



Artículo Original

Análisis cinemático de la ejecución de la sentadilla en fisicoculturistas del gimnasio de Bayamo

Kinematic tanalysis of the execution of the squat in fisicoculturistas from Bayamo city gym

Miguel Antonio Cuní Quevedo. Dirección Municipal de Deportes en Granma. Bayamo. Cuba.

[miguelcunquevedo@gmail.com]

Kely Antonio Oliva Rodríguez. Universidad de Granma. Bayamo. Cuba.

[kolivar@udg.co.cu]

Manuel Rodríguez Chávez. Dirección municipal de deportes en Granma. Bayamo. Cuba

[manuelrc@nauta.cu]

Recibido: 9/12/2020 | **Aceptado:** 10/03/2021

Resumen

En la presente investigación se realiza un estudio descriptivo de las características biocinemáticas que se manifiestan en la ejecución del movimiento técnico de la sentadilla, en dos atletas fisicoculturistas, con el propósito de valorar su comportamiento relacionado con la calidad de la ejecución técnica. La misma constituye un estudio de casos múltiples donde se realizó la videograbación de dos atletas del gimnasio ubicado en la ciudad de Bayamo en Granma. El procesamiento de los datos se realizó con el programa para el análisis de movimientos humanos “KINOVEA” –versión 8.25 – El análisis de los resultados permitió determinar el desempeño técnico de los atletas, precisar los errores, sus causas y consecuencias, así como proponer sugerencias para su corrección en el proceso de entrenamiento.

Palabras clave: biomecánica, análisis, biocinemáticas, técnica, sentadilla.

Abstract

This research is a descriptive study of the kinematic features that appear in the technical execution of the squat in two athletes to evaluate their behavior related to the quality of the technical implementation. It is a study of multiple cases where the videotaping of two athletes in Granma province was conducted. The data processing was performed using the program for the analysis of human movement “KINOVEA” –version 8.25 - The analyses of the results allowed to

determine the technical performance of these athletes, to specify the errors, their causes and consequences, and to propose suggestions for correction in the training process.

Key words: biomechanics, analysis, kinematic, technical, squat.

Introducción

Uno de los ejercicios más utilizados en los gimnasios, tanto fuera como en Cuba son las sentadillas (cucullas o squat en el idioma anglosajón); este ejercicio es considerado por la mayoría de los profesionales de la actividad física como la reina de los ejercicios de fuerza, o sea se considera a este movimiento como la máxima expresión que posee un individuo para vencer resistencias externas, representa el movimiento de musculación por excelencia, este incluye gran número de grupos musculares para su ejecución técnica (cuádriceps, gemelos, glúteos, abdomen y espalda).

En estos últimos años existe un alto grado de preocupación con la preparación de fuerza que tiene lugar en los gimnasios de cultura física del país, tanto en los estatales como en los particulares, como plantea Román (2017) los conocimientos sobre la preparación de fuerza han descendido desde al año 2000 a la fecha (alrededor de 15 años), y su expresión más evidente es el aumento de las lesiones, los traumas de diverso tipo y otros efectos nocivos para la salud de los practicantes.

Esta afirmación está sustentada en una serie de factores como son la carencia de profesionales de la Cultura Física y el Deporte en estas instituciones (gimnasios), mala gestión en los recursos humanos de estas instituciones creado desproporciones entre los practicantes y los profesores o entrenadores capacitados, así como el uso de métodos sin sustentos científicos y cargados de lagunas técnicas y metodológicas lo que puede ocasionar lesiones, traumas, problemas ostiomioarticulares y en algunos casos situaciones de riesgo para la vida.

La sentadilla es uno de los ejercicios básicos del entrenamiento de la fuerza; trabaja los músculos de los muslos, caderas y glúteos; consiste en la flexión de las rodillas hacia abajo y posteriormente hacia arriba, partiendo de una posición vertical del cuerpo, es uno de los ejercicios más realizados en los gimnasios, dada su acción directa sobre la mayoría de músculos de las extremidades inferiores (glúteos, cuádriceps, isquiotibiales y gemelos), lo cual es requerido para realizar gran parte de las actividades de la vida diaria y deportes en general Comfort (2007) ver figura 1.

Sin embargo, cuando no tiene ningún tipo de orientación, la sentadilla se convierte en un ejercicio perjudicial, debido a los frecuentes errores técnicos que se cometen al ejecutarla Cresser (2010) citado por Chato y Moya (2018) este mismo autor plantea que el 60 % de la

población que intenta realizar una sentadilla cometiendo algún error técnico que puede provocar una lesión.

Por lo que en cuanto a los criterios consultados es uno de los ejercicios más discutidos, por la complejidad que este ejercicio conlleva en cuanto a su técnica, Crespo (2014).

Sin embargo, se ha demostrado que las personas que entrenan con una buena técnica de sentadilla, previenen algún tipo de lesión como sobrecarga y sobreuso de la articulación de rodilla y la zona baja de la espalda (Escamilla, 2014)

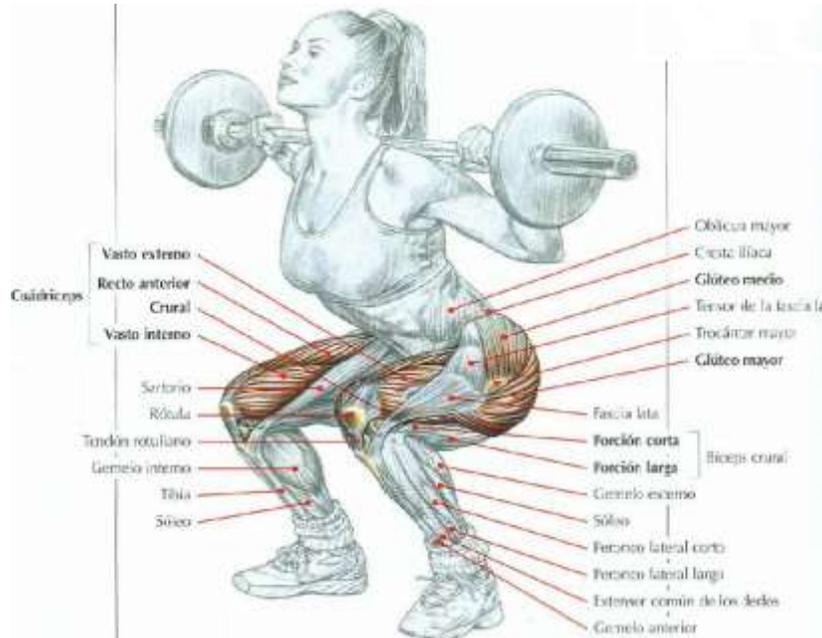


Fig.1: Principales músculos involucrados en la ejecución de la sentadilla. Imagen perteneciente a *Guía de los Movimientos de Musculación de Delavier*.

Existen varias modalidades y variaciones de la sentadilla (parcial, media, paralela, completa o profunda) en esta investigación se analizó la media que es la más utilizada en los gimnasios. Por esta razón, analizar la técnica de este gesto motor es muy importante para deportistas, preparadores físicos, traumatólogos y kinesiólogos Bishop (2013) Chato y Moya (2018).

La sentadilla pertenece al grupo de los ejercicios de cadena cinética cerrada; las extremidades inferiores están fijas en el suelo, provocando que el pie soporte todo el peso sobre el suelo. Es un movimiento que permite reproducir la mayoría de las actividades de la vida diaria como caminar o ponerse de pie Kasim et al. (2007).

Para la realización de la sentadilla es importante tener en cuenta una serie de variantes a la hora de su ejecución, una de ellas es, que las piernas deberán ir a la anchura de los hombros, los

glúteos deberán estar hacia afuera, las rodillas en lo posible no sobrepasarán la punta de los pies (aunque algunas variantes lo exigen), esto está supeditado a la capacidad de quien la ejecuta y lo más importante el ángulo a la hora de bajar, porque este es decisivo entre una buena técnica y una lesión.

La técnica de la sentadilla consiste en flexionar y extender piernas movilizandocargasobre el tronco, la nuca o las clavículas Lavorato & Pereira (2009), el movimiento se compone de tres fases: salida, descenso o excéntrica y ascenso o concéntrica. (Ver Figura 2)

Se debe iniciar con el agarre de la barra, aproximadamente al ancho de los hombros. La barra se coloca a nivel de las escápulas, realizando una ligera aducción de las mismas (5° - 10°) Waller & Townsend, (2008).

Para la salida, los miembros inferiores deben estar colocados en posición neutra, entre 0 y 30 grados de rotación externa de cadera, para evitar dolores en rodillas y cadera Escamilla (2001); Waller & Townsend, (2008) citado por Moya y Chato (2018)

La fase excéntrica o descenso se caracteriza por mantener los talones apoyados en el suelo, no sobrepasar las rodillas de la punta de los pies y mantener el tronco erguido Van Dieën, Hoozemans & Toussaint, (1999); NCSA (2007); Moya y Chato (2018)

Mientras que en la fase concéntrica o ascenso se realiza una fuerza vertical, con la columna en posición neutra, acompañada de una espiración profunda para evitar el aumento de la presión intratecal y basculaciones antero-posteriores de la columna lumbar y la pelvis, en casos de inestabilidad o caídas de la barra Ebben (2009); Moya y Chato (2018). Completándose de esta forma el movimiento con un retorno a la fase inicial.



Fig.2: Fases de la sentadilla, (1) salida, (2) descenso o excéntrica (3) y ascenso o concéntrica. Escamilla (2001); Waller & Townsend (2008); Moya y Chato (2018)

Muchos autores manifiestan que la sentadilla es un ejercicio tan bueno como polémico. Entre los profesionales de la salud y los entrenadores deportivos existen debates sobre los efectos colaterales que este ejercicio produce en la columna vertebral y en las rodillas. Para los entrenadores, la sentadilla es el ejercicio más completo para el entrenamiento de la fuerza; por el contrario, los profesionales de la salud advierten sobre su peligro potencial de provocar lesiones en la zona de la espalda baja y las rodillas.

La aplicación de la Biomecánica en el contexto actual, tiene como objetivo el perfeccionamiento de las acciones motrices de los deportes, solucionando problemas prácticos en el entrenamiento deportivo y permitiendo colocar las bases científicas para el entrenamiento técnico.

Autores como Donskoi y Zatsiorski (1988) consideran a la Biomecánica, en un sentido amplio, como la ciencia de las leyes del movimiento mecánico aplicadas a los sistemas vivos, especialmente al aparato locomotor del cuerpo humano, “el estudio de los movimientos del hombre en la biomecánica deportiva consiste en evaluar la efectividad de una acción motora del deportista como sistema de movimientos activos correspondientemente conectados; de esta forma se investiga las causas mecánicas y biológicas de los movimientos al mismo tiempo analiza las particularidades de las acciones motoras que dependen de ellas en las diferentes condiciones” Donskoi y Zatsiorski (1988)

Teniendo en cuenta el creciente interés y motivación de la creciente población que asiste hoy en día a nuestros gimnasios en busca de los servicios (Acondicionamiento Físico, la Preparación de Fuerza, la Rehabilitación Física, el llamado Crossfit, el Fisiculturismo, el levantamiento de pesas y otras) se decidió realizar esta investigación que aborda el estudio de algunas características biomecánicas (cinemáticas) implicadas en la ejecución de la sentadilla, con el fin de optimizar la ejecución del movimiento.

El análisis cinemático es una de los procedimientos biomecánicos más utilizados en el estudio del desempeño individual de los atletas de cualquier deporte; el análisis de la estructura cinemática de la sentadilla se centra en la determinación de los desplazamientos de los diferentes segmentos del cuerpo durante el movimiento, así como las diferentes velocidades y aceleraciones de la palanqueta, con el objetivo de crear, mantener o modificar estructuras de movimiento, lo cual brinda una mayor información objetiva basada en indicadores (cinemáticos) que pueden ser comparados con patrones ya establecidos o con la actuación de los mejores deportistas tomados como patrón.

Este trabajo investigativo contribuirá a que los atletas (fisicoculturistas) y entrenadores conozcan la importancia de una ejecución óptima del movimiento al ejecutar la sentadilla, lo cual permitirá que cumplan conscientemente con los ejercicios y las cargas propuestas para sus entrenamientos diarios, y con ello el beneficio que podrán obtener se verá reflejado al elevar su rendimiento competitivo y mejorar su autoestima, evitando molestias y lesiones que afecten a su organismo y su desempeño diario.

Para la investigación se tomó como referencia a dos atletas (Fisicoculturistas) uno de sexo femenino y otro masculino, con más de 2 años de experiencia deportiva, pertenecientes al gimnasio “El Hércules”.

Mediante la observación a las sesiones de entrenamiento y en entrevista al entrenador de los atletas se confirmó de forma general, que persisten problemas de carácter técnico en la ejecución de la sentadilla, aunque no se han definido cuantitativamente, al carecer de herramientas que permitan analizarlos, determinar errores y deficiencias técnicas, así como precisar ejercicios para la corrección de los mismos.

Por lo que se hizo pertinente el análisis del comportamiento de las características biocinemáticas que se manifiestan, en la ejecución técnica de la sentadilla, en los atletas, y su relación con la calidad.

De modo que la investigación fue dirigida a la ejecución técnica de los fisicoculturistas pertenecientes al gimnasio “El Hércules”.

Planteándonos determinar las características biocinemáticas fundamentales presentes en la ejecución técnica de la sentadilla, en los fisicoculturistas pertenecientes al gimnasio “El Hércules”.

Metodología

La investigación se estructuró en las etapas siguientes:

1. Etapa de estudio previo.

Búsqueda de los fundamentos teóricos que sustentan la ejecución del movimiento técnico de la sentadilla; asumiéndose en este caso los postulados fundamentados en las investigaciones de Waller & Townsend (2008); Ebben (2009); Rippetoe (2012); Moya y Chato (2018). Determinación de las variables de estudio; en este punto se determinaron un grupo de características biocinemáticas espaciales y temporales que caracterizan la estructura del movimiento durante la ejecución técnica de la sentadilla.

- Desplazamientos horizontales de la palanqueta y de algunos segmentos corporales (ver figura 3)

- Ángulos entre los diferentes miembros del cuerpo.
- Trayectoria de la palanqueta.



Fig. 3: Características biocinémicas espaciales y temporales que caracterizan la estructura del movimiento durante la ejecución técnica de la sentadilla en la fase de descenso o excéntrica.

Permitiendo la descripción de los indicadores que influyen en la solución de la tarea motora, específicamente en la vía más eficiente; el mismo está basado en la relación causa – efecto, partiendo de los parámetros de rendimiento (resultado), de una especialidad deportiva determinada. Su estructuración tuvo en cuenta las limitaciones prácticas presentes para la investigación, dado lo difícil de cuantificar, tanto de manera directa como indirecta, algunas de las magnitudes involucradas.

2. Etapa de filmación, edición y digitalización de las imágenes.

Filmación de la técnica de ejecución del Arranque, para lo cual se utilizó:

Cinta métrica. (5 m de longitud), cámara de vídeo Sony (DCR-SX85E; Irbid, con HDD de 16 GB) y velocidad de filmación de 25 cuadros/s, trípode Yunteng, VCT– 668RM con su nivel horizontal, manipuladores y acoples, escala de 1.80 m. de longitud.

Para el proceso de filmación, se colocó la cámara fija a una altura de 1.5 m, a una distancia

perpendicular al plano del movimiento de 4 m, con su eje óptico coincidiendo con el plano sagital, eje transversal, de manera que la mayoría de los segmentos del cuerpo de cada atleta se encuentre en el plano de filmación.

Para la edición de los videos tomados de manera que resultaran compatibles con el software de análisis (KINOVEA), se utilizó el TMPGEnc4XP, versión 4.3.1.222.

El KINOVEA es un software computarizado, independiente y multifacético, para el análisis de los movimientos en dos dimensiones. Está confeccionado para aceptar videos en formato *.avi y realizar análisis mecánicos y cálculos característicos, así como gráficos y figuras.

3. Etapa de análisis cinemático de movimiento técnico de la sentadilla en los casos objeto de estudio.

De los tres intentos ejecutados por cada atleta, se tomó el último intento el cual fue realizado con la mayor cantidad de peso, con el objetivo de detectar las principales deformaciones de la técnica.

Métodos del nivel teórico:

- Histórico-lógico: Permite desentrañar la historicidad del asunto referido a la ejecución técnica de la sentadilla, así como su evolución y desarrollo.
- Analítico - sintético: Se verifica con mayor énfasis en el proceso de valoración de la información recopilada necesaria para la elaboración del marco teórico referencial, en la determinación de regularidades y tendencias en la técnica, así como para la determinación de las características biocinemáticas que caracterizan a la ejecución técnica de la sentadilla.
- Inductivo - deductivo: En particular contribuye a la definición del problema de investigación a partir de los resultados del diagnóstico; determinar las características biocinemáticas de las fases del movimiento dada su estructura; las vías de solución del problema y a partir de los resultados y de su análisis, determinar la calidad de la ejecución técnica llegando a proponer posibles soluciones para las dificultades encontradas.

Métodos del nivel empírico:

Observación: Directa, durante las sesiones de entrenamiento y su análisis para completar el diagnóstico de la muestra.

Medición: Directa de algunas características antropométricas de los atletas (talla, peso, etc.) e indirecta, de las características biocinemáticas (espaciales, temporales y espacio – temporales), empleando un software para el análisis de los movimientos.

Videografía: para efectuar el análisis en dos dimensiones a partir de la filmación, con una

cámara de vídeo, de la ejecución técnica de la sentadilla, de cada uno de los atletas estudiados.

Diseño muestral

En esta investigación se tuvo en cuenta las particularidades del estudio de casos en Biomecánica propuestas por Perdomo (2010), por lo que se precisó en aquellos elementos más importantes que caracterizan al caso que debe ser estudiado.

La muestra la constituyen 2 atletas, del sexo femenino y masculino, matriculas del gimnasio "El Hércules", elegidos de manera intencional, dadas sus características anatomofisiológicas, rango de edad (22-23 años) adecuado para esta práctica deportiva, donde la maduración ósea y el desarrollo de fuerza máxima son óptimos para un entrenamiento intenso usando cargas, intermedias o altas; estado de salud (óptimo) ninguno presenta lesiones ni padecimientos físicos o psicológicos, llevan aproximadamente el mismo tiempo de práctica en el levantamiento de pesas (de 1 a 2 años).

Análisis de los resultados para el perfeccionamiento de la técnica.

De las principales fuentes de la literatura analizadas se escogieron los valores angulares promedios descritos por Fry (2003), para establecer una comparación con los casos estudiados. Este autor plantea que existe una correlación entre los ángulos mencionados, así como la fuerza de torque durante la sentadilla, sin embargo, en el presente estudio solo se limitó el análisis a las características cinemáticas. Como resultado de la medición realizada a los atletas en la fase de descenso o excéntrica, se pudo observar que:

En la atleta femenina el ángulo de la cadera fue de 53° , es decir que $23,7^{\circ}$ de diferencia con respecto a la referencia de $66,7^{\circ}$. (fig. 4).

Durante la realización de la media sentadilla el tronco tendrá una tendencia a flexionarse para ajustar todo el sistema y soportar la carga, sin embargo esta flexión debe ser controlada de modo que la tensión en la columna lumbar sea mínima, evitando lesiones entre los discos vertebrales; hay que recordar que la lumbalgia, se da cuando no hay una apropiada estabilización de glúteos y pelvis, y hay una utilización de carga excesiva provocando un desbalance mayor.

En el caso de las rodillas, el resultado fue de 63° para una diferencia de $3,1^{\circ}$ con respecto a los $66,1^{\circ}$ planteados por la referencia utilizada. (fig. 4) Se pudo además observar que la rodilla sobrepasa la línea de los pies, manifestándose muy pronunciada esta desalineación (fig. 4).



fig. 4: Ángulos principales involucrados en la ejecución de la sentadilla en la fase de descenso o excéntrica. Nótase la incorrecta alineación rodilla- punta del pie. Calzo en el apoyo.

Cuando se sobrepasa la línea, una compensación entre los ángulos de flexión de cadera y rodilla se produce para intentar mantener el centro de gravedad dentro de la base de sustentación, realizando una mayor inclinación anterior del tronco McKean, Dunn & Burkett (2010), lo cual se hace evidente en este caso.

Lo anteriormente planteado puede ser resultado de un exagerado calzo en la parte posterior del apoyo, cuestión que debe ser tratada con el atleta y su entrenador.

Por otra parte en un análisis de la trayectoria de la articulación de la rodilla en la fase de descenso o excéntrica, en el plano frontal, se pudo constatar la manifestación de desplazamiento medial de rodillas, lo cual es un patrón de movimiento presente en esta fase del ejercicio que se usa comúnmente para establecer el ángulo de valgo de rodilla (**fig.5**).



fig. 5: Trayectoria del punto anatómico de la rodilla en la fase de descenso o excéntrica. Patrón de movimiento que se usa comúnmente para establecer el ángulo de valgo de rodilla.

Aunque en este caso el valgo de rodillas no es muy pronunciado, el entrenador debe cuidar que no sea excesivo ya que este mecanismo puede producir dolor en los ligamentos colaterales internos de rodilla y es un factor de riesgo para lesiones del miembro inferior, entre las que se incluyen esguince del ligamento cruzado anterior, síndrome de dolor patelofemoral y el síndrome de fricción de la banda iliotibial.

El valgo de rodillas se debe a que los músculos de la parte interna y externa de la pierna vencen la función de rotación externa del glúteo mayor; entonces, el tensor de la fascia lata y la banda iliotibial tiran de su inserción distal, en la tibia, inclinándola hacia adentro (valgo de rodilla) y, junto a la tensión provocada por los aductores, conducen a la rotación interna del fémur.

Para los tobillos se obtuvo un valor de 81° en comparación con los 90° referenciados para una diferencia de 9° . (fig. 4) aunque no es muy significativa, puede estar dada por la compensación entre los ángulos de flexión de cadera y rodilla mencionados anteriormente.

En el caso del atleta masculino, los ángulos de la cadera fueron de 71° , es decir $4,3^{\circ}$ por encima con respecto a la referencia de $66,7^{\circ}$. (fig. 6); en este caso factores como la constitución física y la musculatura del abdomen pueden tributar a la manifestación de este valor positivo, aunque se debe tener cuidado y mantener la curva lordótica, evitando una inclinación posterior de la pelvis, para generar menos presión en los discos intervertebrales, mediante la flexión de la cadera, que además actuará como un mecanismo de protección para lesiones del miembro inferior.

En el caso de las rodillas, el resultado fue de 69° para una diferencia de $3,9^{\circ}$ por encima con respecto a los $66,1^{\circ}$ planteados por la referencia utilizada. (fig. 6); en este caso la rodilla sobrepasa la línea de los pies, sin embargo, a diferencia de la atleta femenina no es muy pronunciada (fig. 6), en el caso del plano frontal las rodillas se mantienen estables, la cadera denota una rotación externa aproximada a los 30° lo cual disminuye el riesgo de que la rodilla entre en valgo acentuado y puede aumentar la activación de los aductores de la cadera Gual y cols. (23)

Para los tobillos se obtuvo un valor de 93° en comparación con los 90° referenciados, con 3° por encima, por lo que podemos plantear que no hay una diferencia significativa. (fig. 6), en el caso de este atleta la técnica de la sentadilla está bastante racional, el trabajo con el entrenador debe de estar en función de las cargas con las que se trabajara en adelante y por supuesto teniendo en cuenta los elementos antes señalados.

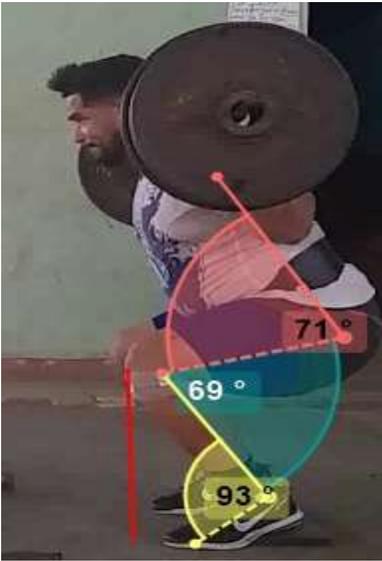


fig.6: *Ángulos principales involucrados en la ejecución de la sentadilla. Nótese la alineación rodilla- punta del pie, en este caso no muy acentuada.*

En el presente estudio se determinaron una serie de diferencias en el caso de la atleta femenina con respecto a los valores referenciados, en el caso del atleta masculino los valores estuvieron bastante aproximados a la referencia, existiendo una enorme diferencia entre los dos atletas estudiados, muchos autores estiman que las diferencias angulares entre sexos puede estar dada por la flexibilidad presente en el sexo femenino en contra posición al desarrollo de la masa muscular.

Conclusiones

1. El estudio de los referentes teóricos acerca de la ejecución del movimiento técnico de la sentadilla permitió determinar un grupo de características biocinemáticas espaciales y temporales que caracterizan la estructura del movimiento durante la ejecución técnica de la sentadilla y la definición de las características biocinemáticas presentes, susceptibles de estudiar a partir de las diferentes fases que componen el movimiento.
2. El análisis del comportamiento de las características biocinemáticas, presentes en la ejecución del movimiento técnico de la sentadilla ejecutada por los atletas estudiados, permitió determinar que:
 - Persisten dificultades con las posturas, a partir de incorrecciones en los ángulos de la rodilla y la de la cadera en la fase de descenso o excéntrica, sobre todo en la atleta femenina.
 - Se observaron diferencias significativas entre la ejecución del movimiento entre los atletas estudiados.
3. La valoración general del comportamiento de las características biocinemáticas permitió

determinar los errores técnicos que presentan los atletas estudiados, sus causas y posibles consecuencias, lo cual puede ser utilizado por los profesores del gimnasio en áreas relevantes del entrenamiento como son la prevención de lesiones y la mejora del rendimiento físico.

Referencias bibliográficas

1. Comfort P, Kasim P. Optimizing Squat Technique. *Strength Cond J.* 2007;29(6):10.
2. Donskoi, D.D. Zatsiorski, V. (1988) *Biomecánica de los ejercicios físicos.* Ciudad de La Habana. Editorial Pueblo y Educación. pp. 11-302.
3. Escamilla RF. Knee biomechanics of the dynamic squat exercise. *MedSciSportsExerc.* 2001;33(1):127-41.
4. Fry, A. C., Smith, J. C., & Schilling, B. K. (2003). Effect of knee position on hip and knee torques during the barbell squat. *The Journal of Strength & Conditioning Research,* 17(4), 629-633.
5. Lavorato, M. A., & Pereira, N. V. (2009). La sentadilla ¿es un ejercicio potencialmente lesivo. *Investigación y Desarrollo, Fortia 1(1)* Recuperado de: <http://www.productosfortia.com/la-sentadilla-es-un-ejercicio-potencialmente-lesivo.pdf>
6. Moya M.; Chato A. (2018) *Análisis biomecánico de la técnica de sentadilla en los Fisicoculturistas de la pontificia universidad católica del Ecuador (PUCE).* Pontificia Universidad católica del Ecuador Facultad de Enfermería Terapia Física. Disertación de grado para optar por el título de Licenciados en Terapia Física
7. Perdomo M, E. (2010). *Apuntes metodológicos para el estudio de casos en Biomecánica.* Material digital. UCCFD "Manuel Fajardo". Ciudad de la Habana.
8. Roman, R. A. (1986) *Entrenamiento del levantador de pesas.* Moscú, Cultura Física y Deportes. 1986 (traducción del CINID del INDER)
9. Román S. I. (2017). *Sobre la fuerza muscular en los gimnasios* 02 de julio de 2017. Publicación del Instituto Nacional de Deportes, Educación Física y Recreación INDER. Revista digital JIT <http://www.jit.cu/Default.aspx> revisado jueves 20 agosto, 2020.
10. Van Dieën, J. H., Hoozemans, M. J., & Toussaint, H. M. (1999). Stoop or squat: a review of biomechanical studies on lifting technique. *Clinical Biomechanics,* 14(10), 685-696.