resto de progresiones motrices en los hombros no se detallaron en ningún momento en alguna medida cercana a la del jugador referente.

Tabla 37.

Mediciones de desplazamiento de los hombros en las tres fases del gesto técnico de los participantes de tercera categoría

Participante	Participante 5		Participante 6	
Fase de Preparación				
Ubicación	Medición (cm)		Medición (cm)	
Distancia entre el hombro derecho y el suelo	122,83		111,62	
Distancia entre el hombro izquierdo y el suelo	129,36		123,15	
Fase de Contacto				
Desplazamiento	Dirección	Medición (cm)	Dirección	Medición (cm)
Horizontal (eje x) del hombro derecho	lateral (der)	18,39	ninguna	0,00
Horizontal (eje x) del hombro izquierdo	lateral (izq)	9,20	lateral (izq)	14,71
Vertical (eje y) del hombro derecho	inferior	3,56	superior	4,98
Vertical (eje y) del hombro izquierdo	superior	2,67	superior	2,36
Frontal (eje z) del hombro derecho	anterior	4,53	anterior	2,63
Frontal (eje z) del hombro izquierdo	posterior	6,41	posterior	6,49
Fase de Terminación				
Desplazamiento	Dirección	Medición (cm)	Dirección	Medición (cm)
Horizontal (eje x) del hombro derecho	medial	3,56	medial	11,27
Horizontal (eje x) del hombro izquierdo	lateral (izq)	10,98	lateral (izq)	13,85
Vertical (eje y) del hombro derecho	superior	11,87	superior	4,98
Vertical (eje y) del hombro izquierdo	ninguna	0,00	superior	1,83
Frontal (eje z) del hombro derecho	anterior	4,83	anterior	5,55
Frontal (eje z) del hombro izquierdo	posterior	9,91	posterior	9,16

5.2.4.4. Movimientos de flexo extensión de la columna cervical.



Figura 173. Mediciones angulares de flexo extensión de la columna cervical en las tres fases del gesto técnico de derecha liftada contra una bola con efecto cortado del jugador referente de la técnica ideal.

Tabla 38.

Mediciones angulares de flexo extensión de la columna cervical en las tres fases del gesto técnico del jugador referente de la técnica ideal

Participante	Referente de técnica ideal
Fase de Preparación	
Ángulo del segmento cadera-cuello-parietal posterior	171°
Ángulo de flexión del cuello	Flexión 9°
Fase de Contacto	
Ángulo del segmento cadera-cuello-parietal posterior	174°
Ángulo de flexión de cuello	Flexión 6°
Movimiento angular desde la fase de preparación	Extensión 3°
Fase de Terminación	
Ángulo del segmento cadera-cuello-parietal posterior	173°
Ángulo de flexión de cuello	Flexión 7°
Movimiento angular desde la fase de contacto	Flexión 1°



Figura 174. Mediciones angulares de flexo extensión de la columna cervical en las tres fases del gesto técnico de derecha liftada contra una bola con efecto cortado participante 1.

El participante 1 presenta variaciones notables en la posición de su cuello y cabeza, lo cual evidenció movimientos de flexión y extensión de la columna cervical. En la fase de preparación, este participante efectuó una flexión de 22° en esta región de la columna vertebral, incrementándola en la fase de contacto en 15° para llevar al ángulo formado entre el sacro, la vértebra cervical C5 y la región posterior del hueso parietal de la cabeza a 143° y finalizar con una extensión de la sección cervical de 24° , terminando en un ángulo obtuso de 167° del segmento mencionado.

En contraste con el jugador referente de la técnica ideal, el participante realiza exagerados movimientos del cuello y cabeza, teniendo una variación angular acumulada de 39° entre flexiones y extensiones cervicales, mientras que la técnica ideal solo evidencia variaciones mínimas, de 3° entre las fases de preparación y contacto y 1° entre esta última y la fase de terminación, totalizando una variación de 4° entre ambos movimientos.



Figura 175. Mediciones angulares de flexo extensión de la columna cervical en las tres fases del gesto técnico de derecha liftada contra una bola con efecto cortado participante 2.

El participante 2 mantuvo mucho más estable la región cervical de la columna en referencia con el participante 1, demostrando en la ejecución del gesto técnico una flexión ligera aunque constante, ya que inició en el momento de preparación con una flexión cervical de 3° , aumentándola a 10° durante el contacto con la bola, para finalizar en 168° en el momento de terminación del golpe, acumulando una variación total de 9° en todo el gesto. Las mediciones angulares de este participante pueden considerarse como similares con la técnica ideal mostrada por el jugador referente, quien se mantuvo entre los 171° y 174° en todo el gesto, mientras que el participante estuvo entre los 168° y los 177° , cerca del referente a pesar de la diferencia en la progresión de movimientos de flexión continua del participante 2 comparada con una extensión en el contacto y flexión en la terminación.

Tabla 39.

Mediciones angulares de flexo extensión de la columna cervical en las tres fases del gesto técnico de los participantes de primera categoría

Participante	1	2
Fase de Preparación		
Ángulo del segmento cadera-cuello-parietal posterior	158°	177°
Ángulo de flexión del cuello	22°	3°
Fase de Contacto		
Ángulo del segmento cadera-cuello-parietal posterior	143°	170°
Ángulo de flexión de cuello	37°	10°
Movimiento angular desde la fase de preparación	Flexión 15°	Flexión 7°
Fase de Terminación		
Ángulo del segmento cadera-cuello-parietal posterior	167°	168°
Ángulo de flexión de cuello	13°	12°
Movimiento angular desde la fase de contacto	Extensión 24°	Flexión 2°



Figura 176. Mediciones angulares de flexo extensión de la columna cervical en las tres fases del gesto técnico de derecha liftada contra una bola con efecto cortado participante 3.

En el participante 3 se observaron movimientos alternados de flexión y extensión según el momento. En la fase de preparación, inició con una flexión cervical de 14°, la cual aumentó en 17° para el momento de contacto con la pelota llegando a un ángulo de 149° en el segmento sacro - vértebra cervical C5 - región posterior del hueso parietal y finalmente realizó una extensión de 25° del mismo segmento, para culminar evidenciando una flexión de 6°. A diferencia con el jugador referente, quien mantiene una estabilidad en su región cervical, el

participante 3 genera gran variación angular en cada uno de sus movimientos, siendo 17° entre la fase de preparación y la de contacto el cambio en el ángulo de flexión más corto en su gesto técnico, mientras que el referente de la técnica ideal tuvo su mayor aumento angular entre las mismas fases, pero sólo de 3° .



Figura 177. Mediciones angulares de flexo extensión de la columna cervical en las tres fases del gesto técnico de derecha liftada contra una bola con efecto cortado participante 4.

El participante 4 realizó un gesto técnico en el cual mantuvo estabilidad en los movimientos de su región cervical, efectuando variaciones cortas entre fase y fase en sus mediciones angulares. Inició la fase de preparación con un ángulo de flexión cervical de 11° , incrementándolo en 3° en el momento del contacto, para después realizar una extensión cervical de 9° , finalizando con un ángulo de 175° en el segmento sacro - vértebra cervical C5 - región parietal posterior.

Los movimientos de este participante fueron contrarios al orden evidenciado por el referente de la técnica ideal, quien realizó extensión en el contacto y flexión leve en la terminación, mientras que el participante 4 aplicó flexión en el contacto y extensión en la terminación, sin embargo, las medidas angulares de las fases son similares, siendo el ángulo menos obtuso el de la fase de contacto con 166° y el más obtuso el de 175° en la finalización del

gesto, mientras que el jugador referente demostró un ángulo menor de 171° en la preparación y mayor de 174° en el contacto, en el segmento angular antes mencionado.

Tabla 40.

Mediciones angulares de flexo extensión de la columna cervical en las tres fases del gesto técnico de los participantes de segunda categoría

Participante	3	4
Fase de Preparación		
Ángulo del segmento cadera-cuello-parietal posterior	166°	169°
Ángulo de flexión del cuello	14°	11°
Fase de Contacto		
Ángulo del segmento cadera-cuello-parietal posterior	149°	166°
Ángulo de flexión de cuello	31°	14°
Movimiento angular desde la fase de preparación	Flexión 17°	Flexión 3°
Fase de Terminación		
Ángulo del segmento cadera-cuello-parietal posterior	174°	175°
Ángulo de flexión de cuello	6°	5°
Movimiento angular desde la fase de contacto	Extensión 25°	Extensión 9°



Figura 178. Mediciones angulares de flexo extensión de la columna cervical en las tres fases del gesto técnico de derecha liftada contra una bola con efecto cortado participante 5.

El participante 5 efectuó movimientos tanto de flexión como de extensión de la columna cervical durante la ejecución de gesto técnico. Comenzó inició con un ángulo de 170° en el segmento formado entre el hueso sacro - vértebra cervical C5 - región parietal posterior

flexionando la región cervical 10° en la fase de preparación, para posteriormente aumentar esta flexión 5° más y terminar con una extensión de 14° en el momento final de la ejecución. Estos movimientos fueron contrario a los evidenciados por el referente de la técnica ideal, quien a pesar que sus movimientos fueron bastante leves, realizó extensión un la fase de contacto y una muy ligera flexión en la terminación, mostrando un orden inverso al del participante 5.



Figura 179. Mediciones angulares de flexo extensión de la columna cervical en las tres fases del gesto técnico de derecha liftada contra una bola con efecto cortado participante 6.

El participante 6 aplicó durante la progresión de su gesto técnico extensiones continuas desde el momento de inició hasta la finalización del golpe. El ángulo inicial evidenciado es de 159° en el segmento sacro - vértebra cervical C5 - región parietal posterior, debido a la flexión cervical en la fase de preparación de 21° , pasando a 170° en el momento del impacto con la pelota por medio de una extensión de 11° y finalizando con otra extensión de 4° en la terminación del gesto.

Este participante presentó una terminación angular muy similar a la del referente de la técnica ideal, solo diferenciados por 1° de flexión menor en el jugador 6, aunque si se presentó

una diferencia angular notable en la preparación del golpe de 12° menos de flexión cervical del referente.

Tabla 41.

Mediciones angulares de flexo extensión de la columna cervical en las tres fases del gesto técnico de los participantes de tercera categoría

Participante	5	6
Fase de Preparación		
Ángulo del segmento cadera-cuello-parietal posterior	170°	159°
Ángulo de flexión del cuello	10°	21°
Fase de Contacto		
Ángulo del segmento cadera-cuello-parietal posterior	165°	170°
Ángulo de flexión de cuello	15°	10°
Movimiento angular desde la fase de preparación	Flexión 5°	Extensión 11°
Fase de Terminación		
Ángulo del segmento cadera-cuello-parietal posterior	179°	174°
Ángulo de flexión de cuello	1°	6°
Movimiento angular desde la fase de contacto	Extensión 14°	Extensión 4°

Tabla 42.

Matriz categorial de la valoración técnica de los participantes de primera categoría en referencia con la teoría y la técnica del jugador referente.

Categoría	Teoría y Técnica referente	Qué se observó?	Conclusiones
Movimientos en el eje transversal inferior	La progresión motriz desde la fase de inicio hacia la de contacto y terminación, debe evidenciar un inicio con flexión pronunciada de rodillas y depresión de la cadera para generar campo a la extensión continua de rodillas, que combinada con la rotación y elevación simultánea de cadera desemboquen en un movimiento fluido corporal en dirección de la traslación de la raqueta, es decir frontal anterior y vertical superior y efectuar una transferencia del peso corporal del pie del eje sagital corporal que impacta la pelota hacia el que no la	Los participantes mostraron movimientos desiguales en sus gestos. El participante 1 realizó flexión de rodilla, generando la posibilidad de un avance continuo del eje transversal inferior del cuerpo en la fase de preparación, pero la mantuvo durante el contacto, solo extendiendo las rodillas posterior al impacto de la pelota, con un movimiento predominante vertical, casi sin aplicar rotación de cadera y una muy ligera transferencia del peso corporal a la pierna del eje sagital que no impacta la bola. En el caso del participante 2, este efectuó movimientos muy	El participante 1 debe entrenar en el incremento en su rotación de cadera e iniciar la extensión de rodillas desde el momento en que inicie a desplazar la raqueta hacia la pelota, buscando una mayor fluidez del movimiento en dirección también del desplazamiento frontal del brazo y no solo del vertical. De esta forma, el impacto será mayor y la posibilidad de generación tanto de rotación como velocidad aumentará en la trayectoria de la pelota tendrá la posibilidad de ser más directa hacia el lado del rival, disminuyendo el ángulo de proyección, asimismo el

	golpea en el momento de terminación.	limitados en su eje transversal inferior, sólo realizando una leve extensión de rodillas en la fase de terminación, sin mantener algún tipo de apoyo firme en la pierna derecha en la finalización del golpe, por ende, no realizando ninguna transferencia del peso corporal de la pierna izquierda a la derecha el terminar el gesto.	tiempo de rebote y efectuando una mucho mayor transferencia del peso corporal hacia su pierna izquierda en la finalización. En cuanto al participante 2, este debe entrenar en la integración generalizada del eje transversal inferior en el gesto técnico, esto mejorará el resultado del golpe en referencia a una trayectoria de la pelota más directa, profunda y con mayor velocidad y rotación.
Movimientos en el eje transversal superior	La progresión motriz desde la fase de inicio hacia la de contacto y terminación comienza con la extensión del codo de la extremidad que golpea la pelota y la ubicación de la extremidad superior contraria hacia el frente, con depresión mayor en el hombro del eje sagital que impacta la bola, igualando la elevación de ambos hombros en el momento de finalización. La columna cervical se puede flexionar levemente pero debe mantener una medida angular similar en todas las fases, sin flexionarla o extenderla notoriamente. El brazo pasivo se debe mover en la misma dirección que se desplace el hombro derecho, simultáneo a la flexión continua del codo de la extremidad que ejecuta el golpe, llevando la raqueta en dirección de la frente, provocando que esta atraviese ligeramente el eje sagital del cuerpo en la fase de terminación	En el gesto de los participantes de esta categoría, se evidenció el movimiento de la extremidad que golpea la pelota como el mayor punto fuerte de la técnica. Tanto el participante 1 como el 2, realizaron una correcta posición inicial de extensión de codo, siendo esta seguida por una flexión continua en dirección de la frente. También en ambos participantes, se observaron movimientos involuntarios de flexión o extensión de la columna cervical, los cuales por momentos evitan el movimiento fluido del eje superior hacia la dirección en que se desplaza la raqueta. En el caso del participante 1, la flexión cervical mayor se notó al golpear la pelota, mientras que el participante 2 la demostró entre los momentos de contacto y terminación.	En el participante número 1, el desplazamiento vertical del brazo se debe mantener, aunque debe aumentar su traslación frontal para generar un mayor impacto en la bola y reducir el ángulo de proyección, haciendo que la trayectoria de la pelota sea más horizontal, además de incrementar la rotación de la cintura escapular en dirección con el movimiento de la raqueta. También debe evitar realizar flexo extensiones de la columna cervical sin que estas estén integradas a la fluidez del movimiento de todo el eje superior. El participante 2 debe mantener sus acciones motrices de brazo y hombros, no obstante debe integrar el movimiento de la columna cervical dentro del gesto en dirección de la traslación de la raqueta, para que la cabeza no sea un impedimento al momento de ejecutar con fluidez la acción motriz.

Tabla 43.

Matriz categorial de la valoración técnica de los participantes de primera categoría en referencia con la teoría y la técnica del jugador referente.

Categoría	Teoría y Técnica referente	Qué se observó?	Conclusiones
Movimientos en el eje transversal inferior	La progresión motriz desde la fase de inicio hacia la de contacto y terminación, debe evidenciar un inicio con flexión pronunciada de rodillas y depresión de la cadera para generar campo a la extensión continua de rodillas, que combinada con la rotación y elevación simultánea de cadera desemboquen en un movimiento fluido corporal en dirección de la traslación de la raqueta, es decir frontal anterior y vertical superior y efectuar una transferencia del peso corporal del pie del eje sagital corporal que impacta la pelota hacia el que no la golpea en el momento de terminación.	Ambos participantes realizaron una flexión de rodilla con buena depresión de la cadera en el momento de preparación del golpe, más no se evidenció ni en la fase de contacto ni en la terminación, la extensión continua de rodillas referenciada en la teoría en la técnica ideal. El participante 1 aleja en gran cantidad el pie derecho del pie izquierdo y en ningún momento del gesto los acerca para facilitar la extensión notoria de rodillas y consecuente elevación de cadera. Debido a lo anterior, el participante 3 nunca demostró estar cerca de realizar la transferencia de peso corporal de su pierna izquierda a la derecha, manteniendo todo el tiempo el peso en la izquierda, desde el inicio hasta la terminación, solo utilizando la pierna derecha para generar estabilidad. El participante 2 tampoco extendió las rodillas de la forma indicada en la teoría o la técnica referente, incluso efectuando una ligera depresión de cadera por la acción de plantiflexión y dorsiflexión a destiempo de su tobillo izquierdo.	El participante 3 debe mejorar su posición inicial del gesto, evitando separar a esa distancia las extremidades inferiores, no obstante debe mantener la altura inicial de la cadera en referencia con el suelo, aplicando mucho mayor extensión de rodillas continua desde que inicie a desplazar la raqueta hacia el contacto y la terminación. Debe también integrar una mayor traslación de las crestas iliacas para provocar la rotación de la cadera en dirección con el movimiento que está ejecutando y realizar en el orden específico las dorsiflexiones y plantiflexiones necesarias para transferir el peso corporal hacia el eje sagital derecho en la finalización. En cuanto al participante 2, este debe mantener su posición corporal demostrada al inicio del gesto, pero debe trabajar en la sincronización de sus dorsiflexiones y plantiflexiones entre los dos tobillos y una mayor rotación de la cadera para realizar adecuadamente la transferencia de peso corporal de un eje al otro en el momento de terminación.
Movimientos en el eje transversal superior	La progresión motriz desde la fase de inicio hacia la de contacto y terminación comienza con la extensión del codo de la extremidad que golpea la pelota y la ubicación de la extremidad superior contraria hacia el frente, con depresión mayor en el hombro	En el gesto del participante 2, de detalló la prevalencia del movimiento de la extremidad superior izquierda, la cual impacta la pelota, sin embargo, el movimiento del resto del eje superior es insuficiente para apoyar al desplazamiento ágil del brazo.	El participante 3 debe mantener su aceleración de la extremidad superior izquierda en todo el gesto, así como su progresión de flexiones y extensiones, no obstante, debe integrar el resto del eje transversal superior al gesto, controlando las flexiones

	<p>del eje sagital que impacta la bola, igualando la elevación de ambos hombros en el momento de finalización. La columna cervical se puede flexionar levemente pero debe mantener una medida angular similar en todas las fases, sin flexionarla o extenderla notoriamente. El brazo pasivo se debe mover en la misma dirección que se desplace el hombro derecho, simultáneo a la flexión continua del codo de la extremidad que ejecuta el golpe, llevando la raqueta en dirección de la frente, provocando que esta atraviese ligeramente el eje sagital del cuerpo en la fase de terminación.</p>	<p>La extremidad pasiva se encuentra en una posición que impide generar una mayor rotación de la cintura escapular y se evidenció una flexión de columna cervical al momento del golpeo que no pareció hacer parte de una acción motriz continua. No se apreció rotación de la cintura escapular en dirección con el movimiento ni desplazamiento vertical de los hombros. El participante 2 realizó un gesto bastante cercano a lo referido en la técnica ideal, por medio de la rotación de la cintura escapular en dirección del movimiento de la extremidad derecha, aunque presentó falencias en la traslación vertical de todo el eje por falta de impulsión del eje inferior.</p>	<p>cervicales, incrementando la rotación de la cintura escapular y motivando el desplazamiento fluido del hombro izquierdo en dirección de la acción motriz, así como también debe retirar el brazo pasivo del eje de simetría corporal. El participante 2 debe mantener sus movimientos técnicos en el eje superior, ya que están cerca de lo que la teoría y el jugador referente demuestran. El gesto en este eje se puede mejorar aún más incrementando ligeramente la extensión del brazo al momento de preparar el golpe, realizando flexiones continuas hasta la finalización, lo que resultará en un impacto más fuerte, el incremento de velocidad y de rotación de la pelota.</p>
--	--	--	---

Tabla 44.

Matriz categorial de la valoración técnica de los participantes de primera categoría en referencia con la teoría y la técnica del jugador referente.

Categoría	Teoría y Técnica referente	Qué se observó?	Conclusiones
Movimientos en el eje transversal inferior	<p>La progresión motriz desde la fase de inicio hacia la de contacto y terminación, debe evidenciar un inicio con flexión pronunciada de rodillas y depresión de la cadera para generar campo a la extensión continua de rodillas, que combinada con la rotación y elevación simultánea de cadera desemboquen en un movimiento fluido corporal en dirección de la traslación de la raqueta, es decir frontal anterior y vertical superior y efectuar una transferencia del peso corporal del pie del eje sagital corporal que impacta la pelota hacia el que no la golpea en el momento de terminación.</p>	<p>El participante 5 inició el gesto con una posición de preparación con el pie izquierdo apoyado en el suelo muy lejos del derecho, bajando la cadera pero la distancia entre pies evitó la posterior extensión efectiva de las rodillas para transferir el peso corporal hacia el eje izquierdo. En todas las fases de la técnica, demostró una flexión casi invariable de las rodillas, solo modificada en la articulación femorotibial izquierda a consecuencia de una elevación del pie no correspondiente a la técnica. El participante 5 desplaza su cadera de forma horizontal correctamente, pero no logra elevar la cadera por la</p>	<p>El participante 5 debe iniciar el gesto con los pies más cerca, manteniendo baja la cadera y tiene que trabajar en la extensión de sus rodillas continuamente posterior al inicio del golpe. También debe eliminar de su repertorio técnico la elevación del pie izquierdo al momento de impactar la pelota, ya que esto elimina la posibilidad de transferir el peso corporal a este eje una vez se impacta la bola. Debe mantener la rotación lateral de cadera, adicionando la elevación de esta por medio de la extensión de rodillas. El participante 6 debe evitar la rigidez en sus movimientos, así como también debe trabajar en el</p>

		<p>ausencia de extensión de rodillas. El participante 6 evidenció una rigidez importante en la tensión muscular de sus extremidades inferiores, con movimientos muy ligeros de flexión y extensión de las rodillas, insuficientes para elevar la cadera o impulsar el cuerpo en dirección frontal o vertical. No realizó dorsiflexiones o plantiflexiones ni transferencia de peso alguna posterior al contacto.</p>	<p>incremento de sus movimientos de extensión posterior al inicio de la ejecución. Esto último le permitirá elevar la cadera y combinado con una mayor rotación lateral, poder transferir el peso corporal, para lo cual debe adicional acciones de dorsiflexión y plantiflexión del tobillo.</p>
<p>Movimientos en el eje transversal superior</p>	<p>La progresión motriz desde la fase de inicio hacia la de contacto y terminación comienza con la extensión del codo de la extremidad que golpea la pelota y la ubicación de la extremidad superior contraria hacia el frente, con depresión mayor en el hombro del eje sagital que impacta la bola, igualando la elevación de ambos hombros en el momento de finalización. La columna cervical se puede flexionar levemente pero debe mantener una medida angular similar en todas las fases, sin flexionarla o extenderla notoriamente. El brazo pasivo se debe mover en la misma dirección que se desplace el hombro derecho, simultáneo a la flexión continua del codo de la extremidad que ejecuta el golpe, llevando la raqueta en dirección de la frente, provocando que esta atraviese ligeramente el eje sagital del cuerpo en la fase de terminación</p>	<p>El participante 5 realizó una extensión buena del codo derecho en el momento de preparar el golpe, así como también su hombro de este mismo eje está bien posicionado en referencia con el izquierdo. Posterior a la fase de contacto, este participante mantuvo su brazo izquierdo en el eje de simetría corporal lo cual evitó una mayor rotación de la cintura escapular y desplazamiento de hombros. Su desplazamiento de hombro izquierdo es adecuado así como su flexión cervical, que se evidencia estable. El participante 6 a pesar que realizó flexión del codo en el momento de contacto, esta fue leve. Su desplazamiento de hombros es muy ligero y enfocó la mayoría del gesto técnico en el hombro. Al golpear la pelota, evidenció una predominancia de supinación de codo, como método de contrarrestar la rotación hacia abajo de la pelota.</p>	<p>El participante 5 debe mantener la rotación de su cintura escapular, así como también puede aumentar la extensión en la fase de inicio para aplicar flexiones continuas en el contacto y terminación del gesto. Este participante debe evitar mantener inmóvil el brazo izquierdo, ya que pese a que este no golpea la raqueta, tiene una incidencia en la dificultad que presentó para continuar la rotación del eje superior en dirección con el movimiento de la pelota. En cuanto al participante 6, debe incrementar el grado de flexión de codo en las fases de contacto y terminación, así como incrementar el desplazamiento de sus hombros y rotación de la cintura escapular en dirección del movimiento que está ejecutado. Para poder efectuar estas adaptaciones, debe primero implementar los cambios sugeridos en el eje transversal inferior. Adicional a esto, debe primar la pronación de codo para posicionar la raqueta con el ángulo correcto para generar mayor rotación a la pelota.</p>

5.2.5 Descripción de la trayectoria parabólica de la pelota.



Figura 180. Mediciones cinemáticas de la trayectoria parabólica de la pelota desde la fase de contacto hasta el momento de rebote en el lado de la mesa del oponente del jugador referente de la técnica ideal.

Tabla 455.

Trayectoria, alcance máximo horizontal y vertical, ángulo de proyección y tiempo de llegada al lado contrario de la pelota en la ejecución del jugador referente de la técnica ideal.

Participante	Jugador referente de la técnica ideal
X max (cm)	242,38
Y max (cm)	12,87
Ángulo de proyección	10°
Tiempo de llegada de la bola (seg)	0,31



Figura 181. Mediciones cinemáticas de la trayectoria parabólica de la pelota desde la fase de contacto hasta el momento de rebote en el lado de la mesa del oponente del participante 1.

En la trayectoria de la pelota hacia el lado del oponente del participante 1, consecuente con la ejecución técnica de derecha contra corte, se observa un avance vertical superior al eje horizontal del golpe 18,50 cms, influenciado por la fuerza generada en el golpe y el ángulo inicial de proyección de la bola. El desplazamiento lineal de la pelota desde la vertical del eje de impacto fue de 250,72 cms.

Comparando esta trayectoria con la del jugador referente, se observa que el tiempo de llegada de la bola al otro lado de la mesa es bastante similar, solo diferenciado por 0,05 segundos más en el caso del participante 1, demostrando este último un ángulo de proyección mayor por 4° y un alcance también mayor por 8,34 cms. Esta diferencia angular puede ser la causa de la diferencia en avance horizontal de la pelota.

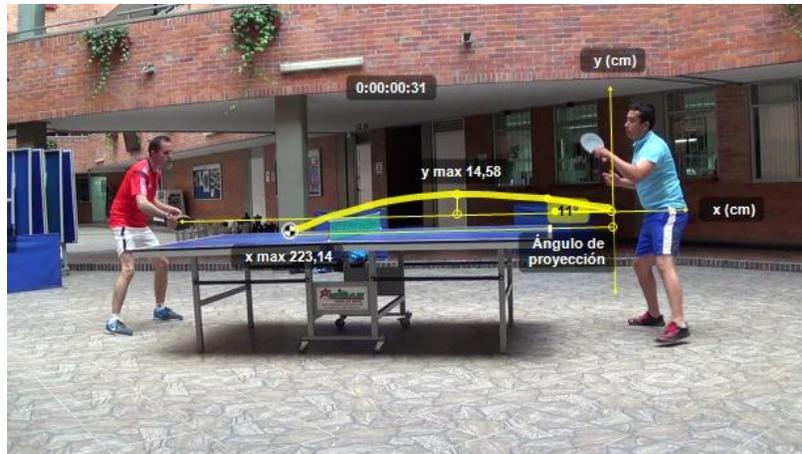


Figura 182. Mediciones cinemáticas de la trayectoria parabólica de la pelota desde la fase de contacto hasta el momento de rebote en el lado de la mesa del oponente del participante 2.

En la ejecución técnica del participante 2, el ángulo de proyección fue de 11° , logrando un avance horizontal de 223,13 cms, el más corto entre todos los participantes, con una altura máxima de 14,58 cms y una duración de 0,31 segundos. Estas mediciones son similares a las del jugador referente de la técnica ideal en cuanto a tiempo de rebote de la pelota posterior al impacto y ángulo de proyección inicial, el cual solo es diferente por 1° más en el golpe del participante. No obstante, la bola avanzó 19,24 cms menos, lo que indicó una menor aplicación de fuerza en el contacto entre la pelota y la raqueta.

Tabla 46.

Trayectoria, alcance máximo horizontal y vertical, ángulo de proyección y tiempo de llegada al lado contrario de la pelota en la ejecución de los participantes de la primera categoría.

Participante	1	2
X max (cm)	250,72	223,14
Y max (cm)	18,5	14,58
Ángulo de proyección	14°	11°
Tiempo de llegada de la bola (seg)	0,36	0,31



Figura 183. Mediciones cinemáticas de la trayectoria parabólica de la pelota desde la fase de contacto hasta el momento de rebote en el lado de la mesa del oponente del participante 3.

El ángulo de proyección evidenciado en el golpe del participante 3, es el mayor de todos los participantes, siendo de 19° , lo cual influyó para alcanzar una altura máxima de 24,5 cms, también un punto máximo entre la totalidad de la población analizada. Esto fue determinante en la duración de vuelo de la pelota posterior al contacto, siendo esta de 0,43 segundos. El alcance máximo lineal horizontal fue de 257,41 cms.

En comparación con el jugador referente ideal, todas las mediciones fueron mayores, tanto el ángulo de proyección, con un incremento de 9° , casi el doble del referente, un avance vertical mayor en 11,38 cms, también cercado al doble del jugador de la Selección Colombia, el tiempo aumentó en 0,12 segundos y el avance horizontal lo hizo en 15,03 cms más.



Figura 184. Mediciones cinemáticas de la trayectoria parabólica de la pelota desde la fase de contacto hasta el momento de rebote en el lado de la mesa del oponente del participante 4.

En el caso del participante 4, se detalló el tiempo más largo en rebotar la pelota después del contacto con la raqueta entre todos los participantes, con 0.45 segundos, también presentando un ángulo de proyección alto, de 15° y una altura máxima en la trayectoria de la bola de 24,87 cms. El avance horizontal de la pelota fue de 232,61 cms.

Similar al participante 3, en este desplazamiento angular de la pelota se observó una mayor curvatura vertical en la dirección en que la pelota se trasladó hacia el lado contrario de la mesa, incidiendo esto directamente en el tiempo de rebote del elemento. Comparativamente, el jugador referente de la técnica ideal de nuevo presentó valores en general menores, a excepción del avance horizontal, con una diferencia a favor del referente de 9,77 cms. El ángulo de proyección del participante es 4° mayor al del referente y su alcance vertical superó al jugador de la técnica ideal en 12 cms, también teniendo una demora mayor de 0,14 segundos para rebotar en el lado opuesto de la mesa.

Tabla 47.

Trayectoria, alcance máximo horizontal y vertical, ángulo de proyección y tiempo de llegada al lado contrario de la pelota en la ejecución de los participantes de la segunda categoría.

Participante	3	4
X max (cm)	257,41	232,61
Y max (cm)	24,25	24,87
Ángulo de proyección	19°	15°
Tiempo de llegada de la bola (seg)	0,43	0,45



Figura 185. Mediciones cinemáticas de la trayectoria parabólica de la pelota desde la fase de contacto hasta el momento de rebote en el lado de la mesa del oponente del participante 5.

El participante 5, generó una trayectoria de la pelota con un ángulo de proyección de 12° , creando una altura máxima de 16,99 cms y alcance horizontal lineal de 252,49 cms. Su tiempo de rebote posterior a la fase de contacto fue de 0,33 segundos.

Esta ejecución mostró similitudes en cuanto al tiempo de rebote, solo 0,02 segundos mayor al del jugador referente de la técnica ideal, así como 2° de incremento en la proyección angular inicial de la pelota al ser impactada. La ligera diferencia en tiempo se pudo presentar debido a la mayor altura de la pelota, 3,12 cms mayor en el caso del participante, provocando esto también un mayor alcance horizontal lineal, de 10,11 cms.



Figura 186. Mediciones cinemáticas de la trayectoria parabólica de la pelota desde la fase de contacto hasta el momento de rebote en el lado de la mesa del oponente del participante 6.

El tiempo de rebote del participante 6 fue el menor entre todos los participantes en esta investigación, incluido el jugador referente de la técnica ideal. Esto se debió al punto de golpeo de la pelota, más cercano a la superficie de la mesa que el resto de jugadores, quienes dejaron avanzar más la bola antes de impactarla. El participante obtuvo un ángulo de proyección de 8° , un alcance vertical de 10,55 cms y horizontal de 247,80. Todas las mediciones a excepción del alcance horizontal de la pelota, fueron menores en la ejecución del participante 6, quien generó una proyección angular 2° menor, una altura máxima 2,22 cms inferior y un tiempo más corto en 0,03 segundos en contraste con el jugador referente.

Tabla 48.

Trayectoria, alcance máximo horizontal y vertical, ángulo de proyección y tiempo de llegada al lado contrario de la pelota en la ejecución de los participantes de la tercera categoría.

Participante	5	6
X max (cm)	252,49	247,80
Y max (cm)	16,99	10,55
Ángulo de proyección	12°	8°
Tiempo de llegada de la bola (seg)	0,33	0,28

6. Conclusiones

6.1. En referencia a la caracterización de las fases del gesto técnico analizado

Las diferentes fases del golpe de derecha liftada como respuesta a una bola proveniente con efecto cortado, fueron observadas con claridad gracias a la metodología e instrumentos aplicados en esta investigación, lo cual permitió distinguir claramente cada momento de la ejecución técnica, sus similitudes, diferencias y características evidenciadas por los diferentes participantes en esta investigación, incluyendo al jugador referente de la técnica ideal.

Se observó en cada fase del gesto, la implicación que tuvieron los diferentes segmentos corporales en algunos jugadores, sus variaciones y progresiones angulares a medida que el golpe avanzó y la consecuencia directa de la ejecución técnica, expresada en la velocidad, distancia, trayectoria recorrida por la pelota, así como también el tiempo que demoró la pelota para rebotar en el lado contrario de la mesa, lo que demostró que el Tenis de Mesa es uno de los deportes que exige mayor velocidad de reacción para contestar efectivamente golpes del jugador rival, siendo este espacio temporal de respuesta menor a medio segundo.

6.2. En referencia a la clasificación categorial de los jugadores del equipo de Tenis de Mesa de Uniminuto.

Se pudo concluir que la clasificación por categorías en la Selección de Tenis de Mesa de UNIMINUTO no está directamente relacionada con la calidad técnica de los deportistas, sino con sus resultados en los diferentes torneos interuniversitarios organizados por el Grupo Cerros a lo largo del año. No obstante, si se detalló en los jugadores de cada categoría, una diferencia en efectividad en el golpe, logrando las dos categorías más altas un mayor porcentaje de pelotas que llegan a rebotar en el lado opuesto de la mesa, mientras que la tercera tuvo un descenso

porcentual importante en este aspecto.

Técnicamente, a diferencia del jugador referente de la técnica ideal, en la totalidad de los participantes se observó la presencia de movimientos involuntarios en varios de sus segmentos corporales, siendo el más recurrente la flexión en la columna cervical y otros como la elevación del pie del eje sagital contrario a aquel que ejecuta el golpe a la pelota o la depresión de cadera en momentos que el gesto técnico presenta elevación progresiva.

6.3. En referencia a la detección de aciertos y falencias de los jugadores de la selección de Tenis de Mesa de Uniminuto.

Se pudo definir que la totalidad de participantes del equipo de Tenis de Mesa de UNIMINUTO presentes en esta investigación, tienen su mayor fortaleza en la aceleración, dirección y progresión angular en el movimiento del brazo que ejecuta la acción de impactar la bola, aunque este no es acompañado debidamente de una fluidez corporal en dirección de la realización del gesto. Sin embargo, el 50% de participantes de cada categoría, realizó movimientos mucho más activos que sus pares de la misma categoría en ambas extremidades inferiores, siendo este el caso de los participantes 1, 4 y 5, quienes efectuaron una integración mucho mayor de sus piernas a la realización del gesto técnico. Los participantes 2, 3 y 6 demostraron una menor variación angular en sus movimientos de las extremidades inferiores en las diferentes fases del gesto, lo cual es un factor determinante en la efectividad del gesto si se tiene en cuenta que los mismos jugadores que integraron activamente sus piernas a la técnica son los mismos que presentaron un mayor porcentaje de llegada de la pelota al lado contrario de la mesa. El mayor factor a desarrollar dentro de los 6 integrantes estudiados, radica en los movimientos de circunducción de cadera, los cuales fueron claramente demostrados en los gestos técnicos que se observaron en el jugador de la Selección Colombia de Tenis de Mesa y referente

de la técnica ideal para esta investigación. Estos movimientos fueron solo vistos por momentos en el participante 4, quien a pesar de demostrar desplazamientos importantes en sus crestas iliacas, lo hace en dirección predominantemente horizontal, sin presentar una progresión vertical importante en la misma dirección que se mueve el brazo al desarrollar el golpe. Integrar la circunducción de la cadera puede aportar un gran beneficio al desarrollo técnico de los jugadores del equipo de Tenis de Mesa de UNIMINUTO.

6.4. Discusión

Los hallazgos dentro de esta investigación tienen diferentes aportes tanto dentro del ámbito tenismesístico como fuera del mismo.

En el contexto de esta disciplina deportiva, se refuerza la creciente idea que las tecnologías de información y comunicaciones, T.I.C.S, son una herramienta que cuenta cada vez con más aplicación dentro de la búsqueda del rendimiento deportivo, en este caso, el análisis computacional de la toma de video en Tenis de Mesa. Se confirma que dentro del contexto estudiado de UNIMINUTO, pese a contar con herramientas de este tipo que claramente pueden ayudar al desarrollo técnico de un jugador tanto en el aprendizaje de la disciplina como en su perfeccionamiento, siguen siendo subutilizadas al punto de contar con ellas muy esporádicamente, hecho que plantea la posibilidad de su aplicación para el mejoramiento continuo del rendimiento del equipo.

A nivel técnico, se creó un paralelo de similitudes y diferencias entre los participantes estudiados y lo que se denominaría una técnica ideal, para lo cual se tomó un jugador referente de la Selección Colombia. A pesar de presentar varios aspectos parecidos tanto en la técnica como en el tiempo de duración del gesto y de trayectoria de la pelota, esta investigación plantea la necesidad de analizar factores adicionales al gesto técnico, que influyen directamente en el

resultado de la ejecución, tales como los desplazamientos previos al golpe, la ubicación de la pelota y la velocidad de desplazamiento y rotación con que proviene la misma.

En UNIMINUTO, el equipo universitario de Tenis de Mesa cuenta con recursos de calidad, tanto humanos como materiales, para continuar los programas actuales de desarrollo deportivo y complementarlos con el uso del análisis de video como medio de reforzamiento de fortalezas, así como de detección de falencias buscando un continuo y progresivo mejoramiento del rendimiento individual y colectivo, que seguramente resultará en el incremento positivo de obtención de medallas en torneos no solo del Grupo Cerros sino de otras redes interuniversitarias. Esto aumentará el ya excelente desempeño de la Selección de Tenis de Mesa de UNIMINUTO en cuestión de resultados, para convertir el creciente programa institucional de este deporte en uno de los mejores a nivel local y nacional.

7. Prospectiva.

La generación de este estudio como antecedente investigativo de la aplicación del análisis biomecánico de video en el deporte, sirve como ejemplificación de los métodos y procedimientos tecnológicos que se pueden aplicar para sustentar el mejoramiento de programas deportivos, sea cual sea su nivel de desarrollo, siempre en aras de buscar un incremento en el rendimiento de los deportistas, sea cual sea su disciplina.

La variedad de gestos técnicos presentes en el Tenis de Mesa, abre posibilidades de profundización de esta investigación por medio del análisis de otros gestos del Tenis de Mesa, como los golpes con corte, ejecuciones de revés liftado, remates, servicios pendulares o directos y más, inherentes también de forma permanente a la práctica de esta disciplina deportiva, así como también la aplicación de esta investigación a otros contextos, como las representaciones locales, departamentales e incluso nacionales en sus diferentes categorías, especialmente las

menores cuando los jugadores están en su etapa de formación deportiva y adquieren destrezas motrices que aplicarán posteriormente en competencia.

Adicional a la aplicación de este tipo de estudios en ámbitos deportivos, este trabajo propone dos aspectos complementarios, el primero, la continuación en la generación e investigación teórico práctica en el deporte de Tenis de Mesa, la cual es bastante escasa no sólo a nivel local sino a nivel nacional e internacional, y el segundo, la posibilidad dentro del campo de la ingeniería de UNIMINUTO, de diseñar espacios con material especializado exclusivamente en analizar el movimiento en los diferentes campos deportivos, tal como marcadores electrónicos o laboratorios multi cámaras de alta velocidad.

Referencias.

Alcaraz P, (2009), *Adaptaciones cinemáticas, cinéticas y antropométricas tras un entrenamiento de corta duración con arrastres de trineo en atletas entrenados* (Tesis doctoral). Universidad Católica San Antonio de Murcia, España.

Angulo, R (2013), *Mejoramiento de las condiciones biomecánicas de los puestos de trabajo en el área de producción de la empresa A.S.A Industries* (Tesis de pregrado). Universidad Autónoma de Occidente, Santiago de Cali.

Blazevich, A. (2007). *Biomecánica Deportiva*. Badalona, Editorial Paidotribo.

Carazo A, (2004), *Análisis biomecánico de los golpes clear, drop y remate en bádminton* (Tesis doctoral). Universidad de Granada, España.

Córdova E, (2012), *La biomecánica aplicada al fútbol y su incidencia en la técnica del golpe en balón parado en los jóvenes de 13 a 16 años de la escuela de iniciación deportiva de Liga Deportiva Cantonal de Archidona, en el período mayo - septiembre del 2012* (Tesis de pregrado). Universidad Técnica de Ambato, Ecuador.

Coros, C (2010), *Biomecánica y marcadores de estrés musculoesquelético: análisis cinemático del lanzamiento con estólica* (Tesis de pregrado). Universidad del Chile, Chile.

Díaz, N (2010), *Estudio biomecánico de mujeres colombiana para el análisis del síndrome de dolor patelofemoral* (Tesis de maestría). Universidad del Valle, Santiago de Cali.

Floría P, (2006), *Análisis biomecánico del lanzamiento de disco. Categorización de variables de eficacia de la técnica* (Tesis doctoral). Universidad Autónoma de Madrid, España.

Galindo W, Gómez I, (2008), *Caracterización digital de la biomecánica de los gestos deportivos para tenis* (Tesis de pregrado). Universidad Manuela Beltrán, Bogotá.

González, M. (2001) *Análisis de la Biomecánica de la marcha en individuos normales clasificados según somatotipo* (Tesis de pregrado). Universidad Manuela Beltrán, Bogotá.

Guerra, M. (2010). *Manual de Publicaciones de la American Psychological Association*. México D.F. Editorial El Manual Moderno.

Guzmán, A. (2007). *Manual de Fisiología Articular*. Bogotá, Editorial El Manual Moderno.

Izquierdo, M. (2008). *Biomecánica y bases neuromusculares de la actividad física y el deporte*. Madrid. Editorial Médica Panamericana.

JaggedTranslates. (2013, 04,03). *Ma Long's Instructional* [Archivo de video]. Recuperado de <https://www.youtube.com/watch?v=ddVvXRh1UeY>

Jarmey, C. Myers, T. (2009). *El libro conciso del cuerpo en movimiento*. Barcelona, Editorial Paidotribo.

Kapandji, A. (2007). *Fisiología articular, 6ta edición, tomos 1*. Madrid, Editorial Médica Panamericana.

Kapandji, A. (2010). *Fisiología articular, 6ta edición, tomos 2*. Madrid, Editorial Médica Panamericana.

Lagos, C. (2008) *Caracterización digital de la biomecánica de los gestos deportivos para el voleibol* (Tesis de pregrado). Universidad Manuela Beltrán, Bogotá.

López J, (2000), *Análisis biomecánico de las mañas de la lucha leonesa* (Tesis doctoral). Universidad de León, España.

Manrique, J. (2013) *Caracterización digital de la biomecánica de los gestos para la disciplina del Taekwondo* (Tesis de pregrado). Universidad Manuela Beltrán, Bogotá.

Molano, N. (2008). *Examen muscular y valoración de la movilidad articular*. Armenia, Editorial Kinesis.

Molodzoff, P. (2008). *Manual de Entrenamiento Avanzado*. International Table Tennis Federation.

Mosquera M, (2014), *Cinemática y cinética del pie y su relación con el rendimiento y las lesiones en atletas de resistencia* (Tesis doctoral). Universidad da Coruña, España.

Ogueta, A (2014), *Adaptación, validación y aplicación de una nuevo tecnología para valorar la biomecánica de la carrera de resistencia* (Tesis doctoral). Universidad del León, España.

Pineda, Y. (2009) *Caracterización digital de la biomecánica de los gestos deportivos para el fútbol* (Tesis de pregrado). Universidad Manuela Beltrán, Bogotá.

Polo, M (2007), *Influencia de variables biomecánicas y fisiológicas sobre el rendimiento deportivo de atletas en silla de ruedas. Optimización del rendimiento de un atleta de étilé mundial* (Tesis doctoral). Universitat de Valencia, España.

Pradas, F. (2009). *Metodología del Tenis de Mesa*. Sevilla. Editorial Deportiva Wanceulen

Quinayás, C (2010), *Diseño y construcción de una prótesis robótica de mano funcional adaptada a varios agarres* (Tesis de maestría). Universidad del Cauca, Popayán.

Ríos, M (2013), *Análisis, desarrollo y evaluación de un plan de entrenamiento sobre bicicletas*

estáticas "E.S.B.E" (Tesis de maestría). Universidad de la Plata, Argentina.

Riveros, M. (2009). *Biomecánica aplicada a la Actividad Física y el Deporte*. Bogotá, Editorial de la Universidad Santo Tomás.

Roa I, Monroy G, Parra, A (2007), *Caracterización y estandarización de la técnica deportiva del tenis de mesa en deportistas de rendimiento desde la óptica fisioterapéutica* (Tesis de pregrado). Universidad Manuela Beltrán, Bogotá.

Sampieri, R. Collado, C. y Baptista M. (2010). *Metodología de la investigación, 5ta edición*. México D.F., Editorial McGraw Hill.

Thomas, J. Nelson, j. (2007). *Métodos de investigación en Educación Física*. Barcelona, Editorial Paidotribo.

Wall E. (2012, 05,07). *Ma Long topspin 5*. [Archivo de video]. Recuperado de <https://www.youtube.com/watch?v=jO0cVyr2po>