

## ANÁLISIS CINEMÁTICO DE LA TÉCNICA TAI OTOSHI

### **Información Importante**

La Universidad Santo Tomás, informa que el (los) autor (es) ha (n) autorizado a usuarios internos y externos de la institución a consultar el contenido de este documento a través del Catálogo en línea de la Biblioteca y el Repositorio Institucional en la página Web de la Biblioteca, así como en las redes de información del país y del exterior con las cuales tenga convenio la Universidad.

Se permite la consulta a los usuarios interesados en el contenido de este documento, para todos los usos que tengan finalidad académica, nunca para usos comerciales, siempre y cuando mediante la correspondiente cita bibliográfica se le dé crédito al trabajo de grado y a su autor.

De conformidad con lo establecido en el Artículo 30 de la Ley 23 de 1982 y el artículo 11 de la Decisión Andina 351 de 1993, la Universidad Santo Tomás informa que “los derechos morales sobre documento son propiedad de los autores, los cuales son irrenunciables, imprescriptibles, inembargables e inalienables.”

Bibliotecas Bucaramanga

Universidad Santo Tomás

**ANÁLISIS CINEMÁTICO DE LA TÉCNICA TAI OTOSHI**

**Análisis Cinemático de la Técnica Tai Otoshi en una Deportista de Alto Rendimiento de la  
Liga Santandereana de Judo**

**Julián Andrés Arenas Salazar, Ana Carolina Martínez Forero y**

**Jahir Alberto Noriega Villamizar**

**Trabajo de grado para optar el título de Profesional en Cultura Física, Deporte y  
Recreación**

**Directora**

**Carolina Anaya Niño**

**Universidad Santo Tomas Bucaramanga**

**División de Ciencias de la Salud**

**Facultad Cultura Física, Deporte Y Recreación**

**2015**

## ANÁLISIS CINEMÁTICO DE LA TÉCNICA TAI OTOSHI

**Contenido**

Introducción .....	10
1. Formulación del problema.....	11
2. Justificación.....	13
3. Objetivos.....	15
3.1 Objetivo General: .....	15
3.2 Objetivos Específicos:.....	15
4. Marco Teórico .....	16
4.1 Generalidades de la Biomecánica .....	16
4.2 Mediciones usadas en Biomecánica.....	17
4.3 Cinemática.....	18
4.3.1 Cinemática rotatoria .....	19
4.3.2 Angulo articular.....	20
4.4 Instrumentación en la Biomecánica Deportiva .....	22
4.5 Software .....	23
4.6 El judo como arte marcial.....	24
4.6.1 Breve Historia del Judo .....	24
4.6.2 Las Siete Katas del Judo.....	25
4.6.3 El Tai Otoshi.....	26

## ANÁLISIS CINEMÁTICO DE LA TÉCNICA TAI OTOSHI

5. Materiales y Métodos.....	27
5.1 Tipo de estudio .....	27
5.2 Población y muestra. ....	27
5.2.1 Criterios de inclusión.....	27
5.2.2 Criterios de Exclusión .....	27
5.3 Variables de estudio. ....	27
5.4 Licencia del Software.....	30
5.5 Procedimiento.....	30
5.6 Consideraciones éticas .....	30
6 Resultados y discusión.....	31
6.2 Breve descripción de la técnica Tai Otoshi.....	43
7. Conclusiones.....	45
Bibliografía .....	46

**Lista de tablas**

Tabla 1. Operacionalización de las variables de estudio .....	28
Tabla 2. Características biomecánicas de la fase inicial de la técnica Tai Otoshi .....	32
Tabla 3. Descripción de los ángulos articulares y músculos que participan en la técnica Tai Otoshi durante la fase inicial .....	34
Tabla 4. Características biomecánicas de la fase intermedia de la técnica Tai Otoshi .....	37
Tabla 5. Descripción de los ángulos articulares y músculos que participan en la técnica Tai Otoshi durante la fase intermedia .....	38
Tabla 6. Características biomecánicas de la fase final de la técnica Tai Otoshi. .....	40
Tabla 7. Descripción de los ángulos articulares y músculos que participan en la técnica Tai Otoshi durante la fase final .....	41

## ANÁLISIS CINEMÁTICO DE LA TÉCNICA TAI OTOSHI

**Lista de figuras**

Figura 1. Fase inicial de la técnica de Tai Otoshi .....	32
Figura 2. Fase intermedia de la técnica de Tai Otoshi .....	36
Figura 3. Fase final de la técnica de Tai Otoshi.....	40

## ANÁLISIS CINEMÁTICO DE LA TÉCNICA TAI OTOSHI

### **Dedicatoria**

Este trabajo está dedicado a mis padres Ricardo y Marcela, por su apoyo incondicional, por su constancia, su cariño, porque siempre están presentes sirviendo de guía y de luz. Por inspirar y creer no solo en mí sino en mis amigos, para hacer de nuestros sueños una realidad. A mi tía Ray porque siempre ha sido un apoyo desde que empecé a entrenar y a competir, y por sus eternos cuidados.

## ANÁLISIS CINEMÁTICO DE LA TÉCNICA TAI OTOSHI

### **Agradecimientos**

A Dios y a la Virgen María, Por darnos la sabiduría y la paciencia para afrontar las dificultades y permitirnos llegar a este momento y la bendición de cumplir nuestras metas y sobre todo por su inmenso amor.

A nuestros padres, por ese apoyo y amor incondicional que nos brindaron, por sus consejos por su cariño, porque nos enseñaron con hechos el luchar por cumplir nuestras metas y sobre todo porque nunca tuvieron un no como respuesta en nuestras dificultades.

A la Universidad, por crear este espacio en el cual nos hemos podido desarrollar como personas y profesionales integrales que a través de esta carrera vamos a aportar soluciones al departamento y al país.

A los docentes, por ir de la mano con nosotros y convertirse en algo más que un profesor, gracias por ser nuestros amigos y nuestra guía en este camino que ahora es compartido (Luis Gabriel, Guillermo, Osmany, Sandra, Félix, Fausto, Alejandro y nuestros profesores de Humanidades).

A la profesora Carolina, por su invaluable ayuda y su paciencia.

A los profesores Baudilio Hernández y Yadinys Amaris, por su participación en este proyecto, sin ustedes no habría sido posible, muchas gracias por su entrega, dedicación, constancia, perseverancia, pasión y amor a este deporte, gracias por siempre dejar el nombre de Santander y Colombia en los más alto del pódium. Y a Juan Carlos Tello, que también hizo parte de este trabajo y al igual que a Yadinys, gracias por todo su esfuerzo para mantener a nuestro departamento y a nuestro país brillando con sus victorias, su camino a recorrer aún es largo pero lleno de muchos éxitos.



## ANÁLISIS CINEMÁTICO DE LA TÉCNICA TAI OTOSHI

### Resumen

El objetivo de este trabajo fue analizar la técnica de Judo Tai Otoshi ejecutado por una deportista de alto rendimiento. Los resultados de esta prueba han permitido describir de una forma más precisa la técnica ya que dentro de la literatura consultada existen pocos estudios relacionados a esta técnica, por tanto es difícil establecer comparaciones de este con otros publicados. El análisis cinemático se llevó a cabo utilizando la técnica de fotogrametría y video. Para facilitar el análisis cinemático de la técnica del Tai Otoshi se dividió en 3 fases: inicial, intermedia y distal. En cada una de las fases se hace la descripción del movimiento, los aspectos biomecánicos, la descripción de los ángulos articulares y los músculos que participan en el desarrollo del movimiento.

**Palabras Claves:** Angulo, Angulo articular, Biomecánica, Cinemática, Judo y Tai Otoshi.

## ANÁLISIS CINEMÁTICO DE LA TÉCNICA TAI OTOSHI

### **Introducción**

El Judo es uno de los cuatro deportes de combate que está dentro del programa olímpico desde 1.964, ganando popularidad no solo en Asia, también en Europa y América. Otro reconocimiento importante se lo otorgo la UNESCO en 1996, como “Deporte ideal para la infancia”, ya que ésta disciplina promueve el autocontrol personal, también el respeto al reglamento y al contrario, características que también intenta difundir la UNESCO (Georgina Santuré, 2013). En Colombia este deporte se ha hecho conocido con gran fuerza después de los Juegos Olímpicos de Londres 2012 gracias a Yuri Alvear al obtener la medalla de bronce en la categoría de menos de 70 kg, pero antes de Yuri fue Lisseth Johana Orozco en los Juegos Olímpicos de Atenas 2004 quien marco la historia del Judo femenino colombiano al ser la primera mujer de este deporte en clasificarse a unas olimpiadas con 17 años. Otra deportista que le rinde honores a Colombia es Yadinys Amaris que también hizo parte de la delegación colombiana en Londres 2012 compitiendo en la categoría de menos de 57 kg. Para este proyecto se planteó como objetivo el análisis cinemático de una técnica de Judo, el Tai Otoshi, el cual es ejecutado por una deportista de alto rendimiento de la Liga Santandereana de Judo, que en este caso es Yadinys Amaris. Este trabajo es un estudio descriptivo tipo reporte de caso, está pensado para describir la cinemática del movimiento y para ello se va a utilizar el software Kinovea, el cual es de acceso libre. (Jorge Enrique Correa, 2003) y permite realizar análisis biomecánicos sencillos con el objetivo de evaluar los gestos deportivos ofreciendo secuencias de movimiento de las capturas realizadas.

## ANÁLISIS CINEMÁTICO DE LA TÉCNICA TAI OTOSHI

### 1. Formulación del problema

Dentro de las ciencias aplicadas al deporte se encuentra la Biomecánica, esta aplica las leyes de la mecánica a las estructuras vivas, en especial el aparato locomotor del cuerpo humano (Suarez, 2009, pág. 9). La Biomecánica es una rama de la kinesiología, que tiene como objetivo evaluar la relación entre los movimientos ejecutados y el gasto de energía implicado en su ejecución, con la finalidad de optimizarlo (Repetto, 2005, pág. 7). En el campo deportivo, la biomecánica aplicada al ejercicio integra el estudio del movimiento humano durante la realización de la actividad física, el ejercicio y el deporte. La biomecánica evalúa las técnicas deportivas sobre una base lógica (Suárez, 2009, pág. 9).

Por esta razón, la biomecánica es una disciplina útil para analizar una técnica específica de Judo, mediante la descripción cinemática del movimiento. Por otro lado, la cinemática es la rama de la biomecánica que estudia las leyes del movimiento de los cuerpos sin considerar las causas que lo originan (las fuerzas) y se limita, esencialmente, al estudio de la trayectoria en función del tiempo (William F. Riley, 1994). El análisis a partir de la cinemática informa el movimiento a partir del dominio descriptivo (posición, desplazamiento lineal, desplazamiento angular, movimientos articulares, velocidad, y aceleración).

Ahora bien, en el Judo existen diferentes técnicas, sin embargo en la literatura revisada se ha hecho hincapié en el análisis de la técnica de Uchi Mata, por tanto se busca ser el punto de partida del análisis de la técnica de Tai Otoshi, la cual hace parte importante en un combate y tiene características complejas que vale la pena estudiar.

## ANÁLISIS CINEMÁTICO DE LA TÉCNICA TAI OTOSHI

Con lo anterior surge la preocupación de realizar un análisis biomecánico de la técnica de Tai Otoshi en una deportista élite de judo, para poder responder a la siguiente pregunta de investigación:

***¿Cuáles son las características cinemáticas de la técnica de judo Tai Otoshi?***

## ANÁLISIS CINEMÁTICO DE LA TÉCNICA TAI OTOSHI

### 2. Justificación

El presente proyecto se desarrolló dentro de las actividades del grupo de investigación de la Facultad de Cultura Física, Deporte y Recreación: Ser, Cultura y Movimiento, en la línea de expresiones motrices dentro de la sublínea físico deportiva y el análisis biomecánico.

La técnica de Judo Tai Otoshi, es una técnica compleja que implica la participación de los dos participantes de una competencia y no ha sido descrita previamente en la literatura científica. Con el análisis biomecánico de la técnica de Tai Otoshi se busca describir la cinemática del movimiento, mediante el uso de software de análisis de movimiento, llamado Kinovea el cual es de acceso libre. (Jorge Enrique Correa, 2003), el cual brinda información sobre el desplazamiento lineal, desplazamiento angular y momentos articulares.

Para este estudio se escogió a la deportista Yadinys Amaris ya que es un gran referente dentro del deporte en Santander y Colombia, además de contar con innumerables participaciones en campeonatos a nivel suramericano, centroamericano, panamericano, mundiales y Juegos Olímpicos y por ultimo porque cumple con los criterios de inclusión del estudio (deportista activa de la Selección Santander, práctica deportiva mínima de tres años consecutivos y convocada a Selección Colombia).

Dentro de las estadísticas que se encuentran de este deporte en competencias mundiales y olímpicas no se encuentra el número de veces que esta técnica ha sido empleada en un combate y si ha servido para ganar, pero se pueden nombrar algunos de los deportistas que más destacados que la han ejecutado en instancias importantes, como es el caso de la japonesa Ryoko Tamura en la semifinal de los Juegos Olímpicos de Atenas 2004 y el ruso Mikhael Pulyaev también en

## ANÁLISIS CINEMÁTICO DE LA TÉCNICA TAI OTOSHI

semifinales en el Grand Prix en Rabat, Marruecos 2015. Si bien esta técnica no goza de mucha popularidad, ciertamente es muy usada por los atletas de esta disciplina alrededor del mundo.

El estudio de los movimientos articulares aplicados en la técnica de Tai Otoshi son de agarre y posición del cuerpo, por lo consiguiente su análisis permitirá mejorar la ejecución de dichos movimientos para que la técnica sea más precisa, de igual forma será posible determinar los factores que influyen en ésta con el objetivo de prevenir las lesiones articulares y mejorar el rendimiento de los practicantes de Judo.

### 3. Objetivos

#### 3.1 Objetivo General:

- Describir las características cinemáticas del gesto deportivo de judo Tai Otoshi en un deportista de alto rendimiento.

#### 3.2 Objetivos Específicos:

- Describir las características antropométricas de un deportista de alto rendimiento de la Liga de Judo de Santander.
- Establecer las fases del movimiento de la técnica Tai Otoshi en un deportista de alto rendimiento de la Liga de Judo de Santander.
- Describir los músculos implicados en las fases de movimiento de la técnica Tai Otoshi en un deportista de alto rendimiento de la Liga de Judo de Santander.
- Determinar los desplazamientos angulares de la técnica Tai Otoshi en un deportista de alto rendimiento de la Liga de Judo de Santander.

#### 4. Marco Teórico

##### 4.1 Generalidades de la Biomecánica

La combinación de las palabras “Biología” y “Mecánica” dan como resultado el concepto de lo que es Biomecánica. Esta tiene como objetivo analizar el movimiento citoesqueletico humano con una aproximación cuantitativa de sus causas, manifestaciones, ejecución y efectos. Se define como el área de estudio de la estructura y función del sistema locomotor humano usando herramientas como el conocimiento y los métodos mecánicos (Suárez, 2009, pág. 9). Es importante destacar que “el desarrollo de este campo de estudio se da por la combinación de los conocimientos sobre la biología, las propiedades materiales del esqueleto, el sistema neuromuscular y las leyes y principios de mecánica clásica” (Suarez, 2009, pág. 9).

La biomecánica tiene como objetivo principal evaluar la relación entre el movimiento ejecutado y el gasto de energía implicado en su realización; con la finalidad de optimizarlo (máximo rendimiento posible) y evitar lesiones. Para ello se centra en el estudio de las fuerzas aplicadas, diseño y las posibilidades de movimiento del cuerpo en cuestión (Repetto, 2005, pág. 7). Para llevar a cabo ese estudio la mecánica se divide en tres partes muy importantes: Cinemática (descripción), Dinámica (causas) y Estática (diseño) (Repetto, 2005, pág. 7).

Para el estudio del movimiento humano la biomecánica utiliza dos procedimientos: el análisis cuantitativo y el cualitativo. Para el análisis cuantitativo implica la descripción de los movimientos del cuerpo en términos numéricos (Suarez, 2009, pág. 9). Mientras que el análisis cualitativo el movimiento no se basa en una representación numérica, sino en la habilidad del



## ANÁLISIS CINEMÁTICO DE LA TÉCNICA TAI OTOSHI

entrenador para reconocer los momentos críticos de la ejecución o gesto deportivo (Suarez, 2009, pág. 9).

La biomecánica no solo se limita a los entrenadores deportivos, de ella también participan profesionales de otras áreas como médicos, ingenieros aeroespaciales, ingenieros biomédicos, fisioterapeutas y cirujanos ortopédicos, por mencionar algunos (Suarez, 2009, pág. 6). Para el biomecánico deportivo el estudio de las características físicas del cuerpo humano y los principios de la mecánica pueden ser usados para marcar la efectividad de los movimientos que ejecuta su atleta. Attinger en 1984 plantea una definición que tiene relación con la actividad física: “Análisis formal y cuantitativo de las relaciones entre la estructura y la función de los tejidos vivos y la aplicación de los resultados en el ser humano sano o enfermo” (Zatsiorski, 1989).

En la eficacia de un movimiento se relaciona el concepto de trabajo y energía, ya que un movimiento eficiente es aquel que para producir una cantidad determinada de trabajo se utiliza un mínimo de esfuerzo (energía).

### **4.2 Mediciones usadas en Biomecánica**

Las mediciones principalmente usadas son las magnitudes las cuales incluyen:

1. Cantidades Escalares: Que solo poseen un número que indica la cantidad y una unidad de medida.
2. Vectores: A las cantidades que poseen un número que indica cantidad, una unidad de medida, una dirección y un sentido.

Las formas de movimiento que es posible analizar en la biomecánica de un gesto deportivo son:

## ANÁLISIS CINEMÁTICO DE LA TÉCNICA TAI OTOSHI

1. **Traslación:** Es cuando un cuerpo mueve todas sus partes de manera que todas recorren el mismo espacio, en la misma dirección e intervalo de tiempo.
2. **Rotación:** Es cuando todas las partes de un cuerpo se mueven a lo largo de una trayectoria circular alrededor de una línea (eje de rotación), con el mismo ángulo, al mismo tiempo.
3. **Movimiento Mixto o General:** Un ejemplo sería cuando un ciclista traslada su tronco en una trayectoria casi rectilínea, mientras que sus piernas realizan movimientos rotatorios.  
(Suarez, 2009, págs. 16-17)

### 4.3 Cinemática

Es una rama de la biomecánica que se encarga de describir los movimientos sin tener en cuenta sus causas. Está relacionada con los movimientos lineales y curvilíneos (Suarez, 2009, pág. 17). El movimiento es descrito como la variación de posición que experimenta un cuerpo en el transcurso del tiempo con respecto a un marco de referencia (Suarez, 2009, pág. 17).

Según Suarez, en su libro biomecánica del deporte y control del entrenamiento de 2009, nos dice que el “movimiento se define como la variación de posición que experimenta un cuerpo en el transcurso del tiempo con respecto a un marco de referencia”.

Las siguientes variables se estudian en la cinemática:

- **Temporales:** Tiempo, frecuencia y periodo.
- **Espaciales:** Distancia y desplazamiento.
- **Espacio-Temporales:** Velocidad, rapidez y aceleración.

En las variables temporales, la unidad de medida internacional para tiempo es el segundo. Para medidas mayores se utilizan el minuto, la hora, el día, el mes o el año, mientras que para las

## ANÁLISIS CINEMÁTICO DE LA TÉCNICA TAI OTOSHI

medidas menores las décimas de segundo, las centésimas o las milésimas de segundo (Suarez, 2009, pág. 17)

Las variables espaciales se refieren a cuando un cuerpo realiza una variación de posición en el espacio durante un determinado tiempo y con respecto a un punto de referencia, se habla de que el cuerpo recorrió una distancia o que hizo un desplazamiento (Suarez, 2009, pág. 18).

- Distancia: Es la sumatoria de los cambios de posición de un objeto en el espacio recorrido, que se hace sin tener en cuenta su dirección (Suarez, 2009, pág. 18).
- Desplazamiento: Es la diferencia de posición inicial comparada con la posición final (Suárez, 2009, pág. 18).

Las variables espacio-temporales, son las variables que no solo tienen en cuenta la variación espacial que sufre un cuerpo respecto al marco de referencia, sino que además la relacionan con el tiempo empleado para dicho movimiento (Suárez, 2009, pág. 19).

### **4.3.1 Cinemática rotatoria**

La cinemática rotatoria está relacionada con los movimientos de tipo angular, esta describe los movimientos angulares sin tener en cuenta su causa (Suarez, 2009, pág. 26).

Se desarrollan las siguientes variables:

Para las variables temporales, la unidad internacional básica de medida del tiempo es el segundo.

Otras medidas mayores son el minuto, la hora, el día, la semana, el mes o el año. Medidas menores son las décimas de segundo, las centésimas o las milésimas de segundo (Suarez, 2009, pág. 26).

## ANÁLISIS CINEMÁTICO DE LA TÉCNICA TAI OTOSHI

Cuando un cuerpo experimenta una rotación en el espacio, durante un determinado tiempo y con respecto a un marco de referencia, se habla de que el cuerpo recorrió un ángulo o que realizó un desplazamiento angular, por tanto estas serán las variables espaciales (Suárez, 2009, pág. 26).

- Distancia angular: hace referencia a la sumatoria de ángulos recorridos sin tener en cuenta su dirección (Suarez, 2009, pág. 27).
- La unidad internacional de medida angular es el grado. Una revolución o giro completo tiene 360°. Existe también el radián. El radián (rad) equivale a 57.3 ° o 0.16 revoluciones (Suarez, 2009, pág. 27).

Finalmente, las variables espacio temporales, son aquellas que no sólo tienen en cuenta la variación espacial que sufre un cuerpo con respecto al marco de referencia fijo, sino que además la relacionan con el tiempo empleado para dicho movimiento.

Tenemos las siguientes formulas

- Rapidez:  $\sigma = \text{distancia angular} / \text{tiempo}$
- Velocidad resultante:  $w = \text{desplazamiento angular} / \text{tiempo}$
- $W = \text{ángulo final} - \text{ángulo inicial} / \text{tiempo final} - \text{tiempo inicial}$

### 4.3.2 Angulo articular.

El ángulo óptimo articular es definido como la posición articular donde se alcanza el pico máximo de momento de fuerza (Brockett, 2001, pág. 783). Dentro de la bibliografía internacional se alude a este concepto como “optimun angle” y “angle of peak torque”.

El ángulo articular óptimo se refiere a la posición articular y se utiliza para conseguir una referencia externa del grado de estiramiento del complejo musculo-tendón. Sin embargo, este no debe confundirse con la longitud muscular óptima, que expresa la distancia donde se produce la

## ANÁLISIS CINEMÁTICO DE LA TÉCNICA TAI OTOSHI

máxima tensión de una fibra y/o un sarcomero medida a velocidad igual a cero. El ángulo articular óptimo surge de la contribución del complejo musculo-tendón y la longitud óptima (Rubio Sobrino P, 2012, pág. 65).

La práctica deportiva a largo plazo puede generar modificaciones de la estructura del musculo y en la rigidez del tendón que pueden incidir en la manifestación del ángulo articular. (Herzog W, 1991, pág. 1289)

Para describir las capacidades de fuerza del deportista en las diferentes partes del movimiento normalmente se utiliza el término “curva de la fuerza”. La curva de la fuerza es un esquema del momento que resulta respecto al eje que atraviesa la articulación de acuerdo con los cambios del ángulo articular. La selección del índice para determinar las capacidades de fuerza del deportista (fuerza, N) o el momento resultante (N/m) depende de los dispositivos utilizados (Platonov, 2001, pág. 511). La cuestión principal es la metodología para determinar el ángulo articular con el fin de conocer su forma en cada momento concreto del ejercicio. Para definir la forma articular se utilizan los ángulos anatómico y formado. El método escogido para determinar el ángulo (Rubio Sobrino P, 2012, págs. 65-72) articular condiciona la forma de curva de la fuerza, dado que la utilización del ángulo anatómico o formado determina su dinámica contraria (Platonov, 2001, pág. 511).

El cuerpo humano es una estructura dinámica que ocupa un lugar en el espacio y por ello es necesario localizarlo, situarlo de manera eficiente y rápida, utilizando planos y ejes (J. L. Lopez, 2006, págs. 21-26). “El sistema de referencia será necesario para especificar la posición del cuerpo, de un segmento o de un objeto, así como para describir si ocurren cambios en su posición” (Izquierdo, 2008). Se acepta universalmente un sistema cartesiano espacial con tres ejes de rotación denominados transversal, sagital y vertical, que permiten respectivamente el

## ANÁLISIS CINEMÁTICO DE LA TÉCNICA TAI OTOSHI

movimiento en tres planos denominados sagital, frontal y transversal (Manuel Gullén del Castillo, 2002) .

El ángulo articular es la relación espacial que hay entre los ejes mecánicos de dos huesos (o segmentos anatómicos) que se articulan. Se trata de un ángulo que forman instantáneamente dos huesos, por lo que no debe confundirse con el rango angular de movimientos, que es el conjunto de valores angulares que va describiendo una palanca anatómica desde su posición inicial o de referencia hasta una nueva posición de análisis (Juan Cancio Arcila Arango, 2012).

### **4.4 Instrumentación en la Biomecánica Deportiva**

Los instrumentos desarrollados para el análisis biomecánico y deportivo se crearon cuando se logró que las bases del conocimiento de la mecánica estuvieran muy bien estructuradas. Siendo el caso se tendría que mencionar las Leyes de Newton (1642-1727), estas fueron una gran contribución al estudio de la mecánica del movimiento. Desde sus precursores Aristóteles (384-322 a.C), Leonardo Da Vinci (1452-1519), Galileo Galilei (1564-1642), René Descartes (1596-649) y Giovanni Borrelli (1608-1689), la biomecánica ha utilizado conocimientos de la mecánica, para el desarrollo de las técnicas y metodologías para el estudio de los seres vivos (Belloch, 2007, págs. 26-41).

En la medida que el deporte se ha profesionalizado ha aumentado la exigencia técnica y táctica de los deportistas en entrenamientos y en competencia. Esto ha llevado a que las otras especialidades como la fisiología, psicología, didáctica y nutrición, que van ligadas al deporte también avancen (Belloch, 2007, págs. 26-41).

Entre las principales herramientas y técnicas instrumentales destacan:

## ANÁLISIS CINEMÁTICO DE LA TÉCNICA TAI OTOSHI

a) Las destinadas al análisis cinemático del movimiento: las cuales describen el movimiento, sin tener en cuentas las causas que lo producen o afectan. En este estudio, las variables frecuentemente analizadas están relacionadas con el tipo de desplazamientos, velocidades y aceleraciones (Belloch, 2007, págs. 26-41).

b) Las destinadas al análisis cinético del movimiento: las cuales permiten obtener información sobre las causas (cargas mecánicas) que generan el movimiento, o las producidas durante el mismo. Para esto se analizan fuerzas, momentos o presiones que actúan en el cuerpo humano tras su interacción con el medio (Belloch, 2007, págs. 26-41).

Para este proyecto de grado se va a emplear la fotogrametría y cinematografía en análisis biomecánicos. Es así que a partir del desarrollo de las cámaras fotográficas, la biomecánica atlética aporta conocimientos, en distintas disciplinas deportivas, mediante el análisis de variables cinemáticas de interés como: la posición del centro de gravedad, posición y rangos de movimiento en determinadas articulaciones y velocidad. (Belloch, 2007, págs. 26-41).

Para el caso se va a utilizar una cámaras, que permite la digitalización de las imágenes para la realización de un análisis plano (2D) de los ángulos articulares de la técnica de Judo Tai Otoshi.

### **4.5 Software**

Para la evaluación de la técnica Tai Otoshi se empleara el software de análisis de movimiento llamado Kinovea el cual es de acceso libre. (Jorge Enrique Correa, 2003).

## ANÁLISIS CINEMÁTICO DE LA TÉCNICA TAI OTOSHI

### 4.6 El judo como arte marcial.

#### 4.6.1 Breve Historia del Judo

El fundador del Judo, el maestro Jigoro Kano, nació el 28 de abril de 1.860 en Mikage (Hyogo) Japón. En su juventud el práctico diferente artes marciales haciendo mayor énfasis en el Jiu-Jitsu debido a que era de una constitución física débil. Estudio en la Universidad de Tokyo, Ciencias Políticas y Económicas (1.877). Posteriormente fue nombrado Consejero del Ministro de Educación. También ocupó el cargo de Director de algunos Colegios de Enseñanza y de la Escuela Normal Superior de Tokyo. Fue traductor de lenguas extranjeras. En 1.882 abrió su propio Dojo (sala, patio, recinto, etc.), llamado *KODOKAN*, que en sus partes traduce: *KO*= educación, pequeña; *DO*= camino, vía; *KAN*= escuela. Su objetivo era la formación integral tanto de estudiantes y maestros.

Desde el año 1.890 el Judo es adoptado como deporte oficial por la policía y es incluido es sus programas de entrenamiento. A partir de 1.907 el Judo es aceptado en todas las Escuelas Elementales de Japón como un deporte de gran valor educativo. En 1.912 inicia su proceso de difusión del deporte en Estados Unidos y Europa, logrando así ser el primer japonés miembro del Comité Olímpico Internacional y en 1934 solicita que Japón sea la sede de la doceava edición de las Olimpiadas. Finalmente fallece en 1.938 a bordo de un buque en su viaje de regreso de El Cairo, en donde había dado unas conferencias sobre el espíritu del Judo. En Judo es incluido dentro del programa Olímpico en 1964 con solo tres categorías de peso y solo en la rama masculina. Para los Juegos Olímpicos de Seúl, en 1988, se incluye como deporte de exhibición en la rama femenina catapultándolo en 1992 en los Juegos Olímpicos de Barcelona en el programa oficial. Este deporte aun se ha mantenido dentro del programa oficial del Comité Olímpico Internacional. (Nadal, 2005, págs. 51-53).



#### 4.6.2 Las Siete Katas del Judo

En Japón la palabra *Kata* significa “*Forma Básica o Fundamental*”. Una *Kata* de Judo solo es la demostración práctica de una forma básica o fundamental de defensa o ataque, en la que el ataque depende de la defensa y viceversa. La parte que defiende, ejecuta y demuestra la técnica más conveniente a emplear se le llama *TORI* (el que toma). La parte que ataca se llama *UKE* (el que recibe), el que se rinde. Todas las *Katas* constituyen una escuela en primer lugar de lo que puede llamarse Judo Progresivo de desplazamiento y *taisabaki*. En Japón existen muchas *Katas* de Judo pero las más conocidas, las que más se estudian y las representativas del espíritu y el estilo de esta lucha son siete. Cada una tiene un objeto, papel y ritmo diferentes, así como también los medios de ataque y de defensa de sus ejecutores. (Kawaishi, 1.956, pág. 7).

- **Primera Kata:** “*NAGE NO KATA*”, *Kata* de Lanzamiento. Aplicación ideal de las reglas teóricas de los lanzamientos.
- **Segunda Kata:** “*KATAME NO KATA*”, *Kata* sobre el tapiz. Estudio práctico y teórico de los ataques y defensas del Judo en el tapiz; Inmovilización, Estrangulación y Dislocación.
- **Tercera Kata:** “*GONOSSEN NO KATA*”, *Kata* de los Contra-ataques. Contra-ataques fundamentales del Judo en pie (*Tachiwaza*).
- **Cuarta Kata:** “*KIME NO KATA*”, *Kata* de Autodefensa. Métodos eficaces y simples de defensa contra ataques de mano desnuda o armas blancas, ya sea en pie o sentado.
- **Quinta Kata:** “*ITSUTSU NO KATA*”, *Kata* de los Cinco Principios. Comprende solo cinco movimientos y es la síntesis de todas las formas fundamentales del *TAI SABAKI*.
- **Sexta Kata:** “*JU NO KATA*”, *Kata* de la Flexibilidad. Técnicas seleccionadas para entrenarse en el ataque, defensa y empleo eficaz de los desplazamientos y energía.

## ANÁLISIS CINEMÁTICO DE LA TÉCNICA TAI OTOSHI

- **Séptima Kata:** “*KOSHIKI NO KATA*”, Kata Antigua. Constituye el entrenamiento preparatorio para el combate y la síntesis de los principios del Judo, aproximándose al combate real.

### 4.6.3 El Tai Otoshi

De las Katas mencionadas anteriormente, en la Tercera Kata se encuentra la Técnica de Judo que es objeto de este trabajo de grado, esta técnica se llama *TAI OTOCHI (Derribo)*. Se ubica en el quinto lugar en orden de inicio como respuesta al ataque de *UKE* con la técnica de *KO SOTO GAKE (Zancadilla de Tobillo)*. A continuación una descripción de la técnica:

1. *TORI* se encuentra en postura neutral. (Kawaishi, 1.956, pág. 113).
2. *UKE* ataca a *TORI* con *el KO SOTO GAKE*, aplicando su pierna izquierda a la derecha de *TORI*. (Kawaishi, 1.956, pág. 113).
3. *TORI* da media vuelta hacia su izquierda apoyándose sobre su pie izquierdo. (Kawaishi, 1.956, pág. 113).
4. Al mismo tiempo, con sus muñecas amplía y desvía aún más, el movimiento frontal de *UKE*, acabando por voltear a *UKE* hacia su derecha mediante la aplicación a la derecha del *TAI OTOSHI* (Kawaishi, 1.956, pág. 113).

## **5. Materiales y Métodos**

### **5.1 Tipo de estudio**

Se realizó un estudio descriptivo tipo reporte de caso.

### **5.2 Población y muestra.**

Se seleccionó una muestra por conveniencia, de una deportista perteneciente a liga Santandereana de Judo que cumplió con los siguientes criterios de selección.

#### **5.2.1 Criterios de inclusión**

- Deportista activa de la Selección de Judo de Santander.
- Práctica deportiva de mínimo 3 años consecutivos.
- Haber sido convocado a la Selección Colombia de Judo.

#### **5.2.2 Criterios de Exclusión**

- Presentar lesiones musculoesqueléticas en los últimos 6 meses.
- Práctica interrumpida del deporte en los últimos 6 meses.

### **5.3 Variables de estudio.**

Para el análisis de la información se incluyeron las siguientes variables:

- Sociodemográficas: registro del género (masculino/femenino) y la edad en años.
- Deportivas: tiempo de practica (meses), frecuencia de entrenamiento (días por semana), convocatorias a la selección Colombia (número de veces)

## ANÁLISIS CINEMÁTICO DE LA TÉCNICA TAI OTOSHI

- Antropométricas: peso (kilogramos), talla (metros), IMC ( $\text{Kg/m}^2$ ).
- Cinemáticas: ángulos articulares, movimiento articular y músculos implicados.
- Fase del gesto deportivo: definición de fase inicial, intermedia y final para realizar el análisis de los ángulos articulares.

**Tabla 1.****Operacionalización de las variables de estudio**

<b>Variable</b>	<b>Definición</b>	<b>Instrumento de Medición</b>	<b>Unidad de medida</b>	<b>Naturaleza</b>	<b>Escala de Medición</b>
Edad	Tiempo que ha vivido una persona u otro ser vivo contando desde su nacimiento.	Encuesta	años	Cuantitativa	Razón
Género	Género al que pertenece la persona.	Encuesta	Masculino Femenino	Cualitativa	Nominal
Tiempo de práctica	Tiempo que lleva la persona practicando Judo.	Encuesta	años	Cuantitativa	Razón
Frecuencia de entrenamiento	Número de veces que aparece, sucede o se realiza una cosa durante un período o un espacio determinados.	Encuesta	Horas/semana	Cuantitativa	Razón

## ANÁLISIS CINEMÁTICO DE LA TÉCNICA TAI OTOSHI

Convocatoria selección Colombia	Número de veces que ha sido llamada a pertenecer a la Selección Colombia de Judo.	Encuesta	No. de veces	Cuantitativa	Razón
Peso	Sirve para denominar a la masa (la cantidad de materia que está presente en un cuerpo).	Báscula Tanita	Kg	Cuantitativa	Razón
Talla	Medida de la estatura del cuerpo humano desde los pies hasta el techo de la bóveda del cráneo.	Estadiometro	m	Cuantitativa	Razón
IMC	Índice de Masa Corporal. Es un indicador simple de la relación entre el peso y la talla que se utiliza frecuentemente para identificar el sobrepeso y la obesidad en los adultos.	Cálculo matemático	Kg/m <sup>2</sup>	Cuantitativa	Razón
Desplazamiento angular	Descripción de los ángulos relativos en cada fase de	Software Kinovea	Grados (°)	Cuantitativa	Razón

## ANÁLISIS CINEMÁTICO DE LA TÉCNICA TAI OTOSHI

	movimiento.				
Fases del gesto deportivo	División del gesto deportivo en fases para poder realizar el análisis.	Software Kinovea	Fase inicial Fase intermedia Fase final	Cualitativa	Ordinal

#### 5.4 Licencia del Software.

Para el análisis de los ángulos articulares se usó el software Kinovea, el cual es de acceso libre y permite a los profesionales del deporte realizar análisis biomecánicos sencillos con el objetivo de evaluar los gestos deportivos. Ofrece secuencias de movimiento de las capturas realizadas.

#### 5.5 Procedimiento

Después de la aceptación voluntaria a participar, se realizó la firma del consentimiento informado. En primer lugar se realizó el registro de las variables sociodemográficas y antropométricas del deportista. Posteriormente se ubicaron los marcadores en las prominencias óseas de referencia: vértebra cervical C7, hombro, codo, muñeca, cadera, rodilla, tobillo y quinto metatarsiano, con el objetivo de facilitar la visualización de los segmentos en el video.

El video fue grabado en formato .avi y posteriormente fue exportado al software para realizar el análisis correspondiente.

#### 5.6 Consideraciones éticas

Según la resolución 8430 de 1993, esta investigación se clasificó como Riesgo Mínimo, porque consistió en la evaluación de un gesto deportivo y no se realizó ninguna intervención que modificará la condición de la deportista. Se obtuvo el consentimiento informado para la toma de imágenes en foto y video.

## 6 Resultados y discusión

Se realizó la toma del video en la deportista de Judo de género femenino de 31 años de edad, quien ha desarrollado la práctica del Judo durante los últimos 17 años. La frecuencia de entrenamiento actualmente es a doble jornada de lunes a sábado. Ha participado en la Selección Colombia desde la categoría juvenil a partir de los 16 años. Ha sido campeona nacional, campeona nacional en Juegos Nacionales por cuatro ediciones consecutivas, campeona Panamericana, Centroamericana y Suramericana, medallista en campeonatos mundiales y participó en los Juegos Olímpicos de Londres 2012.

Las características antropométricas determinada fueron el peso (56 Kg), talla (1,68 m) y el IMC es de 19,8Kg/m<sup>2</sup>.

Para facilitar el análisis cinemático la técnica del Tai Otoshi fue dividida en 3 fases: inicial, intermedia y distal.

**Fase inicial:** En esta fase se genera el movimiento de impulso y avance, con el objetivo de aumentar la energía cinética para iniciar el movimiento. (Figura 1)

Duración: 3 segundos.

## ANÁLISIS CINEMÁTICO DE LA TÉCNICA TAI OTOSHI



**Figura 1. Fase inicial de la técnica de Tai Otoshi**

**Tabla 2.**

**Características biomecánicas de la fase inicial de la técnica Tai Otoshi**

Descripción del Movimiento	Aspectos Biomecánicos
<p>Apoyo bipodal en posición de paso con apoyo simétrico en las extremidades.</p> <p>El tronco se mantiene en una posición neutra, con una ligera inclinación hacia la pierna de soporte anterior. La cabeza permanece alineada con el tronco.</p> <p>El miembro superior de forma bilateral inicia</p>	<p>El centro de gravedad se desplaza ligeramente hacia delante y hacia la pierna que permanece en apoyo anterior.</p> <p>En la posición de paso se observa que la pierna que permanece anterior realiza el apoyo sobre el retropié, en tanto que la pierna que permanece atrás lo hace sobre el antepié.</p>



## ANÁLISIS CINEMÁTICO DE LA TÉCNICA TAI OTOSHI

<p>el movimiento desde la posición anatómica y al iniciar el gesto realiza una flexión del hombro con ligera abducción y rotación externa, el codo permanece en extensión mientras que la muñeca realiza una extensión ligera.</p> <p>Los miembros inferiores al inicio del gesto mantienen la posición bípeda con los pies apoyados al mismo nivel, al iniciar la técnica de Tai Otoshi el miembro inferior izquierdo realiza el balanceo para alcanzar una postura de flexión, adducción y rotación neutra de la cadera, la rodilla adopta una posición de semiflexión y el pie realiza el movimiento de dorsiflexión. Se observa que el apoyo de esta extremidad se realiza principalmente a nivel del retropié. La pierna que permanece atrás (Miembro inferior derecho) realiza extensión de cadera, ligera semiflexión de rodilla y dorsiflexión mecánica del cuello de pie.</p>	<p>Esta posición hace que la deportista sea estable en dirección anterolateral y mediolateral, dado que la base de soporte está determinada por el ancho de los hombros.</p> <p>Esta posición permite realizar el impulso necesario para la siguiente fase del gesto de Tai Otoshi.</p>
--	---

## ANÁLISIS CINEMÁTICO DE LA TÉCNICA TAI OTOSHI

**Tabla 3.**

**Descripción de los ángulos articulares y músculos que participan en la técnica Tai Otoshi durante la fase inicial**

<b>Articulación</b>	<b>Movimiento</b>	<b>Grados de movimiento</b>	<b>Músculos implicados</b>
Glenohumeral	Flexión MSI MSD	0-95° 0-99°	La flexión del hombro es realizada principalmente por los músculos deltoides anterior, cabeza larga del bíceps y coracobraquial.
Humeroulnar	Extensión MSI MSD	0° 0°	La extensión del codo de forma concéntrica la realizan los músculos tríceps braquial y anconeo,
Radiocarpiana	Extensión MSI MSD	0-20° 0-23°	En este movimiento participan los músculos extensor ulnar y radial del carpo, así como el extensor común de los dedos.

## ANÁLISIS CINEMÁTICO DE LA TÉCNICA TAI OTOSHI

Coxofemoral	Flexión MII	0-40°	El movimiento de flexión es realizado principalmente por el músculo psoas iliaco, pectíneo y recto anterior del cuádriceps. La pierna que realiza la extensión contrae concéntricamente los músculos glúteo mayor e isquiotibiales.
	Extensión MID	0-5°	
Femorotibial	Flexión	0-5°	Los músculos que participan son los isquiotibiales (semitendinoso, semimembranoso y bíceps braquial), al ser tan pocos grados de movimiento también se activan los gastronemios,
	MII	0-5°	
	MID	0-7°	
Talotibiofibular	Dorsiflexión		El movimiento de dorsiflexión es facilitado por la contracción del
	MII	0-10°	
	MID	0-20°	

## ANÁLISIS CINEMÁTICO DE LA TÉCNICA TAI OTOSHI

			músculo tibial anterior y extensor propio del hallux.
--	--	--	---

**Fase intermedia:** fase en la que se presenta un giro sobre el apoyo unipodal para alcanzar el objetivo principal del movimiento, mediante la realización de movimiento coordinado.

Duración: 1,3 segundos



**Figura 2.** Fase intermedia de la técnica de Tai Otoshi

## ANÁLISIS CINEMÁTICO DE LA TÉCNICA TAI OTOSHI

**Tabla 4.****Características biomecánicas de la fase intermedia de la técnica Tai Otoshi**

<b>Descripción del Movimiento</b>	<b>Aspectos Biomecánicos</b>
<p>Durante esta fase el cuerpo realiza un giro de aproximadamente 180° sobre la extremidad inferior derecha</p> <p>El tronco y la cabeza se mantienen alineados.</p> <p>El miembro superior izquierdo realiza un movimiento más amplio de abducción y rotación externa, el codo y la muñeca permanecen en la misma posición de la fase anterior. En el miembro superior derecho a parte del movimiento de abducción y rotación externa del hombro, el codo realiza un movimiento de flexión.</p> <p>La extremidad inferior izquierda realiza el movimiento de abducción y flexión de cadera, en la deportista se observa que en la rodilla existe un ligero valgo, el pie permanece en posición de apoyo neutra, sin embargo se aumenta levemente el ángulo de progresión o valgo del pie. El miembro inferior derecho aumenta la abducción de cadera, se agudiza el valgo de rodilla, dado que el apoyo sobre el pie se da en la región medial.</p>	<p>El centro de gravedad continua su desplazamiento anterior y lateral.</p> <p>En esta fase se observa una alta carga en valgo sobre la rodilla de la deportista, la cual está influenciada por el apoyo del pie.</p> <p>La base de sustentación se aumenta gracias a los movimientos de abducción tanto del hombro como de la cadera.</p>

**Tabla 5.**

**Descripción de los ángulos articulares y músculos que participan en la técnica Tai Otoshi durante la fase intermedia**

<b>Articulación</b>	<b>Movimiento</b>	<b>Grados</b>	<b>Músculos implicados</b>
Glenohumeral	Abducción		Para completar el movimiento de abducción se contraen el músculo supraespinoso y deltoides medio principalmente.
	MSI	89°	
	MSD	94°	
Humeroulnar	Extensión MSI	0°	La extensión del codo la realiza el tríceps braquial, en tanto que durante la flexión se contrae el bíceps braquial, braquial anterior y supinador largo.
	Flexión MSD	120°	
Radiocarpiana	Extensión		Igual que los músculos que participan en la fase inicial.
	MSI	20°	
	MSD	23°	
Coxofemoral	Abducción		Para estos movimientos

## ANÁLISIS CINEMÁTICO DE LA TÉCNICA TAI OTOSHI

	MII	20°	adicionalmente se
	MID	15°	activan el tensor de la fascia lata, sartorio y glúteo medio y menor.
Femorotibial	Flexión		Este movimiento es
	MII	8°	facilitado por los
	MID	13°	músculos isquiotibiales.
Talotibiofibular	Dorsiflexión		Activación del músculo
	MII	3°	tibial anterior y extensor
	MID	0°	largo del hallux.

**Fase final:** Se presenta la desaceleración para realizar un bloqueo de todo el movimiento.

Adicionalmente se observa un aumento de la base de soporte y descenso del centro de gravedad.

Duración: 1 segundo.



**Figura 3. Fase final de la técnica de Tai Otoshi****Tabla 6.****Características biomecánicas de la fase final de la técnica Tai Otoshi.**

Descripción del Movimiento	Aspectos Biomecánicos
<p>En esta fase se completa el giro de 360° sobre la pierna derecha, finalizando con apoyo bipodal.</p> <p>El tronco realiza un movimiento de ligera flexión y rotación hacia la derecha.</p> <p>El miembro superior izquierdo realiza el movimiento de flexión de codo igualando el ángulo con el obtenido en el miembro superior derecho.</p> <p>La pierna derecha aumenta la carga sobre ella, aumentando el movimiento de flexión de cadera y rodilla así como la dorsiflexión mecánica. El miembro inferior izquierdo avanza hasta alcanzar la otra extremidad posterior al giro de 360°, gracias al movimiento de abducción, flexión de cadera y elevación de la pelvis.</p>	<p>El centro de gravedad desciende gracias a la cadena de movimiento cerrada que implica la flexión de la extremidad inferior derecha.</p> <p>Esta posición hace que la deportista sea estable en dirección anterolateral, pero levemente inestable en dirección mediolateral.</p>



## ANÁLISIS CINEMÁTICO DE LA TÉCNICA TAI OTOSHI

**Tabla 7.**

**Descripción de los ángulos articulares y músculos que participan en la técnica Tai Otoshi durante la fase final**

<b>Articulación</b>	<b>Movimiento</b>	<b>Grados</b>	<b>Músculos implicados</b>
Glenohumeral	Abducción		Activación de los músculos bíceps cabeza larga, deltoides anterior y medio, coracobraquial y supraespinoso.
	MSI	87°	
	MSD	89°	
Humeroulnar	Flexión		Activación en mayor proporción del braquial anterior, así como el bíceps braquial y supinador largo.
	MSI	110°	
	MSD	114°	
Radiocarpiana	Extensión		Todo el tiempo mantiene la contracción de los músculos extensores del carpo.
	MSI	20°	
	MSD	23°	
Coxofemoral	Extensión MII	10°	En la pierna izquierda se logra la mayor activación del glúteo mayor y medio, así como los
	Flexión MID	38°	

## ANÁLISIS CINEMÁTICO DE LA TÉCNICA TAI OTOSHI

			isquiotibiales. En el miembro inferior izquierdo del psoas iliaco, recto anterior y tensor de la fascia.
Femorotibial	Flexión MII MID	37° 15°	Activación de los isquiotibiales principalmente el bíceps femoral.
Talotibiofibular	Dorsiflexión mecánica MII MID	20° 6°	Contracción del músculo tibial anterior.

## ANÁLISIS CINEMÁTICO DE LA TÉCNICA TAI OTOSHI

### 6.2 Breve descripción de la técnica Tai Otoshi

La técnica Tai Otoshi se puede describir de la siguiente manera:

El Tai Otoshi es una técnica de vuelco y traduce “Caída del Cuerpo”, la cual pertenece al grupo de la Te Waza (técnicas de mano). Durante su ejecución se requiere que al mismo tiempo que Tori (quien ejecuta la acción) retrocede el pie izquierdo, debe poner a Uke (quien recibe la acción) en desequilibrio anterior derecho. Para ello es preciso que tire paralelamente al tatami con la mano izquierda hacia la parte superior derecha. El brazo derecho, pegado al costado izquierdo de Uke (quien recibe la acción), empuja igualmente en esta dirección. Continúa esta acción hasta que retrocede el pie izquierdo. Flexionando las piernas, Tori (quien ejecuta la acción) gira sobre las piernas acentúa el desequilibrio empujando con el brazo derecho hacia la parte anterior derecha. Empieza entonces a llevar el brazo izquierdo hacia su costado derecho, obligando así a Uke (quien recibe la acción) a girar sobre sí mismo. KAKE (proyección): Tori flexiona un poco el busto, tira su mano izquierda hacia su costado izquierdo, empuja el brazo derecho hacia adelante. Lanza entonces, la pierna derecha en barrera ante la pierna derecha de Uke y acelera la caída tendiendo las piernas hasta que siente que el cuerpo de Uke se apoya sobre la pierna derecha.

En la literatura, existen pocos estudios que hayan evaluado la técnica de Tai Otoshi, por tanto es difícil establecer comparaciones de este estudio con otros publicados.

Dentro de las limitaciones del presente estudio se encuentra la falta de acceso a un software biomecánico que permita hacer análisis más profundos, tales como la determinación de los momentos articulares, el desplazamiento lineal entre otros.

## ANÁLISIS CINEMÁTICO DE LA TÉCNICA TAI OTOSHI

Sería pertinente adicionalmente realizar el registro electromiográfico de los principales músculos que se activan durante el gesto deportivo, para analizar objetivamente el grado de participación en cada músculo.

En esta tesis, se incluyó solamente el análisis observacional del gesto deportivo durante las contracciones concéntricas, sin embargo, vale la pena denotar que existen otros músculos que realizan contracción excéntrica, principalmente el cuádriceps durante la fase final.

Este proyecto se convierte en el punto de partida, para la realización de análisis biomecánicos de mayor complejidad en diferentes katas del judo y otras artes marciales.

## 7. Conclusiones

Dado que dentro de la revisión que se hizo para encontrar algún tipo de estudio perteneciente a esta técnica de judo Tai Otoshi no se encontraron trabajos relacionados, el objetivo fue describir el movimiento, los aspectos biomecánicos, los ángulos articulares y los músculos que participan de la técnica en las tres fases (Inicial, Intermedia y Final), mediante el software Kinovea. El análisis podría permitir la mejora de dicha técnica pero sola en aspectos como el agarre y la posición de las rodillas para la prevención de alguna lesión ya que la deportista tiene 17 años de entrenamiento y esta técnica ya está mecanizada y sería difícil mejorar o cambiar algún aspecto del gesto deportivo. Este proyecto se puede ampliar haciendo el análisis en comparación con otro deportista, también en su ejecución dentro de una Kata de Judo con un compañero o comparar la ejecución dentro de un combate real.

## ANÁLISIS CINEMÁTICO DE LA TÉCNICA TAI OTOSHI

**Bibliografía**

- Belloch, D. P. (2007). LA INSTRUMENTACIÓN EN LA BIOMECÁNICA DEPORTIVA .  
*Journal of Human Sport and Exercise online* , 26-41.
- Brockett, C. L. (2001). Human Hamstring Muscles Adapt to Eccentric Exercise by Changing Optimum Length. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 783-790.
- Georgina Santuré, A. M. (12 de Junio de 2013). *El judo y los niños*. Recuperado el 2 de Diciembre de 2015, de El judo y los niños: <http://judonens.blogspot.com.co/2013/06/el-judo-mejor-deporte-para-ninos-segun.html>
- Herzog W, A. G.-E. (1991). Moment-length Relations of Rectus Femoris Muscles of Speed Skaters/Cyclist and Runners. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 1289-96.
- Izquierdo, M. (2008). *Biomecánica y Bases Neuromusculares de la Actividad Física y el Deporte*. Madrid: Medica Panamericana.
- J. L. Lopez, M. M. (2006). Respuestas, Adaptaciones y Simetría de la Huella Plantar Producidas por la Práctica de la Marcha Atletica. *Ciencia, Cultura y Deporte Universidad Católica San Antonio de Murcia*, 21-26.
- Jorge Enrique Correa, C. Á. (2003). Análisis computarizado de la marcha de amputados transfemoral unilateral con prótesis endoesquelética y exoesquelética. *Cienc. Salud.* , 135-150.
- Juan Cancio Arcila Arango, D. C. (Agosto de 2012). *efdeportes.com*. Recuperado el Mayo de 2015, de efdeportes.com: <http://www.efdeportes.com/efd171/abordaje-fisico-matematico-del-gesto-articular.htm>
- Kawaishi, M. (1.956). 7º Dan. En M. Kawaishi, *Judo Las 7 Katas* (págs. 101,113). Barcelona: Editorial Bruguera, S.A.
- Manuel Gullén del Castillo, D. L. (2002). *Bases Biológicas y Fisiológicas del Movimiento Humano*. Medica Panamericana.
- Nadal, J. S. (2005). 4º Dan de Aikido. En J. S. Albiac, *Artes Marciales Escuela de Vida* (págs. 51-53). Barcelona: Editorial Alas.
- Platonov, V. (2001). Teoría General del Entrenamiento Deportivo Olímpico. En V. Platonov, *Teoría General del Entrenamiento Deportivo Olímpico*. Barcelona: Paidotribo.

## ANÁLISIS CINEMÁTICO DE LA TÉCNICA TAI OTOSHI

Repetto, A. (2005). *Bases biomecánicas para el análisis del movimiento humano*. Buenos Aires: Bs.As .

Rubio Sobrino P, R. C. (2012). Ángulo Óptimo Articular y Ejercicio: Bases y Aplicaciones. *Apunts. Educación Física y Deportes*, 65-72.

Suárez, G. R. (2009). *Biomecánica Deportiva y Control del Entrenamiento*. Medellín: Funambulos Editores.

William F. Riley, L. D. (1994). En L. D. William F. Riley, *Ingeniería Mecánica. Dinámica* (pág. 469). New York: Reverté.

Zatsiorski, V. (1989). En S. Duran, *Metrología Deportiva*. La Habana: URSS: Planeta.