

---

---

**INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL**

**ESCUELA SUPERIOR DE MEDICINA**

**SECCION DE ESTUDIOS DE POSGRADO E INVESTIGACION**

**“BALANCE MUSCULAR Y SU RELACIÓN CON LESIONES DE RODILLA  
EN DEPORTISTAS DE TAE KWON DO DE ALTO RENDIMIENTO”**

**TESIS QUE PARA OBTENER EL DIPLOMA DE ESPECIALIDAD  
EN MEDICINA DEL DEPORTE PRESENTA:**

**HURÍ ALCOCER RODRÍGUEZ**

**DIRECTOR DE TESIS**

**M. EN C. EVANGELINA MUÑOZ SORIA  
M. EN C. CARLOS MANUEL RAMIREZ GARCÍA**

México, D. F.

Enero 2010



**INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL**  
**SECRETARÍA DE INVESTIGACIÓN Y POSGRADO**  
**ACTA DE REVISIÓN DE TESIS**

SIP-14

En la Ciudad de México, D. F. siendo las 12:00 horas del día 19 del mes de Noviembre del 2009 se reunieron los miembros de la Comisión Revisora de Tesis designada por el Colegio de Profesores de Estudios de Posgrado e Investigación de la E.S.M. para examinar la tesis de titulada:

**“BALANCE MUSCULAR Y SU RELACIÓN CON LESIONES DE RODILLA EN DEPORTISTAS DE TAE KWON DO DE ALTO RENDIMIENTO”**

Presentada por el alumno:

**ALCOCER**  
Apellido paterno

**RODRÍGUEZ**  
Apellido materno

**HURI**  
Nombre(s)

Con registro: 

A	0	7	0	2	6	3
---	---	---	---	---	---	---

aspirante de:


**ESPECIALIDAD EN MEDICINA DEL DEPORTE**


Después de intercambiar opiniones los miembros de la Comisión manifestaron **SU APROBACIÓN DE LA TESIS**, en virtud de que satisface los requisitos señalados por las disposiciones reglamentarias vigentes.

**LA COMISIÓN REVISORA**

Director de tesis

  
M. EN C. EVANGELINA MUÑOZ SORIA

  
DR. ELEAZAR LARA PADILLA

  
M. EN C. JORGE ALEJANDRO GAMA AGUILAR

Director de tesis

  
M. EN C. CARLOS MANUEL RAMÍREZ GARCÍA

  
M. EN C. PÍNDARO RAMÓN ÁLVAREZ GRAVE

EL PRESIDENTE DEL COLEGIO

  
DR. ELEAZAR LARA PADILLA



**INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL**  
**SECRETARÍA DE INVESTIGACIÓN Y POSGRADO**

**CARTA CESIÓN DE DERECHOS**

En la Ciudad de México el día 19 del mes Noviembre del año 2009, el (la) que suscribe ALCOCER RODRÍGUEZ HURI alumno (a) del Programa de ESPECIALIDAD EN MEDICINA DEL DEPORTE con número de registro A070263, adscrito a LA ESCUELA SUPERIOR DE MEDICINA, manifiesta que es autor (a) intelectual del presente trabajo de Tesis bajo la dirección de M. EN C. EVANGELINA MUÑOZ SORIA, M. EN C. CARLOS MANUEL RAMÍREZ GARCÍA y cede los derechos del trabajo intitulado “BALANCE MUSCULAR Y SU RELACIÓN CON LESIONES DE RODILLA EN DEPORTISTAS DE TAE KWON DO DE ALTO RENDIMIENTO”, al Instituto Politécnico Nacional para su difusión, con fines académicos y de investigación.

Los usuarios de la información no deben reproducir el contenido textual, gráficas o datos del trabajo sin el permiso expreso del autor y/o director del trabajo. Este puede ser obtenido escribiendo a la siguiente dirección dra\_hurialcocer@yahoo.com.mx. Si el permiso se otorga, el usuario deberá dar el agradecimiento correspondiente y citar la fuente del mismo.

HURI ALCOCER RODRÍGUEZ

Nombre y firma

## **AGRADECIMIENTOS**

Dios gracias por darme la oportunidad de realizarme como médico y de encontrar en la Medicina del Deporte mi razón y lugar en esta profesión.

A mis papás, por su infinito amor y apoyo, ya que sin ustedes no lo habría logrado, por que han dedicado su vida a enseñarme lo mejor, que todo se puede obtener a base de esfuerzo y dedicación, y que no hay tiempo para la desesperanza y el desanimo, por tener siempre una palabra de aliento, por creer en mi, son mi ejemplo de vida, gracias por todo lo que me han dado hasta hoy y siempre. Los amo

Amel y Balam, por ser los hermanos que no cambiaria, por ser lo que son y como son, es un orgullo ser su hermana y amiga. Serán siempre los mejores compañeros de vida. Los amo

Edgar por que llegaste y le diste mas razones a mi vida, por que estuviste, me ayudaste, me apoyaste, has creído en mi y sobre todo por ser un hombre maravilloso, sin ti tampoco lo hubiera logrado. Gracias por todo tu amor. Te amo

Yerik gracias por existir, le diste un vuelco a mi vida, me llenaste de ilusiones, le doy gracias a Dios y a la vida, por que estas y llenas mi vida. Eres mi razón de vida. Te amo mi niño hermoso.

A toda mi familia por todo el amor que me han brindado, por que han creído y por que siempre están presentes hasta en los peores momentos. Los quiero

Dr. Gama gracias por su paciencia, apoyo y confianza, por su lucha y perseverancia, de poner en alto la Medicina del Deporte, tiene una aliada más. Gracias.

A mis maestros que me dieron la formación para lo que hoy es mi forma de vida. Dr. Piñera, Dr. Solís, Dra. Flores, Dr. Herrera, Dr. Arellano gracias por enseñarme a amar la Medicina del Deporte, además de compartirme sus conocimientos y aguantarme. Mil Gracias

Dr. Fragoso, Dr. Guadarrama les agradezco todo el tiempo y el apoyo que me brindaron para este trabajo. Gracias

Gaby, Mireya sin ustedes no lo hubiera logrado, gracias por todo su apoyo, pero sobre todo mil gracias por su amistad y confianza. Las quiero muchísimo, mil gracias.

Pam gracias por tu amistad incondicional, te quiero mucho.

A mis compañeros de grupo por los ratos agradables y mmm... también los desagradables, gracias por aguantarme este tiempo.

Dra. Eva, Dr. Carlos gracias por todo su tiempo y dedicación a este trabajo

Y mi gratitud a todos aquellos que han cruzado por mi camino, ya que me dieron y me han dado la oportunidad de formar parte de sus vidas, cada uno me ha brindado el privilegio de ser parte de algo importante, sus vidas.

# ÍNDICE

	Página
Acta de revisión de tesis	2
Carta de cesión de derechos	3
Agradecimientos	4
Glosario	7
Relación de tablas y gráficas	9
Abreviaturas	11
Resumen	12
Summary	13
Introducción	14
Antecedentes	18
Justificación	26
Hipótesis	27
Objetivos	27
Material y métodos	28
Resultados	32
Discusión	60
Conclusiones	66
Recomendaciones y sugerencias para trabajos futuros	67
Bibliografía	68
Anexos 1	72
Anexo 2	82
Anexo 3	94

## GLOSARIO

**Balance Muscular** Hay balance entre dos partes cuando las características que presenta uno es similar al otro; es decir que entre los diferentes grupos musculares debe de existir equilibrio para realizar un movimiento, el equilibrio debe presentarse tanto en grupos musculares contralaterales, como en agonistas / antagonistas (1,2,3)

**Isocinécia** Contracción muscular que acompaña a una velocidad constante de movimiento angular de una extremidad (1,2).

**Ejercicios Isocinéticos** Movimientos angulares a una velocidad fija predeterminada (de 1°/seg hasta 1000°/seg, es una velocidad dinámica) contra una resistencia acomodable a través de todo el rango de movimiento. Pudiendo ser concéntrico o excéntrico (1,2).

**Ejercicio Concéntrico** Contracción que implica un acortamiento de las fibras musculares donde el origen del músculo y su inserción se aproximan (1,2).

**Ejercicio Excéntrico** Contracción que implica un alargamiento muscular donde el origen del músculo y su inserción se separan (1,2).

**Dinamometría isocinética** Método que permite la medición de la fuerza al realizar ejercicios isocinéticos, el dinamómetro ofrece una resistencia acomodable, que permite evaluar con precisión la fuerza o torque aplicados contra el mecanismo de resistencia; y previniendo de esta forma una aceleración por encima de la velocidad de movimiento estipulada (1,2,3).

**Fuerza** Se define como la máxima intensidad de torque desarrollada durante una contracción voluntaria máxima en condiciones determinadas (tipo de contracción y velocidad) (1,3,4).

**Torque** El momento torsional o torque es la fuerza obtenida en un eje de rotación con una velocidad constante, en Newton-metros (Nm) (1,3,4).

**Trabajo** Es la capacidad de un músculo para contraerse, es un indicador de eficiencia fisiológica muscular. Es la fuerza ejercida en una distancia determinada, en Joules (J) (1,3,4).

**Potencia** Es la capacidad que tiene un músculo para realizar un trabajo por unidad de tiempo. Es la explosividad muscular. (Watts (w)) (1,3,4).

**Lesiones deportivas** Son todas aquellas que se presenta durante la práctica deportiva o como resultado a ésta, principalmente son músculo - esqueléticas (músculo, ligamentos, tendones, hueso) (5).

### **Lesiones Musculares**

**Desgarro** Es una lesión de las fibras del músculo que ocurre en sentido transversal al sentido de las fibras y es parcial.

**Ruptura** Es una lesión del músculo con pérdida completa de su continuidad.

**Dislaceración** Es una lesión del músculo que ocurre en el mismo sentido de las fibras musculares.

**Lesiones ligamentarias** Son lesiones que ocurren cuando se ejerce tensión sobre una articulación por encima de sus límites normales, ya que los ligamentos proporcionan la estabilidad a las articulaciones, y pueden ser esguinces o luxaciones (6).

**Esguince** Es una pérdida de continuidad de ligamentos que se clasifica de acuerdo al grado de lesión de las fibras del ligamento y de la estabilidad de la articulación, que puede dañar algún otro elemento del sistema capsulo-ligamentario (5,6).

**Luxación** Es la pérdida de la congruencia de superficies articulares de uno o mas huesos con ruptura o lesión de su sistema cápsulo ligamentario (5).

**Lesiones tendinosas o tendinopatías** Son un grupo de enfermedades del tendón, que en esencia describen cualquier respuesta inflamatoria en sus diferentes capas (6):

**Tendinitis** Cualquier respuesta inflamatoria sin afectar el paratendón

**Paratendinitis** Implica inflamación solo de la capa externa del tendón y suele ocurrir cuando el tendón roza con una prominencia ósea.

**Tendinosis** Describe cuando el tendón ha sufrido cambios degenerativos importantes sin signos clínicos ni histológicos de una respuesta inflamatoria aguda (6).



## RELACIÓN DE TABLAS Y GRAFICAS

Tablas	Pag.
1 Características generales de la muestra	32
2 Comparación de los datos somatométricos de los atletas estudiados. Primera vs Segunda medición	34
3 Comparación de los valores Torque, en rodilla de los atletas estudiados. Pre-entrenamiento vs Post-entrenamiento	35
4 Comparación de los valores Torque relativos al Peso Corporal, en rodilla de los atletas estudiados. Pre-entrenamiento vs Post-entrenamiento	38
5 Comparación de los valores Potencia, en rodilla de los atletas estudiados. Pre-entrenamiento vs Post-entrenamiento	39
6 Comparación de los valores Trabajo Total, en rodilla de los atletas estudiados. Pre-entrenamiento vs Post-entrenamiento	42
7 Comparación de los valores Torque relativos al Peso Corporal, en rodilla de los atletas estudiados. Pre-entrenamiento vs Post-entrenamiento	44
8 Correlación de fuerza (torque), en rodilla de los atletas estudiados. Pre-entrenamiento vs Post-entrenamiento	47
9 Correlación de Potencia, en rodilla de los atletas estudiados. Pre-entrenamiento vs Post-entrenamiento	49
10 Correlación de Trabajo Total, en rodilla de los atletas estudiados. Pre-entrenamiento vs Post-entrenamiento	51
11 Comparación de los valores Torque, en rodilla de los atletas estudiados. Pre-entrenamiento vs Post-entrenamiento	54
12 Comparación de los valores Potencia, en rodilla de los atletas estudiados. Pre-entrenamiento vs Post-entrenamiento	57
13 Comparación de los valores Trabajo, en rodilla de los atletas estudiados. Pre-entrenamiento vs Post-entrenamiento	58

## Graficas

1	Genero de los atletas estudiados	33
2	Categoría de Tae Kwon Do de los atletas estudiados	33
3	Valores torque en rodillas	36
4	Relación extensores/flexores para valores torque	36
5	Valores Torque en relación con el peso corporal	38
6	Valores de Potencia en rodillas	40
7	Déficit de los valores de Potencia en rodillas	40
8	Valores de trabajo total en rodillas	43
9	Déficit de los valores de trabajo total en rodillas	43
10	Valores de Trabajo por Peso Corporal en rodillas	45
11	Correlación entre fuerza inicial y final a 60°/seg	48
12	Correlación entre fuerza inicial y final a 180°/seg	48
13	Correlación entre potencia inicial y final a 60°/seg	50
14	Correlación entre potencia inicial y final a 180°/seg	50
15	Correlación entre trabajo inicial y final a 60°/seg	52
16	Correlación entre trabajo inicial y final a 180°/seg	52
17	Valores de torque en rodillas en pre y post-entrenamiento, con y sin lesión	55
18	Relación ext. / flex. para valores de torque en rodillas en pre y post-entrenamiento, con y sin lesión	55
19	Valores de Potencia en rodillas en pre y post-entrenamiento, con y sin lesión	56
20	Déficit de valores de potencia en rodillas en pre y post-entrenamiento, con y sin lesión	56
21	Valores de trabajo total en rodillas en pre y post-entrenamiento, con y sin lesión	59
22	Déficit de valores de trabajo total en rodillas en pre y post-entrenamiento, con y sin lesión	59

## ABREVIATURAS

°/seg:	Grados sobre segundo
Nm:	Newton metro
J:	Joule
W:	Watt
CNAR:	Centro Nacional de Alto Rendimiento
CCA:	Cadena Cinética Abierta
CCC:	Cadena Cinética Cerrada
IMC:	Indice de Masa Corporal
Ext:	Extensores
Flex:	Flexores
Der:	Derecho
Izq:	Izquierdo
1RM:	1 Repetición Máxima

## RESUMEN

El propósito del presente estudio fue establecer el diagnóstico de desbalance, determinar el efecto que tiene un programa de entrenamiento de fuerza durante 3 meses y establecer la relación desbalance y presencia de lesiones en taekwondoin.

Se realizó un estudio prospectivo, longitudinal, analítico, de intervención deliberada, e intragrupo en 14 deportistas: 9 hombres y 5 mujeres del programa de alto rendimiento juvenil del CNAR, que trabajaron un programa de entrenamiento durante 3 meses; se realizaron evaluaciones de fuerza por dinamometría isocinética donde se evaluó: 1. Isocinesia: torque (Nm), Trabajo (J), Potencia (W), Torque / Peso (Nm/kg) y Trabajo / peso (J/kg). 2. Balance Muscular: T. Conc. Flex./ T. Conc Ext., T. Conc. Flex./T. Conc. Flex. T. Conc. Ext./ T. Conc. Ext.; presencia de lesiones, edad, talla, peso, IMC y género pre y post – entrenamiento.

Se observó que los valores de torque, trabajo y potencia fueron mas altos en el caso de los atletas hombres, los de mayor edad y de mayor IMC. La relación entre extensores y flexores de ambas rodillas mejoro con el programa de entrenamiento. Los músculos flexores de ambas rodillas aumentan con mayor intensidad sus valores como respuesta al programa de entrenamiento.

El programa de entrenamiento de tres meses no mejora significativamente los valores de fuerza, potencia y trabajo, pero si tiende a mejorar el desbalance muscular, aunque éste se mantiene en ambas evaluaciones. Se concluye que a 60°/seg es el ángulo en el que se tiene mejor desempeño deportivo. Se identificado el papel de los flexores como determinante en el gesto deportivo del taekwondoin.

## SUMMARY

The purpose of this study was to establish the diagnosis of unbalance, to determine the effect that has a 3 months-strength training program and to establish the relationship between unbalance and the presence of injuries in tae kwon do athletes.

A prospective, longitudinal, analytical, of deliberate intervention, and intragroup study was performed in 14 athletes: 9 men and 5 women from the CNAR juvenile high performance program, the athletes worked on a training program for 3 months; evaluations of strength by isokinetic dynamometry were made, and also were evaluated: 1. Isokinetic: torque (Nm) Work (J), Power (W), Torque / weight (Nm / kg) and Work / weight (J / kg). 2. Muscle Balance: T. Flex Conc. / T. Conc. Ext, T. Flex. Conc. / T. Flex Conc. T. Ext Conc. / T. Ext Conc. presence of injuries, age, height, weight, BMI and sex, before and after training. It was noted that the torque, work and power values were higher in male athletes, the older and higher BMI. The relationship between extensors and flexors muscles of both knees improved with the training program. The flexors muscles of both knees increased its values with higher intensity as response to the training program.

The 3-month training program does not significantly improve the values of strength, power and work, but it tends to improve muscular unbalance, although it remains at both evaluations. It was concluded that  $60^\circ / \text{sec}$  is the angle in which exists a better sport performance. The role of the flexor muscles as a determinant in the sport gesture of the tae kwon do athletes was identified.

## INTRODUCCIÓN

El Tae Kwon Do es un deporte que pertenece a las artes marciales coreano, clasificado por su naturaleza como deporte de combate y es Juego Olímpico desde 1988. Se caracteriza por patadas altas, rápidas y consecutivas; es el arte marcial más popular en el mundo, ya que se practica en 140 países y hay millones de practicantes no solo a nivel competitivo si no también como actividad recreativa (7).

Tras la ejecución de una perfecta técnica en el Tae Kwon Do se hallan diversas funciones necesarias para el desarrollo de los movimientos, como son: el equilibrio, la fuerza, velocidad, potencia, y penetración (8,9).

En la práctica de este deporte el desarrollo de la fuerza en los miembros inferiores es fundamental, ya que las técnicas que se utilizan en esta práctica son principalmente por patadas en un 80%, dejando los puños para las técnicas de corta distancia (10,11).

Para mejorar esta cualidad (fuerza) es necesario proporcionar estímulos físicos y técnicos, que en su conjunto van a constituir la carga externa de entrenamiento. El tipo y grado de la carga está en relación con las características y estructura de sus componentes; y de la organización de los mismos va a depender el resultado. En el entrenamiento de la fuerza se deben de considerar los siguientes componentes: volumen, intensidad, velocidad de ejecución y tipo de ejercicio que realiza (4).

El volumen puede expresarse en número de repeticiones que se realizan o por tiempo real de aplicación de las cargas. El volumen no queda delimitado totalmente con estos datos, es necesario considerar, el tipo de ejercicio con el que se trabaja.

La intensidad es, probablemente, la variable más importante del entrenamiento de fuerza. La intensidad de un estímulo es el grado de esfuerzo que exige un ejercicio. La progresión en los resultados depende del incremento de la intensidad, tanto en términos absolutos como relativos. La intensidad limita los valores del

volumen, el número de repeticiones totales, y sobre todo, de repeticiones por serie; está en relación inversa a la intensidad que empleamos. Para el análisis y valoración del entrenamiento, es necesario considerar otras formas de intensidad, como:

*Intensidad máxima: absoluta y relativa*, ésta es muy útil para programar y analizar el entrenamiento.

*Repeticiones por serie*, es útil para individualizar las cargas y para acercarnos con más precisión al objetivo de desarrollo de fuerza máxima en deportistas avanzados.

*Potencia y/o velocidad de ejecución*, es la expresión de la intensidad por la potencia desarrollada, permite definir el carácter del ejercicio y su dosificación.

*Intensidad media: absoluta y relativa*, las intensidades medias no son válidas para programar, pero sí para valorar la carga ya planificada y el entrenamiento una vez realizado.

*Densidad*, hace referencia a la frecuencia de entrenamiento y al tiempo de recuperación, tanto entre las series de una sesión como entre sesiones y unidades más amplias de entrenamiento. Cuan mayor sea la pausa, menor será la intensidad; a menor pausa, mayor intensidad.

*Repeticiones con el 90% y más*, en el entrenamiento de fuerza es frecuente distribuir el número de repeticiones entre las intensidades con las que se han realizado, pues así se pueden estudiar con más precisión las características de la carga (4).

La velocidad de ejecución de un ejercicio es crítica en el diseño de la programación de un entrenamiento. La velocidad es importante tanto cuando el objetivo es incrementar la potencia como cuando se busca desarrollar la capacidad para levantar cargas máximas. La velocidad de ejecución afecta a las características de la contracción muscular.

Los ejercicios son el medio para desarrollar y manifestar la fuerza, éste marca en parte la magnitud y el carácter de la carga, así como el efecto. Pero la definición

depende de: el régimen de trabajo, el tipo de tensión, su estructura dinámica y cinemática. Y se pueden distinguir, al menos, los siguientes tipos de ejercicios: generales, especiales o dirigidos, de fuerza y velocidad específica, ejercicios de competición (4).

Un programa individualizado de entrenamiento de fuerza requiere necesariamente conocer las metas del atleta, para realizar un óptimo trabajo buscando las adaptaciones específicas que mejoren el rendimiento. Por tanto el diseño de los programas es un proceso altamente sustentado en el entendimiento de los principios básicos de entrenamiento de fuerza, Este proceso debería estar basado sobre el paradigma específico de diseñar prescribir y modificar el entrenamiento sobre la aplicación diaria (12).

Existen estudios internacionales en los que se ha observado que la mayor cantidad de lesiones que se presentan en el Tae Kwon Do, son el 80 % en las extremidades inferiores, del cual alrededor de 80 % corresponden a la rodilla (10,11).

Se ha postulado que la presencia de desequilibrios de fuerza en las relaciones de músculos recíprocos (agonistas – antagonistas) predisponen a la lesión articular o del grupo muscular mas débil (1,13).

Existen métodos por los cuales podemos medir la fuerza de los grupos musculares que deseamos estudiar, en este caso serían Cuadriceps e Isquiotibiales por medio del Dinamómetro. La dinamometría isocinética facilita la cuantificación de los indicadores de la fuerza de forma rápida, repetible y fidedigna. El dinamómetro ofrece resistencia adaptando o ajustando con precisión, la fuerza o torque aplicados contra el mecanismo de resistencia y previniendo de esta forma una aceleración por encima de la velocidad de movimiento estipulada (1,3).



La dinamometría isocinética esta basada en realizar ejercicios musculares concéntricos y/o excéntricos, en los que la velocidad permanece constante durante el recorrido. Este sistema de medición nos permite comparar músculos agonistas, antagonistas y contralaterales, en busca de desequilibrios.

Al encontrarse la velocidad de movimiento constante, la resistencia acomodable producida por el dinamómetro, es proporcional a la fuerza ejercida por el músculo y por consecuencia durante el ejercicio isocinético, la fuerza muscular puede ser evaluada en todo el rango de movimiento, al máximo de su capacidad (1,3).

El desequilibrio muscular resulta un factor importante que contribuye en la etiología de la lesión deportiva. El equilibrio de la fuerza muscular de miembros inferiores es entendido como la relación normal entre la fuerza de los extensores contra la de los flexores, la cual es de 3:2 (13,14).

Sin embargo existe controversia, ya que hay estudios que concluyen que sí existe relación entre desequilibrio muscular y presencia de lesiones y otros que no. Además la mayoría de estos estudios se han realizado en futbol soccer y no existe ningún estudio realizado en Tae Kwon Do.

Debido a los resultados obtenidos en las pasadas olimpiadas, se ha demostrado que México es un gran candidato para seguir obteniendo resultados en esta disciplina. Los estudios que se realicen deberán orientarse a aumentar el conocimiento en esta disciplina y dirigirlos a identificar aquellos factores que puedan disminuir estos logros.

El estudio se realizará en taekwondoines en programa de alto rendimiento, categoría juvenil del Centro Nacional de Alto Rendimiento Deportivo (CNAR).

## ANTECEDENTES

El Tae Kwon Do es un deporte de importancia y trascendencia en nuestro país, sobre el cual se han realizado pocos estudios. En otros países se han realizado estudios sobre las técnicas que pueden mejorar el desempeño de los deportistas

El movimiento de trascendencia en el Tae Kwon Do es la patada, se puede realizar a diferentes alturas, inclusive puede hacerse con un pie de apoyo o en el aire.

El tipo de movimiento es de Cadena Cinética Abierta (CCA) en que el extremo de la extremidad se mueve libremente, en estos movimientos participa una sola articulación, se utiliza una cantidad de músculos limitado. Al ser un movimiento monoarticular la vulnerabilidad en el sistema cápsulo ligamentario es elevado, de la articulación involucrada.

El inicio de la patada se realiza con un movimiento de abducción y flexión de la cadera, los músculos que participan en la abducción son: glúteo mediano, recto del fémur, tensor de la fascia lata, glúteo menor, piramidal de la pelvis, sartorio; en la flexión de cadera son: recto femoral, psoas iliaco, tensor de fascia lata, sartorio, glúteo menor y pectíneo.

Estos dos movimientos se acompañan de flexión de la rodilla y los músculos que realizan esta acción son: Isquiotibiales (semimembranoso, semitendinoso y bíceps crural), Recto interno y Sartorio.

Posteriormente se realiza extensión de la rodilla en la que los músculos participantes son Cuadriiceps crural (recto anterior, vasto interno, vasto externo y crural), también participa el tensor de la fascia lata.

Se tiene conocimiento de que los músculos como generadores del movimiento son sometidos a un trabajo importante; de la fuerza de éstos dependerá el adecuado desarrollo de los movimientos que se realizan y a estabilidad de la articulación, por lo tanto, el trabajo de fuerza es fundamental en el entrenamiento

de un taekwondoin y este trabajo requiere ser planificado y programado, porque la fuerza influye indiscutiblemente en el mejoramiento de las demás capacidades físicas, e incluso en las cualidades técnico-tácticas de los competidores.

La manera tradicional de planificar el entrenamiento subdivide el proceso en tres períodos: preparatorio, competitivo y transitorio; sin embargo hoy se conocen y manejan otras variantes como bloques, péndulos, campanas, estructurales y fases (15,16).

El género y la edad, constituyen factores importantes para la estructuración del proceso de entrenamiento. Existen marcadas diferencias entre deportistas masculinos y femeninos, y entre deportistas infantiles, juveniles o mayores. Algunas de estas diferencias son: a) La potencia de pateo es mayor en hombres que en mujeres; b) Las mujeres presentan cambios hormonales frecuentes y por consiguiente se debe ajustar constantemente la carga de entrenamiento (17).

Por otra parte la categoría por división, dada por el peso corporal en la que se compite, es muy importante para el proceso de planificación, con miras a mantener el peso adecuado, no solo en el aspecto nutricional sino también con un programa de fuerza apropiado para ubicar al taekwondoin en la categoría ideal, por lo tanto debemos conocer su composición corporal, ya que algunas investigaciones han referido que los niveles de grasa son del orden de 6 a 7 cifras porcentuales en taekwondoistas de alto rendimiento. Además, la categoría no solo es importante por lo antes mencionado si no por que además se ha demostrado un aumento en el grado de dificultad técnico – táctico, y también el volumen e intensidad de las mismas varían según el peso (17).

La planificación del entrenamiento del Taekwondo representa el plan de acción que se realiza con el proceso de entrenamiento de un taekwondoin para lograr un objetivo determinado y alcanzar la forma deportiva en la competencia más importante. Dentro de la planificación y programación se deben considerar todos los componentes del entrenamiento como el control del peso, la intensidad, las repeticiones, la correcta ejecución de los ejercicios entre otros factores, los que propiciarán el mejoramiento en el rendimiento de las diferentes direcciones de

fuerza. La relación entre la fuerza y las demás direcciones de entrenamiento propiciarán de forma ascendente el crecimiento de los resultados deportivos. Así mismo, el logro de deportistas con menos posibilidades de traumas o posibles lesiones producidos por los bajos índices de fuerza muscular (15).

Las aplicaciones de fuerza en el taekwondo son diversas durante la competición pero existe un predominio de la fuerza explosiva y la resistencia a la fuerza explosiva, por lo tanto el entrenamiento deberá estar dirigido a mejorar éstas. Para incrementar los niveles de fuerza de forma general, es preciso elevar la fuerza máxima, para lo cual se deben tener en cuenta varios factores que permitirán en el trabajo de fuerza con pesas mejorar de forma progresiva, pero cautelosa la fuerza máxima, estos son (15):

1. Tener presente la edad cronológica y biológica del atleta.
2. Que el atleta domine los ejercicios correctamente desde el punto de vista motor
3. Controlar la velocidad de ejecución de los ejercicios
4. Nunca trabajar con porcentajes fijos
5. Realizar ejercicios de flexibilidad antes y después del entrenamiento
6. Trabajar lo menos posible con porcentajes máximos
7. Tener en cuenta el grado de libertad de las articulaciones en la orientación de los ejercicios
8. El entrenamiento debe ser individual de acuerdo al test de 1RM de cada atleta.
9. Nunca prologar un ejercicio en las direcciones de fuerza explosiva cuando exista un descenso de la aceleración del movimiento
10. Los test pedagógicos deberán realizarse cada 4 semanas.
11. Trabajar con los porcentajes estipulados para cada dirección de fuerza.

Se ha propuesto una guía para diseñar programas de entrenamiento de fuerza, este diseño está altamente sustentado en el entendimiento de los principios básicos del entrenamiento de fuerza, basado en el paradigma específico de diseñar, prescribir y modificar el entrenamiento sobre la aplicación diaria.

La elección de un programa de entrenamiento debe responder a los objetivos del entrenamiento de fuerza; sea esta fuerza máxima, fuerza, velocidad y fuerza, y a la resistencia. Así mismo deben considerarse los aspectos biomecánicos de los movimientos articulares, músculos principales, rangos de movimiento, tipo de acción realizada y tipo de fuerza generada por el músculo; considerar las vías de producción de energía para el entrenamiento como la aláctica, la glicólisis rápida, glicólisis lenta y oxidativa; también las acciones musculares a entrenar pudiendo ser isométricas, concéntricas y excéntricas.

Para diseñar el programa es necesario primero, seleccionar el tipo de ejercicio en función de usar una o más articulaciones. En la parte funcional, si es de CCA o de CCC.

El orden de los ejercicios será: 1o), los de fuerza, los multiarticulares, los de CCC; después, los uniarticulares y los de CCA; así como establecer la intensidad y el tiempo (12).

Los movimientos en el Tae Kwon Do son muy variados en rango de movimiento, fuerza, velocidad, tipo de movimiento, etc., un ejemplo de ello es la patada, como movimiento primordial de taekwondo.

La patada en el Tae Kwon Do inicia con un movimiento de flexión que es un movimiento relativamente pasivo, ya que es el movimiento que se realiza para dar inicio al movimiento de extensión, éste es el más importante en el momento de aplicar fuerza y precisión al momento de colocar el golpe. La cadera define la altura del mismo, sin embargo la rodilla es la que recibe el mayor impacto, por la naturaleza del movimiento que ya mencionamos es de Cadena Cinética Abierta (CCA). El movimiento de CCA al ser monoarticular expone el sistema de estabilización de la articulación cuando esta en un esfuerzo máximo y por esta situación el sistema capsulo – ligamentario que proporciona la estabilidad pasiva de la misma, es sometido a su máxima capacidad, pero también debemos considerar a los músculos que participan en la estabilización activa, porque deben ser capaces de soportar las cargas a las que son sometidos, tanto los músculos y la articulación, y eso es traducido como fuerza.

Por lo tanto los programas de entrenamiento deben estar dirigidos a aumentar o mantener la fuerza como cualidad. Existen diferentes métodos para evaluar la fuerza, pero se ha demostrado que la dinamometría isocinética representa actualmente uno de los métodos más objetivos de cuantificación de la fuerza muscular en condiciones dinámicas, habiéndose demostrado en numerosas publicaciones la fiabilidad, validez y reproducibilidad de las variables obtenidas (3,4,18,19, 20,21).

La dinamometría facilita la cuantificación de los indicadores de fuerza de forma rápida, repetible y fidedigna. Este método ofrece resistencia adaptando o ajustando con precisión, la fuerza o torque aplicados contra el mecanismo de resistencia y previniendo de esta forma una aceleración por encima de la velocidad de movimiento estipulada (1,2,3). Consiste en realizar ejercicios concéntricos y excéntricos, en los que la velocidad permanece constante durante el recorrido. Este sistema de medición nos permite comparar músculos agonistas y antagonistas. Permite medir acciones isocinéticas concéntricas y/o excéntricas, y se pueden comparar los diferentes grupos musculares entre sí en busca de desequilibrios (1,2,3).

El dinamómetro controla la velocidad y regula la resistencia, la fuerza que efectúa el músculo en cada punto del rango de movimiento es variable en relación al ángulo; el ejercicio puede ser concéntrico y/o excéntrico, obteniendo en la gráfica una curva (1,2,3).

Los músculos proporcionan la estabilidad activa de la articulación, cuando la fuerza de los grupos musculares se encuentra disminuida o hay predominio de un grupo muscular sobre otro, la alineación de las estructuras articulares se ve modificada por estas diferencias de fuerza, porque al generar un movimiento a máxima capacidad el equilibrio entre los grupos musculares es fundamental para evitar la sobrecarga hacia las fibras musculares predisponiendo a la lesión de las mismas.

El equilibrio o balance provee varios beneficios para el sistema músculo esquelético, como prevenir lesiones de rodilla, y esta estabilidad es predominantemente mantenida por la función dinámica de los elementos musculares (22). Por tanto, el desbalance muscular es un factor importante que puede contribuir al origen de la lesión deportiva.

El desbalance muscular ha sido propuesto como un factor importante que puede contribuir al origen de la lesión deportiva. El equilibrio de la fuerza muscular de miembros inferiores es entendido como la relación normal entre la fuerza de los extensores contra la de los flexores la cual es de 3:2 (13).

Se ha postulado que los desequilibrios excesivos de fuerza en las relaciones entre músculos recíprocos (agonistas – antagonistas) predisponen a la lesión de la articulación o del grupo de músculos más débil (1,2,23).

Una persona que tenga una diferencia superior al 10% (otros autores refieren 15%) de fuerza entre músculos agonistas – antagonistas y/o entre el lado derecho e izquierdo esta en riesgo de presentar lesiones músculo-tendinosas y ligamentarias. Existen estudios que presentan reportes con estos porcentajes que son significativos (1, 2,13,14, 23, 24, 25, 26).

Es importante remarcar que no existen estudios que establezcan esta relación de lesiones con desbalance muscular en el Tae Kwon Do, cabe mencionar que los porcentajes que se mencionan en el párrafo anterior son utilizados para personas sedentarias, para deportistas en que el gesto implica una dominancia ya sea derecha o izquierda, como en el caso de los taekwondoines, se maneja una relación diferente, el porcentaje disminuye hasta el 5%.

Existen estudios en los que se compara la fuerza de la extremidad inferior, buscando una diferencia entre el lado dominante, encontrando diferentes resultados. Zakas (27) demuestra que la relación de la fuerza entre ambos lados (der. e izq) no existe, que la fuerza es similar, por lo tanto no existen desbalances. Sin embargo otros autores afirman que si existe diferencia de fuerza entre el lado dominante y el no dominante, por lo tanto se establecen imbalance muscular, por

lo que éste se considera como un factor de riesgo para la presencia de lesiones (28, 29, 30, 31).

O'Sullivan (32) realizó un estudio en el los que deportistas con historia de lesión presentaron una disminución de fuerza respecto a los no lesionados, al inicio de su preparación, esta disminución se presentó principalmente en el lado dominante. También se ha encontrado que los valores de fuerza varían de acuerdo a la edad y al género, observando que de acuerdo con el género los valores son menores en mujeres que en hombres, y de acuerdo a la edad, los jóvenes (15 – 19 años) presentaron valores más elevados de fuerza respecto a los prepúberes (9 – 14 años) (33).

Considerando todos los estudios antes mencionados, se determinó que el desbalance muscular como factor de riesgo es una controversia, por lo tanto determinar el factor lesiones, así como la descripción de las lesiones en el taekwondo es de considerable mención.

Se puede mencionar que los ligamentos cruzado anterior o posterior, de los colaterales ya sea el medial o lateral pueden resultar dañados por el aumento de la tensión del sistema capsulo-ligamentario como estabilizador pasivo. Los tendones y músculos al estar también en tensión pueden sufrir lesiones por que pueden recibir un golpe en movimiento y este puede causar desgarros o rupturas. Así, las lesiones en el taekwondo pueden ser contusiones, esguinces, luxaciones o fracturas, lo que dependerá del mecanismo de lesión.

Los mecanismos de lesión en el Tae Kwon Do son más diversos por la gran variedad de movimientos que se realizan, sin embargo existen algunos que predominan, por ejemplo aquellos que se presentan por patadas, ya que es un movimiento muy frecuente, y las diversas variedades de éste nos puede dar mecanismos de lesión, por que se pueden realizar con desplazamiento del cuerpo, en saltos en giros del cuerpo o con giros de la cadera.

En un estudio en que se comparan 5 estilos de artes marciales respecto a las lesiones que presentaron, los datos obtenidos muestran 59% Tae Kwon Do, 51% Aikido, 38% Kung Fu, 30% Karate y 14% Tai Chi. También se observó que los que



presentaron lesiones mayores fueron el Aikido con 28% y el Tae Kwon Do el 26%, además éste fue el que presentó múltiples lesiones en un 50%, y por el tipo de lesión fue el que presentó un 43% de magulladuras y lesiones músculo tendinosas y ligamentarias (10).

En observaciones de eventos organizados por Moo Duk Kwan de México, en el que se atendieron a 405 competidores, el 27% fueron mujeres y 73% hombres; se observó que según el color de cinta presentaron más o menos lesionados, presentando un mayor número la cinta negra. En la modalidad de participación la mayoría se presentó en combate (17.3 % mujeres y 55.3% en hombres) y los rompimientos (3.7% en ambos sexos). De acuerdo a las lesiones que presentaron, 204 fueron contusiones seguidas por 62 esguinces y 56 heridas.

Las fracturas, las luxaciones y lesiones tendinosas correspondieron al 1.7%, 1.2% y 3.4% respectivamente (34).

La proporción de lesiones en competencias de Tae Kwon Do se ha reportado en dos formas estadísticas (11):

1. La incidencia de lesiones por atleta expuesto (25/1000)
2. El porcentaje de lesiones por número de atletas (12.7/100)

De los mecanismos de lesión los de mayor relevancia fueron las patadas en ambos sexos (13.3% en mujeres y 36.5% hombres), el siguiente mecanismo de lesión fue choque contra el adversario (1.7% mujeres y 9.9% hombres), Aquellos que presentaron un padecimiento previo (6.7% en ambos sexos), y el golpe con el puño (1.5% mujeres y 4.9% hombres) (34).

## JUSTIFICACION

El Tae Kwon Do es uno de los deportes de contacto de gran importancia en nuestro país, y de los que presenta mas lesiones en los deportistas por la naturaleza del mismo, incluso comparado con otros deportes de contacto.

Es además un deporte en el que están aumentando el número de practicantes. Por ello se deben realizar estudios serios y de utilidad práctica en esta disciplina deportiva.

Considerado como un “Deporte muy lesionante”, la prevención es fundamental para obtener buenos resultados competitivos, ya que una lesión puede limitar la vida deportiva de estos atletas.

No existen programas preventivos de lesiones, ni la evaluación de los programas de entrenamiento como medios o estrategias para disminuir los desequilibrios musculares.

Por otro lado, no existen estudios sobre el desbalance como factor de riesgo para producir lesiones en el taekwondo, incluyendo la controversia que existe al respecto.

Las lesiones deben considerarse no solo como problema de salud, sino también como un problema de economía.

En Estados Unidos se estiman de 3 a 5 millones de lesiones tanto en nivel competitivo como de forma recreativa. Y se tiene estimado un costo de 1 billón de dólares, en gastos por lesiones a nivel mundial. Esto nos da un panorama del problema de salud y del costo que esto genera en ese país (35).

## **HIPÓTESIS**

La aplicación de un programa de entrenamiento de fuerza durante 3 meses, tiende a corregir los desbalances de fuerza muscular entre músculos agonistas y antagonistas en deportistas juveniles de Tae Kwon Do, lo que se expresará en menor número de lesiones y de atletas lesionados.

## **OBJETIVOS**

### **General**

Establecer la relación entre el desbalance muscular y la presencia de lesiones musculares, ligamentarias y tendinosas en rodilla.

### **Específicos**

1. Caracterizar los valores de fuerza en los Taekwondoines.
2. Establecer la presencia de desbalance muscular de cuádriceps e isquiotibiales
3. Determinar si el programa de entrenamiento tiene repercusiones en los valores de fuerza
4. Determinar las lesiones músculo-tendinosas-ligamentosas de rodilla del equipo de Tae Kwon Do juvenil del CNAR.
5. Establecer relación entre el balance muscular de cuádriceps e isquiotibiales y lesiones músculo-tendinosas-ligamentosa después de un programa de entrenamiento en Taekwondoines.

## MATERIAL Y MÉTODOS

Se realizó un estudio, prospectivo, longitudinal, analítico, de intervención deliberada, e intragrupo en 14 deportistas; 9 hombres y 5 mujeres practicantes de Tae Kwon Do del programa de alto rendimiento juvenil del Centro Nacional de Alto Rendimiento, durante tres meses, con evaluaciones pre-entrenamiento y post-entrenamiento, con el propósito de conocer si el programa de entrenamiento de tres meses mejora el balance muscular de los deportistas participantes en el estudio e influye en la presencia de lesiones de rodilla.

Se incluyeron a los atletas que firmaron el consentimiento informado y que estuvieran activos en el programa de entrenamiento en el momento de realizar las pruebas.

Se realizaron 2 mediciones de fuerza por método isocinético con equipo Byodex, la primera fue en septiembre y la segunda en noviembre.

Antes de la primera medición se realizaron pruebas de evaluación a los atletas para diseñar el programa de entrenamiento personalizado.

El programa se estructuró en 4 etapas: general, especial, precompetitiva y competitiva. La etapa general se dividió en 2 mesociclos, el primero en un microciclo y el segundo en dos microciclos; la etapa especial se conformó con un mesociclo y se dividió en dos microciclos; y la etapa pre-competitiva y competitiva formaron un mesociclo que se dividió en 2 microciclos. (anexo 3). Es necesario mencionar que cada microciclo tuvo una duración de 6 días.

En cada microciclo se manejaron las diferentes cualidades: técnico, táctico, resistencia a la fuerza explosiva (RFE), resistencia a la velocidad específica (RVE), fuerza, resistencia, velocidad y movilidad a diferentes porcentajes.

Para nuestro estudio las cualidades de interés fueron: la fuerza manejada a través de ejercicios con pesas y ejercicios técnico-tácticos. Los porcentajes que a continuación se presentan corresponden a los que se manejaron para las cualidades de nuestro interés por microciclo. Técnico: 100%, 90%, 80%, 70%, 60%, 40% y 40%; Táctico: 60%, 80%, 90%, 100%, 80%, 60%, 40%; Resistencia a

la Fuerza Explosiva (RFE): 60%, 80%, 100%, 80%, 60%, 50%, no se trabajo en el último microciclo; Fuerza: solo se trabajo del microciclo 1 al 4 con porcentajes de 100%, 80%, 60% y 40% (anexo 3)

La carga se estableció conforme a los resultados obtenidos en la prueba previa al estudio, iniciando un trabajo del 70%, 2 semanas después de incremento al 85% manteniéndola por 2 semanas y la última semana se trabajo al 95%. Después se hizo la conversión de fuerza máxima a fuerza rápida durante 1 semana.

Estos porcentajes solamente se utilizaron para los ejercicios de fuerza acostado y sentadilla, se realizaron de la siguiente forma: microciclo 1 y 2: 4 series de 10 repeticiones; microciclo 3 y 4: 4 series de 8 repeticiones; microciclo 5: 4 series de 2 y 3 repeticiones; microciclo 6: se realizaron al 70 % 4 series de 5 y 6 repeticiones en forma rápida.

En los demás ejercicios, se eligió un peso donde el atleta se sintiera cómodo y se realizaron repeticiones entre 10 y 15, haciendo un total de 4 series por cada ejercicio. Los ejercicios aplicados fueron: Media sentadilla, bíceps femoral (curl), cuádriceps, fuerza acostado, fondos, abdominales, espalda y saltos.

### **Pruebas de isocinesia**

Antes de tomar las mediciones se tomaron peso y talla en báscula con estadímetro, posteriormente realizaron un calentamiento simple, que consistió en movimientos articulares y estiramientos musculares, enfocándose principalmente en la extremidad inferior. Para realizar las mediciones se capturaron los datos de nombre, peso y talla de cada atleta, en la base de datos del programa de ejecución del equipo.

Cada atleta se colocó en el sillón del dinamómetro, se ajusto el respaldo y se colocaron los cinturones que fijan el resto del cuerpo con la finalidad de aislar los grupos musculares en estudio, en este caso cuádriceps e isquiotibiales responsables de la flexo – extensión de la rodilla. También se fijo para cada uno y para cada pierna la altura del brazo del dinamómetro; se estableció el rango de movimiento y se elimino el factor gravedad, con el peso de la pierna, estos son parámetro que se deben establecer para la prueba y son individuales.

Realizaron un par de movimientos de flexo/extensión para que sintieran el dinamómetro en movimiento, esto fue sin resistencia. Mientras tanto se les dieron indicaciones de cómo debía ser el movimiento de flexión y extensión, continuo hasta llegar a los topes establecidos, sin detenerse, desde que se les da la indicación de inicio hasta la de alto, además de que tenían que ser movimientos con fuerza máxima desde el principio hasta el final.

Realizaron 3 repeticiones para cada pierna en dos diferentes velocidades 60°/seg. y 180°/seg. Cuando se terminaban las pruebas de una pierna, al realizar el cambio de pierna se les pedía se reacomodaran, se cambiaba el brazo del dinamómetro y nuevamente se fijaban todos los parámetros antes mencionados. Realizados estos cambios, se iniciaban las repeticiones para la otra pierna.

### **Variables**

La variable independiente evaluada fue:

1. Isocinesia, con los indicadores: torque (Nm), trabajo (J), Potencia (W), Torque / Peso (Nm/kg) y Trabajo / peso (J/kg).

Estas variables excepto la de Torque/Peso se encuentran en el registro que emite el dinamómetro.

2. Balance Muscular, con los indicadores: T. Conc. Flex /T. Conc. Ext., T. Conc. Flex /T. Conc. Flex., T. Conc Ext. /T. Conc. Ext.

La variable dependiente evaluada fue: Tipos de lesiones

Otras variables fueron: Edad, Talla, Peso, IMC y Género.

Con el valor de torque (Nm) obtenido por el método isocinético de dinamometría se estableció la presencia de desbalance muscular y se evaluó la fuerza con torque y otros indicadores isocinéticos como trabajo (J), potencia (W), torque/peso (Nm/kg) y trabajo /peso (J/kg).

### **Análisis estadístico**

Se realizó la captura y análisis de la información tanto en Excel como en SPSS, versión 13. Se usaron media y desviación estándar para las variables cuantitativas. Para las variables cualitativas se utilizó el porcentaje. Para el análisis inferencial de los datos se utilizaron pruebas de hipótesis: *t*-Student para muestras pareadas (evaluación inicial vs final) y *t*-Student para muestras independientes para comparar entre grupos por género, edad, IMC. Para la variable presencia de lesiones, se utilizó de hipótesis de diferencia de proporciones; así mismo para establecer correlación entre variables cuantitativas se utilizó el coeficiente *r* de Pearson. La significancia estadística se estableció con un  $\alpha$  de 0.05.

## RESULTADOS

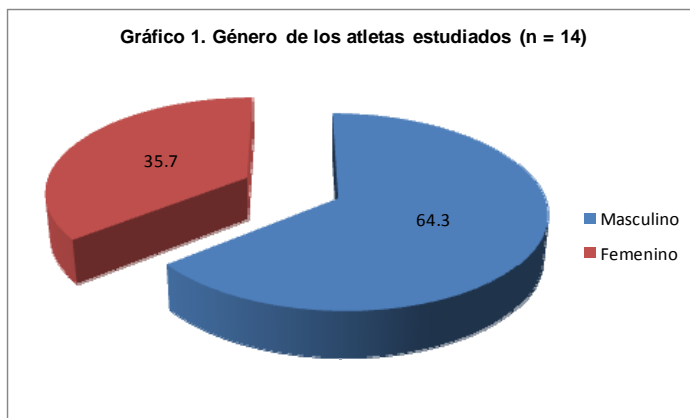
Se realizó un estudio prospectivo, longitudinal, analítico, de intervención deliberada, e intragrupo, en 14 deportistas hombres y mujeres practicantes de Tae Kwon Do del programa de alto rendimiento juvenil del Centro Nacional de Alto Rendimiento durante un período de tres meses, con una evaluación pre-entrenamiento y la misma evaluación post-entrenamiento, con el propósito de conocer si el programa de entrenamiento de tres meses mejora el balance muscular de los deportistas estudiados e influye en la presencia y tipo de lesiones de rodilla en este tipo de deportistas.

Tabla 1. Características generales de la muestra

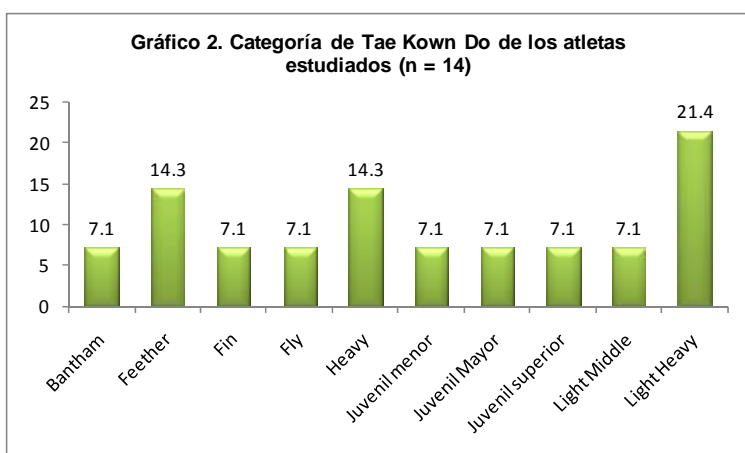
	<b>Media</b>	<b>Desv. Est.</b>
<b>Edad (n = 14)</b>	<b>14.43</b>	<b>1.91</b>
<b>Género (n = 14)</b>	<b>n</b>	<b>%</b>
Masculino	<b>9</b>	<b>64.3</b>
Femenino	<b>5</b>	<b>35.7</b>
<b>Categoría (n = 14)</b>	<b>n</b>	<b>%</b>
Banham	<b>1</b>	<b>7.1</b>
Feether	<b>2</b>	<b>14.3</b>
Fin	<b>1</b>	<b>7.1</b>
Fly	<b>1</b>	<b>7.1</b>
Heavy	<b>2</b>	<b>14.3</b>
Juvenil menor	<b>1</b>	<b>7.1</b>
Juvenil Mayor	<b>1</b>	<b>7.1</b>
Juvenil superior	<b>1</b>	<b>7.1</b>
Light Middle	<b>1</b>	<b>7.1</b>
Light Heavy	<b>3</b>	<b>21.4</b>



Los resultados obtenidos muestran que la edad promedio de los 14 deportistas incluidos en la muestra fue de 14.43 años, con una variabilidad de 12 a 18 años, como se observa en la Tabla 1 y Gráfico 1; el 64.3%



fueron del género masculino (n = 9), mientras que 35.7% correspondieron a las



mujeres (n = 5); en cuanto a la categoría de Tae Kwon Do que practicaban estos jóvenes atletas se encontró una gran dispersión, ya que sólo en la categoría Feather y en la Heavy eran dos los jóvenes pertenecientes a cada una de dichas

categorías, mientras que los otros 12 deportistas correspondieron a una categoría diferente cada uno, como se muestra en la Tabla 1 y Gráfico 2

En la Tabla 2 se comparan los resultados antropométricos de los 14 deportistas en los dos momentos estudiados, sólo en cuanto a peso e Índice de Masa Corporal (IMC); para ninguna de las dos variables se encontraron diferencias estadísticamente significativas, siendo ligeramente superior el peso y el IMC en la etapa previa al entrenamiento; la ligera disminución de peso corporal –y por tanto de IMC- es el resultado del programa de entrenamiento, aunque –se insiste- los valores no muestran diferencia estadísticamente significativa y al parecer tampoco biológica (56.94 vs 56.53 Kg y 20.32 vs 20.22 Kg/m<sup>2</sup>)

Tabla 2. Comparación de los datos somatométricos de los atletas estudiados. Primera vs Segunda mediciones

Variable	Pre-entrenamiento		Post-entrenamiento		t	p
	Media	Desv. Est.	Media	Desv. Est.		
<b>Peso (kg)</b>	56.94	± 14.13	56.53	± 12.96	0.484	0.636
<b>IMC (kg/m<sup>2</sup>)</b>	20.32	± 2.8	20.22	± 2.66	0.335	0.743

La comparación de los valores Torque, esto es, la fuerza generada por los grupos musculares de la rodilla, no muestran ninguna diferencia significativa entre los datos obtenidos en la fase de pre-entrenamiento y post-entrenamiento (Tabla 3 y Gráficos 3 y 4); de las ocho mediciones tomadas, las cuatro correspondientes a músculos extensores muestran mejor valor en la toma inicial que en la final, al igual que en los músculos flexores a 180°/seg. Estos resultados parecen indicar que, como resultado del programa de entrenamiento, sólo mejora la fuerza de los músculos flexores derecho e izquierdo a 60°/seg. (84.64 Nm vs 97.96 Nm para los flexores derechos y 84.10 Nm vs 85.31 Nm, para los izquierdos)

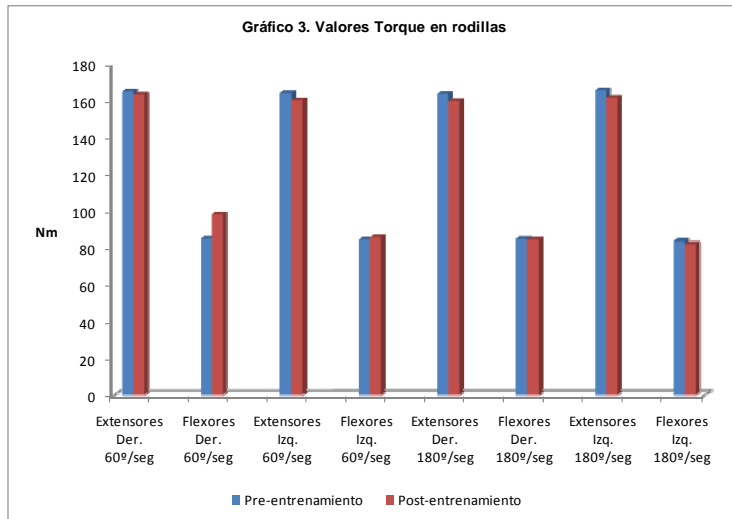
Al comparar las relaciones entre extensores y flexores de ambas rodillas, tanto en 60°/seg como en 180°/seg (Gráfico 4) se observa que el programa de entrenamiento mejora los porcentajes correspondientes en ambas rodillas y para los dos ángulos considerados (51.43% vs 54.19% en el lado derecho a 60°/seg; 52.43% vs 53.87% en el lado izquierdo a 60°/seg; 51.65% vs 52.89% en el lado derecho a 180°/seg y 50.64% vs 51.05% en el lado izquierdo a 180°/seg)

Tabla 3. Comparación de los valores Torque, en rodilla de los atletas estudiados. Pre-entrenamiento vs Post-entrenamiento<sup>1</sup>

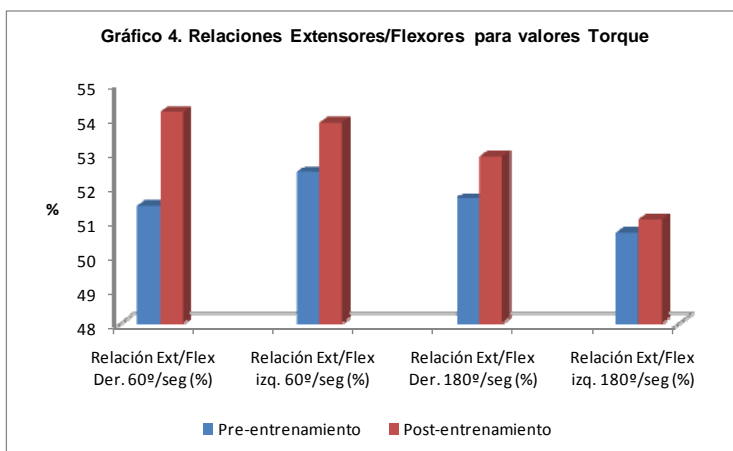
Torque (Nm)	Pre-entrenamiento		Post-entrenamiento		t	p
	Media	Desv. Est.	Media	Desv. Est.		
<b>Extensores Der. 60°/seg</b>	164.73	± 43.21	163.03	± 46.80	0.290	0.777
<b>Flexores Der. 60°/seg</b>	84.64	± 23.01	97.96	± 35.60	-1.747	0.104
<b>Relación Ext/Flex Der. (%)</b>	51.43	± 6.45	54.19	± 5.19	-1.354	0.199
<b>Extensores Izq. 60°/seg</b>	163.76	± 44.04	159.78	± 49.71	0.806	0.435
<b>Flexores Izq. 60°/seg</b>	84.10	± 19.69	85.31	± 27.87	-0.380	0.710
<b>Relación Ext/Flex izq. (%)</b>	52.43	± 4.77	53.87	± 7.32	-0.727	0.480
<b>Extensores Der. 180°/seg</b>	163.46	± 41.54	159.36	± 43.78	0.731	0.478
<b>Flexores Der. 180°/seg</b>	84.46	± 23.44	84.16	± 24.94	0.111	0.913
<b>Relación Ext/Flex Der. (%)</b>	51.65	± 6.69	52.89	± 6.23	-0.891	0.389
<b>Extensores Izq. 180°/seg</b>	165.32	± 44.32	161.19	± 45.46	0.785	0.446
<b>Flexores Izq. 180°/seg</b>	83.44	± 23.84	81.89	± 26.40	0.640	0.533
<b>Relación Ext/Flex izq. (%)</b>	50.64	± 5.07	51.05	± 7.18	-0.259	0.800

1. Prueba T de Studen para muestras pareadas

Por otra parte, al comparar los indicadores del momento Torque por tipo de género, se observó que los hombres tienen mejores resultados que las mujeres para todos los datos en el pre-entrenamiento y para diez de las doce mediciones en



el post-entrenamiento, con excepción de la relación entre extensores y flexores de la rodilla izquierda en ambos grados de ejecución (53.28 % vs 54.94% a 60°/seg. y 50.37% vs 52.28% a 180°/seg.); cabe resaltar que las mediciones realizadas en el pre-entrenamiento muestran diferencias estadísticamente significativas en la mitad de ellas, mientras que en el post-entrenamiento sólo se mantienen las diferencias



significativas en cuatro de las doce mediciones (Ver Tabla 1 en el Anexo 1 Comparación de los valores de fuerza, potencia y trabajo por género, edad e IMC)

De manera similar a lo antes descrito, se conformaron dos grupos de edad, uno de mayores de 15 años (n = 7) y otro de menos de esa edad (n = 7); el primer grupo, es decir los deportistas de mayor edad, muestra valores superiores de fuerza (momento Torque) tanto en los datos correspondientes al pre-entrenamiento, como en el post-entrenamiento, con excepción de la relación extensores/flexores de rodilla izquierda a 60°/seg. (50.46% vs 54.40%) en el pre-entrenamiento, aunque sin diferencia estadísticamente significativa; es importante destacar que las diferencias de los valores en la medición inicial son significativas

para tres de las doce mediciones: flexores derechos a 60°/seg. y a 180°/seg y relación extensores/flexores derechos a 180°/seg.; en cambio, para las mediciones post-entrenamiento no hay diferencia significativa en ninguna de las doce mediciones (Cfr. Anexo 1, Tabla 2)

Algo semejante se presenta al comparar las mediciones en función del IMC; en el pre-entrenamiento los dos grupos conformados fueron mayores o menores de 19.76 kg/m<sup>2</sup>, mientras que para los deportistas evaluados en el post-entrenamiento el punto de corte se situó en 20.28 kg/m<sup>2</sup>, dados los resultados comentados con respecto a la somatometría (Ver Tabla 2, en este capítulo); el primer grupo, es decir los deportistas con mayor IMC, muestra valores superiores de fuerza (momento Torque) tanto en los datos correspondientes al pre-entrenamiento, como en el post-entrenamiento, con excepción de la relación extensores/flexores de ambas rodillas tanto a 60°/seg., como a 180°/seg. (51.01% vs 51.84%, en rodilla derecha y 50.44% vs 54.41% en rodilla izquierda, a 60°/seg. y 51.64% vs 51.66%, en rodilla derecha y 50.16% vs 51.13% en rodilla izquierda, a 180°/seg.), en el pre-entrenamiento, aunque sin diferencia estadísticamente significativa; es importante destacar que las diferencias de los valores en la medición inicial son significativas para tres de las doce mediciones: extensores derechos e izquierdos a 60°/seg. y extensores izquierdos a 180°/seg.; en cambio, para las mediciones post-entrenamiento no hay diferencia significativa en ninguna de las doce mediciones (Cfr. Anexo 1, Tabla 3)

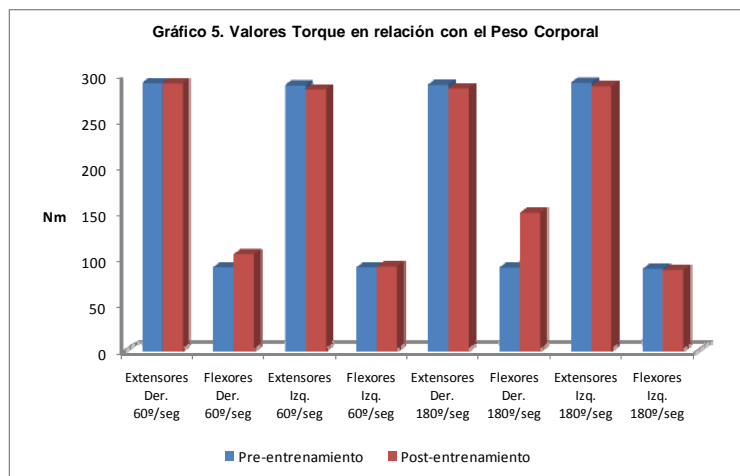
La evaluación de la fuerza, medida por el momento Torque, suele relacionarse con el peso corporal; así, en la Tabla 4 y Gráfico 5 se muestran los resultados obtenidos en los 14 deportistas practicantes de Tae Kwon Do que integraron la muestra. Se observa que sólo hay diferencia estadísticamente significativa ( $p < .001$ ) entre ambos tiempos de evaluación para la variable flexores derechos con 180°/seg (89.28Nm vs 149.38Nm) y que nuevamente son mejores los resultados de la medición correspondiente a los músculos flexores derecho e izquierdo, particularmente a los de la rodilla derecha en ambos grados de medición.

Tabla 4. Comparación de los valores Torque relativos al Peso Corporal, en rodilla de los atletas estudiados. Pre-entrenamiento vs Post-entrenamiento<sup>1</sup>

Torque (Nm)	Pre-entrenamiento		Post-entrenamiento		t	p
	Media	Desv. Est.	Media	Desv. Est.		
<b>Extensores Der. 60°/seg</b>	290.26	± 44.06	289.92	± 67.78	0.290	0.777
<b>Flexores Der. 60°/seg</b>	89.44	± 16.64	104.13	± 32.70	-1.821	0.092
<b>Extensores Izq. 60°/seg</b>	287.81	± 49.74	283.76	± 78.41	0.806	0.435
<b>Flexores Izq. 60°/seg</b>	89.40	± 13.63	90.26	± 20.51	-0.225	0.826
<b>Extensores Der. 180°/seg</b>	288.45	± 40.74	284.68	± 65.91	0.731	0.478
<b>Flexores Der. 180°/seg</b>	89.28	± 16.60	149.38	± 32.00	-10.960	<b>0.001</b>
<b>Extensores Izq. 180°/seg</b>	290.64	± 47.74	287.25	± 71.41	0.785	0.446
<b>Flexores Izq. 180°/seg</b>	87.75	± 12.82	86.65	± 18.42	0.327	0.749

1. Prueba T de Studen para muestras pareadas

En la Tabla 5 y Gráficos 6 y 7 se muestran los resultados relativos a la Potencia muscular. Se observa que los valores de potencia de la articulación de la rodilla muestran diferencia estadísticamente significativa ( $p = 0.013$ ) entre los datos



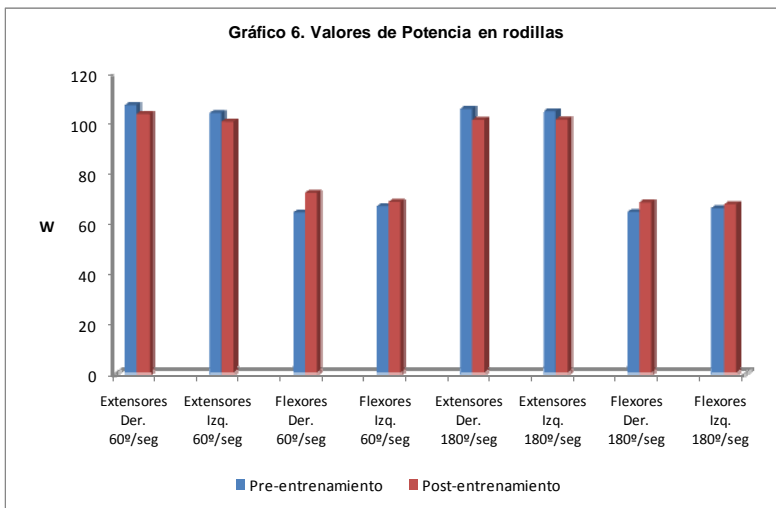
obtenidos en la fase de pre-entrenamiento y post-entrenamiento en el caso de los músculos flexores derechos a 60°/seg. (63.91W vs 71.84W)

Tabla 5. Comparación de los valores de Potencia, en rodilla de los atletas estudiados. Pre-entrenamiento vs Post-entrenamiento<sup>1</sup>

Potencia (W)	Pre-entrenamiento		Post-entrenamiento		t	p
	Media	Desv. Est.	Media	Desv. Est.		
<b>Extensores Der. 60°/seg</b>	107.07	± 30.05	103.49	± 27.52	1.072	0.303
<b>Extensores Izq. 60°/seg</b>	103.94	± 27.67	100.42	± 32.39	1.168	0.264
<b>Déficit Extensores 60°/seg</b>	2.74	± 6.66	3.81	± 10.49	-0.338	0.741
<b>Flexores Der. 60°/seg</b>	63.91	± 21.55	71.84	± 21.77	-2.882	<b>0.013</b>
<b>Flexores Izq. 60°/seg</b>	66.51	± 20.32	68.25	± 22.83	-0.699	0.497
<b>Déficit Flexores 60°/seg</b>	-6.74	± 15.84	4.95	± 11.12	-2.984	<b>0.011</b>
<b>Extensores Der. 180°/seg</b>	105.56	± 27.82	101.14	± 26.83	1.759	0.102
<b>Extensores Izq. 180°/seg</b>	104.62	± 28.86	101.31	± 28.00	1.425	0.178
<b>Déficit Extensores 180°/seg</b>	1.11	± 8.34	-0.09	± 8.24	0.705	0.493
<b>Flexores Der. 180°/seg</b>	64.17	± 21.65	67.99	± 19.94	-1.533	0.149
<b>Flexores Izq. 180°/seg</b>	65.64	± 20.85	67.25	± 22.19	-0.565	0.582
<b>Déficit Flexores 180°/seg</b>	-3.46	± 18.47	1.46	± 10.42	-0.990	0.340

1. Prueba T de Studen para muestras pareadas

Estos resultados de potencia –al igual que los de fuerza descritos en párrafos precedentes- parecen indicar que como resultado del programa de entrenamiento, mejora la potencia de los músculos flexores de ambas rodillas a 60 y 180°/seg, pero con diferencia estadísticamente significativa sólo para los flexores derechos a 60°/seg. y en cambio, no tiene ningún impacto sobre la potencia de los músculos extensores, donde los valores en el post-entrenamiento son menores



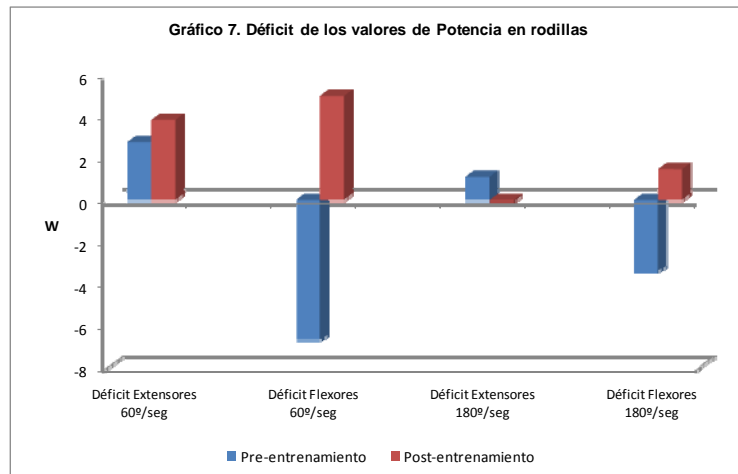
que los de la primera medición, aunque sin diferencias estadísticamente significativas.

Al comparar el déficit de los valores de potencia entre

extensores y flexores de ambas rodillas, tanto en 60°/seg. como en 180°/seg.

(Gráfico 7) se observa que el programa de entrenamiento mejora los valores de potencia en los músculos flexores a 60°/seg. (-6.74W vs 4.95W) con importante

diferencia significativa entre el valor del pre-entrenamiento y post-entrenamiento (0.011), así mismo, mejora los valores de flexores y extensores a 180°/seg., pero sin diferencia significativa; en el caso de los músculos extensores a 60°/seg. es en el único conjunto muscular en el que el déficit es mayor en el post-entrenamiento que en el pre (2.74W vs 3.81W), aunque sin diferencia estadísticamente significativa.



Al comparar los indicadores de Potencia por tipo de género se observó que los hombres tienen mejores resultados que las mujeres para todos los datos en el pre-entrenamiento, excepto para la relación extensores/flexores derechos a 180°/seg. (-0,89% vs 4.72%), sin significancia estadística y para nueve de las doce mediciones en el post-entrenamiento, con excepción de la relación entre extensores y flexores de ambas rodillas a 60°/seg. y para la rodilla derecha en 180°/seg (2.38% vs 6.40%, 4.46 vs 5.84% y -0,26% vs 0.20%, respectivamente), sin diferencias estadísticamente significativas; cabe resaltar que las mediciones



realizadas en el pre-entrenamiento muestran diferencias estadísticamente significativas en la mitad de ellas, mientras que en el post-entrenamiento se presentan diferencias significativas en cinco de las doce mediciones (Anexo 1. Tabla 4)

Los deportistas de mayor edad, muestran valores superiores de Potencia tanto en los datos correspondientes al pre-entrenamiento, como en el post-entrenamiento, con excepción de la relación extensores/flexores de rodilla derecha para ambos grados y tanto para la primera medición como para la segunda (1.04% vs 4.44% y -2.84% vs 5.07%, para pre-entrenamiento y 2.70% vs 4.93% y -2.04% vs 1.86%, para post-entrenamiento) la segunda medición correspondiente a la relación extensores/flexores de rodilla izquierda a 180°/seg. también es mejor en los deportistas menores de 15 años (-0.43% vs 3.34%), aunque sin diferencias estadísticamente significativas; es importante destacar que las diferencias de los valores en la medición inicial son significativas para cuatro de las doce mediciones: flexores derechos a 60°/seg. y a 180°/seg y extensores y flexores izquierdos a 180°/seg.; en cambio, para las mediciones post-entrenamiento no hay diferencia significativa en ninguna de las doce mediciones (Anexo 1. Tabla 5)

En cuanto a las mediciones de Potencia en función del IMC se observa que los deportistas con mayor IMC muestran valores superiores tanto en los datos correspondientes al pre-entrenamiento como en el post-entrenamiento, con excepción de la relación extensores/flexores izquierdos a 180°/seg., en las dos mediciones (-6.83% vs -0.10 y 1.13% vs 1.79%, respectivamente) y relación extensores/flexores derechos a 180°/seg. en el pre-entrenamiento (0.09% vs 2.14), aunque sin diferencias estadísticamente significativas; como se ha comentado previamente, es importante destacar que las diferencias de los valores en la medición inicial son significativas para tres de las doce mediciones: extensores derechos a 60°/seg. y 180°/seg. y flexores izquierdos a 180°/seg.; en cambio, para las mediciones post-entrenamiento no hay diferencia significativa en ninguna de las doce mediciones (Cfr. Anexo 1. Tabla 6)

Tabla 6. Comparación de los valores de Trabajo Total, en rodilla de los atletas estudiados. Pre-entrenamiento vs Post-entrenamiento<sup>1</sup>

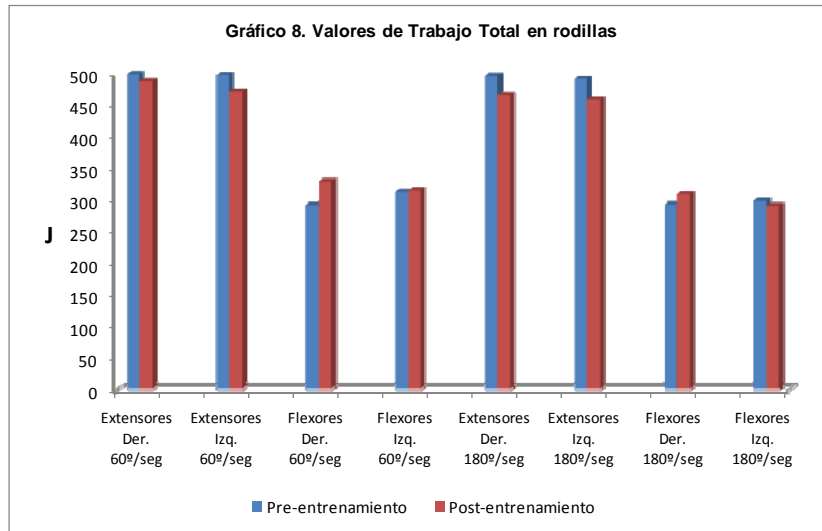
Trabajo Total (J)	Pre-entrenamiento		Post-entrenamiento		t	p
	Media	Desv. Est.	Media	Desv. Est.		
<b>Extensores Der. 60°/seg</b>	499.36	± 142.44	487.89	± 151.25	0.407	0.691
<b>Extensores Izq. 60°/seg</b>	498.01	± 128.87	472.27	± 148.48	1.958	0.072
<b>Déficit Extensores 60°/seg</b>	-1.04	± 17.76	2.98	± 10.99	-0.736	0.475
<b>Flexores Der. 60°/seg</b>	292.46	± 97.35	330.01	± 111.88	-2.067	<b>0.050</b>
<b>Flexores Izq. 60°/seg</b>	312.98	± 93.25	315.37	± 105.37	-0.231	0.821
<b>Déficit Flexores 60°/seg</b>	-9.76	± 17.41	3.11	± 12.95	-2.744	<b>0.017</b>
<b>Extensores Der. 180°/seg</b>	496.57	± 127.50	466.74	± 144.75	1.858	0.086
<b>Extensores Izq. 180°/seg</b>	492.06	± 135.41	459.01	± 132.57	1.674	0.118
<b>Déficit Extensores 180°/seg</b>	1.26	± 8.67	0.83	± 14.71	0.098	0.923
<b>Flexores Der. 180°/seg</b>	293.11	± 94.59	309.27	± 99.45	-1.244	0.235
<b>Flexores Izq. 180°/seg</b>	298.24	± 93.73	291.13	± 92.11	0.474	0.644
<b>Déficit Flexores 180°/seg</b>	-4.52	± 18.13	2.41	± 15.26	-1.305	0.215

1. Prueba T de Student para muestras pareadas

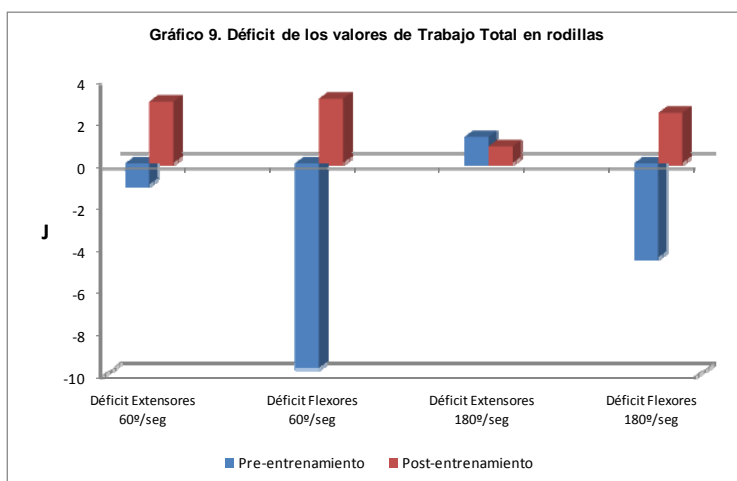
El tercer elemento a considerar es la evaluación del Trabajo muscular. En la Tabla 6 y Gráficos 8 y 9 se observan los resultados de tal evaluación. Como se ha descrito en párrafos anteriores, nuevamente, los mejores resultados se presentan en el grupo de los músculos flexores, de una manera muy similar a la encontrada en la evaluación de Potencia. En efecto, los valores de Trabajo de la articulación de la rodilla muestran diferencia estadísticamente significativa ( $p = 0.05$ ) entre los

datos obtenidos en la fase de pre-entrenamiento y post-entrenamiento en el caso de los músculos flexores derechos a 60°/seg. (292.46 J vs 330.01 J)

Estos resultados de Trabajo



—al igual que los de Fuerza y Potencia descritos en párrafos precedentes- parecen indicar que como resultado del programa de entrenamiento, mejora el Trabajo de los músculos flexores de ambas rodillas a 60 y 180°/seg, excepto en el caso de los flexores izquierdos a 180 °/seg., (298.24 J vs 291.13 J) aunque con diferencia estadísticamente significativa sólo para los flexores derechos a 60°/seg. En cambio, no tiene ningún impacto sobre la potencia de los músculos extensores, donde los valores en el post-entrenamiento son menores que los de la primera medición, aunque sin diferencias estadísticamente significativas.



Al comparar el déficit de los valores de Trabajo entre extensores y flexores de ambas rodillas, tanto en 60°/seg. como en 180°/seg. (Gráfico 9) se observa que el programa de entrenamiento mejora los valores de Trabajo en los músculos flexores a 60°/seg. (-9.76 J vs 3.11 J) con importante diferencia significativa entre el valor del pre-entrenamiento y post-entrenamiento ( $p = 0.017$ ), así mismo, mejora los valores de flexores a 180°/seg. y de extensores a 60°/seg., pero sin diferencia significativa; en el caso de los músculos extensores a 180°/seg.

es en el único conjunto muscular en el que el déficit es mayor en el post-entrenamiento que en el pre (1.26 J vs 0.83 J), aunque sin diferencia estadísticamente significativa.

La evaluación del Trabajo, al igual que en el caso de la Fuerza, suele relacionarse con el peso corporal; así, en la Tabla 7 y Gráfico 10 se muestran los resultados obtenidos. Se observa que no hay diferencias estadísticamente significativas entre ambos tiempos de evaluación para ninguna de las variables estudiadas, pero –nuevamente- son mejores los resultados de la medición correspondiente a los músculos flexores derecho e izquierdo y para ambos grados de medición.

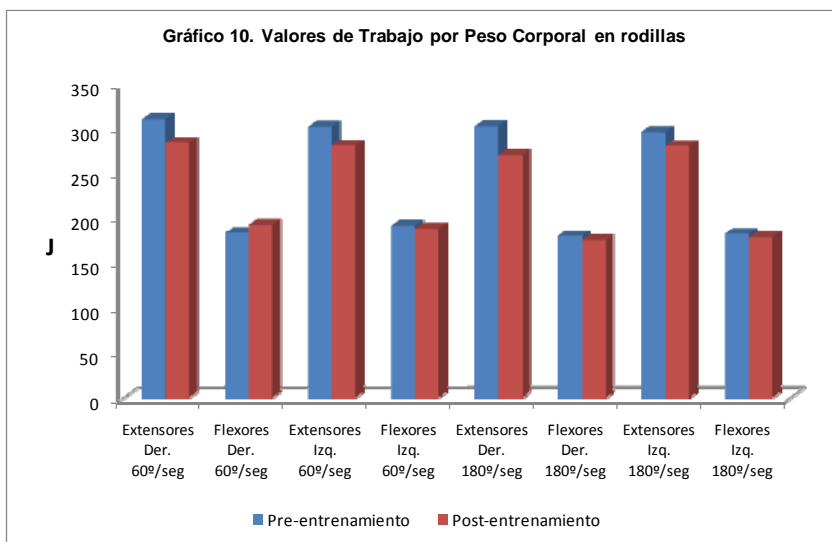
Tabla 7. Comparación de los valores de Trabajo por Peso Corporal, en rodilla de los atletas estudiados. Pre-entrenamiento vs Post-entrenamiento<sup>1</sup>

Trabajo por Peso Corporal (J)	Pre-entrenamiento		Post-entrenamiento		t	p
	Media	Desv. Est.	Media	Desv. Est.		
<b>Extensores Der. 60°/seg</b>	310.61	± 40.69	284.80	± 100.63	1.172	0.262
<b>Flexores Der. 60°/seg</b>	184.27	± 44.94	193.48	± 69.56	-0.579	0.572
<b>Extensores Izq. 60°/seg</b>	302.65	± 42.20	281.54	± 84.43	1.325	0.208
<b>Flexores Izq. 60°/seg</b>	192.63	± 35.63	189.23	± 56.45	0.296	0.772
<b>Extensores Der. 180°/seg</b>	302.99	± 38.58	270.70	± 93.89	1.701	0.113
<b>Flexores Der. 180°/seg</b>	180.58	± 41.16	175.66	± 58.93	0.409	0.689
<b>Extensores Izq. 180°/seg</b>	296.71	± 42.85	281.27	± 76.90	1.273	0.225
<b>Flexores Izq. 180°/seg</b>	182.86	± 29.96	178.96	± 50.52	0.414	0.686

1. Prueba T de Student para muestras pareadas

Al comparar los indicadores de Trabajo por tipo de género se observó que los hombres tienen mejores resultados que las mujeres para todos los datos en el

pre-entrenamiento, excepto para la relación extensores/flexores derechos en ambos grados (-3.59% vs 3.54% y -0.38% vs 4.22%), sin significancia estadística y para todas las mediciones en el post-entrenamiento; nuevamente, las mediciones realizadas en el pre-entrenamiento muestran diferencias



estadísticamente significativas en la mitad de ellas, mientras que en el post-entrenamiento se mantienen las diferencias significativas en tres de las doce mediciones (Anexo 1. Tabla 7)

Los deportistas de mayor edad, muestran valores superiores de Trabajo tanto en los datos correspondientes al pre-entrenamiento, como en el post-entrenamiento, con excepción de la relación extensores/flexores de rodilla derecha para ambos grados y tanto para la primera medición como para la segunda (-5.64% vs 3.56% y -2.94% vs 5.47%, para pre-entrenamiento y 1.37% vs 4.59% y -0.76% vs 9.60%, para post-entrenamiento) la segunda medición correspondiente a la relación extensores/flexores de rodilla izquierda a 180°/seg. también es mejor en los deportistas menores de 15 años (1.07% vs 3.76%), aunque sin diferencias estadísticamente significativas; las diferencias de los valores en la medición inicial son significativas para dos de las doce mediciones: flexores derechos y extensores izquierdos a 180°/seg.; en cambio, para las mediciones post-entrenamiento no hay diferencia significativa en ninguna de las doce mediciones (Anexo 1. Tabla 8)

En cuanto a las mediciones de Trabajo en función del IMC se observa que los deportistas con mayor IMC muestran valores superiores tanto en los datos correspondientes al pre-entrenamiento como en el post-entrenamiento, con

excepción de la relación extensores/flexores izquierdos a 180°/seg., en las dos mediciones (-7.29% vs -1.76% y 1.76% vs 3.07%, respectivamente) y relación extensores/flexores derechos a 180°/seg. en el pre-entrenamiento (-1.83% vs 4.36%) y relación extensores/flexores izquierdos a 60°/seg. en el post-entrenamiento (2.84% vs 3.39%), aunque sin diferencias estadísticamente significativas; las diferencias de los valores en la medición inicial son significativas para seis de las doce mediciones: extensores y flexores derechos a 60°/seg. y 180°/seg. extensores izquierdos a 60°/seg y flexores izquierdos a 180°/seg.; en cambio, para las mediciones post-entrenamiento no hay diferencia significativa en ninguna de las doce mediciones (Cfr. Anexo 1. Tabla 9)

Con el propósito de abundar aún más en la influencia del programa de entrenamiento sobre el balance muscular de los deportistas estudiados y por ende de la susceptibilidad o no a la presencia de lesiones, se realizaron pruebas de correlación para las tres variables en estudio.

En la Tabla 8 y Gráficos 11 y 12 se observa la correlación entre los valores Torque del pre-entrenamiento contra los de post-entrenamiento de las ocho variables correspondientes. Como se observa en el Gráfico 11 la relación entre la evaluación post-entrenamiento de los flexores derechos a 60°/seg. contra las mediciones iniciales de flexores y extensores de ambas rodillas es la menos intensa, aunque con significancia estadística en todos los casos, excepto en la relación con los extensores derechos ( $r$  de Pearson = .516,  $p$  = .059); los valores de correlación son más significativos cuando la fuerza se evalúa a 180°/seg (Gráfico 12)

Tabla 8. Correlación de Fuerza (Torque) en rodilla de los atletas estudiados.  
Pre-entrenamiento vs Post-entrenamiento<sup>1</sup>

Torque (Nm)	Ext. Der. 60°/seg	Flex. Der. 60°/seg	Ext. Izq. 60°/seg	Flex. Izq. 60°/seg	Ext. Der. 180°/seg	Flex. Der. 180°/seg	Ext.Izq. 180°/seg	Flex. Izq. 180°/seg
Ext. Der. 60°/seg	0.884	0.516	0.861	0.914	0.872	0.859	0.882	0.883
Flex. Der. 60°/seg	0.882	0.600	0.836	0.895	0.835	0.897	0.851	0.857
Ext. Izq. 60°/seg	0.940	0.650	0.929	0.933	0.906	0.896	0.946	0.908
Flex. Izq. 60°/seg	0.910	0.558	0.899	0.932	0.886	0.905	0.902	0.896
Ext. Der. 180°/seg	0.878	0.587	0.846	0.942	0.881	0.880	0.859	0.914
Flex. Der. 180°/seg	0.839	0.559	0.814	0.888	0.808	0.919	0.826	0.867
Ext. Izq. 180°/seg	0.886	0.524	0.882	0.892	0.854	0.856	0.904	0.863
Flex. Izq. 180°/seg	0.893	0.623	0.845	0.936	0.879	0.957	0.858	0.939

1. Valores para R de Pearson.  $p < .05$  en todos los casos, excepto para Extensores vs Flexores a 60°/seg.

Gráfico 11. Correlación entre Fuerza inicial y final a 60°/seg.

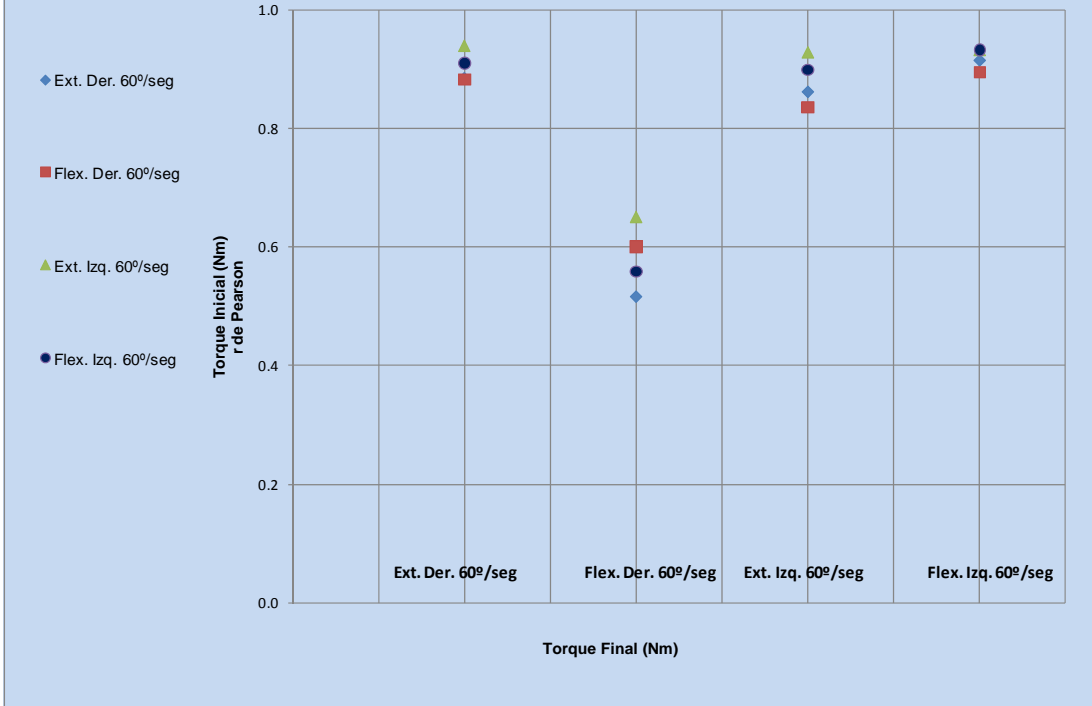
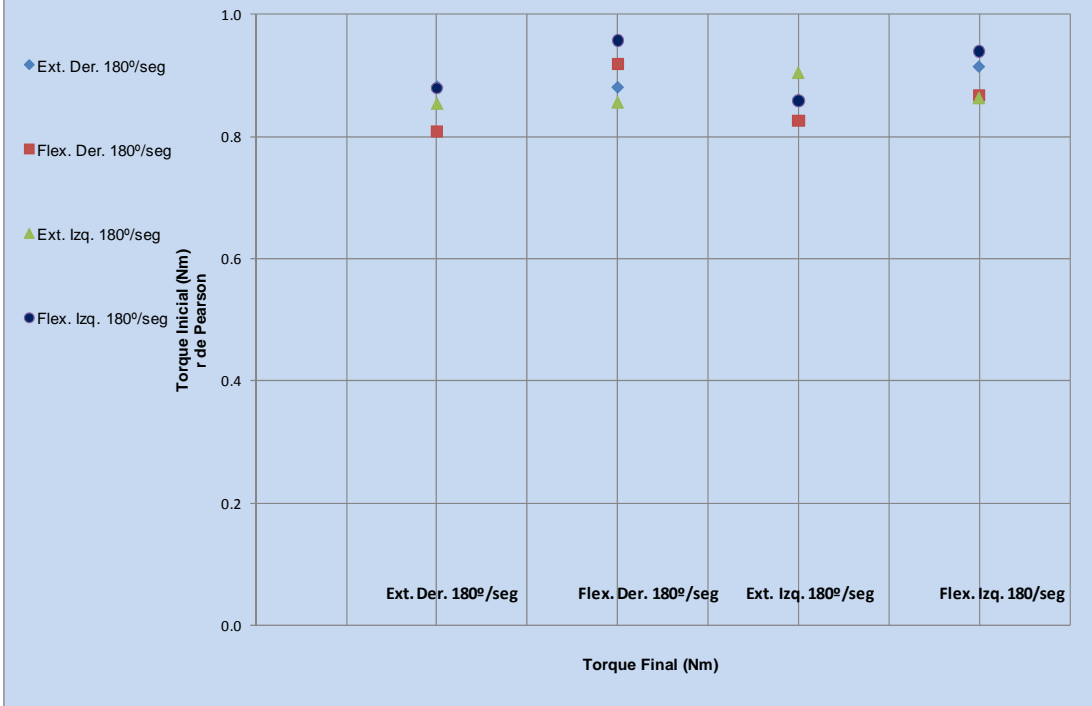


Gráfico 12. Correlación entre Fuerza inicial y final a 180°/seg.





En la Tabla 9 y Gráficos 13 y 14 se observa la correlación entre los valores de Potencia del pre-entrenamiento contra los de post-entrenamiento de las ocho variables correspondientes. Como se observa en el Gráfico 13 la relación entre la evaluación post-entrenamiento de los extensores izquierdos contra las mediciones iniciales de flexores derechos es la menos intensa, pero con significancia estadística en todos los casos; como se observa para los valores Torque, la correlación es más intensa y significativa cuando la Potencia se evalúa a 180°/seg (Gráfico 14)

Tabla 9. Correlación de Potencia en rodilla de los atletas estudiados.  
Pre-entrenamiento vs Post-entrenamiento<sup>1</sup>

Potencia (W)	Ext. Der. 60°/seg	Flex. Der. 60°/seg	Ext. Izq. 60°/seg	Flex. Izq. 60°/seg	Ext. Der. 180°/seg	Flex. Der. 180°/seg	Ext. Izq. 180°/seg	Flex. Izq. 180°/seg
Ext. Der. 60°/seg	0.910	0.900	0.887	0.871	0.921	0.872	0.926	0.863
Flex. Der. 60°/seg	0.815	0.887	0.765	0.871	0.797	0.905	0.817	0.825
Ext. Izq. 60°/seg	0.946	0.926	0.942	0.874	0.945	0.895	0.959	0.864
Flex. Izq. 60°/seg	0.934	0.934	0.841	0.914	0.900	0.902	0.908	0.874
Ext. Der. 180°/seg	0.916	0.859	0.895	0.830	0.941	0.834	0.911	0.841
Flex. Der. 180°/seg	0.852	0.888	0.836	0.862	0.844	0.903	0.863	0.851
Ext. Izq. 180°/seg	0.935	0.918	0.915	0.878	0.921	0.881	0.954	0.867
Flex. Izq. 180°/seg	0.900	0.909	0.820	0.887	0.887	0.886	0.885	0.878

1. Valores para R de Pearson.  $p < .05$  en todos los casos.

Gráfico 13. Correlación entre Potencia inicial y final a 60°/seg.

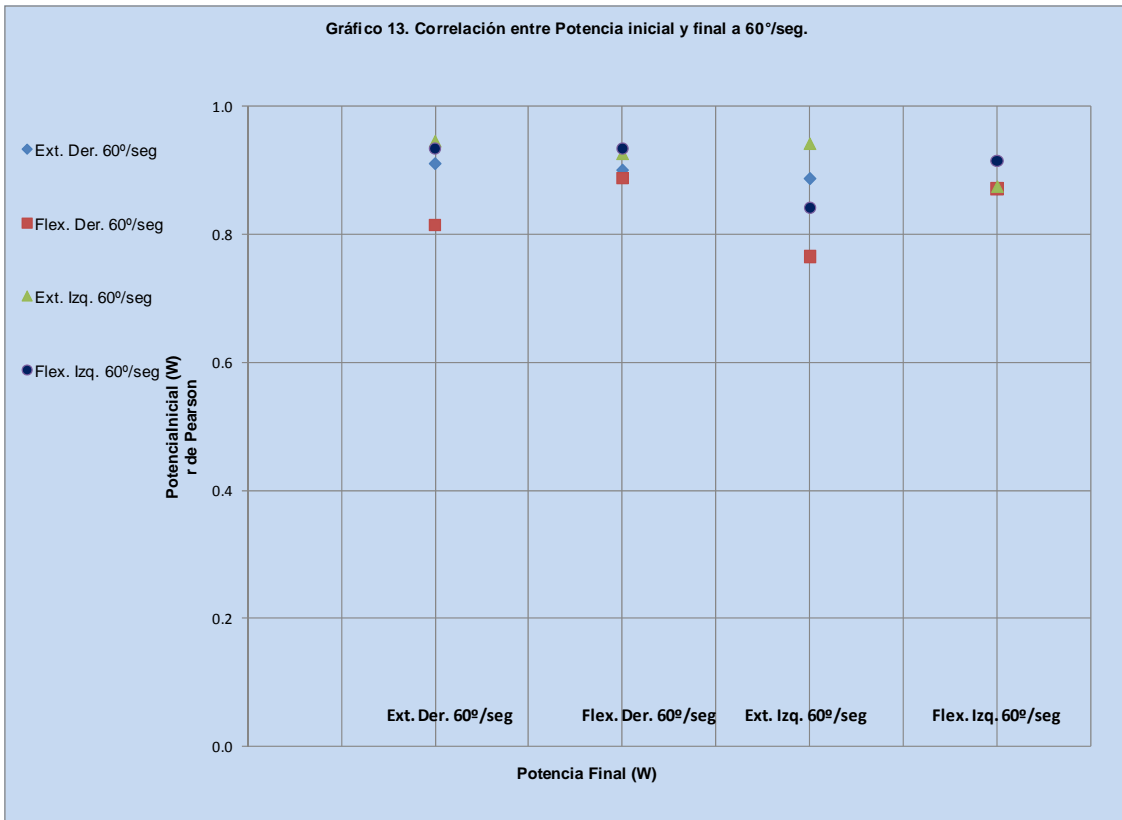


Gráfico 14. Correlación entre Potencia inicial y final a 180°/seg.

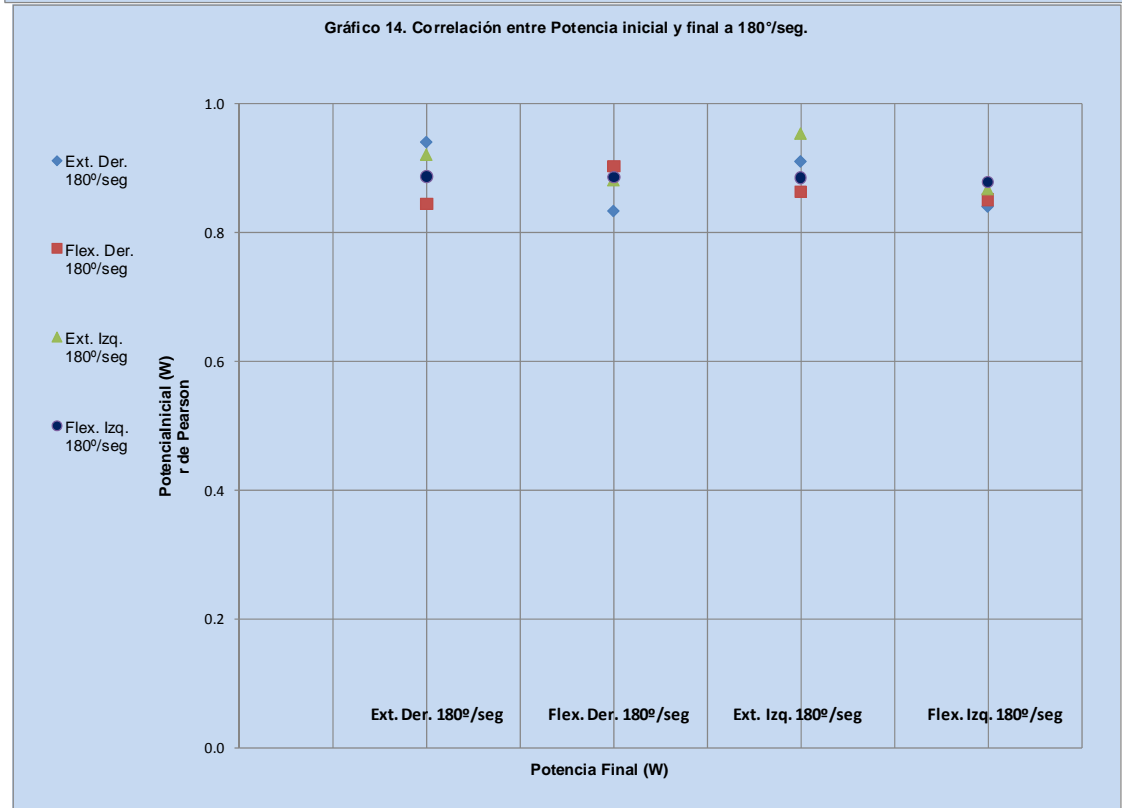
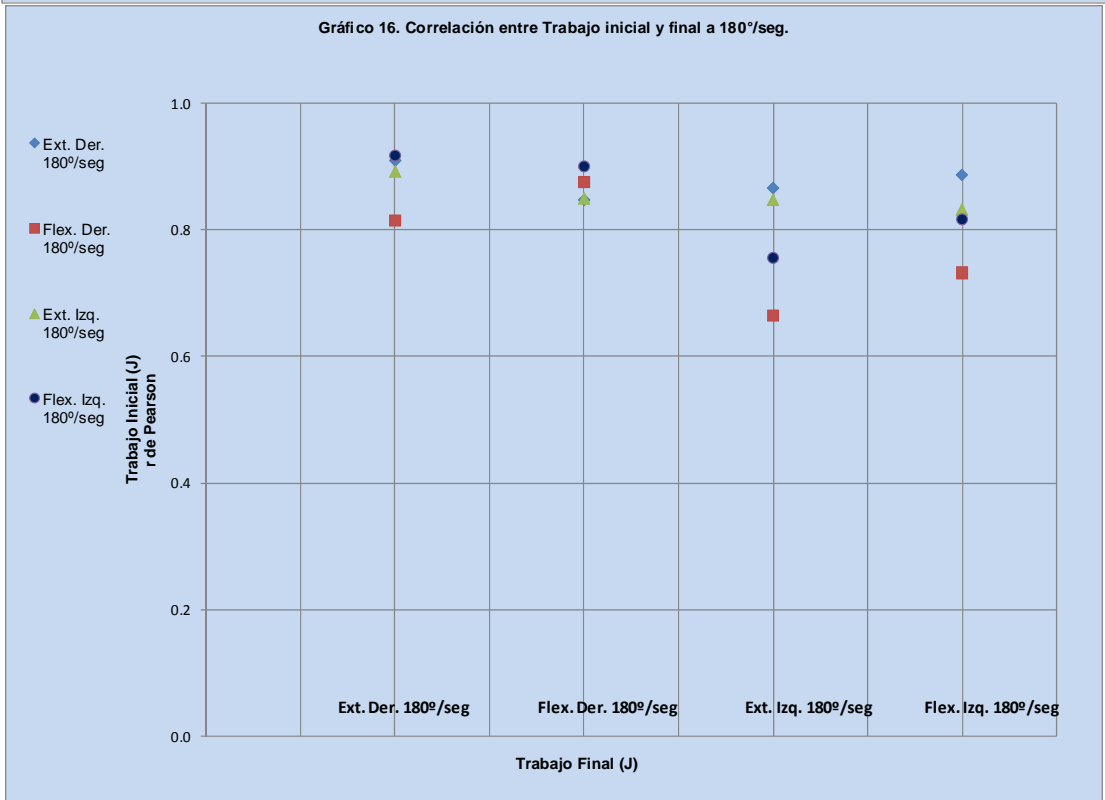
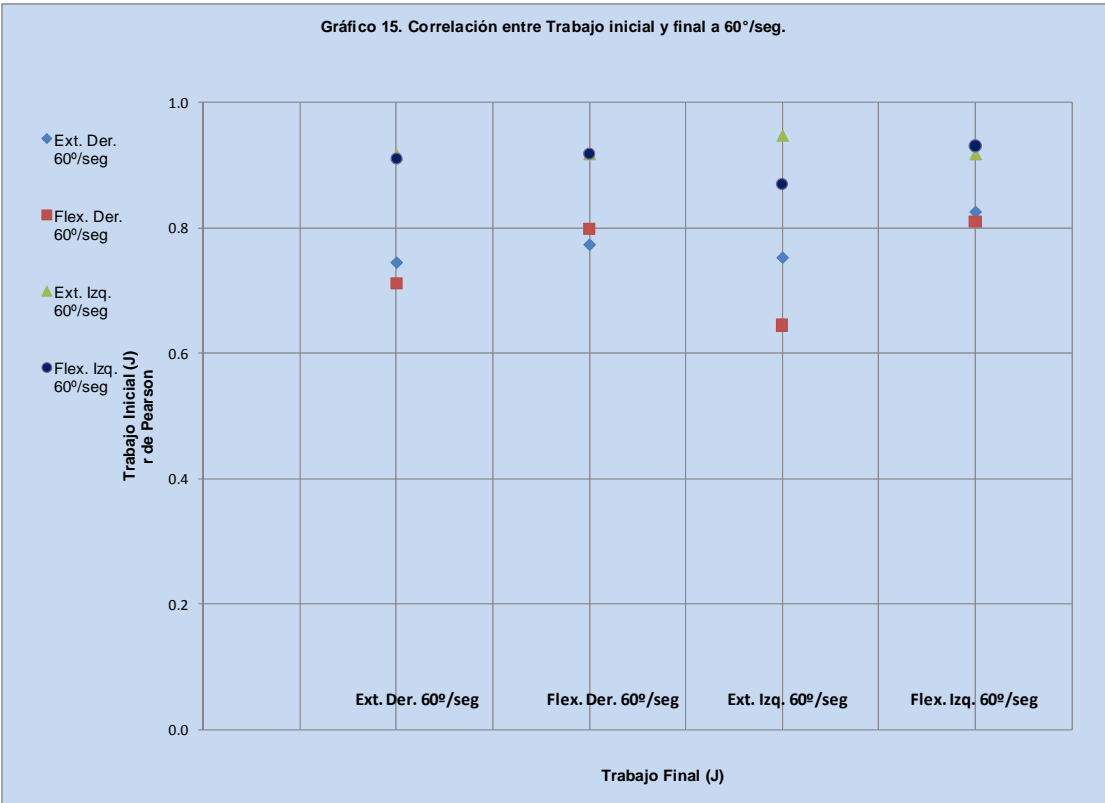


Tabla 10. Correlación de Trabajo en rodilla de los atletas estudiados.  
Pre-entrenamiento vs Post-entrenamiento<sup>1</sup>

Trabajo (J)	Ext. Der. 60°/seg	Flex. Der. 60°/seg	Ext. Izq. 60°/seg	Flex. Izq. 60°/seg	Ext. Der. 180°/seg	Flex. Der. 180°/seg	Ext.Izq. 180°/seg	Flex. Izq. 180°/seg
Ext. Der. 60°/seg	0.744	0.773	0.752	0.826	0.747	0.737	0.659	0.699
Flex. Der. 60°/seg	0.711	0.798	0.645	0.810	0.683	0.772	0.462	0.543
Ext. Izq. 60°/seg	0.916	0.917	0.947	0.917	0.908	0.873	0.871	0.866
Flex. Izq. 60°/seg	0.911	0.918	0.870	0.931	0.883	0.900	0.738	0.766
Ext. Der. 180°/seg	0.885	0.867	0.923	0.870	0.910	0.847	0.866	0.887
Flex. Der. 180°/seg	0.830	0.886	0.813	0.857	0.815	0.876	0.664	0.732
Ext. Izq. 180°/seg	0.900	0.900	0.932	0.921	0.892	0.850	0.848	0.833
Flex. Izq. 180°/seg	0.917	0.929	0.880	0.937	0.917	0.901	0.756	0.817

1. Valores para R de Pearson.  $p < .05$  en todos los casos.

En la Tabla 10 y Gráficos 15 y 16 se observa la correlación entre los valores de Trabajo del pre-entrenamiento contra los de post-entrenamiento de las ocho mediciones realizadas. Como se observa en el Gráfico 15 la relación entre la evaluación post-entrenamiento de los extensores de ambas rodillas contra las mediciones iniciales de flexores y extensores de la rodilla derecha es la menos intensa, aunque con significancia estadística en todos los casos; los valores de correlación son más significativos cuando la fuerza se evalúa a 180°/seg (Gráfico 16), aunque no de manera tan intensa como para el caso de la evaluación de los valores Torque y Potencia.



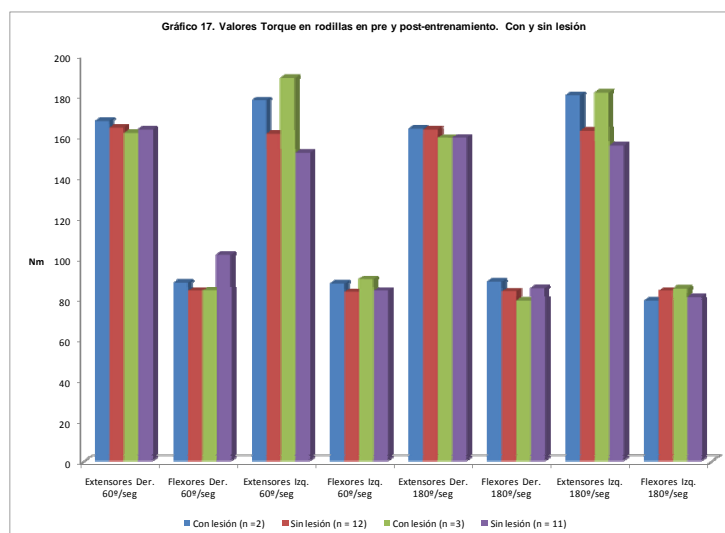
Las correlaciones entre las variables Torque, Potencia y Fuerza son intensas y estadísticamente significativas al comparar cada una de las variables contra sí mismas en la evaluación realizada en el pre-entrenamiento contra la del post-entrenamiento, pero también al realizar otras comparaciones, como Fuerza contra Trabajo, Fuerza contra Potencia y Trabajo contra Potencia en Pre-entrenamiento; Fuerza contra Trabajo, Fuerza contra Potencia y Trabajo contra Potencia en Post-entrenamiento; Fuerza inicial contra Trabajo final, Fuerza inicial contra Potencia final, Trabajo inicial contra Fuerza final, Trabajo inicial contra Potencia final, Potencia inicial contra Fuerza final y Potencia inicial contra Trabajo final. En el Anexo 2, “*Tablas y Gráficos de correlaciones para las variables de Fuerza, Potencia y Trabajo*” se presentan las Tablas 1 a 12 y los Gráficos 1 a 24, con los resultados de tales correlaciones.

En las Tablas 11,12 y 13 y Gráficos 17 a 22 se presentan las comparaciones para los valores Torque, Potencia y Fuerza entre los deportistas que presentaron algún tipo de lesión contra los que no tuvieron dicha situación, tanto para la evaluación realizada en el pre-entrenamiento como en el post-entrenamiento, pero sin realizar pruebas de diferencia de medias en virtud de los tamaños de muestra tan pequeños, dos casos en la evaluación inicial y tres en la final.

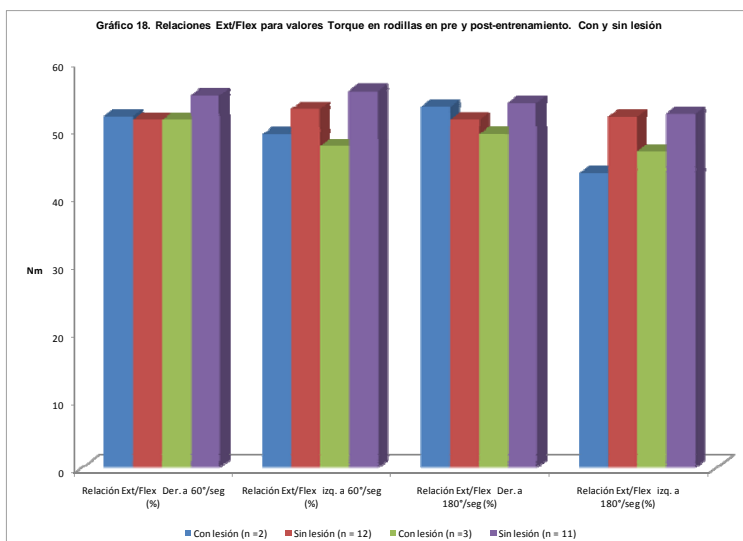
Tabla 11. Comparación de los valores Torque, en rodilla de los atletas estudiados, por presencia de lesión. Pre-entrenamiento vs Post-entrenamiento

Torque (Nm)	Pre-entrenamiento				Post-entrenamiento			
	Con lesión (n =2)		Sin lesión (n = 12)		Con lesión (n =3)		Sin lesión (n = 11)	
	Media	Desv. Est.	Media	Desv. Est.	Media	Desv. Est.	Media	Desv. Est.
<b>Extensores Der. 60°/seg</b>	167.75	± 22.98	164.23	± 46.44	161.77	54.12	163.37	47.55
<b>Flexores Der. 60°/seg</b>	88.05	± 28.64	84.08	± 23.42	84.23	32.37	101.71	36.96
<b>Relación Ext/Flex Der. (%)</b>	51.85	± 9.97	51.36	± 6.34	51.33	3.50	54.96	5.43
<b>Extensores Izq. 60°/seg</b>	177.75	± 44.34	161.43	± 45.52	188.73	47.05	151.88	49.49
<b>Flexores Izq. 60°/seg</b>	87.65	± 22.70	83.51	± 20.22	89.77	23.40	84.09	29.88
<b>Relación Ext/Flex izq. (%)</b>	49.25	± 0.50	52.96	± 4.97	47.50	1.30	55.61	7.33
<b>Extensores Der. 180°/seg</b>	163.75	± 23.83	163.41	± 44.59	159.30	53.35	159.38	43.84
<b>Flexores Der. 180°/seg</b>	88.55	± 29.77	83.78	± 23.77	79.40	31.52	85.46	24.51
<b>Relación Ext/Flex Der. (%)</b>	53.30	± 10.47	51.38	± 6.50	49.27	6.20	53.88	6.14
<b>Extensores Izq. 180°/seg</b>	180.40	± 31.96	162.81	± 46.70	181.60	41.85	155.63	46.66
<b>Flexores Izq. 180°/seg</b>	79.40	± 24.04	84.12	± 24.81	85.33	24.40	80.95	27.98
<b>Relación Ext/Flex izq. (%)</b>	43.50	± 5.66	51.83	± 4.08	46.70	4.13	52.24	7.51

Para la evaluación del momento Torque (Tabla 11, Gráficos 17 y 18) se observa que los valores de los deportistas con y sin lesión, tanto en la medición inicial como en la final, son muy similares e incluso los deportistas lesionados parecen mostrar mejores



resultados que los que no lo estaban; los dos deportistas lesionados desde el

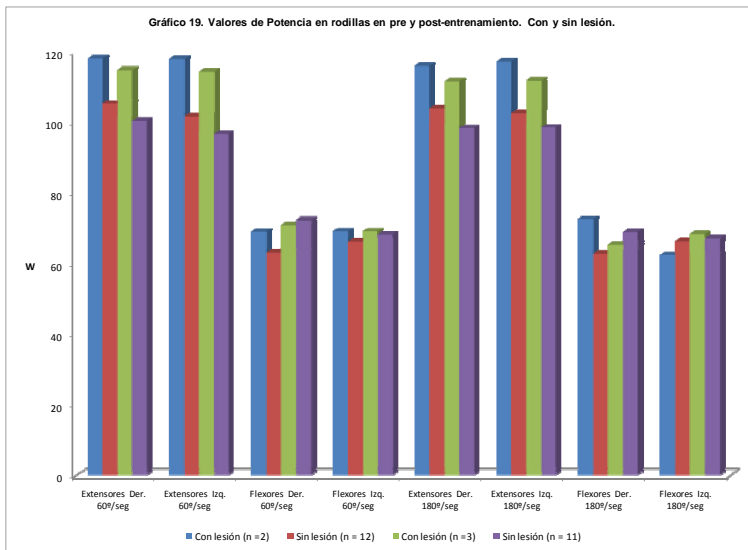


inicio del estudio tienen valores ligeramente más elevados en todas las mediciones, excepto en flexores izquierdos a 180°/seg. (Gráfico 17), mientras que al comparar los resultados de la evaluación post-entrenamiento se observa que los tres deportistas

lesionados tienen mejores resultados en rodilla izquierda a 60°/seg y a 180°/seg, mientras que en la rodilla derecha son los jóvenes sin lesión los que muestran mejores resultados, aunque con valores muy cercanos en todos los casos. La relación entre extensores y flexores también es muy similar entre los deportistas con y sin lesión, siendo mejor para estos últimos en el caso del pre-entrenamiento en la rodilla derecha y en ambas rodillas para la evaluación post-entrenamiento (Gráfico 18)

Para la evaluación de Potencia (Tabla 12, Gráficos 19 y 20) se observa que los valores de los deportistas con y sin lesión, tanto en la medición inicial como en

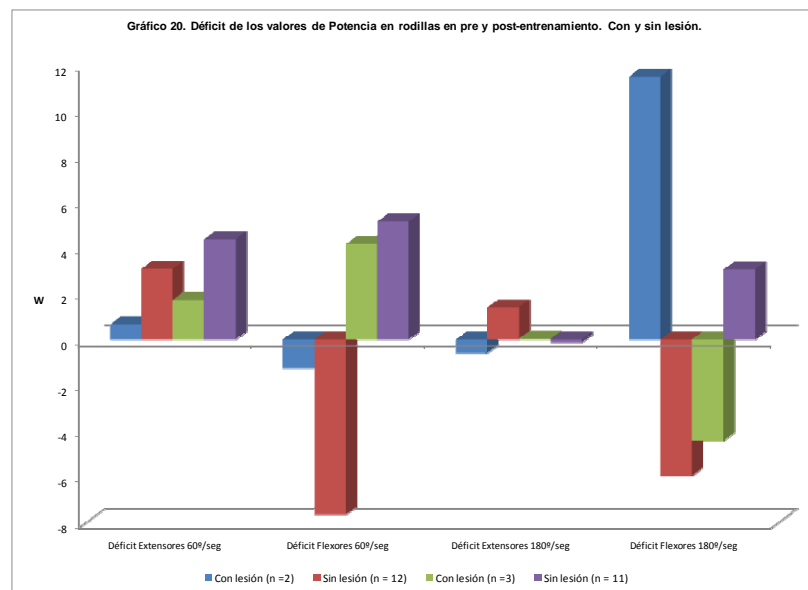
la final, también son muy similares e incluso los deportistas lesionados parecen



mostrar mejores resultados que los que no lo estaban; los dos deportistas lesionados desde el inicio del estudio tienen valores ligeramente más elevados en todas las mediciones, excepto en flexores izquierdos a 180°/seg. (Gráfico 19), mientras que al comparar los resultados de

la evaluación post-entrenamiento se observa que los tres deportistas lesionados

tienen mejores resultados en los músculos extensores de ambas rodillas y en los flexores izquierdos a 60°/seg y a 180°/seg, mientras que en los músculos flexores de la rodilla derecha son los jóvenes sin lesión los que muestran mejores resultados, aunque con



valores muy cercanos en todos los casos. El déficit de extensores a 60°/seg. muestra mejor comportamiento para los deportistas que no estaban lesionados, mientras que el déficit de los flexores es mejor para los dos jóvenes lesionados durante la evaluación inicial, pero no así para la evaluación final. El déficit para extensores a 180°/seg. es prácticamente igual en las cuatro mediciones (con lesión inicial, sin lesión inicial, con lesión final y sin lesión final), mientras que para



flexores es mejor para los deportistas lesionados en la evaluación inicial, pero no en la del post-entrenamiento (Gráfico 20)

Tabla 12. Comparación de los valores de Potencia, en rodilla de los atletas estudiados, por presencia de lesión. Pre-entrenamiento vs Post-entrenamiento

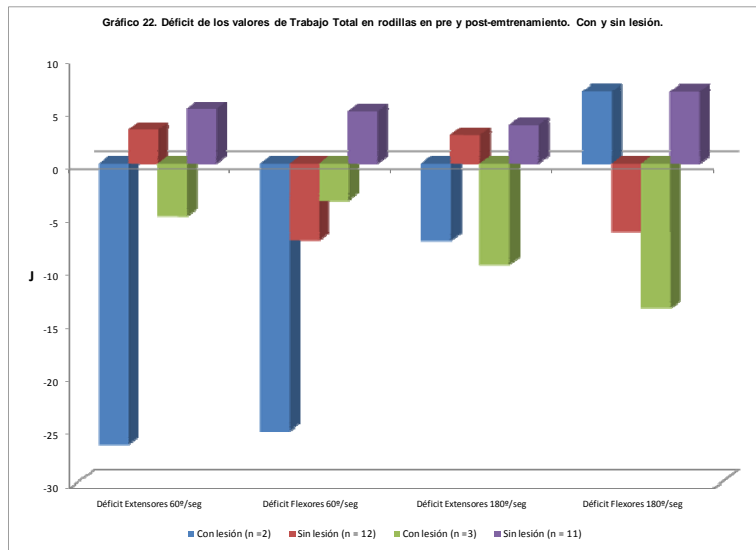
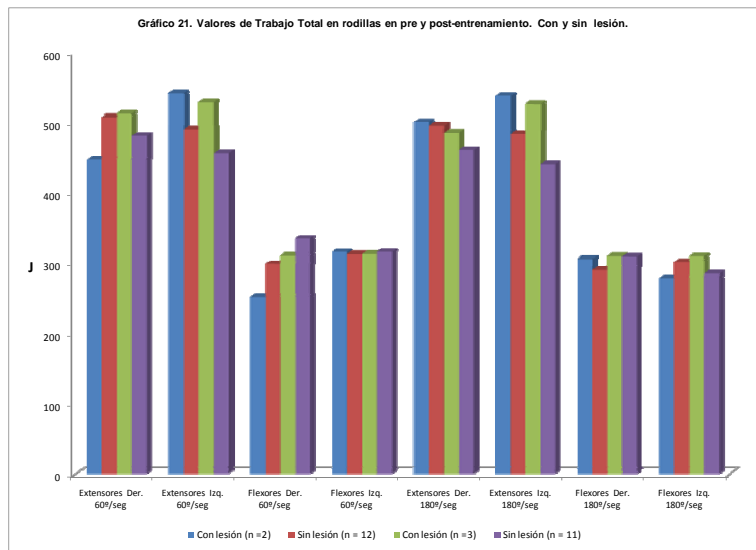
Potencia (W)	Pre-entrenamiento				Post-entrenamiento			
	Con lesión (n =2)		Sin lesión (n = 12)		Con lesión (n =3)		Sin lesión (n = 11)	
	Media	Desv. Est.	Media	Desv. Est.	Media	Desv. Est.	Media	Desv. Est.
<b>Extensores Der. 60°/seg</b>	118.05	± 10.68	105.24	± 32.12	114.77	± 22.05	100.42	± 28.96
<b>Extensores Izq. 60°/seg</b>	117.90	± 24.04	101.62	± 28.47	114.37	± 36.28	96.62	± 32.04
<b>Déficit Extensores 60°/seg</b>	0.65	± 11.38	3.09	± 6.30	1.73	± 14.99	4.38	± 9.82
<b>Flexores Der. 60°/seg</b>	68.85	± 21.28	63.09	± 22.41	70.83	± 18.61	72.11	± 23.38
<b>Flexores Izq. 60°/seg</b>	69.00	± 17.11	66.10	± 21.45	69.00	± 22.35	68.05	± 24.02
<b>Déficit Flexores 60°/seg</b>	-1.25	± 6.43	-7.66	± 16.92	4.17	± 7.37	5.16	± 12.23
<b>Extensores Der. 180°/seg</b>	115.85	± 14.21	103.85	± 29.56	111.50	± 21.85	98.31	± 28.27
<b>Extensores Izq. 180°/seg</b>	117.20	± 25.03	102.53	± 29.90	111.70	± 25.59	98.48	± 29.10
<b>Déficit Extensores 180°/seg</b>	-0.60	± 9.19	1.40	± 8.59	0.03	± 6.11	-0.13	± 8.99
<b>Flexores Der. 180°/seg</b>	72.50	± 28.99	62.78	± 21.52	65.23	± 20.25	68.74	± 20.78
<b>Flexores Izq. 180°/seg</b>	62.30	± 16.40	66.19	± 22.06	68.17	± 21.10	67.00	± 23.47
<b>Déficit Flexores 180°/seg</b>	11.50	± 12.73	-5.96	± 18.47	-4.43	± 6.42	3.06	± 10.94

Finalmente, en la evaluación de Trabajo (Tabla 13, Gráficos 21 y 22) se observa que los valores de los deportistas con y sin lesión, tanto en la medición inicial como en la final, también son muy similares; los dos deportistas lesionados desde el inicio del estudio tienen valores ligeramente más elevados en la rodilla izquierda a 60°/seg. y en la rodilla derecha a 180°/seg. además de los extensores izquierdos a 180°/seg. (Gráfico 21), mientras que al comparar los resultados de la

evaluación post-entrenamiento se observa que los tres deportistas lesionados tienen mejores resultados en los músculos extensores de ambas rodillas y en los flexores izquierdos a 180°/seg; los valores son muy cercanos en todos los casos. El déficit de extensores a 60°/seg. y 180°/seg. muestra mejor comportamiento para los deportistas que no estaban lesionados, tanto para la evaluación de pre-entrenamiento como para la de post-entrenamiento, mientras que el déficit de los flexores solamente es mejor para los dos jóvenes lesionados durante la evaluación inicial a 180°/seg. (Gráfico 22)

Tabla 13. Comparación de los valores de Trabajo, en rodilla de los atletas estudiados, por presencia de lesión. Pre-entrenamiento vs Post-entrenamiento

Trabajo (J)	Pre-entrenamiento				Post-entrenamiento			
	Con lesión (n =2)		Sin lesión (n = 12)		Con lesión (n =3)		Sin lesión (n = 11)	
	Media	Desv. Est.	Media	Desv. Est.	Media	Desv. Est.	Media	Desv. Est.
<b>Extensores Der. 60°/seg</b>	447.70	98.29	507.97	150.12	512.67	172.06	481.13	153.58
<b>Extensores Izq. 60°/seg</b>	542.60	89.52	490.58	135.93	529.07	126.96	456.78	155.58
<b>Déficit Extensores 60°/seg</b>	-26.45	47.73	3.19	5.35	-4.93	15.99	5.14	9.05
<b>Flexores Der. 60°/seg</b>	252.20	2.69	299.17	104.19	310.40	122.17	335.36	114.63
<b>Flexores Izq. 60°/seg</b>	315.90	69.16	312.49	99.19	312.73	85.36	316.09	113.91
<b>Déficit Flexores 60°/seg</b>	-25.15	26.09	-7.19	15.68	-3.47	13.68	4.91	12.80
<b>Extensores Der. 180°/seg</b>	501.10	44.55	495.82	137.94	485.80	171.14	461.55	145.74
<b>Extensores Izq. 180°/seg</b>	538.75	79.27	484.28	143.66	526.70	101.06	440.55	138.04
<b>Déficit Extensores 180°/seg</b>	-7.25	6.29	2.68	8.36	-9.50	22.85	3.65	11.66
<b>Flexores Der. 180°/seg</b>	306.10	111.44	290.94	97.00	309.83	132.32	309.12	96.72
<b>Flexores Izq. 180°/seg</b>	277.85	63.00	301.64	99.66	309.77	91.45	286.05	96.04
<b>Déficit Flexores 180°/seg</b>	6.80	13.29	-6.41	18.58	-13.63	13.12	6.79	13.05



## DISCUSIÓN

El Tae Kwon Do es un deporte trascendente para nuestro país, dados los éxitos internacionales logrados por algunos atletas que practican esta disciplina deportiva; no obstante, se han realizado pocos estudios sobre técnicas que puedan mejorar el desempeño de los deportistas (9).

Aquí se discuten los resultados de la evaluación muscular isocinética en rodillas de 14 deportistas practicantes de Tae Kwon Do del programa de alto rendimiento juvenil, realizada con el propósito de conocer si el programa de entrenamiento de tres meses mejora el balance muscular e influye en la presencia y tipo de lesiones de rodilla en este tipo de deportistas.

A través de la evaluación muscular isocinética se puede determinar el rendimiento muscular, que considera tres elementos: Torque máximo o momento de Fuerza, Trabajo muscular y Potencia muscular(25); actualmente, la dinamometría isocinética representa uno de los métodos más objetivos de cuantificación de la fuerza muscular en condiciones dinámicas, habiéndose demostrado en numerosas publicaciones su fiabilidad, validez y reproducibilidad (18,19,36).

La Fuerza muscular o Torque encontrada en los 14 deportistas en la evaluación inicial y final, esto es en el pre y post-entrenamiento, no muestra diferencias significativas, lo que revela que el programa de entrenamiento de tres meses es insuficiente para mejorar la fuerza de la musculatura involucrada en la biomecánica de la articulación de la rodilla; no obstante, los valores Torque mejoran en los músculos flexores de ambas rodillas, pero sólo a 60°/seg (Gráfica 3) y aunque no hay diferencias estadísticamente significativas esta mejoría tiene efecto sobre el balance muscular, que es la variable más importante (13).

En efecto, el desbalance muscular ha sido propuesto como un factor importante que puede contribuir al origen de la lesión deportiva (10,13). El equilibrio de la fuerza muscular de miembros inferiores es entendido como la relación normal entre la fuerza de los extensores contra la de los flexores, relación que se

acerca a 60% cuando se evalúa a 60°/seg; una deficiencia de 5% en atletas que practican deportes como el Tae Kwon Do se considera anormal.

En nuestra investigación, como se observa en la Gráfica 4, la relación extensores/flexores se encontraba muy por debajo de los valores aceptados como normales, con porcentajes de 51.43 para la rodilla derecha y de 52.43 para la rodilla izquierda, a 60°/seg en ambos casos. En la evaluación post-entrenamiento los valores se aproximan a lo normal, esto es, tiende a desaparecer el desbalance muscular para ambas rodillas, aunque con valores muy próximos al límite inferior normal. Parece ser que 60°/seg es el ángulo en que más trabajan los deportistas que se investigaron.

Estos resultados parecen sugerir que el programa de entrenamiento tiene un mejor efecto sobre el desbalance muscular y aunque no hay diferencia significativa para ninguna de las variables consideradas, la relación entre extensores y flexores de la rodilla derecha es la que muestra mayor diferencia entre ambas evaluaciones realizadas ( $p = .199$ )

Al analizar los valores Torque por género, edad e IMC se corrobora que el programa de entrenamiento tiene un buen efecto sobre el balance muscular. Se sabe que el género determina características de fuerza muscular; es hasta la pubertad que prácticamente no existen diferencias entre niños y niñas en cuanto a la masa y fuerza muscular, luego la diferencia entre hombres y mujeres radica en el efecto anabolizante de la testosterona; la secreción de testosterona en los hombres provoca un aumento del crecimiento longitudinal y su efecto anabolizante ayuda a aumentar el depósito de proteínas en los músculos, creando las condiciones idóneas para el desarrollo de la fuerza, éste es el motivo por el cual desde la pubertad los hombres generan mayor fuerza que las mujeres (20).

En este estudio se encontró que la fuerza muscular de la articulación de la rodilla en la evaluación pre-entrenamiento fue superior en los hombres, tal y como se ha demostrado en otras investigaciones (26), pero en la evaluación post-entrenamiento la relación entre extensores y flexores de la rodilla izquierda es

superior en las mujeres, aunque los valores se encuentran por debajo del parámetro considerado normal (Ver Tabla 1 del Anexo 1); lo anterior fortalece la hipótesis de que el programa de entrenamiento tiene un efecto positivo sobre el balance muscular (25).

En cuanto a la edad, se ha propuesto que a nivel de rodilla el valor de los parámetros medidos va disminuyendo a medida que la edad aumenta (37), aunque otros estudios realizados en personas no deportistas con edades entre 17 y 80 años han demostrado una disminución del torque máximo en función de la edad (38) ; en nuestro estudio encontramos que los valores Torque son mejores en los deportistas mayores de 15 años, tanto en la evaluación inicial como en la final, con excepción de la relación extensores/flexores de rodilla izquierda a 60°/seg. en la evaluación realizada antes del programa de entrenamiento (Tabla 2, Anexo 1)

El peso corporal y el IMC son variables antropométricas cuyos valores fueron muy similares en ambas evaluaciones, siendo ligeramente superior el peso y el IMC en la etapa previa al entrenamiento; es posible que la ligera disminución de peso corporal –y por tanto de IMC- sea el resultado del programa de entrenamiento. El peso corporal y el porcentaje de grasa magra suelen relacionarse con las mediciones de potencia y fuerza y la correlación entre estas dos variables es menor cuando se comparan en función del peso corporal; esto es, la estructura antropomórfica determina la fuerza y la potencia de los movimientos corporales, como lo han demostrado otros autores (20).

En esta investigación, al comparar los valores Torque en función del IMC se observa que el balance muscular es mejor para los deportistas con menor IMC en la etapa previa al entrenamiento, aunque con valores próximos al 50% y sin diferencias estadísticamente significativas, pero luego se observa que la Fuerza muscular mejora con el programa de entrenamiento y es más cercana al porcentaje ideal (60%) en los deportistas que tienen IMC igual o mayor a 20.28 kg/m<sup>2</sup>, excepto para la relación extensores/flexores de rodilla derecha a 180°/seg, donde el mayor valor lo tuvieron los deportistas con IMC menor que 20.28 kg/m<sup>2</sup> (Tabla 3, Anexo 1)

Al observar cómo las diferencias significativas son mayores en la evaluación inicial que en la efectuada luego de concluido el programa de entrenamiento, tanto para los 14 deportistas en su conjunto como al compararlos en función del género, edad e IMC, se coincide con otras investigaciones que han demostrado que los resultados de los parámetros varían en función de la constancia e intensidad del entrenamiento (37,38) y en nuestro estudio se observa la mejoría que el programa de entrenamiento tuvo sobre el balance muscular.

Los músculos flexores de ambas rodillas son los que aumentan con mayor intensidad sus valores de potencia y trabajo como respuesta al programa de entrenamiento (Tablas 5 a 7, Gráficos 6 a 10), tanto al evaluar a los 14 deportistas en su conjunto como al agruparlos según género, edad e IMC; por tanto, se puede afirmar que en este estudio se demuestra que los músculos flexores son los que colaboran más en la corrección del desbalance muscular; así, la relación entre extensores y flexores mejora a expensas del incremento de la fuerza, potencia y trabajo de los músculos flexores (isquiotibiales: semimembranoso, semitendinoso y bíceps crural; recto interno y sartorio) más que de los extensores (cuadriceps crural: recto anterior, vasto interno, vasto externo y crural; tensor de la fascia lata), como lo han señalado otros autores. Por tanto podemos decir que la participación de los músculos flexores es importante para el gesto deportivo del taekwondo (20,31,37).

El desbalance muscular se produce por la reducción de la fuerza, potencia y trabajo de los músculos flexores y no de los extensores, que son más potentes, la capacidad solamente del cuadriceps crural es de 142 kg/m contra la capacidad total de trabajo de los músculos flexores que es de aproximadamente 46 kg/m.

Lo anterior se sustenta aún más al analizar los resultados de correlación obtenidos en nuestro estudio. En primer término hay que destacar que la correlación entre los valores iniciales y finales para cada una de las tres variables consideradas (Tablas 8 a 10 y Gráficos 11 a 16) se mantiene en los niveles más altos; la única correlación que no muestra diferencia estadísticamente significativa ( $r$  de Pearson = .516,  $p$  = .059) es la que se da entre los músculos flexores de la

rodilla derecha, evaluada a 60°/seg, aunque el valor de  $p$  se encuentra muy próximo del nivel de significancia estadística.

Aunado a esto, las correlaciones entre las variables Torque, Potencia y Fuerza son intensas y estadísticamente significativas al realizar comparaciones entre dichas variables, tanto para la evaluación de pre-entrenamiento, como de post-entrenamiento (Anexo 2, Tablas 1 a 12 y Gráficos 1 a 24), como se refiere en estudios similares (20).

Estos resultados demuestran que el programa de ejercicio al que se sometieron los 14 deportistas estudiados mejora la fuerza, potencia y trabajo de los músculos involucrados en la movilidad de la articulación de la rodilla y coadyuva a mejorar el desbalance muscular, aunque sin alcanzar resultados óptimos, posiblemente debido al corto tiempo en el que se realizaron las evaluaciones post-entrenamiento, ya que como se ha señalado, la constancia e intensidad del trabajo deportivo previo a la competición es el principal elemento a considerar para corregir no sólo los aspectos técnicos del deporte en cuestión, sino la fortaleza muscular, ya que existen estudios que mencionan que a partir del 4° mes de entrenamiento se presentan cambios significativos (37,38, 39).

Finalmente, el número de deportistas lesionados fue de dos antes de iniciar el entrenamiento y tres al finalizar el mismo; los dos deportistas que iniciaron con lesiones, las presentaron también al final de la evaluación y sólo un deportista presentó lesiones luego del entrenamiento, en la evaluación final.

Los dos casos en los que hubo lesiones durante la evaluación inicial correspondieron uno a rodilla y otro a muslo, uno en el lado derecho y otro en ambos lados, uno a consecuencia de trauma directo y el otro como resultado del sobreuso; en un caso se reportó lesión muscular tipo contractura y en el otro ruptura del ligamento cruzado anterior; ambos casos de lesión se consideraron agudos.

Antes de iniciar el programa de entrenamiento, el balance muscular era cercano a 50%, tanto en los dos deportistas lesionados como en los 12 que no lo



estaban; el mejor valor lo presentaron los deportistas sin lesión, en la rodilla izquierda (Gráfico 18), aunque muy alejado del parámetro ideal (52.96%)

Los tres casos en los que hubo lesiones durante la evaluación en el post-entrenamiento correspondieron dos a rodilla y uno a muslo, uno en el lado derecho, otro en el izquierdo y el otro en ambos lados, uno a consecuencia de trauma directo y los otros dos como resultado del sobreuso; en dos casos se estableció diagnóstico de tendinitis y en el otro enfermedad de Osgood-Slatter; dos casos de lesión se consideraron agudos y el otro con tendencia a la cronicidad.

En la evaluación post-entrenamiento los tres deportistas lesionados muestran los peores valores en la relación extensores/flexores, tanto a 60°/seg., como a 180°/seg. y se observa que los deportistas no lesionados son los que tienen valores cercanos al balance normal: 54.96% en la rodilla derecha y 55.61% en la izquierda, ambas a 60°/seg.

Varios son los autores (18,25,40) que invocan una relación entre desbalance muscular y la presencia de lesiones en los deportistas que no lo corrigen, así como también el efecto que tiene el entrenamiento adecuado sobre el desbalance muscular y por tanto para la prevención de lesiones músculo esqueléticas y osteoarticulares; (41,42) en esta investigación, parece ser que los resultados son coincidentes, aunque, por un lado, el tiempo de entrenamiento fue muy corto para evaluar su mejor efecto y por otro lado el número de deportistas lesionados –por fortuna- no permite extraer conclusiones más sólidas respecto a esa relación, aunque parece coincidir con estudios similares (26,31).

## CONCLUSIONES

1. El programa de entrenamiento de tres meses al que se sometieron los 14 deportistas que integraron la muestra en nuestro estudio no mejoró significativamente la Fuerza, Potencia y Trabajo de la musculatura involucrada en la biomecánica de la articulación de la rodilla.

2. Los músculos flexores de ambas rodillas son los que mejor responden al programa de entrenamiento, al incrementar los valores de Fuerza, Trabajo y Potencia cuando se evalúan a 60°/seg.

3. Con los resultados de este estudio se concluye que a 60°/seg es el ángulo en el que mecánicamente tienen mejor desempeño deportivo el taekwondo

4. Este tipo de programa de entrenamiento tiende a mejorar el desbalance muscular, aunque éste se mantiene en ambas evaluaciones: inicial y final.

5. Este tipo de programa de entrenamiento tiende a disminuir las diferencias de Fuerza, Potencia y Trabajo de los músculos de la articulación de la rodilla atribuibles a género, edad e IMC

6. Se corrobora que al incrementar la Fuerza, Potencia y Trabajo de los músculos flexores se logra mejorar el desbalance muscular, aunque sin alcanzar los valores deseables.

7. El papel de los flexores en el gesto deportivo del Tae Kwon Do es determinante.

8. Existe correlación positiva y altamente significativa entre las evaluaciones de Torque, Potencia y Trabajo efectuadas en el pre y post-entrenamiento y también al realizar comparaciones entre dichas variables, de lo que se desprende la validez de este tipo de evaluaciones.

9. Es posible que el tiempo de duración del programa de entrenamiento no haya sido suficiente para lograr mejores efectos sobre el incremento de los valores de Torque, Potencia y Trabajo, y por tanto sobre la mejoría del desbalance muscular.

10. Dado el pequeño número de deportistas lesionados no se pudo establecer el efecto del desbalance muscular sobre la presencia de lesiones en los 14 deportistas evaluados; no obstante, parece ser que los deportistas con lesiones

tienen valores más bajos de balance muscular que los deportistas que no presentan lesiones.

## **RECOMENDACIONES Y SUGERENCIAS PARA TRABAJOS FUTUROS**

Con base en los hallazgos obtenidos en este estudio se sugiere que este tipo de programa de entrenamiento de fuerza, se realice durante un período de 16 a 20 semanas, en función de la posibilidad de obtener mejores resultados en la corrección del desbalance muscular entre antagonistas – antagonistas y en consecuencia prevenir lesiones de rodilla en atletas de alto rendimiento.

Así mismo se recomienda ampliar el tamaño de muestra para obtener mayor contundencia en la relación desbalance lesiones. Se recomienda también usar la dinamometría isocinética como método eficaz en la evaluación de fuerza.

## BIBLIOGRAFIA

1. Perrin DH. **Isocinética, ejercicios y evaluación**. 2ª Ed. Barcelona España. Bellaterra. 2000.
2. Davies GJ. **A compendium of isokinetics in clinical usage and rehabilitation techniques**. 4ª Ed. Wisconsin. S and S Publishers. 1992.
3. Mac Dougall JD, Wenger HA, Green HJ. **Evaluación fisiológica del deportista**. 3ª Ed. España. Paidotribo. 2005.
4. González BJ, Gorostiaga AE. **Fundamentos del entrenamiento de la fuerza**. 2ª Ed. Barcelona España. INDE Publicaciones. 1997.
5. Salter RB. **Trastornos y lesiones del sistema musculoesquelético**. 3ª Ed. Barcelona España. Masson. 2000.
6. Prentice WE, **Técnicas de Rehabilitación en Medicina Deportiva**. 4ª Ed. España. Paidotribo, 2009-
7. Melhim AF. **Aerobic and anaerobic power responses to the practice of taekwon-do**. Br J Sports Med 2001 May; 35 (4):231 - 234.
8. Aso R, Xifro E. **Trabajo Especial de piernas para la práctica del taekwon-do**. 1ª Ed. Barcelona España. Alas. 1997.
9. Camino OA. **Tae kwon do planificación del entreno competitivo**. 1ª Ed. España. Alas.
10. Zetaruk MN, Violán MA, Zurakowski D, Micheli LJ. **Injuries in martial arts: a comparison of five styles**. Br J Sports Med 2005 Jan; 39 (1): 29 – 33.
11. Burke DT, Barfoot K, Bryant S, Schneider JC, Kim HJ, Levin G. **Effect of implementation of safety measures in tae kwon do competition**. Br J Sports Med 2003 Sep; 37 (5): 401 – 404.
12. De Lucío V, Gómez CP. **Guías Metodológicas para diseñar programas de entrenamiento de la fuerza**. <http://www.efdeportes.com> 2004 Abr; 71.
13. Garrido J, Pineda Y, Piñeros A, Rodríguez MA. **Imbalance muscular como factor de riesgo para lesiones deportivas de rodilla en futbolistas profesionales**. <http://amedco.encolombia.com>
14. Scavo M. **Retorno a la competencia luego de la rehabilitación: valoración de la fuerza y la función**. <http://www.efdeportes.com> 2005 Jan; 80.

15. González NA, Leyva RS. **El entrenamiento de la fuerza con pesas en el taekwondo.** <http://www.efdeportes.com> 2005 Feb; 81
16. Gómez CP. **Como realizar programas competitivos en taekwondo.** <http://www.efdeportes.com> 2005 March; 82.
17. Gómez CP. **Planificación y programación del entrenamiento deportivo en taekwondo.** <http://www.efdeportes.com> 2004 Jun; 73.
18. Slocker AA, Carrascosa SJ, Fernández CF, Clemente AC, Gómez PL. **Análisis isocinético de a flexo – extensión de la rodilla y su relación con la antropometría del miembro inferior.** Rehabilitación 2002; 36 (2): 86 – 92
19. Feiring DC, Ellenbecker TS, Derscheid GL. **Test-retest reliability of the biodex dynamometer.** J Orthop Sports Phys Ther 1990; 11 (7): 298 – 300.
20. Calderón MX, Montero OM. **Correlación entre torque isocinético máximo de cuádriceps y potencia de la cadena muscular de la extremidad inferior.** Tesis 2004 Universidad de Chile.
21. Impellizzeri FM, Bizzini M, Rampinini E, Cereda F, Maffiuletti NA. **Realibility of isokinetic strength imbalances ratios measured using the cybex NORM dynamometer.** Clin Physiol Funct Imaging. 2008. Mar; 28(2): 113-9.
22. Willson JD, Dougherty CP, Ireland ML, Davis IM. **Core stability and its relationship to lower extremity function and injury.** Am Acad Orthop Surg. 2005 Sep; 13 (5): 316- 25.
23. Rochcongar P. **Évaluation isocinétique des extenseurs et fléchisseurs du genou en médecine du sport: revue de la littérature.** Ann Readapt Med Phys 2004 Aug; 47 (6): 274 – 281.
24. Newton RU, Gerber A, Nimphius S, Shim JK, Doan BK, Robertson M, et al. **Determination of functional strength imbalance of the lower extremities.** J Strength Cond Res 2006 Nov; 20 (4): 971 – 977.
25. Véliz MC. **Evaluación muscular isocinética del grupo flexo-extensor de rodilla.** Kinesiología. 2000. Jun; 59: 53-7.
26. González SI, Fernández CJ, Zanoletty D, Sainz de Murieta J, Ponce PC, Rodríguez TM. **Determinación de la normalidad en la evaluación isocinética de la rodilla.** Fisioterapia. 2002; 24(3): 141-146.
27. Zakas A. **Bilateral isokinetic peak torque of quadriceps and hamstring muscles in professional soccer player with dominance on one or both two sides.** J Sports Med Phys Fitness. 2006. Mar 46(1): 28-35.

28. Rahnema N, Lee A, Bambaecichi. **A comparison of muscle strength and flexibility between the preferred and non-preferred leg in English Soccer players.** *Ergonomics*. 2005. Sep – Nov. 48(11): 1568-75.
29. Croisier JL. **Muscular Imbalance and acute lower extremity muscle injuries in sport.** *International SportsMed Journal*. 2004. 5(3): 169-176.
30. Croisier JL, Ganteaume S, Binet J, Genty M, Ferret JM. **Strength Imbalances and prevention of hamstring injury in professional soccer players: A prospective Study.** *Am J Sports Med*. August 36(8): 1469-1475.
31. Coombs R, Garbutt G. **Developments in the use of the hamstring/quadriceps ratio for the assessment of muscle balance.** *J Sports Sci Med*. 2002. 1: 56-62.
32. O'Sullivan K, O'Ceallaigh B, O'Connell K, Shafat A. **The relationship between previous hamstring injury and the concentric isokinetic knee muscle strength of Gaelic footballers.** *BMC Musculoskelet Disord*. 2009. March 9: 30-42.
33. De Ste Croix M, Deighan M, Armstrong N. **Functional eccentric – concentric ratio of knee extensor and flexor in prepubertal children, teenagers and adult males and females.** *Int J Sports Med* 2007; 28: 768-772.
34. Ramos RH, Fierro NL. **Propuesta de formato para registro de lesiones en taekwondoines de alto rendimiento.** <http://www.revistaciencias.com> 2007 Aug.
35. Murphy DF, Connolly DA, Beynon BD. **Risk for lower extremity injury: a review of the literature.** *Br J Sports Med* 2003; 37(1): 13 – 29.
36. Wilk K, Johnson E. **The reliability of the Biodex B-2000.** *Physical Therapy* 1988; 68: 792.
37. Calmels P, Nellen M, Ven der Borne I, Jourdin P, Minaire P. **Concentric and eccentric isokinetic assessment of flexo-extensor torque ratios at the hip, knee, and ankle in a sample population of healthy subjects.** *Arch Phys Med Rehabil* 1997; 78: 1224-30.
38. Neder JA, Nery LE, Shinzato GT, Andrade MS, Peres C, Silva AC. **Reference values for concentric knee isokinetic strength and power in nonathletic men and women from 20 to 80 years old.** *J Orthop Sports Phys Ther* 1999; 29: 116-26.

39. Gómez CP. **Alcances obtenidos mediante la planificación y control del proceso de entrenamiento deportivo en el taekwondo. (Estudio de casos).** <http://www.efdeportes.com> 2002 Agosto; 51.
40. Ríos M, Valverde L. **Evaluación de torque máximo y potencia isocinética de cuádriceps en jóvenes entre 16 y 18 años.** Universidad de Chile. Escuela de Kinesiología. Tesis de Licenciatura 1999.
41. Augustsson J, Esko A, Thomee R. **Weight training of the thigh muscles using closed ve open kinetic chain exercises: a comparison of performance enhancement.** J Orthop Sports Phys Ther 1998. 27(1): 3-8.
42. Worrel TE, Borchert B, Erner K, Fritz J, Leerar P. **Effect of lateral step-up exercise protocol on quadriceps and lower extremity performance.** J Orthop Sports Phys Ther 1993. 18(6): 646-53.

# **ANEXOS**



ANEXO 1. COMPARACIÓN DE LOS VALORES DE FUERZA, POTENCIA Y TRABAJO POR GÉNERO, EDAD E IMC

Tabla 1. Comparación de los valores Torque, en rodilla de los atletas estudiados, por género.

Pre-entrenamiento vs Post-entrenamiento<sup>1</sup>

Torque (Nm)	Pre-entrenamiento						Post-entrenamiento					
	Masculino (n =9)		Femenino (n = 5)		t	p	Masculino (n = 9)		Femenino (n = 5)		t	p
	Media	Desv. Est.	Media	Desv. Est.			Media	Desv. Est.	Media	Desv. Est.		
<b>Extensores Der. 60°/seg</b>	182.44	42.70	132.84	21.10	<b>2.905</b>	<b>0.013</b>	179.96	44.25	132.56	37.40	0.146	0.889
<b>Flexores Der. 60°/seg</b>	94.46	19.74	66.98	18.30	<b>2.556</b>	<b>0.025</b>	98.27	27.55	97.42	51.01	<b>2.144</b>	<b>0.054</b>
<b>Relación Ext/Flex Der. (%)</b>	52.33	4.98	49.80	8.98	0.690	0.504	54.37	4.35	53.86	7.03	<b>2.165</b>	<b>0.053</b>
<b>Extensores Izq. 60°/seg</b>	179.00	43.61	136.32	32.20	2.086	0.062	176.70	51.19	129.32	31.40	-0.394	0.701
<b>Flexores Izq. 60°/seg</b>	92.84	17.38	68.36	13.20	<b>2.960</b>	<b>0.014</b>	94.19	30.78	69.32	11.56	<b>2.252</b>	<b>0.046</b>
<b>Relación Ext/Flex izq. (%)</b>	53.31	5.07	50.84	4.20	0.977	0.352	<b>53.28</b>	<b>7.38</b>	<b>54.94</b>	<b>7.92</b>	2.063	0.065
<b>Extensores Der. 180°/seg</b>	178.76	42.96	135.92	21.07	<b>2.499</b>	<b>0.028</b>	175.34	42.80	130.60	30.91	0.143	0.888
<b>Flexores Der. 180°/seg</b>	93.54	22.00	68.10	17.25	<b>2.391</b>	<b>0.037</b>	92.79	24.51	68.64	18.74	<b>2.244</b>	<b>0.045</b>
<b>Relación Ext/Flex Der. (%)</b>	52.61	5.09	49.92	9.36	0.708	0.493	53.08	5.81	52.56	7.64	1.953	0.077
<b>Extensores Izq. 180°/seg</b>	182.44	43.23	134.50	28.28	<b>2.501</b>	<b>0.029</b>	177.29	46.09	132.22	28.92	-0.503	0.625
<b>Flexores Izq. 180°/seg</b>	92.43	23.54	67.26	15.14	<b>2.429</b>	<b>0.033</b>	89.60	29.76	68.00	10.92	2.117	0.059
<b>Relación Ext/Flex izq. (%)</b>	50.78	4.34	50.40	6.76	0.113	0.914	<b>50.37</b>	<b>7.99</b>	<b>52.28</b>	<b>6.07</b>	1.900	0.083

1. Prueba T-Student para muestras independientes

Tabla 2. Comparación de los valores Torque, en rodilla de los atletas estudiados, por edad.  
Pre-entrenamiento vs Post-entrenamiento

Torque (Nm)	Pre-entrenamiento						Post-entrenamiento					
	Mayor de 15 años (n = 7)		Menor de 15 años (n = 7)		t	p	Mayor de 15 años (n = 7)		Menor de 15 años (n = 7)		t	p
	Media	Desv. Est.	Media	Desv. Est.			Media	Desv. Est.	Media	Desv. Est.		
Extensores Der. 60°/seg	180.26	41.35	149.20	42.11	1.392	0.189	176.76	43.10	149.30	49.48	1.107	0.290
Flexores Der. 60°/seg	96.30	20.72	72.99	20.02	<b>2.141</b>	<b>0.053</b>	110.90	37.65	85.03	30.64	1.410	0.184
Relación Ext/Flex Der. (%)	53.83	5.90	49.03	6.48	1.449	0.173	56.27	5.39	52.10	4.37	1.590	0.138
Extensores Izq. 60°/seg	185.23	34.51	142.29	43.99	2.032	0.065	177.09	39.44	142.47	55.67	1.342	0.204
Flexores Izq. 60°/seg	92.39	18.51	75.81	18.36	1.681	0.119	97.67	29.14	72.94	21.86	1.796	0.098
Relación Ext/Flex izq. (%)	<b>50.46</b>	<b>2.45</b>	<b>54.40</b>	<b>5.85</b>	-1.64	0.126	54.63	7.53	53.11	7.61	0.374	0.715
Extensores Der. 180°/seg	179.64	43.25	147.27	35.47	1.531	0.152	168.53	42.20	150.20	46.64	0.771	0.456
Flexores Der. 180°/seg	98.20	20.92	70.71	17.67	<b>2.656</b>	<b>0.021</b>	95.04	27.47	73.29	17.79	1.759	0.104
Relación Ext/Flex Der. (%)	55.16	6.38	48.14	5.24	<b>2.248</b>	<b>0.044</b>	55.84	5.61	49.94	5.68	1.956	0.074
Extensores Izq. 180°/seg	186.11	34.83	144.53	45.10	1.931	0.077	177.36	34.29	145.03	51.89	1.375	0.194
Flexores Izq. 180°/seg	95.19	24.11	71.70	18.12	2.06	0.062	94.43	28.68	69.34	17.91	1.963	0.073
Relación Ext/Flex izq. (%)	50.87	6.28	50.41	4.01	0.162	0.874	52.51	7.24	49.59	7.37	0.750	0.468

1. Prueba T-Student para muestras independientes

Tabla 3. Comparación de los valores Torque, en rodilla de los atletas estudiados, por IMC.  
Pre-entrenamiento vs Post-entrenamiento

Torque (Nm)	Pre-entrenamiento						Post-entrenamiento					
	>= 19.76 (n = 7)		< 19.76 (n = 7)		t	p	>= 20.28 (n = 7)		< 20.28 (n = 7)		t	p
	Media	Desv. Est.	Media	Desv. Est.			Media	Desv. Est.	Media	Desv. Est.		
<b>Extensores Der. 60°/seg</b>	186.89	42.99	142.57	32.44	<b>2.177</b>	<b>0.050</b>	175.24	44.78	150.81	48.91	0.975	0.349
<b>Flexores Der. 60°/seg</b>	94.29	20.12	75.00	22.92	1.673	0.120	114.97	38.07	80.96	24.94	1.977	0.071
<b>Relación Ext/Flex Der. (%)</b>	<b>51.01</b>	<b>6.34</b>	<b>51.84</b>	<b>7.04</b>	-0.23	0.821	54.23	6.88	54.14	3.32	0.030	0.977
<b>Extensores Izq. 60°/seg</b>	185.67	33.34	141.84	44.39	<b>2.089</b>	<b>0.059</b>	168.50	36.69	151.06	61.89	0.641	0.533
<b>Flexores Izq. 60°/seg</b>	92.60	17.81	75.60	18.83	1.736	0.108	94.07	29.49	76.54	25.19	1.196	0.255
<b>Relación Ext/Flex izq. (%)</b>	<b>50.44</b>	<b>2.44</b>	<b>54.41</b>	<b>5.85</b>	-1.65	0.123	55.11	7.36	52.63	7.63	0.620	0.547
<b>Extensores Der. 180°/seg</b>	183.36	43.51	143.56	30.37	1.984	0.071	167.84	42.90	150.89	46.30	0.711	0.491
<b>Flexores Der. 180°/seg</b>	93.86	21.11	75.06	23.20	1.586	0.139	89.07	28.39	79.26	22.03	0.723	0.484
<b>Relación Ext/Flex Der. (%)</b>	<b>51.64</b>	<b>6.36</b>	<b>51.66</b>	<b>7.51</b>	-0.00	0.997	<b>52.61</b>	<b>7.47</b>	<b>53.17</b>	<b>5.30</b>	-0.161	0.875
<b>Extensores Izq. 180°/seg</b>	188.99	35.72	141.66	40.91	<b>2.306</b>	<b>0.040</b>	169.76	34.90	152.63	55.57	0.691	0.503
<b>Flexores Izq. 180°/seg</b>	95.10	24.07	71.79	18.29	2.040	0.064	89.61	28.57	74.16	23.56	1.104	0.291
<b>Relación Ext/Flex izq. (%)</b>	<b>50.16</b>	<b>6.76</b>	<b>51.13</b>	<b>3.08</b>	-0.34	0.735	52.24	7.99	49.86	6.67	0.606	0.556

1. Prueba T-Student para muestras independientes

Tabla 4. Comparación de los valores de Potencia, en rodilla de los atletas estudiados, por género.  
Pre-entrenamiento vs Post-entrenamiento

Potencia (W)	Pre-entrenamiento						Post-entrenamiento					
	Masculino (n =9)		Femenino (n = 5)		t	p	Masculino (n = 9)		Femenino (n = 5)		t	p
	Media	Desv. Est.	Media	Desv. Est.			Media	Desv. Est.	Media	Desv. Est.		
<b>Extensores Der. 60°/seg</b>	117.84	30.23	87.68	19.41	<b>2.268</b>	<b>0.043</b>	113.09	26.45	86.22	21.96	1.924	0.078
<b>Flexores Der. 60°/seg</b>	113.69	26.84	86.40	21.17	2.095	0.062	111.48	33.23	80.52	20.77	<b>2.141</b>	<b>0.054</b>
<b>Relación Ext/Flex Der. (%)</b>	3.13	6.03	2.04	8.39	0.284	0.781	<b>2.38</b>	<b>12.26</b>	<b>6.40</b>	<b>6.64</b>	-0.796	0.441
<b>Extensores Izq. 60°/seg</b>	73.27	18.00	47.08	17.60	<b>2.628</b>	<b>0.022</b>	80.29	20.36	56.62	16.14	<b>2.389</b>	<b>0.038</b>
<b>Flexores Izq. 60°/seg</b>	75.34	17.33	50.62	15.83	<b>2.632</b>	<b>0.022</b>	77.44	22.75	51.70	11.23	<b>2.831</b>	<b>0.015</b>
<b>Relación Ext/Flex izq. (%)</b>	-3.46	14.38	-12.66	18.25	1.046	0.316	<b>4.46</b>	<b>7.91</b>	<b>5.84</b>	<b>16.59</b>	-0.176	0.867
<b>Extensores Der. 180°/seg</b>	113.71	29.73	90.90	18.15	1.781	0.101	109.99	26.82	85.20	20.16	1.952	0.078
<b>Flexores Der. 180°/seg</b>	114.57	29.12	86.72	19.71	<b>2.124</b>	<b>0.057</b>	110.81	28.65	84.22	18.40	2.11	0.057
<b>Relación Ext/Flex Der. (%)</b>	<b>-0.89</b>	<b>8.09</b>	<b>4.72</b>	<b>8.36</b>	-1.23	0.242	<b>-0.26</b>	<b>8.59</b>	<b>0.20</b>	<b>8.55</b>	-0.095	0.926
<b>Extensores Izq. 180°/seg</b>	72.79	19.50	48.66	17.18	<b>2.397</b>	<b>0.039</b>	75.44	19.27	54.56	14.10	<b>2.321</b>	<b>0.041</b>
<b>Flexores Izq. 180°/seg</b>	73.21	20.68	52.00	13.98	<b>2.279</b>	<b>0.043</b>	74.89	23.47	53.50	11.46	<b>2.287</b>	<b>0.041</b>
<b>Relación Ext/Flex izq. (%)</b>	1.32	16.09	-12.08	21.13	1.34	0.205	2.11	10.72	0.28	10.98	0.304	0.766

1. Prueba T-Student para muestras independientes

Tabla 5. Comparación de los valores de Potencia, en rodilla de los atletas estudiados, por edad.  
Pre-entrenamiento vs Post-entrenamiento

Potencia (W)	Pre-entrenamiento						Post-entrenamiento					
	Mayor de 15 años (n = 7)		Menor de 15 años (n = 7)		t	p	Mayor de 15 años (n = 7)		Menor de 15 años (n = 7)		t	p
	Media	Desv. Est.	Media	Desv. Est.			Media	Desv. Est.	Media	Desv. Est.		
<b>Extensores Der. 60°/seg</b>	120.80	28.37	93.34	26.68	1.865	0.087	116.27	22.43	90.71	27.52	1.905	0.081
<b>Flexores Der. 60°/seg</b>	118.34	21.85	89.54	26.40	<b>2.223</b>	<b>0.046</b>	114.04	29.96	86.80	30.71	1.68	0.119
<b>Relación Ext/Flex Der. (%)</b>	<b>1.04</b>	<b>7.65</b>	<b>4.44</b>	<b>5.54</b>	-0.95	0.362	<b>2.70</b>	<b>9.99</b>	<b>4.93</b>	<b>11.65</b>	-0.384	0.707
<b>Extensores Izq. 60°/seg</b>	74.11	19.01	53.71	20.04	1.954	0.074	81.09	18.76	62.59	21.80	1.702	0.114
<b>Flexores Izq. 60°/seg</b>	75.76	17.07	57.27	20.10	1.855	0.088	76.69	24.16	59.81	19.47	1.439	0.176
<b>Relación Ext/Flex izq. (%)</b>	-2.81	7.37	-10.67	21.28	0.923	0.374	6.80	12.36	3.10	10.35	0.607	0.555
<b>Extensores Der. 180°/seg</b>	118.70	25.87	92.43	24.59	1.947	0.075	113.14	25.45	89.13	23.98	1.817	0.094
<b>Flexores Der. 180°/seg</b>	121.34	22.44	87.90	25.47	<b>2.607</b>	<b>0.023</b>	115.01	23.48	87.61	26.63	2.042	0.064
<b>Relación Ext/Flex Der. (%)</b>	<b>-2.84</b>	<b>7.68</b>	<b>5.07</b>	<b>7.42</b>	-1.96	0.074	<b>-2.04</b>	<b>4.74</b>	<b>1.86</b>	<b>10.76</b>	-0.877	0.398
<b>Extensores Izq. 180°/seg</b>	76.76	18.09	51.59	17.86	<b>2.62</b>	<b>0.022</b>	76.27	19.02	59.70	18.42	1.656	0.124
<b>Flexores Izq. 180°/seg</b>	76.56	19.63	54.71	16.68	<b>2.244</b>	<b>0.045</b>	77.24	23.50	57.26	16.78	1.831	0.092
<b>Relación Ext/Flex izq. (%)</b>	-0.11	11.83	-6.81	23.94	0.664	0.519	<b>-0.43</b>	<b>8.87</b>	<b>3.34</b>	<b>12.18</b>	-0.662	0.52

1. Prueba T-Student para muestras independientes

Tabla 6. Comparación de los valores de Potencia, en rodilla de los atletas estudiados, por IMC.  
Pre-entrenamiento vs Post-entrenamiento

Potencia (W)	Pre-entrenamiento						Post-entrenamiento					
	>= 19.76 (n = 7)		< 19.76 (n = 7)		t	p	>= 20.28 (n = 7)		< 20.28 (n = 7)		t	p
	Media	Desv. Est.	Media	Desv. Est.			Media	Desv. Est.	Media	Desv. Est.		
Extensores Der. 60°/seg	123.09	28.27	91.06	23.64	<b>2.299</b>	<b>0.041</b>	111.26	23.10	95.73	31.09	1.061	0.311
Flexores Der. 60°/seg	117.04	21.02	90.84	28.57	1.954	0.074	104.71	27.45	96.13	38.44	0.481	0.639
Relación Ext/Flex Der. (%)	3.91	6.62	1.57	7.00	0.644	0.532	6.57	7.55	1.06	12.79	0.982	0.345
Extensores Izq. 60°/seg	72.81	19.08	55.01	21.37	1.644	0.126	77.16	19.75	66.51	23.89	0.909	0.381
Flexores Izq. 60°/seg	75.96	17.01	57.07	19.94	1.907	0.081	72.67	24.23	63.83	22.27	0.711	0.491
Relación Ext/Flex izq. (%)	-5.49	10.13	-8.00	20.90	0.286	0.779	7.09	11.27	2.81	11.41	0.705	0.495
Extensores Der. 180°/seg	119.49	25.66	91.64	23.80	<b>2.105</b>	<b>0.057</b>	108.79	24.67	93.49	28.53	1.073	0.304
Flexores Der. 180°/seg	118.71	21.62	90.53	29.56	2.036	0.064	107.76	24.73	94.87	31.46	0.852	0.411
Relación Ext/Flex Der. (%)	<b>0.09</b>	<b>5.63</b>	<b>2.14</b>	<b>10.79</b>	-0.44	0.663	1.01	6.46	-1.20	10.13	0.488	0.635
Extensores Izq. 180°/seg	71.84	18.13	56.50	23.45	1.37	0.196	72.51	19.23	63.46	21.07	0.840	0.417
Flexores Izq. 180°/seg	76.34	19.65	54.93	16.98	<b>2.182</b>	<b>0.05</b>	72.34	23.85	62.16	20.92	0.849	0.412
Relación Ext/Flex izq. (%)	<b>-6.83</b>	<b>13.29</b>	<b>-0.10</b>	<b>23.16</b>	-0.66	0.518	<b>1.13</b>	<b>9.44</b>	<b>1.79</b>	<b>12.08</b>	-0.113	0.912

1. Prueba T-Student para muestras independientes

Tabla 7. Comparación de los valores de Trabajo, en rodilla de los atletas estudiados, por género.  
Pre-entrenamiento vs Post-entrenamiento

Trabajo (J)	Pre-entrenamiento						Post-entrenamiento					
	Masculino (n =9)		Femenino (n = 5)		t	p	Masculino (n = 9)		Femenino (n = 5)		t	p
	Media	Desv. Est.	Media	Desv. Est.			Media	Desv. Est.	Media	Desv. Est.		
<b>Extensores Der. 60°/seg</b>	541.87	154.23	422.84	83.56	1.873	0.086	541.03	148.51	392.22	111.56	2.117	0.059
<b>Flexores Der. 60°/seg</b>	546.72	123.13	410.32	93.27	<b>2.331</b>	<b>0.041</b>	518.50	155.62	389.06	98.77	1.666	0.122
<b>Relación Ext/Flex Der. (%)</b>	<b>-3.59</b>	<b>21.57</b>	<b>3.54</b>	<b>7.30</b>	-0.90	0.386	4.42	9.61	0.38	13.95	0.645	0.531
<b>Extensores Izq. 60°/seg</b>	330.91	87.14	223.24	79.33	<b>2.281</b>	<b>0.042</b>	371.47	106.25	255.40	85.29	<b>2.230</b>	<b>0.050</b>
<b>Flexores Izq. 60°/seg</b>	353.28	80.98	240.44	70.08	<b>2.728</b>	<b>0.022</b>	352.69	111.50	248.20	49.47	<b>2.416</b>	<b>0.033</b>
<b>Relación Ext/Flex izq. (%)</b>	-8.30	18.14	-12.38	17.70	0.407	0.691	5.72	6.90	-1.58	20.17	1.012	0.331
<b>Extensores Der. 180°/seg</b>	536.70	136.11	424.34	75.07	1.689	0.117	516.07	145.86	377.96	101.07	1.867	0.087
<b>Flexores Der. 180°/seg</b>	538.61	138.12	408.26	88.25	<b>2.150</b>	<b>0.053</b>	489.92	147.83	403.38	85.97	1.385	0.192
<b>Relación Ext/Flex Der. (%)</b>	<b>-0.38</b>	<b>9.54</b>	<b>4.22</b>	<b>6.75</b>	-1.04	0.317	4.81	12.19	-6.34	17.49	1.265	0.251
<b>Extensores Izq. 180°/seg</b>	333.43	80.39	220.52	76.84	<b>2.555</b>	<b>0.025</b>	348.49	92.22	238.68	73.79	<b>2.435</b>	<b>0.035</b>
<b>Flexores Izq. 180°/seg</b>	330.88	95.50	239.50	60.00	<b>2.195</b>	<b>0.049</b>	315.70	103.21	246.90	49.61	1.681	0.119
<b>Relación Ext/Flex izq. (%)</b>	0.51	16.29	-13.58	19.45	1.452	0.172	6.74	13.71	-5.38	16.23	1.489	0.162

1. Prueba T-Student para muestras independientes

Tabla 8. Comparación de los valores de Trabajo, en rodilla de los atletas estudiados, por edad.  
Pre-entrenamiento vs Post-entrenamiento

Trabajo (J)	Pre-entrenamiento						Post-entrenamiento					
	Mayor de 15 años (n = 7)		Menor de 15 años (n = 7)		t	p	Mayor de 15 años (n = 7)		Menor de 15 años (n = 7)		t	p
	Media	Desv. Est.	Media	Desv. Est.			Media	Desv. Est.	Media	Desv. Est.		
Extensores Der. 60°/seg	548.31	151.94	450.40	123.63	1.323	0.212	551.44	138.48	424.33	144.80	1.679	0.119
Flexores Der. 60°/seg	559.49	105.90	436.53	126.29	1.974	0.073	538.64	120.65	405.90	151.44	1.814	0.095
Relación Ext/Flex Der. (%)	-5.64	24.50	3.56	5.77	-0.96	0.367	1.37	12.04	4.59	10.51	-0.532	0.605
Extensores Izq. 60°/seg	328.79	96.76	256.13	89.95	1.455	0.171	375.74	109.81	284.29	100.91	1.623	0.131
Flexores Izq. 60°/seg	352.27	80.79	273.69	93.33	1.684	0.118	356.51	109.83	274.23	89.70	1.535	0.152
Relación Ext/Flex izq. (%)	-9.41	16.88	-10.10	19.27	0.071	0.945	4.21	14.91	2.01	11.75	0.307	0.765
Extensores Der. 180°/seg	549.11	122.36	444.03	117.51	1.639	0.127	520.51	147.93	412.97	129.48	1.447	0.174
Flexores Der. 180°/seg	562.60	110.75	421.51	125.92	<b>2.226</b>	<b>0.046</b>	515.57	113.01	402.46	133.59	1.71	0.114
Relación Ext/Flex Der. (%)	-2.94	7.93	5.47	7.66	-2.01	0.066	-0.76	19.25	2.41	9.60	-0.39	0.706
Extensores Izq. 180°/seg	344.06	81.06	242.16	82.19	<b>2.335</b>	<b>0.038</b>	340.36	104.37	278.19	91.01	1.188	0.258
Flexores Izq. 180°/seg	344.26	91.54	252.23	75.59	2.051	0.064	329.61	98.37	252.64	72.44	1.667	0.124
Relación Ext/Flex izq. (%)	-0.29	11.52	-8.76	23.19	0.866	0.404	1.07	19.28	3.76	11.36	-0.318	0.758

1. Prueba T-Student para muestras independientes



Tabla 9. Comparación de los valores de Trabajo, en rodilla de los atletas estudiados, por IMC.  
Pre-entrenamiento vs Post-entrenamiento

Trabajo (J)	Pre-entrenamiento						Post-entrenamiento					
	>= 19.76 (n = 7)		< 19.76 (n = 7)		t	p	>= 20.28 (n = 7)		< 20.28 (n = 7)		t	p
	Media	Desv. Est.	Media	Desv. Est.			Media	Desv. Est.	Media	Desv. Est.		
Extensores Der. 60°/seg	590.17	131.18	408.54	86.66	<b>3.056</b>	<b>0.012</b>	526.66	142.57	449.11	160.42	0.956	0.358
Flexores Der. 60°/seg	563.41	105.17	432.60	122.23	<b>2.146</b>	<b>0.053</b>	505.41	127.52	439.13	170.13	0.825	0.426
Relación Ext/Flex Der. (%)	3.87	4.29	-5.96	24.67	1.039	0.319	3.33	12.68	2.63	10.02	0.115	0.911
Extensores Izq. 60°/seg	341.41	92.91	243.50	79.42	<b>2.119</b>	<b>0.056</b>	357.59	112.44	302.44	112.71	0.916	0.378
Flexores Izq. 60°/seg	358.26	81.16	267.70	86.42	2.021	0.066	344.89	113.38	285.86	95.76	1.052	0.313
Relación Ext/Flex izq. (%)	-6.23	10.75	-13.29	22.62	0.745	0.470	<b>2.84</b>	<b>14.00</b>	<b>3.39</b>	<b>12.92</b>	-0.075	0.941
Extensores Der. 180°/seg	562.17	123.39	430.97	99.77	<b>2.188</b>	<b>0.049</b>	501.91	146.66	431.57	144.91	0.903	0.384
Flexores Der. 180°/seg	569.33	109.44	414.79	117.56	<b>2.546</b>	<b>0.026</b>	487.76	115.98	430.27	150.67	0.800	0.439
Relación Ext/Flex Der. (%)	<b>-1.83</b>	<b>7.85</b>	<b>4.36</b>	<b>8.89</b>	-1.38	0.193	1.34	19.87	0.31	8.54	0.126	0.902
Extensores Izq. 180°/seg	328.13	85.35	258.09	96.11	1.442	0.175	324.11	104.83	294.43	99.63	0.543	0.597
Flexores Izq. 180°/seg	349.66	90.61	246.83	68.23	<b>2.399</b>	<b>0.034</b>	310.81	95.03	271.44	91.90	0.788	0.446
Relación Ext/Flex izq. (%)	<b>-7.29</b>	<b>12.98</b>	<b>-1.76</b>	<b>22.93</b>	-0.55	0.589	<b>1.76</b>	<b>19.36</b>	<b>3.07</b>	<b>11.36</b>	-0.155	0.879

1. Prueba T-Student para muestras independientes

## ANEXO 2. TABLAS Y GRÁFICOS DE CORRELACIONES PARA LAS VARIABLES DE FUERZA, POTENCIA Y TRABAJO

Tabla 1. Correlación de Fuerza contra Trabajo en rodilla de los atletas estudiados. Pre-entrenamiento<sup>1</sup>

	Ext. Der. 60°/seg	Flex. Der. 60°/seg	Ext. Izq. 60°/seg	Flex. Izq. 60°/seg	Ext. Der. 180°/seg	Flex. Der. 180°/seg	Ext. Izq. 180°/seg	Flex. Izq. 180°/seg
Ext. Der. 60°/seg	0.896	0.878	0.949	0.944	0.922	0.876	0.951	0.958
Flex. Der. 60°/seg	0.738	0.867	0.907	0.929	0.816	0.986	0.910	0.924
Ext. Izq. 60°/seg	0.812	0.815	0.982	0.959	0.908	0.893	0.975	0.941
Flex. Izq. 60°/seg	0.807	0.867	0.960	0.986	0.875	0.936	0.950	0.943
Ext. Der. 180°/seg	0.896	0.878	0.949	0.944	0.922	0.876	0.951	0.958
Flex. Der. 180°/seg	0.738	0.867	0.907	0.929	0.816	0.986	0.910	0.924
Ext. Izq. 180°/seg	0.847	0.833	0.982	0.947	0.905	0.891	0.986	0.933
Flex. Izq. 180°/seg	0.868	0.840	0.947	0.943	0.929	0.912	0.954	0.991

1. Valores para R de Pearson.  $p < .05$  en todos los casos.

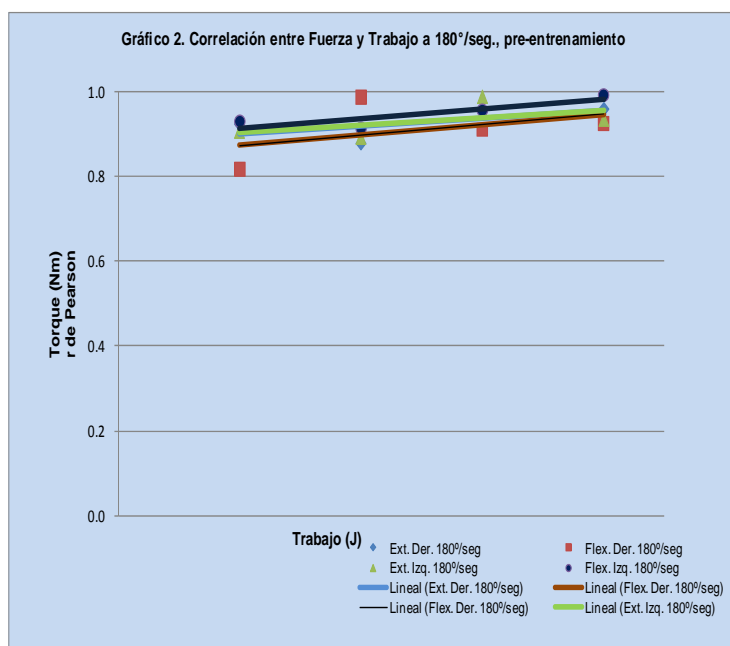
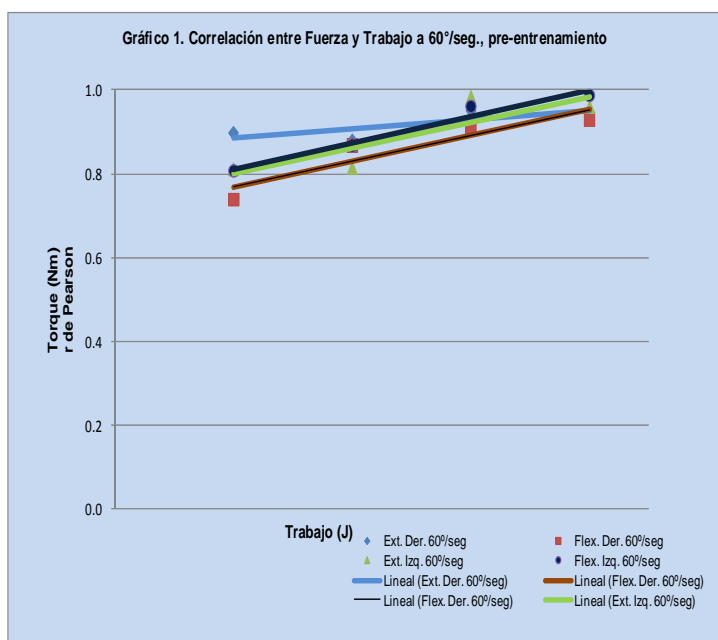


Tabla 2. Correlación de Fuerza contra Potencia en rodilla de los atletas estudiados. Pre-entrenamiento<sup>1</sup>

Trabajo (J)	Ext. Der. 60°/seg	Flex. Der. 60°/seg	Ext. Izq. 60°/seg	Flex. Izq. 60°/seg	Ext. Der. 180°/seg	Flex. Der. 180°/seg	Ext. Izq. 180°/seg	Flex. Izq. 180°/seg
Ext. Der. 60°/seg	0.896	0.878	0.949	0.944	0.922	0.876	0.951	0.958
Flex. Der. 60°/seg	0.738	0.867	0.907	0.929	0.816	0.986	0.910	0.924
Ext. Izq. 60°/seg	0.812	0.815	0.982	0.959	0.908	0.893	0.975	0.941
Flex. Izq. 60°/seg	0.807	0.867	0.960	0.986	0.875	0.936	0.950	0.943
Ext. Der. 180°/seg	0.896	0.878	0.949	0.944	0.922	0.876	0.951	0.958
Flex. Der. 180°/seg	0.738	0.867	0.907	0.929	0.816	0.986	0.910	0.924
Ext. Izq. 180°/seg	0.847	0.833	0.982	0.947	0.905	0.891	0.986	0.933
Flex. Izq. 180°/seg	0.868	0.840	0.947	0.943	0.929	0.912	0.954	0.991

1. Valores para R de Pearson.  $p < .05$  en todos los casos.

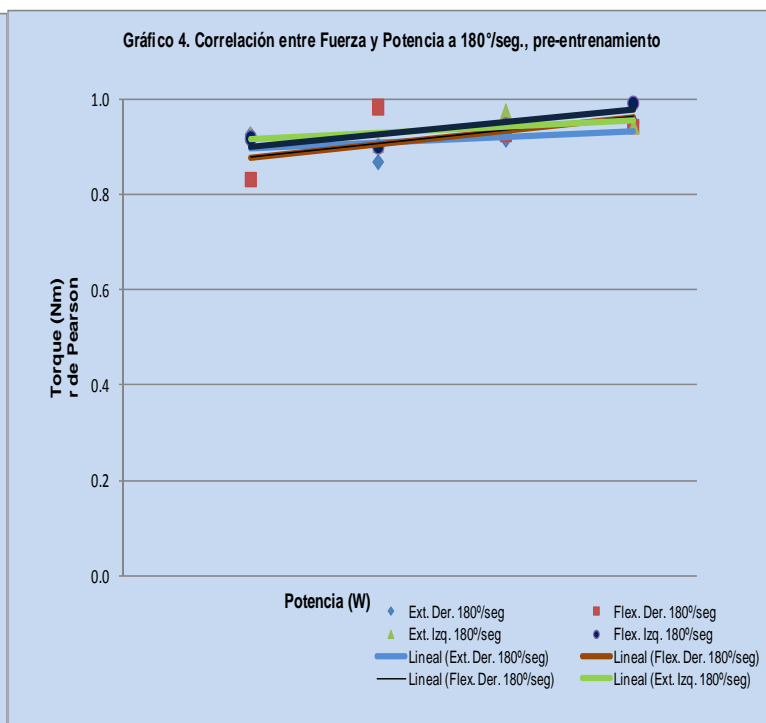
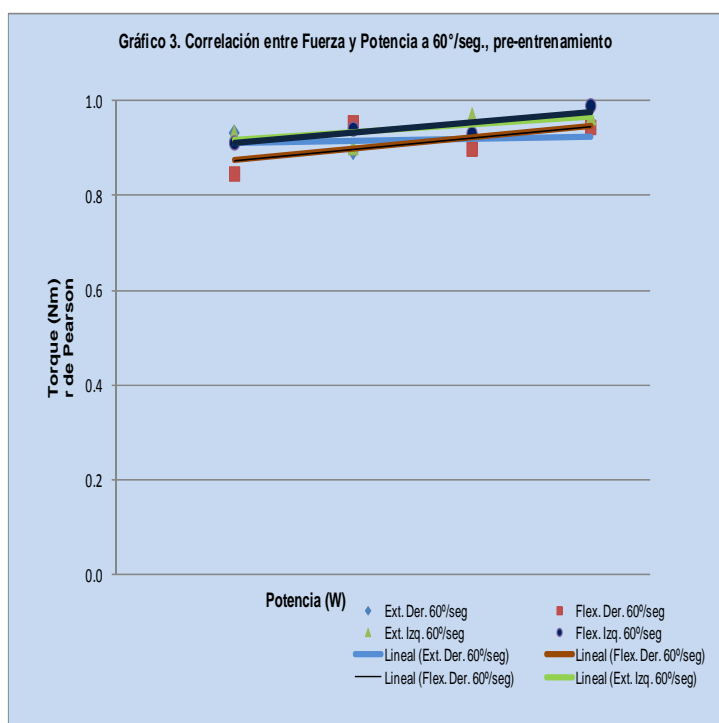


Tabla 3. Correlación de Trabajo contra Potencia en rodilla de los atletas estudiados. Pre-entrenamiento<sup>1</sup>

Trabajo (J)	Ext. Der. 60°/seg	Flex. Der. 60°/seg	Ext. Izq. 60°/seg	Flex. Izq. 60°/seg	Ext. Der. 180°/seg	Flex. Der. 180°/seg	Ext. Izq. 180°/seg	Flex. Izq. 180°/seg
Ext. Der. 60°/seg	0.903	0.779	0.979	0.910	0.955	0.834	0.972	0.923
Flex. Der. 60°/seg	0.737	0.924	0.892	0.929	0.764	0.968	0.878	0.870
Ext. Izq. 60°/seg	0.813	0.764	0.989	0.915	0.938	0.891	0.969	0.911
Flex. Izq. 60°/seg	0.841	0.896	0.963	0.998	0.874	0.932	0.951	0.946
Ext. Der. 180°/seg	0.863	0.721	0.968	0.872	0.985	0.814	0.955	0.919
Flex. Der. 180°/seg	0.691	0.838	0.903	0.896	0.806	0.990	0.889	0.878
Ext. Izq. 180°/seg	0.824	0.775	0.984	0.924	0.928	0.900	0.983	0.936
Flex. Izq. 180°/seg	0.885	0.869	0.953	0.953	0.928	0.916	0.962	0.996

1. Valores para R de Pearson.  $p < .05$  en todos los casos.

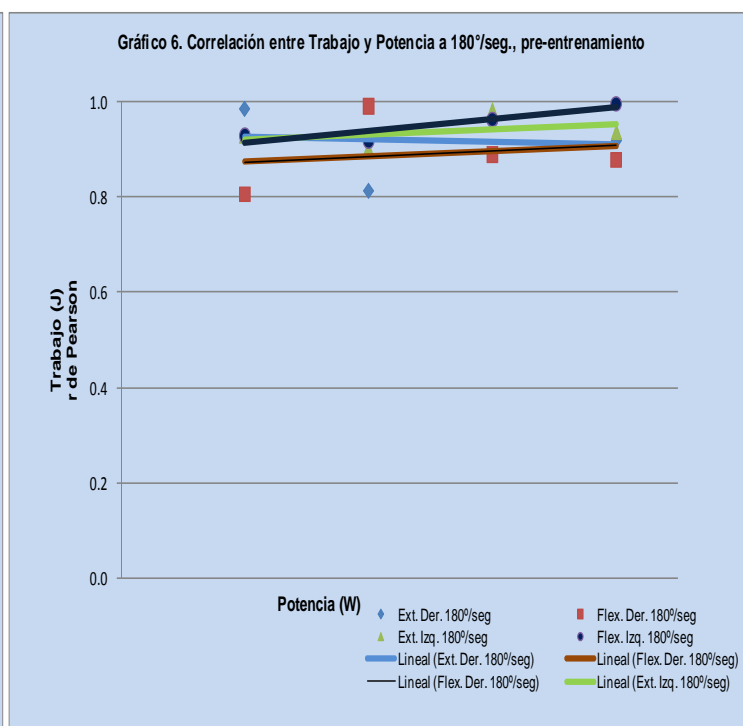
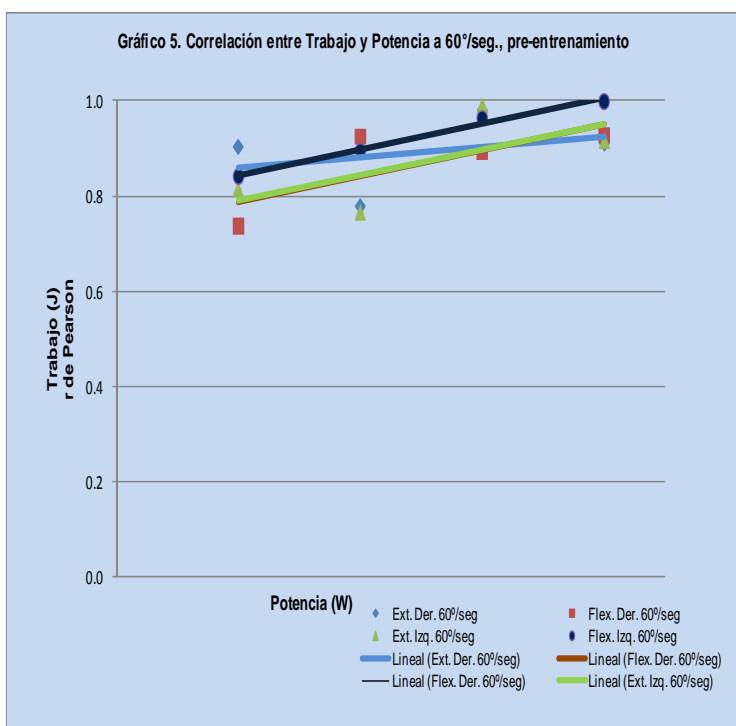


Tabla 4. Correlación de Fuerza contra Trabajo en rodilla de los atletas estudiados. Post-entrenamiento<sup>1</sup>

Trabajo (J)	Ext. Der. 60°/seg	Flex. Der. 60°/seg	Ext. Izq. 60°/seg	Flex. Izq. 60°/seg	Ext. Der. 180°/seg	Flex. Der. 180°/seg	Ext. Izq. 180°/seg	Flex. Izq. 180°/seg
Ext. Der. 60°/seg	0.971	0.960	0.910	0.933	0.956	0.940	0.816	0.849
Flex. Der. 60°/seg	0.740	0.716	0.634	0.696	0.740	0.685	0.568	0.693
Ext. Izq. 60°/seg	0.935	0.879	0.970	0.892	0.932	0.894	0.917	0.888
Flex. Izq. 60°/seg	0.934	0.922	0.892	0.986	0.935	0.924	0.773	0.869
Ext. Der. 180°/seg	0.953	0.934	0.903	0.930	0.960	0.950	0.803	0.849
Flex. Der. 180°/seg	0.939	0.972	0.882	0.939	0.949	0.970	0.759	0.875
Ext. Izq. 180°/seg	0.957	0.906	0.960	0.902	0.934	0.895	0.905	0.874
Flex. Izq. 180°/seg	0.924	0.920	0.910	0.952	0.948	0.916	0.822	0.942

1. Valores para R de Pearson.  $p < .05$  en todos los casos.

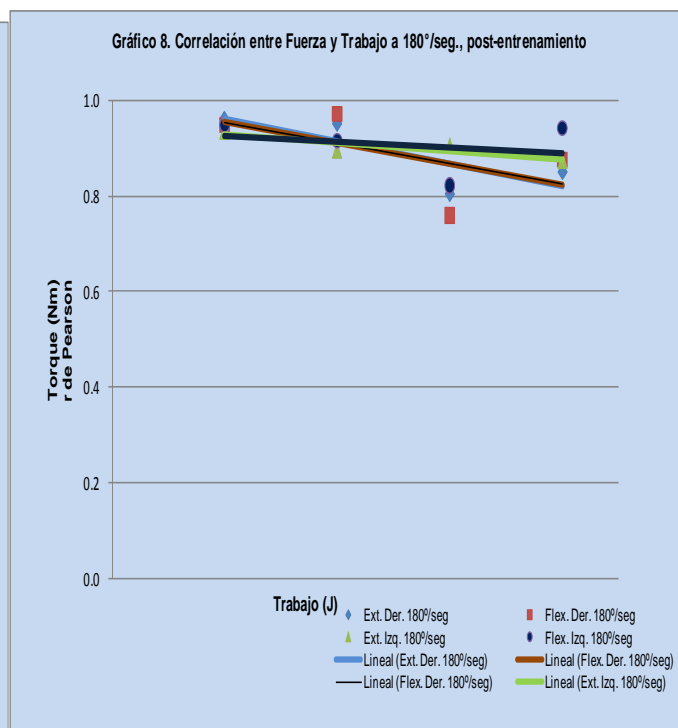
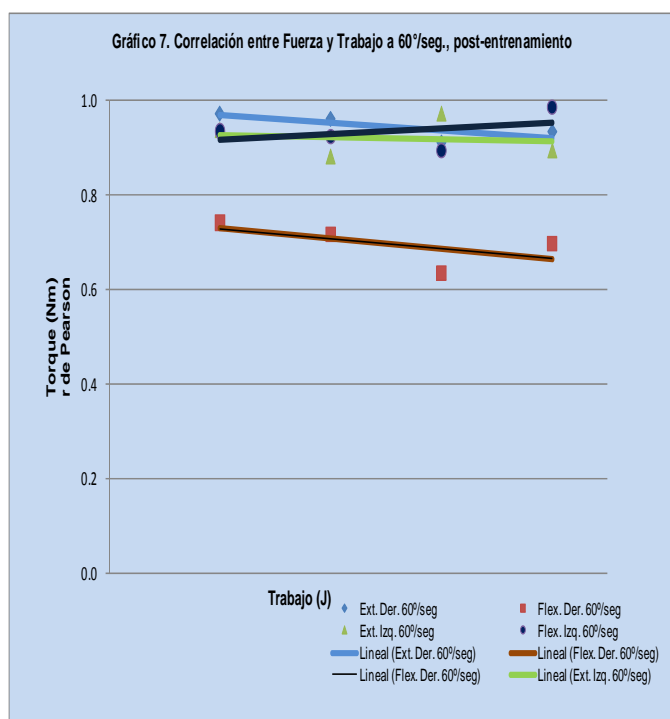


Tabla 5. Correlación de Fuerza contra Potencia en rodilla de los atletas estudiados. Post-entrenamiento<sup>1</sup>

Trabajo (J)	Ext. Der. 60°/seg	Flex. Der. 60°/seg	Ext. Izq. 60°/seg	Flex. Izq. 60°/seg	Ext. Der. 180°/seg	Flex. Der. 180°/seg	Ext. Izq. 180°/seg	Flex. Izq. 180°/seg
Ext. Der. 60°/seg	0.918	0.902	0.856	0.890	0.885	0.862	0.891	0.840
Flex. Der. 60°/seg	0.679	0.639	0.574	0.645	0.669	0.626	0.617	0.666
Ext. Izq. 60°/seg	0.956	0.870	0.941	0.873	0.940	0.826	0.951	0.836
Flex. Izq. 60°/seg	0.922	0.893	0.842	0.952	0.915	0.886	0.914	0.937
Ext. Der. 180°/seg	0.890	0.864	0.839	0.876	0.872	0.833	0.862	0.827
Flex. Der. 180°/seg	0.878	0.914	0.847	0.915	0.875	0.922	0.881	0.916
Ext. Izq. 180°/seg	0.953	0.881	0.913	0.866	0.916	0.816	0.938	0.819
Flex. Izq. 180°/seg	0.925	0.898	0.885	0.932	0.946	0.902	0.925	0.957

1. Valores para R de Pearson.  $p < .05$  en todos los casos.

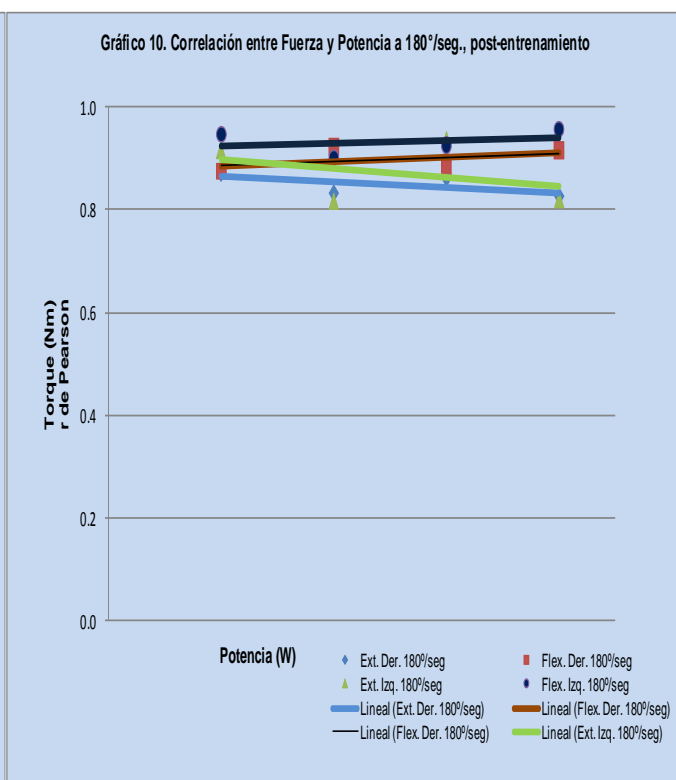
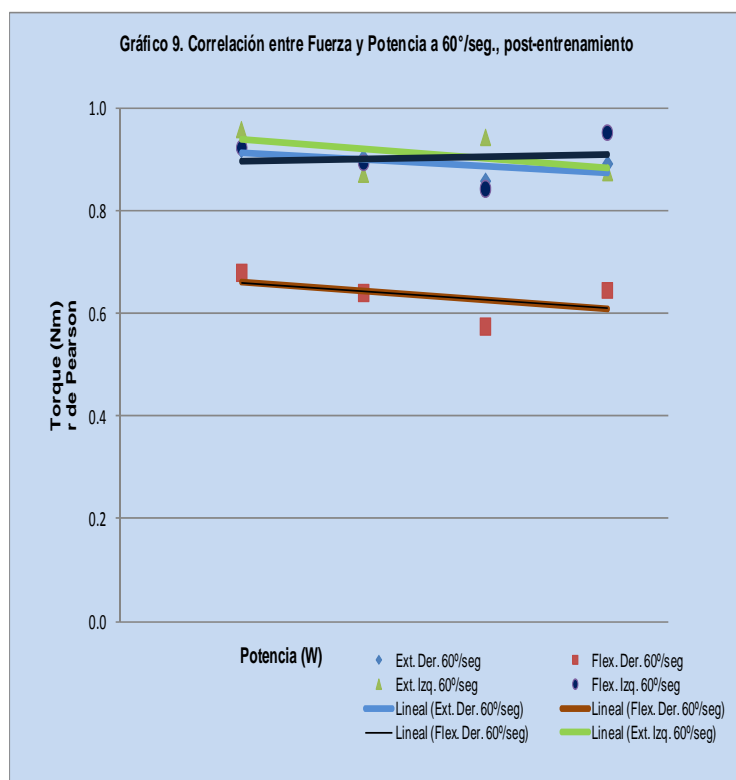


Tabla 6. Correlación de Trabajo contra Potencia en rodilla de los atletas estudiados. Post-entrenamiento<sup>1</sup>

Trabajo (J)	Ext. Der. 60°/seg	Flex. Der. 60°/seg	Ext. Izq. 60°/seg	Flex. Izq. 60°/seg	Ext. Der. 180°/seg	Flex. Der. 180°/seg	Ext. Izq. 180°/seg	Flex. Izq. 180°/seg
Ext. Der. 60°/seg	0.957	0.921	0.953	0.912	0.941	0.905	0.894	0.925
Flex. Der. 60°/seg	0.905	0.966	0.889	0.924	0.884	0.922	0.799	0.882
Ext. Izq. 60°/seg	0.882	0.871	0.972	0.841	0.898	0.851	0.951	0.939
Flex. Izq. 60°/seg	0.882	0.926	0.860	0.972	0.882	0.922	0.736	0.863
Ext. Der. 180°/seg	0.928	0.895	0.957	0.899	0.945	0.892	0.901	0.950
Flex. Der. 180°/seg	0.854	0.942	0.853	0.918	0.861	0.917	0.737	0.858
Ext. Izq. 180°/seg	0.919	0.912	0.971	0.912	0.913	0.879	0.924	0.934
Flex. Izq. 180°/seg	0.869	0.909	0.848	0.942	0.881	0.907	0.739	0.905

1. Valores para R de Pearson.  $p < .05$  en todos los casos.

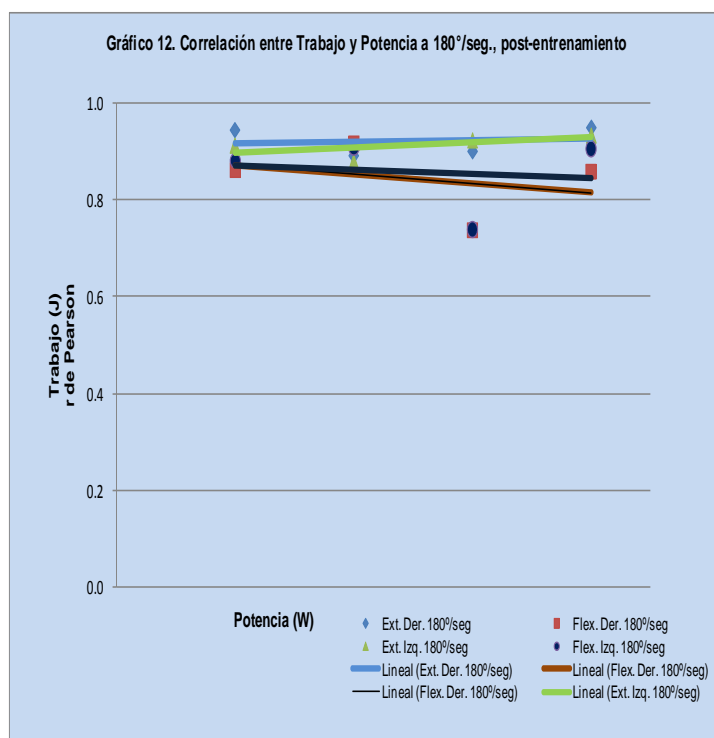
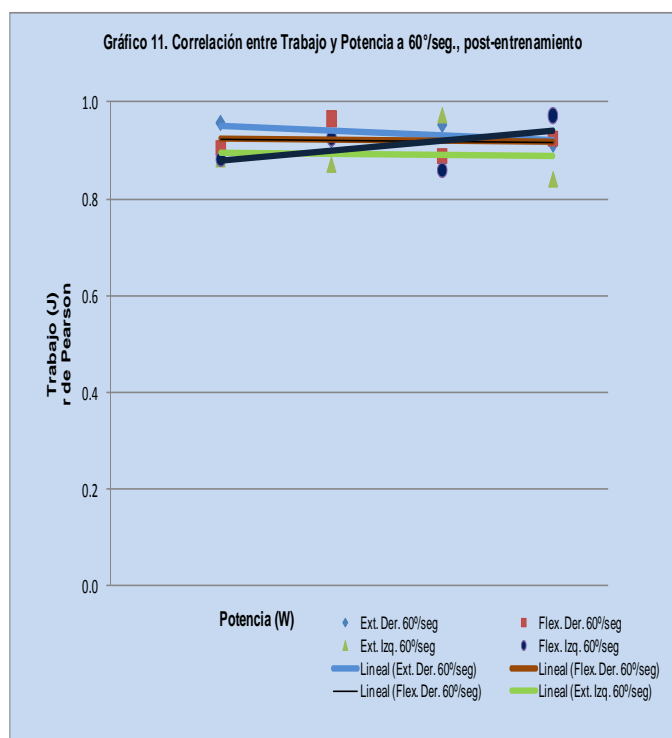


Tabla 7. Correlación de Fuerza inicial contra Trabajo final en rodilla de los atletas estudiados.<sup>1</sup>

Trabajo (J)	Ext. Der. 60°/seg	Flex. Der. 60°/seg	Ext. Izq. 60°/seg	Flex. Izq. 60°/seg	Ext. Der. 180°/seg	Flex. Der. 180°/seg	Ext. Izq. 180°/seg	Flex. Izq. 180°/seg
Ext. Der. 60°/seg	0.871	0.907	0.880	0.940	0.864	0.861	0.775	0.799
Flex. Der. 60°/seg	0.884	0.923	0.844	0.914	0.858	0.890	0.699	0.754
Ext. Izq. 60°/seg	0.943	0.940	0.942	0.938	0.924	0.894	0.851	0.848
Flex. Izq. 60°/seg	0.921	0.929	0.895	0.936	0.909	0.925	0.763	0.798
Ext. Der. 180°/seg	0.876	0.898	0.855	0.953	0.883	0.881	0.723	0.795
Flex. Der. 180°/seg	0.873	0.911	0.841	0.896	0.852	0.893	0.693	0.755
Ext. Izq. 180°/seg	0.883	0.905	0.915	0.911	0.863	0.840	0.826	0.798
Flex. Izq. 180°/seg	0.930	0.949	0.898	0.940	0.935	0.927	0.781	0.856

1. Valores para R de Pearson.  $p < .05$  en todos los casos.

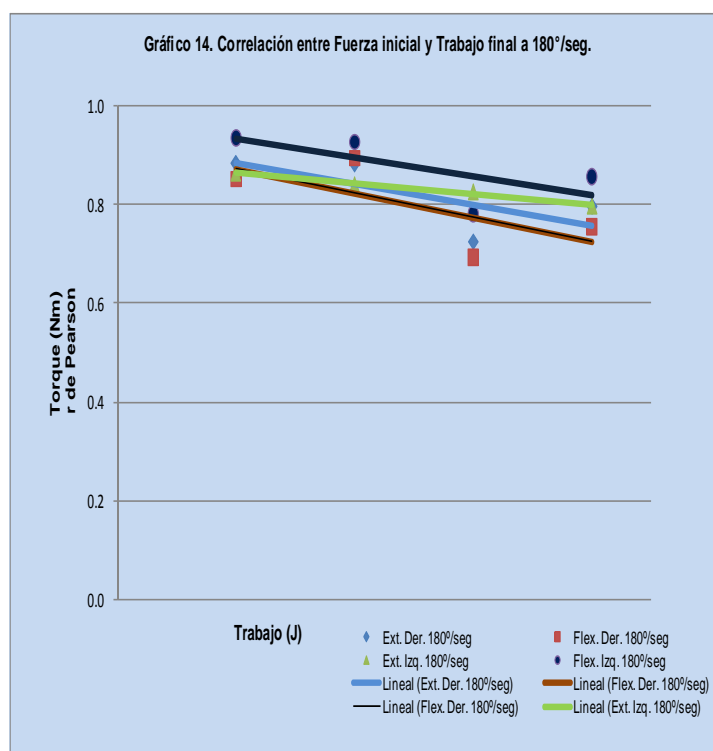
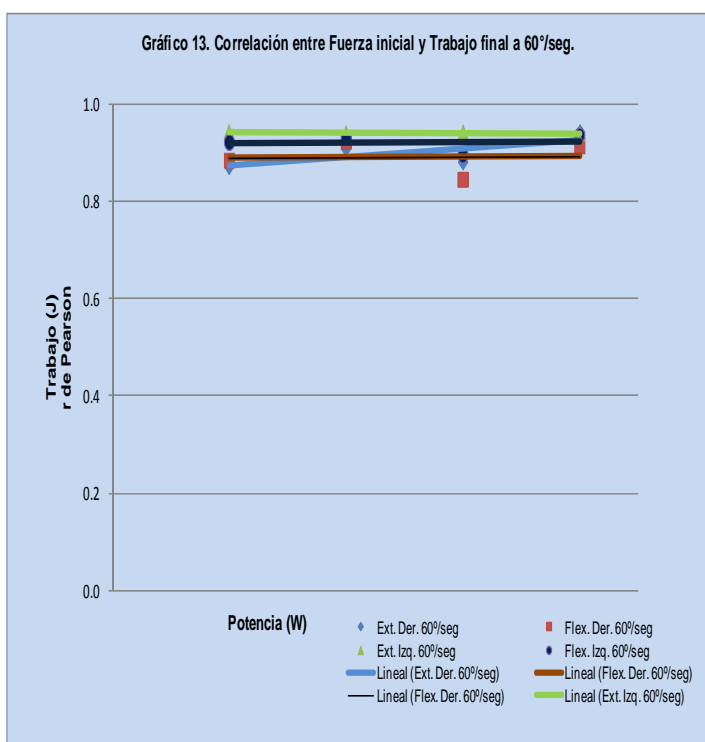




Tabla 8. Correlación de Fuerza inicial contra Potencia final en rodilla de los atletas estudiados. <sup>1</sup>

Trabajo (J)	Ext. Der. 60°/seg	Flex. Der. 60°/seg	Ext. Izq. 60°/seg	Flex. Izq. 60°/seg	Ext. Der. 180°/seg	Flex. Der. 180°/seg	Ext. Izq. 180°/seg	Flex. Izq. 180°/seg
Ext. Der. 60°/seg	0.882	0.907	0.830	0.903	0.870	0.883	0.889	0.852
Flex. Der. 60°/seg	0.889	0.924	0.823	0.916	0.864	0.924	0.882	0.878
Ext. Izq. 60°/seg	0.945	0.922	0.894	0.900	0.925	0.892	0.938	0.862
Flex. Izq. 60°/seg	0.927	0.924	0.862	0.925	0.910	0.914	0.911	0.884
Ext. Der. 180°/seg	0.872	0.877	0.791	0.904	0.873	0.874	0.855	0.871
Flex. Der. 180°/seg	0.861	0.895	0.810	0.886	0.840	0.902	0.864	0.869
Ext. Izq. 180°/seg	0.893	0.900	0.870	0.874	0.874	0.870	0.915	0.821
Flex. Izq. 180°/seg	0.906	0.919	0.846	0.904	0.906	0.909	0.899	0.904

1. Valores para R de Pearson.  $p < .05$  en todos los casos.

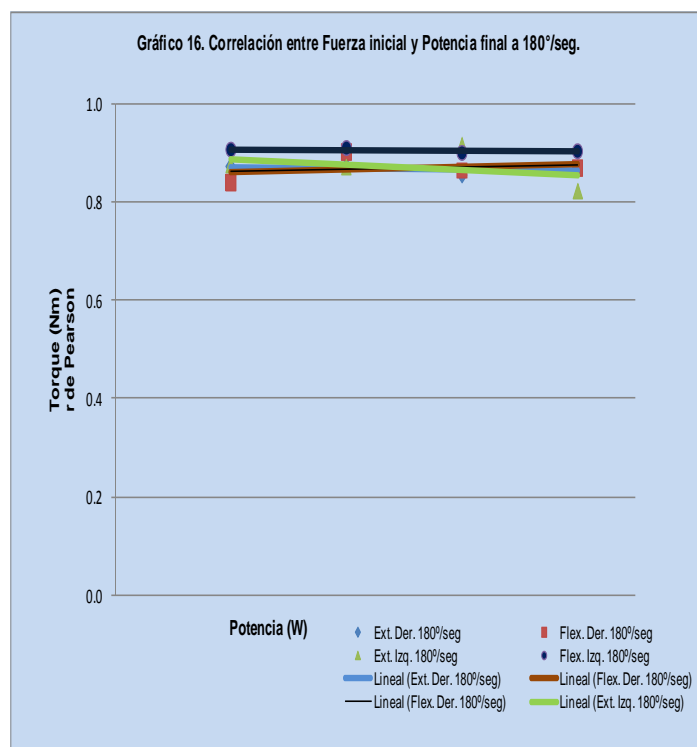
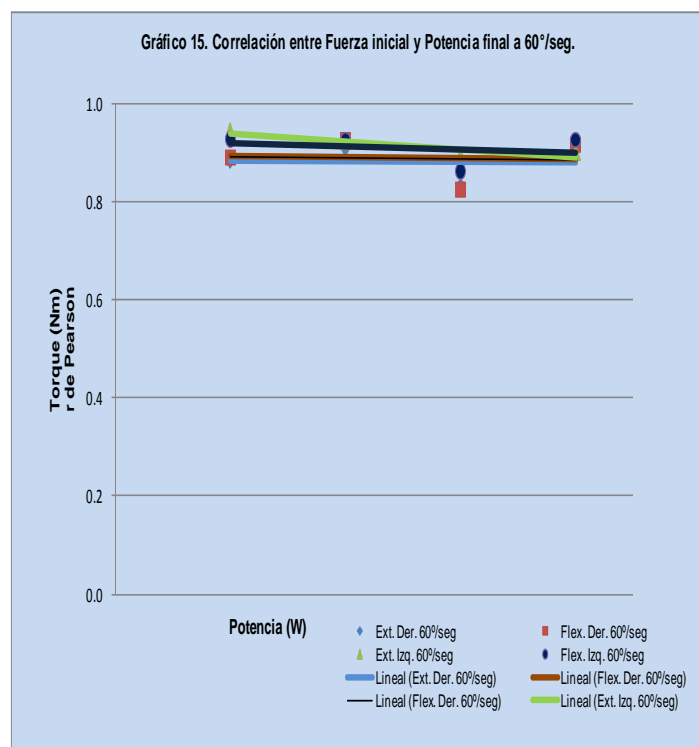


Tabla 9. Correlación de Trabajo inicial contra Fuerza final en rodilla de los atletas estudiados. <sup>1</sup>

Trabajo (J)	Ext. Der. 60°/seg	Flex. Der. 60°/seg	Ext. Izq. 60°/seg	Flex. Izq. 60°/seg	Ext. Der. 180°/seg	Flex. Der. 180°/seg	Ext. Izq. 180°/seg	Flex. Izq. 180°/seg
Ext. Der. 60°/seg	0.731	0.465	0.703	0.797	0.741	0.732	0.727	0.778
Flex. Der. 60°/seg	0.735	0.474	0.639	0.758	0.710	0.753	0.672	0.693
Ext. Izq. 60°/seg	0.894	0.562	0.916	0.911	0.871	0.872	0.925	0.908
Flex. Izq. 60°/seg	0.905	0.574	0.877	0.918	0.875	0.875	0.895	0.865
Ext. Der. 180°/seg	0.842	0.575	0.866	0.870	0.858	0.849	0.869	0.905
Flex. Der. 180°/seg	0.802	0.511	0.787	0.835	0.775	0.884	0.792	0.826
Ext. Izq. 180°/seg	0.875	0.546	0.889	0.920	0.852	0.872	0.900	0.905
Flex. Izq. 180°/seg	0.889	0.638	0.830	0.930	0.877	0.928	0.852	0.917

1. Valores para R de Pearson.  $p < .05$  en todos los casos.

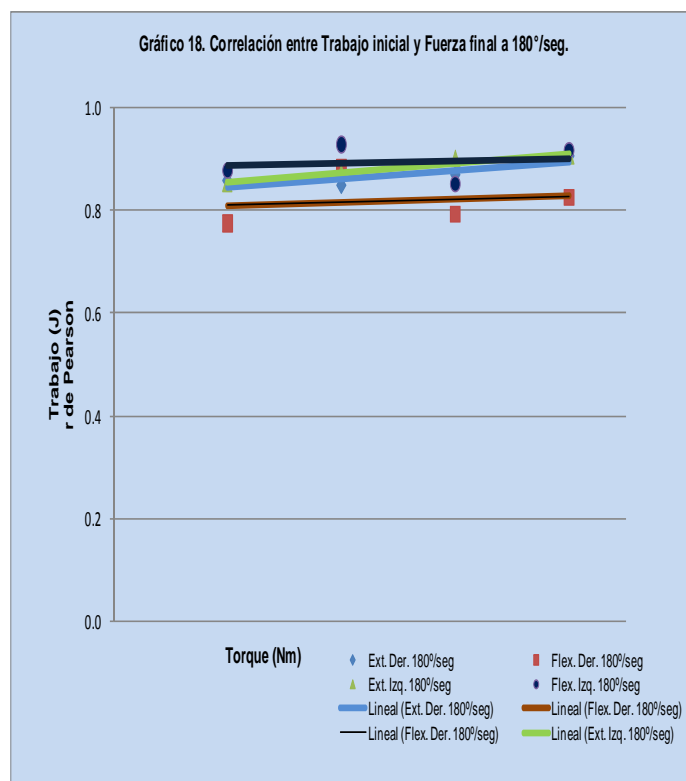
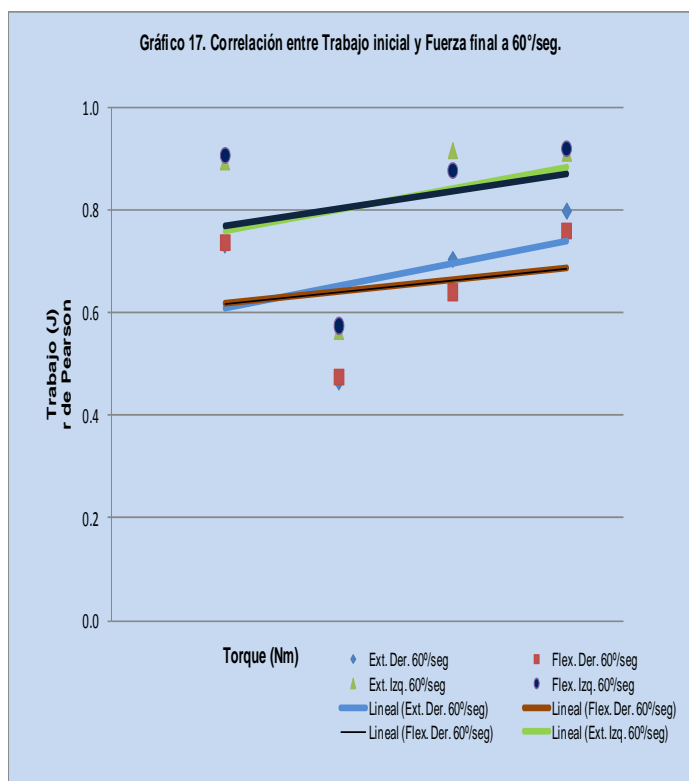


Tabla 10. Correlación de Trabajo inicial contra Potencia final en rodilla de los atletas estudiados.<sup>1</sup>

Trabajo (J)	Ext. Der. 60°/seg	Flex. Der. 60°/seg	Ext. Izq. 60°/seg	Flex. Izq. 60°/seg	Ext. Der. 180°/seg	Flex. Der. 180°/seg	Ext. Izq. 180°/seg	Flex. Izq. 180°/seg
Ext. Der. 60°/seg	0.770	0.789	0.661	0.760	0.766	0.747	0.746	0.746
Flex. Der. 60°/seg	0.719	0.814	0.584	0.788	0.684	0.813	0.678	0.740
Ext. Izq. 60°/seg	0.946	0.924	0.909	0.890	0.939	0.890	0.945	0.866
Flex. Izq. 60°/seg	0.923	0.923	0.819	0.910	0.889	0.891	0.892	0.864
Ext. Der. 180°/seg	0.896	0.850	0.859	0.813	0.917	0.816	0.879	0.822
Flex. Der. 180°/seg	0.841	0.894	0.802	0.869	0.827	0.908	0.841	0.854
Ext. Izq. 180°/seg	0.913	0.892	0.877	0.875	0.907	0.864	0.928	0.847
Flex. Izq. 180°/seg	0.887	0.892	0.804	0.879	0.882	0.875	0.869	0.869

1. Valores para R de Pearson.  $p < .05$  en todos los casos.

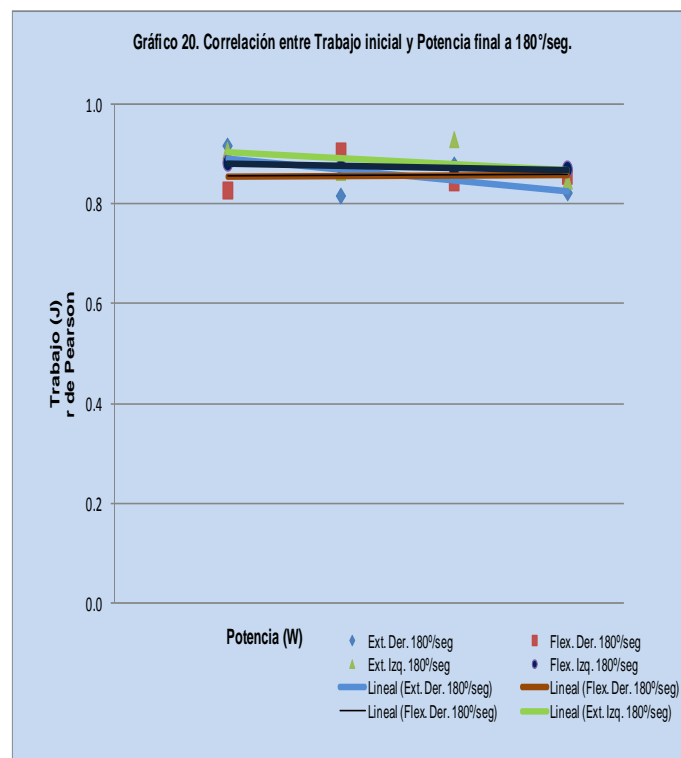
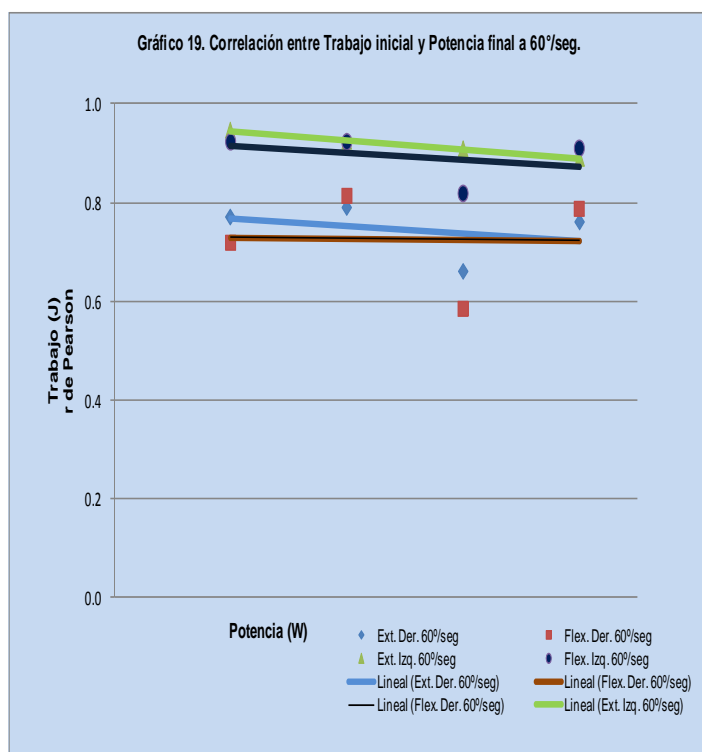


Tabla 11. Correlación de Potencia inicial contra Fuerza final en rodilla de los atletas estudiados.<sup>1</sup>

Trabajo (J)	Ext. Der. 60°/seg	Flex. Der. 60°/seg	Ext. Izq. 60°/seg	Flex. Izq. 60°/seg	Ext. Der. 180°/seg	Flex. Der. 180°/seg	Ext. Izq. 180°/seg	Flex. Izq. 180°/seg
Ext. Der. 60°/seg	0.822	0.485	0.860	0.884	0.805	0.825	0.861	0.901
Flex. Der. 60°/seg	0.799	0.485	0.761	0.821	0.752	0.826	0.771	0.785
Ext. Izq. 60°/seg	0.872	0.563	0.915	0.881	0.843	0.864	0.918	0.903
Flex. Izq. 60°/seg	0.903	0.571	0.885	0.916	0.868	0.881	0.901	0.871
Ext. Der. 180°/seg	0.841	0.580	0.886	0.884	0.841	0.840	0.882	0.923
Flex. Der. 180°/seg	0.804	0.519	0.807	0.837	0.768	0.879	0.808	0.840
Ext. Izq. 180°/seg	0.875	0.569	0.900	0.905	0.842	0.887	0.915	0.911
Flex. Izq. 180°/seg	0.894	0.640	0.838	0.928	0.874	0.935	0.864	0.917

1. Valores para R de Pearson.  $p < .05$  en todos los casos.

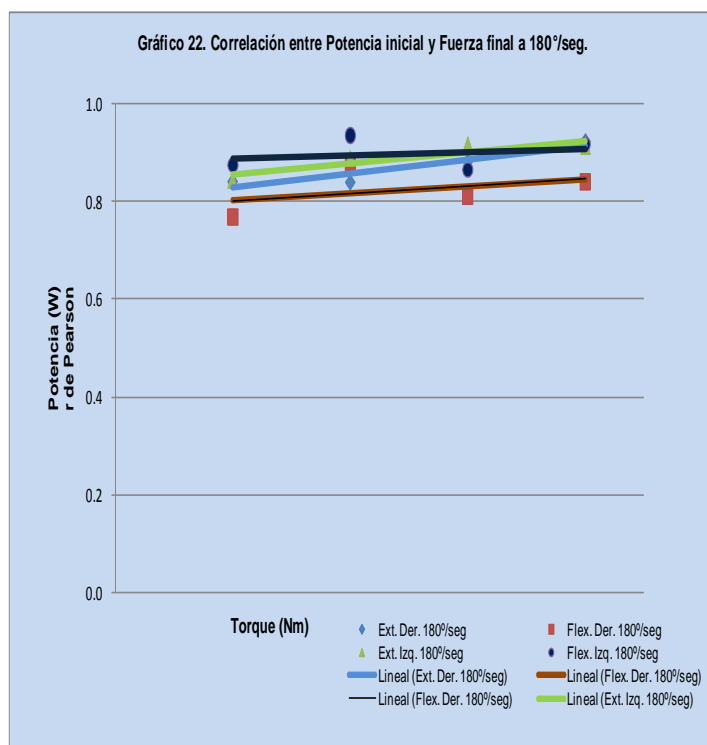
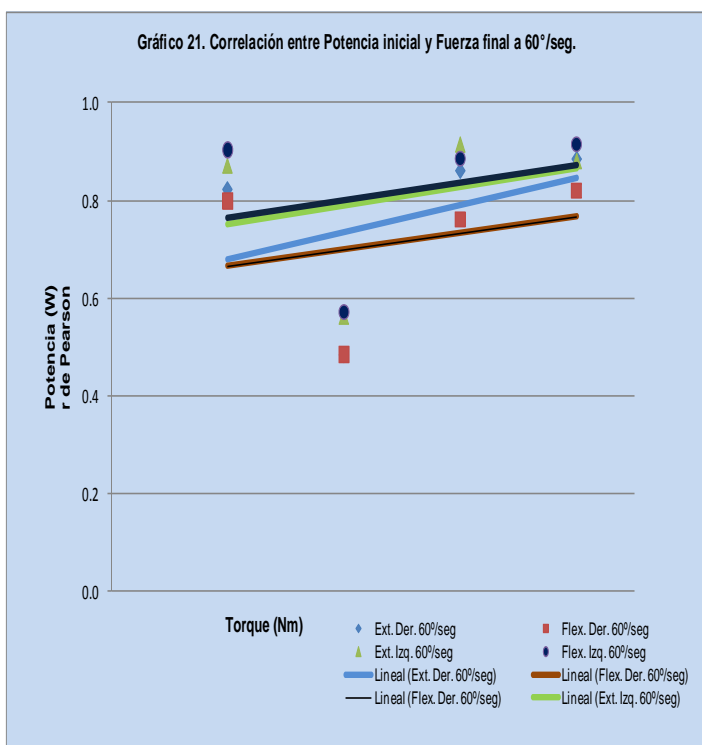
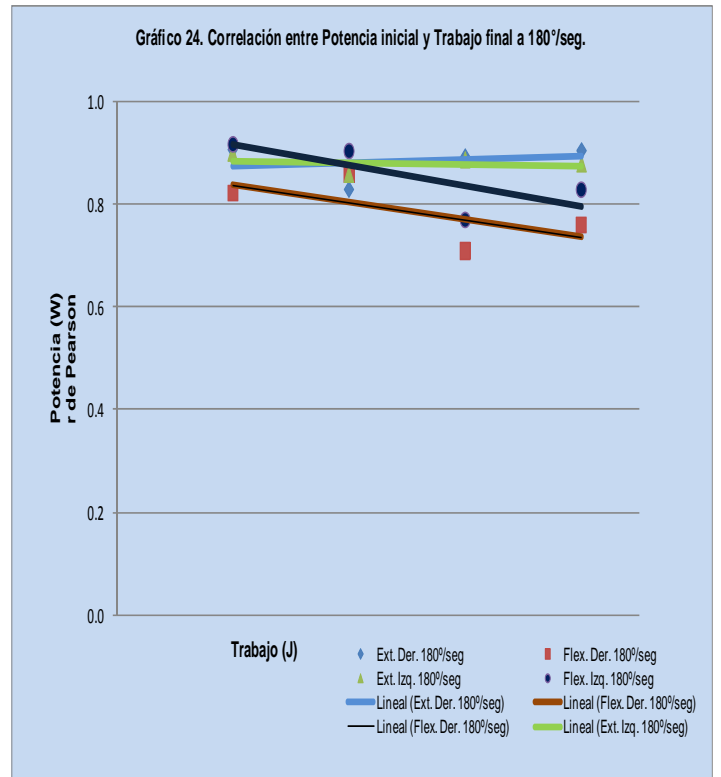
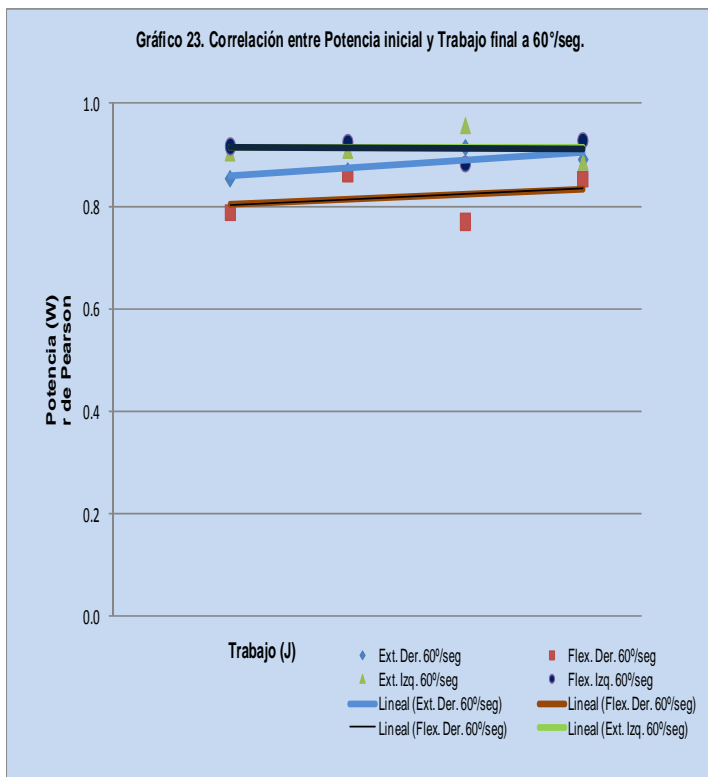


Tabla 12. Correlación de Potencia inicial contra Trabajo final en rodilla de los atletas estudiados. <sup>1</sup>

Trabajo (J)	Ext. Der. 60°/seg	Flex. Der. 60°/seg	Ext. Izq. 60°/seg	Flex. Izq. 60°/seg	Ext. Der. 180°/seg	Flex. Der. 180°/seg	Ext. Izq. 180°/seg	Flex. Izq. 180°/seg
Ext. Der. 60°/seg	0.853	0.868	0.913	0.890	0.859	0.814	0.855	0.867
Flex. Der. 60°/seg	0.787	0.862	0.769	0.853	0.763	0.826	0.614	0.667
Ext. Izq. 60°/seg	0.904	0.909	0.958	0.886	0.897	0.855	0.904	0.894
Flex. Izq. 60°/seg	0.916	0.925	0.882	0.927	0.886	0.902	0.757	0.783
Ext. Der. 180°/seg	0.884	0.864	0.940	0.874	0.907	0.829	0.893	0.905
Flex. Der. 180°/seg	0.836	0.882	0.838	0.849	0.822	0.858	0.709	0.759
Ext. Izq. 180°/seg	0.916	0.919	0.950	0.906	0.898	0.857	0.885	0.877
Flex. Izq. 180°/seg	0.927	0.942	0.888	0.937	0.917	0.904	0.769	0.828

1. Valores para R de Pearson.  $p < .05$  en todos los casos.



### ANEXO 3

#### PLAN GRAFICO DE ENTRENAMIENTO CNAR

SEPTIEMBRE - OCTUBRE 2009

ABIERTO DE LA CIUDAD DE MEXICO Y PRE-SELECTIVO ESTATAL

	ETAPA GENERAL			ETAPA ESPECIAL		PRE-COMPETITIVA	COMPETITIVA
MESOCICLO	I	II		III		IV	
MICRO	1	2	3	4	5	6	7
MESES	SEPTIEMBRE			OCTUBRE			
FECHAS	7 - 12	14 - 19	21 - 26	28 - 3	5 - 10	12 - 17	19 - 24
TECNICO	100%	90%	80%	70%	60%	40%	40%
TACTICO	60%	80%	90%	100%	80%	60%	40%
RFE	60%	80%	100%	80%	60%	50%	
RVE		60%	80%	90%	100%	80%	
FUERZA	100%	80%	60%	40%			
RESISTENCIA	80%	100%	80%	60%	40%		
VELOCIDAD		60%	80%	90%	100%		
MOVILIDAD	100%	80%	60%	40%	20%		