

ANALISIS BIOMECANICO DE LA ARTICULACION DE LA RODILLA IZQUIERDA DURANTE EL GESTO DEL FONDO EN LA ESGRIMA

**NORA MARÍA ÁLVAREZ GONZALEZ, DAVID ANDRÉS ARROYO GONZALEZ,
DIANA MARCELA GALLEGO VALLEJO, ANA LORENA GUEVARA FRANCO,
MARÍA ALEJANDRA SERNA ALVAREZ, KELLY JOANNA VALENCIA**

Estudiantes de IIA del semestre de Fisioterapia

ESCUELA NACIONAL DEL DEPORTE- 2008

1. INTRODUCCION

El esgrima es un deporte que ha ido evolucionando poco a poco posiblemente por la falta de difusión o porque muchas personas consideran que es peligrosa, ya que en él se utilizan armas tales como la espada, florete y sable que de una u otra manera podrían causar heridas a sus participantes si no se cuenta con la protección adecuada para su competencias o practicas. Cabe mencionar que este deporte no ha sido un objeto de investigación propia en el ámbito biomecánico como consecuencia de lo anteriormente mencionado.

Al practicar la esgrima como deporte los músculos más utilizados son los de la pierna y muslo en la articulación de la rodilla izquierda (femoropatelar) en el movimiento de fondo en este, impulsada por la cadera y la rodilla produciendo gran movilidad en la ejecución de los distintos desplazamientos que posee la esgrima.

La cinemática angular, lineal y su centro de masa en el gesto de fondo en la esgrima no varía de forma considerable en relación con otros deportes ya que este normalmente se realiza en una misma dirección (adelante, atrás) y las extremidades superiores e inferiores no realizan grandes desplazamientos como en el voleibol, baloncesto, fútbol, entre otros.

2. OBJETIVO GENERAL

Aplicar conocimientos adquiridos de Biomecánica en la materia de Movimiento Humano, tomando como referencia la articulación de la rodilla izquierda en el Fondo del deporte de Esgrima, siendo cuidadosos en los movimientos realizados durante este gesto, para obtener resultados óptimos, aportando así conocimientos que no están descritos en bibliografías acerca de este tema.

3. OBJETIVOS ESPECIFICOS

1- Aplicar la cinética y cinemática en la articulación de la rodilla en el gesto de Fondo en Esgrima, identificando cada una de las fases.

2- Reconocer las estructuras anatómicas que se relacionan en la articulación de la rodilla en este movimiento.

3-Evaluar el trabajo y la potencia que la articulación posee en el movimiento total, aportando un mayor conocimiento acerca del desplazamiento.

4-Identificar cada uno de los puntos señalados en este trabajo, con el fin de colocarlos en práctica en un futuro como fisioterapeutas siendo nuestra especialidad el deporte u otra rama de la salud.

4. METODOS

La toma del video fue hecha el día jueves 15 de mayo del 2008 a las 7:30 pm, en las instalaciones del Coliseo del Pueblo, Liga Vallecaucana de Esgrima.

El modelo de la cámara de video con que fue tomado este proyecto es DVD-RW Handycam 30 min. X 1,4 GB.

Datos Personales del deportista que realizó el gesto:

Nombre: Carlos Valencia

Lugar de nacimiento: Santiago de Cali

Edad: 26 años

Peso: 77,5 Kg

Talla: 1,77 mt

Profesión: Deportista de alto rendimiento. Campeón Nacional de Sable del 2001 hasta la actualidad

Experiencia Deportiva: Hace 10 años

Programa para la recolección de datos:

Virtual Dub, Paint, Microsoft Excel y Word

5. BASE TEORICA

La Esgrima es fundamentalmente EL ARTE DE TOCAR SIN SER TOCADO, que comprende en su realización acciones de ataque, ofensivas, defensivas y de contraofensiva. La Esgrima requiere para ejecutarla un arma blanca, sea de punta o de punta y corte, empuñada con una sola mano y respetando sus reglas y convenciones. Es un deporte que exige una perfecta coordinación y estabilidad en los movimientos en su aplicación, por que se ejecutan en un mínimo de tiempo pues exige que los músculos reaccionen de inmediato; para su eficiente aplicación se requiere de: tiempo, velocidad y la medida.

GESTO: A FONDO (MOVIMIENTO ANALIZADO)

Es una acción que se ejecuta desde la guardia en un solo tiempo y tiene como objetivo aumentar el alcance del tirador, se efectúa mediante la extensión del brazo armado, ya que a manera ofensiva, éste anticipa en un mínimo espacio la resolución definitiva del mismo.

El cuerpo se impulsa hacia adelante por acción de los músculos extensores de la

pierna la que fija el movimiento de la extensión vigorosa de la rodilla, la impulsión de la pierna y luego de todo el cuerpo se afirma sobre la planta del pie de atrás.

La pierna de adelante avanza por acción del impulso de la pierna de atrás, la punta del pie de adelante se levanta imperceptiblemente para permitir el apoyo del talón en la caída.

Ambas piernas actúan en el impulso sin perder la dirección de marcha y del ataque, el brazo de atrás debe ser extendido para aumentar el poder de lanzamiento y controlar el equilibrio del cuerpo.

Este gesto excesivamente largo dificulta la rápida vuelta a la guardia y el equilibrio del cuerpo.

CARACTERISTICAS PRINCIPALES

1-La pierna de adelante es perpendicular al suelo.

2-La pierna de atrás extendida y apoyada completamente en la planta del pie.

3-El brazo de atrás paralelo a la pierna del mismo lado, la palma de la mano hacia adentro, con los dedos extendidos y unidos.

4-El cuerpo perfilado, inclinado hacia adelante procurando que los hombros queden perpendicular al suelo.

6. RESULTADOS

ANÁLISIS CUALITATIVO (Anexo 11)

Los músculos implicados en la articulación de la rodilla izquierda en el gesto de a fondo en la Esgrima son:

FASE 0: Hay una posición neutra, por lo tanto no hay uso de los músculos ya que estos se encuentran a la espera de una acción determinada.

FASE 1:

Movimiento concéntrico: Músculos de la cara anterior del muslo (cuádriceps, con la contracción principal de la cabeza del recto femoral); músculos de la cara anterior de la pierna (tibial anterior).

Movimiento excéntrico: Músculos de la cara posterior del muslo (bíceps femoral, semitendinoso y semimembranoso); músculos de la cara posterior de la pierna (gastrocnemio y tibial posterior).

FASE 2:

Movimiento concéntrico: Músculos de la cara anterior de la pierna (tibial anterior). Músculos de la cara posterior del muslo (bíceps femoral, semitendinoso, semimembranoso).

Movimiento excéntrico: Músculos de la cara anterior del muslo (cuádriceps femoral); músculos de la cara posterior de la pierna (complejo gastrocnemio).

FASE 3:

Movimiento concéntrico: Músculos de la cara anterior del muslo (cuádriceps femoral); músculos de la cara anterior de la pierna (tibial anterior).

Movimiento excéntrico: Músculos de la cara posterior del muslo en la semiflexión (bíceps femoral, semitendinoso y semimembranoso);

músculos de la cara posterior de la pierna (tibial posterior y complejo Gastrocnemio).

FASES DE LA ESGRIMA

A-Desde la posición inicial hasta la extensión del miembro inferior izquierdo con flexión de éste y levantamiento del pie.

B-Desde la posición anterior hasta la extensión completa de rodilla más dorsiflexión del pie izquierdo con extensión del miembro superior izquierdo.

C-Desde la posición anterior hasta el apoyo de miembro inferior izquierdo con flexo-extensión de rodilla de miembro izquierdo derecho con inversión del pie.

D-Desde la posición anterior hasta el levantamiento del pie del miembro inferior izquierdo.

Análisis temporal

Tiempo tomado en el programa Virtual Dub

FRAM 59: 1,969 segundos. Equivalente a 0,000 segundos.

FRAM 72: 2,402 segundos. Equivalente a 0,433 segundos.

FRAM: 95: 3,170 segundos. Equivalente a 0,768 segundos.

FRAM 145: 4,838 segundos. Equivalente a 1,668 segundos.

TOTAL: 2,869 segundos

CINEMATICA ANGULAR

Desplazamiento Angular: Los cambios angulares significativos se encuentran desde la posición inicial de la fase 1 y en la posición final de la fase

3, debido a que esta variación es mayor que en las otras posiciones. (Anexo 6)

Velocidad Angular: La mayor y menor velocidad por intervalo teniendo en cuenta el movimiento, la articulación, los grados, ángulos y las fase son: -1,355 rad/seg y -1,170 rad/seg. (Anexo 7)

ANALISIS DEL CUADRO CINEMATICA ANGULAR (anexo 5)

DESPALZAMIENTO ANGULAR TOTAL: 15°

DESPLAZAMIENTO ANGULAR POR INTERVALO: Columna # 4 (a<)

DURACION TOTAL DEL MOVIMIENTO: 2,869 segundos

VELOCIDAD ANGULAR PROMEDIO POR INTERVALO: Columna # 7 (Wb)

VELOCIDAD ANGULAR PROMEDIO TOTAL:

X Wb= -0,26/4= -0,065 radianes/segundos

MAGNITUD DE LA VELOCIDAD MAXIMA: 1,355 radianes/segundos²

MAGNITUD DE LA ACELERACION MAXIMA: 7,53 radianes/segundos²

MAGNITUD DE LA DESACELERACION MAXIMA: -2,00 radianes/segundos²

CINEMATICA LINEAL

Desplazamiento Lineal: En la fase primera ocurre el mayor desplazamiento lineal con respecto al tiempo ya que es aquí cuando el movimiento toma una longitud mayor en el gesto ejecutado, para la segunda fase se incrementa el tiempo y disminuye la distancia recorrida por el deportista en el gesto, y para la

última fase el tiempo incrementa mas pero disminuye la distancia. (Anexo 8)

VELOCIDAD LINEAL (FORMULA)

$$V=X/T$$

$$V=33 \text{ cm}/0,000 \text{ seg}= 0 \text{ cm/segundos.}$$

$$V=125 \text{ cm}/0,433 \text{ seg}= 288,683 \text{ cm/segundos.}$$

$$V=100 \text{ cm}/0,768 \text{ seg}= 130,208 \text{ cm/segundos.}$$

$$V=92 \text{ cm}/1,668 \text{ seg}= 55,155 \text{ cm/segundos.}$$

Velocidad Lineal: La fase en que se realizó la mayor velocidad lineal estuvo en la primera, donde se puede observar que en la realización del gesto toma menos tiempo que en los otros para su ejecución. (Anexo 9)

PALANCAS (Anexo 10)

La articulación de la rodilla se clasifica en dos: femoropatelar (sinovial plana) y femoro tibial (sinovial condilea).

Esta articulación en el fondo de la esgrima es una palanca de tercer grado, haciendo referencia a:

RESISTENCIA: Esta dada por el pie.

POTENCIA: Músculos de la pared anterior (extensores), músculos de la pared posterior (flexores) de la pierna.

FULCRO: Es la articulación femoropatelar, la cual se estabiliza por los siguientes ligamentos:

1-Ligamentos colaterales tibiales y fibulares, donde se originan en los epicóndilos femorales y se insertan en la cara medial de la tibia y la cabeza de la fíbula.

2-Ligamentos cruzados anterior y posterior que se encuentran en el centro de la articulación.

Centro de Masa (Anexo 12)

KINEGRAMA 1: El centro de masa se encuentra estático debido a que en la ejecución del gesto de fondo no se ha iniciado una acción muscular.

KINEGRAMA 2: El centro de masa coincide con la línea media del cuerpo, porque el movimiento realizado fue muy pequeño en la ejecución del gesto.

KINEGRAMA 3: El centro de masa se desplazó hacia atrás en relación al cuerpo, donde este se dirigió hacia

DISCUSION

El gesto de fondo en el deporte de la esgrima es uno de los movimientos más importantes para la ejecución de este, durante el trabajo se aprecia que es un movimiento no tan variable su dirección como en cualquier otro deporte.

Es importante seguir investigando y analizando desde el punto biomecánico y anatómico este deporte ya que contiene mucha destreza tanto manual como mental para su ejecución.

La articulación de la rodilla (femoropatelar) al igual que la cadera tiene movimientos amplios y fuertes para la ejecución del fondo en la esgrima, estas determinan una mayor amplitud de movimiento junto al desplazamiento, ayudados por los músculos de las regiones anteriores y posteriores del muslo y la pierna en donde estos van a generar, principalmente la acción del movimiento correspondiente a cada uno.

delante y las extremidades no están a diferentes alturas con relación a este.

KINEGRAMA 4: En este lugar el centro de masa tuvo un desplazamiento mayor que en los anteriores debido a que el miembro inferior derecho no tuvo un desplazamiento significativo en relación al miembro inferior izquierdo al terminar las fases de este gesto

REFERENCIAS

1-Biomecánica del movimiento, Williams Glissner, Barney Le Veau. Editorial Trillas (1991).

2-Anatomía Humana Funcional y Clínica, Alberto Delgado García (2001).

3-Esgrima, Método de enseñanza Florete-Espada y Sable. Francisco Guerreño (1972).

4- Internet Explore Google, www.rincondelvago.com.

5-Las cadenas musculares, Miembro inferior, cuarta, edición tomo IV. Léopold Busquet, editorial Paidotribo.

6- Microsoft Encarta 2008.

ANEXO 1: CUADRO No.1

Nombre del Segmento	Ubicación en % del CM del segmento corporal (constante según Clauser)	% del peso del segmento según la MCT (constante según Clauser)	Longitud del segmento corporal	Ubicación en CM del CMS	Posición en X en el plano cartesiano	Momento en X	Posición en Y en el plano cartesiano	Momento en Y
Cabeza-Cuello	46.6	7.3	1.6	0.74	2.6	0.18	4.8	0.35
Tronco	38	50.7	2.5	0.95	2.6	1.31	6.9	3.4
Brazo Derecho	51.3	2.6	1.9	0.97	1.7	0.04	6.6	0.17
Brazo Izquierdo	51.3	2.6	1.3	0.66	3.0	0.07	6.6	0.17
Antebrazo Derecho	39	1.6	1.2	0.46	2.1	0.03	7.4	0.11
Antebrazo Izquierdo	39	1.6	0.9	0.35	3.2	0.05	7.2	0.11
Mano Derecha	48	0.7	0.8	0.38	2.8	0.01	8.0	0.05
Mano Izquierda	48	0.7	0.5	0.24	3.9	0.02	7.2	0.05
Muslo Derecho	37.2	10.3	2.6	0.96	1.8	0.18	9.3	0.95
Muslo Izquierdo	37.2	10.3	2.2	0.81	3.2	0.32	9.3	0.95
Pierna Derecha	37.1	4.3	1.2	0.44	1.7	0.07	9.3	0.39
Pierna Izquierda	37.1	4.3	1.3	0.48	3.5	0.15	10.9	0.46
Pie Derecho	44.9	1.5	0.4	0.17	2.7	0.04	12.4	0.18
Pie Izquierdo	44.9	1.5	1.1	0.49	3.3	0.04	12.0	0.18
TOTAL		100%				2.51		7.52
COLUMNA 1	COLUMNA 2	COLUMNA 3	COLUMNA 4	COLUMNA 5	COLUMNA 6	COLU MNA 7	COLUMNA 8	COLU MNA 9

ANEXO2: CUADRO No.2

Nombre del Segmento	Ubicación en % del CM del segmento corporal (constante según Clauser)	% del peso del segmento según la MCT (constante según Clauser)	Longitud del segmento corporal	Ubicación en CM del CMS	Posición en X en el plano cartesiano	Momento en X	Posición en Y en el plano cartesiano	Momento en Y
Cabeza-Cuello	46.6	7.3	1.5	0.69	15.4	1.12	5.6	0.40
Tronco	38	50.7	2.4	0.83	15.2	7.70	7.6	3.85
Brazo Derecho	51.3	2.6	1.3	0.51	14.2	0.36	6.7	0.17
Brazo Izquierdo	51.3	2.6	1.0	0.66	16.2	0.42	6.8	0.17
Antebrazo Derecho	39	1.6	1.2	0.04	14.1	0.22	7.8	0.12
Antebrazo Izquierdo	39	1.6	0.9	0.42	16.9	0.27	5.9	0.09
Mano Derecha	48	0.7	0.4	0.19	14.4	0.10	8.2	0.05
Mano Izquierda	48	0.7	0.6	0.28	17.2	0.12	5.7	0.03
Muslo Derecho	37.2	10.3	2.6	0.96	14.3	1.47	9.6	0.98
Muslo Izquierdo	37.2	10.3	1.9	0.70	16.1	1.65	9.1	0.93
Pierna Derecha	37.1	4.3	1.0	0.37	13.5	0.58	11.1	0.47
Pierna Izquierda	37.1	4.3	1.2	0.44	17.1	0.73	10.2	0.43
Pie Derecho	44.9	1.5	0.5	0.22	13.1	0.19	11.9	0.17
Pie Izquierdo	44.9	1.5	1.2	0.53	18.0	0.27	10.7	0.16
TOTAL		100%				15.2		8.02
COLUMNA 1	COLUMNA 2	COLUMNA 3	COLUMNA 4	COLUMNA 5	COLUMNA 6	COLUMNA 7	COLUMNA 8	COLUMNA 9

ANEXO3: CUADRO No.3

Nombre del Segmento	Ubicación en el segmento corporal (constante según Clauser)	% del peso del segmento según la MCT (constante según Clauser)	Longitud del segmento corporal	Ubicación en CM del CMS	Posición en X en el plano cartesiano	Momento en X	Posición en Y en el plano	Momento en Y
Cabeza-Cuello	46.6	7.3	1.6	0.74	4.5	0.32	19.7	1.43
Tronco	38	50.7	2.4	0.91	4.1	2.07	21.6	10.95
Brazo Derecho	51.3	2.6	1.2	0.61	3.3	0.08	20.8	0.54
Brazo Izquierdo	51.3	2.6	0.9	0.46	5.3	0.13	20.1	0.52
Antebrazo Derecho	39	1.6	1.1	0.42	2.9	0.04	21.7	0.34
Antebrazo Izquierdo	39	1.6	0.9	0.35	6.2	0.09	19.9	0.31
Mano Derecha	48	0.7	0.4	0.19	3.2	0.02	22.3	0.15
Mano Izquierda	48	0.7	0.5	0.24	6.7	0.04	19.8	0.13
Muslo Derecho	37.2	10.3	2.4	0.89	2.7	0.27	23.2	2.38
Muslo Izquierdo	37.2	10.3	1.7	0.63	4.6	0.47	23.1	2.37
Pierna Derecha	37.1	4.3	1.6	0.59	1.1	0.04	24.9	1.07
Pierna Izquierda	37.1	4.3	1.6	0.59	5.1	0.21	24.3	1.04
Pie Derecho	44.9	1.5	0.5	0.22	0.8	0.01	24.9	0.37
Pie Izquierdo	44.9	1.5	1.0	0.44	5.2	0.07	25.3	0.37
TOTAL		100%				3.86		21.97
COLUMNA 1	COLUMNA 2	COLUMNA 3	COLUMNA 4	COLUMNA 5	COLUMNA 6	COLUMNA 7	COLUMNA 8	COLUMNA 9

ANEXO 4: CUADRO No 4

Nombre del Segmento	Ubicación en % del CM del segmento corporal (constante según Clauser)	% del peso del segmento según la MCT (constante según Clauser)	Longitud del segmento corporal	Ubicación en CM del CMS	Posición en X en el plano cartesiano	Momento en X	Posición en Y en el plano cartesiano	Momento en Y
Cabeza-Cuello	46.6	7.3	1.5	0.69	15.4	1.12	18.7	1.36
Tronco	38	50.7	2.1	0.79	15.4	7.80	20.4	10.3
Brazo Derecho	51.3	2.6	1.1	0.56	14.5	0.37	20.0	0.52
Brazo Izquierdo	51.3	2.6	1.1	0.56	15.9	0.41	20.1	0.52
Antebrazo Derecho	39	1.6	1.1	0.42	14.6	0.23	20.8	0.33
Antebrazo Izquierdo	39	1.6	0.8	0.31	16.2	0.25	20.6	0.32
Mano Derecha	48	0.7	0.6	0.28	15.3	0.10	21.4	0.14
Mano Izquierda	48	0.7	0.5	0.24	16.8	0.11	20.6	0.14
Muslo Derecho	37.2	10.3	2.3	0.85	14.3	1.47	22.6	2.32
Muslo Izquierdo	37.2	10.3	1.8	0.66	16.3	1.67	22.6	2.32
Pierna Derecha	37.1	4.3	1.1	0.40	13.7	0.58	24.2	1.04
Pierna Izquierda	37.1	4.3	1.3	0.48	17.0	0.73	23.8	1.02
Pie Derecho	44.9	1.5	0.5	0.22	13.3	0.19	25.2	0.37
Pie Izquierdo	44.9	1.5	1.0	0.44	17.6	0.26	24.7	0.37
TOTAL		100%				15.29		21.01
COLUMNA 1	COLUMNA 2	COLUMNA 3	COLUMNA 4	COLUMNA 5	COLUMNA 6	COLUMNA 7	COLUMNA 8	COLUMNA 9

ANEXO 5: TABLA CINEMATICA ANGULAR

LINEA	T	<°	A<	Oa	AO	Wb	AW	Lc
1	0,000	41°	-29°	0,716	-0,507	-1,170	2,525	7,53
2	0,433	12°	26°	0,209	0,454	1,355	-1,80	-2,00
3	0,768	38°	-23°	0,663	-0,401	-0,445	-0,445	0,00
4	1,668	15°	0°	0,262	0	0	0,00	0,00

T= Tiempo.

<°=Desplazamiento angular en grados.

A<= Cambio del desplazamiento angular en grados.

Oa=Desplazamiento angular en radianes.

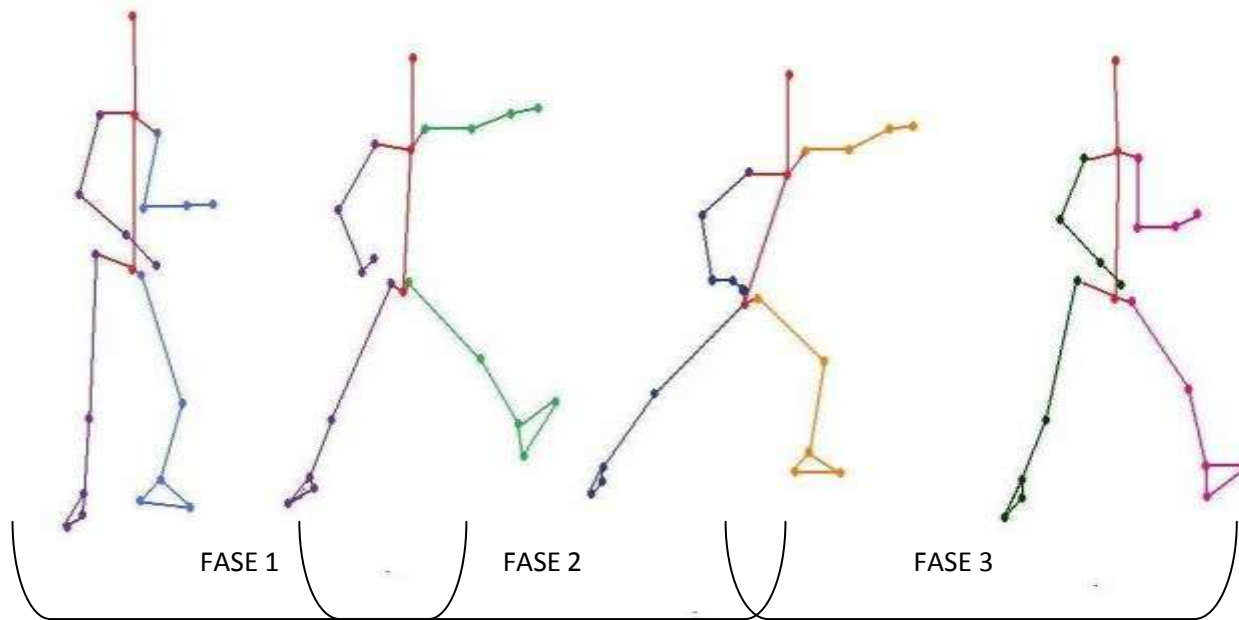
AO=Cambio del desplazamiento angular en radianes.

Wb=Velocidad angular en radianes.

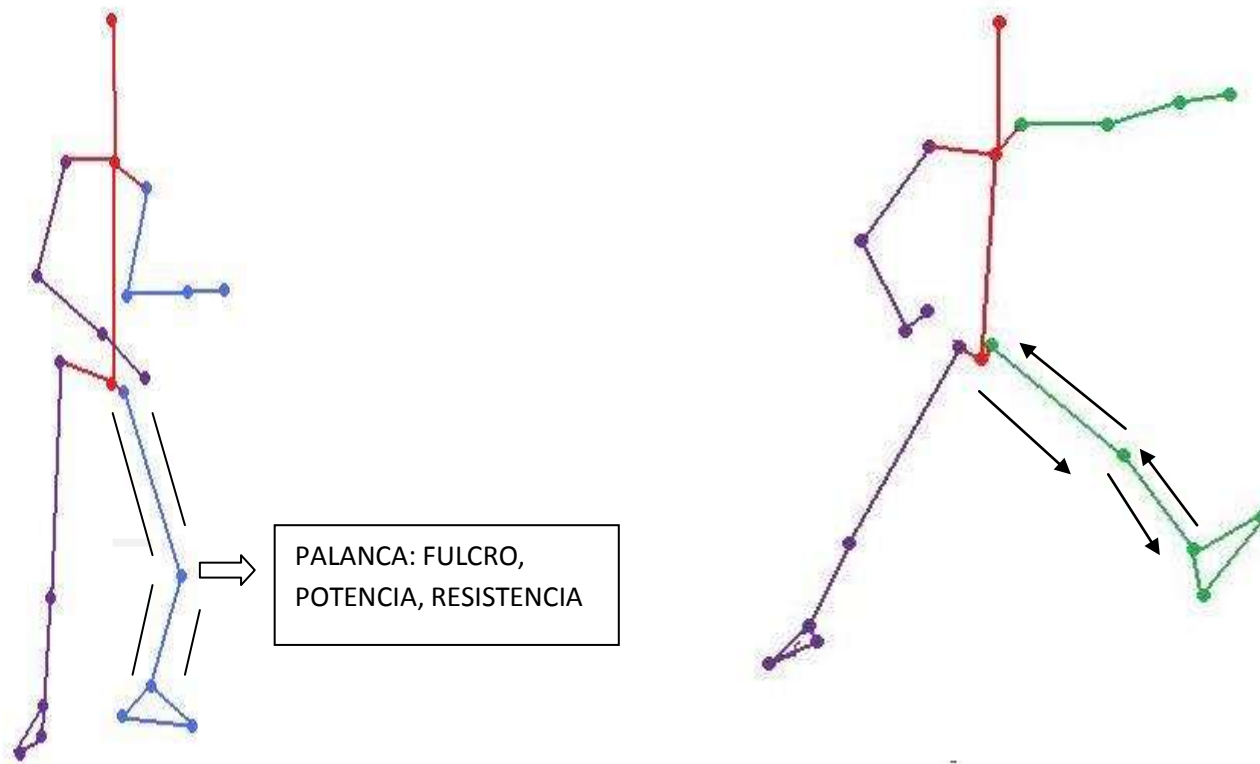
AW=Cambio de velocidad angular en radianes.

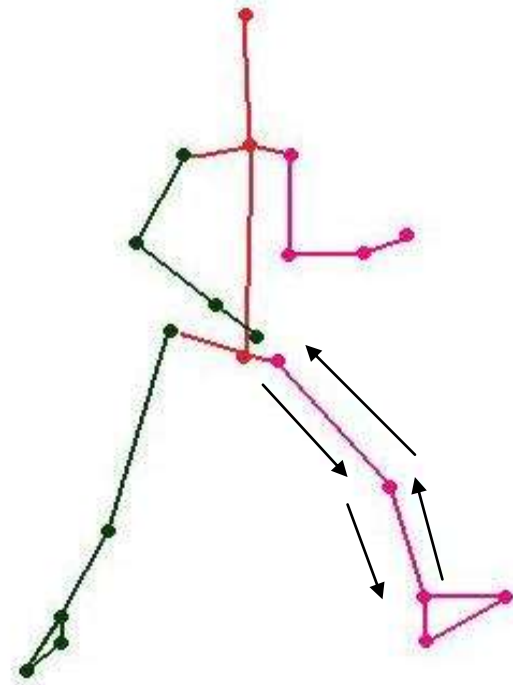
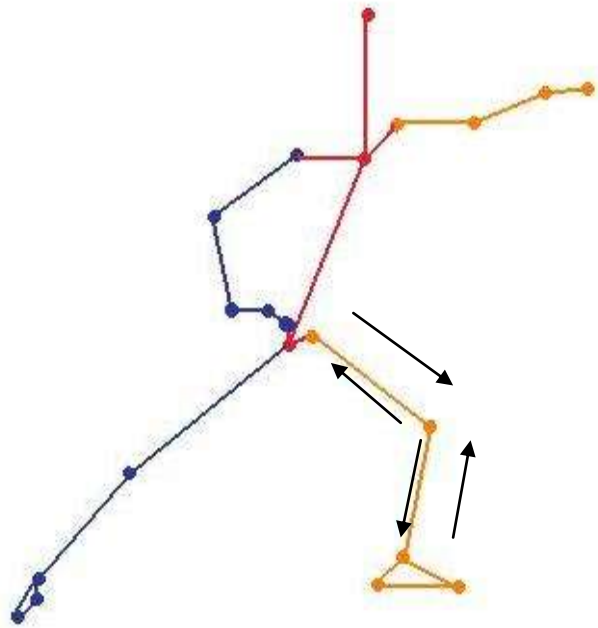
Lc=Aceleración angular.

ANEXO 11: KINEGRAMAS Y FASES



ANEXO 10: VECTORES Y PALANCAS





INFORMACION DE LOS COMPLILADORES

Estudiantes de Fisioterapia

NORA MARÍA ÁLVAREZ GONZALEZ,
DAVID ANDRÉS ARROYO GONZALEZ,
DIANA MARCELA GALLEGU VALLEJO,
ANA LORENA GUEVARA FRANCO,
MARÍA ALEJANDRA SERNA ALVAREZ,
KELLY JOANNA VALENCIA

Docente asesor:

CARLOS ANDRES QUIROZ MORA

Fisioterapeuta – Escuela Nacional del Deporte

Investigador de laboratorio de Biomecánica (LIAM - laboratorio integral de análisis de movimiento) (END - Escuela Nacional del Deporte)

Diplomado en investigación – (ACAC- Asociación colombiana para el avance y la ciencia)

Diplomado en Neurorehabilitacion (END)– Coordinador Académico

Entrenamiento en Neurodesarrollo Pediátrico (EBTA - European Bobath Tutors Association)

Entrenamiento Neurodesarrollo Avanzado. Avalado por (NDTA - Neuro-Developmental Treatment Association)

Especialista Neurorehabilitacion – (UAM - Universidad Autónoma de Manizales).

Docente - Unidad Neurológica IV, Practica Neurológica, Ortesis , Movimiento Humano II

País: Colombia

Ciudad: Cali

Fecha del estudio: FEB - JUN 2008

Fecha de envío: JUNIO - 2008