

# LA SENTADILLA PROFUNDA Y SU EFECTO EN LA BIOMECÁNICA DE LA ARTICULACIÓN DE LA RODILLA EN LOS DEPORTISTAS QUE PRACTICAN CROSSFIT EN EL GIMNASIO CROSSFIGHT DE LA CIUDAD DE MEDELLÍN EN EL SEGUNDO SEMESTRE DE 2014

THE DEEP SQUAT AND IT'S EFFECTS TO THE BIOMECHANICS OF THE KNEE ARTICULATION TO THE CROSSFIT ATHLETES IN THE GYM CROSSFIGHT OF THE CITY OF MEDELLIN IN THE SECOND HALF OF 2014

Mateo Galeano Mejía

Mabel Milena Morales Sierra

---

## RESUMEN

**Objetivo:** Determinar la influencia de la sentadilla profunda aplicada en el Crossfit en los mecanismos de lesión osteomuscular para la articulación de la rodilla. **Material y Método:** Es un estudio descriptivo en el cual se utilizó un método explicativo con enfoque cuantitativo, se realizó en el gimnasio Crossfight de la ciudad de Medellín, con una población de 80 practicantes de Crossfit de los cuales 16 fueron seleccionados como la muestra. **Procedimientos:** Se implementó la observación, la revisión bibliográfica y la aplicación de encuesta para analizar los factores determinantes para alcanzar el objetivo propuesto. **Resultados:** No existe relación entre la sentadilla profunda y las lesiones osteomusculares de la rodilla, ya que el 81% de los encuestados no refiere ninguna alteración en sus rodillas al realizar sentadillas profundas. **Conclusiones:** La sentadilla profunda no influye en la biomecánica de la articulación de la rodilla como factor incidente de mecanismos de lesiones osteomusculares en esta articulación.

**Palabras Claves:** Crossfit, Biomecánica, Sentadilla, Entrenamiento físico, Cargas físicas, Movimientos funcionales.

## ABSTRACT

**Objective:** To determine the influence of the deep squat applied to the Crossfit in the mechanisms of musculoskeletal injury to the knee articulation. **Material and Method:** It is a descriptive study in which was used an explanatory method with quantitative approach. It was carried out in the gym Crossfight of the city of Medellin, with a population of 80 practitioners of Crossfit from which 16 were selected as examples. **Procedures:** Implement the observation, a bibliographical review and an application of a survey to analyze the determinants to achieve the objective. **Results:** There was no relationship between the deep squat and musculoskeletal injuries of the knee, since 81% of the respondents did not have any alteration in their knees when performing deep squats. **Conclusions:** The deep squat does not influence the biomechanics of the knee joint as an incident factor of musculoskeletal injury of the mechanisms in this joint.

**Key Words:** Crossfit, biomechanics, squat, physical training, physical loads, functional movements.

## INTRODUCCIÓN

El Crossfit es uno de los deportes con los cuales se ha revolucionado la forma de realizar ejercicio, ya que es una modalidad que reta a la persona a superar sus límites, llevando las capacidades físicas al 100% de su rendimiento. La guía de entrenamiento Crossfit “The Crossfit Training Guide”, define este entrenamiento como un método donde se realizan “movimientos funcionales con constante variación y ejecutados a alta intensidad”.

Esta investigación surgió gracias a la experiencia que tuvo el autor como practicante de Crossfit, donde pudo evidenciar que muchas personas se quejaban constantemente de molestias o dolores en las rodillas. En el Crossfit estas articulaciones deben soportar grandes cargas y a su vez son sometidas a grandes tensiones ya que muchos de los ejercicios realizados en este deporte comprenden sus movimientos; uno de ellos es la sentadilla que para el Crossfit solo es válida, una repetición, cuando se superan los 90 grados de flexión de rodillas. De acuerdo con lo anterior se ha tomado la sentadilla como el ejercicio a evaluar e investigar, de forma que se pueda determinar si la sentadilla profunda realizada durante la práctica del Crossfit influye en la biomecánica de la rodilla como factor incidente de mecanismos de lesiones osteomusculares en la articulación de la rodilla.

Durante años se ha debatido por parte de profesionales del área de la salud en donde aprueban o desaprueban la realización o ejecución de la sentadilla de manera profunda o completa; en la actualidad existe un aumento en la creciente aceptación de la sociedad por los entrenamientos funcionales, como lo es el Crossfit, que ofrecen una manera rápida y diferente de realizar ejercicio físico, el debate mencionado anteriormente va en aumento evidenciándose un incremento en las consultas médicas de personas que padecen lesiones osteomusculares,

atribuyendo dicho padecimiento a la práctica de esta modalidad de entrenamiento físico.

Por esta razón la presente investigación busca determinar cuál sería la incidencia de la sentadilla profunda en el mecanismo de lesiones osteomusculares de la articulación de la rodilla, en los deportistas de Crossfit del gimnasio Crossfight de la ciudad de Medellín, esclareciendo la polémica mencionada anteriormente.

El proyecto se realizó principalmente para ofrecerle a la sociedad nuevos conocimientos frente a los distintos modelos de entrenamiento físico que se están llevando a cabo hoy en día, documentar el empirismo existente dentro de este tipo de entrenamiento (Crossfit), ya que se ha evidenciado, con la experiencia del autor, que la gran mayoría de los gimnasios que prestan este servicio contratan a personal sin las competencias y conocimientos necesarios para guiar a las personas que practican esta modalidad.

## **MATERIAL Y MÉTODO**

Es un estudio descriptivo, debido a que se pretende deducir las circunstancias y analizar cómo se manifiesta la incidencia de la sentadilla profunda y su efecto en la biomecánica de la articulación de la rodilla en los deportistas que practican Crossfit en el gimnasio Crossfight, desde el abordaje cuantitativo de los datos a través de la medición de los distintos factores de riesgo, los síntomas presentados y el análisis biomecánico. A esto se le suma la aplicación del método explicativo ya que se buscan las razones o causas que permitan descartar y/o explorar la influencia de la sentadilla profunda en la biomecánica de la rodilla; es un trabajo no experimental debido que no se trabajó con ningún tipo de variables, no hubo experimentación con los usuarios, por el contrario se analizó un gesto de movimiento con una problemática ya existente en la cual se

utilizará la observación, el análisis biomecánico de la sentadilla profunda y la recolección de datos por medio de encuestas con el fin dar cumplimiento al objetivo propuesto.

Para llevar a cabo la investigación, se acudió a la población del gimnasio Crossfight de la ciudad de Medellín el cual cuenta con 80 usuarios activos de los cuales se eligieron aleatoriamente 16 personas para conformar la muestra, siempre y cuando contaran con los siguientes criterios de inclusión:

- Usuarios del gimnasio Crossfight de la ciudad de Medellín
- Usuarios que presenten alguna patología o algia de rodilla, durante la práctica del Crossfit.
- Usuarios con una práctica superior a un mes.

Para la adecuada recolección de datos y obtención de los objetivos planteados fue necesario utilizar algunas técnicas como **la observación**, con la cual fue posible obtener algunos de los datos fundamentales para el desarrollo del estudio, otra técnica implementada fue **la revisión bibliográfica** con la cual se logró contextualizar el proyecto investigativo, esta permite justificar con bases científicas todos los procesos realizados y los conceptos implementados. Por último se realizó una **encuesta** la cual demostraría si existe algún tipo de incidencia de la sentadilla profunda sobre las lesiones osteomusculares de la rodilla, dato que será punto de partida para aceptar el presente estudio y aclarar puntos de vista existentes en relación a la ejecución de la sentadilla profunda.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Dentro de la revisión bibliográfica se pudo encontrar información acerca de los cambios estructurales que sufre la rodilla al realizar su movimiento de flexión, dicho movimiento es fundamental para la ejecución de una

sentadilla por ende es de gran importancia entender que sucede en esta articulación al momento de enfrentarla a las cargas físicas que se generan con dicho gesto deportivo.

Escamilla afirma que “entre los 0° y 60° de flexión de rodilla las fuerzas de cizallamiento anterior de la articulación tibio femoral son pequeñas; sin embargo la mayor preocupación son las fuerzas compresivas de la articulación femoropatelar, pues grandes fuerzas pueden desgastar el cartílago articular de la superficie interna de la rótula, lo que puede conducir a condromalacia e incluso a cambios de origen artrósico en la rodilla”. También asegura que afirma que el cuádriceps aumenta su activación a medida que se aumentan los grados de flexión de rodilla, pero aclara que este efecto solo se da hasta los 90 grados de flexión, en donde los cuádriceps alcanzarían su activación máxima, también afirma que los isquiotibiales alcanzan su activación máxima entre los 10° y los 60° de flexión de rodilla y que los gastrocnemios entre los 60° y 90°.

En la investigación llamada “La sentadilla ¿es un ejercicio potencialmente lesivo?” realizada por Miguel A. Lavorato y Nicolás Vigaró Pereira en el Departamento de Investigación y Desarrollo de Fortia en Buenos Aires, Argentina; los autores afirman que es fundamental determinar la técnica correcta a la hora de ejecutar una sentadilla, sobretodo en la parte dinámica del movimiento, aseguran que la flexión de las articulaciones (fase de descenso), debe ser más lenta que la extensión, ya que si se realiza a una velocidad alta se produce un rebote al llegar al punto máximo de flexión, lo que puede contribuir a lesiones meniscales.

La rodilla pasa por dos tipos de fuerzas importantes, una es la fuerza de “Cisión” en dirección posterior que lleva a la tibia hacia adelante, claro está que este movimiento no se produce

debido a la acción de los tejidos blandos que mantienen la tibia en su lugar (sobre todo el LCA). La otra fuerza que se ejerce sobre la rodilla es una fuerza de compresión en dirección del eje longitudinal de la tibia y según el estudio realizado por Lavorato y Pereira los ejercicios donde se soporta peso (como la sentadilla) aumentan las fuerzas de compresión de la rodilla lo que mejora su estabilidad.

En la anterior investigación, se concluyó que la sentadilla en sus dos variantes (media sentadilla y sentadilla profunda), no es un factor incidente en la aparición de lesiones osteomusculares en la articulación de la rodilla, si se realiza correctamente.

Otros autores que hablan acerca de la sentadilla son: Luis D. Antoniazzi quien considera en su escrito "Biomecánica del miembro inferior: Las sentadillas" que realizar una sentadilla profunda o una media sentadilla es un "equilibrio de posturas", este afirma que para realizar una sentadilla profunda "es necesario una estructura articular totalmente adaptada al periodo evolutivo del individuo que la ejecuta; el otro es Rafael F. Escamilla quien en su libro "Biomecánica de la rodilla en el ejercicio de la sentadilla dinámica", concluye que "entrenar sentadilla en el rango funcional entre 0 y 50° de flexión de la rodilla puede ser apropiado para muchos pacientes que realizan rehabilitación de la rodilla. Para los atletas que poseen rodillas sanas se recomienda la realización de sentadilla paralela por encima de la sentadilla profunda, porque la probabilidad de lesionar los meniscos, los ligamentos cruzados y los ligamentos colaterales se incrementa con la sentadilla profunda."

Para Kapandji la rodilla en flexión es potencialmente inestable y está expuesta a lesiones ligamentosas y meniscales mientras que en extensión es más propensa a padecer fracturas articulares y a las rupturas ligamentosas. La rodilla

posee dos articulaciones, la tibio femoral y la femorrotuliana, la primera es la encargada de realizar los movimientos de flexión y extensión y la segunda realiza un movimiento de deslizamiento que se da proporcionalmente al movimiento de flexión o extensión de la articulación tibio femoral, este consiste en un descenso de la rótula sobre los cóndilos femorales de aproximadamente 7 cms partiendo desde la extensión completa de la rodilla hasta la flexión de 140°; la rótula siempre se articula con los cóndilos femorales pero, según Margareta Nordin y Víctor H. Frankel, "más allá de los 90° de flexión, la rótula rota externamente, y solo la faceta femoral medial articula con la rótula". Kapandji también describe el movimiento de la rótula, pero no solo afirma que se desplaza de arriba abajo sino que también cumple un movimiento hacia adentro a medida que se flexiona la rodilla y hacia afuera a medida que se extiende, esto se da gracias a la tensión presente en el tendón cuadricipital y el tendón rotuliano.

De acuerdo a todo lo investigado se determina que los siguientes aspectos pueden contribuir a la aparición de lesiones osteomusculares de dicha articulación a corto o largo plazo al realizar sentadillas profundas, la probabilidad que uno de estos factores ocasione una lesión se aumenta si no se controla y aparte si se ejecutan las sentadillas con peso extra que aumente la dificultad del ejercicio:

- Debilidad o desbalance de los tejidos blandos de la rodilla.
- Disminución en la flexibilidad y elasticidad de los tejidos blandos de la rodilla
- Superar los 90° de flexión de rodillas
- Obesidad o Sobrepeso.
- Mecanismos de estrés en cizalla o rotación de la rodilla.

- Superar la punta de los pies con las rodillas al realizar el descenso de la sentadilla.
- Desplazamiento en varo o valgo de las rodillas al descender en la sentadilla.
- Alteración del ángulo Q.
- Desalineamiento de la rótula.

Después de aplicar la encuesta a los 16 deportistas, elegidos aleatoriamente pero que cumplieran con los requisitos descritos anteriormente, se puede asegurar que no existe relación alguna entre la sentadilla profunda y las lesiones osteomusculares de la rodilla a corto plazo, ya que el 81% de los encuestados no refiere ninguna alteración en sus rodillas al realizar sentadillas profundas. Es importante mencionar que el 12% de los encuestados practica Crossfit hace 1 mes, el 31% manifiesta llevar un tiempo entre 1 a 6 meses practicándolo, el 19% practica Crossfit desde hace 6 meses a 1 año y el 38% lleva practicando Crossfit hace más de 1 año; también se debe tener en cuenta que el 38% de los encuestados realiza entre 50 y 100 sentadillas por semana, el 6% entre 100 y 150 semanales y el 56% realiza más de 200 semanales, una cantidad elevada de sentadillas para un periodo de 7 días. Aparte de eso el 6% de los encuestados añade un peso (carga externa) a sus sentadillas de 25 a 50 lbs, para el 37% la carga esta entre 50 y 100 lbs, el 25% utiliza una carga de 100 a 150 lbs, el 19% implementa una carga de 150 a 200 lbs de peso en sus sentadillas y el 13% utiliza más de 200 lbs como carga externa, un peso bastante alto para la cantidad de sentadillas que ejecutan en una semana, teniendo en cuenta que ninguno es un deportista de alto rendimiento.

## **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

De acuerdo a lo investigado y los resultados arrojados por la encuesta aplicada se ha logrado concluir que

estadísticamente y a corto plazo, la sentadilla profunda no influye en la biomecánica de la articulación de la rodilla como factor incidente de mecanismos de lesiones osteomusculares en esta articulación, debido a que los resultados arrojados por la encuesta afirman que la gran mayoría de la muestra no presenta ninguna alteración en sus rodillas al ejecutar el movimiento de estudio.

Está comprobado por autores como Margareta Nordin y Kapandji que el Ligamento Cruzado Anterior se deforma y distiende al superar los 90° de flexión de la rodilla, por tanto puede ser posible que a largo plazo este ligamento presente alteraciones gracias a la realización de sentadillas profundas ya que aparte de superar los 90° de flexión de rodilla, se ejecutan las sentadillas con pesos extra que aumentan la dificultad del ejercicio.

Otra alteración que posiblemente se presente, a largo plazo, a causa de realizar sentadillas profundas es la Condromalacia Rotuliana; está confirmado biomecánicamente que a mayor flexión de las rodillas mayor es la presión que el tendón cuadricipital y el ligamento rotuliano ejercen sobre la rótula, desplazándola hacia adentro de la articulación, de manera que esta “choca” contra los cóndilos femorales.

Se debe tener claridad acerca de la técnica correcta para realizar sentadillas, ya que de ella depende el correcto funcionamiento del sistema musculoesquelético.

Es importante que antes de iniciar a realizar sentadillas profundas y antes de añadirle peso extra a su ejecución, se aseguren de tener un periodo de adaptación suficiente donde se le permita al deportista obtener capacidades físicas básicas para soportar este ejercicio, capacidades como la flexibilidad y elasticidad, fuerza, resistencia, coordinación y equilibrio.

Se recomienda modificar el plan de entrenamiento, de forma que se disminuyan la cantidad de sentadillas profundas realizadas a la semana, igualmente también se debe planificar el entrenamiento de manera que la cantidad de peso que se movilizara en la sentadilla, varié en la semana y que no siempre se trabaje sobre pesos elevados.

## REFERENTES

- **“The Crossfit Training Guide”**  
POR: Greg Glassman /  
Copyright © CrossFit, Inc. Tutti  
i diritti riservati CrossFit è un  
marchio registrato di CrossFit,  
Inc
- **“Biomecánica de la Rodilla en  
el Ejercicio de Sentadilla  
Dinámica.”** - Rafael F.  
Escamilla
- **“La sentadilla ¿es un ejercicio  
potencialmente lesivo?”**-  
Miguel A. Lavorato, Nicolás  
Vigario Pereira (Departamento  
de Investigación y Desarrollo,  
Fortia, Buenos Aires,  
Argentina.)
- **“Biomecánica del miembro  
inferior: Las sentadillas”**-Luis  
D. Antoniazzi (C.I.A.F. Centro  
Integral de Aptitud Física,  
Córdoba. Argentina)
- **“Biomecánica de la actividad  
física y el deporte.”**-Dimas  
Carrasco Bellido, David  
Carrasco Bellido.
- **“Bases biomecánicas para el  
análisis del movimiento  
corporal humano.”** -Aníbal  
Damián Repetto
- **“El Fisioterapeuta en la  
Prevención de Lesiones del  
Deporte”**-Francisco Javier  
Adamuz Cervera y Maria  
Antonia Nerin Rotger  
([http://repositorio.ucam.edu/jspu  
i/bitstream/10952/404/1/FISIOT  
ER2006-5-2-31-36.pdf](http://repositorio.ucam.edu/jspu<br/>i/bitstream/10952/404/1/FISIOT<br/>ER2006-5-2-31-36.pdf))
- **“Técnica, Biomecánica y  
Aprendizaje Motor”**-Gustavo  
Ramón Suarez – Dr. Educación  
Física / Docente Instituto  
Educación Física Universidad de  
Antioquia
- **“Fisiología Articular de  
Miembro Inferior”**-  
A.I.Kapandji / Editorial Médica  
Panamericana – 5a Edición
- **“Biomecánica Básica del  
Sistema Músculo esquelético”**-  
Margareta Nordin y Victor H.  
Frankel