



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE MEDICINA
SECRETARÍA DE SALUD
INSTITUTO NACIONAL DE REHABILITACIÓN
ESPECIALIDAD EN:
MEDICINA DE LA ACTIVIDAD FÍSICA Y DEPORTIVA

**“CAPACIDADES MORFOFUNCIONALES DETERMINANTES DEL
RENDIMIENTO DEPORTIVO EN EL TAEKWONDO JUVENIL DE
MEXICO.”**

T E S I S

PARA OBTENER EL DIPLOMA DE
MÉDICO ESPECIALISTA EN:

MEDICINA DE LA ACTIVIDAD FÍSICA Y DEPORTIVA

P R E S E N T A :

M. C. ALFONSO ORTIZ ALVARADO

PROFESOR TITULAR: M.E. JOSÉ CLEMENTE IBARRA PONCE DE LEÓN
PROFESOR ADJUNTO: M. E. JOSÉ GILBERTO FRANCO SÁNCHEZ
ASESORES DE TESIS: M. E. ARIADNA DEL VILLAR MORALES
M. E. JOSÉ GILBERTO FRANCO SÁNCHEZ
M en C ANDREA PEGUEROS PERÉZ



MÉXICO, D.F.

FEBRERO 2011



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.

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MÉXICO

DIVISION DE ESTUDIOS DE POSGRADO

FACULTAD DE MEDICINA

INSTITUTO NACIONAL DE REHABILITACIÓN

T E S I S

**CAPACIDADES MORFOFUNCIONALES DETERMINANTES DEL
RENDIMIENTO DEPORTIVO EN EL TAEKWONDO JUVENIL DE
MEXICO.**

PARA OBTENER EL TITULO DE ESPECIALISTA EN:

MEDICINA DE LA ACTIVIDAD FÍSICA Y DEPORTIVA

P R E S E N T A

M. C. ALFONSO ORTIZ ALVARADO

A S E S O R E S:

M. E. Ariadna Del Villar Morales

M. E. José Gilberto Franco Sanchez

M en C Andrea Pegueros Pérez

DRA. MATILDE L. ENRÍQUEZ SANDOVAL
DIRECTORA DE ENSEÑANZA

DRA. XOCHIQUETZAL HERNÁNDEZ LÓPEZ
SUBDIRECTORA DE POSGRADO Y EDUCACIÓN CONTINUA

DR. LUIS GÓMEZ VELÁZQUEZ
JEFE DE ENSEÑANZA MÉDICA

M.E. JOSÉ CLEMENTE IBARRA PONCE DE LEÓN
PROFESOR TITULAR

M.E. ARIADNA DEL VILLAR MORALES
ASESOR CLÍNICO

M.E JOSÉ GILBERTO FRANCO SÁNCHEZ
ASESOR CLÍNICO

M en C ANDREA PEGUEROS PERÉZ
ASESOR METODOLÓGICO

AGRADECIMIENTOS

A el señor mi Dios que sin el nada es posible.

A Mis Padres que con su apoyo, cariño y ejemplo me han hecho enfrentar la vida con éxito.

A mi hermana por todo su apoyo, comprensión y amistad.

A mi familia y amigos por compartir mis triunfos y fracasos, en quienes siempre encontré el apoyo incondicional.

A todos aquellos maestros que han contribuido con mi formación académica.

INDICE

| | |
|---|-----------|
| I. Resumen | 1 |
| II. Antecedentes | 2 |
| 1. Historia del Taekwondo | 2 |
| 2. Características del Taekwondo | 4 |
| 3. Características morfo-funcionales del Taekwondo | 6 |
| III. Planteamiento del Problema | 12 |
| IV. Justificación | 13 |
| V. Hipótesis | 14 |
| VI. Objetivo General | 14 |
| VII. Sujetos y Métodos | 15 |
| VIII. Resultados | 19 |
| IX. Discusión | 26 |
| X. Conclusiones | 31 |
| XI. Referencias | 32 |
| Anexo 1 | 35 |

I. RESUMEN

Introducción El Taekwondo es un arte marcial caracterizado principalmente por el uso de patadas de alta intensidad. Los movimientos en este deporte requieren una alta demanda a todos los grupos musculares en especial de las extremidades pélvicas. Por lo anterior, se considera la necesidad de identificar el perfil específico enfocándose en las capacidades que tengan mayor influencia para el desarrollo de este deporte. .

Objetivo: Evaluar e identificar de acuerdo a logros deportivos de taekwondoinas femeniles y varoniles, las características funcionales y antropométricas mas determinantes del rendimiento deportivo.

Método: Se realizó un estudio clínico, observacional, descriptivo y comparativo donde participaron 8 mujeres y 9 hombres integrantes de la selección mexicana juvenil de taekwondo. Se les realiza valoración antropométrica, de capacidades aeróbicas, anaeróbicas, flexibilidad, fuerza y velocidad de reacción. Se les dividió en 2 grupos, en base a los logros deportivos a nivel internacional y se determinó la diferencia entre los atletas más éxitos (grupo 1) y los menos éxitos (grupo 2).

Resultados: Con respecto a la comparación de las evaluaciones hechas por otros estudios, los hombres presentaron bajos porcentajes de grasa (7.68 ± 3.9 %) y resultados por arriba de lo esperado en capacidad aeróbica, potencia anaeróbica flexibilidad y fuerza de extremidades pélvicas. Las mujeres presentaron altos porcentajes de grasa (21.2 ± 4.1 %) y resultados promedio para flexibilidad y potencia anaeróbica y valores por arriba de lo esperado para fuerza de extremidades pélvicas. Solo se encontró diferencia significativa en el grupo femenino 1 y el varonil 1 para la potencia anaeróbica (p 0.031 y 0.015).

Conclusiones: Las características funcionales y antropométricas en general no se correlacionan estadísticamente con los logros alcanzados en este deporte. Sin embargo existe una tendencia de que aquellos atletas que tienen una mejor potencia anaeróbica han obtenido mejores resultados. Así mismo aunque estadísticamente no hay diferencias se observo que el grupo con mejores logros deportivos presentaron bajos porcentajes de grasa, y altos de musculo, asi como mayor fuerza en extremidades pélvicas.

Palabras clave: Taekwondo, Perfil, Capacidades Físicas.

II. ANTECEDENTES

En años recientes se han evaluado varios aspectos en la práctica de las artes marciales. Algunos investigadores han examinado el perfil fisiológico y antropométrico de los atletas de elite de estos deportes, evaluando características como frecuencia cardíaca en reposo, respuesta de lactato en sangre, así como el consumo de oxígeno y sustratos energéticos. Los resultados de estos estudios sugieren que se deben reunir ciertas características para el mejor desempeño en su práctica deportiva.

1. Historia del Taekwondo.

El taekwondo es el arte marcial de origen coreano, el cual se practica solamente con el uso de pies y manos, sin utilizar ningún tipo de armas. “**Tae**” significa pies, “**Kwon**” significa manos y “**Do**” filosofía, arte, camino, actitud o también el Tao, es decir, el modo de las cosas. Por lo que podríamos decir que Taekwondo es la filosofía del combate con pies y manos o también el arte de patear y dar puñetazos o el arte de pies y manos.

Se han realizado estudios sobre los orígenes del Taekwondo y se encuentra que ha existido una evolución de más de 2000 años; figuras en forma de guerreros en posición de combate en unas torres construidas durante el antiguo reino de Sila 57 a. de C. – 935 d. de C., y encontrar unas pinturas sobre unas tumbas construidas durante la dinastía de Koguryo, hacen suponer los orígenes de este arte marcial, inclusive antes de la llegada de Bodhidharma a China.

Con este inicio, el antiguo arte de corea llamado en un principio Taekyon (patada de hierro) se fue modificando de acuerdo a las dinastías existentes en aquel entonces. Las guerras, invasiones e intercambios políticos, comerciales, religiosos, culturales y de competencia que tenían con pueblos vecinos, fueron dando características importantes a este arte milenario. Durante la dinastía de Sila, jóvenes guerreros se prepararon con habilidades extraordinarias para la defensa del pueblo y del rey, llamados **Hwarangdo**; eran instruidos a nivel físico y

mental a través del Taekyon y también del Soobokdo (arte de golpear y dar cabezazos) siendo estos guerreros expertos en la defensa personal, haciéndose famosos por su valor y heroísmo. Se dice que para fortalecer sus cuerpos escalaban montañas y nadaban ríos en los meses más fríos.

Con la invasión chino-japonesa en 1894 y durante la segunda guerra mundial hasta 1945, el Soobakdo cambia a Tangsoodo, el arte de la mano de China.

En 1961, se forma la asociación coreana de Taekwondo presidida en aquel entonces por el general Hong Hi Choi y a partir de esa fecha se inicia una etapa de expansión en todo el mundo a través de instructores coreanos. En marzo de 1966, se fundó la Federación Internacional de Taekwondo teniendo la sede principal en Candada y en mayo de 1973, se establece la Federación Mundial de Taekwondo (WTF).

En mayo del mismo año, se lleva a cabo el primer campeonato mundial de Taekwondo en la ciudad de Seúl, con la participación de 30 países. La difusión a nivel deportivo comienza a crecer, llevándose a cabo torneos en cada continente, así como campeonatos mundiales, copas del mundo, juegos mundiales, campeonatos mundiales estudiantiles, campeonatos abiertos y juegos olímpicos. El Taekwondo participa en las olimpiadas de Seúl 1988 y Barcelona 1992 como deporte de exhibición y en las olimpiadas de Sídney 2000, el Taekwondo se convierte en deporte oficial.

Desde la creación de la Federación Mundial de Taekwondo en 1973, el deporte se ha extendido en todo el mundo. Se estima que la población de practicantes de Taekwondo es de 50 millones en más de 170 países e inevitablemente la transición a un deporte de categoría olímpica, ha incrementado la competitividad de éste. El Taekwondo es uno de los deportes olímpicos más jóvenes y esto trae como consecuencia que aún no se haya estudiado sustancialmente.

2. Características del Taekwondo.

El Taekwondo es un arte marcial caracterizado por el uso de patadas de alta intensidad. Los movimientos en este deporte requieren una alta demanda a todos los grupos musculares en especial de las extremidades pélvicas. Algunos autores consideran la necesidad de determinar el perfil básico y específico de la forma física de los atletas para realizar una selección más efectiva de acuerdo con las mejores características fisiológicas y antropométricas para un mejor rendimiento en un deporte específico.

En deportes de combate como el Kenpo, Karate, Taekwondo, Judo, Boxeo y Karate Do (entre otros), el rendimiento competitivo depende de una serie de factores que algunos autores han denominado "habilidades abiertas" (Sabriccoli y cols., 2007). Los factores fisiológicos, antropométricos, de rendimiento físico, técnicos, tácticos y psicológicos entre otros, serían algunos (Iwai y cols., 2008; Ramírez, 2003). Debido a la amplia gama de factores relacionados con el rendimiento competitivo, no resultaría fácil establecer una relación causa/efecto entre estos. Estudios que describan algunos de estos factores (p.ej., características antropométricas y de rendimiento físico) en este tipo de disciplinas deportivas, podrían contribuir a esclarecer la relación causa/efecto, ya que los datos aportados por estos estudios podrían ser relacionados con el rendimiento competitivo del deportista, además de que podrían ser utilizados por los entrenadores como una herramienta para optimizar los programas de entrenamiento.

La práctica de disciplinas de combate parece demandar de forma importante al metabolismo energético, implicando un importante gasto de energía por unidad de tiempo (Toskovic, N.N., et al., 2002), lo cual podría contribuir a la obtención de una composición corporal caracterizada por un bajo porcentaje de grasa corporal en este tipo de deportistas (Lide, K., et al., 2008). Por ejemplo, cuando se compite por categorías de peso, como ocurre en los deportes de combate, es importante minimizar la grasa corporal frente a un determinado peso corporal. Esto facilitaría

competir en una determinada categoría de peso, teniendo así más posibilidades de obtener buenos resultados competitivos (Zabukovec, R., Tiidus, P.M., 1995). Así, las demandas fisiológicas de una disciplina deportiva, podrían influenciar las características antropométricas de un sujeto, lo cual repercutiría en su rendimiento competitivo.

Las demandas fisiológicas dentro del Taekwondo, generalmente implican una elevación del metabolismo energético, tanto aeróbico como anaeróbico; la energía obtenida a través de los sistemas energéticos anaeróbicos permitiría llevar a cabo los movimientos máximos, cortos, rápidos, explosivos, fuertes y potentes que se requieren durante los momentos clave del combate, mientras que la energía obtenida a través del sistema energético aeróbico permitiría mantener una adecuada intensidad durante el mismo, asistiendo a los sistemas energéticos anaeróbicos en su recuperación durante el transcurso de un asalto o durante los periodos de descanso entre asaltos. Estas demandas fisiológicas conducirían a que los sujetos que practican en forma regular el Taekwondo, presenten niveles superiores de fuerza, capacidad anaeróbica, balance, flexibilidad, rendimiento aeróbico (entre otras cualidades) vs. sujetos sedentarios (Douris, P., et al., 2004); en particular, los sujetos que compiten en deportes de combate suelen caracterizarse por una elevada potencia y capacidad anaeróbica, un moderado rendimiento aeróbico y un elevado nivel de fuerza en extensores de rodilla (Zabukovec, R., Tiidus, P.M., 1995). Estas características de rendimiento físico resultarían importantes para un elevado rendimiento competitivo (Iwai, K., et al., 2008), por lo que su evaluación periódica debería considerarse de manera prioritaria dentro del plan de entrenamiento de un deportista.

En este deporte las reglas que impone la Federación Mundial de Taekwondo se han ido modificando y esto podría repercutir en las exigencias fisiológicas que implicaría la disciplina deportiva. Desde este punto de vista, sería importante conocer periódicamente las características fisiológicas y también antropométricas

de los deportistas, con la finalidad de adecuarlas por medio del entrenamiento, a las exigencias propias de su deporte.

Cada disciplina deportiva de combate enfatizaría diferentes sistemas de acción, por ejemplo, el Karate y el Taekwondo incorporan bloqueos, golpes de pie y puño (Douris, P., et al., 2004). De esta forma, en cada disciplina los sistemas de entrenamiento se adaptarían a los sistemas de acción propios de cada disciplina, lo cual podría tener como resultado características antropométricas y/o de rendimiento físico distintas entre sujetos practicantes de diferentes deportes de combate.

Finalmente, el principio de entrenamiento de la especificidad indica que las células, órganos y sistemas de un organismo se adaptan de manera específica frente al entrenamiento (Ramírez, R., 2008). Así, sería lógico esperar que sujetos que entrenan y compiten en diferentes disciplinas de combate (o categorías de peso dentro de una misma disciplina) presentaran diferencias en sus características antropométricas y de rendimiento físico (Iwai, y cols., 2008).

Por lo anterior, dentro de las características importantes a evaluar dentro del Taekwondo se encuentran: la capacidad aeróbica, potencia anaeróbica, mediciones antropométricas, flexibilidad y velocidad de reacción, todos ellos mencionados como características de la forma física para el deporte.

3. Características morfo-funcionales para la práctica del Taekwondo

Capacidad Aeróbica.

Para la realización de las actividades físicas el organismo utiliza energía. La cantidad de energía utilizada se puede medir a través de la calorimetría directa que desde el punto de vista práctico no es operativo, o por calorimetría indirecta. Todo el metabolismo humano depende del consumo de O₂; así, en condiciones de reposo y ejercicio a ritmo estable, podremos evaluar el gasto energético midiendo

el O₂ consumido. El consumo de O₂ se incrementa con la duración e intensidad del esfuerzo hasta alcanzar un valor máximo a partir del cual no se modifica con los incrementos del esfuerzo. Este valor se denomina consumo máximo de oxígeno y depende de la capacidad aeróbica del individuo por ello es un parámetro útil para valorar las aptitudes del deportista.

En base a lo reportado en la escasa literatura que existe acerca del Taekwondo, se busca la mejor prueba para medir el consumo máximo de oxígeno. Dentro de los autores más citados no existe concordancia con las pruebas realizadas para valorar dicha capacidad; Heller y cols. (1998) realizó un test en cicloergómetro incrementando cada minuto 20 W hasta la fatiga. Markovic y cols. (2003) obtuvo sus resultados utilizando una prueba directa sobre tapiz rodante con incrementos de 1 km por hora cada minuto. Se considera que no existe un método de valoración ideal para este deporte, aunque se intenta reproducir el gesto deportivo para que la valoración tenga mayor validez. En otros artículos publicados en diferentes deportes de combate se ha utilizado el protocolo de Bruce arrojando resultados similares a los obtenidos con otros métodos.

Mediciones Antropométricas.

El perfil antropométrico de los deportistas es uno de los aspectos sobre los que se puede basar y predecir futuros logros deportivos con el fin de establecer las características propias de los sujetos implicados en cada disciplina (Pieter y cols. 1991).

La visión tradicional que caracteriza a las artes marciales y que hoy en día todavía tiende a mantenerse vigente en el ámbito deportivo del Taekwondo, caracteriza al taekwondoin por poseer una talla elevada en relación al peso del mismo (Pieter y cols. 1991). Ante la escasa aportación científica referente al Taekwondo en general y al perfil antropométrico en particular y con el objetivo de permitir a entrenadores disponer de un parámetro comparable para mejorar el rendimiento deportivo, se ha puesto interés en la descripción antropométrica del taekwondoin,

analizando si este factor influye para que existan diferencias en función del nivel de desempeño de los atletas. Las ciencias encargadas del estudio deportivo señalan que se debe mantener un seguimiento de aquellos deportistas vinculados con una determinada disciplina, con el fin de establecer que parámetros tanto funcionales como morfológicos deben mantenerse para conseguir el máximo rendimiento. En base a la literatura reportada, el perfil ideal antropométrico de esta disciplina no se ha podido establecer; se han utilizado varios métodos, por ejemplo Markovic utilizó la medición de cuatro pliegues con la ecuación de Durnin y Rahaman para determinación de porcentaje de grasa. Heller y cols. (1977) empleó el método de Parizkova con 10 pliegues y lo comparó con un análisis de impedancia bioeléctrica. Como se ha establecido desde hace tiempo, los métodos de medición antropométrica se deben de realizar de acuerdo a la población de estudio.

Flexibilidad.

La flexibilidad o mejor llamada amplitud o movilidad articular, es el rango de movimiento en una articulación especialmente desde una posición de extensión hacia una de flexión o del movimiento contrario (Legido Arce 1999); existe una amplia evidencia de que la flexibilidad es específica para una articulación determinada. Una prueba de flexibilidad está incluida en todas las pruebas de forma física.

Existen varios métodos para valorar dicha capacidad: a) goniometría b) flexómetro y c) electrogoniómetro. Así también existen distintas pruebas que miden la amplitud articular con mayor o menor grado de fiabilidad y facilidad de realización. Dentro de la literatura se ha evaluado esta capacidad física mediante la prueba de sit and reach y sus variantes, estando este método más estandarizado por los autores de estudios previos (Heller y cols. 1998, Pieter y cols. 1991; Thompson y Vinueza 1991; Drobnic y cols. 1995). Se ha reportado que las mujeres tienen mayor flexibilidad en general que los hombres pero en

algunos artículos reportados no han encontrado diferencias significativas (Nowicki y cols.1987).

Se han utilizado varias pruebas para evaluar la flexibilidad y la más utilizada ha sido la de sit and reach y sus modificaciones. Según Fetz y Kornex (1976) su objetivo es medir la movilidad estática de la cadera y columna lumbar, mientras que para Grosser y Starischka (1988) esta prueba pretende medir la agilidad en el ámbito tronco-cadera-piernas. El Test de Spagat se ha utilizado para la valoración de flexibilidad activa en gimnastas con una confiabilidad de 97 %.

Habilidades Motoras.

Dentro de estas habilidades motoras se encuentra la fuerza en sus diferentes modalidades, así como la potencia anaeróbica y la velocidad de reacción entre otras. Por las características reportadas de este deporte, se han evaluado dichas características con varios métodos; entre los más utilizados por los autores están la prueba de Wingate para potencia anaeróbica, así como la prueba de salto o Sargent Lewis. (Vinueza y cols. 1991, Heller y cols. 1998, Pieter y cols. 2003). Para la determinación de la velocidad de reacción solo ha sido reportado por Heller y cols. (1998), utilizando la prueba de Malomsoki y Szmodis , el cual consiste en la valoración del tiempo de reacción visual del miembro dominante superior e inferior.

Dentro de la valoración de fuerza todos los artículos publicados han utilizado métodos convencionales de medición de fuerza, ninguno ha utilizado valoración isocinética por dinamometría.

La dinamometría isocinética es la técnica que estudia la fuerza muscular ejercida dinámicamente, en un rango de movimiento determinado y a una velocidad constante y programable.

La fuerza producida por los músculos del sujeto va a generar un momento torsional, que expresa el producto de la fuerza ejercida por la distancia desde el

eje del movimiento (eje de la articulación) al punto de aplicación de la resistencia (colocación del sensor del dinamómetro). Sus unidades en el Sistema Internacional son el Newton-metro (Nm); cuando se realiza una evaluación, el rango se establece en función del protocolo que se utilice, lo que va a permitir estandarizar las medidas, realizar comparaciones y progresar en la investigación y conocimiento en la aplicación de esta prueba.

En la rehabilitación, el rango de movimiento se establece en función de las posibilidades del paciente (previamente se realizará una medición de su rango útil), de las limitaciones impuestas por el tratamiento médico o quirúrgico o por la propia patología subyacente.

Para la potenciación muscular en un deportista sano, se seleccionara el recorrido según el déficit observado en una evaluación previa o bien se escogerá el rango más específico para el grupo muscular que se quiera entrenar. El rango de movimiento se establece a partir de una posición fija que se considera como el “grado cero”, y a partir de ahí se determina la amplitud. En las evaluaciones se suelen utilizar varias velocidades, unas velocidades lentas (hasta 60°/s), intermedias (90 ó 120°/s) y rápidas (180-300°/s), dependiendo de la articulación, grupo muscular, movimiento y protocolo específico.

En la rehabilitación se suele empezar por velocidades rápidas o intermedias que generan menos fuerza muscular y que permiten esfuerzos de menor duración. La intensidad del ejercicio se consigue disminuyendo la velocidad (se aumenta el tiempo de trabajo y el número de fibras musculares actuantes) y para la potenciación específica, la velocidad estará en función del objetivo a cumplir y si se busca fuerza explosiva (rápidas) o fuerza resistencia (lentas).

En las evaluaciones es aconsejable realizar ambos tipos de ejercicio ya que se consigue más información sobre la articulación y los músculos explorados.

El ejercicio concéntrico es el más utilizado en la rehabilitación y entrenamiento, aunque los protocolos modernos combinan ambas modalidades. La potenciación con ejercicios excéntricos es más molesta que con ejercicios concéntricos pero consigue una mayor ganancia de fuerza muscular, por ello, se reserva para las fases avanzadas de los ejercicios de rehabilitación.

En los deportistas ya entrenados se puede usar el ejercicio excéntrico para conseguir ganancias más rápidas de fuerza en el marco de programas específicos de entrenamiento. Se han reportado las mejores velocidades angulares para la valoración de ciertos grupos musculares en el caso de rotadores internos y externos del hombro y flexores y extensores del codo que en este caso se encuentran entre 120°/seg hasta 180°/seg. y para la valoración de la fuerza de flexores y extensores de rodilla se tiene una velocidad estándar de 60°/seg.

III. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.

Se ha estudiado poco acerca de las demandas funcionales y energéticas, así como de las características morfo-funcionales para la práctica de Taekwondo, por tal motivo se considera que es necesario determinar un perfil más específico enfocándose en las capacidades que tengan mayor influencia para el desarrollo del mismo. Considerando que hay un aumento reciente en el número de atletas practicantes de este arte marcial, es necesario enfocar los recursos necesarios para llevar a un taekwondoin a un alto nivel competitivo.

IV. JUSTIFICACION.

En la actualidad, uno de los deportes que más logros le ha dado a México es el Taekwondo, destacando 5 medallas olímpicas y 2 campeonatos del mundo. Esto lleva a suponer que el perfil del mexicano reúne ciertas características para la práctica de este deporte. Por tal motivo se hace necesario obtener un parámetro de las capacidades determinantes del rendimiento deportivo de los taekwondoinos de elite de nuestro país, con el propósito de enfocar dichas capacidades en una mejor selección de atletas para el deporte y plantear mejores planes de preparación para el desarrollo exitoso del mismo.

V. HIPOTESIS

El taekwondo esta caracterizado por intervalos de máxima velocidad y periodos de baja intensidad. Por lo tanto los componentes de la capacidad anaeróbica son determinantes del rendimiento en la práctica del taekwondo.

VI. OBJETIVO GENERAL.

Evaluar e identificar de acuerdo a logros deportivos de taekwondoinas femeniles y varoniles, las características funcionales y antropométricas más determinantes del rendimiento deportivo. Describir el perfil funcional y antropométrico de la selección juvenil varonil y femenil mexicana de taekwondo.

VII. SUJETOS Y MÉTODOS

Se realizó un estudio clínico, observacional, descriptivo y comparativo

Características de la población de estudio:

Se evaluó a la selección mexicana juvenil elite de taekwondo integrada por 8 mujeres y 9 hombres. Todos los seleccionados han practicado esta disciplina por más de 5 años entrenando 3 horas diarias y 5 a 6 días a la semana. La selección se integró en base a los resultados de olimpiada nacional y del selectivo junior.

Dentro de los seleccionados nacionales evaluados se encuentran: un campeón y subcampeón mundial juvenil, campeones y subcampeones panamericanos, así como medallistas de abiertos a nivel internacional.

Se formaron dos grupos: el grupo 1 estuvo integrado por taekwondoinas con los mejores logros nacionales e internacionales. El segundo grupo lo integraron el resto de los atletas.

Previo a la evaluación se solicitó que se firmara el consentimiento informado, elaborado en base a los lineamientos internacionales. Los parámetros fisiológicos y antropométricos evaluados fueron: peso (kg), talla (cm), índice de masa corporal (IMC), porcentaje de grasa y músculo (%), consumo máximo de oxígeno absoluto (ml/kg/min-1) y relativo (l/min-1), flexibilidad (cm y $^{\circ}$), fuerza máxima de flexores y extensores de rodilla (%), fuerza máxima de rotadores internos y externos de hombro (%), potencia anaeróbica (W/kg-1), velocidad de reacción visual (mseg) e índice de fatiga (%).

Metodología:

Perfil Antropométrico:

Se realizó medición antropométrica, peso, talla, circunferencias, anchuras y longitudes. Basándose en las referencias establecidas por ISAK de puntos anatómicos de medición. Para la medición de las circunferencias se utilizó cinta

metálica flexible marca (Rosscraft de 0-150cm), Para la medición de pliegues se utilizó plicómetro marca harpenden con una precisión de 0.02 mm), Para la medición de anchuras y longitudes se utilizará antropómetro marca TLC ,Para la obtención de peso y talla se utilizó balanza con estadímetro marca Tecno cor.

Con los datos obtenidos se utilizó la ecuación de Jackson y Pollock y Lohman, para la determinación de densidad corporal y la ecuación de Sir para la determinación de % de grasa corporal. En los casos que los atletas tengan menos de 17 años se utilizara la ecuación de Lomhan para la determinación de densidad corporal.

Capacidad Aeróbica:

Para la determinación de consumo máximo de oxígeno se realizó ergometría en tapiz rodante marca Quinton con monitoreo cardiaco de 12 derivaciones. Se utilizó protocolo de Bruce. Previo a la prueba se les realizó un examen pre participación, con historia médica deportiva, exploración física y electrocardiograma en reposos todo lo anterior para determinar el riesgo e indicar la realización de prueba de esfuerzo.

Se explicó al evaluado en que consiste la prueba. Cada etapa tiene una duración de tres minutos, se registra la frecuencia cardiaca y la tensión arterial durante los 15 segundos finales de cada etapa. Se incrementa la velocidad y la inclinación cada tres minutos, la prueba termina cuando el individuo llegó a su frecuencia cardíaca máxima teórica, o presenta fatiga muscular, o malestar general, o bien finalizó todas la etapas de la prueba. Se registro la frecuencia cardíaca y la tensión arterial a los minutos 1,3 y 5 de recuperación. Para la obtención del consumo máximo de oxígeno (VO₂ max) se utilizó lo mets realizados y multiplicados por 3.5.

Potencia Anaeróbica y Velocidad de Reacción:

Se realizaron pruebas para determinar velocidad de reacción visual como auditiva y potencia anaeróbica en plataforma anaeróbica marca Michecevi. El evaluado realizó ejercicios de calentamiento durante 5 minutos. El método se efectuó

realizando 30 saltos verticales, empleándose al máximo sobre el mismo lugar y con la mayor rapidez. Los saltos se realizaron sobre una plataforma electrónica de tal manera que pueda registrar el tiempo de vuelo y el tiempo de contacto con la plataforma. Por medio de fórmulas matemáticas del sistema se calcula la altura de salto, el trabajo mecánico, la potencia anaeróbica máxima, altura máxima del salto, velocidad de reacción e índice de fatiga.

Flexibilidad:

Se realizó la determinación de flexibilidad por dos pruebas: la prueba clásica de Sit and Reach modificado y el de Spagat. Para la realización de la primera prueba se utilizó una modificación del banco sueco, con una regla graduada en cm a partir de la superficie de apoyo; el evaluado se colocó de pie descalzo sobre el banco, las piernas permanecieron completamente extendidas y los pies juntos y ajustados a borde del banco. A la indicación se realizó flexión extrema del tronco hacia adelante (lentamente y sin impulso), así mismo se pidió que extendieran los brazos y manos todo lo posible hacia abajo lo máximo posible y manteniendo la posición final durante 2 seg. Se registró la marca en centímetros alcanzada en posición final.

Para la prueba de Spagat se colocó al evaluado en posición de decúbito supino con el cuerpo totalmente extendido. A la señal se le pidió al evaluado abrir las piernas lo máximo posible, permaneciendo en todo momento extendidas. Una vez llegado al punto máximo se colocó el goniómetro entre las piernas, colocando los brazos del mismo ajustados a la cara interna de las piernas. Se midió los grados del ángulo de separación máxima.

Fuerza Máxima:

Se realizó valoración isocinética de fuerza para flexores y extensores de rodilla y para rotadores internos y externos de hombro en dinamómetro electrónico marca Cybex. Previo calentamiento se colocó al atleta en la posición estándar sugerida por la marca para la valoración de fuerza de flexores y extensores de rodilla; se

realizaron 5 repeticiones a 60°/seg obteniendo de estos el pico de torque expresado en N/m y para la valoración de rotadores internos y externos se realizaron 5 repeticiones a 120°/seg. Cabe señalar que las pruebas fueron bilaterales.

Análisis estadístico.

Las variables de estudio fueron evaluadas mediante estadística descriptiva reportándose valores promedio y desviación estándar. Para la comparación entre grupos respecto a las variables antropométricas y fisiológicas para las selecciones varonil y femenil, se empleó el estadígrafo t Student para muestras independientes considerando diferencia significativa con $p < 0.05$.

VIII. RESULTADOS

Los resultados de las características antropométricas de las ramas varonil y femenil en cuanto a edad, peso, talla, IMC, porcentaje de grasa y musculo se concentran en la Tabla 1.

Tabla 1. Perfil Antropométrico Varonil y Femenil

| | Femenil (n=8) | Varonil (n=9) |
|-------------------------------|---------------|---------------|
| Edad (años) | 17.50 ± 1.41 | 17.33 ± 1.41 |
| Peso (kg) | 58.87 ± 7.88 | 66.97 ± 5.92 |
| Talla (cm) | 163.5 ± 3.66 | 175.11 ± 3.79 |
| IMC (kg/m²) | 21.89 ± 2.18 | 21.78 ± 1.95 |
| % Grasa | 21.21 ± 4.34 | 7.68 ± 3.28 |
| % Musculo | 41.56 ± 3.47 | 51.65 ± 2.26 |

Valores promedio ± DE

Los seleccionados varoniles muestran un porcentaje de grasa bajo y dentro de los parámetros reportados en estudios previos (Heller y cols. 1998. Pieter y cols. 1991, Pieter y cols. 2005), mientras que las mujeres presentaron un porcentaje por arriba de lo esperado. En cuanto al porcentaje de musculo las dos ramas se encuentran dentro de lo esperado para atletas de combate entrenados.

En la Tabla 2 se muestran las características fisiológicas en la rama femenil y varonil

Tabla 2. Características Fisiológicas Femenil y Varonil

| | Femenil (n=8) | Varonil (n=9) |
|-------------------------------------|----------------|----------------|
| <u>CAPACIDAD AEROBICA</u> | | |
| VO2 absoluto (l/min-1) | 2.69 ± 0.44 | 3.71 ± 0.44 |
| VO2 relativo (ml/kg/min-1) | 46.94 ± 3.43 | 55.65 ± 3.32 |
| <u>CAPACIDAD ANAEROBICA</u> | | |
| Potencia Anaeróbica (W/kg-1) | 30.67 ± 1.68 | 44.3 ± 1.78 |
| Índice de Fatiga (%) | 34.26 ± 14.4 | 40.45 ± 1.34 |
| Altura de salto (cm) | 24.5 ± 2.92 | 41.5 ± 2.45 |
| <u>FLEXIBILIDAD</u> | | |
| Sit and Reach (cm) | 13.56 ± 2.88 | 16.38 ± 2.97 |
| Spagat (°) | 136.63 ± 10.47 | 140 ± 15.4 |
| <u>FUERZA</u> | | |
| Ext der (%) Rodilla | 108.15 ± 15.76 | 104.9 ± 8.61 |
| Ext izq(%) Rodilla | 114.8 ± 13.67 | 106.33 ± 9.9 |
| Flex der (%) Rodilla | 100.51 ± 13.56 | 104.77 ± 20.63 |
| Flex Izq (%) Rodilla | 101.98 ± 9 | 104.49 ± 13.76 |
| Rot int der (%) Hombro | 88.93 ± 16.6 | 77.68 ± 10.22 |
| Rot int izq (%) Hombro | 82.61 ± 14.73 | 78.34 ± 14.95 |
| Rot Ext der (%) Hombro | 88.77 ± 14.86 | 99.41 ± 19.18 |
| Rot Ext izq (%)Hombro | 96.81 ± 18.1 | 99.85 ± 17.06 |
| <u>VELOCIDAD DE REACCIÓN</u> | | |
| Vel Rea (mseg) | 237 ± 14.4 | 220.55 ± 9.68 |

Valores promedio ± DE

El consumo máximo de oxígeno tanto para la rama femenil como para la varonil fue de 46.94 ± 3.43 y 55.65 ± 3.32 , respectivamente. Según los estudios reportados estos resultados se encuentran dentro de los parámetros para los atletas que practican este deporte. Por el método de Miron-Georgescu la potencia anaeróbica para la rama femenil y varonil fue 30.67 ± 1.68 W/kg-1 y 44.3 ± 1.78 (W/kg-1) respectivamente, estos parámetros están dentro de lo esperado para atletas entrenados. Las demás características de capacidad anaeróbica están dentro de los estándares para atletas entrenados, el índice de fatiga fue menor en la rama femenil.

En las pruebas de flexibilidad se ha reportado previamente que las mujeres presentan mejores resultados que los hombres y en este estudio la rama varonil tuvo mejores resultados, sin embargo se encuentran por arriba de la población en general y de otros deportes.

En los resultados de fuerza para flexores y extensores mostrados, se observa que los extensores y flexores están por arriba de lo esperado para la población en general, aunque no se tienen parámetros reportados para estos atletas. En cuanto a los rotadores se observan resultados por abajo del 100%. A simple vista, se observa simetría en ambas ramas para extensores y flexores, mientras que para rotadores se observa ligera asimetría tanto para los internos como para los externos. En la rama varonil se observó una mejor velocidad de reacción que en la rama femenil (220.55 ± 9.68 y 237 ± 14.4 respectivamente).

Al realizar las comparaciones entre los grupos formados para las ramas varonil y femenil, se observan algunas diferencias importantes. En la Tabla 3 se muestran los resultados de las comparaciones del perfil antropométrico.

Tabla 3. Comparación del perfil antropométrico entre grupos femenino y varonil.

| | Femenil 1 (n=4) | Femenil 2 (n=4) | p | Varonil 1 (n=4) | Varonil 2 (n=5) | p |
|-------------------------------|----------------------------|----------------------------|----------|----------------------------|----------------------------|----------|
| Edad (años) | 17 ± 1.41 | 18 ± 1.41 | .356 | 17.2 ± 1.9 | 17.4 ± 1.14 | .886 |
| Peso (kg) | 56.02 ± 6.3 | 61.73 ± 9.1 | .344 | 63.5 ± 6.5 | 69.7 ± 4.2 | .127 |
| Talla (cm) | 163.5 ± 4.65 | 163.5 ± 3.1 | 1.000 | 176.2 ± 5.6 | 174.2 ± 1.8 | .457 |
| IMC (kg/m²) | 20.8 ± 1.17 | 22.9 ± 2.6 | .197 | 20.4 ± 1.8 | 22.9 ± 1.3 | .049 |
| Grasa (%) | 19.3 ± .57 | 23.1 ± 5.8 | .246 | 5.7 ± 1.2 | 9.2 ± 3.7 | .114 |
| Musculo (%) | 42.8 ± 1.25 | 40.3 ± 4.8 | .363 | 52.7 ± 1.3 | 50.8 ± 2.6 | .214 |

Valores promedio ± DE, (p < 0.05)

No se observa diferencia significativa entre los grupos de la rama femenino aun cuando se observa un 4% más de grasa en el grupo femenino 2. El grupo femenino 1 tiene 2% más masa muscular que el grupo femenino 2.

En el IMC se observa diferencia significativa entre los grupos varoniles. También se observa una diferencia de casi 4% en el porcentaje de grasa y un 2% en el de musculo; estos parámetros a nivel deportivo tiene mayor valor que el IMC, por lo cual no podemos considerar el IMC como un factor determinante del rendimiento deportivo.

En la Tabla 4 se presenta la comparación de la capacidad aeróbica entre los grupos femenino y varonil

Tabla 4. Comparación de la capacidad aeróbica entre grupos femenino y varonil.

| | Femenil 1 | Femenil 2 | p | Varonil 1 | Varonil 2 | p |
|-------------------------------------|------------------|------------------|----------|------------------|------------------|----------|
| VO2 absoluto l/min-1 | 2.64 ± .48 | 2.75 ± .46 | .759 | 3.55 ± .47 | 3.86 ± .43 | .339 |
| VO2 relativo ml/kg/min-1 | 46.99 ± 3.67 | 46.9 ± 3.74 | .974 | 56 ± 3.64 | 55.37 ± 3.46 | .798 |

Valores promedio ± DE, (p < 0.05)

No se observó diferencia significativa en el consumo máximo de oxígeno relativo y absoluto entre los diferentes grupos.

En la tabla 5 se presenta la comparación de la flexibilidad entre grupos femenino y varonil, en el cual no se observó diferencia significativa. En el grupo varonil 1 se hubo una diferencia de 15 grados en la prueba de Spagat con respecto al grupo varonil 2.

Tabla 5. Comparación de la flexibilidad entre grupos femenino y varonil.

| | Femenil 1 | Femenil 2 | p | Varonil 1 | Varonil 2 | p |
|---------------------------|---------------|--------------|------|------------|-------------|------|
| Sit and Reach (cm) | 13 ± 1.95 | 14.12 ± 3.83 | .620 | 18 ± 3.65 | 15.1 ± 1.74 | .157 |
| Spagat (°) | 138.75 ± 10.3 | 134.5 ± 11.7 | .606 | 148.7 ± 17 | 133 ± 10.9 | .135 |

Valores promedio ± DE, (p < 0.05)

Tabla 6. Comparación de la fuerza entre grupos femenino y varonil.

| | Femenil 1 | Femenil 2 | p | Varonil 1 | Varonil 2 | p |
|----------------------|---------------|----------------|------|--------------|--------------|------|
| Ext der % | 104.96 ± 14.8 | 111.34 ± 18.2 | .607 | 104.8 ± 10 | 104.9 ± 8.5 | .980 |
| Ext izq % | 116.96 ± 15.1 | 112.67 ± 13.9 | .691 | 109.2 ± 2 | 104 ± 13.5 | .475 |
| Flex der % | 97.34 ± 15.08 | 103.69 ± 13.22 | .550 | 117.1 ± 16.8 | 94.9 ± 19.1 | .112 |
| Flex izq % | 97.89 ± 6.41 | 106.1 ± 10.17 | .223 | 109.6 ± 16.1 | 100.4 ± 11.7 | .355 |
| Rot Int der % | 91.07 ± 14.54 | 86.79 ± 20.4 | .745 | 81.1 ± 8.9 | 74.9 ± 11.3 | .406 |
| Rot Int izq % | 88.35 ± 13.8 | 76.87 ± 15.06 | .305 | 78.6 ± 7.9 | 78.2 ± 20 | .972 |
| Rot Ext der % | 90.03 ± 19.4 | 87.52 ± 11.5 | .831 | 108.6 ± 19.1 | 92 ± 17.6 | .216 |
| Rot Ext izq % | 106.22 ± 15.7 | 87.4 ± 16.7 | .153 | 100.4 ± 15.5 | 99.4 ± 20 | .933 |

Valores promedio ± DE, (p < 0.05)

No se observó diferencia significativa en ninguno de los parámetros presentados en la tabla 6. El grupo femenino 2 mostró resultados por debajo del 85% de lo aceptable para rotadores internos izquierdos. El grupo femenino 2 presentó un 7% más que el grupo femenino 1 en los extensores de rodilla derecha. El grupo femenino 1 presentó 12% más en los rotadores internos de hombro izquierdo y 19 % más en rotadores externos izquierdos. Los rotadores internos derechos e izquierdos en la rama varonil se encontraron por abajo del 85%. El grupo varonil 1 presentó 23 % más de fuerza en flexores de rodilla derecha y 9 % en los flexores izquierdos. El grupo varonil 1 presentó 16% más en rotadores externos derechos que los del grupo varonil 2.

Tabla 7. Comparación de la capacidad anaeróbica entre grupos femenino y varonil.

| | Femenil 1 | Femenil 2 | p | Varonil 1 | Varonil 2 | p |
|-----------------------------|--------------|--------------|-------|--------------|--------------|-------|
| Potencia (W/kg-1) | 31.95 ± 1.3 | 29.4 ± .77 | .015* | 45.67 ± .96 | 43.26 ± 1.55 | .031* |
| Índice de fatiga (%) | 33.97 ± 4.12 | 34.55 ± 2.92 | .827 | 40.7 ± 1.26 | 40.26 ± 1.51 | .657 |
| Salto (cm) | 25.75 ± 2.21 | 23.25 ± 3.3 | .256 | 42.75 ± 2.62 | 40.6 ± 2.07 | .211 |

Valores promedio ± d std, * diferencia significativa (p< 0.05)

En la tabla 7 se presenta la comparación de la capacidad anaeróbica en donde se observó diferencia significativa en la potencia anaeróbica de los grupos femenino y varonil (0.015 y 0.031).

En los demás parámetros no hubo diferencia significativa.

En la Figura 1 se representan las cualidades de la capacidad anaeróbica.

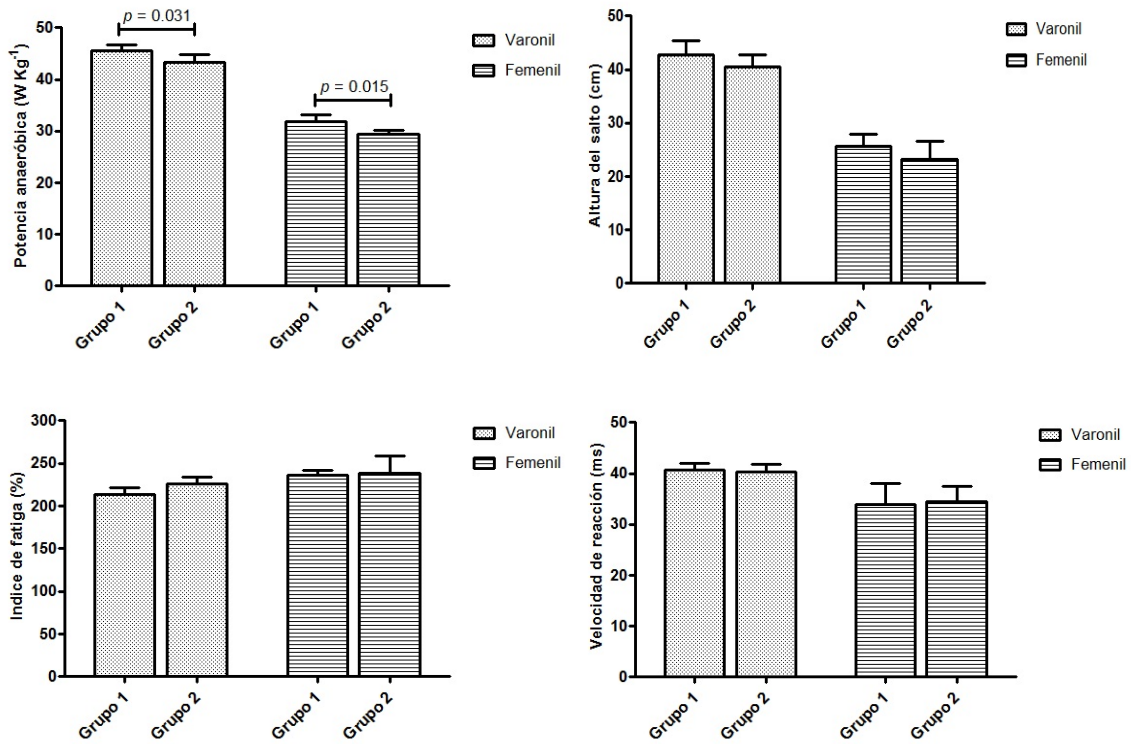


Figura 1 Cualidades de la capacidad anaeróbica. Potencia anaeróbica, altura de salto, índice de fatiga y velocidad de reacción de las selecciones juvenil varonil y femenil.

IX. DISCUSIÓN

En el presente estudio se observó que la potencia anaeróbica fue estadísticamente significativa en los grupos femenino 1 y varonil 1, lo cual indica que se puede considerar a la potencia anaeróbica un capacidad determinante dentro del taekwondo. La potencia anaeróbica para la rama femenino y varonil obtenida con el método de Miron-Georgescu, así como el índice de fatiga y la altura de salto no están en posibilidad de ser comparados con estudios previos ya que estos parámetros en su mayoría han utilizado la prueba de Wingate. Haciendo referencia a lo establecido con los años, la forma correcta de evaluar cierta capacidad física es imitando lo más posible el gesto motor del deporte (Bompa 1999.) Miron-Georgescu y Wingate son pruebas que miden potencia y capacidad anaeróbica; la prueba de Miron-Georgescu puede ser más apropiada para atletas que están bien entrenados en saltos (Sands y cols. 2004). Por tal motivo se considera que la prueba de Miron-Georgescu es recomendable para valorar esta capacidad física en el taekwondo. El equipo femenino tuvo mejor índice de fatiga que el equipo varonil, pero menor altura de salto. Los valores reportados en la rama varonil de este estudio corresponden con lo reportado por Heller et al 1998 y Bocuchard y cols. 1991 para el índice de fatiga y para la altura de salto los valores están por debajo de los resultados en dichos estudios. Estos resultados fueron obtenidos por diferentes métodos por lo cual se deben de tomar con reserva. La potencia anaeróbica de acuerdo con lo reportado previamente en este deporte, es la capacidad más importante para el desarrollo del mismo, por lo tanto es necesario establecer pruebas más confiables para evaluar dicha capacidad y por consiguiente tener las suficientes herramientas para poder desarrollarla.

En el presente estudio se observó que la edad promedio de la selección mexicana juvenil de taekwondo en sus ramas varonil y femenino fue de 17.33 ± 1.41 y 17.50 ± 1.41 respectivamente. En estudios previos como el reportado por Markovic y cols. (2005) con integrantes de la selección femenino mayor de Croacia la edad promedio fue de 21.5 ± 4.1 . Heller y cols. 1998 reportó una edad promedio de 20.9

± 2.2 para hombres y $18.5 \pm$ para mujeres. Esto toma relevancia porque en estudios previos se investigó la edad promedio de los medallistas olímpicos de Sydney 2000 y de Atenas 2004 (Kazemi y cols. 2006, 2009,). Esto da la pauta para planear el desarrollo del potencial deportivo de los atletas juveniles hasta alcanzar su maestría deportiva con mira a obtener los máximos logros deportivos, como lo es una medalla olímpica.

El porcentaje de grasa para hombres fue similar a lo reportado por Drobnic y cols. (1995), Pieter y cols. 1991,2009, Heller y cols. 1998, Kazemi y cols. 2006, 2009. Solamente los resultados reportados por Kazemi y Markovic 2005 incluyeron atletas afiliados a la Federación Mundial de Taekwondo (WTF), el resto de los estudios involucraron participantes de la Federación Internacional de Taekwondo (ITF) y de practicantes del deporte con el grado de cinta negra. Esto es importante mencionarlo porque el taekwondo es un deporte que se compite por categorías con pesos determinados por la WTF. El porcentaje de grasa estimado para mujeres ($21.2 \pm 4.34 \%$); esta por arriba de lo reportado por Markovic y cols. 2005, 2008 ($16.5 \pm 2.7\%$, $14.3 \pm 2.3\%$). El porcentaje de masa muscular fue parecido a lo reportado por Pieter et al 1991, Heller et al 1998, Thompson y cols. 1991 y Markovic y cols. 2005. En el presente estudio se observó diferencia significativa en el IMC, entre el grupo varonil 1 y 2. Para el deporte, este parámetro no es tan significativo por lo que es necesario analizar los porcentajes de grasa y musculo que nos dan datos más confiables (Bompa 1999). Por lo anterior se considera que el IMC no es un parámetro que influya en el rendimiento deportivo. El taekwondo es un deporte individual donde los competidores participan en una determinada categoría en función del peso. Aquellos deportistas cuyas características antropométricas les sean favorables, podrían verse beneficiados. Por lo tanto el taekwondoin se caracteriza por poseer una talla elevada en relación al peso (Pieter y cols. 1991). El perfil antropométrico de los deportistas es uno de los aspectos sobre los que se puede basar y predecir futuros logros deportivos con el fin de establecer las características propias de los sujetos implicados en cada disciplina (Pieter y cols. 1991). En general se ha

reportado que el taekwondo presenta porcentajes de grasa bajos y altos en musculo en lo que este estudio concuerda para la rama varonil no así para la rama femenil. Es importante señalar que aunque no hubo diferencia significativa en los porcentajes de grasa y musculo para la rama varonil, se observó que el grupo uno obtuvo mejores resultados.

El consumo máximo de oxígeno en hombres fue más alto que lo reportado por Thompson y cols. 1991 y Heller y cols. 1998, Zar y cols. 2008 (44 ml/kg/min-1 y 54 ml/kg/min-1) pero más bajo que lo observado por Drobic y cols. 1995 (57-63 ml/kg/min-1). Es importante la comparación con el estudio de Zar et al 2008 porque este fue realizado en la selección nacional iraní. El consumo máximo de oxígeno en mujeres (46.9 ± 3.4 ml/kg/min-1) fue menor que el reportado por Markovic y cols. 2005 (48.3 ± 2.8 ml/kg/min-1) pero mayor de lo reportado por Melhim y cols. 2001 (38.2 ± 7.8 ml/kg/min-1). El taekwondo requiere niveles altos de capacidad aeróbica y anaeróbica (Bouhlef cols. 2006), por lo tanto es de suma importancia tener una base aeróbica para el mejor rendimiento deportivo en la practica del taekwondo. Sin embargo, algunos autores (Heller y cols. 1998, Thompson y cols. 1991) argumentan que las habilidades aeróbicas no son importantes para el rendimiento deportivo en este deporte. La afirmación puede ser difícilmente aceptada incluso cuando las demandas aeróbicas de una pelea son de 3 rounds de 2 min cada uno, por no mencionar que durante una competencia un atleta usualmente participa en varios combates durante el día. Se considera que una capacidad aeróbica adecuada es indispensable, ya que permite la recuperación relativamente más rápida entre asaltos y combates. Una adecuada capacidad aeróbica también facilita una recuperación más rápida durante y después de una sesión de entrenamiento y es bien sabido que la recuperación rápida permite a un atleta reducir los intervalos de descanso, sobre todo en deportes que exigen muchas repeticiones de una destreza deportiva específica (Bompa 1999). No se observo diferencia significativa en el consumo máximo de oxígeno entre los grupos femenil y varonil.

La prueba de sit and reach para las mujeres fue menor que lo reportado por Markovic et al 2005 y mayor que lo reportado por Heller et al 1998. La prueba de sit and reach modificado para hombres fue mayor que lo reportado por Heller et al 1998. Los hombres obtuvieron mejores resultados que las mujeres a diferencia de estudios previos en los cuales las mujeres presentan mayor flexibilidad (Heller y cols. 1998). Este estudio es el primero que utiliza la prueba de Spagat para valorar flexibilidad en este. Esta prueba pretende evaluar la flexibilidad dinámica de cadera-piernas, que previamente se ha utilizado en gimnastas. No se encontró diferencia significativa entre grupos tanto varonil como femenil. Los grupos femenil 1 y varonil 1 presentaron mejores resultados en esta cualidad, y es importante señalar que dos de los integrantes del grupo varonil 1 con mejores resultados a nivel internacional, obtuvieron resultados muy por arriba de los demás integrantes de ambos grupos. Aunque en estudios previos no se le ha dado relevancia a esta capacidad, actualmente se considera parte fundamental para el rendimiento de este deporte. (Bompa 1999). La flexibilidad se ha descrito como la capacidad de ejecutar movimientos amplios, como requisito del rendimiento de habilidades de gran amplitud y esto permite que los deportistas puedan ejecutar movimientos rápidos. El éxito de la ejecución de estos movimientos depende de la amplitud articular o del rango de movimiento que debe ser superior al que se requiere en el gesto deportivo. Por lo tanto es necesario disponer de una reserva de flexibilidad y que el deportista debe de adquirir para actuar con seguridad (Bompa 1999). Actualmente con los cambios las reglas de puntuación de la WTF representa una diferencia importante que el atleta tenga la capacidad de patear a la cara del oponente. Por lo tanto es imprescindible desarrollar dicha capacidad y puesto que el desarrollo de la flexibilidad es más fácil en edades tempranas, ésta debe formar parte de los programas del atleta juvenil (Bompa 1999) .

El presente estudio es el primero en evaluar la fuerza de flexores y extensores de rodilla y de rotadores internos y externos de hombro mediante dinamometría isocinética. En general para el grupo femenil 1 la fuerza en rotadores de hombro

son mayores en comparación con el grupo 2, mientras que en la fuerza de extensores y flexores de rodilla se observa lo contrario; para el grupo varonil 1 tanto la fuerza de rotadores de hombro y la fuerza de flexores y extensores de rodilla son mayores que en el grupo 2. La información anterior no puede ser comparada con otros estudios debido a la falta de información en la medición de dicha capacidad mediante dinamometría isocinética. Por tal motivo los resultados reportados se expresaron en porcentaje del ideal de fuerza para la población general.

El presente estudio deja una base para posteriores investigaciones en lo referente a la evaluación de la fuerza en este deporte ya que este método aporta información completa acerca de esta capacidad física. La limitante de este método es sin duda, la poca disponibilidad del este medio y el alto costo del mismo.

Sin duda actualmente el taekwondo se ha convertido en un deporte más rápido y explosivo, y para cubrir estos requisitos, el taekwondoin debe tener mayor fuerza muscular y es imprescindible incorporar ejercicios de fuerza en el programa de entrenamiento.

X. CONCLUSIONES

Las características fisiológicas y antropométricas en general no se correlacionan estadísticamente con los logros alcanzados en este deporte. Sin embargo la potencia anaeróbica según este estudio parece ser uno de los factores más determinantes del rendimiento en este deporte. El taekwondo con mejores logros deportivos tiende a presentar porcentajes de grasa bajos, porcentajes de músculo altos, elevada potencia anaeróbica así como mayor flexibilidad y fuerza de extremidades pélvicas. Siendo este un deporte altamente complejo, donde el éxito parece residir en una combinación de varios factores: físicos, técnicos, tácticos y psicológicos sería útil un abordaje integral que permita evaluar la influencia de estos factores para la selección y diferenciación de los atletas más exitosos. Se necesitan nuevas investigaciones que tengan en cuenta todos los factores antes mencionados, además de pruebas más específicas de evaluación para este deporte.

XI. REFERENCIAS

- Aiwa, N., Pieter, W. (2007). Sexual dimorphism in body composition indices in martial arts athletes. *Brazilian Journal of Biomotricity*, 1(3):56-64.
- Blas LM, Vázquez C, Martínez I: Valoración isocinética de la musculatura rotadora del hombro. *Selección* 1998 7(4): 15-23.
- Bompa, T., (1999) *Periodización: Teoría y Metodológica del Entrenamiento*. Editorial Hispano Europea.
- Bouhlel, E., Jouini, A., Gmada, N., Nefzi, A., Bddallah Ken., Tabka, Z., (2006) Heart rate and blood lactate responses during Taekwondo training and competition. *Science & Sports* 21:285-290.
- Bridge, CA., Jones, MA., Hitchen, P., Sanchez, X., (2007) Heart rate responses to taekwondo training in experience practitioners. *J Strength Cond Res* 21: 718-723.
- Burke, D.T., Barfoot, K., Bryant, S., Shineider, J.C., Kim H.J., Levin, G., (2003) Effect of implementation of safety measures in Taekwondo competition. *British Journal of Sports Medicine*. 37: 401-404.
- Butios, S., Tasika, N., (2007) Canges in heart rate and blood lactate concentration as intensity parameters during simulated Taekwondo competition. *J Sports Med Phys Fitness* 47: 179-185.
- Carter, J.E.L. (2010). *The Heath-Carter anthropometric somatotype. Instruction manual*. San Diego State; University. San Diego, CA.
- Chan KM, Maffulli N : *Principles and practice of isokinetics in sports medicine and rehabilitation*. Honk Kong : Williams and Williams ; 1997.
- Chan, K., Pieter, W., Moloney, K., (2003) Kinathropometric profile of recreational taekwondo athletes. *Biology of Sport*, 20(3):175-179.
- Douris, P., Chinan, A., Gomez, M., Aw, A., Steffens, D., Veiss, S. (2004). Fitness levels of middle aged martial art practitioners. *British Journal Sports Med* 38:143-147.
- Drobnic, F., Nuñez, M., Riera, J., Galilea, P.A., Pons, V., Banquells, M., Ruiz, O., Zas, F., (1995) Perfil de condición física del equipo nacional de

Taekwondo (abstract). In 8th FIMS European Sports Medicine Congress, Granada, Spain, October.

- Gore, Ch., (2000) Physiological tests for elite athletes/Australian Sports Commission. Ed. Human Kinetics.
- Heller J, Peric T., Dlouha R., Kohlikova, E., Melichna, J., Novakova, H. (1998). Physiological profiles of male and female taekwon-do (IFT) black belts. *J Sports Sci.* 16:243-249.
- Iide, K., Imamura, H., Yoshimura, Y., Yamashita, A., Miyahara, K., Miyamoto, No, Moriwaki, Ch. (2008) Physiological responses of simulated karate sparring matches in Young men and boys. *Journal of strength and conditioning research* 22(3), 839-844.
- Legido, J., Segovia, J., Silvarrey, F., (1993) *Manual de Valoración funcional*, Editorial Eurobook.
- Lystad, R., Pollard, H., Graham P., (2009) Epidemiology of injuries in competition taekwondo: A meta-analysis of observational studies. *Journal of Science and Medicine in Sport* 12: 614-621.
- Kazemi, M., Waalen, J., Morgan, C., White, A.R. (2006). A profile of Olympic Taekwondo Competitors. *Journal of Sports Science and Medicine, CSSI*, 111-121.
- Kazemi, M., Casella, C., Perri, G., (2009) 2004 Olympic Tae Kwon Do Athlete Profile. *Journal Can Chiropr Assoc*; 53(2) 144-152.
- Martínez González-Moro I. Isocinéticos en Medicina del Deporte. *Selección* 1998. 7(2) 88-94.
- Matsushigue, K., Hartmann, K., Franchini, E., (2009) Taekwondo: Physiological responses and match analysis. *J Strength Cond Res* 23(4): 1112-1117.
- Melhim, AF.,(2001) Aerobic and anaerobic power responses to the practice of taekwondo. *Br J Sports Med* 35: 231-235
- Miranda Mayordomo M, Gálvez Failde JM, Cámara Anguita R, Gálvez Hernández JM : Análisis de la relación flexores/cuádriceps en la valoración isocinética. *Arch Med Dep* 1993; 10 : 427-433.

- Pieter W, Taaffe, D., Heijmans, J., (1990). Heart rate response to Taekwond-Do forms and technique combinations. *J Sports Med Phys Fitness*. 30:97-102.
- Pieter F., Pieter W., (1995) Speed and force in selected taekwon-do techniques. 12; 257-266.
- Pieter, W., (1991). Performance characteristics of elite taekwondo athletes. *Korean journal of sport science*, 3: 94-117.
- Sbriccoli, P., Bazzucchi, I., Di Mario, A., Marzattinocci, G., Felici, F. (2007) Assessment of maximal cardiorespiratory performance and muscle power in the Italian Olympic judoka. *J. Strength Cond. Res*. 21(3); 738-744.
- Suzana, M., Pieter, W., (2009). Motor ability profile of junior and senior taekwondo club athletes. *Brazilian Journal of Biomotricity*. 3(4): 325-331.
- Thompson, W.R., Vinueza, C., (1991) Physiologic profile of Tae kwon Do black belts. *Sports Medicine and Training Rehabilitation*, 3:49-53
- Toskovic, N.N., Blessing, D., Williford, H.N. (2002). The effect of experience and gender on cardiovascular and metabolic responses with dynamic taekwon do exercise. *Journal of strength and conditioning research* 16(2), 278-285.
- Toskovic, N.N., Blessing, D. Williford, HN., (2004) Physiologic profile of recreational male and female novice and experienced taekwondo practitioners. *J Sports Med Phys Fitness* 44: 164-172.
- W. L., Lin, K.-T. Yen, C.- Y.-H. Huang, C.-K. Chang., (2006) Anaerobic capacity of elite Taiwanese Taekwondo athletes. *Science & Sports* 21: 291-293.
- Wilmore, J. & Costill, D., (2004). *Fisiología del esfuerzo y del deporte*. 5ta Edición. Ed. Barcelona: Paidotribo.
- Zabukovec, R., Tiidus, P.M. (1995). Physiological and anthropometric profile of elite kickboxers. *Journal of Strength and conditioning Research*, 9(4), 2440-242.
- Zar, A., Gilani, A., Ebrahim, K., Gorbani, M., (2008) A survey of the physical fitness of the male taekwondo athletes of the iranian national team. *Physical Education and Sport*. 6: 21-29.

ANEXO 1

Declaración de consentimiento informado.

México D.F. a _____ de _____ de 20_____

A quien corresponda.

Yo _____ declaro libre y voluntariamente que acepto participar en el estudio "Perfil fisiológico y antropométrico de la selección juvenil mexicana de taekwondo", que consiste en la evaluación de las características físicas para del rendimiento deportivo del taekwondo.

Estoy consciente de que los procedimientos y pruebas para realizar el protocolo de estudio son:

- Evaluación de riesgo cardiovascular para indicación de la prueba de esfuerzo
- Evaluación antropométrica que consiste en la obtención de peso, talla, circunferencias, anchuras, y pliegues cutáneos mediante un plicómetro.
- Evaluación ergométrica que consiste en una prueba de esfuerzo en banda sin fin con aumento progresivo de velocidad e inclinación.
- Evaluación de flexibilidad mediante dos pruebas para tronco, cadera y piernas.
- Evaluación de fuerza máxima piernas y hombro mediante dinamometría isocinética.
- Evaluación de capacidades anaeróbicas en plataforma anaeróbica.

Estoy consciente que deberé de cumplir con todas la evaluaciones indicadas. Entiendo los riesgos de que implican dichas evaluaciones (si lo hubiera) estos serian eventos cardiovasculares agudos y caídas, lesiones musculo-esqueléticas. Estoy consciente que

si sigo las recomendaciones del médico al pie de la letra durante la ejecución de las evaluaciones los riesgos e incomodidades que pudieran presentarse son mínimas.

Comprendo la utilidad de este estudio para sentar una base para la evaluación y desarrollo del potencial físico y deportivo dentro del Taekwondo.

Mi participación en este estudio es voluntaria y sin remuneración. Es de mi conocimiento que puedo negarme a participar y abandonar el estudio en el momento que yo así lo desee siempre que informe al responsable del estudio. Entiendo que mi retiro no me ocasionará ninguna penalidad ni tampoco sufriré algún perjuicio en relación con la atención que me proporciona el médico responsable. Estoy enterado de que mis registros durante la investigación serán tratados con toda la responsabilidad y serán entregados en su caso a mi entrenador para ser utilizados en beneficio de mi rendimiento deportivo. No seré identificado personalmente en ninguna publicación sobre el estudio.

Declaro que he leído y entendido esta carta de consentimiento informado en presencia del Dr. Alfonso Ortiz Alvarado y el Sr (a). _____ y que su contenido me ha sido explicado. Mis preguntas han sido respondidas. Consiento voluntariamente participar en este estudio de investigación. No estoy participando en otro proyecto de investigación en este momento, no lo he hecho en días anteriores y he tratado las implicaciones de tal participación con el (los) responsable (s) del estudio.

| | | |
|----------------|--------------------|-------------------|
| _____ Firma | _____ Dirección | _____ Teléfono |
|----------------|--------------------|-------------------|

| | | |
|-------------------------------------|--------------------|-------------------|
| _____ Nombre y firma del testigo | _____ Dirección | _____ Teléfono |
|-------------------------------------|--------------------|-------------------|

| | | |
|-------------------------------------|--------------------|-------------------|
| _____ Nombre y firma del testigo | _____ Dirección | _____ Teléfono |
|-------------------------------------|--------------------|-------------------|

