

Comportamiento cinemático de la marcha en abuelos que practican gimnasia terapéutica china

Maury Rodríguez-Rodríguez

M. Sc. Profesora principal de Biomecánica. Profesora auxiliar de la Facultad de Cultura Física. Universidad de Guantánamo. Guantánamo. Cuba.

<https://orcid.org/0000-0001-6139-833x>
mauryrr@cug.co.cu

Pedro Arrué-Martínez

M. Sc. Jefe de la disciplina de Cultura Física y Terapéutica. Director del proyecto Impacto de la Cultura Física Terapéutica en la Comunidad. Profesor auxiliar de la Facultad de Cultura Física. Universidad de Guantánamo. Guantánamo. Cuba.

<https://orcid.org/0000-0003-2870-4395>
pedroam@cug.co.cu

Yasmin Hernández-Velásquez

Lic. Profesora de la Facultad de Cultura Física. Universidad de Guantánamo. Guantánamo. Cuba.

<https://orcid.org/0000-0001-9713-7238>
yasmin@cug.co.cu

Recibido: 12/XII/2020

Aprobado: 12/IV/2021

Publicado: 1/VII/2021

Resumen: El presente artículo aborda una concepción novedosa para el análisis de la marcha en el Círculo de Abuelos de la Facultad de Cultura Física de la Universidad de Guantánamo mediante la evaluación de indicadores biomecánicos, lo cual favorece el trabajo de los profesores que atienden los círculos de abuelos y de manera general a los profesionales en formación. Se utilizó el método de análisis cinemático en el comportamiento de la marcha de los adultos mayores, así como métodos del nivel teórico y del nivel empírico, dentro de este, el matemático estadístico. En el análisis se escogieron los siguientes indicadores: **longitud del paso, longitud de zancada, ángulo de ataque del talón, ángulo de extensión de la pierna en la fase intermedia, altura de cadera en la fase intermedia y choque de talón**, que permitieron la obtención de valores para el estudio del comportamiento cinemático en el adulto mayor.

Palabras clave: marcha; cinemática; adulto mayor

Walking Kinematic Behavior in Grandparents who Practice Chinese Therapeutic Gymnastics

Abstract: This work aims at a novel idea to analyze the elder's way of walking at the Grandparents Day centers from the Sports Faculty in the University of Guantanamo. Assessing the biomechanical indicators was essential to reaching this goal. They favor the performance of teachers and training professionals working with these centers. The analysis - kinematic method was applied to describe their walking. The theoretical and empirical, and mathematical-statistical were also employed. The following indicators were necessary for the study: **step length, stride length, heel attack angle, and extension angle of the leg and hip height in the intermediate phase, and heel step.** They all allowed gathering information for the study on the kinematic behavior in the elderly adult.

Keywords: walk; kinematics; elderly adult

Comportamento cinemático da marcha em avós que praticam ginástica terapêutica a China

Resumo: O presente artigo aborda uma concepção novidadeira para a análise da marcha no Círculo de Avós da Faculdade de Cultura Física da Universidade do Guantánamo mediante a avaliação de indicadores bio mecânicos, o qual favorece o trabalho dos professores que atendem os círculos de avós e de maneira geral aos profissionais em formação. Utilizou-se o método de análise cinemático no comportamento da marcha dos adultos maiores, assim como métodos do nível teórico e do nível empírico, dentro deste, o matemático estatístico. Na análise se escolheram os seguintes indicadores: **longitude do passo, longitude de pernada; ângulo de ataque do talão, ângulo de extensão da perna na fase intermédia, altura de quadril na fase intermédia e choque de talão,** que permitiram a obtenção de valores para o estudo do comportamento cinemático no adulto maior.

Palavras-chave: marcha; cinemática; adulto maior

Introducción

La marcha, tan antigua como el mismo surgimiento del hombre, es considerada como un movimiento natural, cuya ejecución se convierte en una forma necesaria y común de desplazamiento. Aunque sus movimientos aparentan ser sencillos, la coordinación entre ellos la convierten en una acción compleja. La misma puede definirse como una sucesión de pasos, de acciones, que se producen entre el choque de talón de un pie y el choque de talón del pie contralateral.

Según Collado (2002) se puede definir como la forma de desplazamiento en posición bípeda, propia del ser humano en la que se suceden los apoyos bipodales y los monopodales. Donskoi (1971) indica que es una forma típica de locomoción, donde no existe fase de vuelo. Por

su parte, Donskoi y Zatsiorski (1988) la entienden como una actividad alterna de las piernas, donde prima la armonía y correspondencia con la estructura del cuerpo.

Entre todos estos conceptos se distingue como idea recurrente los movimientos alternantes, rítmicos de todo el cuerpo, con un alto grado de coordinación entre miembros superiores e inferiores, que permiten al final el desplazamiento. Espinosa (2007) explica que las formas de locomoción del hombre en el transcurso de la vida implican una secuencia determinada, que va desde el arrastre en los primeros años, la forma seguida de gateo, hasta lograr la posición bípeda erguida. Razón por la cual para el ser humano el desarrollo motor está condicionado por la adquisición de habilidades motrices básicas como saltar, lanzar o caminar.

Para López (2003) la marcha normal se produce por la acción coordinada de diversos sistemas musculares que utiliza, principalmente, los miembros de la cintura pélvica y miembros inferiores, aunque en menor medida la cintura escapular, tronco y miembros superiores. El patrón normal de la marcha cuenta de dos fases fundamentales por las que transcurre el movimiento: la fase de apoyo, que contempla el contacto del talón con el piso, contacto del pie completo sobre el piso, despegue del talón y la fase de balanceo, que contempla el avance del miembro oscilante y la extensión total de la rodilla.

La locomoción humana puede alterarse por diferentes causas como la disminución de la fuerza muscular, alteraciones en la coordinación entre músculos agonistas y antagonistas y por causas funcionales, que provocan la ruptura del patrón normal, y dan lugar al surgimiento de diferentes tipos de marchas patológicas. Se denomina así a una modificación del patrón normal, cuando aparecen variaciones con gasto de energía en los rasgos estéticos, cinemáticos, entre otros, que producen dificultades para caminar y se evidencian en distintas marchas como la balanceante, en *stepagge*, la hemipléjica, la paraparésica, la atáxica, la cerebelosa, la vestibular, la antiálgica, la histérica, entre otras (López, 2003).

En el adulto mayor los procesos de traslación experimentan variaciones debido al envejecimiento, donde se muestran todas las manifestaciones morfológicas, fisiológicas, bioquímicas y psicológicas como consecuencia de la acción del tiempo. El logro de una calidad de vida adecuada en estas personas, es uno de los problemas más graves con que se enfrentan los

sistemas de salud y seguridad social en el mundo, ya que existen múltiples cambios, entre ellos, los de la actividad física, que se observa en el sistema músculo-esquelético. Con el paso del tiempo los músculos se atrofian, disminuyen su masa y fuerza física, aparece la osteoporosis y los ligamentos y cartílagos pierden resistencia y elasticidad; lo cual aumenta la inestabilidad postural, los trastornos vestibulares y el desequilibrio del cuerpo (Vera y Campillo, 2003).

Todas estas consecuencias del envejecimiento crean deficiencias en la marcha, y repercuten en la disminución de la velocidad, el incremento del intervalo de doble apoyo en el suelo en la fase postural, pérdida del balance y de los movimientos adaptativos, empleo de pasos más cortos, y aumento de la base de sustentación.

A partir de estos conocimientos se realizó un análisis al Programa de Atención Integral al Adulto Mayor (2007) donde se encontraron las siguientes insuficiencias:

- Inexistencia de un tratamiento cinemático de la marcha
- Escaso interés por parte de los profesores sobre los aspectos cinemáticos de la marcha

Por tal motivo los articulistas se proponen analizar el comportamiento de los indicadores cinemáticos de la marcha en abuelos que practican gimnasia terapéutica china de la Facultad de Cultura Física de la Universidad de Guantánamo.

Métodos

Para el desarrollo de esta investigación se escogió de una población de 64 abuelos que practican gimnasia terapéutica china en la Facultad de Cultura Física de la Universidad de Guantánamo, una muestra de 20, que representa el 30 %, cuyas edades oscilan entre 60 y más de 65 años.

Se filmó el movimiento con características biomecánicas para la posterior recopilación de los datos, donde se procesaron las imágenes con el Software libre Kinovea 8.2. Durante el análisis de las imágenes se obtuvo el comportamiento de los indicadores cinemáticos medidos. Se utilizó además dentro de los métodos empíricos el matemático estadístico para el procesamiento de los datos en la evaluación de los indicadores.

Resultados

La marcha del adulto mayor sin patología específica es similar a una marcha con cautela o restringida, como cuando se camina en una superficie resbalosa. Esto sugiere la incapacidad de utilizar adecuadamente la información sensorial, dificultades para esquivar obstáculos que giren, menor capacidad de reacción y recuperación ante los tropiezos, etc. A estas dificultades se le añaden otras provenientes de componentes psicológicos como la ansiedad y los trastornos depresivos, factores que comprometen la estabilidad y aumentan el riesgo de caídas (Sánchez *et al.*, 2014).

Cambios en la marcha ocasionados por envejecimiento:

- Disminución de los componentes horizontal y vertical
- Disminución de los movimientos de balanceo y rotaciones
- Anomalías posturales: hipertonia muscular, sobre todo en cinturas escapular y pélvica
- Disminución de la velocidad y cadencia de la marcha
- Disminución de la longitud del paso, zancada más corta
- Disminución de la elevación y del tiempo en que el pie permanece en el aire
- Aumento de la anchura del paso, pies más separados para agrandar la base de sustentación
- Aumento del tiempo de apoyo sobre los dos pies

Causas de las alteraciones de la marcha:

- Alteraciones sensoriales y cognitivas (disminución visual y auditiva, cuadros demenciales)
- Alteraciones neuromusculares, miopatías
- Reumatismos, en especial de las caderas, rodillas, tobillos o columna
- Alteraciones neurológicas
- Hospitalización, operaciones quirúrgicas o largos periodos de inmovilidad
- Síndrome poscaída: miedo e inseguridad a volver a caminar
- Problemas cardíacos o respiratorios que aumentan la fatiga
- Medicamentos que pueden adormecer o provocar mareos

Diagnóstico inicial de la marcha en el Círculo de Abuelos de la Facultad de Cultura Física de la Universidad de Guantánamo

Del total de abuelos de la muestra, 6 abordan el suelo con la planta del pie, lo que representa el 40 %; de ellos 2 tienen dificultades para trasladarse por lo que usan bastón, 14 rozan correctamente la superficie con el talón. El movimiento pendular de sus extremidades superiores es pequeño. Todos caminan erguidos (la cabeza erguida y las orejas se sitúan directamente por encima de los hombros). Sus rodillas siempre apuntan hacia delante.

Comportamiento de la marcha. Fases de su ciclo

El movimiento que va desde el impacto del talón de uno de los pies hasta el próximo impacto del mismo pie, corresponde a un ciclo completo de la marcha, donde se distinguen cuatro fases:

Fase de apoyo: desde la colocación del talón de uno de los pies en el suelo (pierna derecha) hasta el inicio del despegue del otro pie. En esta fase los dos pies permanecen apoyados en el suelo y se caracteriza por el inicio del traslado del peso del cuerpo hacia la pierna que acaba de apoyar, donde la cadera describe un pequeño arco descendente.

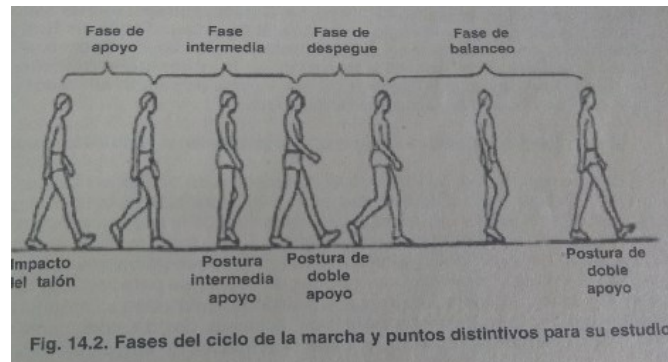
Fase intermedia: desde la separación del otro pie del suelo (pierna izquierda) hasta ser colocado nuevamente. En esta fase el apoyo de todo el peso del cuerpo cae en una sola pierna (pierna derecha) y se aprecia un desplazamiento angular de la pierna apoyada, donde la cadera describe una trayectoria en forma de arco con una altura máxima hacia la mitad de la fase.

Fase de despegue: desde el inicio de la flexión de la planta del pie (pierna derecha) para cederle el peso del cuerpo a la otra pierna (pierna izquierda) hasta su despegue. En esta fase la pierna que va a despegar realiza un empuje de la cadera al frente y arriba, y luego se flexiona por la rodilla para ser llevada al frente.

Fase de balanceo: es el traslado de la pierna al frente (pierna derecha) hasta colocar nuevamente el talón en el suelo. Esta fase se subdivide en dos partes para su estudio: primero, la aceleración del balanceo, que consiste en el traslado de todo el miembro al frente con la pierna semiflexionada, mediante la anteversión del muslo, hasta el inicio de la extensión de la pierna; y posteriormente, la desaceleración del balanceo, que consiste en frenar la traslación del muslo al frente y la extensión de la pierna. Ver figura 1.

Figura 1

Fases del ciclo de la marcha



Fuente: Colectivo de autores (2006, p.221)

Indicadores cinemáticos

Longitud del paso: distancia entre el despegue posterior y el apoyo anterior

Longitud de zancada: distancia cubierta entre un primer choque del talón de un pie y el siguiente choque del talón de ese mismo pie. Ver figura 2

Ángulo de ataque del talón: ángulo que forma el talón con el piso

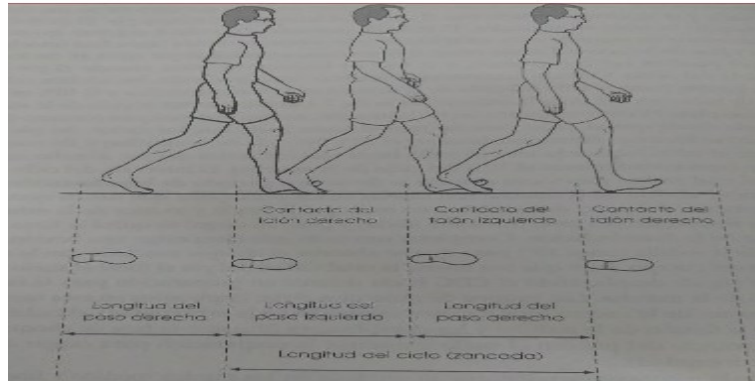
Ángulo de extensión de la pierna en la fase intermedia: ángulo de la rodilla en la postura intermedia de apoyo

Altura de cadera en la fase intermedia: altura alcanzada por la cadera en la postura intermedia de apoyo

Choque de talón: momento en que el talón contacta con el suelo

Figura 2

Longitud de la zancada



Fuente: Collado (2004)

Evaluación de los indicadores

Longitud de paso

En el análisis de la **longitud de paso** en el adulto mayor la distancia medida estuvo en el intervalo entre 37 cm y 59 cm, donde 6 abuelos se mantuvieron entre 40 y 50 cm, 2 con menos de 40 cm, y 10 con más de 50 cm, lo que corrobora que en este grupo etario la **longitud de paso** disminuye.

Longitud de la zancada

La **longitud de la zancada** se comporta entre 73 cm y 126 cm. De la muestra, 2 sujetos alcanzan los valores entre 73 cm y 90 cm; 5, entre 91 cm y 100 cm, y 11 con más de 100 cm.

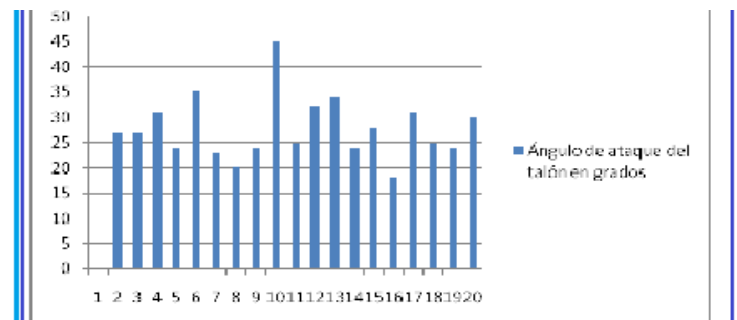
Ángulo de ataque del talón

En la fase de apoyo, el **ángulo de ataque del talón** se comporta desde 0° hasta 45°; 3 sujetos atacan el suelo con 27°; 7 lo hacen entre 23° y 25°; 6, con un ángulo de más de 30° y uno con menos de 20°.

El sujeto 1 presenta displasia de cadera como secuela de un accidente, por lo que ataca el suelo con la planta del pie, con un ángulo de 0°; los sujetos 2 y 3 describen un ángulo de 27°; los números 4 y 17 atacan el suelo con 31°; los abuelos 5, 9, 14 y 19 con 24°; los números 11 y 18 con 25°. Ver gráfico 1.

Gráfico 1

Ángulo de ataque del talón



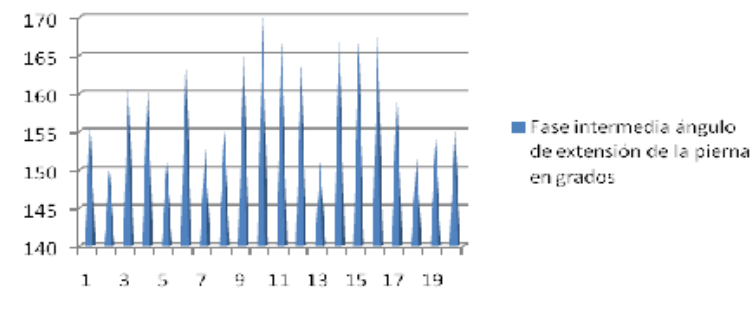
Fuente: Elaboración propia

Ángulo de extensión de la pierna en la fase intermedia

En la fase intermedia la pierna de apoyo está extendida completamente, el ángulo de la misma se comporta entre 150° y 170° y 150° y 160° de manera general; 7 abuelos se mantienen entre 160° y 170° y 11, que representan más del 50 % de la muestra, logran una extensión de la pierna cercana a 180°. Ver gráfico 2.

Gráfico 2

Ángulo de extensión de la pierna en la fase intermedia



Fuente: Elaboración propia

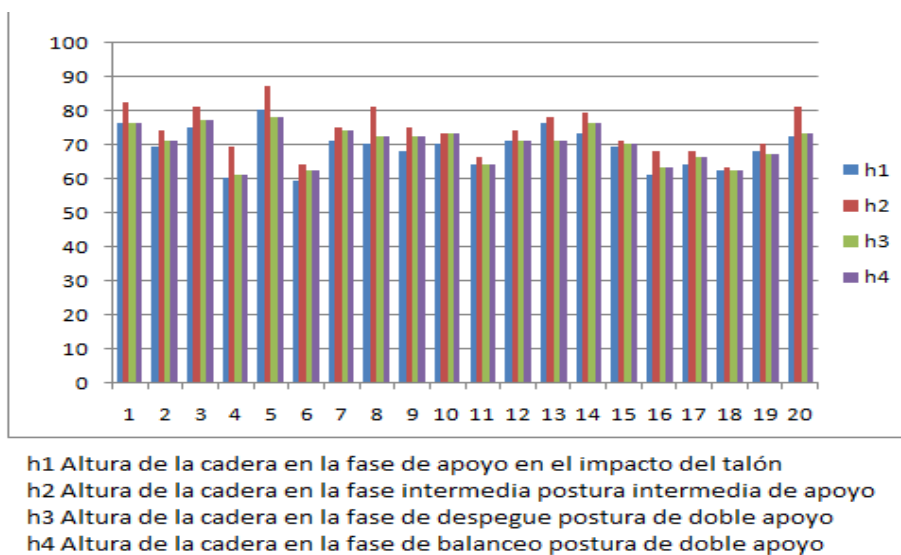
Altura de la cadera en la fase intermedia

La **altura de la cadera en la fase intermedia** mantuvo los valores entre 63-87 cm, donde 6 sujetos presentan mediciones entre 63-70 cm; 8, entre 70-79 cm; 4, con más de 80 cm. En esta fase se verifica la mayor altura de la cadera, donde la pierna de apoyo está extendida completamente, el ángulo de la misma se encuentra entre 150° - 170° y 150° - 160° de manera general, 7 abuelos entre 160° - 170° , y 11, que representan más del 50 % de la muestra logran una extensión de la pierna cercana a 180° .

En la postura de doble apoyo de la fase de despegue la media es de 69.9 cm, 13 sujetos están por encima de ella y 7 por debajo. Estos datos coinciden en la fase de balanceo para igual postura. En las otras fases los valores de la altura de la cadera se comportan muy homogéneos. Ver gráfico 3.

Gráfico 3

Altura de la cadera por fases



Fuente: Elaboración propia

Choque del talón

En el **impacto del talón** de la fase de apoyo se apreció que la media de las mediciones es de 68 cm. Por encima de esta cifra se encuentran 12 sujetos, 2 coinciden con el valor de la media

y 6 están por debajo de la misma. En la postura intermedia de igual fase de apoyo la media es de 73.9 cm, 5 sujetos se agrupan por encima de este valor; uno igual y 14 por debajo del mismo.

Discusión

Collado (2005) plantea que los adultos jóvenes poseen una **longitud de paso** de unos 75-85 cm, por lo que las mediciones realizadas al adulto mayor de la muestra evidenciaron la veracidad de este planteamiento pues este indicador mostró una reducción entre 37 cm y 59 cm. En correspondencia con este intervalo de medición se apreció también una disminución en la **longitud de zancada**, la cual representa relativamente el doble de la **longitud de paso**. Vera y Campillo (2003) destacan entre una de las características de la marcha en el adulto mayor debido al envejecimiento el acortamiento de la **longitud de paso**.

Por su parte, el **ángulo de ataque del talón** en la fase de apoyo se comportó entre 0° y 45° y desapareció por completo en el sujeto que presenta displasia de cadera, resultado que determina también la disminución de este valor en el adulto mayor. En relación con el **ángulo de extensión de la pierna en la fase intermedia** este mantuvo los valores entre 150° y 170° donde 11 abuelos logran una extensión cercana a 180°, cifra que denota un cierto estado de reposo en esta fase intermedia que posibilita la extensión casi total del miembro inferior. En cuanto a la **altura de cadera en la fase intermedia**, se comprobó el mayor valor en esta fase entre 63 cm y 87 cm.

Conclusiones

El diagnóstico inicial permitió conocer las deficiencias existentes en el tratamiento cinemático de la marcha en los adultos mayores del Círculo de Abuelos de la Facultad de Cultura Física de la Universidad de Guantánamo.

El análisis del comportamiento biomecánico evidenció la correspondencia con las características de la marcha del adulto mayor debido al envejecimiento.

Referencias bibliográficas

Colectivo de autores. (2006). *Ejercicios Físicos y Rehabilitación. Tomo I. Deportes*.

DeporVida. Revista especializada en ciencias de la cultura física y del deporte. Revista trimestral
Universidad de Holguín. Holguín, Cuba. ISSN 1819-4028. RNPS: 2053
Año 18, No. 3, pp. 68-79, julio-septiembre 2021. Edición 49.
Segunda etapa

Collado, S. (2002). *Análisis de la marcha con plataformas dinamométricas. Influencia del transporte de carga* [Tesis doctoral]. Facultad de Medicina de la Universidad Complutense.

<https://eprints.ucm.es/id/eprint/4401/>

Collado, S. (2004). *Análisis de la marcha humana con plataformas dinamométricas: influencia del transporte de carga* [Tesis doctoral, Universidad Complutense de Madrid]. Repositorio institucional E-Prints Complutense.

<https://eprints.ucm.es/id/eprint/4401/>

<https://eprints.ucm.es/id/eprint/4401/1/T26266.pdf>

Collado, S. (2005). Desarrollo de la marcha. *Revista de la Facultad de Ciencias de la Salud*, 3.

https://www.researchgate.net/publication/28242914_Desarrollo_de_la_marcha

Donskoi, D. (1971). *Biomecánica con fundamento de la técnica deportiva*. Pueblo y educación.

Donskoi, D. y Zatsiorski, V. M. (1988). *Biomecánica de los ejercicios físicos*. Pueblo y Educación.

Espinosa, M. (2007). Análisis biomecánico comparativo de dos aparatos que ayudan al desarrollo de la fuerza en miembros inferiores. *Estudios de Antropología Biológica*, 13(2).

<http://www.revistas.unam.mx/index.php/eab/article/view/27040/25169>

López, J. M. (2003). Alteraciones de la Marcha. *Protocolos Diagnóstico Terapéuticos de la AEP: Neurología Pediátrica*, 16, 113-117.

Ministerio de Salud Pública. (2007). *Programa de Atención Integral al Adulto Mayor*.

Sánchez, X., Ivonnes, C., Fuentes, C. Y., y Fuentes, M. (2014). Ejercicios físicos para mejorar el equilibrio en el adulto mayor perteneciente a la circunscripción 180 del reparto Sueño en Santiago de Cuba. *Lecturas: Educación Física y Deportes*, 19(197).

<http://www.efdeportes.com/>

Software libre Kinovea 8.2. (s.f).

<http://www.kinovea.org/>

Vera, M., y Campillo, R. (2003). Evaluación de la marcha y el equilibrio como factor de riesgo en las caídas del anciano. *Revista Cubana de Medicina General Integral*, 19(5).