

**ANÁLISIS BIOMECÁNICO DE LA SENTADILLA PROFUNDA EN MÁQUINA  
SMITH Y SU INFLUENCIA EN EL DOLOR LUMBAR EN UNA POBLACIÓN  
AFICIONADA PRACTICANTE DEL FITNESS, ENTRE 20 Y 30 AÑOS**

**JUAN ESTEBAN MORALES ROLDAN  
LAURA GOMEZ GARCIA  
ESTEFANIA SILVA LONDOÑO**

**FUNDACIÓN UNIVERSITARIA MARÍA CANO  
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD  
FISIOTERAPIA  
MEDELLÍN  
2015**

**ANÁLISIS BIOMECÁNICO DE LA SENTADILLA PROFUNDA EN MÁQUINA  
SMITH Y SU INFLUENCIA EN EL DOLOR LUMBAR EN UNA POBLACIÓN  
AFICIONADA PRACTICANTE DEL FITNESS, ENTRE 20 Y 30 AÑOS**

**JUAN ESTEBAN MORALES ROLDAN  
LAURA GOMEZ GARCIA  
ESTEFANIA SILVA LONDOÑO**

**Trabajo de grado presentado como requisito para optar por el título de  
Fisioterapeuta**

**Asesor de monografía:  
MABEL MILENA MORALES SIERRA  
Fisioterapeuta. Maestría en Administración y Planificación Educativa**

**FUNDACIÓN UNIVERSITARIA MARÍA CANO  
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD  
FISIOTERAPIA  
MEDELLÍN  
2015**

**Nota de aceptación:**

---

---

---

---

---

---

---

Presidente del Jurado

---

Jurado

Medellín, octubre 17 de 2015

## **AGRADECIMIENTOS**

Agradecemos de manera especial al gimnasio BODYTECH de la avenida Colombia por facilitar sus instalaciones, materiales de trabajo y personal para la consecución de la información necesaria para la construcción del trabajo.

A la docente Mabel Milena Morales Sierra: Agradecemos su ejemplo, constancia, esfuerzo y dedicación para guiarnos en este trabajo, gracias por la confianza que depositaste en cada uno de nosotros. Sus conocimientos, orientaciones, su forma de trabajar y su persistencia han sido fundamentales para nuestra formación como profesionales y para finalizar de la mejor manera con nuestro trabajo de grado.

Yo Estefanía Silva Londoño: Quiero agradecerle a mis padres Gustavo A. Silva y Nancy Londoño porque son el motor de mi vida, son quienes me guían día a día, me apoyan y me aconsejan de una manera incondicional en cada decisión de la vida profesional y personal. Gracias a mi hermano Alejandro Silva porque sin su apoyo hubiese sido muy difícil comenzar mi carrera profesional. Gracias a los profesores, compañeros y amigos que me han formado como persona y profesional y que me impulsan a ser mejor cada día.

Yo Laura Gómez García agradezco de todo corazón a mis padres Argiro Gómez C. y Gloria García G. por el apoyo incondicional en este proceso no solo económico si no emocional, ellos son mi inspiración y mi motivación en cada actuar de mi vida, a mi hermana Natalia Gómez G. por acompañarme en mis tramos y hacer parte del estudio. Agradezco a mis compañeros Juan Esteban Morales y Estefanía Silva por su entrega y dedicación y por siempre sacarme una sonrisa en los momentos de mayor estrés, siempre estarán en mi corazón. Y a los docentes Javier Ignacio García Y Tatiana Osorio López, que han sido una gran inspiración en mi formación como profesional.

Yo, Juan Esteban Morales Roldan agradezco a mis padres Paula Milena Roldan y Paulo Cesar Morales por darme la oportunidad de estudiar, por estar en todo momento conmigo y apoyarme a lo largo del proceso. A mis abuelos Jose W. Morales por su apoyo y en especial a Magnolly puerta que ahora desde el cielo me guía y acompaña. A mis profesores y compañeros por el aprendizaje y los buenos momentos.

## **DEDICATORIA**

Queremos dedicar este trabajo inicialmente a Dios, ya que sin el nada de esto sería posible. Él es quien nos regala el privilegio de la vida y nos provee de lo necesario para cumplir cada una de nuestras metas y sueños, gracias a Él pudimos llegar a este momento en el que logramos concluir nuestra carrera como Fisioterapeutas, un sueño por el que luchamos y uno de los momentos más anhelados en nuestras vidas.

Nuestras familias han sido la fuente de inspiración para lograr la culminación de un sueño que comenzó hace 5 años, este logro es gracias a ellos y para ellos, sin su apoyo y aliento el camino sería más difícil y no tendría sentido.

## CONTENIDO

	pág.
RESUMEN ANALÍTICO EJECUTIVO.R.A.E	11
INTRODUCCIÓN	12
CAPITULO1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	13
1.1 TÍTULO	13
1.2 DESCRIPCIÓN GENERAL DEL PROBLEMA	13
1.3 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	14
1.4 OPERACIONALIZACIÓN DE CATEGORÍAS DE ANÁLISIS, VARIABLES Y/O HIPÓTESIS	14
2. OBJETIVOS	15
2.1 OBJETIVO GENERAL	15
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	15
3. JUSTIFICACIÓN	16
CAPITULO 2. MARCO METODOLÓGICO	17
4.1 TIPO DE ESTUDIO	17
4.2 MÉTODO	17
4.3 DISEÑO	17
4.4 POBLACION Y MUESTRA	17
4.5 FUENTES DE INFORMACIÓN	18
4.5.1 Fuentes primarias.	18
4.5.2 Fuentes secundarias	18
CAPITULO 3. MARCO REFERENCIAL	19
5.1 MARCO CONCEPTUAL.	19
5.2 MARCO HISTÓRICO	22
5.3 MARCO CONTEXTUAL	25
5.4 MARCO LEGAL	27
5.5 MARCO TEÓRICO	28
5.5.1 Sentadillas. Explicacion del movimiento	28
5.5.2 Raquis Dorsal	35
5.5.3 Raquis Lumbar	35

5.6 LA PELVIS	35
5.7 EL SACROCOXIS	36
5.8 ANÁLISIS DE LAS EXTREMIDADES INFERIORES	36
5.8.1 Actividad muscular	36
5.8.2 Biomecánica de la flexión del tronco	38
5.8.3 Lumbalgias mecánicas	39
5.8.4 Análisis de los defectos en la ejecución de la sentadilla	40
<b>CAPITULO 4. ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN Y DISCUSIÓN</b>	<b>44</b>
6.2 TABULACION DE ENCUESTAS	59
6.2.1 Triangulación de Variables	65
<b>CAPITULO 5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES</b>	<b>66</b>
7.1 CONCLUSIONES	66
7.2 RECOMENDACIONES	66
<b>CAPITULO 6. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS Y ANEXOS</b>	
<b>BIBLIOGRAFÍA</b>	<b>67</b>

## LISTA DE FIGURAS

	<b>pág.</b>
Figura 1. Sentadilla Smith	30
Figura 2. Tendencia Fitness	31
Figura 3. Anatomia y biomecanica de la columna vertebral	33
Figura 4. Biomecanica de la sentadilla en Smith	42
Figura 5. Análisis biomecánico 1	44
Figura 6. Análisis biomecánico 2	45
Figura 7. Análisis biomecánico 3	46
Figura 8. Análisis biomecánico 4	47
Figura 9. Análisis biomecánico 5	48
Figura 10. Análisis biomecánico 6	49
Figura 11. Análisis biomecánico 7	50
Figura 12. Análisis biomecánico 8	51
Figura 13. Análisis biomecánico 9	52
Figura 14. Análisis biomecánico 10	53
Figura 15. Análisis biomecánico 11	54
Figura 16. Análisis biomecánico 12	55
Figura 17. Análisis biomecánico 13	56
Figura 18. Análisis biomecánico 14	57
Figura 19. Análisis biomecánico 15	58



## LISTA DE GRÁFICOS

	pág.
Gráfico 1. ¿cuanto tiempo lleva asistiendo a gimnasios para hacer su entrenamiento?	59
Gráfico 2. ¿Cuántas veces a la semana asite al gimnasio?	59
Gráfico 3. ¿Cuántas veces incluyel a sentadilla por semana?	60
Gráfico 4. ¿Usted realiza ejercicios de miembro inferior cada que entrena?	60
Gráfico 5. ¿usted realiza ejercicios para la musculatura core?	61
Gráfico 6. ¿cómo calificaría usted el ejercicio de sentadilla profunda en maquina smith?	61
Gráfico 7. ¿ha presentado dolor a nivel lumbar durante o luego de realizar el ejercicio de sentadilla en maquina smith?	62
Gráfico 8. ¿Para usted el deporte es factor importante en su estilo de vida?	62
Gráfico 9. ¿como considera su plan de entrenamiento?	63
Gráfico 10. ¿En que parte de su entrenamiento suele realizar la sentadilla en maquina smith?	63
Gráfico 11. ¿utiliza cinturon para estabilizar la columna para realizar el ejercicio de sentadilla en maquina smith?	64
Gráfico 12. ¿realiza usted el ejercicio de sentadilla en maquina smith con supervisión?	64

## LISTA DE ANEXOS

	<b>pág.</b>
Anexo 1. Consentimiento Informado	69
Anexo 2. Evaluacion Muscular y Ama	70
Anexo 3. Evaluacion Postural	71
Anexo 4. Encuesta A Usuarios	73

## **RESUMEN ANALÍTICO EJECUTIVO.R.A.E**

**TÍTULO:** ANÁLISIS BIOMECÁNICO DE LA SENTADILLA PROFUNDA EN MAQUINA SMITH Y SU INFLUENCIA EN EL DOLOR LUMBAR EN UNA POBLACIÓN AFICIONADA PRACTICANTE DEL FITNESS, ENTRE 20 Y 30 AÑOS

**AUTORES:** JUAN ESTEBAN MORALES ROLDAN, ESTEFANIA SILVA LONDOÑO, LAURA GÓMEZ GARCÍA

**FECHA:**

**TIPO DE IMPRENTA:** Procesador de palabras Microsoft Office, imprenta Arial 12.

**NIVEL DE CIRCULACIÓN:** Restringida.

**ACCESO AL DOCUMENTO:** Fundación Universitaria María Cano, Juan Esteban Morales Roldan, Laura Gómez García, Estefanía Silva Londoño, Mabel Milena Morales Sierra.

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

**PALABRAS CLAVE:** SENTADILLA, LUMBAR, DOLOR, FITNESS, BIOMECANICA, TECNICA

**DESCRIPCIÓN DEL ESTUDIO:**

**CONTENIDO DEL DOCUMENTO:**

**METODOLOGÍA:** La presente monografía es de tipo descriptivo transversal con un enfoque cuantitativo y un diseño no experimental.

**CONCLUSIONES:** posterior al análisis biomecánico del gesto planteado se pudo concluir que la mala postura, las retracciones musculares y el poco conocimiento de los usuarios frente a la realización correcta de la técnica, provoca estrés en las articulaciones de rodilla y columna lumbar, ocasionando aumento del dolor en la zona y por ende un deterioro en la funcionalidad de los usuarios practicantes del fitness.

## INTRODUCCIÓN

Las personas en su búsqueda de propiciarse espacios de actividad física, han pretendido trabajar al aire libre, en espacios amplios y con nuevos retos físicos por vencer, es por eso que están muy posicionados en el mercado los gimnasios y Centros de Preparación Física que además del entrenamiento común con máquinas ofrecen otras formas de trabajo mucho más funcional.

El mercado actual y los programas de educación frente a la importancia de la actividad física van en aumento bien sea por definir una figura corporal atlética, o por propender a mejorar su estado de salud, conllevando esto a la práctica a veces indiscriminada y poco técnica de actividades, variedad de deportes o modalidades de entrenamiento con las cuales se pretende suplir las necesidades que las personas buscan.

El Fitness 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. El Fitness significa bienestar, estar en buena forma, pero no siempre dicha definición es acertada, pues hoy su práctica desmedida ha conllevado a que se presenten dolencias y patologías osteomusculares como es la lumbalgia por la mala práctica o el desconocimiento en la ejecución técnica.

En esta investigación se describió la sentadilla profunda en maquina Smith que se realizan en elFitness con su respectivo análisis biomecánico de tal forma que se explique a lo que se ve enfrentada la columna lumbar al ejecutar dicho ejercicio.

## **CAPITULO 1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

### **1.1 TÍTULO**

ANÁLISIS BIOMECÁNICO DE LA SENTADILLA PROFUNDA EN MAQUINA SMITH Y SU INFLUENCIA EN EL DOLOR LUMBAR EN UNA POBLACIÓN AFICIONADA PRACTICANTE DEL FITNESS, ENTRE 20 Y 30 AÑOS.

### **1.2 DESCRIPCIÓN GENERAL DEL PROBLEMA**

Pertenecer al mundo fitness se convirtió en los últimos años en una buena opción para aquellas personas que quieren verse físicamente bien y tener un bienestar corporal, por ende muchas personas han acudido a centros de acondicionamiento físico en busca de adquirir un hábito que los lleve a cumplir con su fin.

Aunque la actividad física y el movimiento son la base para gozar de salud y bienestar corporal que son los principales pilares del fitness, lastimosamente el personal aficionado que acude a los gimnasios, en muchas ocasiones no tiene el conocimiento ni la asesoría necesaria para realizar la práctica de interminables ejercicios que se realizan en estos lugares.

Uno de los ejercicios más comunes que suelen practicarse es el de la sentadilla, ya que es un ejercicio que promueve un alto gasto calórico y permite fortalecer todo el miembro inferior. La sentadilla profunda, es una variable de este ejercicio con la que se pretende activar más el glúteo mayor; por ende, esta se integra regularmente a los planes de entrenamiento físico en los gimnasios promedio con este tipo de enfoque deportivo. Es importante destacar los diferentes efectos que puede traer la mala ejecución de este ejercicio y como varía dependiendo de cada organismo y la preparación que tenga cada uno de estos, pues, aunque la sentadilla es habitual verla y hacerla, se debe tener en cuenta la técnica y los parámetros de ejecución para que sea biomecánicamente segura y eficiente.

Este tipo de ejercicio tiene múltiples maneras de ejecutarse: con el peso corporal, con mancuernas, barra libre o con maquina Smith, según sea el caso hay variaciones en la técnica, aumenta su dificultad y se presentan cambios en la actividad muscular. La sentadilla en maquina Smith o también llamada jaula de sentadillas suele convertirse en un ejercicio preferido por los usuarios ya que la estructura de la maquina fomenta una posición determinada que busca mejorar la técnica, focalizar el entrenamiento en los cuádriceps y soportar mayor peso.

Inevitablemente el entrenamiento en centros deportivos se convirtió en un foco de atención para diferentes profesionales del área de la salud, por la variedad de lesiones que suelen presentarse y por lo tanto la fisioterapia juega un papel primordial en este campo, buscando rehabilitar aquellas molestias que se presentan tras los entrenamientos.

Una de las molestias ósteo musculares más comunes es el dolor lumbar, ya que esta zona suele sobrecargarse con facilidad y por ende se presentan signos y síntomas como inflamación y el dolor. Frente a esta situación como profesionales fieles al movimiento buscamos analizar la incidencia de las sentadillas profundas en maquina Smith con respecto al dolor lumbar tras una rutina de entrenamiento en personas aficionadas al fitness, con el fin de sacar conclusiones y dar recomendaciones frente a este tema como un propuesta de promoción y prevención de esta patología.

### **1.3 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA**

¿Cuál es la influencia del dolor lumbar, tras el análisis biomecánico de la sentadilla profunda en maquina Smith en una población aficionada practicante del fitness, entre 20 y 30 años?

### **1.4 OPERACIONALIZACIÓN DE CATEGORÍAS DE ANÁLISIS, VARIABLES Y/O HIPÓTESIS**

Como elemento fundamental para la investigación se tuvo en cuenta las siguientes variables:

- Biomecánica de la sentadilla
- Prevalencia del dolor lumbar
- Rutinas de trabajo en Fitness
- Tiempo de práctica

## **2. OBJETIVOS**

### **2.1 OBJETIVO GENERAL**

DETERMINAR LOS FACTORES BIOMECÁNICOS QUE TIENEN INFLUENCIA EN EL DOLOR LUMBAR AL EJECUTAR SENTADILLA PROFUNDA EN MAQUINA SMITH EN UNA POBLACIÓN PRACTICANTE DEL FITNESS.

### **2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Establecer la técnica o las técnicas más adecuadas para ejecutar sentadillas profundas y cuál es su influencia a nivel lumbar.
- Realizar el análisis biomecánico adecuado durante la ejecución de la sentadilla profunda en maquina Smith.
- Determinar los factores físicos contraindicados para la ejecución de la sentadilla profunda en maquina Smith.

### 3. JUSTIFICACIÓN

Es de gran importancia realizar este trabajo enfocado al análisis biomecánico de la sentadilla profunda en maquina Smith y su influencia en el dolor lumbar, porque como Fisioterapeutas culminando el proceso de formación e interesados en la práctica deportiva es interesante e importante encontrar las principales causas que aquejan a la población objeto de estudio para dar algunas pautas de prevención a quienes se les realice la investigación; es importante también culminar el trabajo y cumplir con los requisitos para finalizar la carrera de Fisioterapia en la FUNDACION UNIVERSITARIA MARIA CANO además de retroalimentar a los profesionales de la salud, especialmente fisioterapeutas y entrenadores deportivos en cuanto a la prevención de lesiones lumbares en la práctica deportiva del fitness, la cual se ha convertido en una tendencia mundial y que está siendo llevada a cabo por multitud de personas en la ciudad de Medellín.

Por lo tanto el análisis biomecánico de las sentadillas profundas realizado en usuarios entre los 20 y 30 asistentes al gimnasio Bodytech de la Av. Colombia de la ciudad de Medellín, tiene como objetivo dar conclusiones y recomendaciones acerca de la manera correcta de realizar este tipo de ejercicio disminuyendo el riesgo de lesión lumbar, ya que es uno de los principales síntomas que aquejan a la población objeto de estudio. Por consiguiente se vuelve una necesidad retroalimentar y acompañar a los usuarios en sus procesos de entrenamiento de tal forma que reciban una educación técnica de la manera correcta en que se realiza la sentadilla, para que esta cumpla con sus objetivos musculares y de entrenamiento sin afectar la salud articular y muscular.

Se nos hizo importante indagar en este tema ya que las lesiones lumbares afectan significativamente la funcionalidad y calidad de vida de aquellos usuarios que la padece, por lo tanto antes de tratarlas es importante reconocer los factores que las ocasionan con el fin de crear estrategias de prevención para la mismas.



## **CAPITULO 2. MARCO METODOLÓGICO**

### **4.1 TIPO DE ESTUDIO**

DESCRIPTIVO (ANALITICO) TRANSVERSAL. Debido a que en la investigación se describieron situaciones que producen dolor lumbar en el gesto de la sentadilla profunda en base al análisis de dicho movimiento por medio de analisis biomecánico, observación y encuestas. Además se evaluó el estado actual del usuario sin miras a hacer un seguimiento del mismo.

### **4.2 ENFOQUE**

CUANTITATIVO, ya que se realizó una recopilación de datos por medio de encuestas que dieron al grupo de investigación lineamientos para obtener las conclusiones necesarias del estudio.

### **4.3 DISEÑO**

NO EXPERIMENTAL. Se realizó esta investigación con una población que tiene una problemática ya existente donde únicamente se analizaron en su contexto los factores que producen el fenómeno sin intención de cambiar la situación.

### **4.4 POBLACION Y MUESTRA**

TIPO DE MUESTRA: NO ALEATORIA POR CONVENIENCIA: Se trabajó con este tipo de población ya que se seleccionaron individuos con queja de dolor lumbar tras la realización de sentadillas profundas en Smith y que manifestaron disminución del dolor tras el reposo.

CRITERIOS DE INCLUSION: Usuarios que pertenezcan al gimnasio Bodytech de la avenida Colombia, usuarios entre 20 y 30 años, usuarios que manifiestan dolor lumbar al realizar sentadilla profunda en Smith, usuarios que manifiestan disminución del dolor tras el reposo. Usuarios que realicen actividad física 4 veces por semana de los cuales realicen trabajo de sentadillas dos veces por semana, usuarios que acepten ser parte del estudio de esta investigación.

CRITERIOS DE EXCLUSION: Usuarios que presenten patologías lumbares no asociadas a la actividad física, usuarios con déficit cognitivo o motor.

## **4.5 FUENTES DE INFORMACIÓN**

### **4.5.1 Fuentes primarias.**

Observación. Encuestas a usuarios participantes del análisis de la sentadilla profunda en maquina Smith en el gimnasio Bodytech de la Avenida Colombia en la ciudad de Medellín.

Evaluación de fuerza muscular, pruebas de retracciones musculares, evaluación postural.

Análisis fotográfico.

**4.5.2 Fuentes secundarias.** Información escrita que ha sido recopilada y transcrita por personas que han recibido tal información de otras fuentes escritas:

- Textos, revistas, Proquest
- Búsqueda en google académico con palabras clave como: Sentadillas, biomecánica de sentadillas en maquina Smith, Lumbalgia, dolor, fitness.

## CAPITULO 3. MARCO REFERENCIAL

### 5.1 MARCO CONCEPTUAL.

**Compresión mecánica:** en los trabajos en los cuales se produce la compresión localizada de un segmento del cuerpo puede observarse la compresión de las estructuras vasculares (que lleva la hipoxia y, consecuentemente, a microlesiones tendinosas y musculares) y la compresión de los nervios (que altera el transporte axonal produciendo edema y desencadenando los entrampamientos nerviosos), así como la compresión de las bursas serosas (bursitis olecraneanas por trabajar con el codo apoyado o bursitis prerrotulianas por trabajar arrodillado).

**Contracción concéntrica:** La acción principal de los músculos, el acortamiento se denomina contracción concéntrica, el tipo más conocido de contracción. Para comprender el acortamiento muscular, recuerde nuestro análisis anterior sobre como los filamentos delgados y gruesos se deslizan entre sí. En una contracción concéntrica, los filamentos finos son arrastrados hacia el centro del sarcómero. Como se produce movimiento, las contracciones concéntricas son consideradas contracciones dinámicas.<sup>1</sup>

**Dolor:** El término dolor es definido en la última Edición (2.a) del Diccionario de la Lengua Española de la Real Academia Española, basado en su etimología latina (dolor-oris) como: «aquella sensación molesta y aflictiva de una parte del cuerpo por causa interior o exterior» y también como «un sentimiento, pena o congoja que se padece.

**Estabilidad de la espalda:** con una introducción general de los problemas de dolor e inestabilidad de espalda. De alguna manera el problema “real” es que algunos profesionales de la salud no entienden que la inestabilidad muchas veces es el problema de la lumbalgia. Solo unos cuantos profesionales ven que el problema de la lumbalgia tiene un origen muy simple: los tejidos que envuelven la espina dorsal no la sustentan y que debido a esto se tambalea de una manera que afecta en los nervios y en general afecta la calidad de vida de la persona.<sup>2</sup>

**Lumbalgia/ dolor lumbar:** el dolor lumbar se localiza en la región baja de la columna lumbo-sacra-iliaca se acompaña a menudo de una ciatalgia como un dolor que se irradia hacia uno o ambos glúteos. El dolor lumbar es una afección muy frecuente, prueba de ello es que es la segunda causa en frecuencia de visitas médicas, la quinta en frecuencia de hospitalización y la tercera en frecuencia de intervención quirúrgica. Además es la tercera causa de incapacidad funcional

---

<sup>1</sup>KENNEY, W. Larry. JACK COSTILL, David. Physiology of Sport and Exercise-5th Edition Spanish.

<sup>2</sup>M. NORRIS, Christopher. La estabilidad de la espalda, pág. 13

crónica después de las afecciones respiratorias y traumatismos en los adultos mayores.<sup>3</sup>

**Sentadilla profunda y sentadilla media:** La sentadilla (squat) y la media sentadilla. Ambos son muy parecidos en la ejecución. La única diferencia es el grado de flexión de las articulaciones (cadera, rodilla y tobillo). En el ejercicio de media sentadilla la fase de bajada finaliza cuando los muslos quedan paralelos al suelo. En el ejercicio de sentadilla (squat), sin embargo, se realiza una flexión profunda. Por ello, también se le suele llamar sentadilla profunda o sentadilla completa.<sup>4</sup>

En una observación detenida de la realización de una sentadilla profunda existe un punto en el que el Angulo de la rodilla permanece invariable y solo el ángulo de la cadera se hace más pequeño. En este punto que depende de la relación entre la longitud del muslo y la del tronco, y que es independiente del tamaño corporal, debe darse por terminada la bajada.<sup>5</sup>

**Cadena cinética cerrada (CCC):** en biomecánica se utiliza el término de “cadena cinética cerrada” cuando al menos uno de los extremos de la cadena humana se mantiene fijo de manera temporal; por ejemplo, al adoptar la posición de canchallas el peso del cuerpo mantiene los pies fijos en la superficie de apoyo, lo que técnicamente cierra la cadena en el extremo.<sup>6</sup>Trew M, Everelt T. Fundamentos del movimiento humano. Quinta edición.Editorialmasson

**Equilibrio:** El equilibrio es un elemento esencial para la toma de conciencia corporal, pues sería imposible para el ser humano realizar cualquier acción de movimiento, orientado y preciso, si no existiera el control permanente y automático de la equilibrio corporal.<sup>7</sup>

**Potencia:** es la capacidad de efectuar un esfuerzo máximo en un corto periodo de tiempo. Suele también entenderse bajo el concepto de fuerza explosiva.Aquí se implica la capacidad de conseguir una tensión muscular máxima en el tiempo más corto, y a la vez la velocidad de dicha puesta en tensión depende de la capacidad

---

<sup>3</sup>LÓPEZ TIMONEDA, Francisco. Definición y Clasificación del dolor. Catedrático y Jefe de Servicio Anestesiología-Reanimación y Clínica del Dolor Hospital Clínico San Carlos. Madrid. Pág. 8

<sup>4</sup>Centro de estudios, investigación y medicina del deporte. Ejecución correcta de la sentadilla. Unidad de formación del ceimd. Pag. 1

<sup>5</sup> W.U. Boeckh- Behrens, W. Buskies. Entrenamiento de la fuerza. Editorial:Paidotribo. Pag. 266

<sup>6</sup>TREW M, Everelt T. Fundamentos del movimiento humano. Quinta edición.Editorialmasson

<sup>7</sup>RUIZ, Carmelo; CAUS Nuria; RUIZ, Antonio. Educación física, vol 2. Editorial Mad. Pág. 260

del sistema nervioso para transmitir el influjo que pone en acción todo el volumen muscular requerido.<sup>8</sup>

**Acción recíproca:** inervación mutua de distintas partes del cuerpo o de músculos. Significa el control consecutivo de agonistas y antagonistas, completados por el control de los respectivos sinergistas, para la coordinación espacial y temporal del movimiento.<sup>9</sup>

**Resistencia:** Es la capacidad de mantener un esfuerzo prolongado sin fatigarse demasiado. La resistencia muscular representa la capacidad de los músculos de hacer unos esfuerzos o contracciones de forma repetida o de mantener una contracción muscular en una determinada posición durante un periodo de tiempo prolongado.<sup>10</sup>

**Cizallamiento:** Fuerza que se aplica perpendicular a la superficie del hueso y las fuerzas máximas tienen lugar en un plano paralelo a la dirección de aplicación de la fuerza.<sup>11</sup>

**Posición neutra:** posición en la que el pubis y los huesos de la pelvis (espina iliaca anterosuperior, EIAS) se sitúan en el mismo plano.<sup>12</sup>

---

<sup>8</sup>CASTAÑERBALCELLS, Marta. La educación física en enseñanza primaria (2001) Pág. 103

<sup>9</sup>B. PAEDH. Experiencias con el concepto Bobath. 2da edición (2006) Editorial panamericana. Página 8.

<sup>10</sup>SEBASTIANI, Enric; GONZÁLEZ, Carlos. Cualidades físicas (2000). Editorial Inde publicaciones. Página 19.

<sup>11</sup>VOEGELI, Vidalot. Lecciones básicas de biomecánica del aparato locomotor. Editorial Springer. . Página 48.

<sup>12</sup>HERMAN, Ellie. Pilates con accesorios (2007) Editorial Paidotribo. Pág. 23.

## 5.2 MARCO HISTÓRICO

El dolor lumbar o dolor de espalda bajo, es sin duda uno de las principales afecciones que se generan en los seres humanos, este dolor es muy recurrente y conocido por la gran mayoría de personas, pues este se puede generar de manera inmediata y casi que sin aviso tras realizar movimientos inadecuados, esfuerzos considerables o levantamiento de pesos sumados a una incorrecta posición articular. Se debe tener en cuenta que cada persona en particular presenta ciertas características fisiológicas que lo diferencian de los demás y hacen que este tipo de afecciones sean más comunes o habituales, además de las actividades o labores en las que se desempeñen cada uno puede incrementar el riesgo de la aparición de este tipo de dolor. Es por lo anterior que en personas que realizan deporte y tienen este como factor importante en su vida diaria, el dolor lumbar es algo diferente “En los deportistas, el dolor lumbar adquiere una connotación diferente, debido a que su espalda se encuentra sometida a esfuerzos y movimientos que la mayoría de las personas no realizamos. La columna lumbar y las estructuras adyacentes (músculos, tendones, ligamentos), tienen una gran movilidad y son una fuente importante de energía dinámica al realizar movimientos durante el golf, en el béisbol, tenis, levantamiento de pesas, box, etcétera. Por tal motivo, con frecuencia se encuentra en los deportistas dolor y disfunción de la espalda baja, lo que se convierte en uno de los principales motivos por los que tienen que abandonar su deporte en forma parcial o permanente.”<sup>13</sup>

Ahora, si consideramos que los aficionados delfitness participantes en esta investigación, tomaron el entrenamiento deportivo como parte de sus vidas, aunque no en todos los casos como factor fundamental, pues se presenta como un hobby en algunos de ellos, pero todos incluyen este en la búsqueda de la satisfacción personal y bienestar físico. Esto nos permite tener claro que el practicante delfitness a pesar de no tener un entrenamiento tan riguroso y específico, presenta condiciones óptimas para trabajar con la maquina Smith y realizar sentadilla profunda.

Encontramos algunos documentos que si bien no son similares a nuestro trabajo de grado tienen relevancia dentro del contexto que pretendemos mostrar en la incidencia del dolor lumbar en pacientes que practican ejercicios de sentadilla, tales como:

- **LA SENTADILLA ¿ES UN EJERCICIO POTENCIALMENTE LESIVO?**  
LAVORATO, Miguel; VIGARIO, Nicolás. - Departamento de Investigación y Desarrollo, Fortia, Buenos Aires, Argentina.<sup>25</sup>

---

<sup>13</sup>TEJADA BARRERAS, Martin. Lesiones de columna vertebral lumbar en deportistas. 2009.

La discusión sobre su uso está establecida entre los profesionales de la salud y los preparadores físicos ya que éstos debaten 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 y consideran que las lesiones producidas son consecuencia de la mala ejecución técnica. 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.

- **XI Congreso Nacional de Fisioterapia de la UCAM - REVISIÓN Y REPLANTEAMIENTOS EN LA EJECUCIÓN DE LA SENTADILLA.** Iván Chulvi Medrano; Juan Ramón Heredia Elvar; Alejandro Díaz Cantalejo. Valencia. 2008

El ejercicio conocido como sentadilla ha sido incluido como movimiento de acondicionamiento muscular para las extremidades inferiores. Este movimiento ha sido ampliamente investigado en el campo del rendimiento atlético-deportivo, sin embargo, la aplicación en el campo de la salud ha suscitado controversia. El principal argumento para su exclusión en dichos programas alude al potencial de lesión derivado de los factores de ejecución involucrados. El objetivo de este trabajo ha sido recopilar información de textos científicos que abordan los factores de ejecución de la sentadilla, ya sea desde una perspectiva de eficacia muscular o desde la seguridad e integridad articular. Para ello, ha sido realizada una revisión de los textos científicos ingresados en las bases de datos PubMed y SportDiscus, utilizando los descriptores “squat”, “kneeextension”, “lowerlimb training”. Tras el análisis cualitativo queda justificado la inclusión del ejercicio, siempre y cuando sean respetadas unas pautas fundamentales de ejecución técnica y de progresión adecuada a las necesidades y características del sujeto. Además la mejora del estatus neuromuscular mediante el ejercicio de sentadilla favorece un incremento de la fuerza funcional, equilibrio y coordinación de los miembros inferiores. La inclusión de la sentadilla en los programas de acondicionamiento neuromuscular saludables y programas de rehabilitación post-lesión queda por tanto, justificada.

- **LESIONES DE COLUMNA VERTEBRAL LUMBAR EN DEPORTISTAS.** MARTÍN TEJADA BARRERAS, 2009.<sup>14</sup>

El dolor lumbar o dolor de espalda bajo, es sin duda uno de las principales afecciones que se generan en los seres humanos, este dolor es muy recurrente y conocido por la gran mayoría de personas, pues este se puede generar de manera inmediata y casi que sin aviso tras realizar movimientos inadecuados, esfuerzos considerables o levantamiento de pesos sumados a una incorrecta posición articular. Se debe tener en cuenta que cada persona en particular presenta ciertas características fisiológicas que lo diferencian de los demás y hacen que este tipo de afecciones sean más comunes o habituales, además de las actividades o labores en las que se desempeñen cada uno puede incrementar el riesgo de la

aparición de este tipo de dolor. Es por lo anterior que en personas que realizan deporte y tienen este como factor importante en su vida diaria, el dolor lumbar es algo diferente “En los deportistas, el dolor lumbar adquiere una connotación diferente, debido a que su espalda se encuentra sometida a esfuerzos y movimientos que la mayoría de las personas no realizamos. La columna lumbar y las estructuras adyacentes (músculos, tendones, ligamentos), tienen una gran movilidad y son una fuente importante de energía dinámica al realizar movimientos durante el golf, en el béisbol, tenis, levantamiento de pesas, box, etcétera. Por tal motivo, con frecuencia se encuentra en los deportistas dolor y disfunción de la espalda baja, lo que se convierte en uno de los principales motivos por los que tienen que abandonar su deporte en forma parcial o permanente.”<sup>14</sup>

- **ESTUDIO COMPARATIVO ENTRE EL EJERCICIO DE SENTADILLAS CON LA BARRA FRONTAL Y POR DETRÁS.** BRUSA, Marcos; PARERA, Gonzalo. Laboratorio de biomecánica fi-uner.<sup>15</sup>

“hay una activación importante de los músculos fijadores del tronco, fundamentalmente los abdominales y los paravertebrales, esta activación se hace mayor durante la ejecución de sentadillas inestables. La activación de los músculos paravertebrales (erectores espinales) está acrecentada ante perturbaciones de la estabilidad en la ejecución del ejercicio. En trabajos previos se encuentra que de acuerdo a la postura lumbar adoptada durante la ejecución del ejercicio, habrá variaciones en los patrones de los músculos rectos mayores del abdomen, paravertebrales y dorsales anchos” Podemos evidenciar que, cuando se realiza el ejercicio de sentadilla en maquina Smith se consigue una estabilidad previa y durante la ejecución lo que sugiere una mejor predisposición y acción a nivel muscular en musculatura abdominal y de paravertebrales que son los músculos que se ven afectados a la hora de realizar este tipo de ejercicios de forma libre sin barras de fijación (como en la maquina Smith) y por tanto la posición lumbar podría variar y ser inadecuada durante la ejecución, alterando el balance y la acción muscular durante esta.

- **. Importancia del entrenamiento de estabilización lumbopélvica en el rendimiento deportivo y en la prevenención de lesiones.**LÓPEZ, P;RODRÍGUEZ, F.Revista de preparaciónfísica en el futbol . Tomada de [www.futbolpf.com](http://www.futbolpf.com)<sup>16</sup>

---

<sup>14</sup>TEJADA, Martín. Lesiones de columna vertebral lumbar en deportistas (2009).

<sup>15</sup>BRUSA, Marcos; PARERA, Gonzalo. Estudio comparativo entre el ejercicio de sentadillas con la barra frontal y por detrás. Laboratorio de biomecánica fi-uner.

<sup>16</sup>LÓPEZ, P;RODRÍGUEZ, F. Importancia del entrenamiento de estabilización lumbopélvica en el rendimiento deportivo y en la prevenención de lesiones. Revista de preparacionfísica en el futbol . Tomada de [www.futbolpf.com](http://www.futbolpf.com)



“El desarrollo deportivo completo, se fundamenta en la adquisición de destrezas básicas que posibiliten el posterior desarrollo de las destrezas deportivas específicas. El entrenamiento lumbopélvico, cobra una gran importancia en la adquisición de estos patrones, ya que representa la base en la que se pueden cimentar los movimientos complejos. Este entrenamiento se ha convertido en las últimas décadas en uno de los aspectos más destacados del proceso para la mejora deportiva; orientado al aumento del rendimiento deportivo, a la rehabilitación y a la prevención de las lesiones. Por esta razón el desarrollo de un CORE estable es uno de los fundamentos físicos que posibilitan un desarrollo condicional global, y su entrenamiento es de obligada realización en cualquier programa deportivo y de prevención de lesiones”. Actualmente se realiza el entrenamiento para deportistas cuyas funciones atléticas sean complejas e incluyan y requieran la acción de diversos grupos musculares, es importante tener un previo fortalecimiento y por ende un estado óptimo de la musculatura CORE, que va a ser la que sustente y permita una mejor asimilación de los movimientos catalogados como exigentes y por ende disminuya la posibilidad de obtener una lesión.

### **5.3 MARCO CONTEXTUAL**

El fitness tiene una gran diversidad de oferta que lo hace accesible a todo tipo de persona, independientemente de su edad, capacidad física, poder adquisitivo, etc. Incluso es aconsejable en la mayoría de patologías, y especialmente en las relacionadas con el estilo de vida, como son las cardiopatías, diabetes, hipertensión, obesidad, etc. Es difícil pensar en algún otro servicio tan incluyente como el fitness, y sin embargo, más del 80% de la población sigue sin vincularse a un club de fitness. Algunas de las ideas que aparecen más adelante en este documento, tienen como objetivo abrir el fitness a más personas mediante la destrucción de barreras de acceso y con acciones de comunicación masivas y potentes que transmitan esta capacidad que tiene el fitness de adaptarse a todo tipo de persona.<sup>17</sup>

La mayoría de los fisicoculturistas que usan un Smith Machine hacen sentadillas manteniendo sus troncos verticales, que es una técnica que minimiza el uso de los Isquiotibiales. También recostarse contra la barra incrementa la estabilidad del tronco, reduciendo aún más el uso de los Isquiotibiales.

Esto no es deseable, debido a que la activación de los Isquiotibiales es un antagonista directo a la activación de los cuádriceps en la rodilla, y esta “co-

---

<sup>17</sup>Innovationssessions, Presente y futuro del fitness a debate, sesión 1, visión del fitness 2010-2012. Recuperado de: <http://www.wscconsulting.net/calendario/vision2010-2012completo.pdf>

contracción” neutraliza las fuerzas dañinas de los huesos superiores e inferiores de las piernas.

Con un Smith Machine, la barra está encarrilada, y este incremento en la estabilidad disminuye el requerimiento de las funciones musculares neutralizadoras y estabilizadoras.

Por lo tanto, el desarrollo de fuerza en esas máquinas tiene una mínima transferencia a un ambiente inestable y tridimensional, al contrario de lo que ocurre en la sentadilla libre.

Este es un hecho especialmente importante para aquellos que usan el entrenamiento de pesas para mejorar el desempeño en los deportes.

El resultado final es que los ejercicios con pesas libres deben preceder siempre a los ejercicios con máquinas, y los atletas siempre deben limitar su entrenamiento en máquinas a no más del 25% del total del trabajo realizado.<sup>18</sup>

La clave para prevenir lesiones es la reducción o eliminación de los factores de riesgo. Lo cierto es que se han probado muy pocas estrategias para prevenir las lesiones relacionadas con el ejercicio; no obstante, las evidencias circunstanciales y el sentido común indican numerosas medidas que pueden ayudar a minimizar las lesiones y a incrementar el fitness y el rendimiento simultáneamente. Estas medidas incluyen la progresión gradual del entrenamiento para mejorar los niveles de fitness físico, la individualización de las actividades de ejercicio, el calentamiento, la relajación, la extensión y el uso del equipo apropiado. Un factor clave a la hora de prevenir lesiones es el fitness físico. Un programa apropiado para mejorar la capacidad física debe formar parte de toda estrategia para evitar lesiones, ya que los individuos que presentan unos niveles de fitness físico inferiores a la media tienen más probabilidades de sufrir lesiones. A algunos grupos se les debe prestar una mayor consideración debido a las probabilidades de que sus niveles de fitness sean más bien bajos. Estos grupos incluyen a individuos sedentarios, hombres y mujeres con exceso de peso, niños, personas con edad avanzada e individuos convalecientes. Por último, es importante controlar a las personas que participan en un programa de ejercicio para detectar signos de lesión inminente de forma que se pueda modificar la actividad con objeto de evitar que se produzca la lesión.

Probablemente el error más común en el que incurren las personas que empiezan a hacer ejercicio de cierta intensidad es seguir una progresión demasiado rápida en el entrenamiento. Aunque es necesario sobrecargar los sistemas cardio-respiratorio y musculo esquelético para conseguir mejoras del fitness físico, si la sobrecarga es demasiado grande, los

---

<sup>18</sup>Fitnessnation, sentadilla en maquina smith, diciembre 8 2012, Recuperado de: [www.fitnessnationwordpress.com](http://www.fitnessnationwordpress.com)

sistemas corporales se vienen abajo en vez de fortalecerse. Para garantizar la mejora del fitness y la prevención de la lesión, los incrementos del entrenamiento deben progresar de forma gradual.<sup>19</sup>

## **5.4 MARCO LEGAL**

LEY 528 DE 1999

(septiembre 14)

Diario Oficial No. 43.711, de 20 de septiembre de 1999

Poder Público Rama Legislativa

Por la cual se reglamenta el ejercicio de la profesión de fisioterapia, se dictan normas en materia de ética profesional y otras disposiciones.

EL CONGRESO DE COLOMBIA

DECRETA:

TITULO II

DEL EJERCICIO DE LA PROFESION DE FISIOTERAPIA

ARTICULO 3o. Para efectos de la presente ley, se entiende por ejercicio de la profesión de fisioterapia la actividad desarrollada por los fisioterapeutas en materia de:

a) Diseño, ejecución y dirección de investigación científica, disciplinar, o interdisciplinar, destinada a la renovación o construcción de conocimiento que contribuya a la comprensión de su objeto de estudio y al desarrollo de su quehacer profesional, desde la perspectiva de las ciencias naturales y sociales.

TITULO VI.

---

<sup>19</sup>Manual de consulta para el control y la prescripción del ejercicio. Editorial paidotribo. 2000. Pag. 388-389

## DEL CODIGO DE ETICA PARA EL EJERCICIO DE LA PROFESION DE FISIOTERAPIA

ARTICULO 52. El Fisioterapeuta tiene el derecho de propiedad intelectual sobre los trabajos e investigaciones que realice con fundamento en sus conocimientos intelectuales, así como sobre cualesquiera otros documentos que reflejen su criterio personal o pensamiento científico, inclusive sobre las anotaciones suyas en las historias clínicas y demás registros.

### 5.5 MARCO TEÓRICO

#### 5.5.1 Sentadillas. Explicación del movimiento

**Posición inicial:** La actividad comienza desde la posición del pie. Los tobillos están ligeramente dorsiflexionados, las rodillas están totalmente extendidas y los cuádriceps femorales están relajados; las caderas mantienen una posición neutra, mantenida mediante una ligera contracción de los músculos Isquiotibiales y glúteo mayor, y una ligera rotación lateral; la columna vertebral se mantiene erguida. Fase de elevación del talón: Se produce la flexión plantar de las articulaciones del tobillo mediante la contracción concéntrica de los músculos gastrocnemio, sóleo y plantar. Los arcos longitudinal y transversal de los pies se elevan mediante los músculos extrínsecos e intrínsecos del pie. Luego el peso del cuerpo se transfiere a las cabezas de los metatarsianos, sobretodo del primero y el quinto metatarsiano, y a todos los dedos, siendo el último forzado pasivamente a adoptar la extensión elevando el talón. Los músculos flexores largos (flexor largo de los dedos y flexor largo del dedo gordo) y cortos (flexor corto del dedo gordo, flexor corto de los dedos, flexor accesorio) de los dedos del pie se contraen al principio concéntricamente y luego estáticamente para mantener el equilibrio de todo el cuerpo. Las rodillas permanecen en su posición compacta con los cuádriceps femoral contrayéndose con fuerza para mantener esta posición. Las caderas se extienden ligeramente y los músculos glúteos actúan estáticamente para mantener el equilibrio. Los músculos flexores, extensores y flexores laterales del tronco se contraen estáticamente para mantener la posición del tronco y equilibrio del cuerpo.

**Fase de las rodillas dobladas:** Las rodillas se “desbloquean” por acción del músculo poplíteo que tira del lado lateral del cóndilo lateral del fémur y lo hace girar en sentido lateral al tiempo que el cóndilo medial se desliza ligeramente hacia adelante. Luego se flexiona la rodilla bajo el peso del cuerpo controlado por la acción excéntrica del músculo cuádriceps femoral. La potencia necesaria para controlar este movimiento aumenta al flexionarse la rodilla. El movimiento se

detiene cuando las nalgas y la parte posterior de los muslos entran en contacto con los talones y las pantorrillas respectivamente. Los tobillos adoptan una postura de dorsiflexión bajo la acción del peso del cuerpo y el cambio de posición de la tibia, si bien los músculos de la parte posterior de la pantorrilla actúan excéntricamente con energía para controlar este movimiento. Los pies mantienen sus arcos mientras el peso sigue descansando sobre las cabezas de los metatarsianos y los pulpejos de los dedos. Todos los músculos que cruzan la articulación del tobillo y los pies interactúan para mantener el equilibrio. Las caderas se flexionan porque el tronco se dobla hacia adelante para mantener el equilibrio, al tiempo que el movimiento es controlado por la poderosa actividad excéntrica de los músculos glúteo mayor e isquiotibiales. Se produce una acción recíproca entre los músculo abductores (glúteo medio-menor) y aductores (Largo, corto, mayor) para mantener el equilibrio.

**Fase de elevación:** Las rodillas se extienden por una poderosa contracción concéntrica del músculo cuádriceps femoral, donde la fuerza máxima se aplica cuando la rodilla está completamente flexionada y disminuye al extenderse. En extensión completa, las rodillas adoptan una posición “bloqueada” al girar el fémur medialmente respecto a la tibia, y el cóndilo medial del fémur se desliza hacia atrás sobre la meseta de la tibia. Cuando la rodilla se extiende, los tobillos producen flexión plantar, y las caderas y la Columna vertebral se extienden. La flexión plantar de los tobillos se debe a la acción concéntrica de los músculos de la parte posterior de la pantorrilla: Las caderas se extienden por la contracción concéntrica de los músculos Isquiotibiales y glúteo mayor, mientras que el tronco lo hace gracias a la contracción concéntrica de los músculos pos vertebrales.<sup>20</sup>

---

<sup>20</sup>Anatomía y movimiento humano, estructura y funcionamiento, pág. 282,283.

**Figura 1. Sentadilla Smith**



Fuente: Imagen tomada de [\\_http://www.prozis.com/blog/es/rutina-piernas-entrenamiento/](http://www.prozis.com/blog/es/rutina-piernas-entrenamiento/)

Las sentadillas con peso libre consisten en colocar la barra sobre los hombros y trapecios con los pies ligeramente separados (a la altura de los hombros). Después, las caderas y los glúteos se echan hacia atrás a medida que bajas hasta que los muslos están paralelos al suelo. El movimiento se completa volviendo a situar el cuerpo en posición erguida. Este ejercicio no es tan fácil como suena, ya que es necesario seguir una técnica estricta.

Al hacer sentadillas con la máquina Smith, las rodillas se doblan como si estuvieses sentado en una silla, hasta que los muslos están paralelos al suelo. Después, cambias el sentido del movimiento y vuelves lentamente a la posición inicial.

La gran diferencia entre estas dos técnicas es la posición de los pies. Mientras que con el peso libre solo hay una posición en la que colocarlos (justo por debajo de la barra), en la máquina, puedes situarlos por delante del cuerpo, ya que no te tienes que preocupar de mantener el equilibrio.

**Posición.** Entre más lejos coloques tus pies cuando ejercitas tus sentadillas en una máquina Smith, más trabajarás los glúteos y menos usarás tus cuádriceps. Si mueves los pies hacia atrás justo debajo de la barra, los cuádriceps tendrán más responsabilidad, mientras que las fibras musculares de los glúteos estarán recibiendo menos activación.

**Desventajas.** Hacer sentadillas en una máquina Smith elimina cualquier necesidad de mantener el equilibrio. Cuando estás utilizando pesas libres, tu torso y otros músculos que te asisten deben trabajar para mantenerse en posición vertical y en equilibrio. Para desarrollar los cuádriceps y los glúteos, debes mover los pies hacia atrás y colocarlos lo más cerca y debajo de la barra, lo que después te obligará a colocar las articulaciones de tu rodilla en una posición susceptible a ampliarse aún más allá de lo que tus dedos del pie pueden llegar durante la sentadilla. Si colocas los pies hacia adelante, tu espalda baja se colocará en una posición susceptible y es probable que te veas obligado a encorvar tu postura.

**Consideraciones.** Tanto si eres un atleta en busca de mejorar tu rendimiento o una persona simplemente interesada en mejorar su nivel de condición física y fuerza inferior, complementar las sentadillas con tu propio peso corporal o con las pesas libres será más eficaz. Todos los grupos musculares deben trabajar juntos de manera que imiten los movimientos implicados en el deporte y en la vida cotidiana. Ponerte en cuclillas en una máquina Smith significa colocar tus articulaciones en posiciones peligrosas.<sup>21</sup>

## Figura 2. Tendencia Fitness



Fuente: Imagen tomada de :<http://blog.sportzone.es/iniciate-en-el-fitness-con-estos-entrenamientos/>

Se basa en una continua evolución del estado de rendimiento, por la cual nos esforzamos conscientemente-; consideramos, además que se puede alcanzar mediante un entrenamiento deportivo, una alimentación selectiva y una actitud vital sana. La motivación para estar en forma y mantenerse en forma suele

---

<sup>21</sup>Recuperado de: [http://www.livestrong.com/es/efectividad-realizacion-sentadillas-sobre\\_28124/](http://www.livestrong.com/es/efectividad-realizacion-sentadillas-sobre_28124/)

presuponer además la conciencia de que este estado sólo se puede alcanzar con las actividades y actitudes antes mencionadas.

El fitness no se puede afianzar sobre valores indicativos como una determinada capacidad de rendimiento muscular, capacidad de consumo de oxígeno o velocidad de reacción, sino más bien con la ayuda de un criterio de bondad personal que surge de la confluencia de las motivaciones individuales, basadas en el “querer estar en forma”, con las tendencias sociales, modas o ideologías.

Las motivaciones iniciales para las actividades de fitness son a menudo la salud, una figura delgada y moldeada de deportista, la capacidad general de rendimiento y prevención y resistencia frente a las enfermedades. En el transcurso de las actividades de fitness los objetivos de rendimiento concretos se superponen a estas motivaciones, y producen una tendencia hacia la sistematización del entrenamiento.<sup>22</sup>

Fitness proviene del idioma inglés y significa “bienestar” (fit=sano, saludable). En español, entendemos por fitness estar en buena forma y es todo un fenómeno en el país, está arrasando en todos los gimnasios y centros de entrenamiento.

El fitness es una actividad física de un entrenamiento con movimientos repetidos. Movimientos con el fin de llevar al cuerpo a un desarrollo muscular ideal. El nivel de entrenamiento lo marca cada uno, aunque es recomendable que este dirigido por un monitor o entrenador personal.

La dieta, el descanso entre entrenamientos, la perfecta colocación en los ejercicios tiene una importancia más que notable. Es tan importante el objetivo como el camino que se ha de seguir para conseguirlo. El objetivo es sentirse bien. El camino hacia esa “buena forma” es, si cabe, más importante que la meta.

Se ha demostrado que la actividad física moderada realizada con regularidad mejora la salud aumentando la expectativa de vida y disminuyendo la frecuencia de enfermedades cardiovasculares y endocrinológicas.

Las claves de esta actividad son las siguientes:

F: Frecuencia semanal para cumplir un programa

I: Intensidad de los ejercicios de acuerdo al objetivo

T: Tiempo de cada sesión

Cualquier enfermedad o planteamiento que contribuya a mejorar nuestra salud se puede considerar fitness.<sup>23</sup>

---

<sup>22</sup> DIETRICH Martin, KREUSE Karl, KRAUSE Lehnertz. Manual de metodología del entrenamiento deportivo. Editorial: paidotribo. Pág. 369 – 370 año 2001

<sup>23</sup>RAUDO GARCIA, Javier. Otro deporte. Agosto 10-2014



### Figura 3. Anatomía y biomecánica de la columna vertebral



Fuente. Imagen tomada de: <http://fisiomonica-ms.blogspot.com.co/2012/01/sentadillas-el-dolor-de-cabeza-de-mucho.html>

La columna vertebral es el eje óseo del cuerpo, situada en la línea media posterior del tronco. Consta de 33 a 34 piezas de nominadas vertebrae. En ella se distinguen 4 regiones: cervical, dorsal, lumbar y sacro coxígea. Igualmente las vértebras que constituyen cada región se denominan: cervicales, dorsales, lumbares y sacro coxígeas. Su número es de 7, 12, 5, 8 a 10 respectivamente

Cada vertebra presenta un cuerpo, un canal llamado vertebral por donde transcurre la medula espinal, dos apófisis transversas y una espinosa. Entre los cuerpos vertebrales de las cervicales, dorsales y lumbares, existe una almohadilla fibrosa que en su centro contiene tejido hialino, llamado disco intervertebral.<sup>24</sup>

La primera vértebra cervical se denomina atlas, tiene algunas características propias que le permiten articularse con el hueso occipital del cráneo, conformando la articulación occipito-atloidea y cuya función principal es la flexión y extensión de la cabeza. Los músculos cortos que actúan sobre esta articulación, son factores

---

<sup>24</sup>GONZALEZ MORENO, Angel. (Dr). semiología de la columna vertebral y pelvis. Pag 47-50

estabilizantes de importancia y comprende los grupos musculares de los rectos y oblicuos de la cabeza.

Entre la primera y segunda vértebra llamada axis, se forma la articulación atloaxoidea. La vertebra axis también tiene una configuración especial y cuya característica es la presencia de la apófisis odontoides y sus cuatro carillas articulares. Dos de estas se encuentran en las articulaciones laterales con el atlas, una entre la apófisis odontoides y el arco anterior del atlas por delante, y una entre dicha apófisis y el ligamento del atlas por detrás. El axis está firmemente sujeto al atlas y al occipital, por formaciones ligamentarias. El movimiento de esta, es esencialmente de rotación en torno al eje vertical de la apófisis odontoides. A causa de la configuración de esta articulación, los traumatismos ejercidos a lo largo del eje del raquis, pueden hendir el atlas, determinando fractura de los arcos anteriores y posteriores.

Normalmente, el raquis cervical forma una curva de convexidad anterior (lordosis). Aunque entre el axis y la tercera cervical existe escasa movilidad; en los segmentos inferiores hay flexión, extensión, inclinación lateral y torsión acentuadas. Potentes formaciones ligamentarias estabilizan las vértebras cervicales. Están integradas principalmente por las capsulas de la apófisis articulares, los ligamentos vertebrales común anterior y posterior, y los ligamentos amarillos (tejido elástico).

Las zonas más expuestas a los traumatismos son la sexta y séptima vértebra. Los traumatismos que afectan la articulación de la segunda y tercera, son raros.

La amplitud de los movimientos de flexo-extensión del cuello, es de aproximadamente 90 a 60° de extensión y de 30 a 40° de flexión, En su mayor parte, este movimiento se realiza en la articulación occipito-atloidea y es completado por el resto de las cervicales.

El cuello es flexionado por los músculos, largo de la cabeza, largo del cuello, eternocleidomastoideo, escaleno y recto anterior de la cabeza. Tienen acción flexora sinérgica el cutáneo del cuello y el homoideo.

La extensión del cuello es obra principalmente del trapecio en su mitad superior, del dorsal largo, el multifido de la cabeza y del cuello, el oblicuo de la cabeza y los rectos posteriores, mayor y menor de la cabeza. Los extensores sinérgicos están representados por la musculatura extensora del raquis dorsal y lumbar. En la extensión del cuello, no hay posibilidad de sustitución muscular.

**5.5.2 Raquis Dorsal.** La porción dorsal del raquis, forma una curva suave de convexidad posterior (xifosis), relativamente rígida y una curva más leve lateral (escoliosis), cuya convexidad se dirige hacia el lado dominante del cuerpo. Esta es flexible y se modifica al mover las extremidades. Desde el cuarto segmento torácico, hasta el sacro, aumenta el ancho y profundidad de las vértebras.

En esta porción del raquis, la flexión y extensión son muy pequeñas a causa de la rigidez creada por la caja torácica, los ligamentos intervertebrales, costos vertebrales y la forma de las articulaciones intervertebrales. Las mismas razones limitan la inclinación lateral. La rotación es posible hasta cierto punto. A causa de su rigidez el raquis dorsal no se lesiona fácilmente. El canal medular es estrecho y la medula se ajusta en él íntimamente. La rigidez del tórax y del raquis dorsal lo convierten en una base estable, entre dos segmentos flexibles: el cervical y el lumbar. Esta estabilidad, sirve a los músculos que actúan sobre el cráneo y los miembros superiores. Estos potentes músculos, pueden actuar como protagonistas o como músculos de fijación, que crean la rigidez raquídea necesaria, para realizar acciones enérgicas en las extremidades superiores e inferiores.

**5.5.3 Raquis Lumbar.** Las vértebras son las más anchas y profundas. Normalmente forman una curva convexa hacia adelante. El conducto medular es bastante amplio y la medula está casi libre en su interior, llegando a ocuparlo solo hasta el nivel de la segunda vértebra lumbar. Los movimientos de flexión y extensión son muy amplios. La inclinación lateral es marcada. La rotación está limitada a causa del obstáculo que representan los planos de la apófisis articulares.

Aunque el raquis lumbar es flexible, la gran anchura y profundidad de las vértebras, proporcionan un brazo de palanca sustancial para las potentes fuerzas ligamentarias que suministran un grado de seguridad considerable, contra las deformidades producidas por fuerzas de flexión y traumatismos directos.

## **5.6 LA PELVIS**

Es un anillo amplio, fuerte y constituye la base que sirve de sostén a la columna vertebral y transmite el peso del cuerpo hacia los miembros inferiores. También soporta y ofrece protección considerable a los elementos nobles de la cavidad abdominal y pelviana; sirve como punto de inserción para músculos que movilizan los miembros inferiores y el tronco. Está conformado por los dos huesos iliacos que se unen por delante, en lo que constituye la sínfisis del pubis y articulados posteriormente con el sacro, a través de las articulaciones sacroiliacas y con lo cual se forma el llamado “anillo pélvico”. La cavidad conformada por este anillo, está dividida en dos partes por una línea imaginaria, que partiendo de la parte más prominente del sacro, se dirige al borde superior de la sínfisis pubiana. La parte superiores denominada falsa pelvis y la inferior, pelvis verdadera.

El ilion se origina en tres huesos que se unen en la edad madura: el ilium, el pubis y el isquion. El ilium forma el cuerpo y el ala superior del iliaco, el pubis la porción anterior y el isquion la parte inferior. Estos tres huesos se unen a nivel del acetabulum. Las alas del iliaco forman la región de la falsa pelvis y su gran borde superior curvo es palpable en todo su largo, a través de la denominada cresta iliaca, la cual termina hacia adelante y hacia atrás en las espinas iliacas antero-superior y postero-superior. La superficie interna del ilion, está dividida por la línea iliopectínea en una gran porción superior de gran convexidad, lafosa iliaca y una pequeña porción rugosa que presenta una carilla articular para el sacro. Las otras superficies son lisas para las inserciones musculares.

El pubis consiste en un cuerpo y dos ramas. El cuerpo se une con su similar en la sínfisis, su rama superior se extiende hacia afuera para entrar en la formación del acetábulo, y la rama inferior se dirige hacia abajo unirse con la rama ascendente del isquion.

El isquion consiste de un cuerpo que entra en la formación del acetábulo, una tuberosidad que mira hacia abajo y que soporta el peso del cuerpo en posición sentada, y una rama que se une con la rama descendente del pubis. El foramen o agujero obturador, es una apertura de una forma oval entre el pubis y el isquion.

## **5.7 EL SACROCOXIS**

Las articulaciones sacroiliacas son verdaderas articulaciones, pero los poderosos ligamentos cortos que las rodean, les permiten muy poco o ningún movimiento. Los planos de la articulación son oblicuos, de atrás hacia adelante y de adentro hacia afuera; las superficies cartilaginosas son moderadamente irregulares. Los ligamentos sacro-iliacos posteriores son muy densos y resisten la tendencia permanente del peso del cuerpo a forzar al sacro hacia abajo y adelante.

## **5.8 ANÁLISIS DE LAS EXTREMIDADES INFERIORES**

**5.8.1 Actividad muscular.** Miguel A. Lavorato, Nicolás Vigario Pereira mencionan a continuación diferentes estudios que implementaron la electromiografía para cuantificar la actividad muscular en el ejercicio de la sentadilla.

- La actividad de los cuádriceps aumentó progresivamente al flexionar la rodilla, y disminuyó al extenderla. El pico de actividad se registró al flexionar la rodilla aproximadamente entre 80° y 90°. Es por esto que una flexión mayor a 90° puede no aumentar el desarrollo de los cuádriceps. Con respecto a los músculos que conforman el cuádriceps, el vasto interno y el vasto externo produjeron entre un 40 – 50% más de actividad que el recto anterior. La menor actividad allí observada, en comparación con ambos vastos, puede deberse a su función bi-articular como flexor de cadera y extensor de rodilla. Un aumento

de la actividad del recto anterior incrementaría la torsión en la cadera flexionándola, con un incremento simultáneo de los músculos extensores (isquiotibiales, glúteo mayor y aductor mayor) para extender la cadera.

- El recto anterior es probablemente más efectivo como un extensor de la cadera, cuando el tronco está más vertical, porque se encuentra en una posición estirada en comparación a cuando está inclinado hacia delante en la flexión de cadera. Con respecto a los vastos, ambos produjeron aproximadamente la misma cantidad de actividad electromiográfica.
- La actividad de los isquiotibiales fue mayor durante el ascenso de la sentadilla, mostrando mayor actividad en los isquiotibiales laterales que en los isquiotibiales medios. La actividad pico de los isquiotibiales fue registrada entre 30 y 80% de la fuerza de contracción isométrica máxima voluntaria, que ocurría entre los 50° y 70° con la rodilla flexionada. Varios estudios reportaron una actividad mayor de los isquiotibiales durante el ascenso, en comparación con la del descenso. Los isquiotibiales son músculos bi-articulares, y por lo tanto, es difícil determinar si estos músculos actúan de manera excéntrica durante el descenso y concéntrica durante el ascenso, como se cree comúnmente. En realidad, pueden llegar a trabajar casi isométricamente durante el descenso como en el ascenso de la sentadilla, porque se acortan concurrentemente en la rodilla y se alargan en la cadera durante el descenso, y se alargan en la rodilla y se acortan en la cadera durante el ascenso. En cualquier caso, los isquiotibiales probablemente no modifican mucho su largo durante la sentadilla. De ahí que en concordancia con la relación fuerza-longitud en los músculos esqueléticos, una constante longitud en los tendones les permitiría ser más efectivos en la generación de fuerza a través de todo el movimiento de la sentadilla.
- Algunos estudios reportaron la actividad moderada de los gemelos durante la sentadilla que progresivamente aumentaba cuando la rodilla estaba flexionada y decrecía cuando la rodilla estaba extendida. La actividad pico de los gemelos ocurre cuando la rodilla está flexionada entre 60° y 90°. Debido a que el tobillo realiza dorsiflexión durante el descenso y plantiflexión durante el ascenso, comúnmente se cree que el gemelo se contrae excéntricamente durante el descenso para ayudar a controlar el radio de dorsiflexión del tobillo, y concéntricamente durante el ascenso para ayudar a la flexión plantar del tobillo. De todas maneras, como el gemelo es un músculo bi-articular, su longitud puede no variar mucho durante la sentadilla, porque se acorta en la rodilla y se alarga en el tobillo durante el descenso, y se alarga en la rodilla y se acorta en el tobillo durante el ascenso.

También se ha investigado el efecto que produce la posición de los pies en la actividad de los cuádriceps, isquiotibiales y gemelos. Para ello, varios estudios

analizaron las distintas combinaciones posibles (los pies apuntando hacia delante, lo más para afuera posible y hacia adentro, 30° aproximadamente). No se hallaron diferencias significativas en la actividad los cuádriceps, los isquiotibiales, y los gemelos entre las tres posiciones distintas de los pies.

Respecto de los efectos de amplitud de la posición de las piernas, se estudió la actividad de los músculos de la rodilla durante la sentadilla en una posición angosta Vs una posición amplia. Se registró que la actividad del gemelo era 21% mayor en la posición angosta comparada con la posición amplia. Asimismo, se señaló que no había diferencias significativas en la actividad de los cuádriceps y los isquiotibiales entre la posición angosta y la amplia durante la sentadilla, lo cual coincide con los resultados de otras investigaciones donde se utilizaron resonancias magnéticas inmediatamente después de haber realizado la sentadilla y tampoco se observó ninguna diferencia en la actividad del cuádriceps y de los isquiotibiales entre una posición de piernas angosta y una amplia (Escamilla, R.F., 2001).

**5.8.2 Biomecánica de la flexión del tronco.** Si en la posición de inclinación hacia delante sólo se considera la acción de los músculos raquídeos, el cálculo de las fuerzas que ejerce sobre el disco lumbosacro demuestra que éstas son considerables. De hecho, el peso de la parte superior del tronco junto con la cabeza se aplica a la altura del centro de gravedad parcial (P) localizado justo por delante de la décima dorsal.

El peso (P1) recae en el extremo de un brazo de palanca cuyo punto fijo se sitúa en el núcleo pulposo de L5-S1. Para equiparar estas fuerzas, los músculos espinales que actúan sobre el brazo de palanca de 7 a 8 veces más corto, precisan una fuerza de 7 a 8 veces superior al peso (E1). Estas fuerzas se pueden reducir en función del ángulo de inclinación del tronco hacia delante, que hace que la longitud del brazo de palanca sobre el que actúa P1 aumente. De todos modos, la fuerza que se ejerce sobre el disco será igual a la suma de peso P1 y E1 y será tanto más adecuada cuanto más inclinado esté el tronco de este individuo hacia delante y, sobre todo, teniendo el peso que lleva encima. Por ejemplo: se calcula que para levantar una carga de 10 kg. Con las rodillas flexionadas y el tronco derecho, la fuerza E1 desarrollada por los músculos espinales es de 141 kg. La misma carga de 10 kg. Con las rodillas extendidas y el cuerpo inclinado hacia delante desarrolla una fuerza E1 de 256 kg. Si esta misma carga se levanta con los brazos extendidos hacia delante, la fuerza E1 necesaria es de 363 kg. En este momento, según los autores, la fuerza que soporta el núcleo oscilaría entre 282 y 726 kg. Pudiendo alcanzar los 1200 kg., lo que es claramente superior a las cargas de ruptura del disco intervertebral (800 kg. en sujetos sanos ante de los 40 años). Sin embargo, debe considerarse que la totalidad de la fuerza que se ejerce sobre el disco intervertebral no la soporta únicamente el núcleo. Nachemson determinó la presión del interior del núcleo y demostró que cuando se ejerce una fuerza sobre un disco, el núcleo soporta el 75% de la carga y el anillo el 25%

(siempre y cuando sus fibras de colágeno estén intactas y mantengan su capacidad de hidratación, el anillo se comporte como una masa sólida y sea capaz de soportar grandes pesos en forma pasiva). Por otra parte, el tronco en conjunto interviene para suavizar las presiones sobre el disco lumbosacro y los disco del raquis lumbar inferior (Kapandji, A.I., 1999).

**5.8.3 Lumbalgias mecánicas.** Como se mencionó anteriormente, la columna lumbar es básicamente una estructura de carácter mecánico que sostiene las cargas máximas de nuestro cuerpo. Aproximadamente el 90% de los padecimientos lumbares se corresponden con alteraciones de tipo mecánico de las estructuras vertebrales, originados por un funcionamiento inadecuado de ese tramo del raquis. La mayoría de los síntomas atribuibles a la lumbalgia son causados por el desarrollo de procesos degenerativos, que en el hombre empiezan a partir de los 20 años. Estos cambios degenerativos comienzan en el anillo fibroso y resultan de desviaciones de la postura normal de ese tramo de la columna. Hay varias investigaciones que identificaron las posturas y los movimientos que originan tensión en la columna lumbar y aquellos que por el contrario la disminuyen. En muchas ocasiones, no existe una lesión estructural identificable, de modo que la lumbalgia mecánica puede ocurrir por desequilibrios y sobreesfuerzos de los miembros vertebrales. Algunos científicos piensan que entre un 80 y 90% de la población padecerá una lumbalgia en algún momento de su vida (Maverro, F., Martínez, D., Torres, L., et al. 2005).

En el caso de los deportistas competitivos, es relativamente raro registrar casos de lumbalgia. Sin embargo, cuando ocurre puede incapacitar a un deportista o limitar su capacidad para competir con efectividad durante un período significativo de tiempo. Se define la lesión deportiva como un problema que hace que un deportista pierda, al menos, un día de entrenamiento o de competición; entonces, la lumbalgia se puede catalogar como una lesión deportiva. Las estadísticas recabadas por la Unidad de Medicina de la Universidad de Wake Forest durante los últimos cinco años muestran que los problemas de lumbares constituyen aproximadamente el 5% de todas las lesiones que hacen perder entrenamientos al deportista. La incidencia de la lumbalgia en el deportista recreativo es posiblemente más alta, ya que en su mayoría no son tan jóvenes ni poseen tan buena condición física como los deportistas profesionales.

Como la mayoría de los deportistas están bien entrenados, con buen tono en los músculos abdominales y paravertebrales, pocos experimentan lumbalgia por sobrecarga postural (el tipo más común en la población general). Los problemas lumbares en los deportistas bien entrenados tienden más bien a estar relacionados con su deporte.

Los deportes que requieren entrenamiento de pesas significativo hasta esfuerzos máximos, tales como el culturismo o la halterofilia, pueden aumentar la carga

sobre la columna lumbar y predisponer al deportista a problemas lumbares significativos (Sanches Pinilla, R.O., 1992).

En estudios sobre la problemática de la zona baja de la espalda, los autores coinciden en que la flexión del tronco realizada en el descenso genera un brazo de palanca que recae predominantemente en el disco intervertebral situado entre la L5-S1, y que la presión en este punto aumenta proporcionalmente a la flexión. Sin embargo, el aumento de la presión intra-abdominal (maniobra de Valsalva) permite reducir la tensión en este punto (30% en el disco lumbosacro y 55% en los músculos paravertebrales). Se debe considerar que una sobrecarga de hasta 350 kg. Se considera segura; con valores de entre 350 y 800 kg. Se generan lumbalgias; mientras que la resistencia máxima del disco intervertebral es de 800 kg.

#### **5.8.4 Análisis de los defectos en la ejecución de la sentadilla.**

- **Arqueo de la espalda baja:** Eric Cressey establece que este error técnico afecta al 60% de la población que concurre al gimnasio e intenta realizar la sentadilla. Básicamente, el arqueo se produce cuando el ejecutante posee los flexores de caderas hiperactivos y los abdominales y glúteos débiles, lo cual lleva a un giro anterior de la pelvis, acentuando la lordosis lumbar. También hay usualmente tensión de femorales y erectores espinales debido a la dominancia sinérgica. El iliaco y recto femoral tienen inserción muy junta en el ilión, y el psoas mayor y menor en las vértebras L1-L2 y D12, los discos intervertebrales y el sacro (el tensor de la fascia lata, el sartorio, y el complejo aductor también contribuyen). Cuando estos músculos están tensos, tiran la columna lumbar y la mitad de la pelvis hacia delante.
- **Excesiva aducción y rotación interna del fémur (giro interno de rodilla):** éste es un problema que tiene origen en varios factores potenciales. Primero, y contemplando el escenario anterior, se puede notar que un tensor de la fascia lata y una banda iliotibial tensa vencen la función rotadora externa del glúteo mayor y provoca la rotación interna del fémur. Además, los aductores tensos y la resultante inhibición de abductores (especialmente el glúteo mediano y menor, porque el tensor de la fascia lata raramente se encuentra debilitado) pueden causar la inclinación de la rodilla hacia adentro. Es por estos mecanismos que se puede producir dolor en los ligamentos laterales de las rodillas. Más aún, cuando el glúteo está débil, varios músculos pequeños deben producir un trabajo mayor, como agente compensatorio.
- **Rotación externa y pronación (aplastamiento) del pie:** esta dificultad está muy relacionada con el apartado anterior. Si el fémur, y por lo tanto, la tibia, están internamente rotados y uno debe permanecer balanceado (inadecuadamente), la compensación debe ocurrir más abajo de la cadena



cinética, comenzando con la rotación externa del tobillo. Por lo tanto, los mismos músculos sobre activos e inhibidos implicados en la rotación interna del fémur y tibia usualmente contribuyen a la rotación externa del pie. En posición de cadena cinemática cerrada como la sentadilla, la articulación subtalar hace pronación cuando la tibia rota internamente en el talus, permitiendo que el pie se aplane. Estos cambios estructurales están asociados con tensiones en los músculos que revierten la flexión plantar del pie, y su debilidad en los que intervienen y dorsiflexionan el pie.

- **Levantar los talones:** para lograr un rango completo de movimiento en la sentadilla, debe haber suficiente rango de movimiento o dorsiflexión; los flexores plantares tensos interfieren con la dorsiflexión óptima, entonces los talones se levantan a fin de permitir al torso hacer lo que el tren inferior no le permite. En otros casos, los talones se levantarán aún sin tener flexores plantares tensos, porque las extremidades inferiores trabajan para compensar el rango de movimiento disminuido de la cadera debido a los flexores de cadera cortados. Obviamente, ambos escenarios deben evitarse porque la masa de la barra se coloca hacia delante y aumenta el riesgo de lesión, especialmente en la espalda baja.
- **Redondear la espalda baja:** este defecto se produce por dos causas. Una es el exceso de tensión de los glúteos que limita la flexión de la cadera y aumenta la compensación lumbar. La otra se debe a la debilidad de los músculos paravertebrales en la región cervical que contribuye a acentuar la curvatura cifótica, lo cual dificulta mantener la posición de los hombros hacia atrás y abajo para crear una base firme de soporte sobre la cual apoya la barra. En otras palabras, la debilidad de los músculos paravertebrales impide mantener la columna derecha, a medida que aumenta la profundidad en el descenso. Independientemente de la causa que produce este defecto, los entrenadores aconsejan aumentar la presión intra torácica; el aumento de la presión intra-abdominal es una forma segura de activar la estabilidad durante estos ejercicios (Anselmi, H., 2007).

<sup>25</sup>

---

<sup>25</sup>LAVORATO, Miguel A. VIGARIO PEREIRA, Nicolás. La sentadilla ¿es un ejercicio potencialmente lesivo?

**Figura 4. Biomecánica de la sentadilla en Smith**



Fuente: Imagen tomada de: <http://www.nutriciondeporte.com/musculacion/sentadilla-multipower.php?indice=3>

Esta máquina nos induce a realizar un movimiento no natural del ejercicio por lo que los patrones biomecánicos de éste serán completamente distintos, ya no solo por el ejercicio en sí, sino también porque la estructura corporal de cada persona es diferente. Gran error si consideramos que el movimiento para cada uno será siempre el mismo.

1. No hay una activación del CORE, algo fundamental en un ejercicio como la sentadilla.
2. Adelantar los pies demasiado, provoca mucho estrés en la rodilla y crea fuerzas hacia adelante y arriba. La columna empieza ya en una posición muy débil y poco estabilizada.
3. Estudios demuestran que al tener los pies muy adelante, la primera parte del empuje se realiza con un empuje pélvico con mucho riesgo de lesión lumbar.
4. Es importante realizar este ejercicio en la posición más neutra que podamos (ni flexión, ni extensión lumbar). Este punto no es aplicable a todos los deportes, pero no nos adentraremos en este tema.
5. En la ejecución, apoyarse en la barra dará como resultado menor extensión de cadera y en consecuencia más trabajo y tensión para la rodilla por la

desconexión de los Isquiotibiales y estabilizadores de las rodillas. Esta posición dista mucho de una más natural, y genera muchísima tensión en los erectores espinales y musculatura del cuello pudiendo provocar lesiones. El efecto negativo de esta postura es directamente proporcional a la carga utilizada.

6. Anteriormente os hablamos del “butt-wink”, fenómeno que se producirá cuando adelantemos los pies.<sup>26</sup>

En un programa de entrenamiento se puede manipular la técnica de los ejercicios para reducir el estrés libre determinadas zonas que estén lesionadas o que sean vulnerables. Por ejemplo, una variación técnica utilizando la maquina Smith es que el levantador no se cae, aunque el centro de gravedad este situado fuera de la base de sustentación. Así pues, para reducir el estrés sobre la espalda, en la realización de la sentadilla en maquina Smith, el levantador coloca sus pies ligeramente 30cm adelantados con respecto a la posición normal. De esta forma no inclina el tronco hacia adelante durante el movimiento de descenso y el momento sobre la zona lumbar de la espalda disminuye considerablemente. Ya que la línea de acción del peso se aleja horizontalmente de las rodillas, los músculos de los cuádriceps deben realizar la mayor parte del trabajo <sup>27</sup>

---

<sup>26</sup>GARCIA, F. R., AZEVEDO, F. M., ALVES, N., et. al. Effects of electrical stimulation of vastusmedialisobliquus muscle in patients with patellofemoral pain syndrome: an electromyographic analysis. Revista Brasileira de Fisioterapia, 14, 477e482. 2010.

<sup>27</sup>Principios del entrenamiento de la fuerza y del acondicionamiento físico- editorial Panamericana 2000-pag43

## CAPITULO 4. ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN

### 6.1 DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS – ANÁLISIS BIOMECANICO

Figura 5. Análisis biomecánico 1



Sebastián Rodríguez: 28 años, Tiempo de práctica: 3 años

**Análisis biomecánico:** Por predisposición de la máquina, la barra se encontró alineada sobre los trapecios y los hombros, la apertura de los brazos no era paralela respecto al ancho de la cadera, hombros en ligera rotación interna produciendo un desalineamiento de los codos con respecto al suelo, cadera y pelvis en anteroversión, se observó columna lumbar hiperlordótica y tronco levemente flexionado, las rodillas y las tibias estaban perpendiculares al suelo siguiendo el parámetro de que las rodillas no deben sobrepasar la punta del pie, pies ligeramente en inversión, provocando torsión tibial.

Basados en un parámetro de sentadilla profunda bien ejecutada con grados de:

Rodilla:  $110^\circ$ , Cadera:  $100^\circ$ . Se analizó que el usuario no realizaba una sentadilla profunda en su totalidad ya que las rodillas tienen un ángulo de  $46^\circ$  menos para la flexión, y la cadera debería estar  $50^\circ$  más flexionada para lograr activar el glúteo mayor de manera eficiente con la realización de este ejercicio.

**Figura 6. Análisis biomecánico 2**



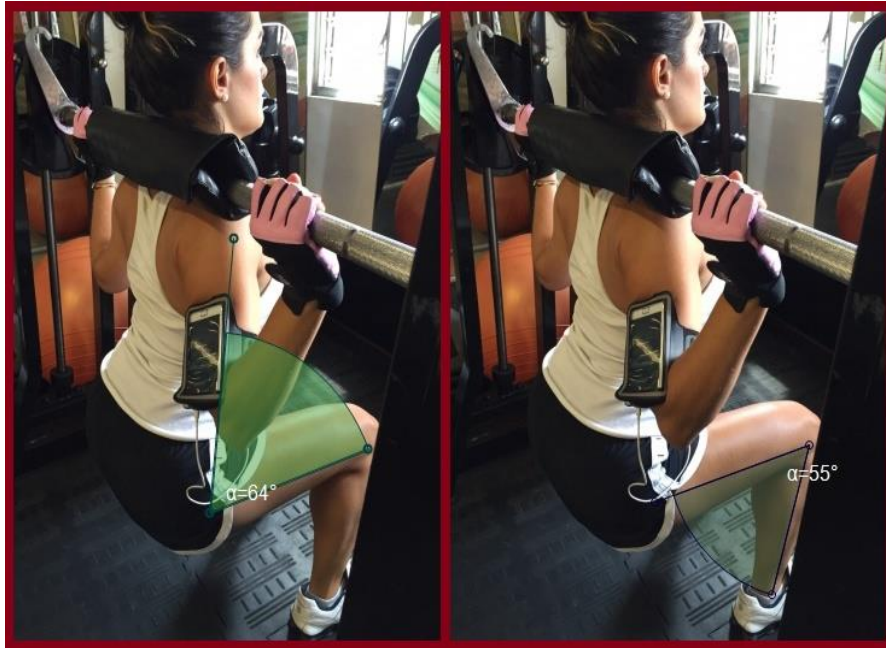
Lorena Montoya: 28 años, Tiempo de práctica: 6 meses

**Análisis biomecánico:** Por predisposición de la máquina, la barra se encontraba alineada sobre los trapecios y los hombros, la apertura de los brazos era paralela respecto al ancho de la cadera, hombros en ligera rotación externa, codos alineados con respecto al suelo, cadera y pelvis en antero versión, curvaturas de la columna conservadas, las rodillas y las tibias estaban perpendiculares al suelo siguiendo el parámetro de que las rodillas no deben sobrepasar la punta del pie, pies en posición neutra.

Basados en un parámetro de sentadilla profunda bien ejecutada con grados de:

Rodilla: 110°, Cadera: 100°. Se analizó que el usuario aunque estaba ejecutando adecuadamente el ejercicio, no realizaba los grados completos en rodilla y cadera lo que evita que se activen en mayor medida la musculatura extensora de cadera y los cuádriceps.

**Figura 7. Análisis biomecánico 3**



Lorena Arias García, 28 años tiempo de práctica: 3 años y medio

**Análisis biomecánico:** Por predisposición de la máquina, la barra se encontraba alineada sobre los trapecios y los hombros, la apertura de los brazos era paralela respecto al ancho de la cadera, hombros en rotación externa, codos alineados con respecto al suelo, cadera y pelvis en retroversión, curvaturas normales de la columna conservadas, las rodillas y las tibias están perpendiculares al suelo siguiendo el parámetro de que las rodillas no deben sobrepasar la punta del pie, pies en posición neutra.

Basados en un parámetro de sentadilla profunda bien ejecutada con grados de:

Rodilla: 110°, Cadera: 100°. Se analizó que el usuario adoptaba una posición articular adecuada, sin embargo no realizaba el ejercicio con la suficiente amplitud para que este sea considerado como sentadilla profunda, por lo que no se cumplen los fines musculares que este ejercicio conllevaba.

**Figura 8. Análisis biomecánico 4**



Lina García Chica, 23 años, Tiempo de práctica: 4 años

**Análisis biomecánico:** Por predisposición de la máquina, la barra se encontraba alineada sobre los trapecios y los hombros, la apertura de los brazos no era paralela respecto al ancho de la cadera, hombros en ligera rotación interna produciendo un desalineamiento de los codos con respecto al suelo, tronco notablemente flexionado, desplazamiento del centro de gravedad hacia adelante, cadera y pelvis en anteroversión, se observó columna lumbar hiperlordótica, las rodillas y las tibias estaban perpendiculares al suelo siguiendo el parámetro de que las rodillas no deben sobrepasar la punta del pie, apoyo de pies asimétrico, pie derecho alineado, pie izquierdo en eversión.

Basados en un parámetro de sentadilla profunda bien ejecutada con grados de:

Rodilla: 110°, Cadera: 100°. Se analizó que el usuario realiza el ejercicio con la profundidad adecuada tanto en rodilla como en cadera, sin embargo la posición hiperlordótica de la columna lumbar, afectaba la correcta ubicación del tronco con respecto al centro de gravedad del usuario.

**Figura 9. Análisis biomecánico 5**



Juan David Castro: 28 años, Tiempo de práctica: 3 años

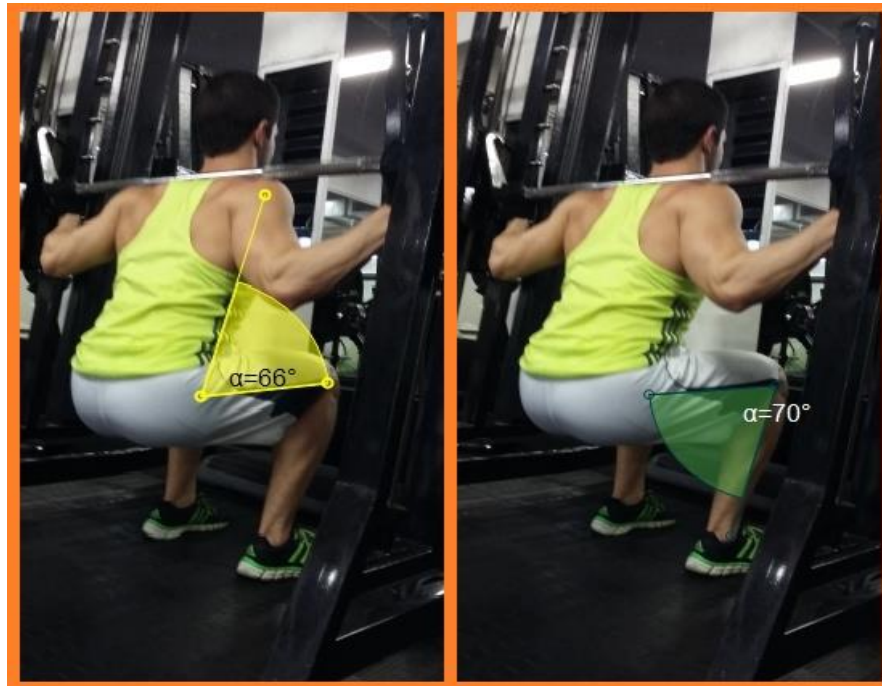
**Análisis biomecánico:** Por predisposición de la máquina, la barra, se encontraba alineada sobre los trapecios y los hombros, la apertura de los brazos es paralela respecto al ancho de la cadera, hombros en rotación externa y los codos alineados con respecto al suelo, cadera y pelvis en retroversión, tronco erguido, curvaturas normales de la columna; las rodillas estaban adelantadas con respecto a las tibias y los pies, pies en eversión y talón izquierdo adelantado con respecto al derecho provocando torsión tibial en ambos pies.

Basados en un parámetro de sentadilla profunda bien ejecutada:

Se observó que el usuario aunque realizaba sentadilla profunda y su zona glútea topa con la pantorrilla, no se alcanzan los grados base para la ejecución del ejercicio, ya que la ubicación de sus pies era demasiado paralela con respecto a la barra por lo tanto al flexionar sus rodillas el ángulo disminuía  $95^\circ$  y la cadera disminuía  $49^\circ$  por lo tanto no había un balance entre la retroversión de la cadera y la flexión de rodillas.



**Figura 10. Análisis biomecánico 6**



Juan Camilo Arango: 28 años, Tiempo de práctica: 3 años

**Análisis biomecánico:** Por predisposición de la máquina, la barra se encontraba alineada sobre los trapecios y los hombros, la apertura de los brazos era paralela respecto al ancho de la cadera, hombros en ligera rotación externa, codos alineados con respecto al suelo, cadera y pelvis en anteroversión, el tronco erguido, las rodillas y las tibias estaban perpendiculares al suelo siguiendo el parámetro de que las rodillas no deben sobrepasar la punta del pie, pies alineados.

Basados en un parámetro de sentadilla profunda bien ejecutada con grados de:

Rodilla:  $110^\circ$ , Cadera:  $100^\circ$ . Se analizó que el usuario tenía una técnica y posición articular adecuada para la ejecución del ejercicio, sin embargo, el ángulo de flexión de rodilla era  $40^\circ$  menor al adecuado para calificar la sentadilla como profunda, aunque la posición del tronco y la cadera era adecuada, hay 34 grados de diferencia con respecto a la sentadilla profunda base.

**Figura 11. Análisis biomecánico 7**



Sebastián Villa: 28 años, Tiempo de práctica: 6 años y medio

Análisis biomecánico: Por predisposición de la máquina, la barra, se encontraba alineada sobre los trapecios y los hombros, la apertura de los brazos no era paralela respecto al ancho de la cadera, hombros en rotación externa produciendo un desalineamiento de los codos con respecto al suelo, cadera y pelvis en Antero versión, tronco erguido, , las rodillas y las tibias estaban perpendiculares al suelo siguiendo el parámetro de que las rodillas no deben sobrepasar la punta del pie, ambos pies en ligera eversión y los pies, pies en eversión con apoyo simétrico.

Basados en un parámetro de sentadilla profunda bien ejecutada con grados de:

Rodilla:  $110^\circ$ , Cadera:  $100^\circ$ . Se analizó que el usuario realizaba una ejecución correcta de la sentadilla profunda en esta máquina, pero los grados que utilizaba para la ejecución de la misma no activaban de manera eficiente su región glútea y cuádriceps ya que no tenía la amplitud necesaria.

**Figura 12. Análisis biomecánico 8**



Paula Andrea Berrio: 28 años, Tiempo de práctica: 3 años

**Análisis biomecánico:** Por predisposición de la máquina, la barra, se encontraba alineada sobre los trapecios y los hombros, la apertura de los brazos era paralela respecto al ancho de la cadera, hombros en rotación externa produciendo un desalineamiento de los codos con respecto al suelo, tronco notablemente flexionado, desplazamiento del centro de gravedad hacia adelante, cadera y pelvis en anteroversión, se observó columna lumbar hiperlordótica, las rodillas y las tibias estaban perpendiculares al suelo siguiendo el parámetro de que las rodillas no deben sobrepasar la punta del pie, pies alineados con apoyo simétrico.

Basados en un parámetro de sentadilla profunda bien ejecutada con grados de:

Rodilla: 110°, Cadera: 100°. Se analizó que el usuario en la ejecución del ejercicio generó ángulos inferiores a los necesarios para cumplir con un parámetro de sentadilla profunda, es notable la hiperlordosis lumbar que este realiza llevando al tronco a adoptar una posición de flexión que afect la correcta ejecución del ejercicio.

**Figura 13. Análisis biomecánico 9**



Mateo Arboleda: 28 años, Tiempo de práctica: 2 años

**Análisis biomecánico:** Por predisposición de la máquina, la barra se encontraba alineada sobre los trapecios y los hombros, la apertura de los brazos es paralela respecto al ancho de la cadera, hombros en ligera rotación externa, codos alineados con respecto al suelo, cadera y pelvis en anteroversión, el tronco erguido, las rodillas y las tibias estaban perpendiculares al suelo siguiendo el parámetro de que las rodillas no deben sobrepasar la punta del pie, pie derecho en ligera rotación interna.

Basados en un parámetro de sentadilla profunda bien ejecutada con grados de:

Rodilla: 110°, Cadera: 100°. Se analizó que el usuario al ubicar sus pies de manera paralela con respecto a la barra disminuyó sus ángulos en rodilla y cadera con respecto a la profundidad del ejercicio forzando su región lumbar a realizar mayor esfuerzo durante el mismo ya que la región glútea estaba poco activa.

Figura 14. Análisis biomecánico 10



Oscar Hinestroza: 25 años, Tiempo de práctica: 5 años

**Análisis biomecánico:** Por predisposición de la máquina, la barra se encontró alineada sobre los trapecios y los hombros, la apertura de los brazos era paralela respecto al ancho de la cadera, hombros en ligera rotación externa, codos alineados con respecto al suelo, cadera y pelvis en anteroversión, hiperlordosis lumbar, el tronco erguido, las rodillas y las tibias estaban perpendiculares al suelo siguiendo el parámetro de que las rodillas no deben sobrepasar la punta del pie, pie izquierdo en ligera rotación externa provocando una torsión tibial.

Basados en un parámetro de sentadilla profunda bien ejecutada con grados de:

Rodilla: 110°, Cadera: 100°. Se analizó que el usuario por su apoyo asimétrico de los pies provoca un imbalance de fuerzas al ejecutar el ejercicio, afectando la ejecución simétrica y balanceada e impidiendo alcanzar los ángulos completos de flexión de cadera y rodilla que cumplan con el parámetro de sentadilla profunda.

**Figura 15. Análisis biomecánico 11**



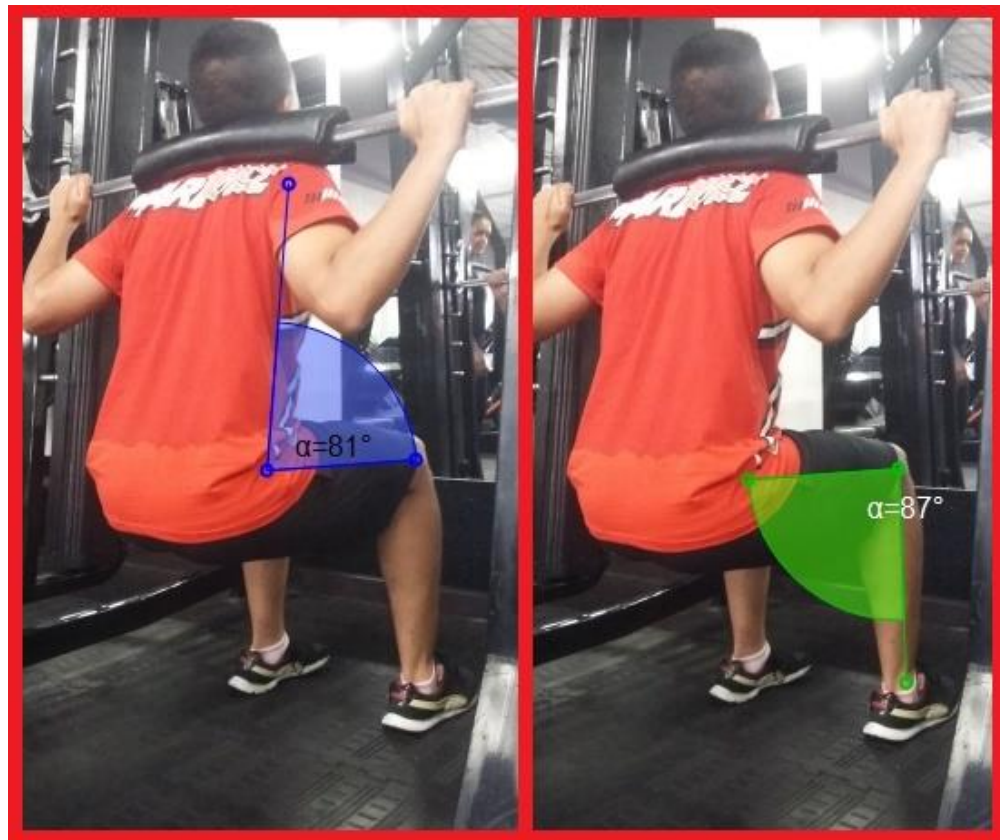
Cathalina Ospina: 28 años, Tiempo de práctica: 2 años

**Análisis biomecánico:** Por predisposición de la máquina, la barra se encontró alineada sobre los trapecios y hombros en ligera rotación interna produciendo un desalineamiento de los codos con respecto al suelo, cadera y pelvis en anteroversión, tronco erguido, las rodillas y las tibias estaban perpendiculares al suelo siguiendo el parámetro de que las rodillas no deben sobrepasar la punta del pie, ambos pies en rotación externa provocando torsión tibial.

Basados en un parámetro de sentadilla profunda bien ejecutada con grados de:

Rodilla:  $110^\circ$ , Cadera:  $100^\circ$ . Se analizó que el usuario no realiza una activación adecuada de la musculatura implicada en este ejercicio (glúteo mayor) ya que no realiza con la profundidad requerida el mismo debido a que sus rodillas tienen  $41^\circ$  y su cadera  $43^\circ$  menos que los indicados para una posición correcta de ejecución. La posición invertida de los pies no permitió una posición favorable con respecto a su centro de gravedad.

Figura 16. Análisis biomecánico 12



David Vahos: 21 años, Tiempo de práctica: 3 años

**Análisis biomecánico:** Por predisposición de la máquina, la barra, se encontró alineada sobre los trapecios y los hombros, la apertura de los brazos era paralela respecto al ancho de la cadera, hombros en leve rotación externa produciendo un desalineamiento de los codos con respecto al suelo, cadera y pelvis en anteroversión, tronco erguido, curvaturas de la columna normales, las rodillas y las tibias estaban perpendiculares al suelo siguiendo el parámetro de que las rodillas no deben sobrepasar la punta del pie, pies alineados y los pies con apoyo simétrico.

Basados en un parámetro de sentadilla profunda bien ejecutada con grados de:

Rodilla:  $110^\circ$ , Cadera:  $100^\circ$ . Se analizó que el usuario no realizó una correcta activación de la parte posterior de la cadera (glúteo mayor) ya que no realizó la sentadilla con la profundidad requerida debido a que sus rodillas tienen  $23^\circ$  menos y su cadera  $19^\circ$  menos que los indicados para una posición correcta de ejecución.

**Figura 17. Análisis biomecánico 13**



Juan Fernando Bedoya, 24 años tiempo de práctica: 7 años

**Análisis biomecánico:** Por predisposición de la máquina, la barra, se encontró alineada sobre los trapecios y los hombros, la apertura de los brazos no es paralela respecto al ancho de la cadera, hombros en posición neutra produciendo un alineamiento de los codos alineados con respecto al suelo, cadera y pelvis en anteroversión, tronco flexionado, curvaturas de la columna normal, las rodillas y las tibias están perpendiculares al suelo siguiendo el parámetro de que las rodillas no deben sobrepasar la punta del pie, pies en ligera eversión con apoyo simétrico.

Basados en un parámetro de sentadilla profunda bien ejecutada con grados de:

Rodilla:  $110^\circ$ , Cadera:  $100^\circ$ . Se analizó que el usuario realiza una ejecución correcta de la sentadilla profunda en esta máquina, pero los grados que utiliza para la ejecución de la misma no activaron de manera eficiente la región glútea y reparte más la carga en la cadena anterior.



**Figura 18. Análisis biomecánico 14**



Mateo Arias: 20 Años, Tiempo de práctica: 6 años y medio

**Análisis biomecánico:** Por predisposición de la máquina, la barra, se encontró alineada sobre los trapecios y los hombros, la apertura de los brazos era paralela respecto al ancho de la cadera, hombros en posición neutra produciendo un alineamiento de los codos alineados con respecto al suelo, cadera y pelvis en anterversión, tronco levemente flexionado, curvaturas normales de la columna conservadas, las rodillas y las tibias no se encuentran alineadas, rodillas un poco adelantadas con respecto a la punta del pie. Pies en apoyo asimétrico; derecho en posición neutra, izquierdo en ligera eversión.

Basados en un parámetro de sentadilla profunda bien ejecutada con grados de:

Rodilla:  $110^\circ$ , Cadera:  $100^\circ$ . Se analiza que el usuario no realizó una sentadilla profunda en su totalidad ya que las rodillas tienen un ángulo de  $26^\circ$  menos para la flexión, y la cadera debería estar  $17^\circ$  más flexionada, aunque faltan pocos ángulos para cumplir con los parámetros, por su posición adelantada de las rodillas y asimétrica de los pies el usuario compensó con la región lumbar para soportar el peso y no es posible que la mayor parte de activación muscular haya sido glútea y de cuádriceps.

**Figura 19. Análisis biomecánico 15**



Natalia Gómez García: 20 años, Tiempo de práctica: 6 años y medio

**Análisis biomecánico:** Por predisposición de la máquina, la barra, se encontró alineada sobre los trapecios y los hombros, la apertura de los brazos es simétrica respecto al ancho de la cadera, hombros en posición rotación externa produciendo un desalineamiento de los codos con respecto al suelo, cadera y pelvis en anteroversión, tronco erguido, curvaturas normales de la columna conservadas, las rodillas y las tibias se encontraron alineadas, rodillas un cumplen el parámetro de no pasar la punta del pie. Píesen posición neutra.

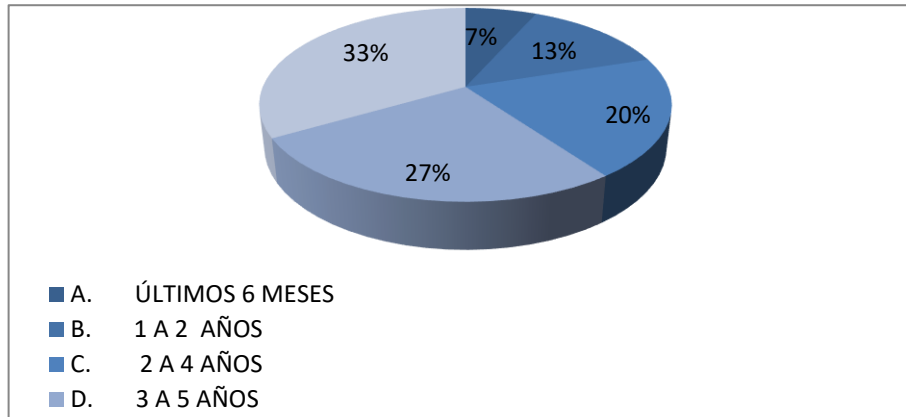
Basados en un parámetro de sentadilla profunda bien ejecutada con grados de:

Rodilla:  $110^\circ$ , Cadera:  $100^\circ$ . Se analizó que el usuario no realiza una sentadilla profunda en su totalidad ya que las rodillas tienen un ángulo de  $35^\circ$  menos para la flexión, y la cadera debería estar  $25^\circ$  más flexionada para lograr activar el glúteo mayor de manera eficiente con la realización de este ejercicio, además para evitar la sobrecarga a nivel lumbar .

## 6.2 TABULACION DE ENCUESTAS

1.

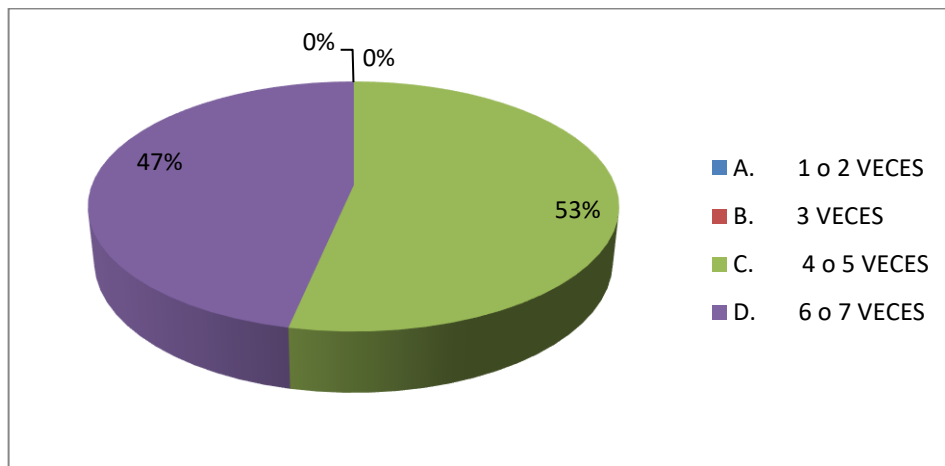
**Gráfico 1. ¿Cuánto tiempo lleva asistiendo a gimnasios para hacer su entrenamiento?**



Los usuarios encuestados, llevaban por lo menos 2 años asistiendo al gimnasio a hacer sus entrenamientos, por lo que pudimos determinar que no son personas novatas en el entrenamiento fitness.

2.

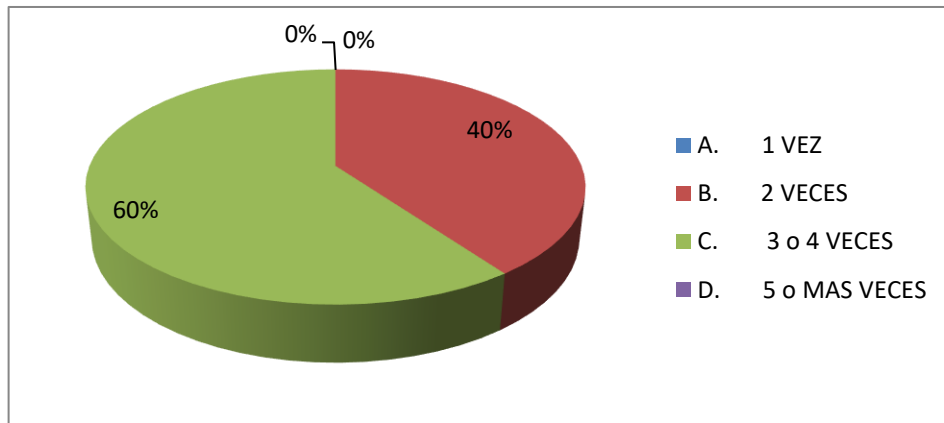
**Gráfico 2. ¿Cuántas veces a la semana asiste al gimnasio?**



Debido a los criterios de inclusión, determinamos que el 53% de los practicantes de fitness asistían por lo menos 4 o 5 veces a la semana a realizar su entrenamiento, mientras que el 47% realizaban la práctica deportiva entre 6 o 7 veces.

3.

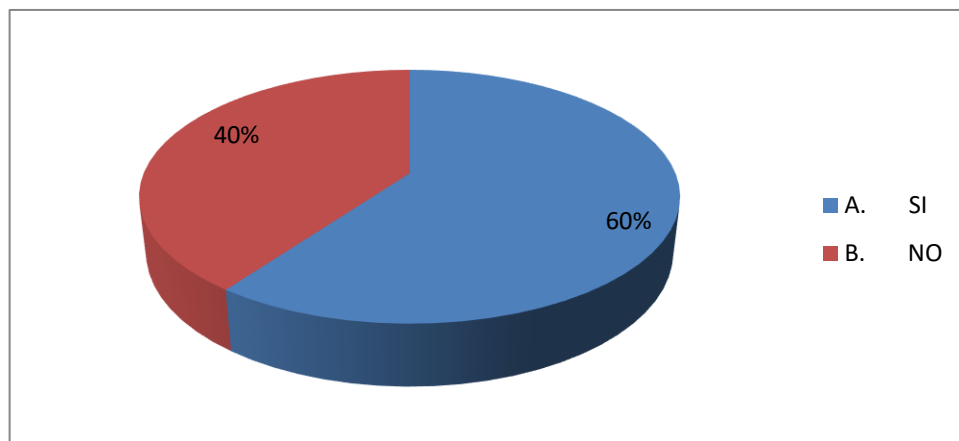
**Gráfico 3. ¿Cuántas veces incluye a sentadilla por semana?**



El 60% de practicantes de fitness incluyeron la sentadilla en su entrenamiento entre 3 o 4 veces a la semana, mientras que el 40% incluyeron la sentadilla en su entrenamiento 2 veces a la semana, por lo que pudimos determinar que este ejercicio estaba incluido en un alto porcentaje en la rutina de entrenamientos.

4.

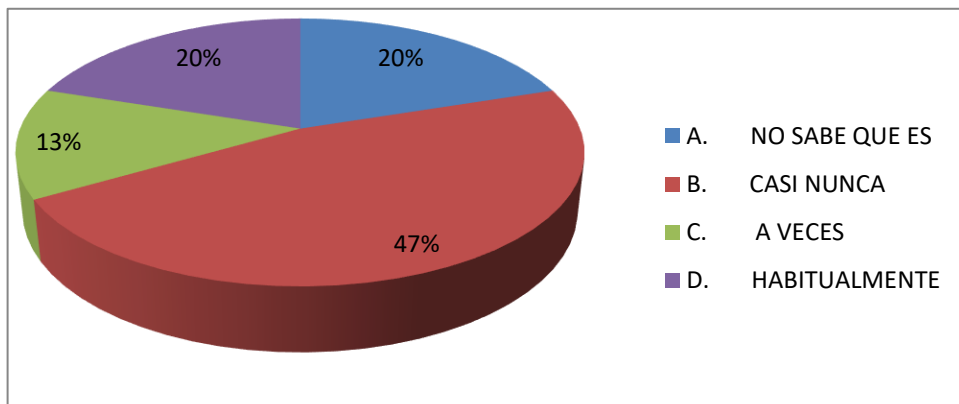
**Gráfico 4. ¿Usted realiza ejercicios de miembro inferior cada que entrena?**



El 60% de los usuarios objeto de estudio incluyeron ejercicios de fortalecimiento para el miembro inferior en sus rutinas de entrenamiento cotidianas, por lo que pudimos concluir que hay una posibilidad de que se estén sobrefatigando los músculos de las piernas, ya que los usuarios no tienen días intermedios en los que estos grupos musculares se recuperen.

5.

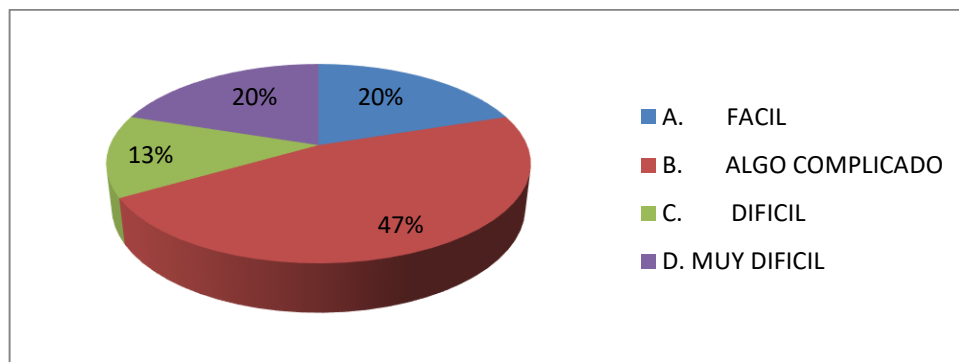
**Gráfico 5. ¿Usted realiza ejercicios para la musculatura CORE?**



Aproximadamente el 80% de la población objeto de estudio, no incluyó casi nunca el entrenamiento de la musculatura CORE, ya sea por desconocimiento o falta de interés, por esto a la hora de realizar la sentadilla profunda en maquina Smith, estos usuarios no tenían la estabilidad óptima, ni el control del centro de gravedad para realizar el ejercicio sin alterar otras estructuras corporales.

6.

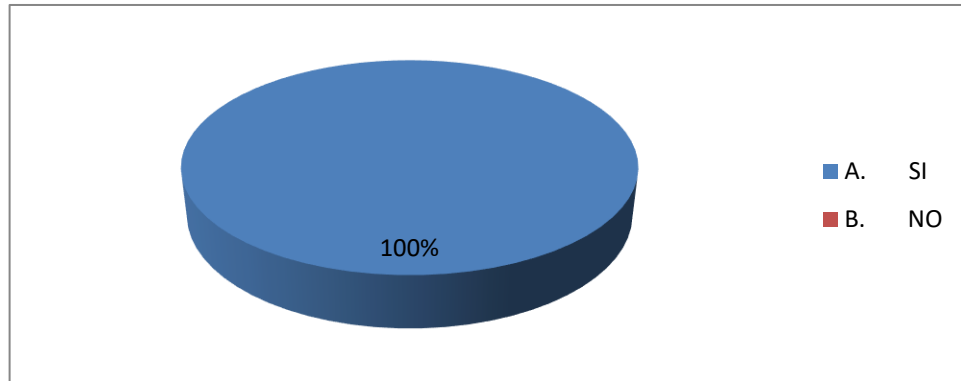
**Gráfico 6. ¿Cómo calificaría usted el ejercicio de sentadilla profunda en maquina Smith?**



En cuanto a la dificultad en la realización del ejercicio de sentadilla profunda en maquina Smith el 80% de los practicantes lo consideró como un ejercicio complejo, debido a factores técnicos y biomecánicos que requiere esta para su correcta ejecución.

7

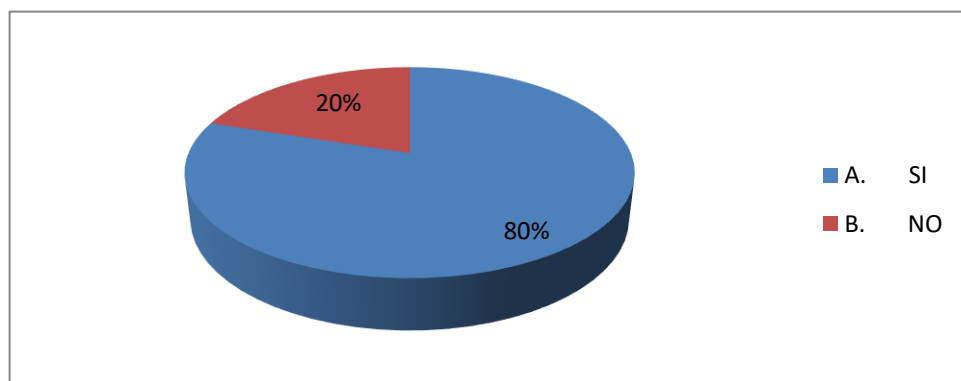
**Gráfico 7. ¿Ha presentado dolor a nivel lumbar durante o luego de realizar el ejercicio de sentadilla en maquina Smith?**



El 100% de la población refirió dolor lumbar al realizar la sentadilla profunda en la maquina Smith, por lo tanto se evidencio que hay factores intrínsecos (imbalances, debilidad muscular, falta de flexibilidad, alteraciones posturales, antecedentes personales) y extrínsecos como la predisposición de la máquina y la incorrecta ejecución del gesto técnico para su ejecución.

8

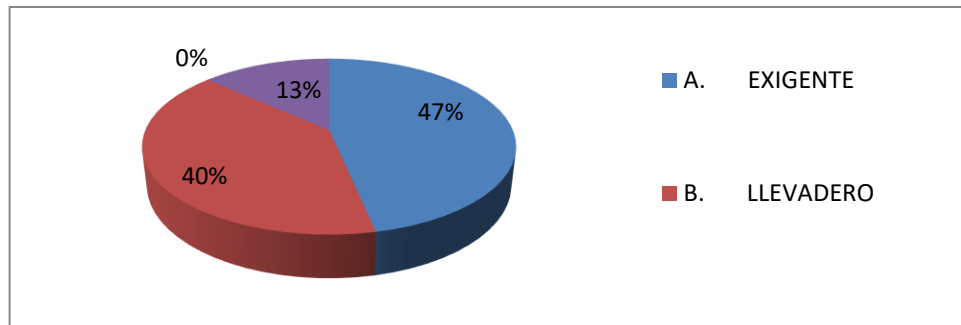
**Gráfico 8. ¿Para usted el deporte es factor importante en su estilo de vida?**



Para el 80% de los practicantes del fitness incluidos en el estudio, refirieron que para su estilo de vida el deporte es un factor importante, ya que buscaban un beneficio físico y mental mediante esta actividad.

9.

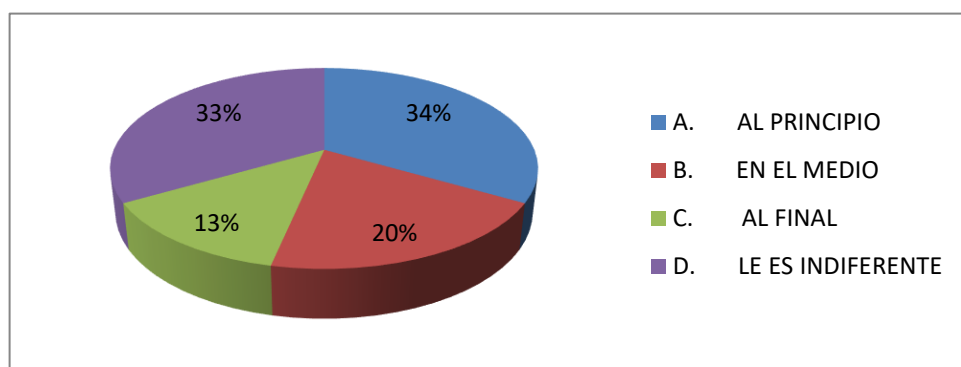
**Gráfico 9. ¿Cómo considera su plan de entrenamiento?**



El 87% de los practicantes del fitness encuestados, buscaban realizar planes de entrenamiento de exigencia mediana y alta que los llevaran a cumplir sus objetivos físicos. Por otra parte el 13% de estos usuarios encuestados no utilizaron plan de entrenamiento y lo hicieron por su cuenta, aumentando la probabilidad de sufrir lesiones y realizar entrenamientos poco efectivos al carecer de supervisión profesional.

10.

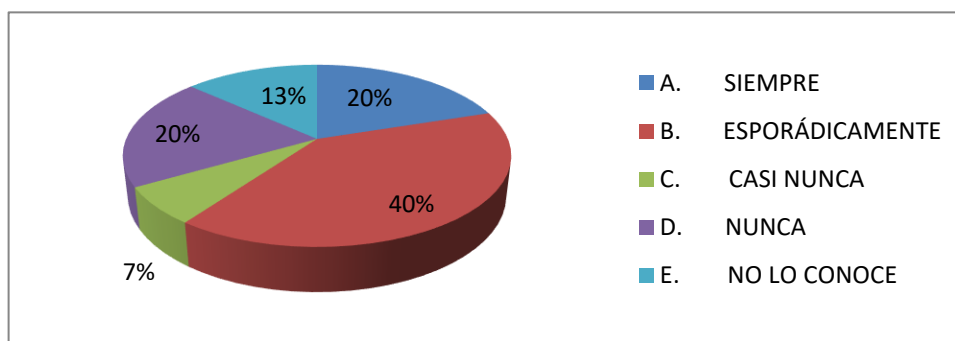
**Gráfico 10. ¿En qué parte de su entrenamiento suele realizar la sentadilla en maquina Smith?**



El 34% de los participantes buscaban realizar el trabajo de sentadilla profunda en maquina Smith al principio de su rutina, con el fin de que la musculatura implicada en este ejercicio no se encontrara fatigada para realizar la mejor ejecución posible; un 33% de la población en estudio le fue indiferente en que momento del entrenamiento ejecutaba la sentadilla propiciando esto a que ya exista fatiga muscular y predisposición a lesiones.

11.

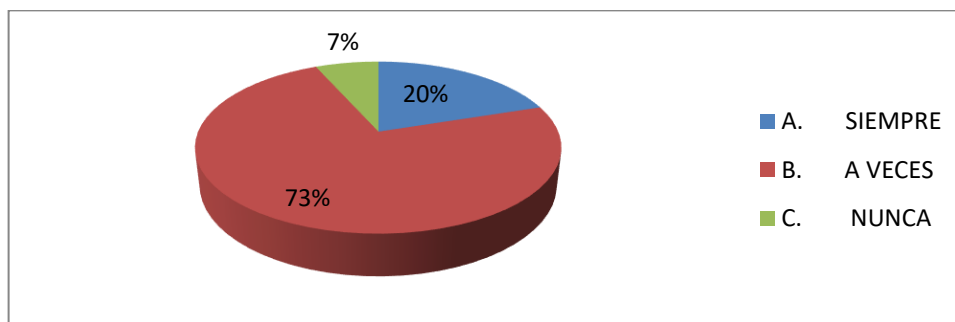
**Gráfico 11. ¿Utiliza cinturón para estabilizar la columna al realizar el ejercicio de sentadilla en maquina Smith?**



El cinturón protege la zona lumbar de la espalda de posibles lesiones relacionadas con el levantamiento de cargas axiales, por lo tanto se pudo concluir que este elemento siendo preventivo para la realización de este ejercicio, es utilizado en un 20% siempre durante la práctica, el 40% esporádicamente lo usaban y el 20% nunca lo usaron, evidenciando que los usuarios participantes del estudio no lo vieron como un implemento de absoluta necesidad para hacer esta práctica deportiva.

12

**Gráfico 12. ¿Realiza usted el ejercicio de sentadilla en maquina Smith con supervisión?**





El 73% de los usuarios a veces realizaban la sentadilla profunda en maquina Smith con supervisión, considerándose este como un factor que pudo disminuir la influencia en la aparición del dolor lumbar, ya que esta permitió a los usuarios ser guiados por un profesional en el área, sobre la técnica de ejecución adecuada para este ejercicio.

### **6.2.1 Triangulación de Variables.**

## **DISCUSIÓN**

Para realizar la triangulación, se tomaron como referencia las variables más influyentes en el proceso de la realización de la técnica de la sentadilla profunda en maquina Smith

Si bien la sentadilla profunda se ha convertido en un ejercicio infaltable en la práctica del fitness, se observa que durante la evaluación osteomuscular los usuarios con retracción moderada de thomas, realizan la sentadilla con menos profundidad que aquellos en que la retracción es leve o está ausente, generando además un genu varo, torsión tibial y con eversión de pies, además puede observarse dentro de la ejecución una medialización de las rodillas en la durante el gesto.

Para la columna vertebral se observa que a mayor profundidad de la sentadilla los usuarios tienden a realizar mayor flexión del tronco y el peso de la carga levantada genera hiperlordosis lumbar propiciando una posición de anteroversión pélvica en la ejecución del ejercicio, además de compensaciones musculares, llevando por consiguiente, a que se altere la cadena biomecánica del miembro inferior porque se propicia una mayor retracción en psoas, isquiotibiales y tensor de la fascia lata.

En cuanto al segmento superior si bien no hay un trabajo directo de soporte de carga en la cadena biomecánica si puede observarse que los usuarios con antecedentes de patología de hombro tienen incidencia a desalinearse los codos de forma paralela con respecto al suelo

## **CAPITULO 5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

### **7.1 CONCLUSIONES**

- Educación al usuario sobre la correcta alineación articular de rodillas tobillos y cadera además de un previo fortalecimiento de la musculatura abdominal y dorso-lumbar
- El conocimiento de la técnica correcta y de su biomecánica corporal, permitirán que se disminuya el riesgo de compromiso de columna vertebral.
- Factores físicos como las retracciones musculares y la debilidad abdominal son contraindicaciones para un buen gesto

### **7.2 RECOMENDACIONES**

- Se recomienda a los usuarios que realizan este tipo de ejercicio, realizar sesiones de flexibilidad para la musculatura de cadera, musculatura anterior y posterior de las piernas.
- Realizar sesiones de fortalecimiento de la musculatura abdominal y región CORE que le proporcionen estabilidad a la columna vertebral evitando sobre cargas a nivel lumbar.
- Antes de comenzar una rutina de entrenamiento que incluye ejercicios como la sentadilla en maquina Smith es importante tener una preparación muscular tanto en fuerza como en propiocepción que promuevan una correcta técnica y el correcto balance muscular en las diferentes fases de ejecución de la sentadilla.
- La supervisión continua de un profesional del deporte o fisioterapeuta en practicantes amateur del fitness son la base de una correcta ejecución de la sentadilla.
- La práctica de ejercicios con pesos libres en lugar de máquinas que predispongan las articulaciones a una posición específica estimulan en mayor medida la musculatura del miembro inferior, además permitan la activación de cadenas musculares antagonistas que protegen las articulaciones.

- La movilidad previa de las articulaciones implicadas en la ejecución de la sentadilla profunda (lumbar, cadera, rodillas, tobillos) previene la aparición de dolor lumbar, ya que los músculos se oxigenan y se activan.

## **CAPITULO 6.REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS Y ANEXOS**

### **BIBLIOGRAFIA**

Anatomía y movimiento humano, estructura y funcionamiento, pág. 282,283.

Centro de estudios, investigación y medicina del deporte. ejecución correcta de la sentadilla. unidad de formación del ceimd. pág. 1

Dietrichmartin, kreusekarl, krauselehnertz. manual de metodología del entrenamiento deportivo. editorial: paidotribo. pág. 369 – 370 año 2001

Fitnessnation, sentadilla en maquina smith, diciembre 8 2012, recuperado de: [www.fitnessnationwordpress.com](http://www.fitnessnationwordpress.com)

Garcia, f. r., azevedo, f. m., alves, n., et. al. effects of electrical stimulation of vastus medialis obliquus muscle in patients with patellofemoral pain syndrome: an electromyographic analysis. revistabrasileira de fisioterapia, 14, 477e482. 2010.

gonzalez moreno, angel. (dr). semiologia de la columna vertebral y pelvis. pag 47-50

Innovationssessions, presente y futuro del fitness a debate, sesión 1, visión del fitness 2010-2012. recuperado de: <http://www.wsconsulting.net/calendario/vision2010-2012completo.pdf>

Kenney, w. larry. jackcostill, david. physiology of sport and exercise-5th edition spanish.

Lavorato, miguel a. vigariopereira, nicolás. la sentadilla ¿es un ejercicio potencialmente lesivo?

Ley 528 de 1999. de:[http://www.mineducacion.gov.co/1621/articles-105013\\_archivo\\_pdf.pdf](http://www.mineducacion.gov.co/1621/articles-105013_archivo_pdf.pdf)

López timoneda, francisco. definición y clasificación del dolor. catedrático y jefe de servicio anestesiología-reanimación y clínica del dolor hospital clínico san carlos. madrid. pág. 8

M. norris, christopher. la estabilidad de la espalda, pág. 13

Manual de consulta para el control y la prescripción del ejercicio. editorialpaidotribo. 2000. pag. 388-389

Principios del entrenamiento de la fuerza y del acondicionamiento físico- editorial panamericana 2000-pag43

Raudo garcia, javier. otro deporte. agosto 10-2014

Recuperado de: [http://www.livestrong.com/es/efectividad-realizacion-sentadillas-sobre\\_28124/](http://www.livestrong.com/es/efectividad-realizacion-sentadillas-sobre_28124/)

Tejada barreras, martin. lesiones de columna vertebral lumbar en deportistas. 2009.

W.u. boeckh- behrens, w. buskies. entrenamiento de la fuerza. editorial: paidotribo. pag. 266

Fundamentos del movimiento humano. quinta edición. autores: mariontrew y tonyeverett. editorialmasson

Educación física vol 2 autores: feliocarmeloruizmunera. nuriacaus y antonio de jesusruizmunera. editorialmad. pag 260

La educación física en enseñanza primaria. autora: marta castañerbalcells 2001, pag 103

Experiencias con el concepto bobath 2da edición. autor: b. paedh. editorial panamericana 2006, página 8

Cualidades físicas., enric m. sebastiani y carlos a. gonzález. editorialinde publicaciones, pagina 19. año 2000

Pilates con accesorios. autor: ellieherman, editorial paidotribo 2007, pag 23

## ANEXOS

### Anexo 1. Consentimiento Informado

CONSENTIMIENTO PARA EL ANÁLISIS BIOMECÁNICO DE LA SENTADILLA PROFUNDA

MEDELLIN, \_\_\_\_\_ DE \_\_\_\_\_

Yo, \_\_\_\_\_ identificado con CC N° \_\_\_\_\_

De manera consciente y voluntaria autorizo mi participación en la actividad de investigación donde se va a realizar un análisis biomecánico de la sentadilla profunda en maquina smith.

1. Que se realicen procedimientos requeridos por los fisioterapeutas en proceso de formación.

**Métodos a utilizar:**

Sentadilla profunda en maquina Smith \_\_\_\_\_

Fotografías \_\_\_\_\_

Evaluación Fisioterapéutica \_\_\_\_\_

2. He sido informado(a) por los estudiantes sobre los procedimientos a realizar, comprendo en qué consisten, sus posibles alternativas y los posibles riesgos que conllevan

**Riesgos, consecuencias:**

Dolor Lumbar \_\_\_\_\_

Tendinitis \_\_\_\_\_

Esguinces \_\_\_\_\_

Dolor Cervical \_\_\_\_\_

Caida desde propia altura \_\_\_\_\_

Caida desde camilla (al evaluar) \_\_\_\_\_

Trauma \_\_\_\_\_

3. De manera voluntaria y consiente acepto la realización de este procedimiento para que los datos sean utilizados en el estudio.

Firma del evaluado \_\_\_\_\_ con CC N° \_\_\_\_\_

Firma Encargado \_\_\_\_\_ con CC N° \_\_\_\_\_

## Anexo 2. Evaluación Muscular y Ama

### ANAMNESIS

NOMBRE: \_\_\_\_\_ APELLIDOS: \_\_\_\_\_

C.C: \_\_\_\_\_ EDAD: \_\_\_\_\_ SEXO: \_\_\_\_\_ ESTADO CIVIL: \_\_\_\_\_  
OCUPACION: \_\_\_\_\_ DIRECCION: \_\_\_\_\_ TELEFONO \_\_\_\_\_

### ANTECEDENTES PERSONALES:

QUIRURGICOS:

\_\_\_\_\_

TRAUMATICOS:

\_\_\_\_\_

PATOLOGICOS:

\_\_\_\_\_

FARMACOLOGICOS:

\_\_\_\_\_

ACTIVIDAD DEPORTIVA:

\_\_\_\_\_

ANTECEDENTES FAMILIARES:

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

### EVALUACION FISIOTERAPEUTICA

Signos vitales

TA: \_\_\_\_\_ FC: \_\_\_\_\_ FR \_\_\_\_\_

TEST DE MOVILIDAD ARTICULAR:

ARTICULACIONES:	ANOTACIONES:	MOVIMIENTOS:	DERECHO:	IZQUIERDO:
CADERA		FLEXION: EXTENSION: ADUCCION : ABDUCCION: ROT.INTERNA: ROT.EXTERNA:		
RODILLA		FLEXION : EXTENSION:		
TOBILLO		PLANTIFLEXION: DORSIFLEXION INVERSION: EVERSION:		

RETRACCIONES MUSCULARES:

ELY: \_\_\_\_\_

THOMAS: \_\_\_\_\_

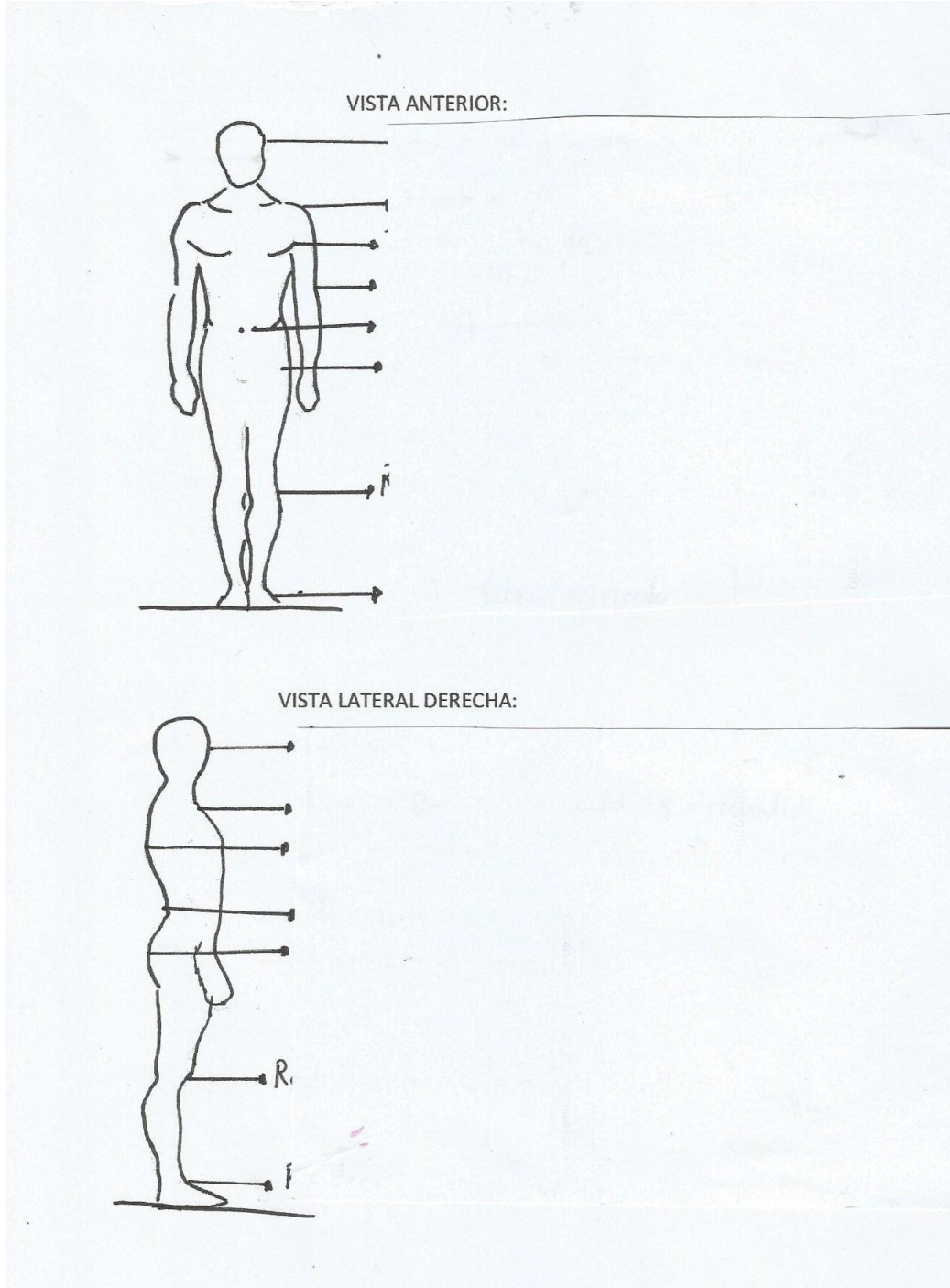
OBER: \_\_\_\_\_

ISQUIOTIBIALES: \_\_\_\_\_

GEMELOS: \_\_\_\_\_

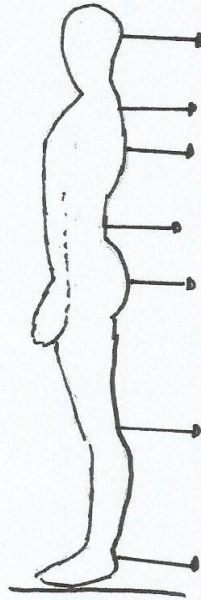
ESPINALES BAJOS: \_\_\_\_\_

### Anexo 3. Evaluación Postural

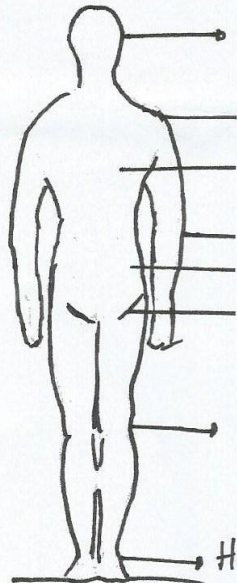




VISTA LATERAL IZQUIERDA:



VISTA POSTERIOR:



## Anexo 4. Encuesta A Usuarios

1. CUANTO TIEMPO LLEVA ASISTIENDO A GIMNASIOS PARA HACER SU ENTRENAMIENTO?
  - A. ULTIMOS 6 MESES
  - B. 1 A 2 AÑOS
  - C. 2 A 4 AÑOS
  - D. MAS DE 5 AÑOS
  
2. CUANTAS VECES A LA SEMANA ASISTE AL GIMNASIO?
  - A. 1 o 2 VECES
  - B. 3 VECES
  - C. 4 o 5 VECES
  - D. 6 o 7 VECES
  
3. EN SU PLAN DE ENTRENAMIENTO, CUANTAS VECES INCLUYE LA SENTADILLA POR SEMANA?
  - A. 1 VEZ
  - B. 2 VECES
  - C. 3 o 4 VECES
  - D. 5 o MAS VECES
  
4. APARTE DE LA SENTADILLA, USTED REALIZA EJERCICIOS DE MIEMBRO INFERIOR CADA QUE ENTRENA?
  - A. SI
  - B. NO
  
5. EN SU ENTRENAMIENTO, USTED REALIZA EJERCICIOS PARA LA MUSCULATURA CORE?
  - A. NO SABE QUE ES
  - B. CASI NUNCA
  - C. A VECES
  - D. HABITUALMENTE
  
6. EN DIFICULTAD COMO CALIFICARÍA USTED EL EJERCICIO DE SENTADILLA PROFUNDA EN MAQUINA SMITH?
  - A. FACIL
  - B. ALGO COMPLICADO
  - C. DIFICIL
  - D. MUY DIFICIL
  
7. HA PRESENTADO DOLOR A NIVEL LUMBAR DURANTE O LUEGO DE REALIZAR EL EJERCICIO DE SENTADILLA EN MAQUINA SMITH?
  - A. SI
  - B. NO

8. PARA USTED EL DEPORTE ES FACTOR IMPORTANTE EN SU ESTILO DE VIDA?
- A. SI
  - B. NO
9. COMO CONSIDERA SU PLAN DE ENTRENAMIENTO?
- A. EXIGENTE
  - B. LLEVADERO
  - C. NO UTILIZA PLAN, ENTRENA POR SU CUENTA
10. EN QUE PARTE DE SU ENTRENAMIENTO SUELE REALIZAR LA SENTADILLA EN MAQUINA SMITH?
- A. AL PRINCIPIO
  - B. EN EL MEDIO
  - C. AL FINAL
  - D. LE ES INDIFERENTE
11. UTILIZA CINTURON PARA ESTABILIZAR LA COLUMNA PARA REALIZAR EL EJERCICIO DE SENTADILLA EN MAQUINA SMITH?
- A. SIEMPRE
  - B. EXPORADICAMENTE
  - C. CASI NUNCA
  - D. NUNCA
  - E. NO LO CONOCE
12. REALIZA USTED EL EJERCICIO DE SENTADILLA EN MAQUINA SMITH CON SUPERVISIÓN?
- A. SIEMPRE
  - B. A VECES
  - C. NUNCA