



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA  
DE MÉXICO**

---

---

FACULTAD DE MEDICINA  
DIVISIÓN DE ESTUDIOS DE POSGRADO E INVESTIGACIÓN  
DIRECCIÓN GENERAL DE DEPORTE UNIVERSITARIO  
DIRECCIÓN DE MEDICINA DEL DEPORTE

**ANÁLISIS CINEMÁTICO DEL SALTO KONG: LA  
INFLUENCIA DE LAS EXTREMIDADES  
SUPERIORES, LA ESTATURA, LOS ÁNGULOS DE  
PROYECCIÓN Y TIEMPO DE CONTACTO, EN LA  
EJECUCIÓN DEL SALTO**

**T E S I S**

**PARA OBTENER LA ESPECIALIDAD DE:  
MEDICINA DE LA ACTIVIDAD FÍSICA Y  
DEPORTIVA**

**P R E S E N T A:  
SAMANTHA RODRÍGUEZ SÁNCHEZ**

**ASESOR DE TESIS:  
DR. JORGE TAKESHI AOYAMA NÚÑEZ**



CIUDAD DE MÉXICO, 2017.



Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

## DEDICATORIA

*Para mi mamá (Meow), qué ha estado conmigo siempre y que me ha permitido expandir mis horizontes de diversas maneras y en muchas ocasiones. Gracias por estar siempre.*

*Para mi papá, que aunque sea a larga distancia siempre ha estado conmigo.*

*Para mis hermanos, ¡Todo en esta vida se puede! Sigán adelante y logren todo lo que sueñen. Yo estoy con ustedes.*

## AGRADECIMIENTOS

A mis padres por enseñarme con el ejemplo, cómo debe de ser una persona íntegra, responsable, y aún así, no perder de vista las cosas importantes en la vida.

A mis maestros que me impulsaron a creer en que era capaz de cualquier cosa.

Al Dr. Takeshi Aoyama, por mostrarme la clase de profesional que quiero ser. Por apoyarme en este proyecto y enseñarme las cosas que marcan la diferencia entre una práctica médica de calidad y una con calidad y humanismo.

A la Dra. Cristina Rodríguez por todo su apoyo.

A todo el personal de la Dirección de Medicina del Deporte, por hacerme mi tiempo en esa institución más llevadero y porque de cada uno de ustedes me llevo una enseñanza.

A mis "niños", todos esos deportistas que pusieron su confianza en mí y me permitieron ayudarles de alguna manera. Mil gracias, porque sin ustedes, no sabría lo que sé ahora.

Gracias a todo el equipo Varonil del equipo mayor de Básquetbol, que me permitió saber lo que era formar parte de un equipo.

Gracias a todos los *traceurs* y *traceuses* por su cooperación en esta investigación.

**ANÁLISIS CINEMÁTICO DEL SALTO KONG: LA INFLUENCIA DE LAS EXTREMIDADES SUPERIORES, LA ESTATURA, LOS ÁNGULOS DE PROYECCIÓN Y TIEMPO DE CONTACTO, EN LA EJECUCIÓN DEL SALTO**

**ÍNDICE GENERAL**

RESUMEN .....	1
INTRODUCCIÓN .....	3
MARCO TEÓRICO .....	4
2. Términos clave en el Parkour .....	5
3. Salto largo o de longitud .....	5
3.1. Fases del salto largo .....	5
4. Salto de caballete .....	5
4.1. Fases del salto de caballete .....	6
5. Salto Kong o salto del gato .....	6
6. El Parkour reconocido como deporte .....	7
7. Antecedentes del estudio de la cinemática del movimiento humano .....	7
8. Conceptos y definiciones .....	8
9. Sistemas de palancas .....	10
9.1. Tipos de palancas .....	10
10. Capacidades biomotoras .....	11
11. Tipos de contracción muscular .....	12
12. Ciclo estiramiento-acortamiento (CEA) .....	13
12.1. Fases del CEA .....	13
13. Características del músculo tríceps braquial .....	14
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA .....	15
MÉTODO .....	16
Infraestructura .....	16
Procedimiento .....	16
Procesamiento de datos .....	19
DEFINICIÓN DE LAS VARIABLES .....	20
RESULTADOS .....	21
DISCUSIÓN .....	24
CONCLUSIÓN .....	26
ANEXOS .....	27
FLEXITEST .....	27
CONSENTIMIENTO INFORMADO PARA PARTICIPAR EN UN ESTUDIO DE INVESTIGACIÓN MÉDICA .....	29
BIBLIOGRAFÍA .....	31

## RESUMEN

**Título:** Análisis cinemático del salto Kong: la influencia de las extremidades superiores, la estatura, los ángulos de proyección y tiempo de contacto, en la ejecución del salto.

### Objetivos

**General:** determinar cuál es la mejor técnica para obtener la mayor distancia al realizar un Salto Kong.

### Específicos:

1. Definir los ángulos de proyección más efectivos para lograr con un Salto Kong la mayor distancia.
2. Determinar la influencia del tiempo de práctica en la obtención de mayor longitud con un salto Kong.
3. Encontrar la relación entre la longitud de los miembros torácicos, fuerza de tríceps, y la obtención de un salto Kong de gran longitud.

**Método:** Se realizó un estudio descriptivo, prospectivo, transversal no aleatorizado en hombres practicantes de Parkour. Se obtuvo la muestra por conveniencia no aleatorizada de 10 *traceurs*, que realizan sus prácticas en Ciudad Universitaria, cuyos integrantes cumplieron con los criterios de inclusión previamente establecidos.

La evaluación de cada uno de los *traceurs* consistió en:

Elaboración de base de datos con: edad, tiempo de práctica del Parkour (años, días por semana y horas por día), presencia o ausencia de lesiones. Se realizará somatometría (peso y talla) y medición de longitud de miembros torácicos.

Para la recolección de datos para el análisis cinemático del salto y la localización del centro de gravedad se colocarán marcadores reflectivos en diversas referencias corporales.

Cada *traceur* realizó 2 saltos Kong. Estos saltos fueron video grabados mediante 2. Se realizó la localización del centro de gravedad durante salto donde presente la máxima altura, mediante software de cálculo por el método segmentario.

El análisis cinemático se realizó con el programa de análisis de movimiento midiendo la distancia de su arranque hasta el apoyo de sus manos en el obstáculo, la máxima altura obtenida durante la trayectoria de la primera y segunda parábola de su salto, la máxima distancia obtenida al final del salto y los ángulos de proyección de ambas parábolas.

Se realizó dinamometría para determinar la fuerza de tríceps braquial y realizar el cálculo del torque.

## RESULTADOS

Se obtuvo un total de 10 *traceurs*. Se encontraron las siguientes correlaciones:  $r=-0.600$ ,  $p<0.05$  entre ángulo 2 de salto 3 y distancia 2 salto 3, el ángulo 2 del salto 4  $r=-0.608$ ,  $p<0.05$  con la distancia 2 salto 3, de  $r=-0.673$ ,  $p<0.05$  con la distancia 2 del salto 3 y  $r=-0.681$ ,  $p<0.05$ .

## **CONCLUSIÓN**

Para obtener una mayor distancia con el Salto Kong, es necesario que el ángulo de proyección sea de 50-58°. Diferenciando un poco del ángulo de proyección ideal de un proyectil (45°).

## INTRODUCCIÓN

En el 2013 la Organización de Parkour de Reino Unido (*Parkour UK*), solicitó a las Juntas de los Consejos de Deporte, la aprobación del *Parkour* como deporte oficial. Siendo aprobada en octubre 2016. El 10 de enero de 2017 la Ministra de Deportes, Tracey Crouch, junto con el Presidente de Parkour UK Sebastien Foucan anunció el reconocimiento formal de Parkour como deporte.<sup>1</sup>

Lo anterior es muestra del auge que está teniendo este deporte, principalmente en jóvenes universitarios, por su bajo costo, y la facilidad en cuanto a locaciones para su práctica.<sup>2</sup> Por otro lado al ser no solo un deporte, sino un estilo de vida, representa una forma de integración social para quienes lo practican, incrementando aún más, el número de jóvenes que deciden practicarlo.<sup>3</sup>

Debido al grado de complejidad de sus saltos, resulta interesante realizar análisis en diversas ramas de la mecánica, para entender la *biomecánica* de estos deportistas cuando realizan sus saltos.

En la actualidad, la parte más estudiada de los *traceurs* son sus características antropométricas y el aterrizaje de sus saltos, dejando un poco de lado el análisis de otras las fases de sus saltos o los saltos mismos como un todo.<sup>4</sup>

El análisis de dichos saltos, permitirá la mejora de la técnica de los *traceurs*, lo que se traducirá en saltos más efectivos y en la profesionalización del deporte, por medio de entrenamientos con un sustento científico.



## MARCO TEÓRICO

### 1. Historia del Parkour

Basado en la disciplina también francesa del Método Natural o Hebertismo (por su creador Georges Hébert), disciplina practicada en espacios rurales (bosques) y que tiene un método de entrenamiento muy particular inspirado en las actividades que realizan los pobladores indígenas del África. Este entrenamiento consiste en ejercicios especiales categorizados en 10 familias: caminar, trotar o correr, cuadrúpedos, escalar, saltar, equilibrio, cargar, lanzar, defenderse y nadar.<sup>5</sup>

A finales de los años 80's, en Evry y Lisses (París, Francia), un grupo de jóvenes motivados y adiestrados por Raymond Belle (ex-soldado vietnamita del cuerpo de bomberos francés instruido en el Método Natural de George Hébert) entrena y se prepara físicamente inspirados en la aplicación del Método Natural en el ámbito urbano, con una idea principal: Ser fuertes para ayudar y proteger a sus familias. Llamaron a este movimiento *El arte del desplazamiento (AD)*, y *Yamakasi* que proviene de una lengua africana, y significa *Cuerpo fuerte, espíritu fuerte, persona fuerte*, al grupo que formaban David Belle, Châu Belle-Dinh, Williams Belle, Yann Hnautra, Laurent Pimontesi y Sébastien Foucan, entre otros.<sup>5</sup>

El deporte, que ellos convirtieron en disciplina consiste en preparar el cuerpo y la mente para desplazarse por cualquier entorno, ya sea urbano o natural, de una manera eficiente, fuerte, rápida y bella. Esta misma filosofía de entrenamiento es también aplicada a la vida, lo que hace que este arte, *el arte del desplazamiento*, sea también un arte de vivir, sea una *filosofía de vida* sobre la que priman unos valores familiares de hermandad, de respeto, de coraje, de lucha, y auto superación.<sup>5,6</sup>

En 1998, y debido a discrepancias entre miembros del grupo, David Belle y Sébastien Foucan se separaron del resto para desarrollar su propia visión de la disciplina. Es entonces cuando deciden llamar a lo que hacen Parkour, frente al *arte del desplazamiento* usado por los Yamakasi, y comenzar a formar a una nueva generación de Traceurs que siga participando en el desarrollo del movimiento y creando una comunidad más amplia de practicantes.<sup>5,6</sup>

Más tarde Foucan también quiso desmarcarse, esta vez del Parkour, siguiendo por otra vía a la que denominó "Free running", popularizándola sobre todo en el Reino Unido gracias a documentales centrados en su persona como Jump London o Jump Britain. Cabe decir que ese mismo término, Freerun, era el usado por la que entonces era la Asociación Nacional (francesa) de Parkour (creada en Mayo del 2000 con Sébastien Foucan como presidente) para denominar al Parkour fuera de Francia. Es en 2001, tras el estreno de la película "Yamakasi", protagonizada por el mismo grupo, cuando el Parkour es mostrado al gran público y comienza a extenderse de una forma casi inmediata por todo el mundo.<sup>5,7</sup>



Imagen del grupo Yamakasi durante la grabación de la película Yamakasi: Los samuráis de los tiempos modernos

## 2. Términos clave en el Parkour

-*Parkour PK (del francés parcours)*: recorrido o trayecto. Es una disciplina y un método de entrenamiento físico y mental, desarrollándose en un entorno urbano como natural, el cual nos permite superar obstáculos e ir de un punto A hasta un punto B de una manera rápida, fluida y eficiente. Su filosofía se rige por el lema "Ser y durar", es decir, llegar a un nivel y mantenernos en el mismo, un nivel que puede ser cualquier aspecto de nuestras vidas por lo que no debemos retroceder y siempre avanzar y encontrar la manera de pasar los "obstáculos" que encontramos en la vida, en nuestro camino (auto superación).

-*FreeRunning*: término para denominar al Parkour en el Reino Unido, aunque luego Sébastien Foucan la utilizó para denominarla como una nueva disciplina donde se incorpora la creatividad y expresión personal como también movimientos de otras disciplinas físicas. A sus practicantes se les conoce como Freerunners.

-*Arte del desplazamiento (ADD)*: es la abreviación de "Art du Deplacement" en Francés. Nombre que le dio el grupo Yamakasi a la disciplina.

-*Traceur / Traceuse*: traceur es el término para referirse al practicante de Parkour y traceuse a la practicante. Significa "trazador" o "el que hace el camino".

-*Reunión de Traceurs (RT)*: también conocido como "Reunión de Parkour". Son reuniones que hacen los practicantes de Parkour para entrenar juntos y que es normalmente organizado por algún colectivo, grupo o entidad y desarrollado bajo un esquema ordenado.<sup>5</sup>

## 3. Salto largo o de longitud

Varios estudios han demostrado que el rendimiento en el salto de longitud está directamente relacionado con diferentes mecanismos mecánicos y musculares que se producen desde que el pie de despegue tiene contacto en el suelo hasta el recorrido del despegue mismo.<sup>8</sup>

Básicamente, el objetivo del saltador es de generar velocidad vertical de su centro de masa (CM) en el despegue sin perder demasiada velocidad horizontal del CM. Es bien sabido que la mayor ganancia en velocidad vertical toma lugar durante la fase de impulso, que es asociada con una pérdida en la velocidad horizontal.

### 3.1. Fases del salto largo

*Fase de carrera*: junto con la batida constituye la base del salto. Ha de realizarse en progresión y con gran elevación del muslo.

*Fase de batida o impulso*: la batida transforma la carrera en salto. Comienza con el apoyo del pie y termina con la pérdida de ese contacto.

*Fase de vuelo*: existen varias técnicas en este apartado dependiendo fundamentalmente de la longitud del salto y la experiencia del saltador. La más simple y aprendida en clase es la Técnica Natural, que consiste en que durante el vuelo la pierna de batida se une a la libre para preparar la caída.

*Fase de caída*: es en aquella en la que los pies vuelven a tomar contacto con el suelo.<sup>9</sup>

## 4. Salto de caballete

El salto de caballete, caballo o potro, es una de las disciplinas o aparatos que conforman el circuito de gimnasia artística en las competiciones de este deporte, tanto masculinas como femeninas.

#### 4.1. Fases del salto de caballete

-*Acercamiento o carrera*: inicia con una carrera a 25 metros del caballete, lo que le permite al gimnasta proveer de la energía necesaria para realizar el salto (1).

-*Impulso o talacha*: que lo lleva a un trampolín para saltar a la parte superior del caballete (2).

-*Prevuelo*: permite al cuerpo rotar en la dirección correcta de vuelo y tomar impulso para la fase de vuelo (3).

-*Apoyo en el caballete*: el objetivo del impulso y el apoyo en el caballete es maximizar la altura, la distancia del vuelo (4).

-*Fase de vuelo*: puede contener giros y torsiones y es la fase más compleja del salto (5).

-*Aterrizaje*: el gimnasta concluye su salto, al caer de pie sobre las colchonetas (6).<sup>10</sup>

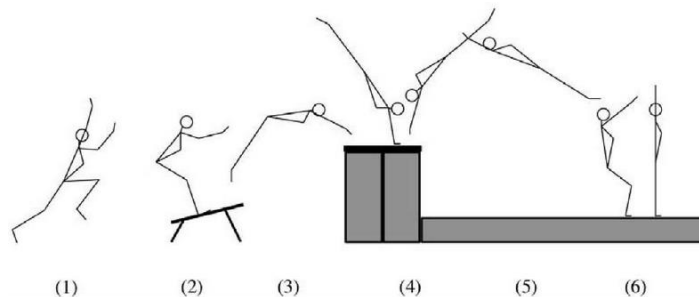


Figura 1. Fases del salto en caballete. Fuente: Dillman, Charles j. (1985)

#### 5. Salto Kong o salto del gato

El propósito de este salto es para superar obstáculos de gran altura y longitud. Es un salto en el que franquearemos un obstáculo apoyándonos en él con las manos en paralelo durante el salto, para después pasar las piernas juntas y flexionadas entre el hueco que dejan los brazos en su apoyo en el obstáculo.

Este tipo de salto de gato o Kong es el más potente para llegar lejos. Se realiza saltando mientras se corre, lanzando la pierna con la que no se impulsa hacia atrás para darle más fuerza al salto (esto sale casi automático). Se recomienda utilizarlo en obstáculos de altura media (entre la cintura y un a poca distancia por debajo del pecho).<sup>7</sup>



Figura 2. Salto Kong. Fuente: Mi Parkour (2015),

## 6. El Parkour reconocido como deporte

En marzo de 2013, la Organización *Parkour UK*, expidió una aplicación para que el Parkour se reconociera como deporte oficial en Inglaterra; siendo aceptada esta solicitud en marzo de 2014. La solicitud completa de reconocimiento fue presentada en agosto de 2015 y fue recomendada para su aprobación por el Panel de Reconocimiento del Reino Unido en diciembre de 2015. Durante 2016 las Juntas de los Consejos de Deportes de dicho país aprobaron la solicitud completa de reconocimiento, dándose la confirmación final del reconocimiento en Octubre 2016.

El reconocimiento permitirá a grupos de Parkour y Freerunning, además de a organizaciones afiliadas a Parkour Reino Unido, solicitar a los consejos de deportes de Gran Bretaña para recibir fondos de la tesorería para apoyar el desarrollo del deporte localmente en cada estado.

El 10 de enero de 2017, la Ministra de Deportes, Tracey Crouch, junto con el Presidente de Parkour UK y fundador de Parkour / Freerunning, Sebastien Foucan anunció el reconocimiento formal de Parkour / Freerunning como deporte y Parkour UK como el órgano rector para éste deporte en el Reino Unido. El anuncio se hizo en LEAP Parkour Park, la mayor instalación de Parkour al aire libre de Inglaterra en la Westminster Academy de Londres.<sup>1</sup>

## 7. Antecedentes del estudio de la cinemática del movimiento humano

El estudio del movimiento ha interesado desde tiempos remotos, pero en la antigüedad el hombre solo disponía de su capacidad de observación. En el último siglo el desarrollo de las técnicas de análisis del movimiento y la marcha ha experimentado su mayor desarrollo, principalmente desde la introducción de programas informáticos que proporcionan datos numéricos y gráficos, y permiten la realización de un estudio objetivo del movimiento normal, del patológico y del movimiento que va más allá de lo cotidiano, y los factores que pueden modificar estos movimientos.<sup>11</sup>

Desde la antigüedad ha existido gran interés por el estudio del movimiento y de la marcha. Cuando el hombre comenzó a practicar la Medicina observó los movimientos de los enfermos y los utilizó como ayuda en el diagnóstico de las enfermedades y en el campo terapéutico. Son los griegos en el período helenístico los que ofrecen los orígenes de las leyes de funcionamiento que rigen el ejercicio físico.<sup>12</sup>

Aristóteles (384-322 a. C.), Hipócrates (460-377 a. C.) y Galeno (129-201) dieron gran importancia al estudio del movimiento y en particular al estudio de la marcha. Aristóteles describió por primera vez las acciones de los músculos y el proceso de la marcha: "El animal que se mueve hace su cambio de posición presionando lo que está por debajo de él". Hipócrates demuestra un profundo conocimiento de la relación entre el movimiento y el músculo, al que él denomina carne, y recomienda el movimiento en el tratamiento de enfermedad<sup>13</sup>des, en concreto largas caminatas para evitar la atrofia y combatir la obesidad. El romano Galeno, en su ensayo "De Motu Musculorum" estableció la diferencia entre nervios motores y sensitivos y músculos agonistas y antagonistas.<sup>12, 14, 15</sup>

Desde los estudios de Galeno, los conocimientos de Fisiología del ejercicio no avanzaron hasta que Leonardo

da Vinci se interesó por el movimiento humano, el centro de gravedad y la marcha.<sup>15</sup> El pintor florentino escribió: “La Ciencia de la Mecánica es la más útil y generosa de todas las ciencias pues todos los cuerpos vivos que tienen movimiento actúan bajo sus leyes”.<sup>14</sup> Leonardo Da Vinci representa mediante grabados las fases de la marcha humana. Estudia la Anatomía humana, la capacidad del hombre para generar movimiento, y la relación del centro de gravedad con el mantenimiento del equilibrio, describe la mecánica del cuerpo en bipedestación, durante la marcha y el salto y estudia el mecanismo de contracción muscular y de la mecánica articular.<sup>15</sup>

Giovanni Alfonso Borelli (1608-1679), para el estudio del movimiento humano y el animal aplica sistemáticamente el principio de la palanca, considera las relaciones entre sistema muscular y sistema óseo y refiere las variaciones que se producen en el músculo en movimiento; variaciones tanto de longitud como de volumen. Actualmente es considerado el padre de la Biomecánica.<sup>14,15,13</sup>

El fotógrafo inglés Eadweard Muybridge (1830-1904) ideó la forma de hacer rápidamente numerosas fotografías seguidas.<sup>15,13,14</sup> Obtuvo como resultado una sucesión de fotografías tomadas con una diferencia de una fracción de segundo. A este sistema se le llamó fotografía secuencial y permitió observar detalles del movimiento que antes no habían podido ser apreciados, pues consiguió congelar distintos momentos de un movimiento rápido que podía estudiarse con todo detalle.<sup>14,15,13</sup>

Etienne Jules Marey (1830-1904), médico, fisiólogo e inventor francés aplicó técnicas de fotografía cronocíclica, ciclofotografía o cronofotografía para analizar la marcha humana y la marcha animal.<sup>13</sup> En 1894 describió una plataforma dinamométrica. Carlet, que desarrolló su trabajo de investigación en el laboratorio de Marey, llevó a cabo mediciones de la longitud y duración del paso, fases de oscilación y apoyo e inclinación lateral del cuerpo.<sup>13,14</sup>

En 1916 Amar diseñó una pista dinamométrica que registraba fuerzas en cuatro direcciones: vertical, horizontal, lateral externa y lateral interna.<sup>15,14</sup>

En 1983 Katoh utilizó plataformas de fuerza para medir las fuerzas de reacción dinámica del suelo en sentido vertical, anteroposterior y medio lateral expresado como porcentaje del peso del cuerpo, así como el centro de presiones bajo el pie.<sup>14,16</sup>

A finales de la II Guerra Mundial surgieron los primeros laboratorios de Biomecánica y análisis del movimiento humano, principalmente en Estados Unidos lo que supuso un impulso en el conocimiento de la locomoción humana.<sup>13</sup>

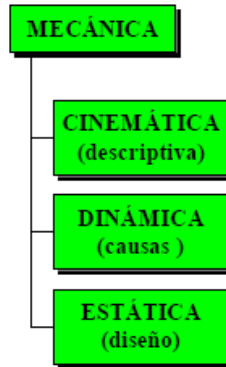
La fotografía seriada utilizada por Mudbrag y Marey, o las primitivas técnicas cinematográficas que se emplearon en el análisis del movimiento, y más concretamente de la marcha, se han sustituido por sistemas que analizan el proceso de deambulación mediante la utilización de cámaras de vídeo, como el sistema Kinescan/IBV 2001, sistema de análisis del movimiento que se basa en el registro digital de imágenes, pudiéndose realizar los análisis en dos o en tres dimensiones.<sup>13,17,18</sup>

## **8. Conceptos y definiciones**

-*Cinemática*: estudia el movimiento de los cuerpos en el espacio con un carácter meramente descriptivo; sin detenerse a evaluar las causas productoras, ni el gasto energético demandado.<sup>19</sup>

-*Cinética o dinámica*: estudia las causas productoras de los movimientos.<sup>19</sup>

-*Estática*: estudia el diseño de las estructuras, y la respuesta de las mismas ante cargas aplicadas.<sup>19</sup>



-*Desplazamiento*: representa el cambio posicional de un cuerpo en relación a un sistema de referencia. Es una magnitud vectorial porque posee una dirección.<sup>19</sup>

-*Distancia*: es una magnitud escalar que representa la cantidad de trayecto realizado.<sup>19</sup>

-*Velocidad*: es determinada por el desplazamiento obtenido en una unidad de tiempo. Es una magnitud vectorial.<sup>19</sup>

-*Rapidez*: constituye la relación entre la distancia recorrida en una unidad de tiempo, por lo tanto es una magnitud escalar.<sup>19</sup>

-*Aceleración*: constituye una variación de la velocidad en determinado periodo de tiempo. Para que un cuerpo sea acelerado necesito de una fuerza que lo acelere.<sup>19</sup>

-*Dinamometría muscular*: es una serie de pruebas que tiene el objetivo de medir la fuerza muscular por grupos con funciones agonistas en las principales articulaciones.<sup>20</sup>

-*Fuerza*: cualquier causa capaz de modificar la velocidad de un cuerpo o de provocar su deformación. Una fuerza se representa con un vector. Capacidad de un cuerpo para vencer una resistencia<sup>21</sup>. Se caracteriza por: a) Magnitud: determinada por la longitud del vector; b) Punto de aplicación: punto del cuerpo donde se aplica la fuerza; c) Dirección: recta por la cual se aplica la fuerza; d) Sentido: hacia donde se dirige una fuerza en determinada dirección; e) Recta de acción: recta respecto a la cual se mueve el objeto. Su unidad son los Newtons (N).<sup>21</sup>

-*Torque o momento de fuerza*: representa una fuerza rotatoria o la magnitud del giro alrededor de un centro de rotación. Es una medida que indica la cantidad de fuerza que se requiere para poder producir un movimiento rotatorio o angular de un objeto rígido o palanca. Es producto de la magnitud de la fuerza aplicada (F) y la distancia (d) en que se encuentra dicha fuerza de rotación,  $T = F \times d$  Su unidad son los Newtons por metro (N.m).

<sup>21</sup>

-*Torque o momento de fuerza relativo*: es la relación que se puede obtener entre el torque y el peso corporal.<sup>21</sup>

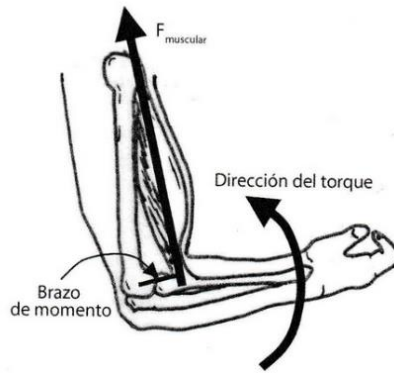


Figura 3. Componentes del torque. Fuente: Planifica tu entrenamiento (2017),

-*Trabajo*: producto de una fuerza por la distancia recorrida por el punto de aplicación de esta fuerza a lo largo de su línea de acción. Su unidad son los Jules, por lo tanto 1 Joule representa N.m.<sup>21</sup>

-*Ángulo de proyección*: representa el ángulo de velocidad del saltador o artefacto. Se expresa a partir de los componentes vertical y horizontal de saltador en el instante del despegue. El ángulo óptimo de lanzamiento de un proyectil, sin importar cuál sea su velocidad es de 45° (figura 1).<sup>22,23</sup>

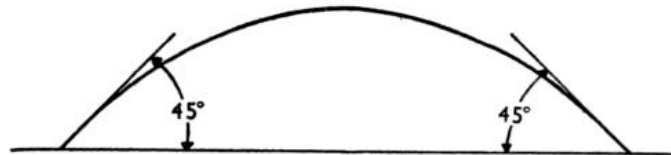


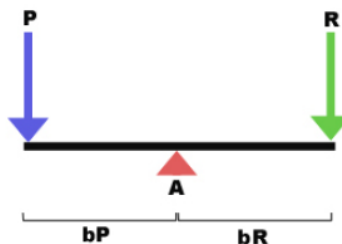
Fig. 4. Ángulos de proyección. Fuente: Dyson, G.(1990),

## 9. Sistemas de palancas

Una palanca es una máquina simple cuya finalidad consiste en transmitir fuerzas a distancia: actuando como amplificadores o bien de la fuerza, o bien de la distancia.

Está formada por una barra rígida colocada sobre un *punto de apoyo* (o fulcro). Las fuerzas a ambos lados del punto de apoyo reciben el nombre de *potencia* (fuerza que tiende a movilizar la palanca) y *resistencia* (fuerza que se opone a la potencia).

La distancia desde la potencia hasta el punto de apoyo constituye el *brazo de potencia*. Del mismo modo, la distancia entre la resistencia y el punto de apoyo constituye el *brazo de resistencia*.



### 9.1. Tipos de palancas

-*Palanca de 1° género*: el punto de apoyo se ubica entre la potencia y la resistencia.

-*Palanca de 2º género*: la resistencia se ubica entre la potencia y el punto de apoyo.

-*Palanca de 3º género*: la potencia se ubica entre el punto de apoyo y la resistencia.

La ventaja mecánica de una palanca depende de la relación entre el brazo de potencia y el de resistencia. A fuerzas iguales, *cuanto mayor sea el brazo de palanca mayor va a ser el efecto de rotación generado*.

La mayor parte de las palancas corporales son de tercer género, lo que se comprende si se tiene en cuenta que la principal función del cuerpo humano es su movilidad. Por lo tanto, la musculatura (actuando con brazos cortos de palanca) va a encontrarse en relativa desventaja mecánica. Desventaja que es compensada mediante otros mecanismos (tipo de fibras musculares, ángulos de tracción, etc.).

El ángulo óptimo para la aplicación de una fuerza es de 90° con respecto al brazo de palanca, ya que en ese modo toda la fuerza actúa para rotar la palanca sobre su eje (en realidad una mínima parte se pierde en vencer las fuerzas de rozamiento). En el caso de una fuerza que no actúe perpendicularmente al brazo de palanca, la misma se va a descomponer en dos componentes diferentes:

Uno de ellos va a ser la fuerza efectiva de la rotación de la palanca sobre su eje. Este es el componente cuya recta de acción es perpendicular al brazo de la palanca, y es denominado *componente rotatorio* (CR). La recta de acción del otro componente coincide con el eje longitudinal de la palanca; actuando como fuerza estabilizadora (en caso de una fuerza aplicada con ángulo agudo) o desestabilizadora (en caso de una fuerza aplicada con un ángulo mayor de 90°), y es denominado *componente longitudinal* (CL).<sup>19</sup>

## 10. Capacidades biomotoras

Son las condiciones motrices de tipo endógeno que permiten la formación de habilidades motoras; son conjunto de predisposiciones o potencialidades motrices fundamentales en el hombre que hacen posible el desarrollo de habilidades motoras aprendidas.

-*Capacidades condicionales*: están determinadas por los procesos energéticos y del metabolismo del rendimiento de la musculatura voluntaria.

- *Resistencia aeróbica*: es aquella en la que los esfuerzos disponen de suficiente oxígeno para la oxidación de glucógeno y ácidos grasos.
- *Resistencia anaeróbica*: no existe una aportación de oxígeno suficiente para la oxidación y cuando los procesos metabólicos sin participación del oxígeno adquieren una importancia esencial.
- *Fuerza resistencia*: es la capacidad del deportista de realizar rendimiento de fuerza durante un tiempo determinado con una alta capacidad de resistencia a la fatiga, característica en una secuencia de movimientos cíclica o acíclica.<sup>24</sup>

-*Capacidades coordinativas*: vienen determinadas por los procesos de dirección del sistema nervioso dependen de él. Su nombre proviene de la capacidad que tiene el cuerpo de desarrollar una serie de acciones determinadas.

- *Equilibrio*: capacidad de mantener o volver a colocar todo el cuerpo en estado de equilibrio durante o luego de cambios voluminosos de posición del mismo.



- *Ritmización*: capacidad de registrar y reproducir motrizmente un ritmo dado exteriormente y la capacidad de realizar en un movimiento propio el ritmo “interiorizado”, el ritmo de movimiento existe en la propia imaginación.
- *Orientación*: capacidad para determinar y modificar la posición y los movimientos del cuerpo en el espacio y tiempo, en relación con un campo de acción definido y/o con un objeto en movimiento.
- *Acoplamiento*: capacidad de coordinar apropiadamente los movimientos parciales del cuerpo entre sí y en relación con el movimiento total que se realiza para obtener un objetivo motor determinado.
- *Diferenciación*: capacidad para lograr una coordinación muy fina de fases motoras y movimientos parciales individuales, la cual se manifiesta en una gran exactitud y economía del movimiento global.
- *Reacción*: capacidad de inducir y ejecutar rápidamente acciones motoras breves, adecuadas a una señal, donde lo importante consiste en reaccionar en el momento oportuno y con la velocidad apropiada de acuerdo con la tarea establecida, pero en la mayoría de los casos el nivel óptimo implica una reacción de los más rápida posible a esa señal.
- *Cambio*: es la capacidad de adaptar el programa de acción a las nuevas situaciones, con base en los cambios situativos percibidos o anticipados durante la ejecución motora.<sup>24</sup>

-*Capacidades mixtas condicionales-coordinativas*: este grupo posee tanto aspectos de dirección y regulación como morfológicos y energético-funcionales.

- *Flexoelasticidad*: conjunto de cualidades morfofuncionales que garantiza la amplitud de los movimientos. La amplitud del movimiento de una articulación.
- *Rapidez*: capacidad de realizar acciones motrices con máxima intensidad, en el menor tiempo.
- *Fuerza máxima*: capacidad del organismo de realizar contracciones elevadas y voluntarias para superar resistencias muy altas.
- *Fuerza explosiva*: capacidad de desarrollar rápidamente una fuerza contra resistencias superiores al 50% de la máxima fuerza actual.<sup>24</sup>

## 11. Tipos de contracción muscular

-*Isométrica o estática*: tiene lugar cuando el músculo es activo pero no se observa un movimiento visible de los huesos. La tensión interna generada por el músculo es igual a la fuerza externa, de manera que se alcanza el equilibrio.

-*Isocinética*: tiene lugar cuando el músculo produce el movimiento de uno o más de los huesos en los que se inserta, de manera que este movimiento parece mantener una velocidad constante. La fuerza producida por el músculo durante el periodo de actividad isocinética puede variar a medida que cambia la longitud del músculo.

-*Isotónica*: tiene lugar en las situaciones en las que se produce el movimiento de uno o más huesos en los que se inserta el músculo activo. Es un proceso dinámico en el que el músculo puede presentar un aumento o una disminución de su longitud. Durante la actividad, pueden variar la velocidad de cambio de longitud y la fuerza producida por el músculo. Se puede subdividir en:

-Actividad concéntrica: que tiene lugar cuando el músculo activo genera una fuerza interna superior a la fuerza externa y así, tiene lugar un acortamiento en su longitud.

-Actividad excéntrica: se produce cuando el músculo activo genera una fuerza inferior a la de la fuerza externa y, por tanto, muestra un aumento de su longitud.<sup>25</sup>

## 12. Ciclo estiramiento-acortamiento (CEA)

Esta es la terminología utilizada en fisiología para designar el fenómeno particular que caracteriza la sollicitación muscular específica de las contracciones pliométricas. De hecho, el funcionamiento pliométrico no se resume en la yuxtaposición de una acción excéntrica seguida de una acción concéntrica, sino que se basa en mecanismos que le son propios.

La intervención del CEA requiere 3 condiciones:

- Tener una buena preactivación de los músculos antes de la fase excéntrica,
- una fase excéntrica corta y rápida,
- una transmisión inmediata (corto plazo) entre la fase de estiramiento (excéntrica) y la de acortamiento (concéntrica).<sup>26</sup>

### 12.1. Fases del CEA

a) Fase de preactivación: es el período comprendido desde que aparece una cierta actividad muscular hasta que se comienzan a ejercer fuerzas contra los elementos externos. Es decir, desde el momento en que aumenta la actividad mioeléctrica sobre los niveles basales hasta el momento de contacto con el suelo. En esta fase, los centros superiores del Sistema Nervioso Central ajustan el grado de preactivación y rigidez muscular en función de la magnitud del estiramiento previsto (a mayor altura de caída, mayor preactivación y por tanto mayor rigidez). Cuanto menor es la rigidez previa al contacto, menor es también la capacidad de movimiento reactivo posterior.

22

b) Fase de activación (contracción excéntrica): comprende desde que se inician las fuerzas contra los elementos externos hasta que finaliza el alargamiento del músculo. En esta fase se detectan picos de gran amplitud en la actividad eléctrica del músculo, debidos en parte a la oposición de los husos musculares al estiramiento (respuesta voluntaria) y al reflejo miotático (respuesta refleja), el cual facilita la activación de los músculos sometidos al estiramiento. Se comprobó la relación directa que tiene el reflejo miotático con la altura alcanzada en un salto en el que los músculos implicados son preestirados.<sup>22</sup>

Pero el reflejo miotático no es la única respuesta de tipo reflejo que puede acontecer. Ante estiramientos importantes (cuando la altura de caída es muy elevada) se activa el *reflejo tendinoso de Golgi*, que se opone a la acción del reflejo miotático, protegiendo la integridad muscular.<sup>27</sup>

Hoy en día también se considera la posibilidad de que el aparato contráctil, por sí solo, es capaz de generar más fuerza cuando ha sido estirado previamente de forma rápida y el tiempo entre la fase excéntrica y la concéntrica es mínimo. Esto es lo que se ha venido a denominar "*efecto de potenciación*", aunque no está del todo explicado<sup>28</sup>. Es probable que se deba a las especiales características de las cabezas miosínicas y su comportamiento al establecer los puentes cruzados.<sup>22</sup>

c) Fase de contracción muscular concéntrica: está comprendida desde que se inicia el acortamiento del músculo hasta que se pierde contacto con los elementos externos, en este caso el suelo, contra los cuales se ha ejercido

fuerza. Es donde se aprovecha la energía elástica acumulada anteriormente. Para utilizar de forma óptima dicha energía es necesario que la fase concéntrica suceda inmediatamente en el tiempo a la fase excéntrica. Si esto no se produce, la energía elástica acumulada se disipa en forma de calor; la fase de transición no debe durar más de 200 ms.<sup>22,28</sup>

### **13. Características del músculo tríceps braquial**

Músculo de 3 cabezas, a las cuáles se les da el nombre de vastos o porciones. Ocupa prácticamente toda la cara posterior del húmero, salvo su segmento posterior que está ocupado por el deltoides. Es músculo multipenniforme, aumentando la tensión que puede ejercer.

Orígenes: porción larga, tubérculo infraglenoideo de la escápula. Porción lateral, cara posterior del tercio superior del húmero (a lo largo del borde externo). Porción medial, borde medial de la cara posterior de los dos tercios inferiores del húmero.

Inserción: cara superior del olécranon.

Acciones: retroversión (extensión, aducción y ligera rotación medial del brazo).

Es un músculo antigravitatorio que, en el humano ha perdido parte de sus funciones pero que mantiene una gran resistencia para evitar caídas y proteger la parte más sensible del tronco y la cabeza. Además es sinérgico antagonista del bíceps braquial, facilitando la acción de atornillar, específica del ser humano en la manipulación de objetos con un fin establecido. La posición de máxima eficacia es una "semipronosupinación" con flexión de unos 20°-30°, con lo cuál el tríceps contribuye al a trepa o tracción. En extensión completa el tríceps pierde eficacia porque tiende a luxar el cúbito. Asociando hombro y codo, la mayor eficacia del tríceps se produce al situarnos en una ligera flexión de hombro y una moderada flexión de codo. La constitución de palanca del tríceps hace que la resistencia incida en la mano en sentido antigravitatorio y el tríceps intenta entonces restablecer la posición anatómica.<sup>29</sup>

## PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El Parkour, también conocido en el ámbito competitivo como *freerunning*, es un estilo de vida y una disciplina en expansión en el mundo y en México, siendo reconocido actualmente por la Gran Bretaña como una disciplina deportiva de manera oficial. Por esto es que ha surgido interés por conocer a sus practicantes y sus métodos excepcionales de salto, aterrizaje y entrenamiento.<sup>1,5</sup>

Debido al auge que está teniendo esta forma de “arte en movimiento” entre los jóvenes en México, es de extrañarse que no se hayan realizado investigaciones en *traceurs* mexicanos, ni de manera antropométrica ni biomecánica.

En las investigaciones previas se ha analizado de manera importante sus técnicas de aterrizaje, que, por su efectividad disminuyen la probabilidad y el índice de lesiones durante su ejecución. Por otro lado se tiene olvidada a la acción iniciadora de dicho aterrizaje: el salto. Éste ha sido relegado a segundo plano, pese a su importancia en la práctica de este deporte, ya que sin un salto bien ejecutado, no habría un adecuado desplazamiento, ni mucho menos un correcto y seguro aterrizaje.<sup>30</sup>

El interés de la realización de este estudio es conocer a detalle diversas variables cinemáticas que influyen en que se pueda alcanzar la máxima distancia con el Salto Kong.

## PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN

¿Cuáles son los factores que influyen en la realización de un salto Kong?

## HIPÓTESIS

- a) A mayor estatura, longitud de miembros torácicos y fuerza de tríceps braquial, se obtiene un salto de mayor distancia.
- b) A menor tiempo de contacto de las manos en el objeto, se obtiene mayor altura, y por lo tanto mayor distancia se en el salto.
- c) La distancia en el salto Kong es proporcional al tiempo de práctica del *Traceur*.
- d) Se obtendrá mayor distancia con el salto Kong, si el ángulo del hombro al momento del contacto está entre 128° y 237°; y al momento del despegue se encuentre entre 155° a 174°.<sup>31</sup>

## JUSTIFICACIÓN

El Parkour es la disciplina donde el *traceur* (practicante del Parkour) utiliza únicamente su cuerpo para desplazarse eficientemente por su entorno. Debido a esto es un deporte extremo de fácil acceso y que puede ser practicado en lugares públicos, por lo que la inversión monetaria para practicarlo, es baja.

Actualmente este deporte está incrementando sus adeptos por lo antes mencionado y porque las escuelas, principalmente las universidades, donde los jóvenes pasan gran parte de su tiempo, son escenarios propicios para su práctica, debido a los múltiples obstáculos que representan las diferentes construcciones de estos centros de estudio.<sup>2</sup>

La eficiencia de los movimientos de los *traceurs* tanto en sus desplazamientos y saltos, hacen que las lesiones en los practicantes del Parkour sean mínimas y se deban, principalmente a la mala técnica generalmente ocasionada por falta de entrenamiento adecuado y falta de experiencia.

Por otro lado al ser no solo un deporte, sino un estilo de vida, representa una forma de integración social para quienes lo practican.<sup>3</sup>

Existe poca información en la literatura médico-deportiva sobre los movimientos en los saltos de los practicantes de Parkour. Y la información existente sobre este salto está enfocada en el aterrizaje de dichos saltos, debido al riesgo aumentado que se corre al sufrir lesiones, principalmente por las grandes alturas de las que saltan estos deportistas extremos.<sup>32</sup>

Como médicos de la actividad física y deportiva, el estar actualizados con estas prácticas deportivas emergentes, nos permitirá tener una práctica de vanguardia, de calidad y enfocada a las necesidades específicas de los practicantes de este deporte emergente.

El interés de la realización de este estudio es conocer a detalle la influencia que tiene la longitud del brazo, la estatura, la fuerza de tríceps, los ángulos de proyección y el tiempo de práctica, en la obtención de máxima longitud con el Salto Kong por parte de los *traceurs*. Pudiendo lograr con lo anterior, proporcionar a los *traceur* datos que les permitan la profesionalización de la práctica de su deporte, y con ello, la mejora de su técnica.

## **OBJETIVO GENERAL**

Determinar cuál es la mejor técnica para obtener la mayor distancia al realizar un Salto Kong.

## **OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

1. Definir los ángulos de proyección más efectivos para lograr con un Salto Kong la mayor distancia.
2. Determinar la influencia del tiempo de práctica en la obtención de mayor longitud con un salto Kong.
3. Encontrar la relación entre la longitud de los miembros torácicos, fuerza de tríceps, y la obtención de un salto Kong de gran longitud.
4. Determinar la relación entre el tiempo de contacto de las manos en el obstáculo, el ángulo del hombro y la obtención de una mayor distancia con el salto Kong.

## **MÉTODO**

La muestra se colectó por conveniencia dentro de los practicantes del deporte.

Criterios de inclusión

Varones de 18 a 28 años de edad que tengan al menos un año practicando Parkour.

Que no tengan o hayan presentado alguna lesión osteomuscular en las últimas 6 semanas.

Que tengan al menos un año practicando Parkour sin haber suspendido su práctica por más de 3 meses.

Criterios de exclusión

-Practicantes de Parkour que presenten alguna patología que lo limite para realizar el salto.

-Que no deseen participar en el estudio.

-Haber ingerido alimentos menos de 1 hora antes de la prueba.

-Haber dormido menos de 6 hrs la noche anterior a la prueba del salto.

### **Infraestructura**

Los saltos de los *traceurs* y el análisis cinemático se realizaran en el laboratorio de Biomecánica de la

Dirección de Medicina del Deporte de la UNAM, dependencia de la Dirección de Deporte Universitario.

### **Procedimiento**

Se realizó un estudio descriptivo, prospectivo, transversal no aleatorizado en hombres practicantes de Parkour que acudieron a la Dirección de Medicina del Deporte a realizar las pruebas correspondientes.

Los participantes firmaron un consentimiento informado por escrito, que incluye la explicación completa de la prueba a realizar, con la inclusión de los riesgos y beneficios de la misma, de acuerdo a lo establecido en el Manual de Procedimientos de la Comisión de Ética de la Facultad de Medicina de la Universidad Nacional Autónoma de México, de acuerdo a la Ley General de Salud en materia de investigación, acorde con la declaración de Helsinki.

Los participantes acudieron el día y la hora acordadas para la realización de las mediciones, con la indumentaria adecuada: short, zapatillas deportivas (tennis) y playera sin mangas. Habiendo realizado su último alimento 1-2hrs antes de la prueba, y sin haber realizado ejercicio físico 24hrs antes de las pruebas y mediciones.

La evaluación de cada uno de los *traceurs* consistió en:

Se elaboró base de datos electrónica con: edad, tiempo de práctica del Parkour (años, días por semana y horas por día), presencia o ausencia de lesiones y las mediciones que se le realizaran.

Los participantes firmaron consentimiento informado por escrito, que incluye la explicación de la prueba a realizar, con la inclusión de los riesgos y beneficios de la misma.

Se hizo la determinación de peso corporal con báscula electrónica (Berkel LC-100, México, precisión 100g-150kg), de talla y longitud de ambos miembros torácicos con antropómetro (GPM, Suiza, precisión 1mm, 203cm), de acuerdo a las Normas Internacionales de Cineantropometría.<sup>33</sup>

Se realizó la determinación de la flexibilidad del *traceur*, utilizando el Flexitest que mide la flexibilidad de 20 articulaciones de manera pasiva, otorgándole a las mismas una calificación del 0 (muy pobre) al 4 (muy buena) en cada articulación, para obtener un puntaje de 0-80. Con el puntaje anterior, se establece una calificación cualitativa de la flexibilidad del *traceur*, determinando en que percentila se encuentra su puntaje, tomando en cuenta su edad.<sup>34, 35</sup>

Se determinó la fuerza isométrica máxima del músculo tríceps braquial (porción larga, vasto lateral y vasto medial) con dinamómetro mecánico Jamar (Los Ángeles, California, 2001. 0-300kg) adaptado a soporte metálico (Dirección de Medicina del Deporte, UNAM), el cuál funciona por medio de poleas y cables de tensión de acero que dan fijación a la abrazadera de la cinta con velcro, en las cuales se aplica la fuerza al colocarlas en las zonas a medir; se aisló el músculo a evaluar por medio del correcto posicionamiento y sujeción de los segmentos corporales.<sup>36</sup>



Figura 5. Dinamómetro adaptado. Dirección de Medicina del Deporte, UNAM

Se realizarán dos pruebas con 2 minutos de descanso entre cada una, siguiendo el siguiente procedimiento:

El sujeto de pie frente al dinamómetro con un brazo a 90° y con el antebrazo con pronación. La base del poste del dinamómetro quedó de acuerdo a la altura del sujeto para su comodidad, apoyando el codo quedando el antebrazo fuera de la base.

Se colocó una banda en la parte última del tercio distal del antebrazo, quedando vertical al cable. En esta modalidad no se requirió ninguna polea del dinamómetro.

El sujeto realizó fuerza hacia abajo únicamente con el antebrazo durante cinco segundos, cuidando de no quitar el apoyo del codo de la base del poste del dinamómetro.

La distancia (d) se tomó del epicóndilo lateral al centro de la banda.

Se obtuvo la fuerza (kg) del músculo deseado, se obtuvo el promedio del mismo, y éste se multiplicó por la distancia (d) y se dividió entre el radio de la articulación (r), que en este caso es 4, correspondiendo a la articulación del codo. Lo anterior para obtener el torque o momento.<sup>37, 36</sup>

$$T = \frac{F \times d}{r}$$

Para el análisis cinemático del salto se colocaron marcadores reflectivos (figura 3) de 15mm en las siguientes referencias corporales: parte distal del zapato (tomándose como referencia del 1°ortejo), maléolo medial y lateral, epicóndilo femoral medial y lateral, trocánter mayor, espina ilíaca anterosuperior, cresta iliaca y articulación de L5-S1<sup>38</sup>.



Figura 7. Colocación de marcadores reflectivos.

Cada *traceur* realizó 2 saltos Kong teniendo una distancia para impulso de 3m, con un intervalo entre cada salto de 3 minutos. A los *traceurs* se le solicitó que efectuaran sus saltos con el objetivo de alcanzar la máxima distancia. Estos saltos se videograbaron mediante 2 cámaras Go Pro Black Edition Hero 3 (E.U.A., resolución de video de 1440p, 48 fps; resolución de fotos 12Mpx, ráfaga de fotos de 30 fotos en 1 segundo) colocadas al frente y al costado, a 3.5 metros de distancia del objeto de apoyo<sup>39</sup> (cajón de madera de 50x50x80cm). Se realizó la localización del centro de gravedad en el punto más alto del salto<sup>40</sup>, utilizando el software de cálculo del centro de gravedad por el método segmentario de Zatovsky, de José Luis López Elvira (Image View versión 1.0, 1996, España).<sup>41</sup>

El análisis cinemático se realizó con el programa de análisis de movimiento Dartfish Pro Suite 7 (Suiza), midiendo la distancia desde su arranque hasta su despegue, la máxima altura obtenida durante la trayectoria de la primera parábola de su salto (la previa al apoyo de las manos en el obstáculo), la altura máxima de la segunda parábola (inicia al apoyar las manos en el obstáculo y finaliza al aterrizar), la máxima distancia obtenida

al final del salto (medida desde el punto donde apoya sus manos hasta cuando aterriza con sus pies) y los ángulos de proyección de ambas parábolas <sup>42</sup>.

Utilizando como punto de referencia para marcar la trayectoria del *traceur* en el salto, se tomó su centro de gravedad y desplazamiento que este sufre al alcanzar la máxima altura en ambos impulsos (del piso al obstáculo y del obstáculo al aterrizaje).

### **Procesamiento de datos**

Se realizó un estudio de estadística descriptiva. Los datos recolectados fueron analizados utilizando el programa estadístico SPSS, programa para PC, Versión 20.0 (SPSS Inc., USA). Se determinó medidas de tendencia centrales: media, mediana y desviación estándar (desviación típica). Se realizó la prueba no paramétrica de Shapiro-Wilk, para valorar la distribución de las variables; lo cual permitió determinar la fórmula de Correlación de Spearman para validar la prueba, con valor de  $p > 0.05$ .



## DEFINICIÓN DE LAS VARIABLES

VARIABLE	CONCEPTUAL	OPERACIONAL	CONT/DISCON	UNIDADES DE MEDICIÓN
<b>Talla</b>	Distancia vertical desde la horizontal hasta el vértex. <sup>43</sup>	Se mide con la persona en posición de atención antropométrica, sin calzado, alineando la cabeza con el plano de Frankfurt.	Continua cuantitativa	Metros (m)
<b>Peso (masa corporal)</b>	Representa la masa corporal total del individuo. <sup>43</sup>	Se mide con la persona en posición de atención antropométrica, sin calzado y sin objetos pesados.	Continua cuantitativa	Kilogramos (kg)
<b>Tiempo de práctica (antigüedad en el deporte)</b>	Tiempo en meses que el sujeto ha realizado de manera organizada su la actividad. <sup>44</sup>	Tomando el tiempo que se ha desempeñado como <i>traceur</i> , sin haberlo suspendido más de 6 meses.	Continua cuantitativa	Meses
<b>Torque o momento de fuerza</b>	Cantidad de fuerza que se requiere para poder producir un movimiento rotatorio o angular de un objeto rígido o palanca. <sup>21</sup>	Es producto de la magnitud de la fuerza aplicada (F) y la distancia (d) en que se encuentra dicha fuerza de rotación, dividida por el diámetro de la articulación (r).	Continua cuantitativa	Newtons por metro (N.m)
<b>Ángulo de proyección 2</b>	Representa el ángulo de velocidad del saltador o artefacto. <sup>22</sup>	Se expresa a partir de los componentes vertical y horizontal de saltador en el instante del despegue (cuando el participante apoya sus manos en el obstáculo).	Continua cuantitativa	Grados (°)
<b>Longitud miembro torácico</b>	Es la distancia entre el punto acromial y el estiloideo. <sup>43</sup>	Se obtiene midiendo del acromion a la punta de los dedos con el miembro torácico en extensión.	Continua cuantitativa	Centímetros (cm)
<b>Distancia 2</b>	Distancia obtenida al final del salto.	Se obtiene midiendo desde el punto donde apoya sus manos hasta cuando aterriza con sus pies	Continua cuantitativa	Metros (m)
<b>Altura 2</b>	Altura obtenida posterior a la fase de contacto en el obstáculo.	Se obtiene midiendo del suelo al punto de la trayectoria del <i>traceur</i> más alto posterior al contacto con el obstáculo	Continua cuantitativa	Metros (m)
<b>Tiempo de contacto</b>	Longitud de tiempo que el participante está en contacto con el obstáculo. <sup>45</sup>	Se obtiene midiendo el tiempo desde que el <i>traceur</i> apoya ambas manos en el obstáculo, hasta que las retira del mismo.	Continua cuantitativa	Milisegundos (ms)
<b>Flexibilidad</b>	La amplitud del movimiento de una articulación. <sup>35</sup>	Utilizando el Flexitest. <sup>34</sup>	Continua cuantitativa	Puntaje (0-4 por articulación y 0-80 como total de las 20 articulaciones)
<b>Ángulo del hombro</b>	Cantidad de giro del hombro.	Se obtiene colocando el vértice del ángulo en el acromion, un lado hacia el brazo y el otro lado hacia el torso. La amplitud del ángulo hacia la axila.	Continua cuantitativa	Grados

## RESULTADOS

Se obtuvieron un total de 10 *traceurs*, quienes cumplían con todos los criterios de inclusión. En el cuadro 1 se muestra el análisis descriptivo general de la población.

Tabla 1. Análisis descriptivo general

Variables	Media	Desviación estándar
n= 10		
Edad	23.10	±2.88
TP (meses)	76.20	±47.83
Peso (kg)	71.270	±7.94
Estatura (cm)	172.59	±9.00
LgPrMT (cm)	75.71	±4.81
TrPrT (N.m)	0.552	±0.128
Dis2Pr (m)	1.87	±0.37
Dis2 mejor salto	2.03	±0.61
H2 mejor salto	1.65	±0.34
Ang2Pr (grados)	58.49	±4.03
Tcontms	241.5	±34.43
Tcontps	263.5	±43.13
AHCM	104.78	±5.79
AHDM	69.40	±8.51
AHCP	104.10	±8.17
AHDP	69.38	±4.97
Flexitest	41.00	±4.57

TP tiempo de práctica, LgPrMT longitud promedio miembros torácicos, TrPrT torque relativo promedio de tríceps braquial, Dis2Pr distancia 2 promedio del salto, Ang2Pr ángulo 2 promedio de proyección, Tcontms tiempo de contacto del mejor salto, Tcontps tiempo de contacto del peor salto, AHCM ángulo del hombro al contacto con el objeto en el mejor salto, AHDM ángulo del hombro al despegue del objeto en el mejor salto, AHCP ángulo del hombro al contacto con el objeto en el peor salto, AHDP ángulo del hombro al despegue del objeto en el peor salto.

Se midió la longitud de ambos miembros torácicos y se calculó el promedio de la longitud los mismos (cuadro 2).

Tabla 2. Longitud de miembros torácicos			
n=10 <i>Traceurs</i>	LMTD (cm)	LMTI (cm)	LgPrMT (cm)
Media	75.9800	75.4400	75.7100
Desv. típ.	±4.84121	±4.84864	±4.81732

LMTD longitud miembro torácico derecho, LMTI longitud miembro torácico izquierdo, LgPrMT longitud promedio miembros torácico

Se realizó el cálculo del torque relativo de ambos tríceps braquiales y se sacó el promedio de los mismos (cuadro 3).

Tabla 3. Torque absoluto y relativo de tríceps braquial					
n=10 Traceus	TDa (N.m)	TDr (N.m)	Tla (N.m)	Tlr (N.m)	TrPrT (N.m)
Media	983.4525	0.9648	1014.3540	0.1409	0.5528
Desv. típ.	±237.38277	±0.23287	±330.62484	±0.03530	±0.12898

TDa torque absoluto de tríceps braquial derecho, TDr torque relativo de tríceps braquial derecho, Tla torque absoluto de tríceps braquial izquierdo, Tlr torque relativo de tríceps braquial izquierdo, TrPrT torque relativo promedio de tríceps.

Por medio del programa Dartfish Pro Suite 7, se analizaron las imágenes de los 4 saltos (figura 8) que realizaron los participantes y se midió la distancia 2 del salto (tabla 4), así como el ángulo de proyección 2 (tabla 5).

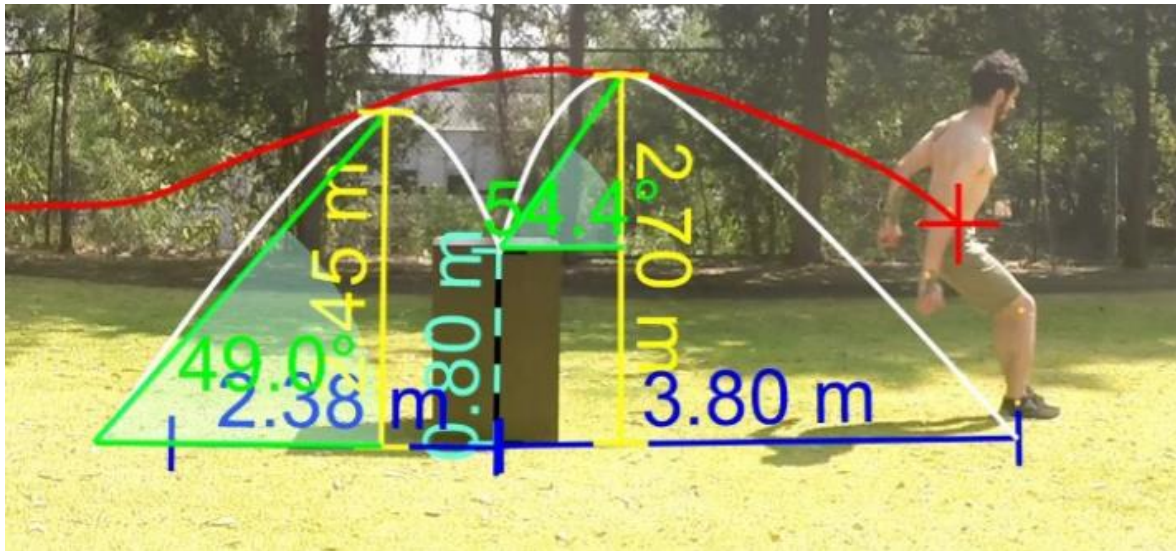


Figura 8. Análisis por medio del software de los ángulos de proyección y distancias obtenidas al realizar un salto Kong.

Tabla 4. Distancia 2 de los saltos							
n=10 Traceus	Dis2S1 (m)	Dis2S2 (m)	Dis2S3 (m)	Dis2S4 (m)	Dis2Prom (m)	Dis2mejorsalt (m)	Dis2peorsalt (m)
Media	2.0000	1.8200	1.8200	1.8640	1.8760	2.1150	1.7080
Desv. típ.	±0.70954	±0.33685	±0.35550	±0.27625	±0.37896	±0.64471	±0.33413

Dis2S1 distancia 2 salto 1, Dis2S2 distancia 2 salto 2, Dis2S3 distancia 2 salto 3, Dis2S4 distancia 2 salto 4, Dis2Prom promedio de la distancia 2 de los 4 saltos.

Tabla 5. Ángulo de proyección 2 de los saltos					
n=10 Traceus	Ang2S1 (grados)	Ang2S2 (grados)	Ang2S3 (grados)	Ang2S4 (grados)	Ang2Prom (grados)
Media	56.690	59.690	58.870	58.730	58.4950
Desv. típ.	±5.4657	±6.1113	±3.5264	±5.9535	±4.03364

Ang2S1 ángulo de proyección 2 salto 1, Ang2S2 ángulo de proyección 2 salto 2, Ang2S3 ángulo de proyección 2 salto 3, Ang2S4 ángulo de proyección 2 salto 4, Ang2Prom ángulo de proyección 2 promedio de los 4 saltos.

Posterior a obtener la distribución de los variables con la ecuación de Shapiro-Wilk, se llegó a la conclusión que la muestra no seguían una distribución normal, por lo que se realizó la correlación de las variables con la fórmula de Spearman.

Tabla 6. Correlación distancia 2 con promedio de las variables a estudiar						
n=10 <i>Traceurs</i>		Estatura	LgPrMT	TP	Ang2Prom	TrPrT
Dis2Prom	Coefficiente de correlación	-0.304	-0.274	0.413	-0.322	0.134
	Significancia	0.197	0.222	0.118	0.182	0.356

Correlación es significativa al nivel 0.05 y 0.01

Dis2Prom promedio de la distancia 2 de los 4 saltos, estatura promedio de los *traceurs*, LgPrMT longitud promedio de miembros torácicos, TP tiempo de práctica, Ang2Prom promedio de los ángulos de proyección 2 de todos los saltos, TrPrT promedio del torque relativo de tríceps braquial.

En cuanto a la distancia 2 promedio, no se obtuvo relación con ninguno con las variables estudiadas. Es decir, ni la estatura, el pico de torque relativo promedio de tríceps braquial, ni los ángulos de proyección o el tiempo de práctica influirán en que el *traceurs* obtenga una distancia máxima en su salto.

Tabla 7. Correlación torque relativo de Tríceps braquial y distancia 2					
n=10 <i>Traceurs</i>		Dis2S1	Dis2S2	Dis2S3	Dis2S4
TDr	Coefficiente de correlación	0.170	0.097	0.127	0.152
	Sig.	0.319	0.395	0.363	0.338
Tlr	Coefficiente de correlación	0.097	0.237	0.237	0.498
	Sig.	0.395	0.255	0.255	0.071

Correlación es significativa al nivel 0.05 y 0.01

TDr torque relativo tríceps derecho, Tlr torque relativo tríceps izquierdo, Dis2S1 distancia 2 salto 1, Dis2S2 distancia 2 salto 2, Dis2S3 distancia 2 salto 3, Dis2S4 distancia 2 salto 4.

El torque relativo del tríceps de cada uno de miembros torácicos no influye en la distancia que alcanza el *traceurs*.

Tabla 8. Correlación Ángulo de proyección 2 y distancia 2					
n=10 <i>Traceurs</i>		Dis2S1	Dis2S2	Dis2S3	Dis2S4
Ang2S1	Coefficiente de correlación	-0.280	-0.322	-0.515	-0.328
	Sig.	0.217	0.182	0.064	0.177
Ang2S2	Coefficiente de correlación	0.424	0.253	0.018	0.061
	Sig.	0.111	0.240	0.480	0.434
Ang2S3	Coefficiente de correlación	-0.371	-0.444	-0.600*	-0.377
	Sig.	0.146	0.099	0.033*	0.142
Ang2S4	Coefficiente de correlación	-0.377	-0.608*	-0.673*	-0.681*
	Sig.	0.142	0.031	0.017	0.015

Correlación es significativa al nivel 0.05 y 0.01

Ang2S1 ángulo de proyección 2 salto 1, Ang2S2 ángulo de proyección 2 salto 2, Ang2S3 ángulo de proyección 2 salto 3, Ang2S4 ángulo de proyección 2 salto 4, Dis2S1 distancia 2 salto 1, Dis2S2 distancia 2 salto 2, Dis2S3 distancia 2 salto 3, Dis2S4 distancia 2 salto 4.

Al analizar de manera individual cada ángulo de proyección 2 y cada distancia 2, encontramos una correlación negativa de los mismo, es decir a menor ángulo 2 de proyección, mayor será la distancia 2 que alcanzará el participante.

Tabla 9. Correlación ángulo de proyección 2 con el torque relativo promedio de bíceps braquial						
n=10 <i>Traceurs</i>		Ang2S1	Ang2S2	Ang2S3	Ang2S4	Ang2Prom
TrPrT	Coefficiente de correlación	0.539	0.571*	0.200	0.042	0.430
	Sig.	0.108	0.084	0.580	0.907	0.214

Correlación es significativa al nivel 0.05 y 0.01

Ang2S1 ángulo de proyección 2 salto 1, Ang2S2 ángulo de proyección 2 salto 2, Ang2S3 ángulo de proyección 2 salto 3, Ang2S4 ángulo de proyección 2 salto 4, TrPrT torque relativo promedio de tríceps braquial.

En la correlación del torque relativo promedio de tríceps braquial y los ángulos de proyección obtenidos en cada uno de los saltos, encontramos una correlación positiva en uno de los saltos, lo que indica que a mayor torque relativo de tríceps braquial, mayor será el ángulo de proyección, lo que no significa que la distancia 2 del salto se la mayor (ángulo de proyección más agudo (50-58°), más distancia 2 recorrerá).

Tabla 10. Correlación ángulo del hombro con la altura 2 y distancia 2					
n=10 <i>Traceurs</i>		Dis2ms	Dis2ps	H2ms	H2ps
AHCM	Coefficiente de correlación	-0.158	0.043	0.128	0.691
	Sig.	0.663	0.907	0.725	0.027
AHCP	Coefficiente de correlación	0.243	0.523	0.018	0.257
	Sig.	0.498	0.121	0.960	0.474
AHDM	Coefficiente de correlación	-0.261	0.000	0.024	0.599
	Sig.	0.466	1.00	0.947	0.599
AHDP	Coefficiente de correlación	-0.122	-0.036	-0.073	0.471
	Sig.	0.738	0.920	0.841	0.169

Correlación es significativa al nivel 0.05 y 0.01

AHCM ángulo del hombro al contacto con el objeto en el mejor salto, AHCP ángulo del hombro al contacto con el objeto en el peor salto, AHDM ángulo del hombro al despegue del objeto en el mejor salto, AHDP ángulo del hombro al despegue del objeto en el peor salto, Dis2ms distancia 2 del mejor salto, H2ms altura 2 del mejor salto, Dis2ps distancia 2 del peor salto, H2ps altura 2 del peor salto.

Según los datos obtenidos, no existe correlación entre los ángulos, de contacto, como de despegue del hombro, con una mayor altura o distancia en el salto Kong.

Tabla 11. Correlación tiempo de contacto con la altura 2 y distancia 2					
n=10 <i>Traceurs</i>		Dis2ms	Dis2ps	H2ms	H2ps
Tcontms	Coefficiente de correlación	-0.535	-0.463	-0.541	0.167
	Sig.	0.111	0.178	0.107	0.645
Tcontps	Coefficiente de correlación	-0.632	-0.449	-0.334	-0.72
	Sig.	0.050	0.193	0.345	0.844

Correlación es significativa al nivel 0.05 y 0.01

Tcontms tiempo de contacto del mejor salto, Tcontps tiempo de contacto del peor salto, Dis2ms distancia 2 del mejor salto, H2ms altura 2 del mejor salto, Dis2ps distancia 2 del peor salto, H2ps altura 2 del peor salto.

No se obtuvo correlación entre el tiempo de contacto en el obstáculo, con un salto Kong más alto o más largo.

## DISCUSIÓN

Al estar en aumento el número de practicantes de Parkour, y al ser éste un deporte oficial, por lo menos en Gran Bretaña, es necesario profesionalizar la práctica del mismo, iniciando por métodos de entrenamiento específicos para éste deporte. <sup>1</sup>

Existen diversos manuales donde se explican las técnicas de salto, sin embargo únicamente tienen un sustento empírico sin una base científica. El tener una base científica les permitirá incluir, además de las instrucciones para realizar el salto, ejercicios de fortalecimiento o propiocepción que le permitan al *traceur* lograr el mejor salto continuo. <sup>46, 47</sup>

En este estudio se encontró una correlación negativa entre el ángulo de proyección 2 y la distancia final que se obtiene en el salto Kong, lo que significa que, mientras más agudo sea el ángulo de proyección 2, mayor distancia final alcanzará el *Traceur*. En esta ocasión el ángulo de proyección 2 con el que se consiguió mayor distancia 2 fue de 54.4°, lo que difiere de la física, que señala que el ángulo de proyección más adecuado es de 45°. <sup>23</sup>

En cuanto a la influencia de los miembros torácicos en la obtención de la máxima distancia en el salto Kong, obtuvimos una correlación positiva entre el ángulo de proyección 2, y el pico de torque relativo de bíceps braquial, sin embargo esto no significa que sea beneficioso para el salto, ya que la relación de torque relativo promedio de miembros torácicos es directamente proporcional al ángulo, es decir, el ángulo puede llegar a ser mayor, de aquel que es óptimo para lograr máxima distancia en el salto Kong.

Pese a que la correlación de tiempo de práctica y máxima distancia 2 no existe, el participante que mayor longitud alcanzó (Dis2=3.80m), tiene 156 meses (13 años) practicando Parkour. Lo que puede guiarnos, a decir, pese a la nula correlación, que esta variable puede influir en obtener la máxima distancia en los saltos.

Otras variables como estatura y longitud de miembro torácico, no muestran correlación con la obtención de la máxima distancia 2 en el salto Kong.

El ángulo del hombro, tanto al momento del contacto con el obstáculo, como al despegue del mismo parece no tener ninguna influencia en la obtención de una mayor distancia al realizar el salto Kong. Al comparar los datos obtenidos en este estudio, muestran relación con los ángulos óptimos del hombro al contacto de las manos con el caballete (120° a 137°). Sin embargo, no hay relación entre el ángulo del hombro al despegue de las manos en el salto con caballete (155° a 174°) y el Salto Kong (69.40°). Se realizó esta comparación debido a que no se encontraron estudios que analizaran el salto Kong. Por las características de este salto (uso de obstáculo), el salto de características más similares, es el salto con caballete (apoyo de las manos en el caballete). Sin embargo la biomecánica de estos saltos difiere, tanto en el objetivo del salto, como en su ejecución, lo que puede ser consecuencia de sus diferencias, biomecánicas y de ejecución.

Pese a que no se obtuvo correlación entre el tiempo de contacto y obtener una mayor distancia con el salto Kong, observando los datos gruesos, el promedio de tiempo de contacto de los mejores saltos (mayor distancia 2), fue menor que el de los peores saltos.

Con los datos obtenidos en éste estudio podemos ofrecer información a los *traceurs* para la profesionalización de su práctica deportiva, al sugerir, no sólo practicar el Parkour con mayor regularidad, si no también que sería importante agregar un programa de fortalecimiento para tríceps braquial; y porqué no, con un software de análisis de movimiento, obtener los ángulos de proyección de cada salto que realicen, con el fin de llegar al ángulo de proyección óptimo dependiendo cuál sea la finalidad del salto (precisión o distancia).

La única hipótesis que se cumple es que la fuerza de los tríceps es proporcional al ángulo de proyección 2 y a la distancia total del salto.

El tamaño de la muestra de éste estudio fue pequeña, lo que pudo haber influido en la distribución anormal de la misma y la falta de resultados significativos, que a su vez pudo influir en que no se obtuviera un mayor número de correlaciones. Sería conveniente incluir más sujetos de estudio.

En este estudio se utilizaron únicamente hombres, porque las mujeres tienen factores biológicos (menor masa muscular, variaciones hormonales según su ciclo menstrual) que pueden influir en la homogeneidad de la muestra.

Limitaciones del estudio: tamaño de la muestra y utilización únicamente de hombres.

## CONCLUSIÓN

Al tener un ángulo de proyección agudo (entre  $50^\circ$  y  $58^\circ$ ) se obtiene una mayor distancia final (del punto de apoyo del obstáculo al punto de aterrizaje). Esto difiere de la mecánica de los proyectiles que indica que ángulo de proyección óptimo es de  $45^\circ$ , sin embargo el ángulo de proyección obtenido en este estudio, también es un ángulo agudo.

Un torque de tríceps braquial mayor puede actuar de manera negativa al realizar un salto Kong para obtener máxima distancia, debido a que aumentaría el ángulo de proyección 2, rompiendo la regla de la física del ángulo de proyección óptimo de  $45^\circ$  para obtener la máxima distancia de un proyectil, y los ángulos de proyección ideales de  $50-58^\circ$  obtenidos en este estudio.

El ángulo óptimo del hombro al momento del contacto de las manos con el obstáculo es de  $120^\circ$  a  $137^\circ$  y de despegue es de  $69.4^\circ$ , sin embargo el ángulo del hombro al despegue de las manos del obstáculo, no influye significativamente en la obtención de mayor distancia; ya que dicho ángulo únicamente difiere en  $0.1^\circ$  con el ángulo obtenido en los peores saltos.

En cuanto al tiempo de contacto, pese a la falta de correlación del mismo con una mayor distancia, a partir de los datos obtenidos, solamente se confirma, que a menor tiempo de contacto con el objeto, mayor será la altura obtenida, y por lo tanto se logrará una mayor distancia.

Es conveniente y de interés continuar analizando la cinemática no solo de este salto, sino, de los diferentes saltos que componen la práctica del *Parkour*, para bridar herramientas a este deporte incipiente, y continuar mejorando, de manera segura y profesional la práctica de éste.



Nombre: \_\_\_\_\_ Fecha: \_\_\_\_\_

Edad: \_\_\_\_\_ Sexo: \_\_\_\_\_ Deporte: \_\_\_\_\_

Rotación Externa (XIX)	Rotación Interna (XX)	Ext. Post. De Hombro (XVII)	Aducción Post. Hombro (XVII)	Ext. De Tronco (X)
Flexión Lat. Tronco (XI)	Ext. Cadera (VI)	Flexión de Rodilla (III)	Abd. De cadera (VIII)	Flex. De cadera (V)
Plantiflexión (II)	Dorsiflexión (I)	Flexión de Tronco (IX)	Aducción de Cadera (VII)	Aducción Post. Hombro (XVI)
Flexión de Codo (XIV)	Ext. De Codo (XV)	Ext. De Muñeca (XIII)	Flexión de Muñeca (XII)	Ext. De Rodilla (IV)

Graficas tomadas del libro: FLEXITEST, el Método de la Evaluación de la Flexibilidad. Gill Soares de Araujo Claudio. Ed. Paidotribo, 2005





FLEXITEST

0 = Muy Pobre    1 = Pobre    2 = Media    3 = Buena    4 = Muy Buena

Movimiento	Descripción	Puntaje en Hemicuerpo
XIX	Rot. Externa Hombro	
XX	Rot. Interna Hombro	
XVIII	Extensión posterior del Hombro	
XVII	Add posterior o Ext. Hombro	
X	Extensión Tronco	
XI	Flexión Lateral de Tronco	
VI	Extensión Cadera	
III	Flexión Rodilla	
VIII	Abd Cadera	
V	Flexión Cadera	
II	Plantiflexión	
I	Dorsiflexión	
IX	Flexión Tronco	
VII	Add Cadera	
XVI	Add. Posterior del hombre desde Abd de 180°	
XIV	Flexión Codo	
XV	Ext. Codo	
XIII	Ext. Muñeca	
XII	Flexión Muñeca	
IV	Extensión Rodilla	
<b>Total</b>		

Observaciones:


Evaluador:

\_\_\_\_\_

## CONSENTIMIENTO INFORMADO PARA PARTICIPAR EN UN ESTUDIO DE INVESTIGACIÓN MÉDICA

Título del protocolo: Análisis cinemático del salto Kong: cinemática de la triple extensión y la influencia de los brazos en la ejecución del salto.

Investigador principal: Dra. Samantha Rodríguez Sánchez

Sede donde se realizará el estudio: Dirección de Medicina del Deporte, UNAM

Nombre del paciente: \_\_\_\_\_

A usted se le está invitando a participar en este estudio de investigación médica. Antes de decidir si participa o no, debe conocer y comprender cada uno de los siguientes apartados. Este proceso se conoce como consentimiento informado. Siéntase con absoluta libertad para preguntar sobre cualquier aspecto que le ayude a aclarar sus dudas al respecto.

Una vez que haya comprendido el estudio y si usted desea participar, entonces se le pedirá que firme esta forma de consentimiento, de la cual se le entregará una copia firmada y fechada.

### 1. JUSTIFICACIÓN DEL ESTUDIO.

El siguiente estudio pretende dar más visibilidad al *Parkour* y a la vez para conocer de manera más detallada las actividades realizadas por los *tranceurs*, y en específico la técnica del salto Kong.

### 2. OBJETIVO DEL ESTUDIO

A usted se le está invitando a participar en un estudio de investigación que tiene como objetivos:

Determinar la técnica correcta para un el salto kong en *tranceurs*.

Influencia de los brazos en la ejecución de los *tranceurs* en el salto Kong.

### 3. BENEFICIOS DEL ESTUDIO

Proporcionar a los practicantes de *Parkour* mejorar su técnica, no solo de manera empírica, si no, con bases científicas.

### 4. PROCEDIMIENTOS DEL ESTUDIO

En caso de aceptar participar en el estudio se le realizarán algunas preguntas sobre usted, sus hábitos y sus antecedentes médicos, y la somatometría (toma de peso, talla y circunferencias de muslo y pantorrilla. Se le colocaran marcados reflectivos en ciertas articulaciones, tanto de sus piernas como de sus brazos para realizar la video grabación de sus saltos. Se le solicitará que realice una prueba dinamométrica que consiste el empujar un aparato con sus piernas, con la colocación de bandas de sujeción para aislar ciertos grupos musculares, esto para determinar la torca de ciertas palancas de su cuerpo (fuerza muscular). Al terminar el análisis se le entregaran los resultados de sus pruebas, con la interpretación de los mismos.

### 5. RIESGOS ASOCIADOS CON EL ESTUDIO

Al realizar los saltos, podría ocurrir un el contacto inapropiado con el objeto de apoyo y un mal aterrizaje, que podrían tener como consecuencia lesiones osteomusculares en muñeca, tobillo y rodilla, siendo las más comunes esguinces y contusiones.

## 6. ACLARACIONES

- Su decisión de participar en el estudio es completamente voluntaria.
- No habrá ninguna consecuencia desfavorable para usted, en caso de no aceptar la invitación.
- Si decide participar en el estudio puede retirarse en el momento que lo desee, -aun cuando el investigador responsable no se lo solicite-, pudiendo informar o no, las razones de su decisión, la cual será respetada en su integridad.
- No tendrá que hacer gasto alguno durante el estudio.
- No recibirá pago por su participación.
- En el transcurso del estudio usted podrá solicitar información actualizada sobre el mismo, al investigador responsable.
- La información obtenida en este estudio, utilizada para la identificación de cada paciente, será mantenida con estricta confidencialidad por el grupo de investigadores.
- En caso de que usted desarrolle algún efecto adverso secundario no previsto, tiene derecho a una indemnización, siempre que estos efectos sean consecuencia de su participación en el estudio.
- Usted también tiene acceso a las Comisiones de Investigación y de Ética de la Facultad de Medicina de la UNAM en caso de que tenga dudas sobre sus derechos como participante del estudio: Teléfono: 5623 2136
- Si considera que no hay dudas ni preguntas acerca de su participación, puede, si así lo desea, firmar la Carta de Consentimiento Informado que forma parte de este documento.

## 7. CARTA DE CONSENTIMIENTO INFORMADO

Yo, \_\_\_\_\_ he leído y comprendido la información anterior y mis preguntas han sido respondidas de manera satisfactoria. He sido informado y entiendo que los datos obtenidos en el estudio pueden ser publicados o difundidos con fines científicos. Convengo en participar en este estudio de investigación. Recibiré una copia firmada y fechada de esta forma de consentimiento.

\_\_\_\_\_  
Firma del participante o del padre o tutor

\_\_\_\_\_  
Fecha

\_\_\_\_\_  
Testigo 1

\_\_\_\_\_  
Fecha

\_\_\_\_\_  
Testigo 2

\_\_\_\_\_  
Fecha

Esta parte debe ser completada por el Investigador (o su representante): He explicado al Sr(a). \_\_\_\_\_ la naturaleza y los propósitos de la investigación; le he explicado acerca de los riesgos y beneficios que implica su participación. He contestado a las preguntas en la medida de lo posible y he preguntado si tiene alguna duda. Acepto que he leído y conozco la normatividad correspondiente para realizar investigación con seres humanos y me apego a ella. Una vez concluida la sesión de preguntas y respuestas, se procedió a firmar el presente documento.

## BIBLIOGRAFÍA

- 1 Eugene Minogue. Parkour UK. Available at: <http://parkour.uk/news/>.
- 2 Jennifer Leyden Rotawisky. Parkour, cuerpos que trazan heterotopías urbanas. *Rev Colomb Antropol* 2013; 49(2):41–61.
- 3 Paul Gilchrist BW. Lifestyle sport, public policy and youth engagement: examining the emergence of parkour. *Int J Sport Policy Polit* 2011; 3(No. 1):109–131. Doi: 10.1080/19406940.2010.547866.
- 4 Grosprêtre S, Lepers R. Performance characteristics of Parkour practitioners: Who are the traceurs? *Eur J Sport Sci* 2016; 16(5):526–535. Doi: 10.1080/17461391.2015.1060263.
- 5 Jan Witfeld, Ilona E. Gerling, Alexander Oach. *Parkour and Freerunning: Discover your possibilities*. Illustrated, reprint. Meyer & Meyer Verlag, 2011.
- 6 Virginia Loh-Hagan. *Extreme Parkour*. Cherry Lake, 2016.
- 7 Zach Rucker. *Free Running: A Beginner's Guide on Training in Parkour and Free Running*. Gamma Mouse, 2014.
- 8 Athanasios Vanezis, Adrian Lees. A biomechanical analysis of good and poor performers of the vertical jump. *Ergonomics* 2005; 48(11–14):1594–1603. Doi: 10.1080/00140130500101262.
- 9 M. Vinuesa, J. Coll. *Tratado de atletismo*. 2°. Madrid, Esteban Sanz M., 1997.
- 10 Dillman CJ, Cheatham PJ, Smith SL. A kinematic analysis of men's Olympic long horse vaulting. *Int J Sport Biomech* 1985; 1(2):96–110.
- 11 D.H. Sutherland. The evolution of clinical gait analysis: Part II Kinematics. *Gait Posture* 2002; 16(2):159–179.
- 12 López Chicharro J., Fernández Vaquero A. *Fisiología del Ejercicio*. 2°. Madrid, Médica Panamericana, 2001.
- 13 Sánchez-Lacuesta Javier. *Biomecánica de la marcha humana normal y patológica*. Valencia: Instituto de Biomecánica de Valencia., 1993, n.d.
- 14 Vázquez SC. LA MARCHA: HISTORIA DE LOS PROCEDIMIENTOS DE ANÁLISIS. *Rev Fac Ciênc Salud* 2004; 2.
- 15 Paul, J P. History and fundamentals of gait analysis. *Bio-Med Mater Eng* 1998; (8):123–1235.
- 16 Ducroquet R., Ducroquet J., Ducroquet P. *Marcha normal y patológica*. Barcelona, Toray-Masson, 1972.
- 17 Hoyos JV., Brizuela G. *Análisis cinético y cinemático simultáneo mediante la sincronización de DINASCAN/IBV y KINESCAN/IBV*. Cuaderno de información, 1998.
- 18 Fabio Martínez, Ingeniero Mecatronico1, Francisco Gómez, Ingeniero de Sistemas2, y Eduardo Romero, M.D., Ph.D. en Ciencias Biomédicas. Análisis de vídeo para estimación del movimiento humano: una revisión 2009; 17(No. 1).
- 19 Aníbal Repetto. *Bases biomecánicas para el análisis del movimiento humano*. en CD-Rom. Argentina, 2005.
- 20 Richar W. Bohannon. Comparability of Force Measurements Obtained with Different Strain Gauge Hand-Held Dynamometers. *J Orthop Sports Phys Ther JOSPT* 1993; 18(4):564–567.
- 21 Michel Dufor, Michel Pillu. *Biomecánica Funcional: miembros, cabeza, tronco*. España, Elsevier, 2006.
- 22 Mikel Izquierdo. *Biomecánica y bases neuromusculares de la actividad física y deporte*. Médica Panamericana, 2008.
- 23 Geoffrey Dyson. *Mecánica del Atletismo*. Buenos Aires, Argentina, Stadium, 1990.
- 24 Vargas, R. *Diccionario de Teoría del Entrenamiento Deportivo*. UNAM, 2007.
- 25 Marion Trew, Tony Everett. *Fundamentos del movimiento humano*. España, Elsevier, 2006.
- 26 Komi PV, IOC Medical Commission, International Federation of Sports Medicine, editors. *Strength and power in sport / edited by Paavo V. Komi*. 2nd ed. Osney Mead, Oxford ; Malden, MA, Blackwell Science, 2003.
- 27 Giles Cornetti. *Manual de Pliometría*. 1°. Barcelona, Paidotribo, 2007.
- 28 López-Calbet, J.A., Aretaga, R., Chavaren, J., et al. Comportamiento mecánico del músculo durante el ciclo estiramiento-acortamiento. Factores neuromusculares. *Arch Med Deporte* 1995a; 12(47):219–223.
- 29 Juan A. García-Porrero, Juan M. Hurlé. *Anatomía Humana*. España, McGraw-Hill, Interamericana, 2005.
- 30 Regan J. Standing, Peter S. Maulder. A Comparison of the Habitual Landing Strategies from Differing Drop Heights of Parkour Practitioners (Traceurs) and Recreational Trained Individuals. *J Sports Sci Med* 2015; 14(4):723–731.

- 31 Hiley MJ, Jackson MI, Yeadon MR. Optimal technique for maximal forward rotating vaults in men's gymnastics. *Hum Mov Sci* 2015; 42:117–131. Doi: 10.1016/j.humov.2015.05.006.
- 32 Vivanco Allende, Ana, Concha Torre, Andrés, Menéndez Cuervo, Sergio, et al. Parkour: una nueva causa de lesiones internas graves. *An Pediatría* 2013; 79(6):396–397. Doi: 10.1016/j.anpedi.2013.03.004.
- 33 *Normas Internacionales para la Valoración Antropométrica*. Sociedad internacional para el avance de la cineantropometría ISAK., 2014.
- 34 *Flexitest. El método de evaluación de la flexibilidad*. Primera. España, Paidotribo, 2005.
- 35 Claudio Gil Soares de Araújo. Flexibility Assessment: Normative Values for Flexitest from 5 to 91 Years of Age. *Arq Bras Cardiol* 2008; 90(4):257–263.
- 36 Dr. Martín Cruz Reyes. *Perfil dinamométrico de 13 luchadores profesionales estilo libre*. UNAM, Cd. de México, 1999.
- 37 William Beam, Gene Adams. *Exercise Physiology. Laboratory Manual*. 7°. New York, McGraw Hill, 2014.
- 38 Villa Moreno A, Gutiérrez Gutiérrez E, Pérez Moreno JC. Consideraciones para el análisis de la marcha humana. Técnicas de videogrametría, electromiografía y dinamometría. *Rev Ing Bioméd* 2008; 2(3):16–26.
- 39 Frutos JB, Andrés JMP, Elvira JLL. Three-dimensional kinematic analysis: methodological aspects. *Eur J Hum Mov* 2012; 29:75–94.
- 40 Campos J, Gámez J, Encarnación A, et al. Three Dimensional Kinematic Analysis of the Long Jump at the 2008 IAAF World Indoor Championships in Athletics n.d.
- 41 Muñoz J, Cassibba R, Castro H, et al. ERRORES EN LA DETERMINACIÓN DEL CENTRO DE GRAVEDAD DEL CUERPO HUMANO MEDIANTE EL STICK FIGURE (2D) ERRORS INVOLVED TO DETERMINE THE CENTER OF GRAVITY OF THE HUMAN BODY THROUGH THE STICK FIGURE (2D). *An. AFA*, vol. 21. 2009.
- 42 Kristen M. Stearns, Robert G. Keim, Christopher M. Powers. Influence of relative hip and knee extensor muscle strength on landing biomechanics. *Med Sci SPORTS Exerc* 2013; 45(5):935–941. Doi: 10.1249/MSS.0b013e31827c0b94.
- 43 José Enrique Sirvent Belando, Raúl Pablo Garrido Chamarro. *Valoración antropométrica de la composición corporal: Cineantropometría*. Universidad de Alicante, 2009.
- 44 Asociación de Academia de la Lengua Española. *Diccionario de la Real Academia de la Lengua Española*. 2017.
- 45 definicion.org. [www.definicion.org](http://www.definicion.org).
- 46 Tapp Brothers. CRASH COURSE INTO PARKOUR: TRAINING SCHEDULE 2011.
- 47 Australian Parkour Association. Technique & Movement. Tutorials n.d.