

Article

# Asociación entre Tests Neuromusculares y el Rendimiento en Kumite en el Equipo Nacional de Karate de Brasil

Hamilton Roschel<sup>1</sup>, Mauro Batista<sup>1</sup>, Rodrigo Monteiro<sup>1</sup>, Romulo C M Bertuzzi<sup>1</sup>, Renato Barroso<sup>1</sup>, Irineu Loturco<sup>2</sup>, Carlos Ugrinowitsch<sup>1</sup>, Valmor Tricoli<sup>1</sup> y Emerson Franchini<sup>1</sup>

<sup>1</sup>School of Physical Education and Sport, University of São Paulo, Brazil

<sup>2</sup>Brazilian Karate Federation, Brazil.

## RESUMEN

El objetivo de este estudio fue verificar la relación entre la fuerza, la potencia y el rendimiento en un equipo de karate de nivel internacional durante simulaciones oficiales de kumite. Catorce hombres karatecas cinturones negro fueron evaluados antropométricamente y luego realizaron los siguientes tests en dos días diferentes: test de salto vertical, test de 1RM en press en banco y test de 1RM en sentadilla dinámica máxima. Además se evaluó la producción de potencia en ambos ejercicios con cargas del 30 y 60% de 1RM y el rendimiento en una simulación de kumite. Asimismo se recolectaron muestras de sangre tanto en reposo como inmediatamente después de cada combate de kumite para valorar la concentración de lactato en sangre. Los karatecas fueron separados por rendimiento (vencedores vs perdedores) en los combates de kumite. No se hallaron diferencias significativas entre los ganadores y perdedores respecto de los valores de fuerza, altura del salto vertical, medidas antropométricas y concentración de lactato sanguíneo. Interesantemente, los ganadores exhibieron mayores valores de potencia en los ejercicios de press en banco y sentadilla al 30% de 1RM. La fuerza máxima se correlacionó con la potencia absoluta (30% 1RM  $r = 0.92$ ; 60% 1RM  $r = 0.63$ ) y con la potencia relativa (30% 1RM  $r = 0.74$ ; 60% 1RM  $r = 0.11$ ,  $p > 0.05$ ) en el ejercicio de press en banco. Se concluye que el rendimiento en un combate de kumite en karatecas de nivel internacional se ve influenciado por altos niveles de potencia en las extremidades superiores e inferiores.

**Palabras Clave:** potencia, fuerza, lactato, match de kumite

## INTRODUCCIÓN

Las competencias de Karate se dividen en “katas” (formas) y “kumite” (combates). Los katas se caracterizan por competencias individuales y por equipos (tres atletas) en rutinas estandarizadas, mientras que el kumite es una forma libre de combate contra un oponente. Los combates oficiales de kumite en el Karate se llevan a cabo en asaltos de 3 minutos con actividades de alta intensidad tales como patadas, golpes de puño y rápidos desplazamientos horizontales (WKF, 2009).

Los atletas ejecutan en promedio  $16.3 \pm 5.1$  de estas acciones decisivas durante todo el combate resultando en un tiempo

total de acciones de alta intensidad de  $19.4 \pm 5.5$  s en combates de 3 min. Si bien las patadas y los golpes de puño son acciones anaeróbicas alácticas y dependen de la potencia muscular, la repetición de estas acciones motoras hace que el sistema aeróbico contribuya con la mayor parte de la energía total ( $77.8 \pm 5.8\%$ ) producida durante un combate de kumite (Beneke et al., 2004). Beneke et al (2004) también han reportado que la contribución anaeróbica aláctica (16.6%) representa aproximadamente el porcentaje de tiempo de acciones de alta intensidad (16%) durante un combate entero de kumite. Sin embargo, la recuperación posterior a estas acciones de alta intensidad se basa principalmente en el metabolismo aeróbico, y por lo tanto explican la gran contribución del sistema de energía aeróbico al total de energía utilizado.

Además, el metabolismo anaeróbico láctico también contribuye al total de energía durante un combate de kumite. Esta contribución podría estimarse al valorar la concentración de lactato en sangre (La) antes y después de un combate. Beneke et al (2004) observaron que la concentración de La se incrementó en  $5.9 \pm 1.6$  mmol·L<sup>-1</sup> luego de un único combate de kumite (desde 1.7 a 7.6 mmol·L<sup>-1</sup>). Lehmann (1997) reportaron valores de La similares luego de un combate de kumite. Estos incrementos sugieren cierta contribución del metabolismo glucolítico al gasto energético total durante un combate de kumite.

A pesar de las características metabólicas del Karate, el principal criterio para puntuar en combates de kumite es la aplicación vigorosa de golpes de pies y puños (WKF, 2009). Ambas acciones son llevadas a cabo sin cargas externas y, comúnmente, lo más rápido y potentemente posible. Las características únicas de las acciones motoras en el kumite requieren de una valoración de la fuerza que sea capaz de categorizar a los atletas en diferentes niveles competitivos. Por ejemplo, Zehr et al (1997) observó mayores valores de velocidad en la extensión de codo con carga (i.e., 10% de la máxima contracción voluntaria isométrica) y sin carga en karatecas experimentados y en comparación con karatecas principiantes. Además, los atletas de Taekwondo (Toskovic et al., 2004) y de Judo (Franchini et al., 2005) de diferentes niveles exhiben valores similares de 1RM. Por lo tanto, es posible que el rendimiento en el Karate dependa más de la potencia muscular a bajas cargas que a altas cargas o de la máxima fuerza dinámica (1RM). De esta manera, parece atractivo identificar la asociación entre las valoraciones comunes de potencia y fuerza, y el rendimiento en el kumite.

Aun cuando existen algunas publicaciones que han presentado datos fisiológicos, de fuerza y de potencia (Beneke et al., 2004; Zehr et al., 1997), es difícil la construcción de un perfil para el Karate. Además, no aún no se ha establecido un posible vínculo entre las variables neuromusculares y los resultados de rendimiento en una competencia simulada. Por lo tanto, el objetivo del este estudio fue verificar la relación entre la fuerza y la potencia con el rendimiento en un equipo de Karate de nivel internacional durante combates de kumite oficial simulados.

## MÉTODOS

---

Catorce hombres karatecas cinturones negro, todos miembros del Equipo Nacional Brasileiro de Karate, participaron del estudio (edad:  $28.0 \pm 5.1$  años; talla:  $1.78 \pm 6.6$  m; masa corporal:  $73.1 \pm 10.5$  kg). Los participantes fueron evaluados para determinar parámetros de potencia y fuerza, y posteriormente fueron emparejados por categoría de pesos para una competencia simulada. Todos los participantes eran Campeones Nacionales y habían competido en eventos internacionales de alto nivel (Campeonatos Mundiales). Estos deportistas disputaban la posición de apertura en la lista del Equipo Nacional, i.e., eran los dos mejores deportistas para cada categoría en Brasil. El estudio fue aprobado por el Comité de Ética Institucional y todos los sujetos fueron informados acerca de los riesgos y beneficios inherentes de su participación en el estudio, antes de firmar una forma de consentimiento informado. Los deportistas fueron evaluados durante su período competitivo.

### Rutina de Evaluación

Los tests fueron llevados a cabo en dos días diferentes a la misma hora del día. Durante el primer día se realizaron las mediciones antropométricas, los tests de salto vertical y dos tests de fuerza máxima dinámica (1RM) para las extremidades superiores e inferiores; mientras que en el segundo día los sujetos realizaron dos tests de potencia (extremidades superiores e inferiores) y la simulación del combate de kumite. Los tests realizados en el mismo día estuvieron separados por un período de treinta minutos.

### Medidas Antropométricas

El peso corporal fue medido en una balanza digital con una precisión de 100 g. El espesor de los pliegues cutáneos se midió por triplicado con un calibre Harpenden en seis sitios corporales (i.e., tricpital, braquial, subescapular, suprailíaco, abdominal, pantorrilla y muslo). Las mediciones se realizaron en el lado derecho del cuerpo por el mismo investigador

experimentado (10 años de experiencia con una variación menor al 1% entre mediciones, con una reproducibilidad determinada por el coeficiente de correlación intra-clase de 0.98 dentro del período de valoración del rendimiento).

### **Test de Salto Vertical**

Se realizó el test de salto vertical con contramovimiento sobre una plataforma resistiva en interfase con un cronómetro digital (JumpTest®, Belo Horizonte, Brasil). Los sujetos fueron instruidos para mantener las manos sobre sus caderas y saltar lo más alto posible manteniendo la misma posición corporal durante el despegue y la toma de contacto con el suelo. Antes de realizar los tests, se les permitió a los sujetos realizar 6-10 saltos submáximos de práctica. Los sujetos realizaron cinco saltos verticales máximos con un período de 15 s entre las pruebas.

### **Tests de Fuerza Dinámica Máxima**

La valoración de la fuerza dinámica máxima (1RM) en los ejercicios de sentadilla y press en banco se llevó a cabo en una máquina Smith (Nakagym®, São Paulo, Brazil). Para el ejercicio de sentadilla, la posición corporal y de los pies de los sujetos se determinó y registró utilizando cintas métricas fijadas a la barra y sobre el suelo respectivamente. Los procedimientos para este test respetaron las normas publicadas por la ASEP (Brown and Weir, 2001). En forma resumida, los sujetos corrieron durante 5 min en un tapiz rodante a 9 km/h, luego de lo cual realizaron ejercicios de estiramiento para las extremidades inferiores y superiores. Antes de cada ejercicio, los sujetos realizaron una entrada en calor específica consistente de una serie de 5 repeticiones con una carga aproximada del 50% de la 1RM estimada, seguida de otra serie de 3 repeticiones al 70% de la 1RM estimada. Las series de entrada en calor específica estuvieron separadas por períodos de 2 min. Luego de que los sujetos completaran la segunda serie, descansaron por un período de 3 minutos. Subsiguientemente realizaron series de una única repetición con cargas progresivamente mayores hasta el fallo muscular. La fuerza máxima dinámica (carga en 1RM) fue determinada como el peso máximo que podía ser levantado una única vez con la técnica apropiada. El intervalo entre los intentos de 1RM fue de 3 minutos, y se permitió un máximo de 5 intentos. La realización de los tests fue acompañada por dos investigadores experimentados. Los incrementos en el peso fueron determinados de acuerdo a la percepción de los investigadores. Durante los levantamientos los sujetos fueron estimulados verbalmente para que dieran su mejor esfuerzo. La 1RM en el ejercicio de press en banco fue valorada con los sujetos recostados en un banco horizontal. Se registró posicionamiento del cuerpo y de las manos sobre el banco y la barra, y el test fue llevado a cabo de acuerdo con los procedimientos descritos previamente.

### **Tests de Potencia**

La potencia producida durante los ejercicios de sentadilla y press en banco fue valorada en una máquina Smith (Nakagym®, São Paulo, Brazil). Se utilizó un encoder lineal (Peak Power®, Cefise, São Paulo, Brazil) unido a la barra para registrar la posición durante las repeticiones a una frecuencia de 50 Hz. Se utilizó la técnica de diferenciación finita para estimar la velocidad y la aceleración de la barra (coeficiente de variabilidad <3%). Posteriormente, se calcularon la fuerza y la potencia utilizando procedimientos estándar (Bosco et al., 1995). El posicionamiento del cuerpo, los pies (sentadilla) y las manos (press en banco) se reprodujeron utilizando las posiciones previamente registradas. Además, durante la sentadilla, se colocó un banco de manera con altura ajustable detrás de los sujetos para mantener el desplazamiento de la barra y el ángulo de la rodilla constante en cada repetición; mientras que para el press en banco, se colocó una almohadilla de 3 cm sobre el pecho de los sujetos para asegurar que el desplazamiento de la barra se mantuviera constante (debido a que la barra debía tocar la almohadilla en cada repetición). La producción de potencia en los ejercicios de sentadilla y press en banco fue valorada con series de 6 repeticiones utilizando diferentes cargas, 30 y 60% de los correspondientes valores de 1RM para cada ejercicio.

### **Combate de Kumite Simulado**

Para valorar la relación entre los parámetros fisiológicos y el rendimiento, se realizó un combate simulado de kumite con jueces. Como se mencionara previamente, los sujetos fueron emparejados de acuerdo con su categoría de peso. Los sujetos fueron instruidos para que mantuvieran su rutina usual de preparación para un evento competitivo. Luego del período de entrada en calor, se llevó a cabo el kumite de forma idéntica que los correspondientes combates para los Juegos Panamericanos de 2007 (i.e., combates de 3 min, activándose o deteniéndose el cronómetro con las señales de los jueces) (WKF, 2009).

### **Recolección de Muestras de Sangre y Análisis de Lactato**

Se recolectaron muestras de sangre (25 µL) tanto en reposo como inmediatamente después de los combates de kumite en el lóbulo de la oreja y luego de la aplicación de una pomada vasodilatadora. La concentración de lactato en sangre fue determinada utilizando un analizador portátil (Accusport, Boehringer Mannheim, Germany), que ha sido validado comparándolo con métodos de laboratorio y dando resultados similares (Fell et al., 1998).

## Análisis Estadísticos

Luego del combate, los sujetos fueron separados según su rendimiento (ganadores vs perdedores) en el combate de kumite simulado. Para realizar comparaciones entre los grupos se utilizó la prueba t para muestras independientes. La correlación entre las variables fue analizada utilizando el coeficiente de correlación de Pearson. El nivel de significancia fue establecido a  $p < 0.05$ .

## RESULTADOS

No se hallaron diferencias significativas entre los ganadores y perdedores respecto de la fuerza, la altura del salto vertical o los datos antropométricos. La Tabla 1 muestra los valores antropométricos para cada grupo.

	Ganadores	Perdedores
Edad (años)	27.9 (5.7)	28.1 (4.9)
Peso (kg)	74.3 (13.3)	71.9 (7.8)
Talla (m)	181.6 (4.9)	174.8 (6.5)
SKF (mm)	69.0 (30.9)	59.6 (29.1)

**Tabla 1.** Características antropométricas de los karatecas de nivel internacional. Los datos son medias ( $\pm$  DE). SKF = sumatoria de pliegues cutáneos.

La Tabla 2 presenta los datos de la altura en el salto vertical, de la fuerza y de la potencia para ambos grupos. Los análisis estadísticos mostraron diferencias significativas entre los ganadores y perdedores para la potencia en el press en banco y la sentadilla con la carga del 30% de 1RM, mientras que no se hallaron diferencias con la carga del 60% de 1RM (Tabla 2). Los valores de lactato en sangre (La) obtenidos pre y post combate también se presentan en la Tabla 2. Los análisis estadísticos no mostraron diferencias significativas entre los ganadores y los perdedores respecto de los valores de La.

	Ganadores	Perdedores
Altura del Salto (cm)	48.8 (3.4)	50.8 (2.6)
1RM en Press en Banco (kg)	76.3 (16.8)	70.3 (11.5)
1RM en Sentadilla (kg)	113.3 (15.1)	128.6 (20.4)
PP 30% Sentadilla (W)	298.7 (6.4) *	269.5 (23.1)
PP 60% Sentadilla (W)	331.3 (17.6)	345.0 (29.9)
PP 30% Press en Banco (W)	252.6 (9.1) *	205.7 (5.9)
PP 60% Press en Banco (W)	152.6 (9.1)	156.2 (7.7)
La Pre (mmol·L <sup>-1</sup> )	2.3 (0.4)	1.8 (0.6)
La Post (mmol·L <sup>-1</sup> )	5.1 (1.2)	5.2 (2.2)

**Tabla 2.** Altura de salto, fuerza, potencia, y lactato de los karatecas de nivel internacional. Los datos son medias ( $\pm$  DE). \* $p < 0.05$  entre ganadores y perdedores.

La suma de los pliegues cutáneos estuvo significativa y negativamente correlacionada tanto con la altura del salto vertical ( $r = -0.69$ ,  $p < 0.05$ ) como con la potencia en sentadilla al 60% de 1RM ( $r = -0.05$ ,  $p < 0.05$ ). La fuerza máxima se correlacionó con la potencia absoluta (30% 1RM  $r = 0.92$ ; 60% 1RM  $r = 0.63$ ) y relativa (30% 1RM  $r = 0.74$ ; 60% 1RM  $r = 0.11$ ,  $p > 0.05$ ) para el ejercicio de press en banco.

## DISCUSIÓN

---

Los objetivos de este estudio fueron identificar y correlacionar el rendimiento en un combate característico de campeonato de kumite con los parámetros de fuerza y potencia en el equipo nacional de Karate de Brasil. Nuestros principales hallazgos fueron que, a pesar de la falta de diferencias entre los valores de 1RM, los ganadores presentaron mayores valores de potencia en las extremidades superiores e inferiores que los perdedores.

### Fuerza

Los valores de 1RM en los ejercicios de press de banca y sentadilla son menores que los reportados previamente para karatecas japoneses (Imamura et al., 1998), pero mayores que los valores reportados para taekwondistas (Toskovic et al., 2004). Sin embargo, estos datos deben interpretarse con precaución, debido a que las demandas neuromusculares y fisiológicas pueden variar entre las diferentes artes marciales.

Por otra parte, respecto del rendimiento en el kumite, los valores de 1RM fueron similares entre los ganadores y perdedores de nuestro estudio, lo cual es bastante similar a lo reportado cuando se compararon taekwondistas principiantes con experimentados (i.e., sin diferencias entre los grupos) (Toskovic et al., 2004) y judocas de alto nivel (Franchini et al., 2005). En conjunto, estos resultados nos llevan a sugerir que la fuerza dinámica máxima no es crítica para el rendimiento en el Karate y que otras variables probablemente desempeñen un rol más importante que la fuerza dinámica máxima. También es importante señalar que ninguno de los deportistas evaluados en nuestro estudio se encontraba realizando un programa regular de entrenamiento de la fuerza.

### Test de Salto Vertical y Potencia

Si bien el test de salto vertical no es específico, es ampliamente utilizado como indicador de la potencia de las extremidades inferiores. Por lo tanto, sería interesante correlacionar la potencia de las extremidades inferiores con el rendimiento. Sin embargo, no hallamos diferencias significativas en el rendimiento del salto vertical entre los karatecas ganadores y perdedores. Ravier et al (2004) observaron que los valores de salto vertical para karatecas junior de nivel internacional eran mayores que los registrados con karatecas de nivel nacional. Sin embargo, los resultados del salto vertical registrados en el presente estudio fueron mayores que aquellos observados en taekwondistas (Toskovic et al., 2004) y en karatecas de nivel nacional e internacional (Ravier et al., 2004).

Las acciones decisivas durante un combate de karate, un golpe de pies o un golpe de puños, dependen de la potencia muscular. Considerando que la potencia es el producto entre la fuerza y la velocidad, mayores niveles de potencia representan mayores velocidades para una misma carga. La diferencia significativa hallada en la potencia con cargas bajas (30% de 1RM) entre los ganadores y los perdedores (Tabla 2) es de gran interés, debido a que la marcación de los puntos depende de la potencia y la velocidad de una acción (WKF, 2009). Por lo tanto, una mayor potencia a bajas cargas podría representar una mayor velocidad en gestos tales como las patadas o los golpes de puño.

Se sabe que la rutina de entrenamiento de los karatecas consiste en realizar golpes de pies y manos sin cargas (Funakoshi; 1990, Nakayama, 1983), lo cual induce una mayor adaptación en la porción de velocidad de la curva fuerza-velocidad y resulta en una mayor velocidad segmentaria. Además, no se han hallado diferencias entre los grupos respecto de la fuerza máxima, por lo que es razonable asumir que las acciones en el Karate dependen más de la velocidad de contracción que de la fuerza muscular.

Al comparar karatecas junior de nivel nacional e internacional, Ravier et al. (2004) hallaron que los deportistas de nivel internacional exhibieron una mayor producción de potencia máxima, una mayor velocidad máxima y valores óptimos de velocidad en un ergómetro con freno de fricción. De acuerdo con estos autores, los datos sugieren que las variables asociadas con la velocidad de movimiento podrían ayudar a explicar el rendimiento en acciones explosivas como las que se observan en el Karate.

Es importante señalar que una variable antropométrica puede afectar la velocidad de movimiento. Un bajo grosor de pliegues cutáneos es una característica antropométrica deseable ya que significa menos masa que no produce potencia (grasa), y por lo tanto representa una menor masa corporal a mover, permitiendo que se alcance una mayor velocidad segmentaria. Las correlaciones negativas halladas entre esta variable y la altura del salto o la potencia durante el ejercicio de sentadilla refuerzan esta sugerencia. Los valores de los pliegues cutáneos registrados en el presente estudio (Tabla 1) no fueron diferentes entre los ganadores y perdedores, pero son mayores que los previamente reportados para taekwondistas ( $36.7 \pm 6.8$  mm) y boxeadores ( $38.1 \pm 7.4$  mm) utilizando métodos similares (Pieter, 1991).

Desafortunadamente, es muy difícil elaborar un test apropiado que imite estrechamente las destrezas del Karate y a la vez

permita la valoración de habilidades motoras. No obstante, parece que los tests utilizados fueron capaces de identificar a aquellos con mejores rendimientos en el Karate. Sin embargo, se debe tener precaución al interpretar estos resultados ya que se requieren estudios adicionales para establecer si los tests propuestos son apropiados para predecir el rendimiento de Karate o la mejora del rendimiento durante periodos prolongados de entrenamiento.

### **Combate Simulado de Kumite**

Pocos estudios han evaluado a karatecas durante combates simulados de kumite (Beneke et al., 2004; Iide et al., 2008) o durante competencias (Lehmann, 1997) y desafortunadamente no hallamos ningún estudio que haya comparado las respuestas de La o la aptitud física de karatecas con los resultados de un combate simulado (i.e., ganadores versus perdedores). Por lo tanto es difícil comparar los resultados de nuestro estudio con los resultados de estudios previos.

La respuesta de La en el presente estudio es de un nivel intermedio en comparación con las reportadas en estudios previos (Beneke et al., 2004; Iide et al., 2008; Lehmann, 1997). Las diferencias no significativas entre los grupos respecto de la respuesta del La indica que las demandas metabólicas fueron similares entre los grupos y esta variable fisiológica específica no parece desempeñar un rol importante en el resultado del combate. Además, excepto por un estudio (Iide et al., 2008), los valores de La obtenidos luego de simulaciones o competencias son considerablemente mayores que las reportadas durante sesiones de entrenamiento de Karate características (Imamura et al., 1999; 2002). Estos datos indican que una rutina de entrenamiento "característica" puede no dar cuenta de las demandas metabólicas de una competencia de kumite.

Por último, como se discutiera previamente, la capacidad para producir potencia parece explicar de mejor manera los resultados del kumite. El hallazgo de que los ganadores produjeron un 23% más de potencia al 30% de RM en las extremidades superiores en comparación con los perdedores concuerda con aquellos hallazgos que reportan que los karatecas experimentados exhiben mayores valores de velocidad pico durante la extensión del codo (ya sea sin carga como con cargas iguales al 10% de la MVIC) (Zehr et al., 1997). Dicha característica puede reflejar una mayor capacidad para los golpes de puño (movimientos más rápidos), resultando en un mayor rendimiento en el kumite. De hecho, en una comunicación personal con el entrenador principal del Equipo Nacional de Karate de Brasil indicó que durante los últimos Juegos Panamericanos (Rio de Janeiro, 2007), aproximadamente el 80% de los puntos marcados a sus deportistas fueron por golpes de puño. Además, la mayor potencia de las extremidades inferiores a bajas cargas exhibida por el grupo de ganadores (11%) podría dar cuenta de una mejor capacidad para los golpes de pie y una mejor capacidad de movimiento, lo cual podría resultar en una mejora del rendimiento.

## **CONCLUSIONES**

---

En nuestro estudio, se observaron diferencias significativas para la producción de potencia tanto de las extremidades superiores como de las extremidades inferiores. Si bien no se llevó a cabo una valoración de los aspectos técnicos, es razonable asumir que el nivel técnico fue similar entre los participantes, ya que estos eran los dos mejores karatecas de su categoría en el país.

Por lo tanto, es posible concluir que los factores mecánicos (potencia) desempeñan un papel importante en el rendimiento de karate y que el rendimiento en karatecas de nivel internacional durante un combate de kumite se ve influenciado por los niveles de potencia en las extremidades superiores e inferiores. Además, los tests de potencia utilizados en el presente estudio parecen diferenciar el nivel de rendimiento entre atletas de alto nivel.

### **Puntos Clave**

- La potencia muscular a bajas cargas parece ser un predictor razonable del rendimiento en el Karate.
- Existen diferencias en las características neuromusculares entre ganadores y perdedores pertenecientes a un equipo de nivel internacional.
- Los karatecas dependen más de la potencia muscular que de la fuerza muscular.

### **Agradecimientos**

Los autores quisieran agradecer a la Federación de Karate de Brasil.

## REFERENCIAS

---

1. Beneke, R., Beyer, T., Jachner, C., Erasmus, J. and Hutler, M (2004). Energetics of karate kumite. *European Journal of Applied Physiology* 92, 518-523
2. Bosco, C., Belli, A., Astrua, M., Tihanyi, J., Pozzo, R., Kellis, S., Tsarpela, O., Foti, C., Manno, R. and Tranquilli, C (1995). A dynamometer for evaluation of dynamic muscle work. *European Journal of Applied Physiology Occupational Physiology* 70, 379-386
3. Brown, L.E. and Weir, J.P (2001). ASEP Procedures recommendation I: Accurate assessment of muscular strength and power. *Journal of Exercise Physiology (online)* 4, 21
4. Fell, J.W., Rayfield, J.M., Gulbin, J.P. and Gaffney, P.T (1998). Evaluation of the Accusport Lactate Analyser. *International Journal of Sports Medicine* 19, 199-204
5. Franchini, E., Takito, M.Y., Kiss, M.A.P.D.M. and Sterkowicz, S (2005). Physical fitness and anthropometric differences between elite and nonelite judo players. *Biology of Sport* 22, 315-328
6. Funakoshi, G (1990). Karate-do Kyohan. 2nd edition. *Kodansha International, Tokyo*
7. Iide, K., Imamura, H., Yoshimura, Y., Yamashita, A., Miyahara, K., Miyamoto, N. and Moriwaki, C (2008). Physiological responses of simulated karate sparring matches in young men and boys. *Journal of Strength Conditioning Research* 22, 839-844
8. Imamura, H., Yoshimura, Y., Nishimura, S., Nakazawa, A.T., Nishimura, C. and Shirota, T (1999). Oxygen uptake, heart rate, and blood lactate responses during and following karate training. *Medicine and Science in Sports and Exercise* 31, 342-347
9. Imamura, H., Yoshimura, Y., Nishimura, S., Nakazawa, A. T., Teshima, K., Nishimura, C. and Miyamoto, N (2002). Physiological responses during and following karate training in women. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness* 42, 431-437
10. Imamura, H., Yoshimura, Y., Uchida, K., Nishimura, S. and Nakazawa, A. T (1998). Maximal oxygen uptake, body composition and strength of highly competitive and novice karate practitioners. *Applied Human Science* 17, 215-218
11. Lehmann, G (1997). La resistenza negli sport di combattimento. *SDS/Rivista di Cultura Sportiva* 16, 19-25. (In Portegul)
12. Nakayama, M (1983). Dynamic karate. 1st edition. *Kodansha International, Tokyo*
13. Pieter, W (1991). Performance characteristics of elite taekwondo athletes. *Korean Journal of Sport Science* 33,94-117
14. Ravier, G., Grappe, F. and Rouillon, J.D (2004). Application of force-velocity cycle ergometer test and vertical jump tests in the functional assessment of karate competitor. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness* 44, 349-355
15. Toskovic, N.N., Blessing, D. and Williford, H. N (2004). Physiologic profile of recreational male and female novice and experienced Tae Kwon Do practitioners. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness* 44, 164-172
16. WKF (2009). World Karate Federation - Kata and Kumite Competition Rules. 6th edition. *WKF, Madrid*
17. Zehr, E.P., Sale, D.G. and Dowling, J.J (1997). Ballistic movement performance in karate athletes. *Medicine and Science in Sports and Exercise* 29, 1366-1373

### Cita Original

Hamilton Roschel, Mauro Batista, Rodrigo Monteiro, Romulo C. Bertuzzi, Renato Barroso, Irineu Loturco, Carlos Ugrinowitsch, Valmor Tricoli and Emerson Franchini. Association between Neuromuscular Tests and Kumite Performance on The Brazilian Karate National Team. *Journal of Sports Science and Medicine* (2009) 8(CSSI-3), 20 - 24